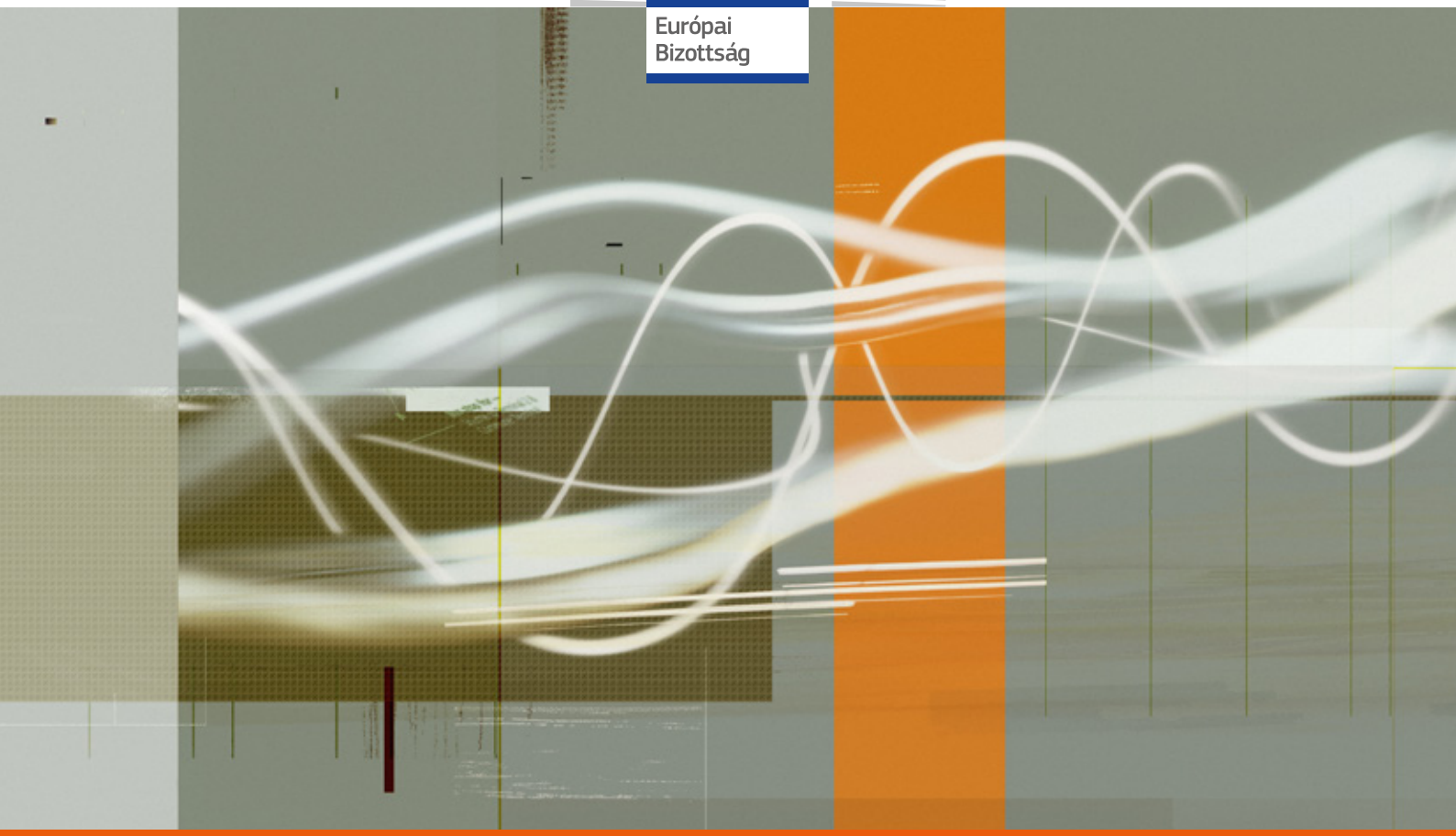
Európai Bizottság



Nem kötelező érvényű útmutató a 2013/35/EU irányelv végrehajtásával kapcsolatos bevált gyakorlatokhoz

# Elektromágneses terek

## 1. kötet: Gyakorlati útmutató

Szociális Európa

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

Nem kötelező érvényű útmutató a 2013/35/EU irányelv végrehajtásával kapcsolatos bevált gyakorlatokhoz

# Elektromágneses terek

## 1. kötet: Gyakorlati útmutató

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

A kézirat lezárva: 2014. november

Sem az Európai Bizottság, sem pedig a Bizottság nevében eljáró más személy nem vállal felelősséget az itt szereplő információk további felhasználásáért.

A kiadványban szereplő linkek a kézirat lezárásának idején helyesek voltak.

Borítókép: © 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, telefonfülkékből 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 978-92-79-45865-1 (PDF)
doi:10.2767/20246 (PDF)

© Európai Unió, 2015

A kiadvány a forrás feltüntetésével szabadon másolható.

# ÖSSZEFOGLALÁS

A gyakorlati útmutató segítséget kíván nyújtani a munkáltatóknak, különösen a kis- és középvállalkozásoknak ahhoz, hogy megértsék, mit kell tenniük az elektromágneses terekről szóló 2013/35/EU irányelvnek való megfelelés érdekében. Az Európai Unióban a munkavállalók egészségére és biztonságára vonatkozó általános előírásokat a 89/391/EGK keretirányelv tartalmazza. Az elektromágneses terekről szóló irányelv lényegében további részletekkel szolgál azzal kapcsolatban, hogyan valósíthatók meg a keretirányelv célkitűzései az elektromágneses tereket érintő konkrét munkavégzés vonatkozásában.

A modern munkahelyeken folytatott számos tevékenység, többek között az elektromos berendezések és sok gyakori kommunikációs eszköz használata elektromágneses terek képződésével jár. A munkahelyek többségén azonban igen alacsony az expozíció, és nem jelent kockázatot a munkavállalók számára. Még ha erős terek képződnek is, ezek a távolság növekedésével általában gyorsan gyengülnek, így ha a munkavállalóknak nem kell megközelíteniük a berendezést, nincsenek kitéve kockázatnak. Továbbá, mivel a legtöbb tér elektromos úton keletkezik, az áramforrás megszüntetésével megszűnik.

A munkavállalókat érintő kockázat az elektromágneses térnek a testet érő közvetlen hatására vagy a térben található tárgyak közvetett hatására vezethető vissza. A közvetlen hatás lehet termikus vagy nem termikus. Néhány munkavállaló különösen ki van téve az elektromágneses terekből fakadó kockázatoknak. Ide tartoznak az aktív vagy passzív beültethető orvostechnikai eszközt, illetve a testen viselt orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók, valamint a várandós nők.

Az útmutató segítséget kíván nyújtani a munkáltatóknak az adott munkahely kezdeti értékeléséhez, ezért táblázatba foglalja a gyakori munkahelyzeteket. Három oszlopba sorolva szerepelnek az olyan helyzetek, amelyek konkrét értékelést kívánnak az aktív beültethető eszközt viselő munkavállalók, más különösen veszélyeztetett munkavállalók, illetve valamennyi munkavállaló vonatkozásában. A munkáltatók többsége a táblázat segítségével megállapíthatja, hogy munkahelyükön nem merülnek fel elektromágneses terekből fakadó kockázatok.

Még az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók számára is általában elég annak biztosítása, hogy betartsák a gondozásukért felelős orvosok ésszerű utasításait. A függelék segítséget nyújt az olyan munkáltatók részére, akiknek értékelniük kell a különösen veszélyeztetett munkavállalók esetében felmerülő kockázatokat.

A táblázat utolsó oszlopa meghatározza azokat a munkahelyi szituációkat, amelyek során várhatóan erős tér keletkezik; a munkáltatóknak ezekben az esetekben általában részletesebb értékelési eljárást kell folytatniuk. Az elektromágneses terek gyakran csak a veszélyeztetett munkavállalók számára jelentenek kockázatot, de az elektromágneses terek közvetlen vagy közvetett hatásai néhány esetben valamennyi munkavállalót érinthetik. Ezekben az esetekben a munkáltatóknak mérlegelniük kell további óvintézkedések vagy megelőző intézkedések végrehajtását.

A gyakorlati útmutató tanácsot ad a kockázatértékelés elvégzésével kapcsolatban, amelynek meg kell felelnie számos, széles körben alkalmazott kockázatértékelési eljárásnak, többek között az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség által használt OiRA eszköznek.

A kockázatértékelés során a munkáltatóknak néha össze kell hasonlítaniuk az adott munkahelyen tapasztalt elektromágneses terek szintjét az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott beavatkozási szintekkel és expozíciós határértékekkel. Ha az adott munkahelyen gyenge a tér, általában nincs szükség ilyen összehasonlításra,

és az útmutató ehelyett azt tanácsolja a munkáltatóknak, hogy a fent említett táblázatokhoz hasonló általános információkra támaszkodjanak.

Ha szükség van a beavatkozási szintekkel vagy az expozíciós határértékekkel való összehasonlításra, a munkáltatókat arra bátorítják, hogy használják a gyártók által biztosított vagy az adatbázisokból elérhető információkat, és ha lehetséges, kerüljék az önálló értékelés elvégzését. Az olyan munkáltatók számára, akiknek önálló értékelést kell végezniük, az útmutató tanácsot ad az alkalmazott módszerekkel kapcsolatban, valamint iránymutatást nyújt olyan konkrét kérdések vonatkozásában, mint a nem egyenletes terek, a többfrekvenciás terek összegződése és a súlyozott csúcs módszerének alkalmazása.

Ahol a munkáltatóknak további óvintézkedéseket vagy megelőző intézkedéseket kell végrehajtaniuk, az útmutató további tanáccsal szolgál a rendelkezésre álló lehetőségekkel kapcsolatban. Fontos kihangsúlyozni, hogy nem létezik egyetlen megoldás az elektromágneses terekből fakadó valamennyi kockázatra, és a munkáltatóknak figyelembe kell venniük az összes rendelkezésre álló lehetőséget, hogy kiválaszthassák az adott helyzetben legalkalmasabb megoldást.

Egy ideje ismeretes, hogy az egészségügyben használt mágnesesrezonancia-képalkotó berendezések a munkavállalók olyan expozíciójához vezethetnek, amely meghaladja az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott expozíciós határértékeket. A mágnesesrezonancia-képalkotás fontos orvosi technológia, amely alapvető a diagnózis felállításához és a betegségek kezeléséhez. Ezért az elektromágneses terekről szóló irányelv biztosítja az expozíciós határértékeknek való megfelelés követelményétől való feltételes eltérést. Az érintettekkel folytatott konzultációt követően készített függelék gyakorlati útmutatást kínál a munkáltatók számára az eltérés feltételeinek való megfelelés érdekében.

A 2. kötet tizenkét esettanulmányt tartalmaz, amelyek bemutatják a munkáltatók számára, hogyan közelítsék meg az értékeléseket, és illusztrálnak néhány választható és végrehajtható megelőző intézkedést és óvintézkedést. Az esettanulmányok általános munkahelyekre vonatkoznak, de valós helyzetek alapján kerültek összeállításra. Az esettanulmányokban értékelt számos helyzetben erős tér képződött. Néhány esetben csak a különösen veszélyeztetett munkavállalókat érintette a kockázat, akiket ki lehetett zárni az erős terekkel jellemzett területről. Más esetekben minden munkavállaló potenciális kockázatnak volt kitéve, de nem kellett az adott területen tartózkodniuk az erős terek keletkezése idején.

A (fent említett) mágnesesrezonancia-képalkotás mellett további két helyzetet azonosítottak, amelyekben a munkavállalók expozíciója általában meghaladhatja az expozíciós határértékeket.

Ezek közül az ellenállás-hegesztés a legelterjedtebb. A folyamat során nagyon erős áramot használnak, és a mágneses indukció gyakran megközelíti vagy meghaladja az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott beavatkozási szintet. A manuális hegesztés során a hegesztő szükségszerűen a tér forrásának közelében helyezkedik el. Az esettanulmányokban és máshol vizsgált esetekben az alacsony beavatkozási szinteket néha ideiglenesen meghaladták. Ugyanakkor valamennyi esetben igaz, hogy vagy nem haladták meg a magas beavatkozási szintet, vagy a modellezés azt mutatta, hogy nem lépték túl az expozíciós határértékeket. Ezért a kockázatok a legtöbb esetben olyan egyszerű intézkedésekkel kezelhetők, mint a munkavállalók tájékoztatása és oktatása, hogy megértsék a kockázatokat és tudják, hogyan minimalizálják az expozíciót a berendezések rendeltetésszerű használatával. Ugyanakkor előfordulhat, hogy a manuális ellenállás-hegesztési eljárások kisebb része esetében az expozíció meghaladja az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott expozíciós határértékeket. Valószínű, hogy az ezeket a technológiákat használó ágazatok képviselőinek fel kell venniük a kapcsolatot az adott tagállam kormányával, hogy ideiglenesen eltéréseket állapítsanak meg a berendezések folyamatos használatára vonatkozóan, hogy legyen idejük az eszközök cseréjére.

A második, magas expozícióval járó helyzet a transzkraniális mágneses stimuláció alkalmazása a gyógyászatban. Ez az eljárás kevésbé gyakori, mint a mágnesesrezonancia-képalkotás, mégis fontos és széles körben alkalmazott technika mind a terápia, mind a diagnózis felállítása során. A terápia folyamán az applikátor általában a páciens feje fölött található egy megfelelő állványon. Mivel a terapeutának a berendezés működtetése során nem szükséges a közvetlen közelben tartózkodnia, a munkavállalók expozíciójának korlátozása egyszerű. Ezzel szemben a diagnosztikai alkalmazások során jelenleg manuálisan alkalmazzák az applikátort, ezért elkerülhetetlen a munkavállalók magas expozíciója. A megfelelő, távirányítással működő berendezések kifejlesztése lehetővé tenné a munkavállalók expozíciójának csökkentését.

Következtetésképpen az útmutató moduláris szerkezetű, hogy a minimálisra csökkentse a munkáltatók többségének terhét, akiknek csak az első szakaszt kell elolvasniuk. Néhány munkáltatónak figyelembe kell vennie a különösen veszélyeztetett munkavállalókat, és ezeknek a munkáltatóknak a második szakaszt is el kell olvasniuk. Az erős terek esetében a munkáltatóknak a harmadik szakaszt is el kell olvasniuk, és a kockázatot jelentő terek esetében az utolsó szakaszt is figyelembe kell venniük. Az értékelés, valamint a megelőző és az óvintézkedések esetében is az egyszerű megközelítésen van a hangsúly.

# TARTALOM

## 1. SZAKASZ – VALAMENNYI MUNKÁLTATÓ SZÁMÁRA


**1. Bevezetés és az útmutató célja ... 12**

1.1. Az útmutató használata ... 13

1.2. Bevezetés az elektromágneses terekről szóló irányelvbe ... 15

1.3. Az útmutató alkalmazási köre ... 15

1.4. A 2013/35/EU irányelvvel való kapcsolat ... 16

1.5. Nemzeti szabályozás és további információforrások ... 17

**2. Az elektromágneses terek egészségügyi hatásai és biztonsági kockázatai ... 18**

2.1. Közvetlen hatások ... 18

2.2. Hosszú távú hatások ... 18

2.3. Közvetett hatások ... 19

**3. Az elektromágneses terek forrásai ... 20**

3.1. Különösen veszélyeztetett munkavállalók ... 21

3.1.1. Aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók ... 22

3.1.2. Egyéb különösen veszélyeztetett munkavállalók ... 22

3.2. A gyakori munkatevékenységekre, berendezésekre és munkahelyekre vonatkozó értékelési követelmények ... 23

3.2.1. Munkatevékenységek, berendezések és munkahelyek, amelyek valószínűleg konkrét értékelést igényelnek ... 28

3.3. Munkatevékenységek, berendezések és munkahelyek, amelyek nem szerepelnek ebben a fejezetben ... 28


## 2. SZAKASZ – Döntések az esetleges további intézkedésekről


**4. Az elektromágneses terekről szóló irányelv szerkezete ... 30**

4.1. 3. cikk – Expozíciós határértékek és beavatkozási szintek ... 32

4.2. 4. cikk – A kockázatok értékelése és az expozíció meghatározása ... 32

4.3. 5. cikk – A kockázat elkerülésére vagy csökkentésére szolgáló rendelkezések ... 33

4.4. 6. cikk – A munkavállalók tájékoztatása és oktatása ... 33

4.5. 7. cikk – Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele ... 34

4.6. 8. cikk – Az egészségi állapot ellenőrzése ... 34

4.7. 10. cikk – Eltérések ... 34

4.8. Összefoglalás ... 34

**5. Kockázatértékelés az elektromágneses terekről szóló irányelv összefüggésében ... 36**

5.1. Online interaktív kockázatértékelési eszköz (OiRA) ... 37

5.2. 1. lépés – Előkészítés ... 37

5.3. 2. lépés – A veszélyforrások és a veszélyeztetettek azonosítása ... 38

5.3.1. A veszélyek azonosítása ... 38

5.3.2. A létező megelőző és óvintézkedések azonosítása ... 39

5.3.3. A veszélyeztetett személyek azonosítása ... 39

5.3.4. Különösen veszélyeztetett munkavállalók ... 39

5.4. 3. lépés – A kockázatok értékelése és priorizálása ... 40

5.4.1. Kockázatértékelés ... 40

5.4.1.1. Közvetlen hatások ... 41

5.4.1.2. Közvetett hatások ... 41

5.4.1.3. Különösen veszélyeztetett munkavállalók ... 42

5.5. 4. lépés – Döntés a megelőző intézkedésekről ... 42
5.6. 5. lépés – Intézkedések ... 43
5.7. A kockázatértékelés dokumentálása ... 43
5.8. A kockázatértékelés ellenőrzése és felülvizsgálata ... 43

**3. SZAKASZ –** MEGFELELŐSÉGÉRTÉKELÉS

**6. Az expozíciós határértékek és a beavatkozási szintek használata ... 46**
6.1. A közvetlen hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek ... 48
6.1.1. Elektromos terekre vonatkozó beavatkozási szintek (1 Hz – 10 MHz) ... 50
6.1.2. Mágneses terekre vonatkozó beavatkozási szintek (1 Hz – 10 MHz) ... 51
6.1.3. Elektromos és mágneses terekre vonatkozó beavatkozási szintek (100 kHz – 300 GHz) ... 52
6.1.4. Az indukált végtagáramra vonatkozó beavatkozási szintek (10–110 MHz) ... 52
6.2. A közvetett hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek ... 52
6.2.1. A statikus mágneses terekre vonatkozó beavatkozási szintek ... 52
6.2.2. Az érintési áramra vonatkozó beavatkozási szintek (110 MHz-ig) ... 52
6.3. Expozíciós határértékek ... 53
6.3.1. Érzékelési és egészségügyi expozíciós határértékek ... 53
6.3.2. Expozíciós határértékek (0–1 Hz) ... 54
6.3.3. Expozíciós határértékek (1 Hz – 10 MHz) ... 54
6.3.4. Expozíciós határértékek (100 kHz – 300 GHz) ... 55
6.4. Eltérések ... 55
6.4.1. MRI-eltérés ... 56
6.4.2. Katonai eltérés ... 57
6.4.3. Általános eltérés ... 57

**7. Adatbázisok és a gyártó által biztosított kibocsátási adatok használata ... 58**
7.1. A gyártók által biztosított információk használata ... 58
7.1.1. A gyártói értékelés alapja ... 59
7.2. Értékelési adatbázisok ... 60
7.3. Tájékoztatás a gyártók részéről ... 60
7.3.1. Értékelési szabványok ... 60
7.3.2. Vonatkozó szabványok hiányában ... 61

**8. Az expozíció kiszámítása vagy mérése ... 63**
8.1. Az elektromágneses terekről szóló irányelv követelményei ... 63
8.2. Munkahelyi értékelések ... 63
8.3. Különleges esetek ... 64
8.4. További segítség kérése ... 64

**4. SZAKASZ –** ESETLEGES TOVÁBBI INTÉZKEDÉSEK?

**9. Óvintézkedések és megelőző intézkedések ... 68**
9.1. A megelőzés alapelvei ... 68
9.2. A veszélyforrások kiküszöbölése ... 69
9.3. Kevésbé veszélyes folyamattal vagy berendezéssel történő helyettesítés ... 69
9.4. Műszaki intézkedések ... 70
9.4.1. Árnyékolás ... 70
9.4.2. Védőburkolatok ... 71
9.4.3. Reteszek ... 72
9.4.4. Érzékelő védőkészülék ... 73
9.4.5. Kétkezes vezérlőberendezés ... 73
9.4.6. Vészleállítók ... 74

9.4.7. Műszaki intézkedések az elektromos kisülés okozta szikrák megelőzésére ... 74
9.4.8. Műszaki intézkedések az érintési áram megelőzésére ... 75
9.5. Szervezési intézkedések ... 75
9.5.1. A terület elhatárolása és a belépés korlátozása ... 75
9.5.2. Biztonsági jelzések és feliratok ... 77
9.5.3. Írásbeli eljárások ... 79
9.5.4. A helyszín biztonságával kapcsolatos tájékoztatás ... 79
9.5.5. Felügyelet és irányítás ... 80
9.5.6. Instrukciók és oktatás ... 80
9.5.7. Munkahelyek és munkaállomások tervezése és kialakítása ... 81
9.5.8. Helyes munkamódszerek alkalmazása ... 82
9.5.9. Megelőző karbantartási programok ... 84
9.5.10. A statikus mágneses térben való mozgás korlátozása ... 84
9.5.11. A munkáltatók közötti koordináció és együttműködés ... 84
9.6. Egyéni védőeszközök ... 85
**10. Vészhelyzetekre való felkészülés ... 86**
10.1. Tervek készítése ... 86
10.2. Reagálás a káros eseményekre ... 86
**11. Kockázatok, tünetek és az egészségi állapot ellenőrzése ... 88**
11.1. Kockázatok és tünetek ... 88
11.1.1. Statikus mágneses terek (0–1 Hz) ... 88
11.1.2. Kisfrekvenciás mágneses terek (1 Hz – 10 MHz) ... 89
11.1.3. Kisfrekvenciás elektromos terek (1 Hz – 10 MHz) ... 89
11.1.4. Nagyfrekvenciás terek (100 kHz – 300 GHz) ... 89
11.2. Az egészségi állapot ellenőrzése ... 91
11.3. Orvosi vizsgálat ... 91
11.4. Nyilvántartások ... 92

## 5. SZAKASZ – REFERENCIAANYAG

**A. függelék – Az elektromágneses terek természete ... 94**
**B. függelék – Az elektromágneses terek egészségügyi hatásai ... 98**
**C. függelék – Az elektromágneses terek mennyiségei és mértékegységei ... 103**
**D. függelék – Az expozíció értékelése ... 110**
**E. függelék – A közvetett hatások és a különösen veszélyeztetett munkavállalók ... 155**
**F. függelék – Iránymutatás az MRI-vel kapcsolatban ... 163**
**G. függelék – Egyéb európai szövegek követelményei ... 174**
**H. függelék – Európai és nemzetközi szabványok ... 180**
**I. függelék – Források ... 182**
**J. függelék – Glosszárium és rövidítések ... 186**
**K. függelék – Bibliográfia ... 190**
**L. függelék – 2013/35/EU irányelv ... 192**

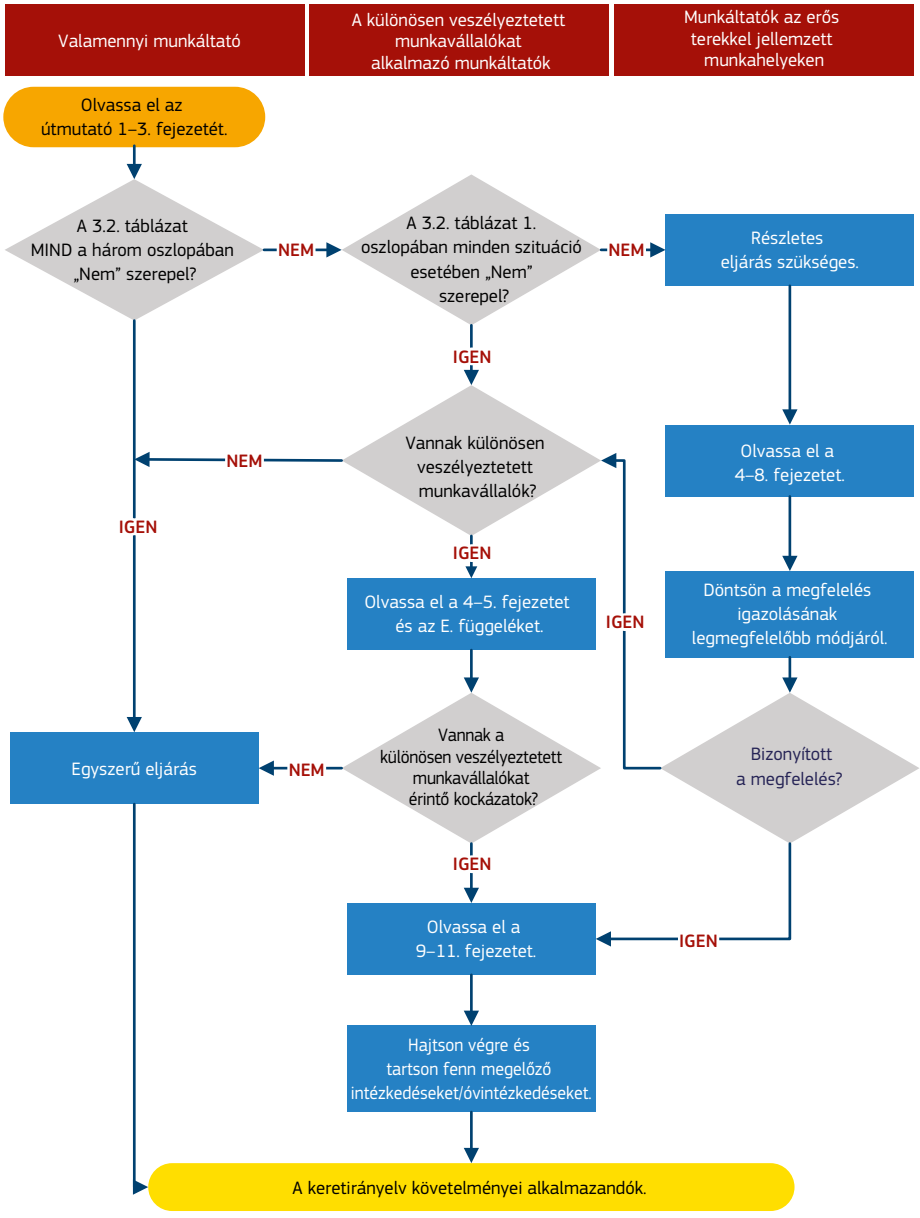
1. szakasz

# VALAMENNYI MUNKÁLTATÓ SZÁMÁRA

# 1. BEVEZETÉS ÉS AZ ÚTMUTATÓ CÉLJA

Az elektromágneses terekről szóló 2013/35/EU irányelv tárgyát képező elektromágneses terek a fejlett világban hozzátartoznak a mindennapokhoz, mert mindenhol jelen vannak, ahol elektromosságot használnak. A legtöbb munkavállaló esetében ezek a terek olyan erősségűek, hogy nem járnak káros hatással. Ugyanakkor néhány munkahelyen a térerősség kockázatot jelenthet, és az elektromágneses terekről szóló irányelv célja, hogy biztosítsa a munkavállalók biztonságát és egészségét ezekben a helyzetekben. A munkáltatók számára az jelenti az egyik legnagyobb nehézséget, hogyan ismerjék fel, kell-e további konkrét lépéseket tenniük vagy sem.

**1.1. ábra: Az útmutató használatának áttekintése**



## 1.1. Az útmutató használata

Az útmutató elsősorban a munkáltatókat, különösen a kis- és középvállalkozásokat célozza meg. Ugyanakkor hasznos lehet a munkavállalók, a munkavállalók képviselői és a tagállamok szabályozó hatóságai számára is.

Segítséget nyújt az elektromágneses terekből fakadó kockázatok kezdeti értékeléséhez az adott munkahelyen. Az értékelés eredményétől függően segít eldönteni, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelv értelmében van-e szükség további lépésekre. Ha igen, gyakorlati tanácsokkal szolgál a lehetséges intézkedésekkel kapcsolatban.

Az útmutató célja, hogy segítsen megérteni, hogyan befolyásolhatja az elektromágneses terekről szóló irányelv a munkát. Jogilag nem kötelező erejű, és nem értelmez konkrét jogszabályi követelményeket, amelyeket esetleg be kell tartani. Ezért az elektromágneses terekről szóló irányelvvel (lásd az L. függeléket), a 89/391/EGK keretirányelvvel és a vonatkozó nemzeti jogszabályokkal együtt olvasandó.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv meghatározza a biztonsági minimumkövetelményeket az elektromágneses terekből fakadó kockázatoknak való munkavállalói expozíció vonatkozásában. Ugyanakkor kevés munkáltatónak kell kiszámolnia vagy megmérnie az elektromágneses terek erősségét az adott munkahelyen. A legtöbb esetben az elvégzett munka természetéből adódóan alacsony a kockázat, ami meglehetősen egyszerűen megállapítható. Az útmutató úgy épül fel, hogy a megfelelést már biztosító munkáltatók gyorsan megállapíthatják a megfelelést, és nem kell elolvasniuk az egész útmutatót.

Az útmutató használatát az 1.1. ábra folyamatábrája mutatja be. Az útmutató természeténél fogva négy szakaszra osztható.

1. Az első szakasz (1–3. fejezet) minden olvasóhoz szól, és általános bevezetéssel szolgál, utasításokat ad az útmutató használatával kapcsolatban, körvonalazza az elektromágneses terek legfontosabb biztonsági és egészségügyi hatásait, és magyarázatot ad az elektromágneses terek forrásaival kapcsolatban. Fontos, hogy a 3. fejezet tartalmazza az olyan általános berendezések, tevékenységek és szituációk felsorolását, amelyek esetében az elektromágneses terek várhatóan olyan gyengék, hogy a munkáltatóknak nem kell további intézkedéseket tenniük. A legtöbb munkáltató számára, amennyiben már megfelelnek a keretirányelv követelményeinek, ez a táblázat lehetővé teszi annak megállapítását, hogy már eleget tesznek a kötelezettségeiknek. Az ilyen munkáltatók esetében az útmutató már betöltötte a célját, és nem szükséges tovább olvasniuk.

2. A második szakasz (4. és 5. fejezet) azokhoz a munkáltatókhoz szól, akik nem tudták megállapítani, hogy nincsenek további teendőik. Ezeknek a munkáltatóknak jobban meg kell érteniük az elektromágneses terekről szóló irányelv követelményeit, és konkrét kockázatértékelést kell végezniük az elektromágneses terekkel kapcsolatban. Néhány munkáltató esetében azért kerül sor erre, mert olyan munkavállalókat foglalkoztat, akiket különösen veszélyeztetnek az elektromágneses terek. Az értékelés eredményétől függően ezek a munkáltatók közvetlenül a negyedik szakaszhoz irányíthatók. Más munkáltatók esetében olyan erősek lehetnek az elektromágneses terek, hogy valamennyi munkavállaló számára kockázatot jelentenek. Ezeknek a munkáltatóknak a harmadik szakaszt is figyelembe kell venniük.

3. A harmadik szakasz (6., 7. és 8. fejezet) olyan munkáltatóknak szól, akiknek meg kell állapítaniuk, hogy túllépik-e a beavatkozási szinteket (AL), illetve néhány esetben az expozíciós határértékeket (ELV). Gyakran bizonyítani lehet, hogy nem lépik túl őket, és elfogadhatók a létező munkahelyi gyakorlatok. Ugyanakkor ezeknek a munkáltatóknak továbbra is részletesebb kockázatértékelésre és az expozíció mértékével kapcsolatos pontosabb becslésekre van szükségük. Sokuk

számára elegendő, ha a 7. fejezettel bezárólag olvassák el az útmutatót, de néhány munkáltató a 8. fejezetet is hasznosnak találhatja.

4. A negyedik szakasz (9., 10. és 11. fejezet) a munkáltatóknak azt a csekély kisebbségét célozza meg, akik az expozíciós határértékeket meghaladó expozíciót vagy egyéb olyan kockázatokat azonosítanak, amelyeket csökkenteni kell. Ezeknek a munkáltatóknak változásokat kell végrehajtaniuk a munkavállalók védelme érdekében. Ezeknek a munkáltatóknak már el kellett olvasniuk az útmutató korábbi fejezeteit.

Az útmutató célja, hogy logikusan ismertesse, hogyan értékelhetők a munkavállalókat az elektromágneses tereknek való expozícióból kifolyólag érintő kockázatok.

### 1.1. táblázat: Az elektromágneses terekből fakadó kockázatok értékelésének menete az útmutató használatával

| |
|---|
| Ha az adott munkahelyen az elektromágneses terekből fakadó valamennyi kockázat alacsony, nincs szükség további intézkedésekre.<br>A munkáltatók feljegyzik, hogy megvizsgálták az adott munkahelyet és erre a következtetésre jutottak. |
| Ha az elektromágneses terekből fakadó kockázatok nem alacsonyak vagy a kockázat ismeretlen, a munkáltatóknak követniük kell egy folyamatot, hogy értékeljék a kockázatot és szükség esetén megfelelő óvintézkedéseket hajtsanak végre. |
| A 4. fejezet ismerteti az elektromágneses terekről szóló irányelv követelményeit, és az 5. fejezet elmagyarázza az elektromágneses terekből fakadó kockázatok értékelésére javasolt módszereket. Elképzelhető az a következtetés, hogy nem áll fenn jelentős kockázat. Ebben az esetben az értékelést dokumentálni kell, és a folyamat itt lezárul. |
| A 6. fejezet elmagyarázza az expozíciós határértékek és a beavatkozási szintek használatát. Emellett az eltérésekkel is foglalkozik. |
| Általánosságban a kockázatértékeléshez nyújtott segítség, illetve konkrétan a beavatkozási szinteknek vagy az expozíciós határértékeknek való megfelelés értékelése érdekében a munkáltatóknak információkra lehet szükségük az elektromágneses terek erősségét illetően. Ezeket az információkat adatbázisokból vagy a gyártóktól szerezhetik be (7. fejezet), illetve szükség lehet számítások vagy mérése elvégzésére (8. fejezet). |
| A 9. fejezet részletezi a megelőző intézkedéseket és óvintézkedéseket arra az esetre, ha csökkenteni kell a kockázatot. |
| A 10. fejezet útmutatással szolgál a vészhelyzetekre történő felkészüléssel kapcsolatban, a 11. fejezet pedig tanácsokat ad a kockázatokat, a tüneteket és az egészségi állapot ellenőrzését illetően. |

Az útmutató fejezetei a lehető legrövidebbek, hogy a minimálisra csökkentsék az őket használó munkáltatók terheit. Az útmutató függelékei további információval szolgálnak a munkáltatók és mindazok számára, akik részt vesznek a kockázatértékelés folyamatában (1.2. táblázat):

### 1.2. táblázat: Az útmutató függelékei

| |
|---|
| A. – Az elektromágneses terek természete |
| B. – Az elektromágneses terek egészségügyi hatásai |
| C. – Az elektromágneses terek mennyiségei és mértékegységei |
| D. – Az expozíció értékelése |
| E. – Közvetett hatások és különösen veszélyeztetett munkavállalók |
| F. – Útmutatás az MRI-vel kapcsolatban |

G. – Egyéb európai szövegek követelményei
H. – Európai és nemzetközi szabványok
I. – Források
J. – Glosszárium, rövidítések, a folyamatábra jelei
K. – Bibliográfia
L. – A 2013/35/EU irányelv

## 12. Bevezetés az elektromágneses terekről szóló irányelvbe

Minden munkáltató köteles értékelni az adott munkahelyen végzett munkából fakadó kockázatokat, és óvintézkedéseket vagy megelőző intézkedéseket hozni a feltárt kockázatok csökkentése érdekében. Ezeket a kötelezettségeket a keretirányelv írja elő. Az elektromágneses terekről szóló irányelvet azért dolgozták ki, hogy segítsenek a munkáltatóknak megfelelni a keretirányelvben megfogalmazott általános kötelezettségeknek a munkahelyi elektromágneses terek konkrét vonatkozásában. Mivel a munkáltatók már most teljesítik a keretirányelv követelményeit, a többségük úgy fogja találni, hogy már teljes mértékben eleget tesz az elektromágneses terekről szóló irányelvnek, és nincs további teendője.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv szerint az elektromágneses terek statikus elektromos, statikus mágneses és időben változó elektromos, mágneses és elektromágneses terek, 300 GHz frekvenciáig. Ez az útmutató csak akkor használja ezt a terminológiát, ha az egyértelműen előnyös.

Az elektromágneses terek számos olyan forrásból származnak, amelyekkel a munkavállalók a munkahelyen találkozhatnak. Számos munkatevékenység, többek között gyártási folyamatok, kutatás, kommunikáció, orvosi alkalmazások, energiatermelés, -átvitel és -elosztás, műsorsugárzás, légi és tengeri navigáció, valamint védelem során keletkeznek és használják őket. Elektromágneses terek véletlenül is keletkezhetnek, például az épületeken belül a villamos energiát szétosztó kábelek közelében vagy az elektromos berendezések és készülékek használata során. Mivel a legtöbb tér elektromos úton keletkezik, az áramforrás megszüntetésével megszűnik.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv kitér az elektromágneses terek ismert közvetlen és közvetett hatásaira, de nem terjed ki a feltételezett hosszú távú egészségügyi hatásaira (lásd a 2.2. szakaszt). A közvetlen hatások lehetnek nem termikusak, például az idegek, izmok és az érzékszervek stimulációja, vagy termikusak, például a szövetek felmelegedése (lásd a 2.1. szakaszt). Közvetett hatások akkor fordulnak elő, amikor az elektromágneses térben lévő tárgy jelenléte biztonsági vagy egészségügyi veszélyt okozhat (lásd a 2.3. szakaszt).

## 13. Az útmutató alkalmazási köre

Az útmutató célja, hogy gyakorlati tanácsot adjon a munkáltatóknak az elektromágneses terekről szóló irányelvnek való megfelelés vonatkozásában. Minden olyan vállalkozáshoz szól, ahol a munkavállalók elektromágneses térnek lehetnek kitéve. Habár az elektromágneses terekről szóló irányelv nem zár ki konkrétan semmilyen fajta munkát vagy technológiát, sok munkahelyen olyan gyenge az elektromágneses tér, hogy nem jár kockázattal. Az útmutató tartalmazza az olyan általános tevékenységek, berendezések és munkahelyek felsorolását, amelyek esetében az elektromágneses terek várhatóan olyan gyengék, hogy a munkáltatóknak nem kell további intézkedéseket

tenniük. Az útmutató nem foglalkozik az elektromágneses összeférhetőség kérdésével, amely máshol van kifejtve.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv előírja a munkáltatók számára, hogy vegyék figyelembe a valószínűleg különösen veszélyeztetett munkavállalókat, többek között az aktív vagy passzív beültethető orvostechnikai eszközt, például szívritmus-szabályozót viselő munkavállalókat, a testen viselt orvostechnikai eszközt, például inzulinpumpát viselő munkavállalókat, valamint a várandós munkavállalókat. Az útmutató tanácsot ad az ilyen helyzetekre vonatkozóan.

Van néhány potenciális expozíciós forgatókönyv, amely nagyon specifikus vagy összetett, és ezért nem tartozik az útmutató alkalmazási körébe. Néhány, sajátos expozíciós forgatókönyvekkel rendelkező iparág saját iránymutatást dolgozhat ki az elektromágneses terekről szóló irányelvvel kapcsolatban, és ezt adott esetben figyelembe kell venni (lásd az I. függeléket). Az összetett expozíciós forgatókönyvekkel rendelkező munkáltatóknak további tanácsokat kell kérniük az értékeléssel kapcsolatban (lásd a 8. fejezetet és az I. függeléket).

## 14. A 2013/35/EU irányelvvel való kapcsolat

Ez az útmutató azért készült, hogy eleget tegyen az elektromágneses terekről szóló irányelv 14. cikkének. Az 1.3. táblázat bemutatja, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelv egyes cikkei hogyan kapcsolódnak az útmutató fejezeteihez.

**1.3. táblázat: Az elektromágneses terekről szóló irányelv cikkei és az útmutató szakaszai közötti kapcsolat**

| Cikkek és iránymutatás | Az útmutató szakaszai |
|---|---|
| **2. cikk: Fogalommeghatározások** | |
| Háttér-információk | A. és B. függelék |
| Az elektromágneses terekről szóló irányelvben használt mennyiségek és mértékegységek | C. függelék |
| Fogalmak és rövidítések | J. függelék |
| **3. cikk: Expozíciós határértékek és beavatkozási szintek** | |
| Az expozíció korlátozása | 6.3. szakasz |
| A beavatkozási szintek alkalmazása | 6.1. és 6.2. szakasz |
| Szükséges intézkedések | 9.4. és 9.5. szakasz |
| **4. cikk: A kockázatok értékelése és az expozíció meghatározása** | |
| Kockázatértékelés | 5. fejezet |
| Közvetett hatások és különösen veszélyeztetett munkavállalók | 5.3. és 5.4. szakasz, és az E. függelék |
| Az expozíció értékelése a rendelkezésre álló információk felhasználásával | 7. fejezet |
| Az expozíció értékelése méréssel vagy számításokkal | 8. fejezet és a D. függelék |
| **5. cikk: A kockázat elkerülésére vagy csökkentésére szolgáló rendelkezések** | |
| A megelőzés alapelvei | 9.1. szakasz |
| Műszaki intézkedések | 9.4. szakasz |
| Szervezési intézkedések | 9.5. szakasz |
| Egyéni védőeszközök | 9.6. szakasz |
| **6. cikk: A munkavállalók tájékoztatása és oktatása** | |
| A munkavállalók tájékoztatása | 9.5. szakasz és az E. függelék |
| A munkavállalók oktatása | 9.5. szakasz, valamint az A. és B. függelék |

| | |
|---|---|
| **7. cikk: Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele** | |
| Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele | 4. fejezet |
| **8. cikk: Az egészségi állapot ellenőrzése** | |
| Tünetek | 11.1. szakasz |
| Az egészségi állapot ellenőrzése | 11.2. szakasz |
| Orvosi vizsgálat | 11.3. szakasz |
| **10. cikk: Eltérések** | |
| Eltérések | 6.4. szakasz és az F. függelék |

## 15. Nemzeti szabályozás és további információforrások

Az útmutató használata nem feltétlenül biztosítja az egyes uniós tagállamokban érvényes, az elektromágneses terekkel szembeni védelemmel kapcsolatos jogszabályi követelményeknek való megfelelést. Mindig előnyt élveznek azok a jogszabályok, amelyekkel a tagállamok a 2013/35/EU irányelvet átültették. Ezek meghaladhatják az elektromágneses terekről szóló irányelv minimumkövetelményeit, amelyeken ez az útmutató alapul. Az I. függelékben felsorolt nemzeti szabályozó hatóságok további információkkal szolgálhatnak.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv követelményeinek végrehajtásához nyújtott további segítségként a gyártók úgy tervezhetik meg a termékeiket, hogy minimalizálják a hozzáférhető elektromágneses tereket. Emellett tájékoztatást adhatnak a szokásos használat során működtetett berendezésekkel kapcsolatos terekről és kockázatokról. A gyártói információk használatával a 7. fejezet foglalkozik részletesebben.

A további információforrásokat az útmutató függelékei tartalmazzák. Nevezetesen, az I. függelék részletezi a nemzeti szervezeteket és szakmai szövetségeket, a J. függelék pedig egy glosszáriumot, a rövidítések jegyzékét, valamint az útmutatóban használt folyamatábra-szimbólumok magyarázatát tartalmazza. A K. függelék a hasznos kiadványok bibliográfiáját tartalmazza.

# 2. AZ ELEKTROMÁGNESES TEREK EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAI ÉS BIZTONSÁGI KOCKÁZATAI

Az elektromágneses terek emberekre gyakorolt hatása elsősorban a frekvenciától és az intenzitástól függ; néhány helyzetben egyéb olyan tényezők is fontosak lehetnek, mint a hullámforma alakja. Néhány elektromágneses tér stimulálja az érzékszerveket, az idegeket és az izmokat, mások melegséget okoznak. A melegedés által okozott hatások az elektromágneses terekről szóló irányelvben a *termikus hatások*, az összes többi hatás pedig a *nem termikus hatás*. A B. függelék további részleteket tartalmaz az elektromágneses tereknek való expozíció egészségügyi hatásaival kapcsolatban.

Fontos, hogy mindezen hatások esetében van egy olyan küszöbérték, amely alatt nem áll fenn kockázat, és a küszöbérték alatti expozíciók semmilyen módon nem halmozódnak. Az expozíció hatásai mulandóak, csak az expozíció időtartamára korlátozódnak, és az expozíció megszűnésével megszűnnek vagy csökkennek. Ez azt jelenti, hogy az expozíció elmúltával nem állhat fenn további egészségügyi kockázat.

## 2.1. Közvetlen hatások

A közvetlen hatások az elektromágneses térnek való expozíció következtében egy adott személyben történő változások. Az elektromágneses terekről szóló irányelv csak a jól ismert hatásokat veszi figyelembe, amelyek ismert mechanizmusokon alapulnak. Különbséget tesz az érzékelési hatások, illetve az egészségügyi hatások között, amelyeket súlyosabbnak ítél.

A közvetlen hatások a következők:

- szédülés és hányinger a statikus mágneses terek következtében (általában mozgáshoz kötődnek, de nyugalmi helyzetben is előfordulhatnak);
- a kisfrekvenciás (max. 100 kHz) tereknek az érzékszervekre, idegekre és izmokra gyakorolt hatása;
- az egész test vagy egyes testrészek felmelegedése a nagyfrekvenciás (10 MHz vagy afölötti) terek következtében; néhány GHz felett a melegedés egyre inkább a test felületére korlátozódik;
- a középfrekvenciás (100 kHz – 10 MHz) terek hatása az idegekre, izmokra, valamint melegedés.

Ezeket a fogalmakat a 2.1. ábra illusztrálja. A közvetlen hatásokkal kapcsolatos további információkért lásd a B. függeléket.

## 2.2. Hosszú távú hatások

Az elektromágneses terekről szóló irányelv nem foglalkozik az elektromágneses tereknek való expozícióból származó feltételezett hosszú távú hatásokkal, mivel az ok-okozati összefüggésekre jelenleg nincs tudományosan megalapozott bizonyíték. Ugyanakkor, ha lesz ilyen tudományosan megalapozott bizonyíték, az Európai Bizottság mérlegelni fogja az ilyen hatások kezelésére szolgáló legmegfelelőbb módszereket.

**2.1. ábra: Az elektromágneses terek hatásai a különböző frekvenciatartományokban (a frekvenciaközök nem méretarányosak)**




## 2.3. Közvetett hatások

Az elektromágneses térben lévő tárgyak jelenléte miatt nemkívánatos hatások jelentkezhetnek, amelyek biztonsági vagy egészségügyi veszélyhez vezethetnek. A feszültség alatt levő vezetők érintéséből fakadó kockázatok nem tartoznak az elektromágneses terekről szóló irányelv hatálya alá.

A közvetett hatások a következők:

- az elektronikus orvosi berendezésekkel és egyéb eszközökkel való interferencia;
- az aktív beültethető orvostechnikai eszközökkel vagy berendezésekkel, például szívritmus-szabályozókkal vagy defibrillátorokkal való interferencia;
- a testen viselt orvostechnikai eszközökkel, például inzulinpumpával való interferencia;
- passzív implantátumokkal (fémből készült mesterséges ízületekkel, tűkkel, drótokkal vagy lapokkal) való interferencia;
- repeszdarabokra, piercingekre, tetoválásokra és testfestékre gyakorolt hatások;
- statikus mágneses térben lévő ferromágneses tárgyak kilövődéséből adódó sérülésveszély;
- detonátorok nem szándékos kioldása;
- tüzek vagy robbanások, amelyeket a gyúlékony anyagok vagy robbanóanyagok belobbanása okoz;
- áramütés vagy égési sérülés érintési áramból kifolyólag, amikor egy személy megérint egy vezető tárgyat az elektromágneses térben, és az egyik földelt, a másik viszont nem.

Az 5. fejezetben és az E. függelékben további információk találhatók a közvetett hatásokról és arról, hogyan kezelhetők ezek a kockázatok a munkahelyen.

**A fő üzenet: az elektromágneses terek hatásai**

A munkahelyi elektromágneses terek közvetlen vagy közvetett hatást fejthetnek ki. A közvetlen hatások akkor jelentkeznek, ha ezek a terek interakcióba lépnek a testtel, a jellegüket tekintve pedig termikusak vagy nem termikusak. A közvetett hatásokat az elektromágneses térben lévő tárgyak jelenléte okozza, amely biztonsági vagy egészségügyi veszélyforrást jelenthet.

# 3. AZ ELEKTROMÁGNESES TEREK FORRÁSAI

Modern társadalmunkban mindenki ki van téve az elektromos és mágneses tereknek, amelyek sok forrásból származnak, például elektromos berendezésekből, valamint műsorsugárzási és kommunikációs eszközökből (3.1. ábra). Az A. függelék további információkkal szolgál az elektromágneses terek jellegéről. Az elektromágneses terek otthonokban és munkahelyeken található forrásainak többsége rendkívül alacsony expozíciót okoz, így a leggyakoribb munkatevékenységek valószínűleg nem vezetnek olyan expozícióhoz, amely meghaladja az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott beavatkozási szinteket és expozíciós határértékeket.

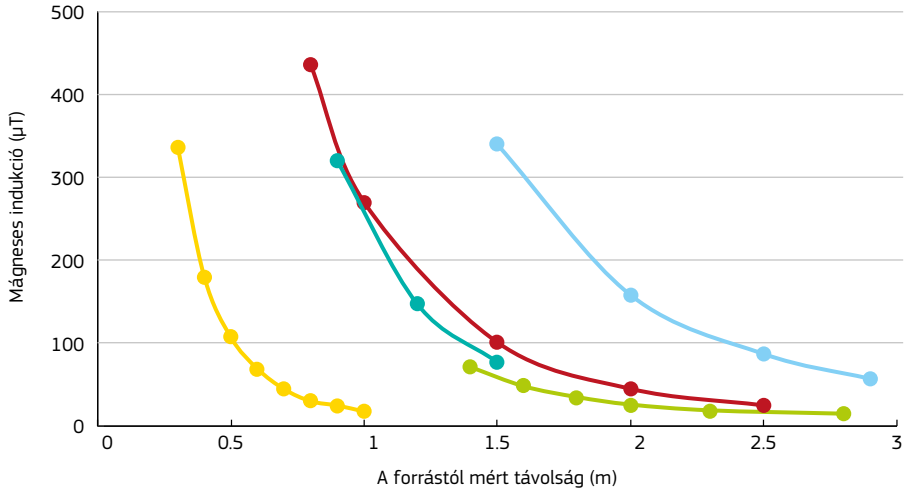
**3.1. ábra: Az elektromágneses spektrum sematikus ábrázolása néhány gyakori forrás feltüntetésével**




A fejezet célja, hogy információkkal szolgáljon a munkáltatók számára a munkakörnyezetben található elektromágneses terek forrásairól, hogy segítsen eldönteni, szükség van-e az elektromágneses terekből fakadó kockázatok további értékelésére. A létrejövő elektromágneses terek kiterjedése és erőssége a berendezést működtető, illetve az eszköz által generált feszültségtől, áramtól és frekvenciától, valamint a berendezés kialakításától függ. Elképzelhető, hogy néhány berendezést úgy terveznek, hogy szándékosan generáljon külső elektromágneses tereket. Ebben az esetben a kis teljesítményű berendezések jelentős külső elektromágneses tereket generálhatnak. Általában véve az erős áramot vagy nagy feszültséget használó, illetve az elektromágneses sugárzást kibocsátó berendezések esetében további értékelésre van szükség. A C. függelék további információkat tartalmaz az elektromágneses terek értékeléséhez használt gyakori mennyiségekről és mértékegységekről. Az elektromágneses terekről szóló irányelv összefüggésében a kockázatértékeléssel kapcsolatos tanácsok az 5. fejezetben olvashatók.

Az elektromágneses tér erőssége a forrástól távolodva gyorsan csökken (3.2. ábra). A munkavállalók expozíciója csökkenthető, ha lehetőség van a berendezés közelében található területek megközelítésének korlátozására a berendezés működtetése során. Azt is fontos megjegyezni, hogy az elektromágneses terek általában megszűnnek, ha a berendezés nincs áram alatt (kivéve, ha állandó mágnessel vagy szupravezető mágnessel hozzák létre őket).

**3.2. ábra: A mágneses indukciónak a távolság növekedésével való csökkenése különböző frekvenciájú források esetében: ponthegesztő (●—●); 0,5 m demagnetizáló tekercs (●—●); 180 kW indukciós kemence (●—●); 100 kVA varrathegesztő (●—●); 1 m demagnetizáló tekercs (●—●)**




A fejezet többi része segíteni kíván a munkáltatóknak abban, hogy különbséget tegyenek azok között a berendezések, tevékenységek és helyzetek között, amelyek valószínűleg nem jelentenek veszélyt és azok között, amelyek esetében óvintézkedésekre vagy megelőző intézkedésekre lehet szükség a munkavállalók védelme érdekében.

## 3.1. Különösen veszélyeztetett munkavállalók

A munkavállalók néhány csoportja (lásd a 3.1. táblázatot) az elektromágneses terek vonatkozásában különösen veszélyeztetett. Előfordulhat, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott beavatkozási szintek nem védik megfelelően ezeket a munkavállalókat, ezért a munkáltatóknak a többi munkavállaló expozíciójától elkülönítve kell megvizsgálniuk az expozíciójukat.

A különösen veszélyeztetett munkavállalók általában megfelelő védelemben részesülnek, ha betartják az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszinteket (lásd az E. függeléket). Ugyanakkor elképzelhető, hogy egy nagyon csekély kisebbség esetében még ezek a referenciaszintek sem nyújtanak megfelelő védelmet. Ezeknek a személyeknek megfelelő orvosi tanácsot kell kapniuk, amelynek segítségével a munkáltató meghatározhatja, hogy veszélyeztetett helyzetben vannak-e a munkahelyükön.

**3.1. táblázat: Az elektromágneses terekről szóló irányelv értelmében különösen veszélyeztetett munkavállalók**

| Különösen veszélyeztetett munkavállalók | Példák |
|---|---|
| Aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók | Szívritmus-szabályozók, defibrillátorok, cochleáris implantátumok, agytörzsi implantátumok, belsőfülprotézisek, idegstimulátorok, retinaimplantátumok, implantált gyógyszeradagoló pumpák |
| Passzív beültethető, fémtartalmú orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók | Mesterséges ízületek, tűk, lemezek, csavarok, sebészeti csipeszek, artériacsipeszek, sztentek, szívbillentyű-protézisek, anuloplasztikai gyűrűk, fém fogamzásgátló implantátumok és az aktív beültethető orvostechnikai eszközök burkolata |
| Testen viselt orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók | Külső hormoninfúziós pumpák |
| Várandós munkavállalók | |

*MEGJEGYZÉS*: Annak vizsgálatához, hogy a munkavállalók különösen veszélyeztetettek-e, a munkáltatóknak figyelembe kell venniük az expozíció frekvenciáját, mértékét és időtartamát.

## 31.1. Aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók

A különösen veszélyeztetett munkavállalók egyik csoportja az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók. Ennek az az oka, hogy az erős elektromágneses terek megzavarhatják az ilyen aktív implantátumok működését. A készülékek gyártóit jogszabály kötelezi arra, hogy a termékeik ésszerű mértékben zavartűrők legyenek, és rutinszerűen ellenőrzik őket a nyilvános környezetben esetlegesen előforduló térerősségek vonatkozásában. Ennek eredményeképpen az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszintek alatti térerősség nem befolyásolja károsan az ilyen eszközök működését. Ugyanakkor *a készülék helyén vagy* (amennyiben van) *az érzékelőben* tapasztalt, az említett referenciaszinteket meghaladó térerősség hibás működéshez vezethet, amely kockázatot jelentene a készülék viselője számára.

Az ebben a fejezetben ismertetett munkahelyi szituációk némelyikében erős elektromágneses terek keletkezhetnek, de ezek sok esetben erősen lokálisak. A kockázat ezért kezelhető, ha biztosítják, hogy ne keletkezzen erős tér az implantátum közvetlen környezetében. Például a mobiltelefonok által indukált elektromágneses tér megzavarhatja a szívritmus-szabályozót, ha a telefont közel tartják a készülékhez. Ugyanakkor a szívritmus-szabályozót viselő emberek továbbra is kockázatmentesen használhatnak mobiltelefont. Egyszerűen óvatosnak kell lenniük, és távol kell tartaniuk a telefont a mellkasuktól.

A 3.2. táblázat 3. oszlopa meghatározza azokat a helyzeteket, amikor konkrét értékelésre van szükség az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók esetében, mert fennáll a lehetősége, hogy erős elektromágneses terek keletkeznek a készülék vagy (amennyiben van ilyen) az érzékelője közvetlen közelében. Az ilyen értékelés gyakran azzal az eredménnyel zárul, hogy a munkavállalónak egyszerűen követnie kell az orvosok által az implantátum beültetésekor adott utasításokat.

Ahol az aktív implantátumot viselő munkavállalók vagy más személyek beléphetnek egy munkahelyre, a munkáltatónak meg kell fontolnia, hogy szükség van-e részletesebb vizsgálatra. Ebben az összefüggésben megjegyzendő, hogy a 3.2. táblázatban szereplő munkahelyi szituációk egy része esetében különbséget tesznek a tevékenységet személyesen végző személy és a munkahelyen végzett tevékenység között. Az utóbbi esetben nem valószínű, hogy erős elektromágneses terek keletkeznek az implantátum közvetlen közelében, ezért általában nincs szükség értékelésre.

Néhány helyzetben (például indukciós olvasztás esetén) nagyon erős terek képződnek. Ezekben az esetekben általában sokkal nagyobbak azok a területek, ahol esetleg meghaladják az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszinteket. Ebből következően az értékelés valószínűleg összetettebb (lásd az E. függeléket), és előfordulhat, hogy szükség lesz a területhez való hozzáférés korlátozására.

## 31.2. Egyéb különösen veszélyeztetett munkavállalók

A különösen veszélyeztetett munkavállalók más csoportjai (lásd a 3.1. táblázatot) esetében az erős lokális terek általában nem jelentenek kockázatot. Ezek a munkavállalók ehelyett akkor veszélyeztetettek, ha a munkatevékenységek valószínűleg olyan elektromágneses tereket hoznak létre, amelyek meghaladják az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban szereplő referenciaszinteket az általánosabban hozzáférhető területeken. Az olyan gyakori szituációkat, amelyekben ez valószínű, a 3.2. táblázat 2. oszlopa tartalmazza, és ilyenkor konkrét értékelésre van szükség.

Ha értékelésre van szükség a különösen veszélyeztetett munkavállalók esetében, a munkáltatóknak figyelembe kell venniük az E. függeléket.

**A fő üzenet: a különösen veszélyeztetett munkavállalók**

Az aktív implantátumot viselő munkavállalók veszélynek lehetnek kitéve az erős munkahelyi terek miatt. Ezek a terek gyakran erősen lokálisak, és a veszélyek általában megfelelően kezelhetők néhány egyszerű, az orvosok tanácsain alapuló óvintézkedés betartásával.

Bár az erős terek különösen veszélyeztethetnek más munkavállalói csoportokat is (a passzív implantátumot és a testen viselhető orvostechnikai eszközt viselő, illetve a várandós munkavállalókat), de ez csak korlátozott számú helyzetben valószínű (lásd a 3.2. táblázatot).

## 32. A gyakori munkatevékenységekre, berendezésekre és munkahelyekre vonatkozó értékelési követelmények

A 3.2. táblázat felsorol több gyakori munkatevékenységet, berendezést és munkahelyet, és feltünteti, hogy valószínűsíthetően szükség van-e értékelésre az alábbiak esetében:

- aktív implantátumot viselő munkavállalók;
- egyéb különösen veszélyeztetett munkavállalók;
- nem különösen veszélyeztetett munkavállalók.

A táblázat tartalma azon alapul, hogy egy adott szituációban vajon valószínű-e az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban szereplő referenciaszinteket meghaladó térerősség kialakulása, és ha igen, ezek a mezők várhatóan erősen lokálisak-e vagy sem.

A 3.2. táblázat a naprakész szabványoknak megfelelő, helyesen karbantartott és rendeltetésszerűen használt berendezések használatán alapul. Ha a munkavégzés során nagyon régi, nem szabványos vagy rosszul karbantartott berendezést használnak, elképzelhető, hogy a 3.2. táblázat iránymutatása nem alkalmazandó.

Ha egy adott munkahelyen mindhárom oszlopban minden tevékenység mellett „Nem” szerepel, nincs szükség az elektromágneses terekről szóló irányelvhez kapcsolódó konkrét értékelésre, mert várhatóan nem jelentkeznek elektromágneses terekkel kapcsolatos kockázatok. Ezekben a helyzetekben általában nincs szükség további intézkedésekre. Azonban szükség lesz a keretirányelv követelményeinek megfelelő általános kockázatértékelésre. A munkáltatóknak továbbra is figyelemmel kell kísérniük a változó körülményeket a keretirányelv előírásainak megfelelően, és az azonosított változások tükrében felül kell vizsgálniuk az elektromágneses terekre vonatkozó konkrét értékelés szükségességét.

Hasonlóképpen az olyan munkahelyeken, ahol az adott területre nem léphetnek be aktív implantátumot viselő munkavállalók vagy különösen veszélyeztetett munkavállalók, amennyiben minden tevékenység mellett valamennyi *vonatkozó* oszlopban „Nem” szerepel, nincs szükség konkrét értékelésre az elektromágneses terekről szóló irányelv vonatkozásában. A keretirányelv követelményeinek megfelelő általános kockázatértékelésre továbbra is szükség lesz. A munkáltatóknak továbbra is figyelemmel kell kísérniük a változó körülményeket, és különösen annak lehetőségét, hogy a különösen veszélyeztetett munkavállalók hozzáférnek az érintett területekhez.

**A fő üzenet: az elektromágneses terek értékelése**

Ha egy munkahelyre csak olyan, a 3.2. táblázatban felsorolt szituációk vonatkoznak, amelyek esetében minden vonatkozó oszlopban „Nem” szerepel, általában nincs szükség az elektromágneses terek konkrét értékelésére. A keretirányelv követelményeinek megfelelő általános kockázatértékelésre továbbra is szükség van, és a munkáltatóknak továbbra is figyelemmel kell kísérniük a változó körülményeket.

### 3.2. táblázat: Az elektromágneses terek konkrét értékelésére vonatkozó követelmények a gyakori munkatevékenységeket, készülékeket és munkahelyeket illetően

| A berendezés vagy munkahely fajtája | Értékelés szükséges | | |
|---|---|---|---|
| | A nem különösen veszélyeztetett munkavállalók esetében* (1) | Különösen veszélyeztetett (kivéve az aktív implantátumot viselő) munkavállalók esetében** (2) | Aktív implantátumot viselő munkavállalók esetében*** (3) |
| **Vezeték nélküli kommunikáció** | | | |
| Telefonok, vezeték nélküli (a DECT vezeték nélküli telefonok bázisállomását beleértve) – használata | Nem | Nem | Igen |
| Telefonok, vezeték nélküli (a DECT vezeték nélküli telefonok bázisállomását beleértve) – munkahelyek, ahol ilyenek találhatók | Nem | Nem | Nem |
| Telefonok, mobil – használata | Nem | Nem | Igen |
| Telefonok, mobil – munkahelyek, ahol ilyenek találhatók | Nem | Nem | Nem |
| Vezeték nélküli kommunikációs eszközök (például Wi-Fi vagy Bluetooth), beleértve a WLAN hozzáférési pontokat – használata | Nem | Nem | Igen |
| Vezeték nélküli kommunikációs eszközök (például Wi-Fi vagy Bluetooth), beleértve a WLAN hozzáférési pontokat – munkahelyek, ahol ilyenek találhatók | Nem | Nem | Nem |
| **Iroda** | | | |
| Audiovizuális berendezések (például televízió, DVD-lejátszó) | Nem | Nem | Nem |
| Rádiófrekvenciás adóberendezést tartalmazó audiovizuális berendezések | Nem | Nem | Igen |
| Kommunikációs berendezések és hálózatok, vezetékes | Nem | Nem | Nem |
| Számítógépek és számítástechnikai berendezések | Nem | Nem | Nem |
| Hősugárzók, elektromos | Nem | Nem | Nem |
| Ventilátorok, elektromos | Nem | Nem | Nem |
| Irodai berendezések (például fénymásolók, iratmegsemmisítők, elektromos tűzőgépek) | Nem | Nem | Nem |
| Telefonok (vezetékes) és faxkészülékek | Nem | Nem | Nem |
| **Infrastruktúra (épületek és telkek)** | | | |
| Riasztórendszerek | Nem | Nem | Nem |
| Bázisállomások antennái, az üzemeltető által kijelölt tilalmi zónában | Igen | Igen | Igen |
| Bázisállomások antennái, az üzemeltető által kijelölt tilalmi zónán kívül | Nem | Nem | Nem |
| Kerti készülékek (elektromos) – használata | Nem | Nem | Igen |
| Kerti készülékek (elektromos) – munkahelyek, ahol ilyenek találhatók | Nem | Nem | Nem |
| Fűtőberendezések (elektromos) a helyiségek fűtésére | Nem | Nem | Nem |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Háztartási és professzionális berendezések, például hűtőszekrények, mosógépek, szárítógépek, mosogatógépek, sütők, kenyérpirítók, mikrohullámú sütők, vasalók, amennyiben nem tartalmaznak adóvevő eszközöket, például WLAN-t, Bluetooth-t vagy mobiltelefont | Nem | Nem | Nem |
| Világítóeszközök, például területi világítás és asztali lámpák | Nem | Nem | Nem |
| Világítóeszközök, rádiófrekvenciás vagy mikrohullámú | Igen | Igen | Igen |
| A nagyközönség számára elérhető, az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszinteket betartó munkahelyek | Nem | Nem | Nem |
| **Biztonság** | | | |
| Termékfelügyeleti rendszerek és RFID (rádiófrekvenciás azonosítás) | Nem | Nem | Igen |
| Törlőberendezések, mágnesszalagok vagy merevlemezes meghajtók esetében | Nem | Nem | Igen |
| Fémdetektorok | Nem | Nem | Igen |
| **Áramellátás** | | | |
| Áramkörök, amelyekben a vezetők egymáshoz közel helyezkednek el és a nettó áram legfeljebb 100 A, ideértve a vezetékeket, kapcsolóberendezéseket, transzformátorokat stb. – mágneses tereknek való expozíció | Nem | Nem | Nem |
| Áramkörök, amelyekben a vezetők egymáshoz közel helyezkednek el és a nettó áram meghaladja a 100 A-t, ideértve a vezetékeket, kapcsolóberendezéseket, transzformátorokat stb. – mágneses tereknek való expozíció | Igen | Igen | Igen |
| Áramkörök valamely berendezésen belül, ahol az egyes áramkörök esetében a névleges fázisáram legfeljebb 100 A, ideértve a vezetékeket, kapcsolóberendezéseket, transzformátorokat stb. – mágneses tereknek való expozíció | Nem | Nem | Nem |
| Áramkörök valamely berendezésen belül, ahol az egyes áramkörök esetében a névleges fázisáram meghaladja a 100 A-t, ideértve a vezetékeket, kapcsolóberendezéseket, transzformátorokat stb. – mágneses tereknek való expozíció | Igen | Igen | Igen |
| Elektromos berendezések 100 A-t meghaladó névleges fázisárammal, ideértve a vezetékeket, kapcsolóberendezéseket, transzformátorokat stb. – mágneses tereknek való expozíció | Igen | Igen | Igen |
| Elektromos berendezések 100 A-t nem meghaladó névleges fázisárammal, ideértve a vezetékeket, kapcsolóberendezéseket, transzformátorokat stb. – mágneses tereknek való expozíció | Nem | Nem | Nem |
| Generátorok és tartalékgenerátorok – működés közben | Nem | Nem | Igen |
| Inverterek, a fotovoltaikus rendszerek esetében is | Nem | Nem | Igen |
| Csupasz felsővezeték, legfeljebb 100 kV névleges feszültséggel vagy felsővezeték legfeljebb 150 kV feszültséggel, a munkahely felett – elektromos tereknek való expozíció | Nem | Nem | Nem |
| Csupasz felsővezeték, több mint 100 kV névleges feszültséggel vagy felsővezeték több mint 150 kV feszültséggel ([1]), a munkahely felett – elektromos tereknek való expozíció | Igen | Igen | Igen |
| Csupasz felsővezeték bármekkora feszültséggel – mágneses tereknek való expozíció | Nem | Nem | Nem |
| Föld alatti vagy szigetelt kábelek, bármekkora névleges feszültséggel – elektromos tereknek való expozíció | Nem | Nem | Nem |

([1]) A 150 kV-nál nagyobb feszültségű felsővezetékek esetében az elektromos térerősség általában, de nem mindig, alacsonyabb, mint az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszint.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Szélturbinák – működés közben | Nem | Igen | Igen |
| **Könnyűipar** | | | |
| Ívhegesztés, manuális (többek között MIG, MAG, TIG), ha követik a bevált gyakorlatot és nem a testen támasztják meg a kábelt | Nem | Nem | Igen |
| Akkumulátortöltők, ipari | Nem | Nem | Igen |
| Akkumulátortöltők, nagy, professzionális | Nem | Nem | Igen |
| Bevonó- és festőberendezések | Nem | Nem | Nem |
| Adóberendezést nem tartalmazó vezérlőegységek | Nem | Nem | Nem |
| Koronakisüléses felületkezelő berendezések | Nem | Nem | Igen |
| Dielektromos hevítés | Igen | Igen | Igen |
| Dielektromos hegesztés | Igen | Igen | Igen |
| Elektrosztatikus festőberendezések | Nem | Igen | Igen |
| Kemencék, ellenállás-fűtésű | Nem | Nem | Igen |
| Ragasztópisztolyok (hordozható) – munkahelyek, ahol ilyenek találhatók | Nem | Nem | Nem |
| Ragasztópisztolyok – használata | Nem | Nem | Igen |
| Hőlégfúvó pisztolyok (hordozható) – munkahelyek, ahol ilyenek találhatók | Nem | Nem | Nem |
| Hőlégfúvó pisztolyok – használata | Nem | Nem | Igen |
| Hidraulikus rámpák | Nem | Nem | Nem |
| Indukciós fűtés | Igen | Igen | Igen |
| Indukciós fűtési rendszerek, automatizált, hibakeresés és javítás, többek között az elektromágneses terek forrásának közvetlen közelében | Nem | Igen | Igen |
| Indukciós záróberendezés | Nem | Nem | Igen |
| Indukciós forrasztás | Igen | Igen | Igen |
| Munkagépek (például állványos fúrók, köszörűgépek, esztergapadok, marógépek, fűrészek) | Nem | Nem | Igen |
| Mágnesezhető poros vizsgálat (repedésvizsgálat) | Igen | Igen | Igen |
| Magnetizáló/demagnetizáló készülékek, ipari (többek között mágnesszalagtörlő berendezések) | Igen | Igen | Igen |
| Adóberendezést nem tartalmazó mérőberendezések és -műszerek | Nem | Nem | Nem |
| Mikrohullámú hevítés és szárítás, a fafeldolgozó iparban (a fa szárítása, formázása, ragasztása) | Igen | Igen | Igen |
| Rádiófrekvenciás plazmakészülékek, többek között vákuumpárologtatók és katódporlasztók | Igen | Igen | Igen |
| Szerszámok (elektromos kézi és szállítható, például fúrók, csiszolók, körfűrészek és sarokcsiszolók) – használata | Nem | Nem | Igen |
| Szerszámok (elektromos kézi és szállítható) – munkahelyek, ahol ilyenek találhatók | Nem | Nem | Nem |
| Hegesztőrendszerek, automatizált, hibakeresés, javítás és oktatás, többek között az elektromágneses terek forrásának közvetlen közelében | Nem | Igen | Igen |
| Hegesztés, manuális ellenállás (ponthegesztés, vonalhegesztés) | Igen | Igen | Igen |
| **Nehézipar** | | | |
| Elektrolízis, ipari | Igen | Igen | Igen |
| Kemencék, ívolvasztás | Igen | Igen | Igen |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kemencék, indukciós olvasztás (a kisebb kemencék esetében általában erősebb az elérhető elektromágneses tér, mint a nagyobb kemencéknél) | Igen | Igen | Igen |
| **Építőipar** | | | |
| Építőipari berendezések (például betonkeverők, betonvibrátorok, daruk stb.) – a közvetlen közelükben történő munkavégzés | Nem | Nem | Igen |
| Mikrohullámú szárítás, az építőiparban | Igen | Igen | Igen |
| **Gyógyászat** | | | |
| Orvosi műszerek, amelyek nem használnak elektromágneses tereket a diagnózis felállítása vagy a kezelés során | Nem | Nem | Nem |
| Orvosi műszerek, amelyek elektromágneses tereket használnak a diagnózis felállítása vagy a kezelés során (például rövidhullámú diatermia, transzkraniális mágneses stimuláció) | Igen | Igen | Igen |
| **Szállítás** | | | |
| Gépjárművek és gépjárműgyárak – indítókészülékek, váltakozó áramú generátorok, gyújtórendszerek közvetlen közelében történő munkavégzés | Nem | Nem | Igen |
| Radar, légiforgalmi irányítás, katonai, időjárási és nagy hatósugarú | Igen | Igen | Igen |
| Vonatok és villamosok, elektromosan hajtott | Igen | Igen | Igen |
| **Egyebek** | | | |
| Akkumulátortöltők, induktív vagy kontaktus nélküli csatolású | Nem | Nem | Igen |
| Akkumulátortöltők, háztartási használatra tervezett, nem induktív csatolású | Nem | Nem | Nem |
| Műsorsugárzó rendszerek és készülékek (rádió és televízió: LF, MF, HF, VHF, UHF) | Igen | Igen | Igen |
| 0,5 millitesla értéket meghaladó statikus mágneses tereket generáló berendezések, akár elektromosan, akár állandó mágnesekkel (például mágneses tokmányok, asztalok és szállítók, emelőmágnesek, mágneses tartók, névtáblák, kitűzők) | Nem | Nem | Igen |
| Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásnak vagy az elektromágneses terekről szóló harmonizált szabványoknak megfelelő, az európai piacon forgalomba hozott berendezések | Nem | Nem | Nem |
| Erős mágneses tereket generáló fejhallgatók | Nem | Nem | Igen |
| Indukciós főzőberendezések, professzionális | Nem | Nem | Igen |
| Nem elektromos berendezések, minden típusú, az állandó mágnest tartalmazók kivételével | Nem | Nem | Nem |
| Hordozható (akkumulátoros) berendezések, amelyek nem tartalmaznak rádiófrekvenciás adóberendezést | Nem | Nem | Nem |
| Rádiókészülékek, adó-vevő (például walkie-talkie-k, gépjárművek rádiói) | Nem | Nem | Igen |
| Adóberendezések, akkumulátoros | Nem | Nem | Igen |

*MEGJEGYZÉS:* * A vonatkozó beavatkozási szintek vagy expozíciós határértékek alapján történő értékelésre van szükség (lásd a 6. fejezetet).
** Értékelés a tanácsi ajánlás referenciaszintjei alapján (lásd az 5.4.1.3. szakaszt és az E. függeléket).
*** A lokális személyes expozíció meghaladhatja a tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszinteket – ezt figyelembe kell venni a kockázatértékelés során, az eszköz implantálásáért és/vagy az utógondozásért felelős egészségügyi csapat által nyújtott információkkal együtt (lásd az 5.4.1.3. szakaszt és az E. függeléket).

### 32.1. Munkatevékenységek, berendezések és munkahelyek, amelyek valószínűleg konkrét értékelést igényelnek

Az olyan munkahelyeken, ahol nagy áramerősségű vagy nagyfeszültségű berendezések találhatók, vagy amelyek ilyenek közelében helyezkednek el, előfordulhatnak olyan területek, ahol erős az elektromágneses tér. Ez valószínűleg olyan berendezésekre is vonatkozik, amelyeket arra terveztek, hogy szándékosan továbbítsanak elektromágneses sugárzást nagy teljesítményen. Ezek az erős terek meghaladhatják az elektromágneses terekről szóló irányelvben szereplő beavatkozási szinteket vagy expozíciós határértékeket, vagy a közvetett hatások révén elfogadhatatlan kockázatot jelenthetnek.

A 3.2. táblázat első oszlopában olyan szituációk szerepelnek, amelyekben olyan erős elektromágneses terek képződhetnek, amelyek általában konkrét értékelést igényelnek. A táblázat az alapján készült, hogy például az ilyen szituációkra vonatkozó létező mérési adatok szerint a terek olyan erősek, hogy megközelítik és néhány esetben meghaladják a vonatkozó beavatkozási szinteket. Ezért az első oszlopban szereplő „Igen” válasz nem azt jelenti, hogy a megközelíthető tér erőssége biztosan meghaladja az expozíciós határértékeket. Inkább azt jelenti, nem lehet biztosnak lenni abban, hogy mindig betartják az expozíciós határértékeket, tekintettel a munkahelyen várható eltérésekre. Ezért tanácsos olyan értékelést végezni, amely az adott munkahelyre vonatkozik.

Ki kell hangsúlyozni, hogy a 3.2. táblázat a munkahelyeken gyakran előforduló szituációkra hoz példákat. Nem kimerítő a lista, és létezhetnek egyéb olyan berendezések vagy szokatlan folyamatok, amelyek nem szerepelnek rajta. Ugyanakkor a felsorolás segít abban, hogy a munkáltatók azonosítsák az olyan szituációtípusokat, amelyek valószínűleg további részletes értékelést igényelnek.

## 33. Munkatevékenységek, berendezések és munkahelyek, amelyek nem szerepelnek ebben a fejezetben

Ha a munkáltatók olyan szituációkat azonosítanak az adott munkahelyen, amelyek nem szerepelnek a 3.2. táblázatban, első lépésként a lehető legtöbb információt gyűjtik a birtokukban lévő kézikönyvekből és egyéb dokumentumokból. A következő lépésben megvizsgálják, vannak-e külső forrásokból, például a berendezések gyártóitól és a szakmai szövetségektől származó elérhető információk (lásd az útmutató 7. fejezetét).

Ha nem lehetséges máshonnan információkat szerezni az elektromágneses terekről, mérések vagy számítások útján történő értékelésre lehet szükség (lásd a 8. fejezetet).

2. szakasz

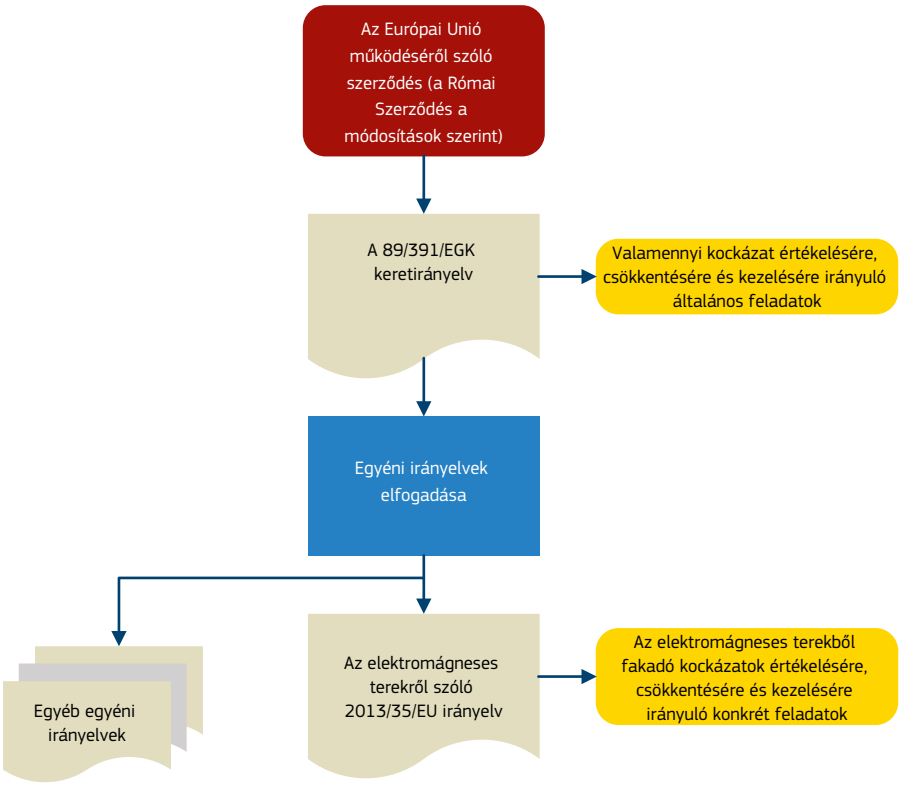
# DÖNTÉSEK AZ ESETLEGES TOVÁBBI INTÉZKEDÉSEKRŐL

# 4. AZ ELEKTROMÁGNESES TEREKRŐL SZÓLÓ IRÁNYELV SZERKEZETE

Az elektromágneses terekről szóló 2013/35/EU irányelv teljes szövege megtalálható az útmutató L. függelékében. Ez a fejezet elmagyarázza, hogyan és miért dolgozták ki az elektromágneses terekről szóló irányelvet, és összefoglalja a fő követelményeit.

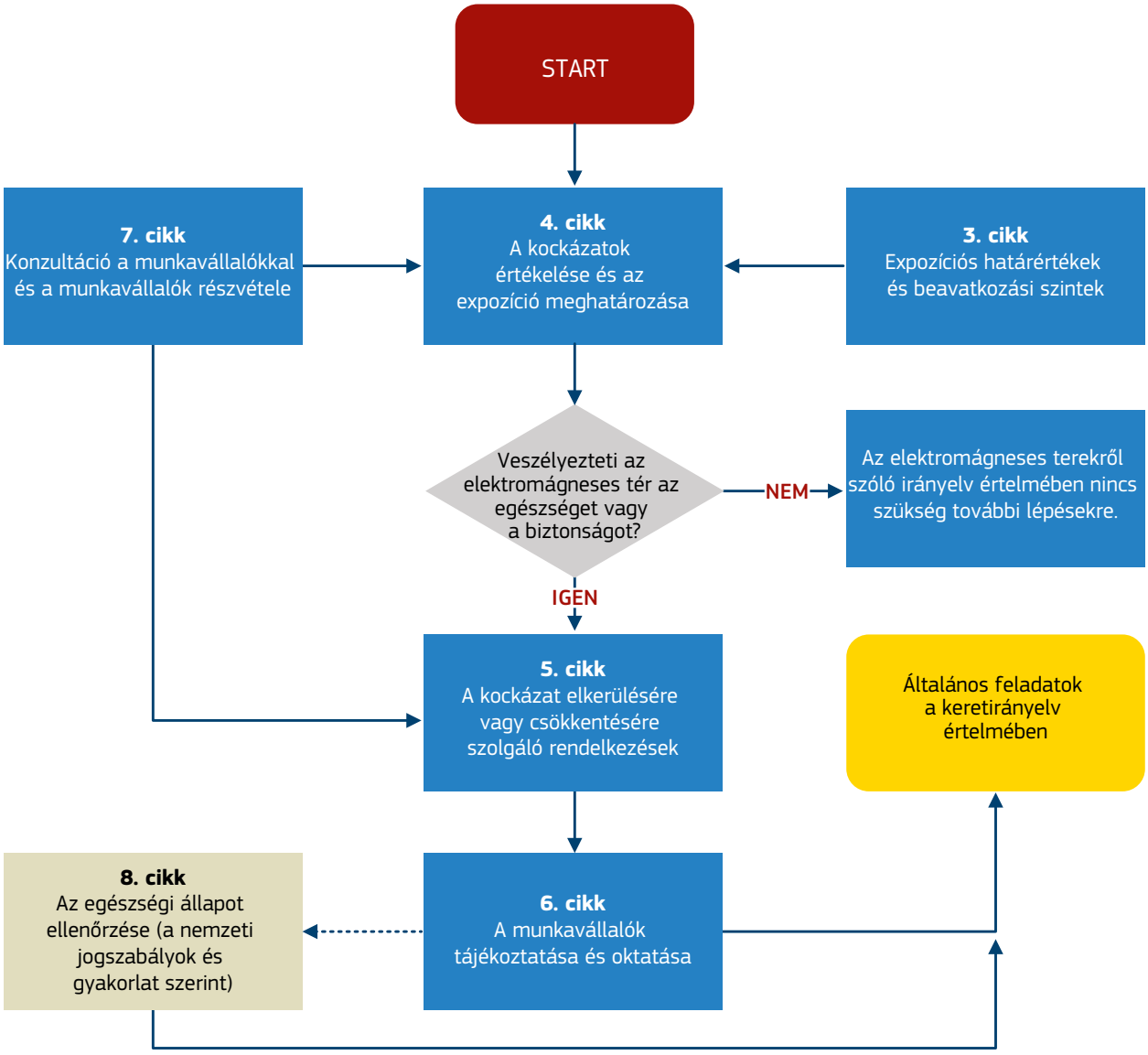
A Római Szerződés (jelenleg az Európai Unió működéséről szóló szerződés) célul tűzi ki a munkakörnyezet javításának elősegítését a munkavállalók egészségének és biztonságának védelme érdekében. E célkitűzés elérése érdekében lehetővé teszi irányelvek kidolgozását a minimumkövetelmények meghatározása céljából. 1989-ben született meg a terület átfogó irányelveként a 89/391/EGK keretirányelv. A keretirányelv általános követelményeket határoz meg a kockázatok értékelésére és csökkentésére, a vészhelyzeti készültségre, a munkavállalók tájékoztatására, részvételére és oktatására, a munkavállalók kötelezettségeire és az egészségi állapot ellenőrzésére vonatkozóan. Emellett rendelkezik egyéni irányelvek kidolgozásáról, amelyek lényegében további részletekkel szolgálnak azzal kapcsolatban, hogyan valósíthatók meg a keretirányelv célkitűzései konkrét helyzetekben. Az elektromágneses terekről szóló irányelv a huszadik ilyen egyéni irányelv. A 4.1. ábra bemutatja, hogyan illeszkedik a jogalkotás tágabb folyamatába.

**4.1. ábra: Az elektromágneses terekről szóló irányelv jogalkotási környezetének sematikus ábrázolása**



A 4.2. ábra bemutatja az elektromágneses terekről szóló irányelv főbb, a munkáltatók számára releváns cikkeinek áttekintését, valamint ezek interakcióját.

**4.2. ábra: Az elektromágneses terekről szóló irányelv cikkei közötti interakció sematikus ábrázolása**




Ahogy fent olvasható, az elektromágneses terekről szóló irányelv célja, hogy segítse a munkáltatókat a keretirányelv értelmében fennálló kötelezettségeik teljesítésében az elektromágneses tereknek való expozícióval járó konkrét munkavégzési helyzetekben. Ebből következik, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelv számos követelménye az általánosabb keretirányelv követelményeit tükrözi, ezért a két irányelv együtt használandó. Az elektromágneses terekről szóló irányelv arra helyezi a fő hangsúlyt, hogy értékelje a munkahelyi elektromágneses terekből fakadó kockázatokat és szükség esetén intézkedéseket hozzon azok csökkentésére. Ugyanakkor a két irányelv közötti kapcsolat egyik eredménye, hogy a legtöbb olyan munkáltató, aki már teljesíti a keretirányelv értelmében fennálló kötelezettségeit, azt tapasztalja, hogy nincs sok teendője az elektromágneses terekről szóló irányelvnek való megfelelés érdekében.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv egészségügyi és biztonsági *minimum* követelményeket kíván bevezetni az elektromágneses terekkel kapcsolatos munkavégzés tekintetében. Az Európai Unió működéséről szóló szerződésnek megfelelően az

egyes tagállamok dönthetnek úgy, hogy fenntartják a létező jogszabályokat vagy új jogszabályokat vezetnek be az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott követelményeknél szigorúbb követelményekkel.

## 4.1. 3. cikk – Expozíciós határértékek és beavatkozási szintek

A 3. cikk korlátozza az expozíció maximális mértékét, és meghatározza az érzékelési és egészségügyi hatásokkal kapcsolatos expozíciós határértékeket. Ezeket az elektromágneses terekről szóló irányelv II. melléklete (nem termikus hatások) és III. melléklete (termikus hatások) határozza meg. Az egészségügyi expozíciós határértékeket mindig be kell tartani. Ugyanakkor az érzékelési expozíciós határértékek ideiglenesen meghaladhatók, amennyiben a munkavállalókat tájékoztatják erről és a 3. cikkben meghatározott egyéb intézkedéseket hajtanak végre.

**A fő üzenet: fogalommeghatározások**

Az elektromágneses terekről szóló irányelvben használt sok fogalom meghatározását a 2. cikk tartalmazza. Ugyanakkor néhány olyan fogalom, mint az „ideiglenesen” vagy az „indokolt” nincs meghatározva, és a kontextustól függően eltérő módon használható. Ahol az elektromágneses terekről szóló irányelv nem határozza meg explicit módon a fogalmakat, a tagállamok határozzák meg őket a végrehajtás során, akár jogszabályi, akár más módon.

Az expozíciós határértékeket a legtöbb esetben a szervezetben lévő mennyiségek alapján határozzák meg, amelyek nem mérhetők közvetlenül vagy nem számíthatók ki egyszerűen. A 3. cikk ezért bevezeti a beavatkozási szinteket (AL), amelyeket a mérésekkel vagy számításokkal könnyebben kiszámítható külső mennyiségek alapján határoznak meg. A beavatkozási szinteket az elektromágneses terekről szóló irányelv II. és III. melléklete határozza meg. Amennyiben a beavatkozási szinteket nem lépik túl, feltételezhető, hogy az expozíció megfelel az expozíciós határértékeknek, és nincs szükség további értékelésre. Bizonyos körülmények között elfogadható lehet egyes beavatkozási szintek túllépése, és az erre vonatkozó szabályokat a 3. cikk tartalmazza.

A beavatkozási szintek és expozíciós határértékek gyakorlati alkalmazása bonyolult, és az útmutató 6. fejezete foglalkozik vele részletesebben.

## 4.2. 4. cikk – A kockázatok értékelése és az expozíció meghatározása

A biztonságosabb munkahelyek megteremtésének első lépése a jelen lévő kockázatok értékelése. Az útmutató 5. fejezete további információkkal szolgál a munkahelyi elektromágneses terekből fakadó kockázatok értékelésével kapcsolatban. Ide tartozik azoknak a kérdéseknek a megvitatása, amelyeket figyelembe kell venni a 4. cikknek való megfelelés érdekében. Fontos megjegyezni, hogy nem elegendő egyszerűen bizonyítani a beavatkozási szinteknek vagy az expozíciós határértékeknek való megfelelést, mert elképzelhető, hogy ez nem elégséges a különösen veszélyeztetett munkavállalók megfelelő védelméhez vagy a közvetett hatásokból származó biztonsági kockázatok elkerüléséhez.

A munkahelyi elektromágneses terekből fakadó kockázatok értékelésekor meg kell érteni a jelen lévő elektromágneses terek természetét. Ezért a 4. cikk azt is előírja, hogy a munkáltatók azonosítsák és értékeljék a munkahelyi elektromágneses tereket. Ugyanakkor lehetővé teszi a munkáltatók számára, hogy figyelembe vegyék a mások által nyújtott információkat, és csak akkor írja elő, hogy ők maguk értékeljék az elektromágneses tereket, ha semmilyen más módon nem bizonyítható a megfelelés.

A gyártók által nyújtott adatok, illetve az általános értékelésekre vonatkozó adatbázisokban szereplő adatok használatának elfogadhatósága azért fontos, mert a legtöbb munkáltató számára messze ez a legegyszerűbb módja a munkahelyi elektromágneses terek értékelésének. A mások által nyújtott információk használatával az útmutató 7. fejezete foglalkozik részletesebben, illetve szerepel a 2. kötetben szereplő néhány esettanulmányban.

Még abban az esetben is, ha a munkáltatóknak saját maguknak kell értékelniük az elektromágneses tereket, a 4. cikk lehetővé teszi, hogy eldöntsék, ezt mérésekkel vagy számításokkal kívánják-e megtenni. Ez a rugalmasság lehetővé teszi a munkáltatók számára, hogy az adott helyzetben alkalmazandó legegyszerűbb megközelítést válasszák. Sok tényező befolyásolja a megközelítés kiválasztását, amelyekkel az útmutató 8. fejezete foglalkozik részletesebben, valamint további útmutatás található a D. függelékben.

## 4.3. 5. cikk – A kockázat elkerülésére vagy csökkentésére szolgáló rendelkezések

Amennyiben a beavatkozási szinteket nem lépik túl és más hatások kizárhatók, a munkáltatóknak nem kell más intézkedéseket tenniük, mint biztosítani, hogy továbbra is teljesítsék a keretirányelv értelmében fennálló kötelezettségeiket. Ide tartozik a kockázatértékelés időszakos felülvizsgálata annak érdekében, hogy releváns maradjon.

A beavatkozási szintek túllépése esetén a munkáltató úgy dönthet, hogy megpróbálja bizonyítani az expozíciós határértékeknek való megfelelést és az elektromágneses terekből fakadó egyéb biztonsági kockázatok hiányát, amennyiben lehetséges. Ugyanakkor sok esetben egyszerűbb és olcsóbb megoldást jelenthet a kockázatmegelőzési intézkedések végrehajtása, mint az expozíciós határértékeknek való megfelelés bizonyítása. Az elektromágneses terekről szóló irányelv egyéb aspektusait illetően a kockázatok elkerülésére és csökkentésére vonatkozó általános megközelítések követik a keretirányelv megközelítéseit. A legtöbb munkáltatónak számos lehetőség áll rendelkezésére, és a legmegfelelőbb megoldás az adott helyzettől függ. A gyakori megközelítéseket az útmutató 9. fejezete részletezi, és ide tartozik néhány olyan intézkedés, amely az elektromágneses terekből fakadó kockázatokhoz kapcsolódik.

Ahogy a fenti 4.1. szakaszban szerepel, a 3. cikk értelmében az alsó AL-értékek vagy az érzékelési expozíciós határértékek bizonyos feltételek mellett ideiglenesen túlléphetők. Az 5. cikk meghatározza, milyen óvintézkedéseket kell végrehajtani ezekben a helyzetekben.

Még ha nem haladják is meg a beavatkozási szinteket, a munkáltatónak figyelembe kell vennie, hogy elképzelhető, hogy ez nem nyújt megfelelő védelmet a különösen veszélyeztetett munkavállalók számára vagy nem kerülik el a közvetett hatásokból származó biztonsági kockázatokat. Gyakran számos lehetőség áll rendelkezésre ezeknek a kockázatoknak a kezelésére, és ezekkel a 9. fejezet foglalkozik részletesebben.

## 4.4. 6. cikk – A munkavállalók tájékoztatása és oktatása

Az elektromágneses terekről szóló irányelv egyéb aspektusaihoz hasonlóan a 6. cikk követelményei nagy vonalakban hasonlítanak a keretirányelv vonatkozó cikkeihez. A kockázatok azonosítása esetén megfelelő tájékoztatást és oktatást kell biztosítani. Ugyanakkor ismert, hogy sok munkavállaló esetleg nem ismeri az elektromágneses terekkel kapcsolatos veszélyek természetét, a lehetséges tüneteket és olyan fogalmakat, mint az expozíciós határértékek és beavatkozási szintek, ezért ezekre minden oktatás során ki kell térni. A munkavállalókat emellett konkrétan tájékoztatni kell az adott munkahelyre vonatkozó értékelés eredményeiről.

Ugyanolyan fontos a kockázatok helyes megítélése. A munkavállalóknak tisztában kell lenniük azzal, hogy a munkahelyi elektromágneses terek sok forrása nem jelent egészségügyi vagy biztonsági kockázatot. Közülük sok, például a mobiltelefonok vagy az emelőberendezések hozzájárulhatnak a jólétükhöz vagy jelentős mértékben megkönnyíthetik a munkájukat. A tájékoztatással és oktatással az útmutató 9. fejezete foglalkozik részletesebben.

## 4.5. 7. cikk – Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele

Az elektromágneses terekről szóló irányelv 7. cikke közvetlenül utal a keretirányelv 11. cikkére.

## 4.6. 8. cikk – Az egészségi állapot ellenőrzése

Az elektromágneses terekről szóló irányelv 8. cikke a keretirányelv 14. cikkének követelményeire épül. A tagállamok részére különösen engedélyezik, hogy a meglévő rendszereikhez igazítsák ezeket a követelményeket, így a cikk gyakorlati végrehajtása valószínűleg országról országra változik. Az útmutató 11. fejezete némi iránymutatást ad az egészségi állapot ellenőrzésével kapcsolatban.

## 4.7. 10. cikk – Eltérések

A 10. cikk egy nem tetszés szerint és két tetszés szerint alkalmazandó eltérést engedélyez. Az eltérés a jogszabályi követelmény enyhülését jelenti. Ebben az esetben azt jelenti, hogy a munkáltatóknak bizonyos körülmények között nem kell betartaniuk az elektromágneses terekről szóló irányelv néhány követelményét, amennyiben a munkavállalók továbbra is megfelelő védelemben részesülnek.

A nem tetszés szerint alkalmazandó eltérés az egészségügyi ágazatban alkalmazott mágnesesrezonancia-képalkotó (MRI) berendezések üzembe helyezéséhez, teszteléséhez, használatához, fejlesztéséhez, karbantartásához vagy az azzal kapcsolatos kutatáshoz kötődik. Az eltérés bizonyos feltételek mellett lehetővé teszi az expozíciós határértékek túllépését. Ezeket a feltételeket az útmutató F. függeléke részletezi a munkáltatók számára a megfelelés bizonyításával kapcsolatban nyújtott iránymutatással együtt.

Az első tetszés szerint alkalmazandó eltérés lehetővé teszi a tagállamok számára, hogy engedélyezzék egy alternatív védelmi rendszer használatát a katonai létesítményekben dolgozó, valamint a katonai tevékenységekben vagy közös nemzetközi katonai gyakorlatokon részt vevő személyzet tekintetében. Az ilyen eltérés feltétele a káros egészségügyi hatások és a biztonsági kockázatok megelőzése.

A második tetszés szerint alkalmazandó eltérés általános jellegű, és bizonyos feltételek mellett lehetővé teszi a tagállamok számára, hogy engedélyezzék az expozíciós határértékek ideiglenes meghaladását bizonyos ágazatokban vagy bizonyos tevékenységek esetén.

Az eltéréseket az útmutató 6.4. szakasza részletezi.

## 4.8. Összefoglalás

Az elektromágneses terekről szóló irányelv célja annak előmozdítása, hogy a munkáltatók az elektromágneses terekkel kapcsolatos konkrét kockázatok vonatkozásában megfeleljenek a keretirányelv követelményeinek. A legtöbb munkáltató már teljesíti a keretirányelv értelmében fennálló kötelezettségeit, és ezáltal teljesíti az elektromágneses terekről szóló irányelv értelmében fennálló feladatait. Ugyanakkor néhány munkahely vonatkozásában, ahol az elektromágneses terek

erősebbek, a munkáltatóknak esetleg részletesebb értékelést kell végezniük, és további óvintézkedéseket kell bevezetniük a kockázatok elkerülése vagy csökkentése érdekében. A munkáltatóknak emellett tájékoztatást és oktatást kell biztosítaniuk a munkavállalók számára, be kell vonniuk őket a kockázatkezelésbe, és követniük kell az egészségi állapot ellenőrzésével kapcsolatos nemzeti gyakorlatot.

Az egészségügyi ágazatban alkalmazott mágnesesrezonancia-képalkotás nem tetszés szerint alkalmazandó eltérés tárgya. További eltérések lehetővé teszik a tagállamok számára, hogy alternatív védelmi rendszereket fogadjanak el a katonai tevékenységek vonatkozásában, és bizonyos feltételek mellett lehetővé teszik az expozíciós határértékek ideiglenes meghaladását más ágazatokban.

# 5. KOCKÁZATÉRTÉKELÉS AZ ELEKTROMÁGNESES TEREKRŐL SZÓLÓ IRÁNYELV ÖSSZEFÜGGÉSÉBEN

A kockázatértékelés a keretirányelv alapvető követelménye, ami tükröződik az elektromágneses terekről szóló irányelv 4. cikkében. Számos konkrét kérdést vet fel, amelyeket figyelembe kell venni az elektromágneses terekből fakadó kockázatok értékelése során. Ez a fejezet iránymutatással szolgál az elektromágneses terekből fakadó kockázatok értékelésével kapcsolatos megközelítések vonatkozásában. Az egyes munkáltatók a létező kockázatértékelési rendszerükhöz igazíthatják a tanácsokat.

A kockázatértékelés módjára vonatkozóan általában nincsenek rögzített szabályok, habár mindig érdemes konzultálni a nemzeti hatóságokkal, hátha léteznek konkrét nemzeti követelmények. Általában a kockázatértékelés strukturált megközelítései a leghatékonyabbak, mert lehetővé teszik a veszélyek és a veszélyeztetett munkavállalók módszeres azonosítását. Ez hozzájárul ahhoz, hogy nem hagynak véletlenül figyelmen kívül egyes kockázatokat. Az értékelés összetettsége az értékelendő feladatok jellegétől függően eltér, de a tapasztalatok alapján a legtöbb helyzetben a lehető legegyszerűbb megoldás a legjobb.

Ahogy a kockázatértékelésnek sincsenek rögzített szabályai, a használt terminológia is változatos lehet. Ez a fejezet az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség által ajánlott fogalmakat és fogalommeghatározásokat használja (5.1. táblázat).

### 5.1. táblázat: A kockázatértékeléssel kapcsolatban az útmutatóban használt fogalmak és fogalommeghatározások

| | |
|---|---|
| **Veszélyforrás** | Valami lényegi tulajdonsága vagy képessége arra, hogy potenciálisan kárt okozzon. |
| **Kockázat** | Annak valószínűsége, hogy a potenciális kár a használat és/vagy expozíció során bekövetkezik, valamint a kár lehetséges mértéke. |
| **Kockázatértékelés** | A munkavállalók egészségét és biztonságát a valamely veszélyforrás miatt fenyegető munkahelyi kockázat értékelésének folyamata. |

A teljes körű kockázatértékelésnek figyelembe kell vennie a munkatevékenységgel kapcsolatos valamennyi veszélyforrást. Ugyanakkor ennek az iránymutatásnak az alkalmazásában csak az elektromágneses terekből fakadó veszélyek kerülnek megvitatásra. Az elektromágneses terekhez kapcsolódó kockázatértékelés néhány példája megtalálható az útmutató 2. kötetében szereplő esettanulmányokban. Néhány esetben a termék gyártója megfelelő tájékoztatást nyújt annak a következtetésnek a levonására, hogy a kockázatot megfelelően kezelik. A kockázatértékelés folyamatának ezért nem kell különösen fárasztónak lennie. Az értékelést a nemzeti jogszabályoknak és gyakorlatnak megfelelően meg kell őrizni.

A kockázatértékelés a vezetőség feladata, de konzultálni kell a munkavállalókkal, és tájékoztatni kell őket az értékelés eredményéről.

## 5.1. Online interaktív kockázatértékelési eszköz (OiRA)

Egy, a mikro- és kisvállalkozások megsegítésére irányuló kezdeményezés keretében az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség kidolgozta az online interaktív kockázatértékelési eszközt (OiRA). Ez az erre kijelölt honlapon (www.oiraproject.EU) található, ahonnan elérhetők az OiRA-eszközök. Ingyenesen használhatók, és arra szolgálnak, hogy segítsenek a munkáltatóknak egy lépésről lépésre történő kockázatértékelési folyamat bevezetésében. Mivel az eszközök ágazatspecifikusak, segítenek a munkavállalóknak, hogy azonosítsák az ágazatuk leggyakoribb veszélyeit.

Az OiRA-folyamat négy fő szakaszból áll, ahogy azt az 5.2. táblázat mutatja.

**5.2. táblázat: Az OiRA-folyamat szakaszai**

| | |
|---|---|
| **Előkészítés** | Áttekintést ad az adott értékelésről, amelyet meg kíván kezdeni, és lehetővé teszi, hogy még jobban az adott vállalkozás sajátos természetéhez igazítsa az értékelést. |
| **Azonosítás** | Az OiRA bemutat számos olyan potenciális egészségügyi és biztonsági veszélyforrást vagy problémát, amely felmerülhet az adott munkahelyen. Az állításokra/kérdésekre igennel vagy nemmel történő válaszadással megadja, hogy vannak-e ilyen veszélyforrások vagy problémák. Úgy is dönthet, hogy megválaszolatlanul hagy egy kérdést, és a későbbiekben válaszol rá. |
| **Értékelés** | Itt megállapíthatja az azokhoz az elemekhez kapcsolódó kockázat mértékét, amelyeket az azonosítási szakaszban megjelölt. |
| **Cselekvési terv** | Az értékelés negyedik szakaszában eldöntheti, milyen lépéseket fog tenni a korábban azonosított kockázatok kezelése érdekében, és ezekhez milyen forrásokra lehet szükség. Ez alapján a következő lépésben automatikus jelentés generálódik. |

A lent ismertetett iránymutatás megfelel az OiRA-folyamatnak, és hasznos az OiRA-eszközöket használók számára. Ugyanakkor ismert, hogy nem minden munkáltató akar OiRA-eszközöket használni. Néhányuknak talán már van működő kockázatértékelési rendszere, mások talán olyan egészségügyi és biztonsági rendszereket követnek, mint az OHSAS 18001. Az ebben a fejezetben adott tanácsok ezért minden ilyen helyzetben relevánsak.

## 5.2. 1. lépés – Előkészítés

Minden kockázatértékelés első lépése a munkatevékenységekkel kapcsolatos információk összegyűjtése, beleértve az alábbiakat:

- a munkafeladatok leírása;
- a munkavégző személye;
- a munkavégzés módja;
- a munkafeladatok elvégzéséhez használt berendezések.

A munkavállalókkal folytatott konzultáció és a munkatevékenységek megfigyelése különösen fontos ebben a szakaszban. A munkatevékenység gyakorlati kivitelezése eltérhet az elméleti kivitelezéstől.

Emellett fontos annak biztosítása, hogy az értékelés a szokásos tevékenységekre és a nem szokásos vagy megszakított tevékenységekre is kiterjedjen. Ilyen lehet többek között:

- takarítás;
- karbantartás;
- szervizelés;
- javítás;
- új telepítések;
- üzembe helyezés;
- üzemen kívül helyezés.

## 5.3. 2. lépés – A veszélyforrások és a veszélyeztetettek azonosítása

### 53.1. A veszélyek azonosítása

Az elektromágneses terekkel kapcsolatos veszélyforrások azonosításának első lépése azoknak a tevékenységeknek és berendezéseknek az azonosítása, amelyek következtében elektromágneses terek alakulhatnak ki a munkahelyeken. Hasznos ennek a listának a 3. fejezet 3.2. táblázatával való összehasonlítása, mert egy tevékenység jellege vagy egy berendezés kialakítása sok esetben olyan, hogy csak gyenge elektromágneses terek jönnek létre. Az ilyen gyenge terek még akkor sem veszélyesek, ha több tevékenységet végeznek vagy több berendezés található egymás közvetlen közelében.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv elismeri, hogy néhány, a nyilvánosság számára nyitott munkahelyet talán már értékeltek a lakosságot érő elektromágneses sugárterhelés korlátozásáról szóló 1999/519/EK tanácsi ajánlás vonatkozásában. Amennyiben az ilyen munkahelyek megfelelnek az 1999/519/EK tanácsi ajánlásnak és kizárhatók az egészségügyi és biztonsági kockázatok, nincs szükség az expozíció további értékelésére. Ezek a feltételek az alábbi esetekben teljesülnek:

- a nyilvános használatra szánt berendezéseket rendeltetésszerűen használják;
- a berendezések megfelelnek a termékekről szóló irányelveknek, amelyek szigorúbb biztonsági szinteket határoznak meg, mint az elektromágneses terekről szóló irányelv;
- más berendezést nem használnak.

A 3. fejezet 3.2. táblázata is hasznos az olyan tevékenységek és berendezések azonosításához, amelyek valószínűleg részletes értékelést igényelnek.

Néhány forrás következtében erősebb terek jönnek létre, amelyek a szokásos használat során nem hozzáférhetők a berendezések burkolata vagy a munkaterületek őrzése miatt. Az ilyen helyzetekben fontos figyelembe venni, hogy a munkavállalók hozzáférnek-e erős terekhez a karbantartás, szervizelés vagy javítás során.

A berendezések gyártóinak és telepítőinek figyelembe kell venniük, hogy a részlegesen elkészült berendezések tesztelése során a munkavállalók olyan erős terekhez férhetnek hozzá, amelyek normál esetben nem hozzáférhetők.

## 53.2. A létező megelőző és óvintézkedések azonosítása

A legtöbb munkahelyen már számos megelőző és óvintézkedés van érvényben a munkahelyi kockázatok megszüntetése vagy csökkentése érdekében. Elképzelhető, hogy ilyen intézkedéseket kifejezetten az elektromágneses terek vonatkozásában hajtottak végre. Más esetekben elképzelhető, hogy más veszélyforrásokkal kapcsolatban hajtották végre őket, de arra is szolgálnak, hogy korlátozzák az elektromágneses terekhez való hozzáférést.

Ezért a kockázatértékelési folyamat szempontjából fontos a létező megelőző és óvintézkedések azonosítása.

## 53.3. A veszélyeztetett személyek azonosítása

Azonosítani kell azokat, akikre károsak lehetnek a vizsgált veszélyforrások. Ennek során fontos, hogy a munkahelyen dolgozó valamennyi munkavállalót figyelembe vegyék. Az erős terek kialakulásával járó munkatevékenységeket végrehajtó vagy az ilyen berendezéseket használó személyeket egyértelműen azonosítani kell. Ugyanakkor fontos figyelembe venni azokat, akik más feladatokat végeznek vagy más berendezésekkel dolgoznak, de szintén ki lehetnek téve az elektromágneses tereknek. Például a fémmegmunkáló műhelyre vonatkozó esettanulmányban (az útmutató 2. kötetében) szereplő asztali ponthegesztő által generált terek értékelése azt mutatja, hogy a terek nem a hegesztőnél a legerősebbek, hanem inkább a berendezés mentén. Ha a hegesztő egy kijelölt út közelében tartózkodott, elképzelhető, hogy a többi elhaladó munkavállaló erősebb térnek volt kitéve, mint maga a hegesztő.

Emellett fontos az azokat érintő kockázatok figyelembevétele, akik nem közvetlen munkavállalók, mégis jelen vannak a munkahelyen. Ide tartozhatnak a látogatók, a mérnökök, egyéb vállalkozók és a szállítómunkások.

## 53.4. Különösen veszélyeztetett munkavállalók

Figyelembe kell venni azokat a munkavállalókat, akik esetleg különösen veszélyeztetettek, és az elektromágneses terekről szóló irányelv az alábbi négy ilyen munkavállalói csoportot azonosítja (a további részletekért lásd a 3.1. táblázatot):

- az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók;
- a passzív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók;
- a testen viselt orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók;
- várandós munkavállalók.

Elképzelhető, hogy az ezekbe a csoportokba tartozó munkavállalók nagyobb elektromágneses kockázatnak vannak kitéve, mint a többi munkavállaló, és konkrét kockázatértékelés tárgyát képezik (lásd a lenti 5.4.1.3. szakaszt). Néha az tapasztalható, hogy a kockázat elviselhető marad, más esetekben viszont szükség lehet a munkakörülményeik módosítására a kockázat csökkentése érdekében.

## 5.4. 3. lépés – A kockázatok értékelése és priorizálása

### 54.1. Kockázatértékelés

A kockázatértékelés különböző bonyolultságú lépéseket foglalhat magában annak egyszerű megítélésétől, hogy a kockázat alacsony, közepes vagy magas, az erősen számszerűsített elemzésig. Az egyszerű értékelés általában megfelelő, ha valamennyi tér erőssége gyenge, például abban az esetben, ha a 3.2. táblázat *valamennyi* oszlopában „Nem" válasz szerepel minden tevékenység és berendezés mellett. Ugyanakkor, ahol a terek várhatóan erősebbek, az értékelés valószínűleg összetettebb, és mennyiségi értékeléssel is járhat, hogy meghatározzák a veszélyforrás nagyságát.

A kockázatértékelésnek figyelembe kell vennie a veszélyes esemény súlyosságát és az esemény bekövetkezésének valószínűségét is.

A súlyossági besorolásnak tükröznie kell a veszélyes esemény várt kimenetelét. A munkahelyi elektromágneses terekkel való interakcióból kifolyólag számos különböző súlyosságú következmény jelentkezhet. Az alábbiakban néhány példa olvasható a lehetséges következményekre és a súlyosságukra. A gyakorlatban az értékelő a belátása szerint értékeli a súlyosságot, amit befolyásol az elérhető terek erőssége és egyéb helyi körülmények.

**5.3. táblázat: Példák a munkahelyi elektromágneses terekkel való interakció lehetséges következményeire és súlyosságára**

| Eredmény | Súlyosság |
|---|---|
| Szédülés és hányinger<br>Fényvillanások (foszfének)<br>Bizsergő érzés vagy fájdalom (idegstimuláció)<br>A szövetek hőmérsékletének enyhe emelkedése<br>A mikrohullámok hallás útján történő érzékelése | Enyhe |
| Statikus mágneses térben lévő ferromágneses tárgyak kilövődése<br>Interferencia a beültethető orvostechnikai eszközökkel<br>A szövetek hőmérsékletének nagyfokú emelkedése | Súlyos |
| Gyúlékony légterek belobbanása<br>Detonátorok beindítása | Halálos |

A valószínűség értékelése során figyelembe kell venni számos tényezőt, többek között a terekhez való hozzáférést és az elvégzett feladatok természetét. Az erős terekhez való hozzáférést gyakran más okokból korlátozzák, például mechanikus vagy elektromos veszélyforrások miatt. Ilyen körülmények között nincs szükség további korlátozásokra. A valószínűség értékelése során a munkafolyamatot éppúgy figyelembe kell venni. Például elképzelhető, hogy egy indukciós kemence maximális teljesítmény mellett üzemel a bevezető fűtési szakaszban, de lehetséges, hogy a munkavállalók a munkafolyamat ezen szakaszában általában nem tartózkodnak a kemence közvetlen közelében. Később, az olvasztást követően elképzelhető, hogy a kemence kisebb teljesítmény mellett üzemel, így a terek sokkal gyengébbek lesznek.

A kockázatértékelés során figyelembe kell venni a létező megelőző és óvintézkedéseket (lásd az 5.3.2. szakaszt).

Az elektromágneses terek közvetlen és közvetett interakció révén is kockázattal járhatnak, és ezeket a kockázatokat külön kell értékelni. Emellett elképzelhető, hogy néhány munkavállaló különösen veszélyeztetett (lásd a fenti 5.3.4. szakaszt), és az ilyen munkavállalókat fenyegető kockázatokat konkrétan kell értékelni.

**A fő üzenet: kockázatértékelés**

A kockázatértékelésnek nem kell bonyolultnak lennie, és a munkáltatók a 3.2. táblázat alapján eldönthetik, milyen részletességre van szükség. Az értékelésnek figyelembe kell vennie a veszélyes esemény súlyosságát és az esemény bekövetkezésének valószínűségét is.

### 54.1.1. Közvetlen hatások

A munkavállalóknak az elektromágneses terekkel való közvetlen interakciójából fakadó kockázatok értékelése során figyelembe kell venni a hozzáférhető terek jellemzőit. A veszély nagyságát főként a frekvencia (vagy frekvenciák) és a térerősség határozza meg. Ugyanakkor egyéb olyan tényezők is fontosak lehetnek, mint a hullámok alakja, a térbeli egységesség és a térerősség időbeli változásai.

Az értékelés ezen szempontjából annak meghatározása a legfontosabb, hogy a munkavállalók ki lehetnek-e téve az expozíciós határértékeket meghaladó értékeknek (lásd a 6. fejezetet). Ahol az expozíciós határértékek nem haladhatók meg, a közvetlen hatás nem jelent veszélyt.

Az 1 Hz – 6 GHz frekvenciájú, időben változó terek esetében az expozíciós határértékek mérése vagy kiszámítása általában nem könnyű, és a legtöbb munkáltató számára kényelmesebb azt értékelni, hogy a hozzáférhető terek meghaladják-e a közvetlen hatásokra vonatkozó beavatkozási szintet. Ahol a beavatkozási szintek nem haladhatók meg, az expozíciós határértékeket sem lépik át.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv nem írja elő a munkáltatók számára, hogy számításokat vagy méréseket végezzenek annak megállapítására, hogy nem lépik túl a beavatkozási szinteket, kivéve, ha ez az információ nem szerezhető be más forrásból. Sok munkáltató azt fogja tapasztalni, hogy a 3.2. táblázat mindhárom oszlopában „Nem” válasz szerepel valamennyi tevékenység és berendezés mellett. Ebben az esetben még akkor sem lépik túl a beavatkozási szinteket, ha több tevékenységet végeznek vagy több berendezés található egymás közvetlen közelében. Még abban az esetben is, ha egy tevékenység vagy berendezés nem szerepel a 3.2. táblázatban, a beavatkozási szinteket nem meghaladó értékeket megerősítő információk elérhetők lehetnek más forrásokból (lásd a 7. fejezetet).

Ha a munkáltatók a könnyen elérhető információk alapján nem tudják bizonyítani sem a beavatkozási szinteknek, sem az expozíciós határértékeknek való megfelelést, részletesebb értékelést végezhetnek (lásd a 8. fejezetet), vagy mérlegelhetik az elektromágneses terekhez való hozzáférés korlátozására irányuló intézkedések bevezetését (lásd a 9. fejezetet).

### 54.1.2. Közvetett hatások

Az elektromágneses terek a bennük lévő tárgyakkal való interakció révén biztonsági és egészségügyi kockázatokhoz vezethetnek. Az elektromágneses terekről szóló irányelv előírja, hogy ezeket a kockázatokat is értékelni kell, méghozzá a közvetlen hatásokból fakadó kockázatoktól elkülönítve.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv számos olyan közvetett hatást azonosít, amelyet potenciálisan értékelni kell:

- interferencia elektronikus orvosi berendezésekkel és eszközökkel, beleértve a szívritmus-szabályozókat és egyéb implantátumokat, illetve a testen viselt orvostechnikai eszközöket;
- statikus mágneses térben lévő ferromágneses tárgyak kilövődéséből adódó sérülésveszély;

- elektromos robbanószerkezetek (detonátorok) kioldása;
- tüzek és robbanások, amelyeket a gyúlékony anyagok indukciós terek, érintési áram vagy elektromos kisülés okozta szikra miatti meggyulladása eredményez;
- érintési áram.

Sok ilyen közvetett hatás csak konkrét helyzetben jelentkezik, ezért a legtöbb munkáltató számára az az első lépés, hogy megvizsgálja, egyáltalán valószínű-e, hogy ezek a kockázatok előfordulnak az adott munkahelyen.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv beavatkozási szinteket határoz meg, hogy segítse a munkavállalókat két ilyen közvetett hatásból – a statikus mágneses térben lévő ferromágneses tárgyak kilövődéséből adódó sérülésveszélyből és az érintési áramból – fakadó kockázatok értékelésében. Ha a beavatkozási szintet nem lépik túl, a kockázat alacsony, és nincs szükség további megelőző intézkedésekre vagy óvintézkedésekre.

A többi közvetett hatás esetében nincsenek beavatkozási szintek, de az európai szabványok további iránymutatást adnak a kockázatok értékelésére vonatkozóan. Ezzel az útmutató E. függeléke foglalkozik részletesebben.

### 54.1.3. Különösen veszélyeztetett munkavállalók

A különösen veszélyeztetett munkavállalók (lásd a 3.1. táblázatot) esetében az értékelés általában összetettebb. Elképzelhető, hogy a közvetlen hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek nem biztosítanak megfelelő védelmet az ilyen munkavállalók számára, és külön értékelésre van szükség.

Elképzelhető, hogy az implantátumot vagy a testen viselt orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók konkrét tájékoztatást kaptak a biztonságos térerőkről. Ebben az esetben ez az információ értékelési kritériumokat tartalmaz, és elsőbbséget élvez az esetlegesen elérhető általánosabb információkkal szemben. Például a rádiófrekvenciás plazmakészülékekről szóló esettanulmányban (2. kötet) a szívritmus-szabályozó viselőjére vonatkozó értékelés során a gyártó adatait használják.

Ahol nem érhetők el konkrét információk az implantátumot vagy a testen viselt orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók, illetve a várandós munkavállalók tekintetében, a munkáltatóknak az útmutató E. függelékében szereplő iránymutatást kell követniük.

**A fő üzenet: a figyelembe veendő kérdések**

Az elektromágneses terekből fakadó kockázatok értékelése során a munkáltatóknak a közvetlen és a közvetett hatásokból fakadó kockázatokat is figyelembe kell venniük. Elképzelhető, hogy néhány munkavállaló különösen veszélyeztetett (lásd a 3.1. táblázatot), amit szintén figyelembe kell venni.

## 5.5. 4. lépés – Döntés a megelőző intézkedésekről

Kockázatok azonosítása esetén az első lépés feltenni a kérdést, hogy megszüntethetők-e. Lehetséges lenne-e olyan szintre csökkenteni az elektromágneses tér erősségét, amely nem jelent kockázatot, vagy megakadályozható-e az adott térhez való hozzáférés?

Amennyiben lehetséges, a megelőző intézkedésekről szóló döntéseket az új folyamatok vagy berendezések tervezési vagy beszerzési szakaszában kell meghozni.

Az útmutató 9. fejezete iránymutatást ad az elektromágneses terekből fakadó kockázatok minimalizálására használható megelőző és óvintézkedésekkel kapcsolatban. A kollektív védelem mindig elsőbbséget élvez az egyéni védelemmel szemben.

## 5.6. 5. lépés – Intézkedések

Ha intézkedésekre van szükség, fontos a megelőző intézkedések vagy az óvintézkedések végrehajtásának priorizálása. Amennyiben veszélyes esemény következik be, a prioritást általában a veszély nagysága és a következmény súlyossága alapján határozzák meg. Előfordulhat, hogy nem hajtható végre azonnal valamennyi új intézkedés. Ebben a helyzetben mérlegelni kell, hogy hozhatók-e ideiglenes intézkedések, amelyek lehetővé teszik a munkavégzés folytatását az állandó megelőző intézkedések végrehajtásáig. Úgy is határozhatnak, hogy az új intézkedések bevezetéséig leállítják a munkavégzést.

## 5.7. A kockázatértékelés dokumentálása

Fontos dokumentálni a kockázatértékelés eredményeit. Ennek során azonosítani kell a kockázatértékelés főbb elemeit, többek között a feltárt veszélyforrásokat, a potenciálisan veszélyeztetett munkavállalókat és az értékelés eredményét. Ha különösen veszélyeztetett munkavállalókat is azonosítanak, azt szintén dokumentálni kell. Az új megelőző intézkedésekre és óvintézkedésekre vonatkozó követelményeket dokumentálni kell az értékelés későbbi felülvizsgálatára vonatkozó intézkedésekkel együtt.

## 5.8. A kockázatértékelés ellenőrzése és felülvizsgálata

Fontos időszakosan felülvizsgálni a kockázatértékelést annak meghatározása érdekében, hogy megfelelő volt-e, illetve hatékonyak voltak-e a megelőző intézkedések és óvintézkedések. A felülvizsgálat során figyelembe kell venni a berendezések állapotára vonatkozó rutinellenőrzések eredményét, mert bármilyen romlás befolyásolhatja a kockázatértékelés következtetéseit. Emellett akkor is fontos a kockázatértékelés felülvizsgálata, ha változás történik a használt berendezésekben vagy munkamódszerekben.

A munkáltatók azt se felejtsék el, hogy a munkavállalók helyzete is megváltozhat. Például egy munkavállaló implantátumot kaphat vagy várandós lesz. Az ilyen változások esetén felül kell vizsgálni a kockázatértékelést, hogy továbbra is megfelelő-e.

Ahol a munkavállalók ideiglenesen ki vannak téve az alsó AL-értéket meghaladó mágneses tereknek (az elektromágneses terekről szóló irányelv II. mellékletének B2. táblázata) vagy bármilyen érzékelési expozíciós határértéket meghaladó tereknek, átmeneti tüneteket tapasztalhatnak. Ilyen tünetek lehetnek az alábbiak:

- szédülés vagy hányinger a statikus és kisfrekvenciás mágneses tereknek való expozíció következtében;
- érzékszervi észlelések, például fényvillódzás (foszfének) vagy az agyi funkciók kisebb változásai a kisfrekvenciás elektromágneses tereknek való expozíció következtében;
- érzékszervi észlelések, például a mikrohullámok hallása bizonyos körülmények között az impulzusos rádiófrekvenciás tereknek való expozíció következtében (lásd a B5. szakaszt).

Ahol a munkavállalók ilyen tünetekről számolnak be, a munkáltatóknak felül kell vizsgálniuk és szükség esetén frissíteniük kell a kockázatértékelést. Ez további megelőző intézkedésekhez és óvintézkedésekhez vezethet.

3. szakasz

# MEGFELELŐSÉGÉRTÉKELÉS

# 6. AZ EXPOZÍCIÓS HATÁRÉRTÉKEK ÉS A BEAVATKOZÁSI SZINTEK HASZNÁLATA

Ahogy a 2. fejezetben szerepel, az elektromágneses tereknek való expozíció a frekvencia függvényében eltérő hatásokat válthat ki. Az elektromágneses terekről szóló irányelv ezért expozíciós határértékeket határoz meg az alábbiak vonatkozásában:

- nem termikus hatások esetében (0–10 MHz) a II. mellékletben;
- termikus hatások esetében (100 kHz – 300 GHz) a III. mellékletben.

Ebből következik, hogy általában ismerni kell az elektromágneses tér frekvenciáját (frekvenciáit), hogy kiválaszthassák a megfelelő expozíciós határértéket. Látható, hogy van átfedés a két tartomány között. Ezért a közepes frekvenciatartományban (100 kHz – 10 MHz) termikus és nem termikus hatások is jelentkezhetnek, így mindkét expozíciós határértéket figyelembe kell venni.

Az 1 Hz és 6 GHz közötti frekvenciák esetében az expozíciós határértékeket a testen belüli mennyiségek alapján határozzák meg, amelyek mérése vagy kiszámítása nem könnyű. Az elektromágneses terekről szóló irányelv ezért beavatkozási szinteket is meghatároz, amelyeket a viszonylag egyszerűen mérhető vagy kiszámítható külső mennyiségek alapján állapítottak meg. Ezek a beavatkozási szintek óvatos feltételezések alapján az expozíciós határértékekből származnak, ezért a vonatkozó beavatkozási szinteknek való megfelelés mindig biztosítja a kapcsolódó expozíciós határértékeknek való megfelelést. Ugyanakkor lehetséges a beavatkozási szint meghaladása, miközben továbbra is megfelelnek az expozíciós határértéknek. Ezzel a 6.1. szakasz foglalkozik részletesebben. A 6.1. ábra bemutatja azt a döntési folyamatot, hogy a beavatkozási szinteknek vagy az expozíciós határértékeknek való megfelelést vizsgálják.

A beavatkozási szintekkel vagy az expozíciós határértékekkel való összehasonlítás a kockázatértékelési folyamat része. Ha a beavatkozási szinteknek való megfelelés nem bizonyítható, a munkáltatók úgy határozhatnak, hogy ehelyett az expozíciós határértékek alapján végzik el az értékelést. Ugyanakkor az ilyen értékelés valószínűleg összetettebb, és ezért költségesebb. Sok esetben lehetőség nyílhat arra, hogy további intézkedéseket hajtsanak végre a beavatkozási szinteknek vagy az expozíciós határértékeknek való megfelelés elérése céljából. Amint a munkáltató bizonyította a megfelelést vagy minden lehetséges megoldást kimerített a további intézkedésekkel kapcsolatban, folytatnia kell a kockázatértékelési folyamatot (lásd az 5. fejezetet).

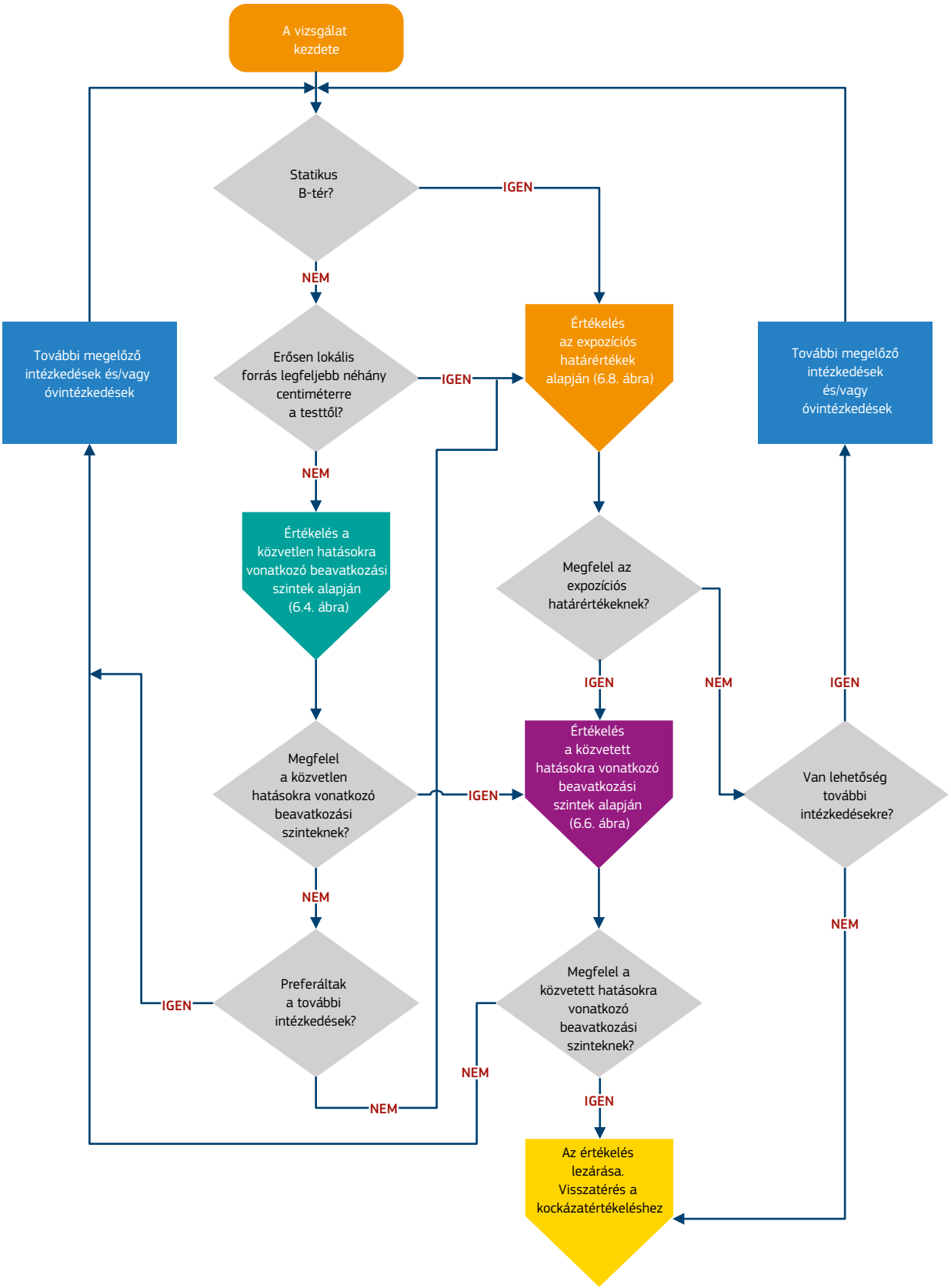
A munkavállalók expozíciójának teljes körű értékelése és az expozíciós határértékekkel való összehasonlítása összetett lehet, és meghaladhatja az útmutató alkalmazási területét. Az útmutató D. függeléke további információkat tartalmaz az értékelésekkel kapcsolatban. Ugyanakkor az ebben a fejezetben bemutatott információk fő célja annak ismertetése, hogyan működik a gyakorlatban az expozíciós határértékek és a beavatkozási szintek rendszere, hogy a munkáltatók eldönthessék, ők maguk alkalmazzák ezeket vagy szakértő segítséget kérnek.

Az irányelv számos különböző beavatkozási szintet határoz meg, amelyek közül egyidejűleg több is alkalmazható. A beavatkozási szintek a közvetlen vagy a közvetett hatásokra vonatkoznak. Kisfrekvencia esetén az elektromos és a mágneses terek függetlennek tekinthetők (úgynevezett kvázisztatikus közelítés), és mindkét fajta tér elektromos teret indukál a szervezetben. Ezért kisfrekvencián külön beavatkozási szinteket állapítottak meg az elektromos és a mágneses terek esetében. Beavatkozási szinteket határoztak meg az érintési áramra vonatkozóan is.

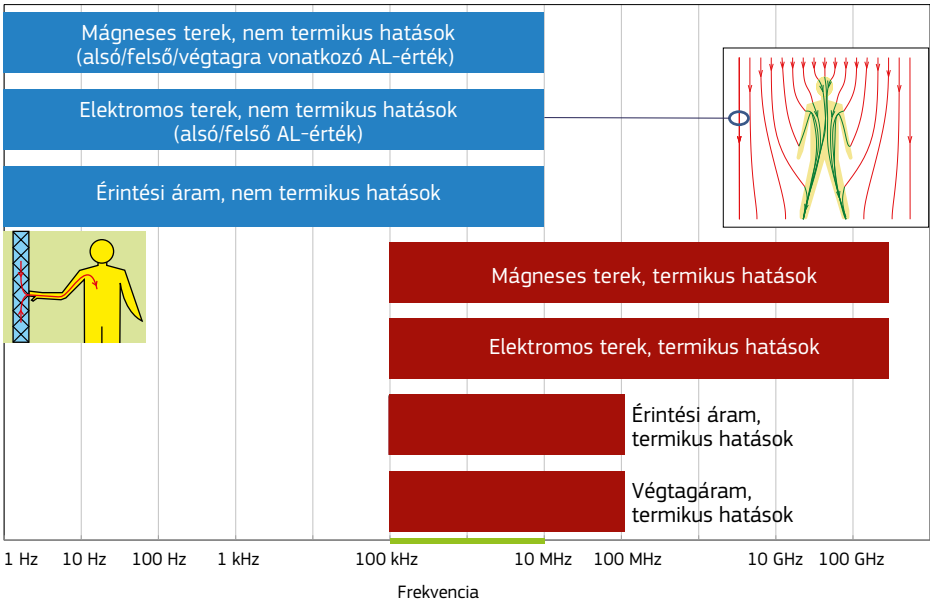
A frekvencia növekedésével a terek csatolása szorosabb, és a szervezettel való interakció megváltozik, aminek következtében az energia elnyelődik, és termikus hatások jelentkeznek. Az ilyen frekvenciák vonatkozásában az elektromos és a mágneses terek

esetében is külön beavatkozási szinteket állapítottak meg. A 6 GHz feletti frekvenciák esetében további beavatkozási szintet állapítottak meg a teljesítménysűrűség vonatkozásában, ami az elektromos és a mágneses térerősséghez is kapcsolódik. Emellett beavatkozási szintek léteznek az indukált végtagáram (amely szintén termikus hatást vált ki) és az érintési áram esetén. A beavatkozási szintek rendszerét a 6.2. ábra mutatja be.

**6.1. ábra: A beavatkozási szintnek vagy az expozíciós határértéknek való megfelelés vizsgálatára irányuló döntési folyamat**



**6.2. ábra: Frekvenciatartományok, amelyek vonatkozásában eltérő beavatkozási szintek alkalmazandók**




A kék oszlopok a nem termikus hatásokat, a piros oszlopok a termikus hatásokat jelölik. Ha a frekvenciatartományt zöld szín jelöli, a nem termikus hatásoknak (elektromos tér, mágneses tér és érintési áram) és a termikus hatásoknak (elektromos és mágneses tér) való megfelelés is szükséges.

Az expozíciós határértékek és a kapcsolódó beavatkozási szintek a Nemzetközi Nemionizáló Sugárvédelmi Bizottság (ICNIRP) által közzétett iránymutatásokon alapulnak. Ezek szükségességéről további információt ezek az iránymutatások tartalmaznak, amelyek elérhetők a www.icnirp.org honlapon (lásd a Forrásokat az I. függelékben).

Az elektromágneses terekről szóló irányelv előírja, hogy a tagállamok építsék be az expozíciós határértékeket a nemzeti jogszabályaikba, ezért a munkáltatók számára törvényi előírás, hogy megfeleljenek ezeknek. Az elektromágneses terekről szóló irányelv olyan rendelkezéseket tartalmaz, amelyek lehetővé teszik, hogy a Bizottság szükség esetén felülvizsgálja a beavatkozási szinteket.

**A fő üzenet: beavatkozási szintek és expozíciós határértékek**

A legtöbb munkáltató számára az expozíciós határértékek helyett egyszerűbb a beavatkozási szinteknek való megfelelés bizonyítása, bár elképzelhető, hogy az utóbbi esetében nagyobb a megfelelési távolság. Beavatkozási szinteket határoztak meg néhány, de nem minden közvetett hatás esetében is. A beavatkozási szintek és az expozíciós határértékek általában nem biztosítanak megfelelő védelmet a különösen veszélyeztetett munkavállalók számára.

## 6.1. A közvetlen hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek

Ahogy fent olvasható, a közvetlen hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek a kapcsolódó expozíciós határértékekből származnak számítógépes modellezés használatával és a legkedvezőtlenebb interakció feltételezésével. Ez azt jelenti, hogy a beavatkozási szintnek való megfelelés garantálja a kapcsolódó expozíciós határértéknek való megfelelést. Ugyanakkor sok esetben lehetséges a beavatkozási szint túllépése, miközben a kapcsolódó expozíciós határértéknek továbbra is megfelelnek. A beavatkozási szint és az expozíciós határérték közötti kapcsolatot a

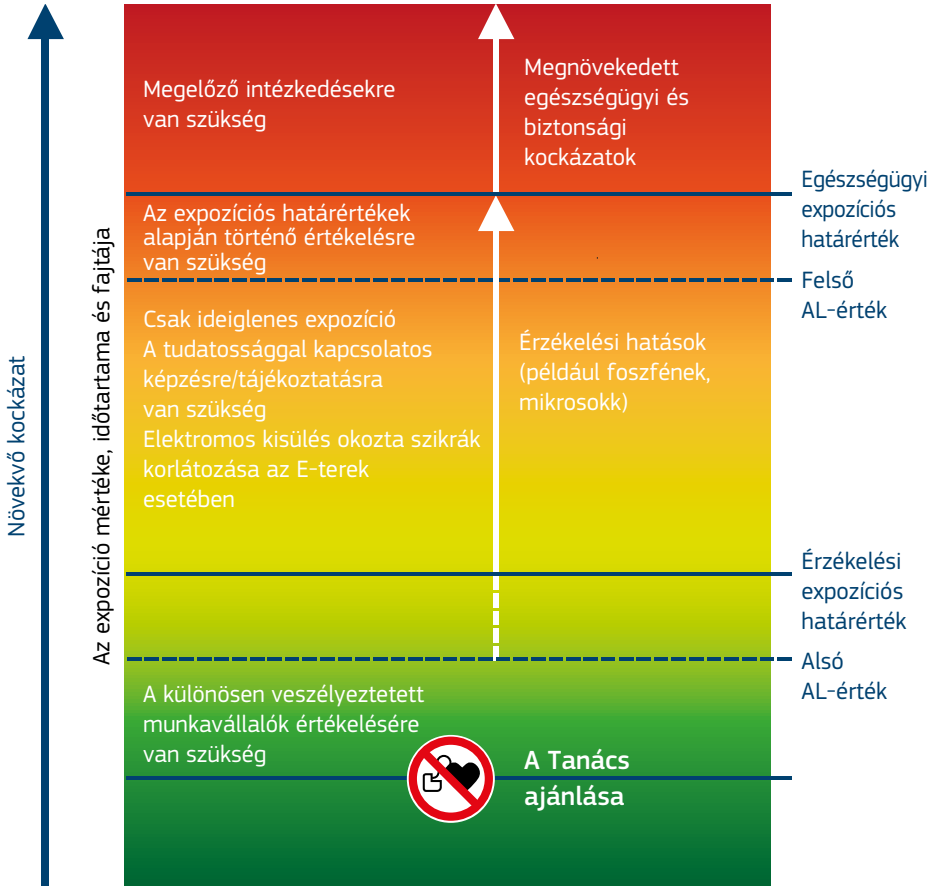
6.3. ábra mutatja be. A legtöbb munkáltató és a legtöbb helyzet esetében a közvetlen hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek viszonylag egyszerű megoldást kínálnak a kapcsolódó expozíciós határértékeknek való megfelelés bizonyítására.

Minden beavatkozási szintet olyan terekre vonatkozóan határoztak meg, amelyeket nem zavar meg a munkavállalók jelenléte.

Ha a beavatkozási szinteknek való megfelelés bizonyítása nem lehetséges, a munkáltatók eldönthetik, hogy óvintézkedéseket és megelőző intézkedéseket hajtanak-e végre vagy közvetlenül az expozíciós határértékeknek való megfelelést értékelik. E döntés során a munkáltatóknak figyelembe kell venniük, hogy az expozíciós határértékek alapján történő értékelés eredményeként továbbra is szükség lehet óvintézkedések és megelőző intézkedések végrehajtására.

A közvetlen hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek kiválasztásának folyamatát a 6.4. ábra folyamatábrája mutatja be.

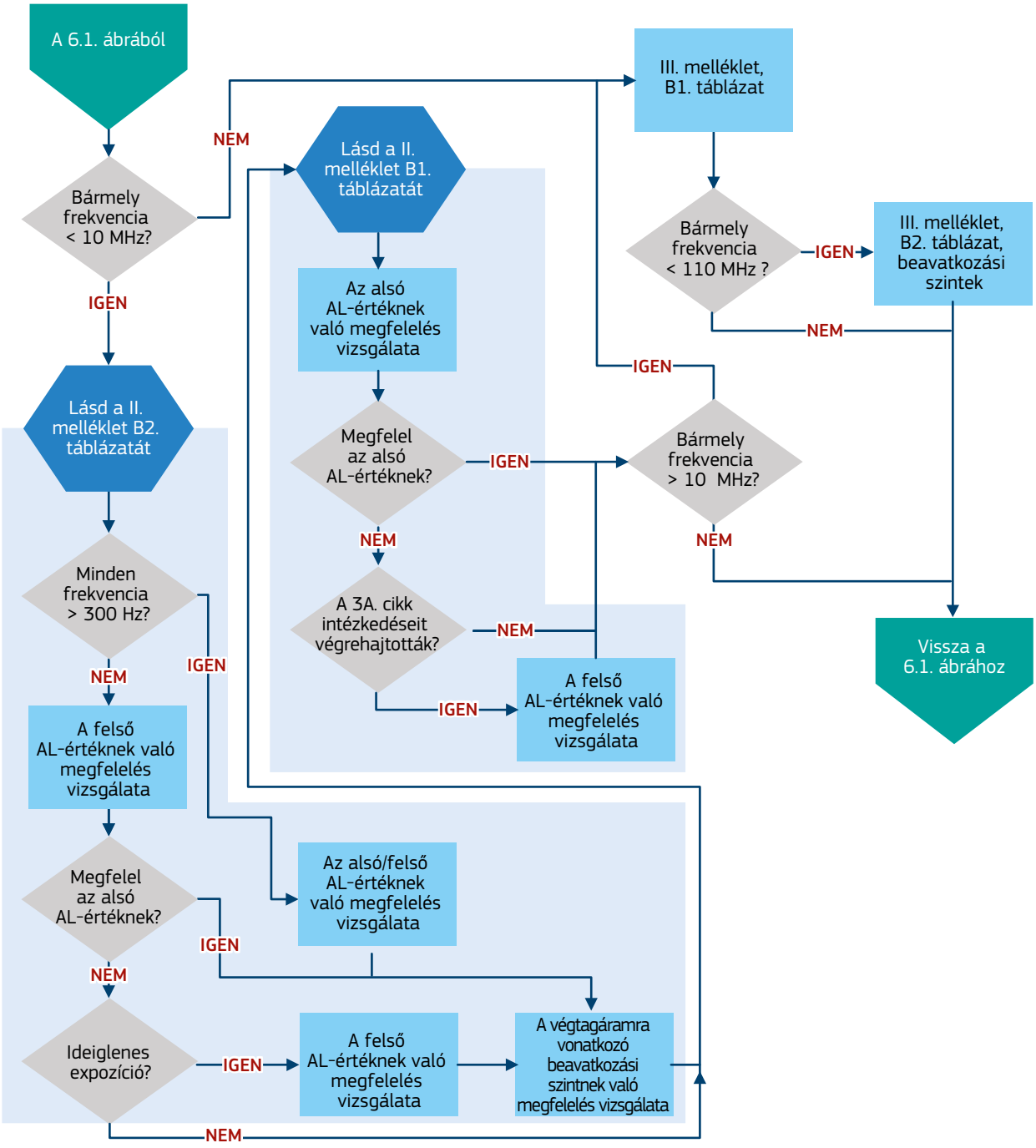
**6.3. ábra: Az expozíciós határértékek és a beavatkozási szintek közötti kapcsolat sematikus ábrázolása**



## 61.1. Elektromos terekre vonatkozó beavatkozási szintek (1 Hz – 10 MHz)

Az elektromágneses terekről szóló irányelv két beavatkozási szintet határoz meg a kisfrekvenciás elektromos terek esetében: egy alsó és egy felső AL-értéket. A fenti 6.3. ábra bemutatja az alsó és a felső AL-érték fogalmát. Az alsó AL-értéknek való megfelelés biztosítja, hogy a vonatkozó expozíciós határértékeket ne lépjék át, valamint megelőzi az elektromos kisülés okozta szikrák bosszantó előfordulását a munkakörnyezetben.

**6.4. ábra: A közvetlen hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek kiválasztásának folyamatábrája. (A „melléklet" az elektromágneses terekről szóló irányelv mellékleteit jelenti.)**




Amennyiben az elektromos térerősség nem haladja meg az alsó AL-értéket, az expozíció a vonatkozó expozíciós határértéket sem haladja meg. Ugyanakkor, ha az elektromos térerősség meghaladja az alsó AL-értéket, a felső AL-értéknek való megfelelés önmagában nem elegendő az elektromos kisülés okozta szikrák bosszantó előfordulásának megelőzésére. Ezért

ebben a helyzetben további műszaki, szervezési és adott esetben egyéni óvintézkedéseket kell végrehajtani az elektromos kisülés okozta szikrák előfordulásának korlátozására.

## 61.2. Mágneses terekre vonatkozó beavatkozási szintek (1 Hz – 10 MHz)

Az elektromágneses terekről szóló irányelv három beavatkozási szintet határoz meg a kisfrekvenciás mágneses terek esetében: ezek az alsó, felső, illetve a végtagok expozíciójára vonatkozó AL-értékek.

Az alsó AL-értékek az érzékelési expozíciós határértékekből származnak (lásd a 6.3.1. szakaszt) oly módon, hogy a megfelelés az érzékelési expozíciós határértékeknek és az egészségügyi expozíciós határértékeknek való megfelelést is garantálja. 300 Hz feletti frekvenciák esetén az alsó AL-értékek megegyeznek a felső AL-értékekkel.

A felső AL-értékeknek való megfelelés garantálja az egészségügyi expozíciós határértékeknek való megfelelést (amelyekből származnak), de nem garantálja az érzékelési expozíciós határértékeknek való megfelelést 300 Hz alatti frekvenciák esetén. Az elektromágneses terekről szóló irányelv lehetővé teszi az alsó AL-értékek túllépését, amennyiben tanúsítható, hogy nem lépik túl az érzékelési expozíciós határértékeket, vagy ha mégis, arra csak ideiglenesen kerül sor. Ugyanakkor az egészségügyi expozíciós határértékek nem léphetők túl. Továbbá a munkavállalókat tájékoztatni kell a lehetséges átmeneti jellegű tünetekről és érzésekről. Átmeneti jellegű tünetek jelentése esetén a munkáltató szükség esetén intézkedik, hogy aktualizálja a kockázatértékelést és a megelőző intézkedéseket.

A végtagok expozíciójára vonatkozó AL-értékeknek való megfelelés biztosítja az egészségügyi expozíciós határértékeknek (amelyekből származnak) való megfelelést. A végtagok expozíciójára vonatkozó AL-értékek figyelembe veszik, hogy a tér gyengébben kapcsolódik a végtagokhoz, és ezért kevésbé korlátozóak, mint a felső AL-értékek. A végtagok expozíciójára vonatkozó AL-értékek használata csak akkor indokolt, ha valószínűtlen, hogy az egész test ugyanakkora térerősségnek van kitéve. Így indokolt a használatuk abban az esetben, ha a munkavállaló elektromágneses teret generáló szerszámot tart a kezében, akkor viszont nem, ha a használatban lévő szerszámot a teste mellett tartják (6.5. ábra). Ha a végtagok expozíciójára vonatkozó értékelést a végtagok expozíciójára vonatkozó AL-értékek alapján végzik el, a szokásos gyakorlat szerint a test expozícióját is értékelik az alsó vagy adott esetben a felső AL-értékek alapján.

**6.5. ábra: Munkavállaló a testéhez közel tartott villamos szerszámmal. Ebben a helyzetben a test és a végtagok expozíciója hasonló, és az alsó/felső AL-értékeknek való megfelelés korlátozó.**



### 61.3. Elektromos és mágneses terekre vonatkozó beavatkozási szintek (100 kHz – 300 GHz)

A 100 kHz és 6 GHz közötti frekvenciák esetében az elektromágneses terekről szóló irányelv az egészségügyi expozíciós határértékekből származtatott beavatkozási szinteket határoz meg az elektromos térerősség és a mágneses indukció vonatkozásában. Mivel az érintett expozíciós határértékek időben átlagolt értékek, az AL négyzetét átlagolni kell bármely hatperces időtartamra.

A 6 GHz feletti frekvenciák esetében az elektromágneses terekről szóló irányelv beavatkozási szinteket határoz meg az elektromos térerősség, a mágneses indukció és a teljesítménysűrűség vonatkozásában. A teljesítménysűrűségre vonatkozó AL-értékeket 20 $cm^2$-es expozíciós területre kell átlagolni azzal a feltétellel, hogy az 1 $cm^2$-re átlagolt térbeli teljesítménysűrűség maximuma nem lépheti túl az AL(S)-érték hússzorosát. A teljesítménysűrűségre vonatkozó AL-értékek emellett időben átlagoltak, bármely hatperces időszakra legfeljebb 10 GHz esetén, illetve $68/f^{1,05}$ időtartamra magasabb frekvenciák esetén (ahol f a GHz-ben kifejezett frekvencia). Az átlagolás időtartama efölött a frekvencia növekedésével csökken, tükrözve a csökkenő behatolási mélységet.

6 GHz feletti frekvenciák esetében az elektromos térerősségre és a mágneses indukcióra vonatkozó AL-értékek a teljesítménysűrűségre vonatkozó expozíciós határértékekből származnak. Ezért, bár az elektromágneses terekről szóló irányelvben explicit módon nem szerepel, a következetesség érdekében az AL(S)-re vonatkozó térbeli és időbeli átlagolási feltételek 6 GHz feletti frekvencia esetén $(AL[E])^2$- és $(AL[B])^2$-értékre is vonatkoznak.

### 61.4. Az indukált végtagáramra vonatkozó beavatkozási szintek (10–110 MHz)

Az elektromágneses terekről szóló irányelv meghatározza a rádiófrekvenciás térnek kitett munkavállaló végtagjaiban indukált rádiófrekvenciás áram nagyságára vonatkozó AL-értékeket. Mivel ez az AL-érték a szövetek melegedéséhez kapcsolódik, az AL négyzetét átlagolni kell bármely hatperces időtartamra.

## 6.2. A közvetett hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek

Az elektromágneses terekről szóló irányelv AL-értékeket határoz meg, hogy védelmet biztosítson néhány, az elektromágneses terekkel kapcsolatos közvetett hatással szemben. A közvetett hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek kiválasztásának folyamatát a 6.6. ábra folyamatábrája mutatja be.

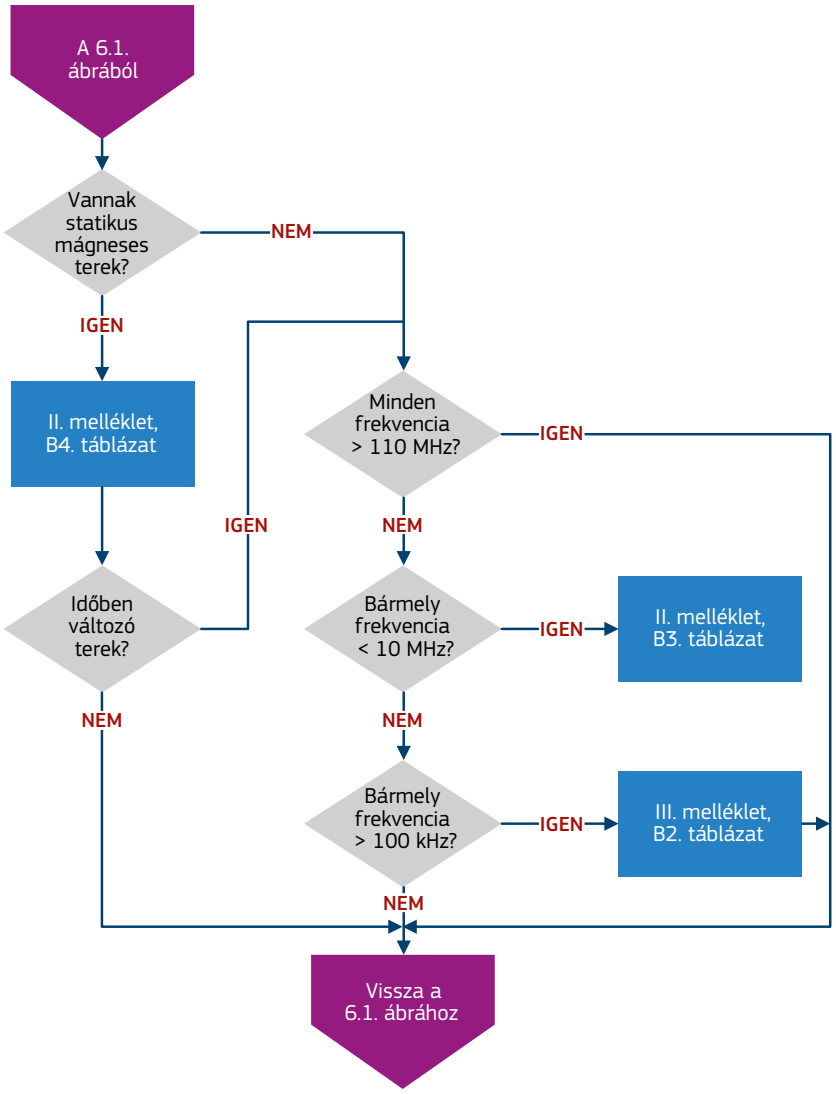
### 62.1. A statikus mágneses terekre vonatkozó beavatkozási szintek

0,5 mT AL-értéket határoznak meg az aktív beültethető orvostechnikai eszközök működését zavaró interferencia korlátozására. Az elektromágneses terekről szóló irányelv emellett 3 mT AL-értéket határoz meg az erős források szórt mezőjében fennálló kilövődési kockázat korlátozása érdekében (> 100 mT).

### 62.2. Az érintési áramra vonatkozó beavatkozási szintek (110 MHz-ig)

Az elektromágneses terekről szóló irányelv az állandósult érintési áramra vonatkozó beavatkozási szinteket határoz meg, hogy korlátozza az áramütés és az égési sérülések kockázatát, amikor egy személy megérint egy vezetőképes tárgyat a térben és csak az egyikük földelt.

**6.6. ábra: A közvetett hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek kiválasztásának folyamatábrája. (A „melléklet” az elektromágneses terekről szóló irányelv mellékleteit jelenti.)**

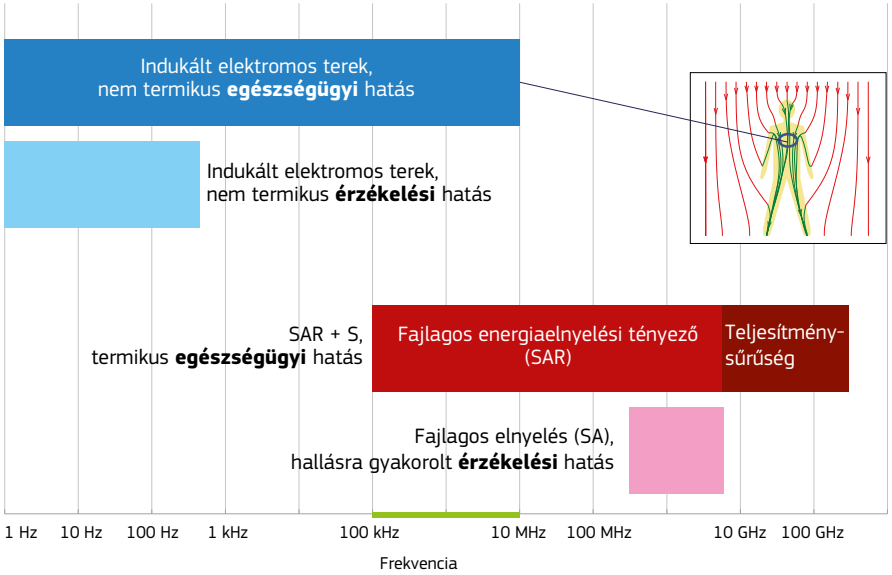



## 6.3. Expozíciós határértékek

### 63.1. Érzékelési és egészségügyi expozíciós határértékek

Az elektromágneses terekről szóló irányelv külön expozíciós határértékeket határoz meg az érzékelési és az egészségügyi hatások vonatkozásában (6.7. ábra). Az érzékelési expozíciós határértékek csak meghatározott frekvenciatartományokra vonatkoznak (0–400 Hz és 0,3–6 GHz). Kisfrekvencia esetén a tér észlelése alacsonyabb expozíciós szinten történik, mint amelyik egészségügyi hatásokat vált ki. A termikus hatásokkal kapcsolatos érzékelési expozíciós határértékek a mikrohullámok hallásának elkerülésén alapulnak, amely hatás csak bizonyos körülmények között jelentkezik (lásd a B. függeléket). Ezzel szemben az egészségügyi expozíciós határértékek minden frekvenciára vonatkoznak. Az érzékelési expozíciós határértékek ideiglenes túllépése bizonyos feltételek mellett általában megengedett.

**6.7. ábra: Frekvenciatartományok, amelyekre eltérő expozíciós határértékek vonatkoznak**




A kék oszlopok a nem termikus hatásokat, a piros oszlopok a termikus hatásokat jelölik.

## 63.2. Expozíciós határértékek (0–1 Hz)

A 0 és 1 Hz közötti frekvenciatartományra vonatkozó expozíciós határértékeket a külső mágneses indukció alapján határozzák meg (az elektromágneses terekről szóló irányelv II. mellékletének A1. táblázata). Az érzékelési expozíciós határértékeket azért határozzák meg, hogy megelőzzék a szédülést és az egyéb érzékelési hatásokat. Ezek főként a szövetekben indukált elektromos terekből származnak, amikor a test erős statikus mágneses térben mozog, bár néhány bizonyíték arra utal, hogy mozgás nélkül is jelentkezhetnek. Ezért az olyan ellenőrzött munkakörnyezetben, ahol a térben való mozgás korlátozott és tájékoztatták a munkavállalókat, megengedhető lehet az érzékelési expozíciós határértékek ideiglenes túllépése, amennyiben a gyakorlat vagy a folyamat indokolja. Ebben az esetben az expozíció nem haladhatja meg az egészségügyi expozíciós határértékeket.

## 63.3. Expozíciós határértékek (1 Hz – 10 MHz)

Az 1 Hz és 10 MHz közötti frekvenciatartományra vonatkozó expozíciós határértékeket a testben indukált belső elektromos terek alapján határozzák meg (az elektromágneses terekről szóló irányelv II. mellékletének A2. és A3. táblázata).

400 Hz frekvenciáig érzékelési és egészségügyi expozíciós határértékeket is meghatároznak. Az érzékelési expozíciós határértékek célja a retinán érzékelt foszfének és az agytevékenységekben fellépő kisebb átmeneti jellegű változások megelőzése. Ezért csak a központi idegrendszer szöveteire vonatkoznak a kitett munkavállalók fejében.

Az egészségügyi expozíciós határértékek 1 Hz és 10 MHz között valamennyi frekvenciára vonatkoznak, és a perifériás és központi idegek stimulációjának megakadályozására szolgálnak. Ezért ezek az expozíciós határértékek a kitett munkavállaló testében található valamennyi szövetre vonatkoznak.

### 63.4. Expozíciós határértékek (100 kHz – 300 GHz)

A 100 kHz és 6 GHz közötti frekvenciatartományban az expozícióból következő melegedés mértéke attól függ, milyen gyorsan nyelődik el az energia a szövetekben. Ezt a fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) határozza meg, amelyet arra használnak, hogy meghatározzák az egészségügyi expozíciós határértékeket, különböző értékekkel az egész testet érő, illetve a lokális expozíció vonatkozásában (az elektromágneses terekről szóló irányelv III. mellékletének A1. táblázata). Az egész testre vonatkozó értékek védenek a termikus stressztől és a hőgutától, és az egész testre átlagolt SAR-ra vonatkoznak. A lokális értékek védenek az egyes szövetek termikus sérüléseitől, és bármely 10 g összefüggő (vagy kapcsolódó) szövetre átlagolt SAR-ra vonatkoznak. Mind az egész testre vonatkozó, mind a helyi SAR hatperces időtartamra átlagolt.

A 300 MHz és 6 GHz közötti frekvenciatartomány esetében olyan érzékelési expozíciós határértékek is léteznek, amelyek célja az impulzusos tereknek való expozíció által okozott, a mikrohullámok hallás útján történő érzékelésének megelőzése (az elektromágneses terekről szóló irányelv III. mellékletének A2. táblázata). Ezeket a fejben található 10 grammnyi testszövetre átlagolt fajlagos energiaelnyelés (SA) alapján határozzák meg.

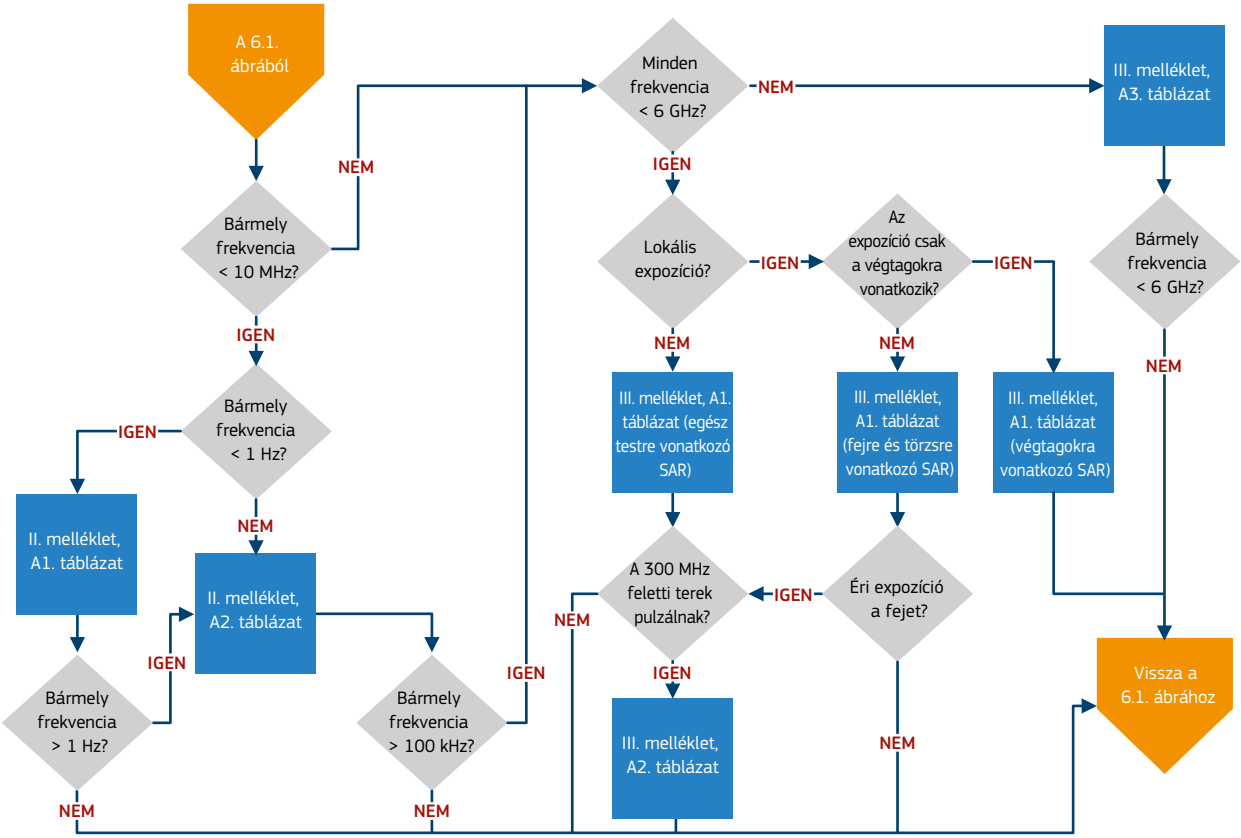
Az elektromágneses terek testbe történő behatolása a rádiófrekvencia-tartományban a frekvencia növekedésével csökken, így a 6 GHz feletti frekvenciák esetében az elektromágneses tér nagyrészt elnyelődik a test felületén. Ez azt jelenti, hogy az ilyen frekvenciák esetében sokkal fontosabb a teljesítménysűrűség testfelületen történő korlátozása, mint a szövettömegben történő energiaelnyelés mértéke. A teljesítménysűrűséget 20 $cm^2$ területre átlagolják, és bármely 1 $cm^2$-re átlagolt teljesítménysűrűség maximuma korlátozott. A 6 és 10 GHz közötti frekvenciatartomány esetében a teljesítménysűrűséget bármely hatperces időtartamra átlagolják. Az átlagolás időtartama efölött a frekvencia növekedésével csökken, tükrözve a csökkenő behatolási mélységet (az elektromágneses terekről szóló irányelv III. mellékletének A3. táblázata).

## 6.4. Eltérések

Az elektromágneses terekről szóló irányelv 10. cikke három helyzetben lehetővé teszi a 3. cikktől (expozíciós határértékek és beavatkozási szintek) való feltételes eltérést. A 10. cikk nem befolyásolja a munkáltatóknak az 5. cikk (1) bekezdése értelmében fennálló, arra vonatozó általános kötelezettségét, hogy biztosítsák a munkahelyi elektromágneses terekből fakadó kockázatok megszüntetését vagy minimalizálását.

Az első, a mágnesesrezonancia-képalkotásnak (MRI) az egészségügyben való használatával kapcsolatos eltérés nem tetszés szerinti. A többi eltérést a tagállamok belátására bízták.

**6.8. ábra: Az expozíciós határértékek kiválasztásának folyamatábrája**




## 64.1. MRI-eltérés

Ha az expozíció az egészségügyi ágazatban a páciensek vizsgálatára használt mágnesesrezonancia-képalkotó (MRI) berendezések üzembe helyezéséhez, teszteléséhez, használatához, fejlesztéséhez, karbantartásához vagy az azzal kapcsolatos kutatáshoz kapcsolódik, az expozíció az alábbi feltételek mellett meghaladhatja az expozíciós határértékeket:

i. a kockázatértékelés megállapította az expozíciós határértékek túllépését;

ii. a rendelkezésre álló lehető legkorszerűbb műszaki és/vagy szervezési intézkedések mindegyikét végrehajtották;

iii. a körülmények kellően indokolják az expozíciós határérték túllépését;

iv. figyelembe vették a munkahely, a munkaeszközök, illetve a munka gyakorlati vonatkozásainak jellemzőit;

v. a munkáltató bizonyítja, hogy a munkavállalókat továbbra is védik a káros egészségügyi hatásokkal és biztonsági kockázatokkal szemben, többek között biztosítva, hogy betartják a gyártó által a biztonságos használatra vonatkozóan megadott utasításokat.

A munkáltatók számára szóló, az MRI-eltérésnek való megfeleléssel kapcsolatos további iránymutatás az útmutató F. függelékében található.

## 64.2. Katonai eltérés

A tagállamok engedélyezhetik egyenértékű védelmi rendszerek alkalmazását az operatív katonai létesítményekben dolgozó vagy katonai tevékenységben részt vevő személyzet tekintetében. Az ilyen eltérés feltétele a káros egészségügyi hatások és a biztonsági kockázatok megelőzése.

## 64.3. Általános eltérés

A tagállamok a másik két eltérés hatálya alá nem tartozó meghatározott ágazatokban vagy meghatározott tevékenységek tekintetében, kellően indokolt esetekben engedélyezhetik az expozíciós határértékek ideiglenes túllépését. Ahhoz, hogy a körülmények kellően indokoltak legyenek, az alábbi feltételeknek kell teljesülniük:

i. a kockázatértékelés megállapította az expozíciós határértékek túllépését;

ii. a rendelkezésre álló lehető legkorszerűbb műszaki és/vagy szervezési intézkedések mindegyikét végrehajtották;

iii. figyelembe vették a munkahely, a munkaeszközök, illetve a munka gyakorlati vonatkozásainak jellemzőit;

iv. a munkáltató bizonyítja, hogy a munkavállalók továbbra is védve vannak a káros egészségügyi hatásokkal és biztonsági kockázatokkal szemben, többek között összevethető, célzottabb, nemzetközileg elismert szabványok és iránymutatások alkalmazásával.

# 7. ADATBÁZISOK ÉS A GYÁRTÓ ÁLTAL BIZTOSÍTOTT KIBOCSÁTÁSI ADATOK HASZNÁLATA

Elképzelhető, hogy az expozícióval kapcsolatos információk beszerezhetők a berendezések gyártóitól. Emellett a kormányzati intézmények, a szakmai szervezetek vagy a szakmai szövetségek általános expozíciós értékelésekkel kapcsolatos adatbázisokat dolgozhatnak ki és tarthatnak karban. Ha ez a fajta információ rendelkezésre áll és releváns, a munkáltatók számára ez a legegyszerűbb módja annak, hogy megállapítsák az elektromágneses terekről szóló irányelvnek való megfelelést. Ebből következik, hogy a munkáltatók többsége ezt a lehetőséget választja, mielőtt számításba venné az expozíció mérések vagy számítások alapján történő értékelését.

## 7.1. A gyártók által biztosított információk használata

Fontos, hogy a munkáltatók felismerjék, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelv szerinti felelősségük inkább a munkavállalók teljes expozíciójához, semmint egy adott berendezés általi expozícióhoz kapcsolódik. Az értékelésnek ezért a munkakörnyezetben található valamennyi forrásból származó expozíciót figyelembe kell vennie. Ezzel szemben, ahol a gyártók információkat adnak meg, az az általuk gyártott berendezésre vonatkozik.

A berendezések legtöbb fajtája esetén a térerősség a forrástól távolodva nagyon gyorsan csökken (lásd a 3.2. ábrát). Ez azt jelenti, hogy sok esetben a munkavállalói expozíciót elsődlegesen egy vagy a legrosszabb esetben több, a munkaállomás közvetlen környezetében lévő berendezés határozza meg. Ezért a munkáltatók gyakran igényelnek tájékoztatást azzal kapcsolatban, hogyan csökken a térerősség a berendezéstől távolodva. A több forrásból származó munkavállalói expozíció figyelembevételekor a munkáltatóknak nem szabad elfeledkezniük az olyan kiegészítők által indukált terekről, mint a tápkábelek, tápegységek és kapcsolószerkezetek.

A gyártók által adott információk potenciálisan egyszerű megoldást kínálnak az expozíció értékelésének problémájára, de a munkáltatóknak körültekintően kell használniuk őket. A gyártók több okból kifolyólag adnak tájékoztatást a berendezéseikkel kapcsolatos elektromágneses terekről. Például a gyártók tájékoztatást nyújthatnak egy berendezés által indukált tér erősségéről, mert ez fontos a berendezés működéséhez és része a műszaki leírásnak. Azért is adhatnak tájékoztatást, hogy igazolják a termékekről szóló európai irányelvek elektromágneses összeférhetőségre vonatkozó követelményeinek való megfelelést (lásd a G. függeléket). Ez az információ fontos lehet az interferenciával kapcsolatos biztonsági kérdések vonatkozásában, de az expozíció értékelését tekintve nem hasznos.

A munkáltató szempontjából a leghasznosabb információ a tipikus munkavállalói expozíciónak a berendezés szokásos használata során történő értékelése, valamint a térerősség csökkenésének módja a távolság függvényében. Vagy a beavatkozási szintekhez kapcsolódó, a berendezés körüli különböző elérhető pontokon mért térerősség feltüntetése lehetővé tenné, hogy a munkáltatók saját maguk értékeljék a megfelelést a használat során.

**A fő üzenet: az adatbázisokból és a gyártóktól származó információk**

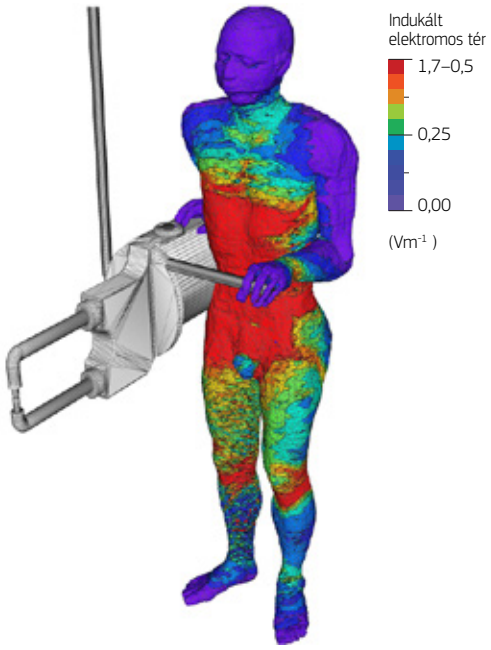
Ahol elérhetők adatbázisokból és gyártóktól származó információk, a munkáltatók sokkal egyszerűbben állapíthatják meg a megfelelést, mintha konkrét értékelést végeznének. A gépgyártók jogi kötelezettsége arról gondoskodni, hogy a kibocsátások ne legyenek veszélyesek az emberekre (lásd a H. függeléket). Emellett tájékoztatást kell adniuk a fennmaradó kockázatokról és a valószínű kibocsátásokról, amelyek ártalmasak lehetnek többek között a beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyekre.

## 71.1. A gyártói értékelés alapja

Elképzelhető, hogy néhány gyártó közzéteszi a berendezései szabványosított eljárásokkal készült értékelését. Ugyanakkor sok mérési szabványt inkább a kibocsátás, semmint az emberi expozíció szempontjából dolgoztak ki. Ezeket a kibocsátásokra vonatkozó szabványokat azért dolgozták ki, hogy az elektromos készülékek bizonyos fajtái által indukált elektromágneses terek erősségének laboratóriumi vizsgálatára szolgáló szabványosított eljárásokat biztosítsanak. A tér adott pontján tapasztalható értékre összpontosítanak, és hasznosak a különböző készülékek összehasonlítása szempontjából. Ugyanakkor elképzelhető, hogy korlátozott értékkel bírnak a szokásos használat közbeni expozíciónak a beavatkozási szintek vagy az expozíciós határértékek szerint történő értékelése során.

Például a hegesztőberendezések megfelelési vizsgálatára vonatkozó jelenlegi harmonizált szabvány ajánlása szerint a mérendő terek 20 cm távolságra helyezkedjenek el a hegesztőkábeltől, mert ez jobban reprodukálható mérést eredményez. Ugyanakkor a mindennapi használat során a kábel kapcsolatba kerülhet a munkavállaló testével, és közel lehet a munkavállaló fejében lévő érzékeny szövetekhez. A 7.1. ábra bemutatja, hogy a ponthegesztőpisztoly közel helyezkedik el a munkavállaló testéhez, jóval a meghatározott 20 cm-en belül. A szabvány jövőbeli kiadásaiban korrigálni fogják ezt a gyengeséget.

**7.1. ábra: Az indukált elektromos tér eloszlása az emberi modellben a hordozható ponthegesztőpisztolynak való expozíció következtében. Ez arra mutat példát, hogy az elektromágneses tér forrása jóval kevesebb mint 20 cm-re helyezkedik el a testtől.**




Megjegyzés: Az ábrán szereplő példa csak illusztráció, és nem vetítendő ki konkrét helyzetekre.

Azt mutatja meg, hogy a gyártó által közzétett adatok használatát megelőzően fontos megérteni, melyik szabványt alkalmazták és milyen célt szolgálnak az adatok.

## 7.2. Értékelési adatbázisok

Az egyes ipari ágazatok általános értékelési adatbázisai nagyon hasznosak lehetnek. Ezeket kormányzati intézmények, szakmai testületek vagy szakmai szövetségek állíthatják össze. Minden esetben fő szempont, hogy megtakarítsák az egyes munkáltatók által a konkrét vizsgálatok elvégzésére fordított időt és költségeket. Ahol a berendezések és a munkamódszerek meglehetősen szabványosak, ez gyakorlatias és költséghatékony megközelítés.

Az adatbázisokból származó információk használatának megfontolásakor a munkáltatóknak ellenőrizniük kell, hogy a berendezést rendeltetésszerűen használják-e az adatbázis számára készült értékelés során és az adott munkahelyen. Emellett elképzelhető, hogy az értékelési adatok nem relevánsak, ha a berendezés kora nagymértékben eltér vagy nem megfelelően tartották karban a berendezést.

Az Európai Bizottság támogatta egy olyan szoftvercsomag kidolgozását, amely segíteni kíván a munkáltatóknak a hegesztési és a kapcsolódó folyamatok értékelésében. Az ezzel a projekttel kapcsolatos további információk elérhetők az EMFWELD honlapján (www.emfweld.com).

## 7.3. Tájékoztatás a gyártók részéről

A gépekről szóló irányelv (lásd a G. függeléket) hatálya alá tartozó berendezéseket előállító gyártókra konkrét tájékoztatási kötelezettségek vonatkoznak. Az alapvető követelmények teljesítése érdekében a gyártóknak tájékoztatást kell adniuk a fennmaradó kockázatokról és a felhasználó által végrehajtandó óvintézkedésekről.

Konkrétabban, amikor a gép valószínűleg nem ionizáló sugárzást bocsát ki, amely káros lehet különösen az orvosi implantátumot viselők számára, a gyártóknak tájékoztatást kell adniuk a kibocsátásról a gép kezelője és bármely más kitett személy vonatkozásában.

### 73.1. Értékelési szabványok

A szabványügyi testületek tevékenyen részt vesznek a szabványok kidolgozásában, hogy útmutatást nyújtsanak a gyártók számára a kibocsátásértékelési folyamat során az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott beavatkozási szintek és expozíciós határértékek vonatkozásában. Néhány esetben ezek a szabványok azt is meghatározzák, hogyan közöljék az értékelés eredményeit a berendezések vevőivel.

Ezért bármely gyártó számára az legyen az első lépés, hogy ellenőrzi, tettek-e közzé vonatkozó szabványt, és az kapcsolódik-e az elektromágneses terekről szóló aktuális irányelvhez. Ha létezik vonatkozó szabvány és tanáccsal szolgál az értékelési eredmények közlésével kapcsolatban, a gyártóknak követniük kell azt.

A gyártók úgy is dönthetnek, hogy további, a szabványban nem meghatározott információkat nyújtanak, amennyiben úgy érzik, az hasznos a vevő számára.

## 73.2. Vonatkozó szabványok hiányában

Amennyiben nincsenek a gyártó számára útmutatást nyújtó releváns szabványok, az alábbi értékelési információnak lehetővé kell tennie a vevő számára a megfelelő értékelés elvégzését az adott munkahelyen.

Az első három információ háttér-információt nyújt a vevő számára azzal kapcsolatban, milyen fajta hatások várhatók, és hogyan végezték az értékelést. Fontos, hogy a vevő tudja, hogy az értékelés során fennálló üzemi viszonyok tükrözik-e a berendezés jövőbeli használatának módját.

A következő két információ segít megérteni a kezelő valószínű expozícióját és azt, hogy szükség van-e korlátozások bevezetésére vagy a személyzet oktatására.

A két utolsó információ az ugyanazon a területen található több berendezés hatásának egyszerű értékelésére használható. A munkáltatók a beavatkozási szintek vagy az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban szereplő referenciaszintek százalékos értékeit mutató kontúrtérképek használatával egyszerűen értékelhetik az egymás közvetlen közelében található berendezések halmozódó hatásait.

Ez a megközelítés gyakran nagyobbra becsüli a létrejövő tér erősségét. Ennek az az oka, hogy elképzelhető, hogy nem valamennyi forrás működik egyidejűleg és a fáziskülönbségek miatt gyakran kioltódnak a terek. Ugyanakkor ez a megközelítés egyszerűen alkalmazható, és a legtöbb vevő számára megkönnyíti a megfelelés bizonyítását.

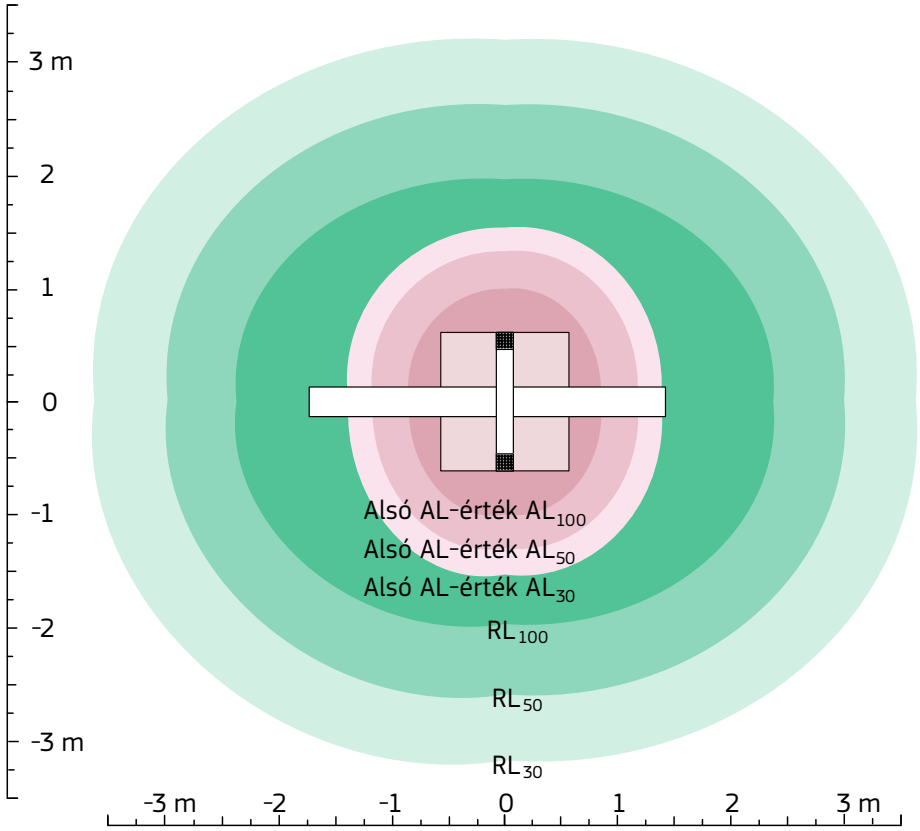
**7.1. táblázat: Javaslatok a gyártók által nyújtott információkra**

| | |
|---|---|
| A munkahelyi értékelés során figyelembe veendő kérdések: | • nem termikus hatások<br>• termikus hatások<br>• közvetett hatások (határozza meg őket) |
| Az értékelés elvégzésekor fennálló üzemi viszonyok: | • az energiaforrás maximális kapacitása<br>• a legrosszabb esetre vonatkozó beállítások (határozza meg őket)<br>• szokásos beállítások (határozza meg őket) |
| Az értékelés eredményére alkalmazott átlagolás:<br>• térbeli<br>• időbeli | |
| Az expozíció a rendeltetésszerű használat során a kezelő szokásos pozíciójában meghaladja-e az alábbi értékeket:<br>• alsó AL-érték<br>• felső AL-érték<br>• végtagáramra vonatkozó AL-érték<br>VAGY | • érzékelési expozíciós határérték<br>• egészségügyi expozíciós határérték |
| Az expozíció a rendeltetésszerű használat esetén a kezelő szokásos pozíciójában meghaladja-e az 1999/519/EK tanácsi ajánlás vonatkozó értékeit az alábbiak esetében:<br>• referenciaszint VAGY | • alapvető korlátozás |
| Ahol a térerősség meghaladhat egy vagy több AL-értéket, adják meg a maximális távolságot vagy lehetőség szerint a kontúrtervet az AL alábbi értékei számára:<br>• 100%<br>• 50%<br>• 30%. | |
| Ahol a térerősség meghaladhat egy vagy több referenciaszintet, adják meg a maximális távolságot vagy lehetőség szerint a kontúrtervet a referenciaszintek alábbi értékei számára:<br>• 100%<br>• 50%<br>• 30% | |

A fizikai megfontolások általában korlátozzák az egymás közvetlen közelében elhelyezhető berendezések számát. Mivel a térerősség a távolsággal általában gyorsan csökken (lásd a 3. fejezetet), a távolabb elhelyezett berendezések valószínűleg nem járulnak hozzá jelentős mértékben az expozícióhoz.

A 7.2. ábra bemutatja a berendezésekhez biztosítható kontúrtérképeket.

**7.2. ábra: Kontúrtérképek, amelyeket a gyártók a felhasználók rendelkezésére bocsáthatnak, hogy segítsenek annak biztosításában, hogy a munkahelyen lévő több berendezés halmozódó hatása ne vezessen a beavatkozási szintek meghaladásához**




A példában egy általános berendezés szerepel, és a kontúrok feltüntetik azokat a távolságokat, amelyek esetében a tér a vonatkozó beavatkozási szint 100%-ának, 50%-ának és 30%-ának felel meg (indexszámmal jelölve). Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban szereplő referenciaszintek (a jelölése RL) egyenértékű kontúrjait is feltüntetik, hogy segítsenek a különösen veszélyeztetett munkavállalók érdekében végzett értékelésben.

# 8. AZ EXPOZÍCIÓ KISZÁMÍTÁSA VAGY MÉRÉSE

Az elektromágneses tereknek való expozíció értékelése speciális tudást igénylő feladat, és kevés munkáltató rendelkezik megfelelő szakértelemmel ahhoz, hogy maga végezze el ezeket az értékeléseket. A külső vállalkozó bevonása azonban költséges alternatíva lehet. A munkáltatóknak általában mérlegelniük kell ennek, valamint az egyszerű óvintézkedések vagy megelőző intézkedések végrehajtásának költségeit (lásd a 9. fejezetet). A rendelkezésre álló lehetőségek mérlegelésekor fontos tisztában lenni azzal, hogy az értékelés eredményeként egyébként is kötelező lehet óvintézkedések vagy megelőző intézkedések végrehajtása. Ahogy az útmutató korábbi részében szerepel, a térerősség gyakran gyorsan csökken a távolsággal, ezért a berendezések közvetlen környezetéhez való hozzáférés korlátozása olcsó és hatékony megoldás lehet.

## 8.1. Az elektromágneses terekről szóló irányelv követelményei

Az elektromágneses terekről szóló irányelv egyértelműen előírja, hogy a munkáltatóknak értékelniük kell a munkahelyi elektromágneses terekből fakadó, a munkavállalókat fenyegető kockázatokat. A kockázatértékelés részeként a munkáltatóknak azonosítaniuk és értékelniük kell a munkahelyi elektromágneses tereket. Ugyanakkor ehhez nincs szükség számításokra vagy mérésekre, mert a munkáltatóknak jogukban áll figyelembe venni a gyártók vagy a forgalmazók által biztosított kibocsátási és a biztonsággal kapcsolatos egyéb adatokat. A munkáltatók csak akkor kötelesek számításokat vagy méréseket végezni, ha az expozíciós határértékeknek való megfelelés más módon nem igazolható megbízható módon.

Ha a gyártók expozíciós adatokat vagy kockázatértékelést bocsátanak rendelkezésre, az általában egyszerűbb és olcsóbb megoldást jelent a megfelelés bizonyítására. Hasonlóképpen, ahol releváns általános értékelési adatok állnak rendelkezésre a kormányzati intézményektől, a szakmai testületektől és a szakmai szövetségektől, a munkáltatók számára általában könnyebb ezek használata, mint expozíciós értékelések végzése. A 7. fejezet foglalkozik részletesebben mindkét lehetőséggel.

## 8.2. Munkahelyi értékelések

Ahol a munkáltatók úgy döntenek, hogy szükség van a munkahely expozíciós értékelésére, gyakran több lehetőség áll rendelkezésre. Az első döntés az lesz, hogy számítások vagy mérések révén értékeljék-e az expozíciót. Mindkettő elfogadható megközelítés az elektromágneses terekről szóló irányelvnek való megfelelés bizonyítására, és mindkettő számos, eltérő összetettségű lehetőséget kínálhat.

Az egyszerű értékelési módszerek gyakran feltételezéseken vagy közelítéseken alapulnak, aminek következtében túlbecsülik az expozíció mértékét. Az összetettebb értékelési módszerek ezért valószínűleg kisebb megfelelési távolságot eredményeznek, de szinte bizonyos, hogy több időt igényelnek és költségesebbek. Ebből következik, hogy a végső döntést az adott munka és munkahely sajátos körülményei határozzák meg. Ugyanakkor sok munkáltató számára tökéletesen megfelel a viszonylag egyszerű értékelés.

Az elektromágneses tereknek való expozíció értékelése gyakran összetett. Az expozíció saját értékelésére vállalkozó munkáltatóknak ezért figyelembe kell venniük a munkát végző személyek kompetenciáját. Néhány munkavállaló rendelkezik a szükséges

tudással és készségekkel házon belül, de a többségük számára jelentős beruházást igényel ezeknek a készségeknek a megszerzése.

A mérés alapú értékelés esetén további beruházásokat jelent a szükséges eszközök beszerzése és folyamatos kalibrálása. Az értékelést végző személyeknek ismerniük kell az eszközöktől elvárható műszaki teljesítményt, hogy biztosítsák a megfelelő eszközök beszerzését. Emellett tudniuk kell, hogyan alkalmazzák az eszközt „a terepen", és ismerniük kell a buktatókat. Fel kell tudniuk ismerni, hogy a mérések olyan pillanatnyi állapotot mutatnak, amely a berendezés működési paramétereitől függ az értékelés időpontjában. A nem gyakran végzett értékelések esetén a munkáltatók úgy találhatják, hogy költséghatékonyabb, ha egy jó hírű szolgáltatótól bérlik az eszközöket.

Végezetül fontos annak felismerése, hogy az értékelés elvégzése nem pusztán a terek megméréséből áll. Fontos az elvégzett munka természetének értékelése, hogy meghatározható legyen a munkavállalók pozíciója. Az olyan frekvenciák esetében, amelyeknél megengedett az időbeli átlagolás, emellett fontos dokumentálni a berendezés feladatciklusait, illetve felbecsülni a területek foglaltságának időtartamát.

## 8.3. Különleges esetek

Több olyan szituáció létezik, amelyben az expozíció szokatlanul összetett. A D. függelék néhány ilyen szituációt tovább részletez, ahogy azt a 8.1. táblázat mutatja.

**8.1. táblázat: További iránymutatás az összetett expozíciós értékelésekhez**

| Értékelési forgatókönyv | Függelék |
|---|---|
| Nem egyenletes expozíció | D2. |
| A 100 kHz és 10 MHz közötti frekvenciájú tereknek való expozíció | D3. |
| Többfrekvenciás tereknek való egyidejű expozíció | D3. |
| Nem szinuszos tereknek való expozíció | D3. |
| A 0 és 1 Hz közötti frekvenciájú terek értékelése | D4. |

## 8.4. További segítség kérése

Ahol a munkáltatók még nem rendelkeznek az értékelés elvégzéséhez szükséges szakértelemmel, illetve mérések esetén a mérőeszközökkel, jelentős beruházásra van szükség. Néhány munkáltató számára lehet, hogy ez megéri, de a többség számára nem.

A külső segítséget kereső munkáltatóknak tisztában kell lenniük azzal, hogy számos különböző szolgáltatóhoz fordulhatnak. Az alábbi szervezettípusok rendelkezhetnek a szükséges szakértelemmel és mérőeszközökkel ahhoz, hogy segítsenek:

- nemzeti egészségvédelmi és biztonsági létesítmények;
- néhány helyi vagy nemzeti hatóság olcsó értékelési szolgáltatásokat kínál a területén működő munkáltatók számára;
- kutatással foglalkozó létesítmények (például egyetemek);
- mérőeszközök gyártói vagy a képviselőik;
- szakértő kereskedelmi tanácsadó ügynökségek.

A külső szolgáltatótól kért segítség esetén a munkáltató meggyőződhet arról, hogy a szolgáltató kompetens az igényelt szolgáltatás terén. A munkáltatóknak meg kell győződniük arról, hogy a szolgáltató:

- olyan személyzettel rendelkezik, amely ismeri a vonatkozó expozíciós határértékek és beavatkozási szintek alkalmazását, és gyakorlott benne, és ugyanez vonatkozik a szükséges számítási módszerekre;
- olyan személyzettel rendelkezik, amely ismeri a szükséges értékelés típusát, és gyakorlattal rendelkezik benne;
- az adott terek mérésére alkalmas eszközöket használ, szem előtt tartva olyan tényezőket, mint a frekvenciakomponensek, az impulzus jellemzői és a hullámformák alakja;
- bizonyítani tudja a kalibráció visszavezethetőségét valamely megfelelő nemzeti szabványra;
- képes megbecsülni a mérések bizonytalanságát.

A munkáltató a külső szolgáltatótól függ a megfelelő beavatkozási szintek vagy expozíciós határértékek kiválasztása és az összehasonlítás céljából megfelelő adatok összeállítása terén. A szolgáltatóknak az adatok megbízhatósága érdekében minőségbiztosítási rendszerrel kell rendelkezniük. Emellett írásbeli jelentést kell írniuk, amely tájékoztatja a munkáltatót arról, mit jelent az értékelés és egyértelmű következtetéseket von le. A jelentésnek adott esetben további intézkedésekre vonatkozó ajánlásokat kell tennie.

**A fő üzenet: az expozíció mérése vagy kiszámítása**

Az expozíció mérés vagy számítás alapján történő értékelése általában összetett és kerülendő, ha elérhetők más forrásokból, például a gyártóktól vagy adatbázisokból származó információk. Ha szükség van az értékelésre, a munkáltatóknak gondosan mérlegelniük kell, hogy képesek-e azt egyedül elvégezni.

Sok munkáltató számára költséghatékonyabb lehet külső segítséget igénybe venni, de ezekben az esetekben meg kell bizonyosodniuk arról, hogy a szolgáltatók megfelelő műszerekkel, kompetenciával és tapasztalattal rendelkeznek az értékelés elvégzéséhez.

4. szakasz

# ESETLEGES TOVÁBBI INTÉZKEDÉSEK?

# 9. ÓVINTÉZKEDÉSEK ÉS MEGELŐZŐ INTÉZKEDÉSEK

A megfelelő óvintézkedések vagy megelőző intézkedések adott helyzetre történő kiválasztását a kockázatértékelés eredménye határozza meg. Tájékoztatást nyújt arról, milyen veszélyes expozíciók fordulhatnak elő. A kockázat-ellenőrzési intézkedések kiválasztásánál az elvégzendő munka természetét is figyelembe kell venni.

Ahogy a 6. fejezetben olvasható, ha bizonyítható, hogy a beavatkozási szinteket vagy az expozíciós határértékeket nem lépik át és nem áll fenn jelentős kockázat a közvetett hatásokból kifolyólag vagy a különösen veszélyeztetett munkavállalók esetében, akkor nincs szükség további intézkedésekre.

Az olyan területek esetében, ahol fennáll a beavatkozási szintek vagy az expozíciós határértékek túllépésének vagy a közvetett hatások előfordulásának kockázata, a munkáltatóknak mérlegelniük kell, hogy a terület hozzáférhető legyen-e a terek fennállása idején. Ha a terület hozzáférhetősége egyéb okokból (például a magas feszültség miatt) már megfelelően korlátozott, általában nincs szükség további intézkedésekre. Ellenkező esetben a munkáltatóknak általában további intézkedéseket kell végrehajtaniuk.

Ha további óvintézkedéseket vagy megelőző intézkedéseket vezetnek be, felül kell vizsgálni a kockázatértékelés vonatkozó aspektusait, hogy meghatározzák, megszüntettek-e vagy a minimumra korlátoztak-e valamennyi kockázatot.

Az óvintézkedéseknek vagy megelőző intézkedéseknek a munkahelyek vagy berendezések tervezése és telepítése során történő bevezetése általában jelentős előnyökkel járhat a biztonság és az üzemeltetés szempontjából. A későbbi időpontban történő végrehajtás jelentős költségekkel járhat.

## 9.1. A megelőzés alapelvei

Ahol óvintézkedésekre és megelőző intézkedésekre van szükség, a keretirányelv 6. cikke meghatározza a megelőzés alapelveit, amelyek valamennyi kockázat esetében alkalmazandók (lásd a 9.1. táblázatot).

**9.1. táblázat: A megelőzésnek a keretirányelvben meghatározott alapelvei**

| A megelőzés alapelvei: |
|---|
| A kockázatok elkerülése |
| A nem elkerülhető kockázatok értékelése |
| A kockázatok leküzdése a forrásnál |
| A munkának az egyénhez történő igazítása, különösen a munkahelyek tervezése, a munkavégzéshez használt berendezések kiválasztása, valamint a munka- és gyártási módszerek kiválasztása vonatkozásában |
| A műszaki fejlődéshez történő hozzáigazítás |
| A veszélyes tényezőknek nem vagy kevésbé veszélyessel való helyettesítése |
| Koherens, átfogó megelőzési politika kidolgozása, amely kiterjed a technológiára, a munkaszervezésre, a munkakörülményekre, a szociális kapcsolatokra és a munkakörnyezettel kapcsolatos tényezőkre |
| A kollektív védelem elsőbbsége az egyéni óvintézkedésekkel szemben |
| Megfelelő utasítások adása a munkavállalóknak |

## 9.2. A veszélyforrások kiküszöbölése

A kockázatok ellenőrzésének leghatékonyabb módja a veszélyforrások teljes kiküszöbölése. Ez magában foglalhat egy olyan alternatív folyamatra történő áttérést, amely nem jár erős elektromágneses terek kialakulásával. Például az elektromos ellenállás-hegesztésről áttérhetnek a lézerhegesztésre. Ugyanakkor ismert, hogy ez nem mindig valósítható meg. Gyakran nincs megfelelő helyettesítő folyamat, vagy az elérhető alternatívák más típusú veszélyekhez vezethetnek (a fenti példában például nagy teljesítményű lézersugár jelenlétéhez), amely ugyanakkora vagy nagyobb kockázatot jelent a munkavállalók számára.

A veszélyforrások kiküszöbölése gyakran az egész folyamat újratervezésével és új berendezésekbe történő jelentős beruházásokkal jár. Ezért gyakran csak a kezdeti szakaszban vagy egy jelentősebb eszközcsere során valósítható meg. Ilyenkor azonban mérlegelni kell az alternatív megoldások használatát, hogy ugyanazt az eredményt érjék el erős elektromágneses terek képződése nélkül.

## 9.3. Kevésbé veszélyes folyamattal vagy berendezéssel történő helyettesítés

Az elektromágneses terekből fakadó kockázatok csökkentésének egyik hatékony módja, ha a meglévő folyamatokat vagy berendezéseket kevesebb elektromágneses tér kialakulásához vezető folyamatokkal vagy berendezésekkel helyettesítik. Például a műanyagok dielektromos hegesztése a legegyszerűbb formájában azzal járhat, hogy a hegesztő erős sugárzó rádiófrekvenciás elektromágneses tereknek van kitéve, illetve a kitett elektródok érintése révén akár az égési sérülések kockázata is fennáll. Általában tervezhetők olyan berendezések, amelyek árnyékolása korlátozza a sugárzó tér erősségét, gyakran automatizálással együtt, hogy növeljék a kezelő és az elektródok elkülönítését.

A meglévő üzem jobban automatizált és jobban árnyékolt berendezésekkel történő lecserélése általában növeli a folyamat hatékonyságát, de jelentős tőkét igényel. Ezért ez a megoldás általában csak akkor életképes, ha a berendezések szokásos cseréjének részeként kerül rá sor.

**A fő üzenet: a kockázatok csökkentésére irányuló intézkedések**

Ahol a kockázatok nem csökkenthetők a megszüntetésük vagy helyettesítés révén, további intézkedéseket kell bevezetni. Ehhez sok lehetőség áll a munkáltatók rendelkezésére, és általában véve a műszaki és szervezési intézkedések élveznek elsőbbséget, mert ezek kollektív védelmet biztosítanak. Az elektromágneses terekből fakadó kockázatok csökkentésére alkalmazható intézkedések közül sok hasonló az egyéb munkahelyi veszélyek esetén használt intézkedésekhez.

## 9.4. Műszaki intézkedések

Ha van lehetőség műszaki intézkedések végrehajtására, annak az az előnye, hogy ezek kollektív védelmet biztosítanak, és általában a forrásuknál kívánják leküzdeni a kockázatokat. Emellett általában megbízhatóbbak, mint a szervezési intézkedések, mert nem függenek az emberi közreműködéstől. Számos műszaki intézkedés hatékonyan előzheti meg vagy korlátozhatja az elektromágneses terek elérhetőségét; ezeket az alábbiakban részletezzük.

### 94.1. Árnyékolás

Az árnyékolás hatékony módja lehet a valamely forrás által indukált elektromágneses terek csökkentésének, és gyakran beépítik a berendezésekbe, hogy korlátozzák a kibocsátást. Ennek jó példája a mikrohullámú sütő. Az ablakba épített háló kapcsolódik a sütő fémburkolatához és folyamatos árnyékolást hoz létre, amely korlátozza a mikrohullámú sugárzás kibocsátását. Az árnyékolás a helyiségek esetében is alkalmazható annak érdekében, hogy gyenge elektromágneses környezetet hozzanak létre, bár erre általában inkább az érzékeny elektromos berendezések, semmint az emberek védelmében kerül sor.

A gyakorlatban a rádiófrekvencia és a kisfrekvenciás elektromos terek elleni árnyékolás azon alapul, hogy egy vezető felületen belülre zárják a forrást (Faraday-kalitka). Általában fémlapból vagy fémhálóból készül, de egyéb anyagok is használhatók, például kerámia, műanyag és üveg egy vagy több fémburkolattal vagy beépített fémhálóval. Ez utóbbiak hasznosak az ablakok esetében olyan helyzetekben, amikor figyelemmel kell kísérni a folyamatot. Ahol légáramra van szükség, például hűtés céljából, ez általában fémhálók vagy méhsejtszerkezetű anyagok használatával oldható meg.

A hatékonyság érdekében biztosítani kell az árnyékolás hatékony folyamatosságát. A réseknek vagy az illeszkedéseknek kisebbnek kell lenniük, mint az elektromágneses tér hullámhossza (lásd az A. függeléket). Emiatt az árnyékolás részét képező paneleket általában szorosan egymás mellett elhelyezett csavarokkal vagy szegecsekkel rögzítik. Ha el kell távolítani egy panelt, valamennyi rögzítést újra vissza kell helyezni a helyére, hogy minimalizálják a szivárgást. Az ajtók és a bejutást szolgáló panelek körben általában tartalmaznak egy csúszóbetétet. A réseken és az illeszkedéseken kívül az árnyékolás hatékonysága függ az anyagától, a vastagságától, az árnyékolás alakjától és a tér frekvenciájától.

A rádiófrekvenciás terek átvitelére használt kábelek és egyéb hullámvezetők szabványosan árnyékoltak. Ennek elsődleges célja a rádiófrekvenciás energia sugárzásának megakadályozása, amely nagy veszteségekhez vezetne, de emellett a környezeti terek erősségének korlátozására is szolgál. Az árnyékolás integritásának sérülése szivárgáshoz vezethet, ezért szem előtt kell tartani az illeszkedések és hajlatok lehetséges degradációját.

A statikus és kisfrekvenciás (kevesebb mint 100 kHz) mágneses terek árnyékolása nehezebb. Speciális fémötvözetek, például mu-metal használatával lehetőség van az ilyen terek árnyékolására, de ez sok korláttal jár és általában speciális applikációkra korlátozódik.

Mivel a mágneses terek passzív árnyékolása nehéz, gyakran aktív árnyékolást használnak helyette, különösen statikus terek esetében (lásd az útmutató 2. kötetében szereplő, az NMR-műszerekről szóló esettanulmányt). Aktív árnyékolás esetén egy további, általában szolenoid tekercset használnak egy ellentétes mágneses tér generálására. A két tér kioltásával a forrástól távolodva gyorsan csökken a mágneses indukció.

## 94.2. Védőburkolatok

A védőburkolatok használata olcsó és hatékony módja az erős térerősségű területekhez való hozzáférés korlátozásának. Ahogy a 3. fejezetben olvasható, a térerősség a tér forrásától távolodva általában gyorsan csökken, ezért a közvetlen környezethez való hozzáférést korlátozó védőburkolatok használata gyakran gyakorlati lehetőség. A téreloszlás ismeretében a gépek védőburkolatainak tervezéséhez és felhelyezéséhez értő bármely személy képes hatékony megoldást nyújtani.

A védőburkolatok erős terekben való alkalmazása esetén figyelembe kell venni a tér és a védőburkolatok anyagának csatolását. Ezért megfelelő lehet nem fémes anyagok, például műanyag védőburkolatok használata az erős statikus mágneses térrel rendelkező NMR-létesítményekben. Továbbá a fém védőburkolatok alkalmazása miatt szükség lehet az elektromos kisülés okozta szikrák és az érintési áram, valamint a megfelelő földelés mérlegelésére (9.4.7. és 9.4.8. szakasz).

Ahol normál üzemi körülmények között nincs szükség a korlátozás alá eső terület elérésére, gyakran a rögzített védőburkolatok jelentik a legegyszerűbb és legolcsóbb megoldást. Ezeket a védőburkolatokat úgy rögzítik, hogy az eltávolításukhoz szerszámokra van szükség.

Mivel eszközökre van szükség az eltávolításukhoz, a rögzített védőburkolatok nem megfelelőek olyan területek esetében, amelyekhez gyakran hozzá kell férni. Ebben az esetben a nyitható védőburkolatok jelenthetnek elfogadható megoldást. Ezek általában reteszeléssel kapcsolódnak a tér forrásához, bár a nem reteszelt védőburkolat (9.1. ábra) is elfogadható, ha a kockázat viszonylag alacsony.

**9.1. ábra: Példa egyszerű nyitható védőburkolatra, amely korlátozza az erős mágneses térhez való hozzáférést. Ebben az esetben a védőburkolat nem reteszelhető le, de figyelmeztető jelzésekkel és szervezési intézkedésekkel egészül ki.**




Ahol az erős terek csak rögzített függőleges létrákon érhetők el, például amikor nagy teljesítményű antennákat helyeznek el a tetőn (lásd az útmutató 2. kötetében szereplő esettanulmányt), a létra-védőburkolat olcsó és hatékony megoldást jelenthet a hozzáférés korlátozására (9.2. ábra).

**9.2. ábra: Létra-védőburkolat használata a tetőkön található erős terekhez való hozzáférés korlátozására**




## 94.3. Reteszek

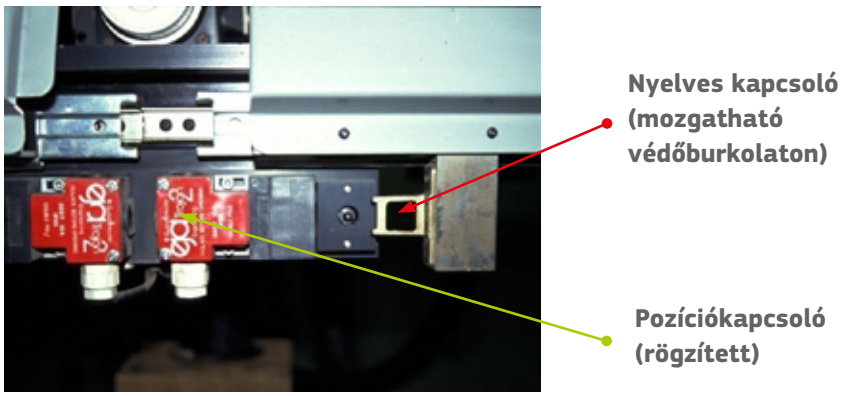
Amikor nyitható védőburkolattal korlátozzák az erős terekhez való hozzáférést, a védőburkolatot az elektromágneses tér forrásához kell rögzíteni. A reteszelőberendezés ellenőrzi a védőburkolat helyzetét, és megakadályozza az elektromágneses terek képződését, ha a védőburkolat nincs teljesen bezárva.

Számos különböző típusú reteszelőberendezés létezik, és mindegyiknek megvannak a maga előnyei és hátrányai (lásd a 9.2. táblázatot). A megfelelő eszköz kiválasztása az adott körülményektől és a kockázatértékelés eredményétől függ.

**9.2. táblázat: Példák a különböző típusú reteszelőberendezésekre**

| Típus | Leírás | Példák |
|---|---|---|
| 1. | Gépi erővel működtetett kapcsoló kódolás nélkül | Forgó bütykös kapcsoló kihajtható védőburkolaton<br>Lineáris bütykös kapcsoló eltolható védőburkolaton<br>Belső, a zsanérban található kapcsoló |
| 2. | Gépi erővel működtetett kapcsoló kódolással | Nyelves pozíciókapcsoló<br>Rejtett kulcsos rendszer |
| 3. | Érintkezés nélkül működő pozíciókapcsoló kódolás nélkül | Indukciós, mágneses, kapacitív, ultrahangos vagy optikai érzékelésen alapuló közelítéskapcsoló |
| 4. | Érintkezés nélkül működő pozíciókapcsoló kódolással | Közelítéskapcsoló kódolt mágneses érzékeléssel<br>Közelítéskapcsoló RFID-érzékeléssel |

**9.3. ábra: Nyelves pozíciókapcsoló, példa a kettes típusú reteszelő szerkezetre**




Az erős elektromágneses terek jelenléte miatt figyelembe kell venni a reteszelőberendezés és a kapcsolódó áramkörök működésével való interferencia kockázatát. A gépi erővel működtetett eszközök kevésbé lehetnek fogékonyak az elektromágneses interferenciára.

A reteszelőberendezések megfelelnek a megfelelő európai szabványoknak, és úgy kell felszerelni őket, hogy szerszámra legyen szükség az eltávolításukhoz.

A védőburkolat kinyitása általában azonnal megszünteti az erős teret, ezért a védőburkolat lezárására (amikor a védőburkolat a kockázat megszűnéséig zárva marad) általában nincs szükség.

## 94.4. Érzékelő védőkészülék

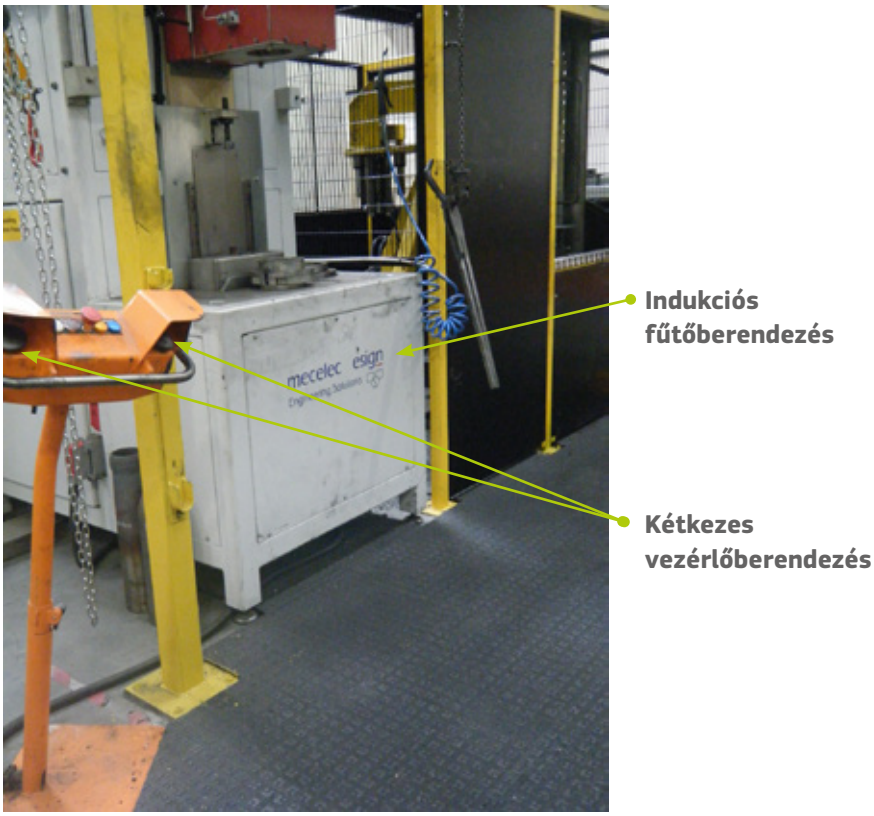
Ahol nem lehetséges rögzített vagy mozgatható védőburkolat felszerelése, további megoldás lehet az érzékelő védőkészülékek használata. Olyan készülékek tartoznak ide, mint a fényfüggönyök, a szkennelő készülékek és a nyomásérzékeny szőnyegek. Ezek a készülékek képesek érzékelni az erős térrel jellemzett területre történő belépést vagy a területen való jelenlétet, és megakadályozzák az elektromágneses tereket indukáló berendezések működését.

Az érzékelő védőkészülékek számos érzékelési technológiát használnak az egyes helyzetekben való alkalmazhatóságuktól függően. A munkáltatóknak szakértő tanácsot kell kérniük a megfelelő rendszerek kiválasztásához. Különösen az erős elektromágneses terekkel való interferencia kockázatát kell figyelembe venni.

## 94.5. Kétkezes vezérlőberendezés

Kétkezes vezérlőberendezés (9.4. ábra) használható akkor, ha a kezelőnek mindkét kezével egyidejűleg kell műveletet végrehajtania. Ez hasznos lehet annak biztosítására, hogy a kezelő egy adott pozícióban legyen vagy nem erős térben tartsa a kezét. Ugyanakkor a berendezés nem biztosít védelmet más munkavállalók számára.

**9.4. ábra: Kétkezes vezérlőberendezés, amely garantálja, hogy a munkavállaló távolabb tartózkodik az indukciós fűtőberendezéstől**




## 94.6. Vészleállítók

Ahol a munkavállalók potenciálisan veszélyes környezethez férhetnek hozzá, fontos a vészleállítók megléte. A legtöbb ember ismeri a piros, gombalakú vészleállító gombokat. A vészleállítónak gyorsan kell reagálnia, minden szolgáltatást le kell állítania az adott területen, és meg kell akadályoznia az újraindítást.

Elegendő vészleállító gombot kell elhelyezni az adott területen, hogy mindenhol legyen egy könnyen elérhető gomb, és természetesen ne kelljen áthaladni egy veszélyesebb területen a megközelítéséhez. Nagyobb területek esetén a gombok helyett gyakran kényelmes huzalműködtetésű biztonsági kapcsolókat használni.

## 94.7. Műszaki intézkedések az elektromos kisülés okozta szikrák megelőzésére

Az elektromos kisülés okozta szikrák erős elektromos térben fordulhatnak elő, amikor egy személy megérint egy olyan vezetőképes tárgyat, amelynek eltérő az elektromos potenciálja, mert csak az egyikük földelt. Az elektromos kisülés okozta szikrák megelőzhetők, ha gondoskodnak arról, hogy ne legyenek ilyen potenciálbeli különbségek. Ez olyan műszaki intézkedésekkel érhető el, mint a vezetőképes tárgyak földelése és a munkavállalóknak a vezetőképes tárgyakkal való összekötése (egyenpotenciálú összekötés).

A gyakorlatban nehéz lehet az ilyen műszaki intézkedések átfogó végrehajtása, mert nehezen valósítható meg a mozgó tárgyak hatékony földelése vagy összekötése. A műszaki intézkedéseket ezért általában megfelelő szervezési intézkedésekkel kell összekötni, különösen a személyzet oktatásával, illetve lehetőség szerint az egyéni védőeszközök használatával.

### 94.8. Műszaki intézkedések az érintési áram megelőzésére

Amikor egy személy kapcsolatba kerül egy vezetőképes tárggyal egy rádiófrekvenciás térben, és az egyikük nem földelt, rádiófrekvenciás áram haladhat át a személyen a földbe. Ez áramütéshez vagy égési sérüléshez vezethet. Számos intézkedés hozható az érintési áram korlátozására. A szórt terek erősségének csökkentése csökkenti az áramlani képes rádiófrekvenciás áram erősségét, és további eredmények érhetők el szigeteléssel és földeléssel. Végezetül meg kell jegyezni, hogy a szervezési intézkedések, például a szükségtelen vezetőképes tárgyak, különösen a nagyméretűek eltávolítása csökkenti a kontaktus lehetőségét.

## 9.5. Szervezési intézkedések

Elképzelhető, hogy néhány helyzetben nem lehet műszaki intézkedésekkel minimalizálni az elektromágneses terekből fakadó kockázatokat. Az ilyen helyzetekben a következő lépés annak vizsgálata, alkalmazhatók-e szervezési intézkedések. Ezek célja a kollektív védelem, de mivel általában azon alapulnak, hogy az emberek az információknak megfelelően cselekednek, csak annyira hatásosak, mint ezeknek az embereknek a tettei. Ugyanakkor a szervezési intézkedéseknek fontos szerepük van, és bizonyos körülmények között, például az üzembe helyezés és a szervizelés során ezek lehetnek a fő ellenőrzési intézkedések.

A szervezési intézkedések kiválasztása a kockázat jellegétől és a munkavégzés módjától függ. Az intézkedések közé tartozhat a területek elhatárolása, a belépés korlátozása, jelek, jelzések és címkék használata, a területeket vagy a munkatevékenységeket felügyelő személyek kinevezése és írásos eljárások.

### 95.1. A terület elhatárolása és a belépés korlátozása

Előfordulhat, hogy néhány helyzetben nem lehet műszaki intézkedésekkel, például védőburkolatok alkalmazásával korlátozni az erős terekkel jellemzett területekre történő belépést. Az ilyen helyzetekben számos szervezési intézkedés használható a terület elhatárolására, illetve a belépés vagy a tevékenységek korlátozására. Ennek során általában valószínűleg figyelmeztető jelzésekkel és feliratokkal hívják fel a munkavállalók figyelmét a kockázatokra, és ezeket gyakran az erős terekre utaló, a földre felfestett jelölésekkel kombinálják.

### 9.3. ábra: Példák a belépés korlátozására és egyéb olyan korlátozásokra, amelyekre szükség lehet az erős elektromágneses terekkel jellemzett területeken

| Kritériumok | Korlátozások |
|---|---|
| **Nem termikus hatások**<br><br>Az egészségügyi határértékek túllépése<br>A felső AL-érték túllépése<br>A végtagáramra vonatkozó AL-érték túllépése | Tilos a belépés a terek jelenléte esetén |
| **Termikus hatások**<br><br>Az egészségügyi határértékek túllépése<br>Az expozíciós AL-érték túllépése<br>Az indukált végtagáramra vonatkozó AL-érték túllépése | A belépés korlátozása az időben átlagolt expozíció korlátozása érdekében |
| Az érzékelési határértékek ideiglenes túllépése<br>Az alsó AL-érték ideiglenes túllépése | Csak a képzett munkavállalók léphetnek be<br>Egyéb korlátozások vezethetők be |
| Az erős statikus mágneses térben lévő tárgyak kilövődéséből adódó sérülésveszély | A ferromágneses anyagok bevitelének korlátozása |
| A különösen veszélyeztetett munkavállalókat érintő kockázatok | Az erős terekkel jellemzett területekre történő belépés korlátozása<br>A belépéssel kapcsolatos tájékoztatás |
| Az erős elektromos terekből fakadó elektromos kisülés okozta szikrák kockázata | Csak a képzett munkavállalók léphetnek be |
| Az érintési áram kockázata | Csak a képzett munkavállalók léphetnek be<br>A szükségtelen vezetőképes tárgyak tilalma |

Néhány helyzetben, amikor már egyéb veszélyekre vagy korlátozásokra figyelmeztető felfestések találhatók a padlón, elfogadhatóak lehetnek a területek elhatárolásának alternatív módszerei, mint például a falakon lévő jelölések vagy a megjelölt területeket tartalmazó alaprajzok kihelyezése.

Ahol az elektromágneses terek a berendezés használatának csak bizonyos szakaszaiban vannak jelen, hasznos lehet, ha a terek jelenlétét vizuális vagy hallható figyelmeztető jelzésekkel (például világító jelzéssel vagy szirénával) jelzik.

Ahol a belépés adott munkavállalókra korlátozódik, hivatalosan engedélyezni kell a belépést.

Néhány esetben szükség lehet a belépés ideiglenes korlátozására. Ez megfelelő lenne az ideiglenes berendezések esetében vagy az állandó berendezések üzembe helyezési munkálatai során, de a rögzített védőburkolatok felszerelését megelőzően. Ilyen helyzetekben általában elfogadható az ideiglenes elhatároló elemek használata. Ezeken általában figyelmeztető jelzések találhatók. A nagy kockázattal járó, rövid ideig fennálló helyzetekben emellett megfelelő lehet olyan munkavállalók kinevezése, akik felügyelik a terület határait, hogy senki se léphessen be.

**9.5. ábra: Ideiglenes elhatároló elemek és figyelmeztető jelzések egy ideiglenes berendezés által indukált erős terekkel jellemzett területre történő belépés korlátozása céljából**



Ahol fennáll a kockázat, hogy a gyúlékony légtér belobban vagy valamely elektromos robbanószerkezet kioldódik, szokásos gyakorlat annak a területnek az elhatárolása, ahol az elsődleges veszélyforrás (a gyúlékony légtér vagy elektromos robbanószerkezet) található, majd korlátozzák a belobbanás vagy a kioldódás, beleértve az elektromágneses terek valamennyi forrását az adott területen.

## 95.2. Biztonsági jelzések és feliratok

A szervezési intézkedések bármely rendszerének fontos részét képezik. A biztonsági jelzések és feliratok csak akkor hatékonyak, ha egyértelműek. A lehető legjobb láthatóság érdekében szemmagasságban kell elhelyezni őket. A veszélyforrás természetét egyértelműen fel kell tüntetni. A 9.6–9.8. ábra példákat hoz az elektromágneses terekre vonatkozó piktogramokra és a jelentésükre. Általában megfelelő, ha kiegészítő feliratot adnak hozzá a megértés elősegítése céljából. Ez különösen a szigetelő vagy vezető lábbeli vagy kesztyű használatát előíró kötelező jelzésekkel kapcsolatban fontos.

**9.6. ábra: Az elektromágneses terekkel kapcsolatban gyakran alkalmazott szabványos figyelmeztető jelzések**



**Figyelem: mágneses tér**



**Figyelem: nem ionizáló sugárzás**

**9.7. ábra: Az elektromágneses terekkel kapcsolatban gyakran alkalmazott szabványos tiltó jelzések**



**Tilos a belépés az aktív szívimplantátumot viselő személyek számára**



**Tilos a belépés a fémes implantátumot viselő személyek számára**

**9.8. ábra: Az elektromágneses terekkel kapcsolatban esetlegesen alkalmazott szabványos kötelező jelek**



**Biztonsági lábbeli használata kötelező**



**Védőkesztyű használata kötelező**



**Szemvédő használata kötelező**



**Általános kötelező jelek**

Ha az elektromágneses terek csak megszakításokkal vannak jelen, a figyelmeztető jelzéseket csak az elektromágneses tér jelenléte esetén kell kihelyezni, különben figyelmen kívül lehet hagyni őket. A gyakorlatban ez megvalósítható azáltal, hogy a (kampón vagy hornyolt állványon elhelyezett) jelzést megfordítják, hogy a veszélyes helyzet elmúltával az üres hátulja látszódjon.

Szokásos gyakorlat az ugyanolyan piktogramot ábrázoló figyelmeztető jelzések elhelyezése az elektromágneses tereket indukáló berendezéseken.

## 95.3. Írásbeli eljárások

Amikor az elektromágneses terekből fakadó kockázatok kezelése érdekében szervezési intézkedésekre van szükség, ezeket dokumentálni kell a kockázatértékelésben, hogy mindenki tudja, mit kell tennie. Ennek a következőket kell magában foglalnia:

- az olyan területek leírása, ahol konkrét korlátozások vonatkoznak a belépésre vagy a tevékenységekre;
- egy adott területre történő belépés vagy egy adott tevékenység elvégzésének részletes feltételei;
- a munkavállalókra vonatkozó konkrét oktatási követelmények (például oktatásra van szükség az alacsony AL-értékek ideiglenes túllépéséhez);
- a belépésre jogosult személyek neve;
- a munka felügyeletéért vagy a belépési korlátozások betartatásáért felelős személyek neve;
- az egyes területekről kizárt csoportok megnevezése, például a különösen veszélyeztetett munkavállalók;
- adott esetben a vészhelyzeti tervek részletes ismertetése.

Az írásbeli eljárások másolatát elérhetővé kell tenni az érintett területeken, és mindazok rendelkezésére kell bocsátani, akiket érinthet.

## 95.4. A helyszín biztonságával kapcsolatos tájékoztatás

Általános gyakorlat a biztonsági tájékoztatás vagy a biztonsági eligazítás azok számára, akik először lépnek be egy helyszínre. Ha a helyszínen olyan azonosított területek találhatók, ahol korlátozott a belépés vagy egyes tevékenységek végzése, helyes gyakorlat lenne ennek ismertetése a helyszín biztonságával kapcsolatos információk között.

**9.9. ábra: A helyszín biztonságával kapcsolatban a látogatóknak nyújtott tájékoztatás során ismertetik az egyes területekre vonatkozó belépési korlátozásokat és különösen a különösen veszélyeztetett munkavállalókat érintő kockázatokat**



Ez különösen fontos abban az esetben, ha vannak olyan területek, ahol kockázatok merülhetnek fel a különösen veszélyeztetett munkavállalók vonatkozásában. A veszélyeztetettek csoportjait azonosítani kell, és mindenkinek, aki ezekbe a csoportokba tartozik, tanácsos felhívnia erre a tényre a munkáltató figyelmét. A tájékoztatás részeként figyelmeztetik az ezekbe a csoportokba tartozó embereket, hogy figyeljenek a további figyelmeztető jelzésekre.

## 95.5. Felügyelet és irányítás

Az elektromágneses terekkel kapcsolatos biztonság kérdését ugyanazon egészségügy- és biztonságirányítási rendszerben kell kezelni, mint az egyéb potenciálisan veszélyes tevékenységeket. A szervezeti mechanizmusok részletei a szervezet méretének és szerkezetének függvényében változhatnak.

Ahol a terek olyan erősek, hogy sajátos irányításra van szükség, általában megfelelő megoldás olyan hozzáértő személy kinevezése, aki felügyeli az elektromágneses terekkel kapcsolatos napi biztonságot az adott munkahelyen.

## 95.6. Instrukciók és oktatás

Az elektromágneses terekről szóló irányelv 6. cikke kifejezetten foglalkozik az olyan munkavállalók tájékoztatásával és oktatásával, akik valószínűleg elektromágneses terekből fakadó kockázatnak vannak kitéve a munkahelyükön. Az oktatás előírt tartalmát a 9.4. táblázat tartalmazza.

A tájékoztatás szintje, illetve az oktatás legyen arányos a munkahelyi elektromágneses terekkel kapcsolatos kockázatokkal. Ahol a kezdeti értékelés (lásd a 3. fejezetet) azt mutatja, hogy a hozzáférhető terek olyan gyengék, hogy semmilyen különleges intézkedésre nincs szükség, elegendő erről biztosítani az érintetteket. Ugyanakkor még ebben a helyzetben is fontos felhívni a munkavállalók vagy a képviselőik figyelmét arra a lehetőségre, hogy néhány munkavállaló esetleg különösen veszélyeztetett. A valamely veszélyeztetett csoportba tartozó munkavállalókat bátorítani kell arra, hogy ezt hozzák a vezetés tudomására.

**9.4. táblázat: A tájékoztatás és az oktatás tartalma az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározottak szerint**

| |
|---|
| Az elektromágneses terekről szóló irányelv alkalmazásában hozott intézkedések |
| Az expozíciós határértékek és a beavatkozási szintek értéke és fogalma, a hozzájuk kapcsolódó lehetséges kockázatok és a meghozott megelőző intézkedések |
| Az expozíció lehetséges közvetett hatásai |
| Az elektromágneses tereknek való expozíciónak az elektromágneses terekről szóló irányelv 4. cikkével összhangban elvégzett értékelésének, mérésének vagy számításának eredményei |
| Az expozícióból eredő egészségkárosító hatások felismerésének és jelentésének módja |
| A központi vagy a perifériás idegrendszerre gyakorolt hatásokhoz kapcsolódó, átmeneti jellegű tünetek és érzések kialakulásának lehetősége |
| Azok a feltételek, amelyek mellett a munkavállalók egészségi állapotukat ellenőriztethetik |
| Az expozícióból eredő kockázatokat a lehető legkisebbre csökkentő biztonságos munkamódszerek |
| Különösen veszélyeztetett munkavállalók |

Ha az elektromágneses terek vonatkozásában szükség volt konkrét műszaki vagy szervezési intézkedések végrehajtására, általában megfelelő a formálisabb oktatás. Ahol a kockázatokat kizárólag műszaki intézkedésekkel megszüntették vagy minimálisra csökkentették, elegendő az oktatást a biztonsági eligazításon vagy a biztonsági beszédek alkalmával biztosítani. Ez felhívja a munkavállalók figyelmét a kockázatokra, és ismerteti a biztonságuk érdekében hozott műszaki intézkedéseket. Az oktatásnak ki kell hangsúlyoznia az óvintézkedések nyilvánvaló hibáinak vagy hiányosságainak jelentését, hogy orvosolni lehessen ezeket.

Ahol az elektromágneses terekkel kapcsolatos kockázatok kezelése a szervezési intézkedések valamely alapvető elemétől vagy az egyéni védőeszközök használatától függ, az oktatásnak általában formálisabbnak és részletesebbnek kell lennie.

A szükséges oktatás mélységének és időtartamának meghatározásakor a munkáltatóknak figyelembe kell venniük a 9.5. táblázat tartalmát. Fontos, hogy az oktatás az elektromágneses terekkel kapcsolatos kockázatokat az egyéb munkahelyi kockázatok vonatkozásában láttassa.

**9.5. táblázat: A szükséges oktatás szintjéről való döntés során figyelembe veendő kérdések**

| |
|---|
| A kockázatértékelések eredménye |
| A személyzet jelenlegi szakértelme és az elektromágneses terekből fakadó kockázatokkal kapcsolatos tudatossága |
| Milyen mértékben vesznek részt a munkavállalók az elektromágneses terekkel kapcsolatos kockázatok kezelésében |
| A munkakörnyezet jellege, és vajon állandó vagy gyakran változik |
| Az oktatás az új munkavállalókat célozza meg vagy szinten tartó képzés a jelenlegi munkavállalók számára |

Ahol felmerül az elektromos kisülés okozta szikrák vagy az érintési áram kockázata, az oktatásnak konkrétan meg kell neveznie ezeket a kockázatokat. Emellett ismertetnie kell a kockázatok csökkentése érdekében végrehajtott intézkedéseket, különösen, ha azok cselekvést igényelnek a munkavállalók részéről.

Az oktatás megtartását dokumentálni kell.

## 95.7. Munkahelyek és munkaállomások tervezése és kialakítása

Az elektromágneses terekből fakadó kockázatok gyakran kevés anyagi ráfordítással vagy anyagi ráfordítás nélkül a lehető legkisebbre csökkenthetők, ha figyelembe veszik általánosságban a munkahely, illetve konkrétan az egyéni munkaállomások kialakításának megtervezését.

Például az erős teret indukáló berendezések gyakran az általában használt utaktól és egyéb gyakran használt területektől távolabb helyezhetők el. Mindenesetre oda kell figyelni, hogy a berendezéseket úgy helyezzék el, hogy megfelelően korlátozhassák a hozzáférést, ha nem biztosítható az expozíciós határértékeknek való megfelelés.

Az erős teret generáló berendezéseket úgy kell elhelyezni, hogy a különösen veszélyeztetett munkavállalóknak ne kelljen áthaladniuk az őket potenciálisan veszélyeztető tereken. Ezért az ilyen terek soha nem nyúlhatnak bele a gyakran használt utakba, és nem nyúlhatnak bele más területekbe, kivéve, ha elfogadható az ilyen munkavállalók kizárása ezekről a területekről.

A munkahely kialakításakor a munkáltatóknak szem előtt kell tartaniuk, hogy az elválasztó falak általában nem csökkentik a mágneses terek erősségét, ezért figyelembe kell venniük a szomszédos területek megközelítését. Ezt mutatja be az útmutató 2. kötetében található esettanulmányban szereplő műszaki műhelyben használt mágnesezhető poros vizsgálatot végző berendezés.

Gyakran a munkaállomások kialakítása is fontos. A 9.10. ábrán a példában a kezelő pozíciójában létező tér a ponthegesztő előtt gyengébb, mint a ponthegesztő mellett. Ezért az ilyen helyzetekben fontos úgy kialakítani a munkaállomást, hogy a kezelő az elvárt helyen üljön vagy álljon (9.10. ábra), valamint figyelembe kell venni az egyéb feladatokat végző munkavállalók pozícióját is.

**9.10. ábra: A helyes gyakorlat és a helytelen gyakorlat bemutatása a ponthegesztő-munkaállomás kialakítására és a kezelő pozíciójának meghatározására**



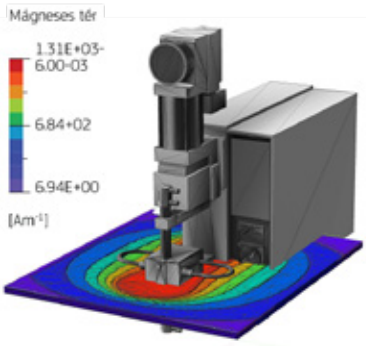
**Helyes gyakorlat:**

**A tér a ponthegesztő oldalánál erősebb, mint előtte. Ebben az elrendezésben a hegesztő a berendezés előtt állva dolgozik. A munkavállaló expozícióját következetesen alacsony szinten tartják.**



**Helytelen gyakorlat:**

**Ebben az elrendezésben a hegesztőnek a berendezés mellett állva kell dolgoznia. Ennek eredményeképpen magasabb a munkavállaló expozíciója.**




**Információ:**

**Az ábra bemutatja, hogy a mágneses tér határa távolabb helyezkedik el a hegesztő két oldalán.**

## 95.8. Helyes munkamódszerek alkalmazása

A munkavállalók gyakran minimalizálhatják az erős terek kialakulását vagy csökkenthetik az expozíciójukat, ha egyszerű változtatásokat hajtanak végre a munkamódszereikben. Például ha a tápáram és a visszáram különböző vezetőn halad, amennyiben lehetséges, ezeket egymás közvetlen közelében kell elhelyezni. Ezzel általában jelentősen csökken a képződött tér erőssége, mert az ellentétes áram kioltja a teret.

A munkavállalóknak oda kell figyelniük, hogy amikor lehetséges, a kábelek ne a testük közelében haladjanak, különösen, ha külön tápkábeleket és visszkábeleket használnak.

A 9.11. ábra illusztrációi példát hoznak a helyes és helytelen hegesztési gyakorlatra. A hegesztőkábelek nehezek, és hajlamosak korlátozni a hegesztőpisztoly használatát. Ezért a hegesztők gyakran a vállukon tartják a kábelt vagy akár a nyakuk köré tekerik. Ezzel az erős terek forrása elkerülhetetlenül közel kerül az agyhoz és a gerincvelőhöz. A kábel más módon történő alátámasztása nemcsak az expozíciót csökkentené, hanem ergonómiailag is jobb lenne.

**9.11. ábra: Példák az ívhegesztőkábel elhelyezésének helyes és helytelen gyakorlatára**



**Helyes gyakorlat:**
**A kábel a munkavállaló testétől távolabb halad, így az expozíciót alacsonyan tartják.**

**Amennyire lehetséges, a tápkábeleket és visszkábeleket egymás közelében tartják, hogy a tér kioltódása csökkentse a térerősséget a munkakörnyezetben.**




**Helytelen gyakorlat:**
**Ebben a példában a munkavállaló a vállával támasztja alá a hegesztőkábelt. Ilyenkor azonban a kábel közel kerül a fejhez és a testhez, és nő az expozíció.**




**Helytelen gyakorlat:**
**Ebben a példában a munkavállaló a vállával támasztja alá a hegesztőkábelt és hurkot képez. Ilyenkor azonban a kábel közel kerül a fejhez és a testhez, és nő az expozíció.**

Hasonlóképpen a mágnesezhető poros vizsgálat során gyakran demagnetizáló ciklussal végzik el a feladatot, ami általában erősebb kezdeti teret indukál, mint a vizsgálati ciklus. A demagnetizálás során azonban a felügyelőnek a vizsgálati ciklustól eltérően nem kell a közelben tartózkodnia, ezért az lenne a helyes gyakorlat, ha a folyamat ezen szakaszában félreállna.

Néhány helyzetben a demagnetizálást demagnetizáló tekercs használatával végzik (lásd az útmutató 2. kötetében szereplő, a műszaki műhelyről szóló esettanulmányt). Az ilyen tekercseket általában sínnel és egy kis kocsival látják el, amelyen elhelyezik a munkadarabot. Tolópálcákkal tolják keresztül a munkadarabot és a kocsit a tekercsen, és ezzel minimalizálják a kezelő expozícióját.

## 95.9. Megelőző karbantartási programok

Az elektromágneses tereket generáló berendezéseknek rendszeres megelőző karbantartási programban, valamint adott esetben felülvizsgálaton kell részt venniük, hogy biztosítsák a hatékony működésüket. A megfelelő karbantartás a munkaeszközökről szóló irányelv (lásd a G. függeléket) előírása, és az a célja, hogy a lehető legkisebbre csökkentse a berendezés állapotának romlásából származó kibocsátás növekedését.

A kibocsátás korlátozására vagy az erős terekhez való hozzáférés korlátozására szolgáló műszaki intézkedéseket is folyamatosan végre kell hajtani, valamint ellenőrizni és tesztelni kell maximális hatékonyságuk biztosítása érdekében.

Az ilyen karbantartási és ellenőrzési tevékenységek gyakorisága az adott berendezés jellegétől, használatának módjától és környezetétől függ. A berendezések gyártói általában megfelelő karbantartási időközöket ajánlanak, ami a legtöbb esetben megfelelő iránymutatást jelent. Ugyanakkor szokatlanul nehéz körülmények között vagy a berendezések szokatlanul nagy igénybevétele esetén a romlás üteme felgyorsulhat, és ezekben az esetekben általában gyakoribb karbantartásra és ellenőrzésre lesz szükség.

## 95.10. A statikus mágneses térben való mozgás korlátozása

Az erős statikus mágneses térben való mozgás kisfrekvenciás elektromos tereket indukálhat a testben, amelyek számos hatást válthatnak ki. Ezek a hatások a térben való mozgás mértékének és sebességének korlátozásával minimálisra csökkenthetők. Ez különösen fontos a testrészek mozgatása, például a fej forgatása esetén. Képzéssel és/vagy gyakorlattal a munkavállalók megtanulhatják korlátozni a mozgásukat és ezáltal minimálisra csökkenteni a hatásokat.

## 95.11. A munkáltatók közötti koordináció és együttműködés

Amikor több mint egy munkáltató munkavállalóinak kell ugyanazon a helyszínen dolgozniuk, a munkáltatóknak információkat kell cserélniük, hogy valamennyi munkavállaló megfelelő védelemben részesüljön. Ez a helyzet általában a berendezések telepítése, üzembe helyezése és szervizelése során merül fel, de más helyzetekben is előfordulhat. Például a munkáltatók gyakran alvállalkozásba adnak több támogató funkciót, többek között a takarítást, a létesítmények kezelését, a raktározást, a logisztikát, a foglalkozás-egészségügyet és az IT-szolgáltatásokat.

Az elektromágneses terekkel kapcsolatban ez az információcsere kiterjed azoknak a korlátozásoknak a részleteire, amelyekre esetlegesen szükség van egy adott területre való belépés vagy az ott végzett tevékenységek, valamint a különösen veszélyeztetett munkavállalókat érintő kockázatok vonatkozásában. A munkáltatóknak meg kell egyezniük az ilyen korlátozásokban, és minden munkáltatónak biztosítania kell, hogy a munkavállalók betartsák ezeket.

## 9.6. Egyéni védőeszközök

A keretirányelvben szereplő megelőzési alapelvek (lásd a 9.1. táblázatot) egyértelművé teszik, hogy a kollektív védelemnek mindig elsőbbséget kell élveznie az egyéni óvintézkedésekkel szemben. Ugyanakkor elképzelhető, hogy néha nem lehetséges megfelelő kollektív védelmet biztosító műszaki vagy szervezési intézkedéseket végrehajtani. Az ilyen helyzetekben egyéni védőeszközök használatára lehet szükség.

Ahogy a műszaki intézkedésekről szóló szakaszban fent olvasható, az elektromos terek árnyékolása viszonylag egyértelmű, de a mágneses terek ellen nehéz hatékony védelmet biztosítani. Ezért általában nincs lehetőség egyéni védőeszközök használatára a mágneses terekkel szembeni védelem érdekében. Az egyéni védelem hatékonysága a tér frekvenciájától függ, ezért az a védőeszköz, amely az egyik frekvenciatartomány esetén megfelelő, valószínűleg másik frekvenciatartomány esetén nem az.

A megfelelő eszközök kiválasztása az adott helyzettől és a megelőzendő kockázatok jellegétől függ. Ezért a különböző helyzetekben a szigetelő vagy vezető cipők, bakancsok vagy kesztyűk mind hatékonyak lehetnek a kockázatok csökkentésére. Ahol szigetelő lábbelire van szükség, általában megfelelő a tartós bakancsok vagy a vastag gumitalpú cipők biztosítása. Ha az értékelés azt mutatja, hogy ezek nem megfelelőek, szükség lehet speciálisabb biztonsági eszközök beszerzési forrásának felkutatására.

A nagyfrekvenciás terekkel szembeni védelem érdekében védőszemüveg használható. Néhány helyzetben teljes védőöltözet használatára lehet szükség, de megjegyzendő, hogy ezáltal a mozgás akadályozásával vagy a viselő hőveszteségével új kockázatok jelentkezhetnek.

Az egyéni védőeszközöket megfelelően karban kell tartani és rendszeresen meg kell vizsgálni, hogy továbbra is megfeleljenek a célnak.

Mérlegelni kell, hogy az egyéb kockázatok miatt viselt egyéni védőeszközök megfelelnek-e az erős elektromágneses terek esetében. Például elképzelhető, hogy az acél orrbetéttel ellátott biztonsági bakancsok viselése nem megfelelő az erős statikus mágneses terekben, míg a kisfrekvenciás mágneses terek, ha elég erősek, felmelegítik az acélbetétet. Néhány védőöltözet elektromos komponenseket tartalmaz, amelyek erős térben interferenciát okozhatnak. Hasonló problémák merülhetnek fel az aktív hallásvédőkkel.

# 10. VÉSZHELYZETEKRE VALÓ FELKÉSZÜLÉS

Ahol a munkáltatók olyan berendezéseket üzemeltetnek vagy olyan tevékenységeket végeznek, amelyek káros eseményekhez vezethetnek, vészhelyzeti terveket kell kidolgozni a következmények kezelése érdekében. Ebben az összefüggésben a káros események olyan helyzetek, amelyekben valaki megsérül vagy megbetegszik, illetve amelyekben balesetveszélyes incidensek történnek vagy nem kívánatos körülmények állnak fenn. A káros események olyan helyzeteket is jelenthetnek, amelyekben az expozíciós határértékeket túllépték, de senki sem sérült meg (és nincs alkalmazandó eltérés). Ilyen helyzet például, amikor egy antennákat felállító munkás akaratlanul belép egy nagy teljesítményű adóberendezés tiltott zónájába, mielőtt az adóberendezést áramtalanítják.

Káros események közvetett hatásokból kifolyólag is bekövetkezhetnek, például a beültethető orvostechnikai eszközökkel való interferencia vagy a gyúlékony légkör belobbanása esetén. Egy másik példa, ha az erős statikus mágneses tér az NMR-műszerbe vonz egy ferromágneses tárgyat (az úgynevezett kilökődési hatás).

**10.1. táblázat: A készenléti tervek tárgyát képező forgatókönyvek**

| **A készenléti terveknek meg kell határozniuk az intézkedéseket és feladatokat az alábbi esetekben:** |
|---|
| A munkavállalók expozíciója meghaladja az expozíciós határértékeket (nincs alkalmazandó eltérés) |
| Káros, valamely közvetett hatás miatt bekövetkező esemény |
| A munkavállalók feltételezett expozíciója meghaladja az expozíciós határértékeket |
| Balesetveszélyes események vagy nemkívánatos következmények valamely közvetett hatásból kifolyólag |

## 10.1. Tervek készítése

Az elektromágneses terekről szóló irányelv 4. cikkével összhangban készített kockázatértékelés lehetővé teszi, hogy a munkáltató azonosítsa az ésszerűen előrelátható káros eseményeket (lásd az útmutató 5. fejezetét). Amint a munkáltató azonosította és megértette a potenciális káros események természetét, lehetővé válik a következmények kezelésére szolgáló tervek kidolgozása. Néhány esetben a gyártók vészhelyzeti eljárásokat bocsáthatnak rendelkezésre a dokumentációban, és ezek elsőbbséget élveznek.

A legtöbb munkáltató már rendelkezik általános vészhelyzeti tervvel, és lehetséges, hogy ezekkel kezelhetők az elektromágneses terekből kifolyólag bekövetkező potenciális káros események. A vészhelyzeti tervek gondoskodhatnak az elsősegélyről és az azt követő orvosi vizsgálatról (lásd az útmutató 11. fejezetét). Mindenesetre a terv részletessége és összetettsége a kockázattól függ. Általában bevált gyakorlat a készenléti tervek elpróbálása, hogy feltárják a hiányosságokat és naprakészen tartsák a terveket.

## 10.2. Reagálás a káros eseményekre

A káros eseményekre adott válasz a természeténél és súlyosságánál fogva elkerülhetetlenül dinamikus és tájékoztatáson alapuló. A 10.1. ábra bemutatja egy káros eseményre válaszul bekövetkező események szokásos sorrendjét. Nem feltétlenül minden intézkedés megfelelő minden káros esemény esetén.

A káros eseményről szóló első jelentés a lehető legtöbb információt nyújtja, hogy segítsen a későbbi vizsgálat során. A jelentés általában az alábbiakat tartalmazza:

- a káros esemény jellegének leírása;
- a káros esemény bekövetkeztének módja;
- információk az érintett személyzetről és a tartózkodási helyükről a káros esemény bekövetkeztekor;
- a sérülések leírása;
- az elektromágneses terek érintett forrásainak jellemzői:
  - frekvencia,
  - teljesítmény,
  - üzemi áram és feszültség,
  - (adott esetben) feladatciklus.

**10.1. ábra: Az események sorrendje egy káros eseményre adott szokásos válasz esetén**




A rádiófrekvenciás tereknek való véletlenszerű expozíció kezelésével kapcsolatos további információkat a Finn Foglalkoztatás-egészségügyi Intézet jelentése (Alanko et al., 2014) tartalmaz. A függelékében többek között az első jelentésre és a műszaki jelentésre vonatkozó minták találhatók.

# 11. KOCKÁZATOK, TÜNETEK ÉS AZ EGÉSZSÉGI ÁLLAPOT ELLENŐRZÉSE

Az elektromágneses terekről szóló irányelv 8. cikke a munkavállalók egészségi állapotának ellenőrzésével foglalkozik, és követi a keretirányelv 14. cikkének előírásait. Az egészségi állapotnak az elektromágneses terek vonatkozásában történő ellenőrzésével kapcsolatos intézkedéseket valószínűleg a tagállamokban már használt rendszerekből adaptálják. Az egészségügyi nyilvántartások vezetése és elérhetősége megfelel a nemzeti jogszabályoknak és gyakorlatnak.

## 11.1. Kockázatok és tünetek

Az elektromágneses tereknek való expozíció hatásait a 2. fejezet összegzi, és további részletekkel szolgál a B. függelékben leírt egészségügyi hatásokkal kapcsolatban. Az expozíciós határértékeket meghaladó expozíció kisfrekvenciás terek esetén hatással lehet az idegszövetekre és izmokra, nagyfrekvenciás terek esetén pedig melegedéshez vezethet. A fémes tárgyak érintése mindkét frekvenciatartományban áramütést és égési sérüléseket okozhat. A beavatkozási szinteket vagy az expozíciós határértékeket nagymértékben meghaladó terek vagy expozíciók általában fizikai sérülésekhez vezetnek. A beavatkozási szintek és az expozíciós határértékek biztonsági ráhagyást tartalmaznak, így elképzelhető, hogy egyetlen, rövid, a határértékeket minimálisan meghaladó expozíció nem jár káros következményekkel.

### 111.1. Statikus mágneses terek (0–1 Hz) ([1])

0,5 mT értéket meghaladó fluxussűrűség mellett interferencia alakulhat ki a statikus mágneses terek és az aktív beültethető orvostechnikai eszközök, például a szívritmus-szabályozók és a defibrillátorok, illetve a testen viselt orvostechnikai eszközök, például az inzulinpumpa között. Az ilyen interferencia nagyon súlyos következményekkel járhat.

A statikus mágneses terek következtében kialakuló, az egészségügyi expozíciós határértékeket jelentős mértékben meghaladó expozíció változásokat idézhet elő a végtagok véráramában és/vagy a szívritmusban. Ezeket a hatásokat jelenleg még nem teljesen értjük, és elképzelhető, hogy nem jelentenek egészségügyi kockázatot.

Az erős statikus mágneses terek jelenléte vagy az ezekben való mozgás szédülést, hányingert és egyéb érzékelési hatásokat okozhat. Emellett kevésbé nyilvánvaló változások is bekövetkezhetnek a figyelemben, a koncentrációban és egyéb szellemi képességekben, aminek káros hatása lehet a munkahelyi teljesítményre és biztonságra. Elképzelhető, hogy idegstimuláció és akaratlan izom-összehúzódás következik be gyors mozgás mellett az egész testet érő, 8 T értéket meghaladó expozíció következtében vagy a fluxussűrűség gyors változásával járó helyzetekben. Ezek a hatások visszafordíthatók, ezért a tünetek az expozíció elmúltával valószínűleg megszűnnek.

([1]) Tudományos szempontból a statikus mágneses terek frekvenciája 0 Hz, de az elektromágneses terekről szóló irányelv alkalmazásában 0 és 1 Hz közötti frekvenciával rendelkeznek.

## 111.2. Kisfrekvenciás mágneses terek (1 Hz – 10 MHz)

A kisfrekvenciás tereknek való, az alsó AL-érték alatti expozíció zavart okozhat az aktív beültethető orvostechnikai eszközök, illetve a testen viselt orvostechnikai eszközök normális működésében. A helytelen működés súlyos következményekkel járhat. A passzív fémes implantátumok következtében lokálisan erősebb elektromos terű területek jöhetnek létre a testben, miközben az implantátum induktív módon felmelegedhet, ami potenciális termikus sérüléshez vezethet.

A más munkavállalókat érintő túlzott expozíció első jele az lehet, ha a munkavállaló halvány, villódzó képeket (foszféneket) lát, amelyek elvonhatják a figyelmét vagy bosszanthatják. Ugyanakkor a csúcsérzékenység 16 Hz-en fordul elő, és nagyon nagy térerősségre van szükség a foszfének más frekvenciákon történő megjelenéséhez – jóval magasabb térerősségre, mint amekkorának a munkavállalók általában ki vannak téve. A munkavállalók emellett hányingert vagy szédülést tapasztalhatnak, és apró változások jelentkezhetnek a gondolkodásban, a problémamegoldásban és a döntéshozatalban az expozíció során, ami károsan befolyásolja a munkateljesítményt és a biztonságot. A statikus mágneses tereknek való expozíciót illetően ezek a hatások visszafordíthatók, ezért az expozíció elmúltával valószínűleg megszűnnek.

Jelentkezhet idegstimuláció, amely bizsergő érzéshez vagy fájdalomhoz vezet, miközben akaratlan rángások és egyéb izom-összehúzódások is előfordulhatnak, ami nagyon erős külső tér esetén akár a szívre is hatást gyakorolhat (szívritmuszavar). A gyakorlatban ezek a hatások valószínűleg csak a munkahelyeken szokásosnál jóval erősebb térerősség mellett jelentkeznek.

Emellett a frekvenciatartomány felső tartományába eső expozíció esetén melegedés figyelhető meg (lásd a 11.1.4. szakaszt).

## 111.3. Kisfrekvenciás elektromos terek (1 Hz – 10 MHz)

A kisfrekvenciás elektromos terek hasonló hatással vannak az idegszövetekre és izmokra, mint a mágneses terek. Ugyanakkor az erős elektromos terek első jele valószínűleg az, hogy a testen található apró szőrszálak mozogni vagy rezegni kezdenek, és a munkavállalók áramütést szenvednek, ha földeletlen vezetőképes tárgyakat érintenek meg a téren belül. A szőrszálak rezgése elvonhatja a figyelmet és bosszantó lehet, illetve a térerősség függvényében az áramütés bosszantó, kellemetlen vagy fájdalmas lehet. Az erős terekben található tárgyak érintése égési sérüléseket is okozhat.

## 111.4. Nagyfrekvenciás terek (100 kHz – 300 GHz)

A nagyfrekvenciás tereknek való, a vonatkozó AL-érték alatti expozíció zavart idézhet elő az aktív beültethető orvostechnikai eszközök, illetve a testen viselt orvostechnikai eszközök normális működésében. A helytelen működés súlyos következményekkel járhat. A fémes passzív orvostechnikai implantátumok elnyelő antennaként működhetnek, és ennek következtében a szövetek rádiófrekvenciás expozíciója lokálisan megerősödhet, és sérülések keletkezhetnek.

A nagyfrekvenciás tereknek való expozíció első jele lehet a melegségérzet, mert a tér felmelegíti a munkavállalót vagy egyes testrészeit. Ugyanakkor ez nem mindig következik be, és a melegségérzet nem megbízható figyelmeztető jel. 300 kHz és 6 GHz között emellett elképzelhető a pulzáló terek „hallása”, így az elektromos térnek kitett munkavállalók kattogó, zúgó vagy sziszegő hangokat hallhatnak.

Az egész test elhúzódó expozíciója a testhőmérséklet emelkedéséhez vezethet. A testhőmérséklet mindössze néhány fokos emelkedése mentális zavart, fáradságot, fejfájást és a hőstressz egyéb tüneteit okozhatja. A nagy fizikai megterhelés vagy a forró és nedves körülmények között végzett munka növeli az ilyen hatások valószínűségét. A tünetek súlyossága továbbá függ a munkavállaló fizikai állapotától, hidratáltságától és ruházatától.

A test részleges expozíciója lokális melegedéshez vagy „meleg pontok" kialakulásához vezethet az izmokban vagy a belső szervekben, és az expozíció hatására azonnal bekövetkező felületes égési sérüléseket okoz. Komoly belső sérülések keletkezhetnek a bőrön megjelenő nyilvánvaló égési sérülések nélkül is. Az erős helyi túlexpozíció károsíthatja az izmokat és a környező szöveteket az elektromos térnek kitett végtagokban (középső kompartment szindróma), ami azonnal vagy legkésőbb pár napon belül bekövetkezik. A legtöbb szövet általában károsodás nélkül elviseli a rövid ideig fennálló hőmérséklet-emelkedést, de a több mint 30 percen keresztül fennálló 41 °C hőmérséklet károsodást okoz.

A herék jelentős melegedésével járó expozíció ideiglenesen csökkentheti a spermaszámot, illetve a terhesség korai szakaszában a melegedés növelheti a vetélés kockázatát.

A szem közismerten érzékeny a hőre, és az expozíciós határértékeket jóval meghaladó nagyon magas expozíció a szemfehérje, az írisz vagy a kötőhártya gyulladásához vezethet. A tünetek közé tartozhat a szempirosodás, a fájdalom, a fényérzékenység és a pupilla összehúzódása. A szürkehályog (a szemlencse elhomályosulása) az expozíció ritka, de lehetséges késői hatása, amely hetekkel vagy hónapokkal az expozíció után jelentkezhet. Évekkel az expozíció után jelentkező hatásokat nem jelentettek.

A nagyobb (körülbelül 6 GHz és afölötti) frekvenciájú terek esetében az energiaelnyelés egyre felületesebbé válik. A szaruhártya elnyeli ezeket a tereket, de az expozíciós határértékeket nagymértékben meghaladó expozíció égési sérüléseket okoz. A bőr is elnyeli ezeket a nagyfrekvenciás tereket, ami túl nagy expozíció esetében fájdalommal és égési sérülésekkel járhat.

A munkavállalók áramütést vagy égési sérüléseket szenvedhetnek, ha működő antennákat érintenek meg vagy ha az elektromos terekben található nagy, fémes, földeletlen tárgyakkal, például autókkal kerülnek kapcsolatba. Hasonló hatások jelentkezhetnek, amikor egy földeletlen munkavállaló megérint egy földelt fémes tárgyat. Ezek az égési sérülések lehetnek felületesek vagy mélyek. A fémes implantátumok, többek között a fogtömések és a testpiercingek (valamint ékszerek és néhány tetováláshoz használt festékanyag) koncentrálhatják a teret, ami lokális melegedéssel és termikus égési sérülésekkel jár. A kezek nagymértékű expozíciója is idegkárosodáshoz vezethet.

A túlzott expozíciót elszenvedő munkavállalókról szóló esetjelentések arra utalnak, hogy egyéb tünetek is előfordulhatnak. Ide tartozik például a fejfájás, a bélrendszeri panaszok, a letargia és az elektromos tereknek kitett szövetek hosszan tartó zsibbadása.

Stresszreakciók is kapcsolódhatnak a tényleges vagy feltételezett túlzott expozícióhoz.

**11.1. táblázat: Az egészségügyi expozíciós határértékeket meghaladó expozícióhoz kapcsolódó hatások és tünetek**

| Tér | Frekvencia | Lehetséges hatások és tünetek |
|---|---|---|
| Statikus mágneses terek | 0–1 Hz | Interferencia az orvostechnikai eszközökkel<br>Hányinger és szédülés. Hatások a véráramra, a szívritmusra, az agyi funkciókra (7 T fölött lehetséges)<br>Idegstimuláció és izom-összehúzódás (gyors mozgások) |
| Kisfrekvenciás mágneses terek | 1 Hz – 10 MHz | Interferencia az orvostechnikai eszközökkel<br>Vizuális észlelések<br>Bizsergő érzést vagy fájdalmat okozó idegstimuláció<br>Izom-összehúzódás, szívritmuszavar |
| Kisfrekvenciás elektromos terek | 1 Hz – 10 MHz | Áramütés és felületes égési sérülés (tárgyak megérintése) |
| Nagyfrekvenciás terek | 100 kHz és afölött | Interferencia az orvostechnikai eszközökkel<br>Melegségérzet<br>Hőstressz<br>Áramütés és felületes vagy mély égési sérülések (tárgyak megérintése)<br>Egyéb tünetek is lehetségesek |

A középfrekvenciás terek (100 kHz – 10 MHz) a kisfrekvenciás és nagyfrekvenciás terek által okozott tünetek kombinációjához vezetnek.

## 11.2. Az egészségi állapot ellenőrzése

Ha a nemzeti jogszabályok vagy gyakorlat előírja, sor kerül a munkavállalók egészségi állapotának rutinellenőrzésére. Ugyanakkor az elektromágneses tereknek való, az expozíciós határértékeket nem meghaladó expozíció által okozott ismert kockázatok vagy tünetek hiányában nem indokolt a rendszeres orvosi vizsgálat. Az ellenőrzés egyéb okokból indokolt lehet.

Az elektromágneses tereknek való expozíció által különösen veszélyeztetett munkavállalók közé tartoznak a várandós nők, valamint az aktív vagy passzív beültethető orvostechnikai eszközt, illetve a testen viselt eszközt viselő személyek. Ezeknek a munkavállalóknak időszakosan konzultálniuk kell a foglalkozás-egészségügyi szolgáltatóval annak érdekében, hogy maradéktalanul megértsék azokat a további korlátozásokat, amelyek kiterjedhetnek rájuk a munkakörnyezetben. Ezek a konzultációk továbbá lehetőséget biztosítanak a munkavállalók számára, hogy jelentsék a nemkívánatos vagy nem várt egészségügyi hatásokat, és felügyeljék a helyzetet.

Az orvosi vizsgálat megfelelő lehet azoknak a munkavállalóknak az esetében is, akik nem várt vagy nemkívánatos egészségügyi hatásoktól szenvednek.

## 11.3. Orvosi vizsgálat

A sérüléshez vagy károkhoz vezető véletlen túlzott expozíciót a nemzeti jogszabályok és gyakorlat szerint ugyanúgy kell kezelni, mint az egyéb munkahelyi baleseteket.

Ha a munkavállaló áramütést és/vagy égési sérüléseket szenvedett, fájdalmai vannak vagy a testhőmérséklete emelkedett, szükség lehet a megfelelő egészségügyi szakember általi azonnali ellátásra. Ezeket a hatásokat a szokásos módon kell kezelni az adott munkahelyen meglévő rendszereknek megfelelően. Az áramütést vagy égési sérüléseket szenvedett munkavállalókat egy megfelelő szakértelemmel rendelkező orvosnak is meg kell vizsgálnia. A többi munkavállaló tüneteit a továbbiakban figyelemmel kísérheti a háziorvosuk vagy a foglalkozás-egészségügyi orvos.

Az elektromágneses térnek való túlzott expozíciót követően nincs szükség további konkrét vizsgálatokra. Például semmi sem bizonyítja, hogy az elektromágneses térnek való expozíció megváltoztatja a vér jellemzőit – például a vérképet, a karbamidtartalmat és az elektrolitokat – vagy a májfunkciókat. A nagyfrekvenciás tereknek való túlzott expozíció esetében ugyanakkor célszerű lehet a szemvizsgálat, amelyet általában legkésőbb három hónappal az első vizsgálatot követően meg kell ismételni. Az ilyen vizsgálatot általában szemész végzi.

## 11.4. Nyilvántartások

Az orvosi vizsgálatokat elérhetővé kell tenni azon a munkavállalók számára, akiket érintett vagy feltehetően érintett az expozíciós határértékeket meghaladó expozíció. A munkavállalóknak nem kell fizetniük ezekért a vizsgálatokért, amelyeket elérhetővé kell tenni a munkaidő alatt. A nyilvántartást a nemzeti jogszabályoknak és gyakorlatnak megfelelően kell vezetni.

A nyilvántartás tartalmazza az elvégzett vizsgálatok összefoglalását, és olyan formában kell vezetni, hogy a titoktartás figyelembevételével később vissza lehessen keresni. Az egyes munkavállalók kérésre hozzáférést kapnak a róluk készült egészségügyi feljegyzésekhez.

A tényleges vagy feltételezett túlzott expozíció részleteit adott esetben az eseményt követően a lehető leggyorsabban fel kell jegyezni. A feljegyzéseknek tartalmazniuk kell az expozíció intenzitását és időtartamát, valamint a tér frekvenciáját (hogy megbecsüljék a tér testbe történő behatolásának mélységét). Emellett fontos annak megállapítása, hogy az expozíció az egész testet érintette vagy csak egyes testrészeket, illetve a munkavállaló viselt-e szívritmus-szabályozót vagy egyéb orvostechnikai eszközt. A Finn Foglalkozás-egészségügyi Intézet a szívritmus-szabályzót viselő munkavállalóknak az elektromágneses terekben történő munkavégzéséről szóló jelentésében példákat hoz ezekre a feljegyzésekre (Alanko et al., 2013).

5. szakasz

# REFERENCIAANYAG

# A. FÜGGELÉK AZ ELEKTROMÁGNESES TEREK TERMÉSZETE

A valószínűleg legismertebb elektromágneses terek a természetben találhatók. A föld felszínén észlelhető mágneses teret az eddigi ismereteink szerint a mélyen a föld olvadt vasmagjában keletkező elektromos áram hozza létre. Bár az eredete nem egészen tisztázott, évszázadok óta használják navigálásra a mágneses tér és az iránytűkben lévő mágneses anyagok interakcióját. Hasonlóképpen a viharfelhőkben képződő elektromos töltés nagyon nagy feszültséget generál a felhők és a föld felszíne között. Ezek a feszültségek olyan elektromos tereket hoznak létre a felhők és a föld között, amelyek eredményeképpen az elektromosság nagymértékben, gyorsan kisül a felhő és a föld között, és ez az, amit villámként ismerünk.

**A1. ábra: Az elektromágneses terek természetes forrásai a) az iránytű segítségével meghatározzák a föld statikus mágneses terének irányát és b) a felhők és a föld közötti, villámként ismert nagyfeszültségű kisülés**





## A1. Az elektromágnesesség felfedezése

Az emberek már az ókortól kezdve tisztában voltak a statikus elektromosság és mágnesesség hatásaival. Az elektromágnesesség megértése felé vezető folyamat azonban valószínűleg Luigi Galvani 1780-as felfedezésével kezdődött, miszerint a két különböző fém által generált elektromosság hatására a békaláb összerándul. Ezt az elvet használta fel egy évtizeddel később Alessandro Volta a galvánelemben.

További felfedezésekre került sor Európában, és 1820-ra bizonyítottá vált a kapcsolat az elektromos áram és a mágneses terek között, amikor Hans Christian Oersted képes volt eltéríteni az iránytű tűjét egy elektromos áramot tartalmazó vezetékkel. André-Marie Ampère felfedezte, hogy az elektromos áramot hordozó vezetékek hatnak egymásra, Michael Faraday pedig tanulmányozta a mágneses indukciót.

Néhány évvel később James Clerk Maxwell matematikai alapon kidolgozta az elektromágnesesség elméletét, és 1873-ban kiadta az Értekezés az elektromosságról és a mágnesességről című könyvét. Maxwellnek az elektromágneses hullámokkal kapcsolatos elképzelései még ma is az elektromágneses elmélet alapját képezik.

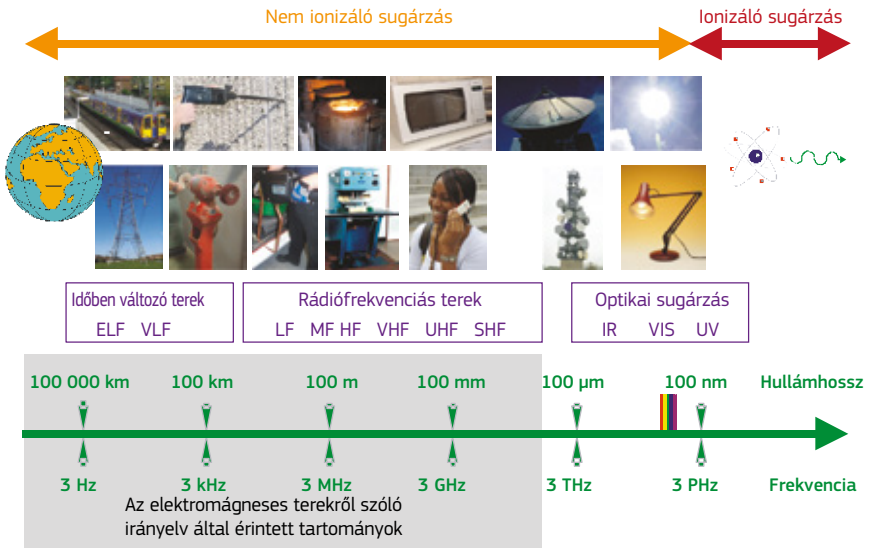
Heinrich Hertz megerősítette Maxwell elképzeléseit, amikor 1885-ben elektromágneses hullámokat generált és észlelt, majd egy évtizeddel később Guglielmo Marconi ezt a felfedezést felhasználva küldött távoli üzeneteket rádiójelek segítségével. Az elektromos áram generálása szempontjából nagy fontosságú esemény, hogy Nikola Tesla 1892-ben megépítette az első váltakozó áramú generátort.

Az elektromágneses terek a modern világban már mindennaposnak számítanak. Nehéz elképzelni a modern társadalmat elektromos készülékek nélkül. A 20. században nagymértékben nőtt az elektromos energia ipari és háztartási célokra történő felhasználása. Hasonló növekedés figyelhető meg a rádió- és televíziós műsorszolgáltatás terén, a század végén és a 21. század elején pedig a jelenleg széles körben elterjedt mobiltelefonok és egyéb vezeték nélküli készülékek használata forradalmasította a telekommunikációt. Az elektromágneses tereket emellett széles körben használják olyan speciális területeken, mint a rádiós navigáció és az orvosi alkalmazások.

## A2. Az elektromágneses spektrum

Az A2. ábrán szereplő elektromágneses spektrum számos különböző frekvenciájú és hullámhosszú sugárzást fed le. A frekvencia és a hullámhossz közötti kapcsolatot a C. függelék ismerteti. A spektrumnak az elektromágneses terekről szóló irányelv által érintett része a statikus terektől (0 Hz) az időben változó, legfeljebb 300 GHz (0,3 THz) frekvenciájú elektromágneses terekig terjed. Ebben a tartományban található az általában statikus tereknek, időben változó tereknek és rádióhullámoknak (többek között mikrohullámoknak) nevezett sugárzás. Az elektromágneses spektrum egyéb, az elektromágneses terekről szóló irányelv által nem érintett részei közé tartozik az optikai tartomány (infravörös, látható és ultraibolya) és az ionizáló tartomány. Ezekkel a tartományokkal a mesterséges optikai sugárzásról szóló 2006/25/EU irányelv, illetve az alapvető biztonsági előírásokról szóló 2013/59/Euratom irányelv foglalkozik.

**A2. ábra: Az elektromágneses spektrum**

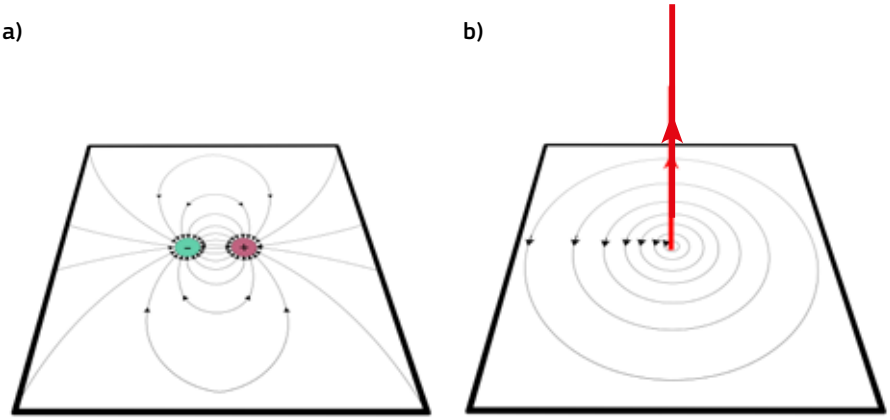



Az elektromágneses terekről szóló irányelv által érintett frekvenciatartományban tapasztalható elektromágneses sugárzásnak nincs elég energiája ahhoz, hogy eltávolítsa az elektronokat az anyagok atomjaiból, ezért nem ionizálónak nevezik. A röntgensugarak és a gammasugarak nagy energiájú elektromágneses sugárzások, amelyek képesek eltávolítani ezeket az orbitális elektronokat, ezért ezeket ionizáló sugárzásnak nevezik.

## A3. Az elektromágneses terek keletkezése

Az elektromos töltések elektromos teret hoznak létre. Amikor mozognak és elektromos áramot hoznak létre, mágneses tér is képződik. Az elektromágneses terekről szóló irányelv az ezekből az elektromos és mágneses terekből fakadó munkahelyi egészségügyi és biztonsági kockázatokat kívánja kezelni.

**A3. táblázat: Az erővonalak ábrázolása az alábbiak körül: a) elektromos töltések és b) elektromos áram, piros vonallal jelölve**




Az állandó mágnes körül keletkező mágneses tér úgy alakul ki, hogy az anyagban lévő elektronok mozgásának összehangolásával keletkező valamennyi mágneses tér összegződik. A nem mágneses anyagokban nem kerül sor ilyen összehangolásra, és az egyes atomok körül keletkező mágneses terek azonnal kioltódnak.

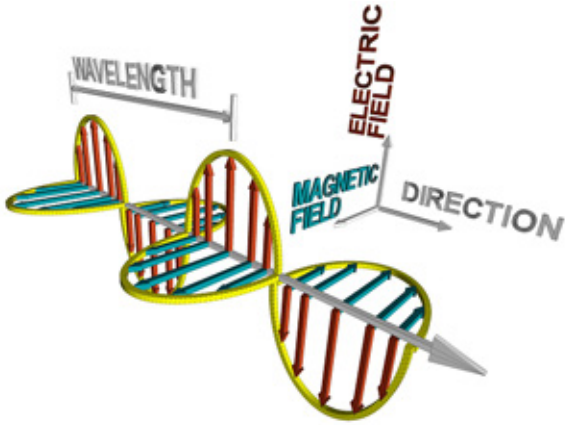
### A3.1. Időben változó terek

Ha egy tárgy elektromos töltése idővel megváltozik vagy a töltés (áram) iránya megváltozik, időben változó tér keletkezik. Az időben változó terek természetét az oszcilláció frekvenciája szabályozza. Kisfrekvencia esetén az elektromos és mágneses terek függetlennek tekinthetők. Ahogy a frekvencia növekszik és elér a rádiófrekvenciás tartományba, a terek egyre jobban kapcsolódnak egymáshoz: az időben változó elektromos tér mágneses teret indukál és fordítva. Az elektromos és mágneses terek ilyen interakciója teszi lehetővé az elektromágneses sugárzás nagy távolságokra történő eljutását.

## A3.2. Sugárzó elektromágneses terek

Az elektromos és mágneses terek rádiófrekvencián történő interakciója lehetővé teszi, hogy az energia kisugározzon a keletkezés pontjából. A távoli térben a két komponens: az elektromos tér és a mágneses tér egymással derékszögben és a hullám irányával derékszögben oszcillál. Ezt fénysebességgel teszi. Az adóberendezés kialakítása lehetővé teszi, hogy a sugárzás minden irányba eljusson vagy egy adott irányba fókuszálódjon.

**A4. ábra: Az elektromágneses sugárzás két komponensből, egy mágneses térből és egy elektromos térből áll, amelyek egymással derékszögben oszcillálnak és fénysebességgel mozognak**



# B. FÜGGELÉK AZ ELEKTROMÁGNESES TEREK EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAI

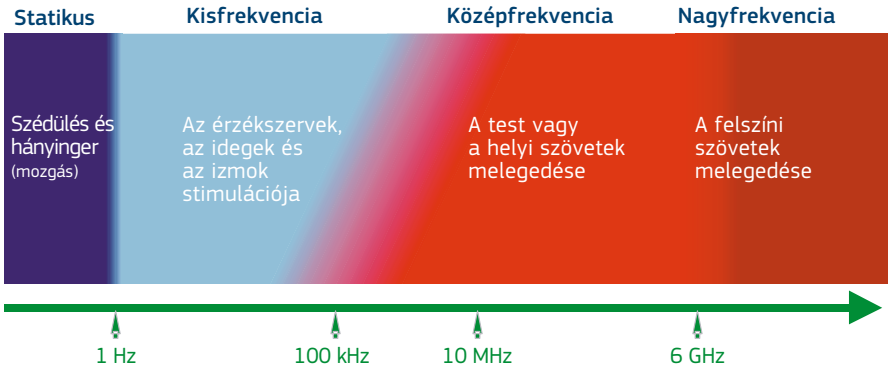
## B1. Bevezetés

Az elektromágneses tereknek való expozícióra adott válasz természete elsősorban az adott tér frekvenciájától függ. Ennek az az oka, hogy a különböző frekvenciák eltérő módon lépnek interakcióba a testtel, így a kisfrekvenciás terek hatása eltér a nagyfrekvenciás terek hatásától: a kisfrekvenciás terek stimulálják az idegeket és izmokat, a nagyfrekvenciás terek pedig melegedést okoznak.

Az emberekkel való interakció alapján az elektromágneses terek négy nagy tartományra oszthatók (B1. ábra): statikus terek (0–1 Hz), kisfrekvenciás terek (1 Hz – 100 kHz), középfrekvenciás terek (100 kHz – 10 MHz) és nagyfrekvenciás terek (10 MHz fölött). Néhány GHz fölött a melegedés egyre inkább a test felületére korlátozódik.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv értelmében az idegrendszert érő hatások a nem termikus hatások, és a 100 kHz frekvenciát meghaladó tereknek való expozíció következtében fellépő melegedés a termikus hatás.

**B1. ábra: Az elektromágneses terek főbb közvetlen hatásainak sematikus ábrázolása, feltüntetve a főbb frekvenciatartományi határokat, amelyeket az elektromágneses terekről szóló irányelv az expozíciós határértékek és a beavatkozási szintek meghatározására használ**




Az egyes frekvenciákon adott válasz nagysága a tér intenzitásától függ; a gyengébb terek főként érzékelési hatásokat váltanak ki, az erősebb terek pedig komolyabb reakciókat. Ahhoz, hogy bármely frekvencián bármilyen válasz jelentkezzen, meg kell haladni az expozíció küszöbértékét.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv védelmet nyújt az elektromágneses tereknek kitett munkavállalók számára, és számos expozíciós határértéket meghatároz. Minden frekvenciatartományban létezik egy alacsonyabb érték az érzékelési hatások korlátozására és egy magasabb érték az egészségügyi hatások korlátozására (lásd a B1. táblázatot). Ezek az értékek a Nemzetközi Nemionizáló Sugárvédelmi Bizottság (ICNIRP) ajánlásain alapulnak, és csak az expozíció rövid távú hatásait veszik figyelembe, amelyek megalapozott biofizikai interakciós mechanizmusokon alapulnak.

**B1. táblázat: Az expozíciónak a különböző frekvenciatartományokban való korlátozására használt releváns egészségügyi és érzékelési hatások összefoglalása**

| Tér és frekvencia | Érzékelési hatások | Egészségügyi hatások |
|---|---|---|
| Statikus mágneses tér<br>0–1 Hz | Szédülés, hányinger, fémes íz | Megváltozott véráram a végtagokban, megváltozott agyi funkciók;<br>Megváltozott szívműködés |
| Kisfrekvenciás terek<br>1 Hz – 10 MHz | Foszfének (fényvillódzás formájában észlelve);<br>(Kisebb változások az agyi funkciókban 1–400 Hz) | Bizsergő érzés vagy fájdalom (idegstimuláció)<br>Izomrángás<br>Nem egyenletes szívritmus |
| Nagyfrekvenciás terek<br>100 kHz – 6 GHz | Mikrohullámok hallás útján történő érzékelése (200 MHz – 6,5 GHz) | Túlzott mértékű, az egész testet érintő vagy lokális melegedés vagy égési sérülések |
| Nagyfrekvenciás terek<br>6–300 GHz | | A hő által okozott, a szemet vagy a bőrt érintő lokális kár |
| MEGJEGYZÉS: A középfrekvenciás terek (100 kHz – 10 MHz) hatása a kisfrekvenciás és a nagyfrekvenciás terek hatásainak kombinációja. | | |

Bár mindig lehetséges, hogy az ismételt, hosszú távú expozíció néhány még azonosítatlan egészségügyi kockázattal is jár, az elektromágneses terekről szóló irányelv kimondja, hogy nem foglalkozik a feltételezett hosszú távú hatásokkal.

## B2. Statikus mágneses terek (0–1 Hz)

A nyugalomban lévő emberekre általában nem hatnak a statikus mágneses terek, kivéve talán nagyon nagy intenzitás esetén, amikor hatást gyakorolhatnak a szívre vagy az agyra (lásd a B1. táblázatot). Azonban amikor az emberek mozognak az ilyen terekben, az hatással van rájuk. A mozgás hatására elektromos terek képződnek a szövetekben, és ezek befolyásolhatják az idegszöveteket. Néhány friss eredmény arra utal, hogy ezek a hatások nyugalmi helyzetben is előfordulhatnak. A keletkezett elektromos terek erőssége az időbeli és térbeli gradiensektől függ.

Az egyensúlyért felelős, a fülben található szervek különösen érzékenyek, és az elektromos téren való áthaladáskor vagy a térben való gyors fejmozgás esetén szédülés lép fel. A terek a nyelvre is hatást gyakorolhatnak, és ízérzeteket kelthetnek, valamint hányingert és egyéb tüneteket is jelentettek a működő MRI-berendezések közelében végzett munka során. Ezek a hatások átmenetiek, és a mozgás leálltával vagy lelassulásával megszűnnek.

Semmi sem bizonyítja, hogy az expozíció tartós károkkal vagy súlyos káros hatásokkal jár. A térben történő lassú mozgás segít megelőzni ezeket a hatásokat, és a külső mágneses indukció 2 T értékre történő korlátozása védelmet nyújt a munkavállaló számára.

# B3. Kisfrekvenciás terek (1 Hz – 100 kHz)

## B3.1. Kisfrekvenciás elektromos terek

A testen kívüli kisfrekvenciás elektromos terek elektromos tereket indukálhatnak a test szöveteiben. A test felülete azonban nagyfokú árnyékolást biztosít, így a testben keletkező tér sokkal kisebb erősségű, mint a külső tér.

A keletkező elektromos terek elviekben a kisfrekvenciás mágneses tereknek való expozíció által gerjesztett terekhez hasonló hatásokat tudnak kifejteni (lásd a B3.2. szakaszt). Az árnyékoló hatás következtében azonban az indukált elektromos tér általában túl gyenge ahhoz, hogy a munkahelyeken általában előforduló külső elektromos terekre jellemző káros hatásokat váltson ki.

A kisfrekvenciás elektromos terek emellett egy további olyan hatást váltanak ki, amelyet a mágneses terek nem. A munkavállalók szúró vagy bizsergő érzést érezhetnek a bőrükön a nagy intenzitású elektromos térben; néha ugyanez érezhető a nagyfeszültségű villamos vezetékek alatt száraz napokon. Ez azért van, mert a kisfrekvenciás elektromos tér hatására a test felszíne feltöltődik, és ennek az elektromos töltésnek a hatására a szőrszálak mozognak és rezegnek (a kisfrekvenciás tér frekvenciájának kétszeresén). Hasonló érzések tapasztalhatók, amikor a szőrszálak a ruházathoz érve rezegnek.

## B3.2. Kisfrekvenciás mágneses terek

A kisfrekvenciás mágneses terek elektromos tereket hoznak létre az emberi testben, ami alacsonyabb értékek mellett stimulálhatja az érzékszerveket, illetve erősebb terek esetén stimulálhatja az idegeket és izmokat (különösen a karban és a lábban). Az érzékelési hatások nem károsak, de bosszantóak lehetnek vagy elvonhatják a munkavállalók figyelmét, míg az erősebb terek hatásai kellemetlenek, sőt fájdalmasak lehetnek.

A különböző szövetek különböző frekvenciákon mutatnak csúcsérzékenységet, így az észlelt hatások is a frekvencia függvényében változnak.

**B2. táblázat: Az interakció helye és a csúcsérzékenység a különböző hatások esetén**

| Hatás | Az interakció helye | Csúcsérzékenység (Hz) |
|---|---|---|
| Fémes íz | Receptorok a nyelven | < 1 Hz |
| Szédülés, hányinger<br>Ideg- és izomstimuláció | Belső fül (vesztibuláris rendszer)<br>Véráram által indukált elektromos terek a szövetekben | < 0,1–2 Hz |
| Foszfének | Retinasejtek a szemben | ~ 20 Hz |
| Tapintással és fájdalommal kapcsolatos érzékelés<br>Indukált izom-összehúzódás<br>A szívre gyakorolt hatás | Perifériás idegek<br>Perifériás idegek és izmok<br>Szív | ~ 50 Hz |

A szem nagyon érzékenyen reagál az elektromos terek hatásaira, és az expozíció leggyakrabban jelentett hatásai a foszfének, amelyek mulandó, vibráló vizuális észlelések a látómező perifériáján (némileg hasonló hatás érhető el a csukott szem finom masszírozásával). Az idegrendszerben indukált elektromos tér korlátozása megelőzi ezeket a hatásokat és védelmet nyújt a munkavállalók számára.

Ezek a felületi elektromosságot kiváltó hatások azonban nem korlátozódnak az emberekre, és bármilyen fémes vagy vezető tárgy, például nem földelt jármű vagy kerítés is feltöltődhet az elektromos tér által. Aki megérinti ezeket a tárgyakat, enyhe

áramütést szenved. Az áramütés meglepetést okozhat, de a tárgyak megérintéséből fakadóan ismételten előforduló áramütés bosszantó vagy még rosszabb lehet. Akkor is lehetséges az áramütés, ha valaki, aki nem földelt, megérint egy földelt tárgyat. A szükséges védelem érdekében szükség lehet az ilyen körülmények között dolgozók speciális oktatására, valamint a tárgyak és munkavállalók megfelelő földelésére, illetve szigetelő cipők, kesztyűk és védőöltözet viselésére.

## B4. Középfrekvenciás terek

A középfrekvenciás terek átmenetet jelentenek a kis- és a nagyfrekvenciás terek között. Ebben a tartományban folyamatos átmenet figyelhető meg az idegrendszerre gyakorolt hatásokról (elsősorban 100 kHz-en) a melegedési hatásokra (elsősorban 10 MHz-en).

**A fő üzenet: középfrekvenciás terek**

A középfrekvenciás terek ebben az útmutatóban a 100 kHz – 10 MHz frekvenciájú terek, amelyek termikus és nem termikus hatásokat is kifejthetnek.

A középfrekvenciás terek meghatározása máshol eltérő lehet. Például az Egészségügyi Világszervezet definíciója szerint a középfrekvenciás terek frekvenciája 300 Hz és 10 MHz között mozog.

## B5. Nagyfrekvenciás terek

A 100 kHz feletti frekvenciájú tereknek való expozíció az energiaelnyelés révén melegedést okoz. A helyzettől függően ez az egész test vagy egyes testrészek, például a végtagok vagy a fej felmelegedéséhez vezethet.

Az egészséges felnőttek általában képesek nagyon hatékonyan szabályozni a testük hőmérsékletét és egyensúlyban tartani a hőtermelő és hőleadó mechanizmusokat. Ugyanakkor elképzelhető, hogy a normális hőleadó mechanizmusok nem működnek megfelelően, ha az energiaelnyelés mértéke túl nagy, és a testhőmérséklet folyamatosan és egyenletesen körülbelül 1 °C fokkal vagy nagyobb mértékben emelkedik, és ez hőstresszhez vezet. Ez nemcsak a biztonságos munkavégzés képességére hat károsan, hanem az elhúzódó, a test mélyebb részén tapasztalt néhány fokos testhőmérséklet-emelkedés nagyon veszélyes lehet.

Az energiaelnyelés mértékének (fajlagos energiaelnyelési tényező, SAR) korlátozása megakadályozza a hővel kapcsolatos rendellenességeket, és védelmet biztosít a munkavállaló számára. Mivel a melegedés nem azonnal következik be, és a test rövid időszakokon keresztül meg tud birkózni a megnövekedett hőterheléssel, az expozíciós határértékeket hatperces időtartamokra átlagolják. Ez azt is lehetővé teszi, hogy a munkavállalók rövid időszakokra magasabb SAR-értékeknek legyenek kitéve, amennyiben azok nem haladják meg az átlagos értéket.

Emellett az expozíciós határértékek meglehetősen óvatosan meghatározott értékek, így nem szükséges figyelembe venni egyéb olyan tényezőket, amelyek befolyásolhatják a hőmérséklet szabályozását, például a manuális munka magas arányát vagy a forró és nedves környezetben való munkavégzést.

Sok ipari helyzetben azonban nem egyenletes az expozíció, és csak bizonyos testrészek, például a kéz és a csukló nyelik el az energiát. Ha ezekben a helyzetekben az egész testre vonatkozó határértéket használnák, hőkárosodás jelentkezhetne a kitett területeken (mert ilyenkor az elnyelt energia jóval kisebb szövettömegre koncentrálódik). Ezért az elektromágneses terekről szóló irányelv a testrészek expozíciójára vonatkozó határértékekről is rendelkezik.

Ezeket az értékeket úgy határozzák meg, hogy megakadályozzák a test hőérzékeny területeinek, azaz a szem (szemlencse) és (férfiaknál) a herék túlzott felmelegedését. Ismeretes, hogy a fejlődő magzat is különösen érzékeny az anyát érintő hyperthermia hatásaira, és a várandós munkavállalókat különösen veszélyeztetett munkavállalóknak kell tekinteni.

A legnagyobb – 6 GHz-es és azt meghaladó – frekvencián a terek nem hatolnak be jelentősen a testbe, és a melegedés főként a bőrre korlátozódik. A kis bőrfelületen elnyelt energia korlátozásával biztosítható a védelem.

A pulzáló rádiófrekvenciás terek következtében érzékszervi észlelések jelentkezhetnek a „mikrohullámok hallása" formájában. A normál hallású emberek a körülbelül 200 MHz és 6,5 GHz közötti frekvenciájú impulzusmodulált tereket érzékelik. Ezt a tér modulációs jellemzőitől függően általában búgó, kattogó vagy pattogó hangként írják le. A tér észlelésekor az impulzus időtartama általában a mikroszekundum néhány tizedrésze.

A kisfrekvenciás elektromos terekhez hasonlóan fennáll annak a veszélye, hogy aki nagyfrekvenciás térben vezetőképes tárgyat érint meg, áramütést vagy égési sérüléseket szenved. Az elektromágneses terekről szóló irányelv ezzel a kockázattal is foglalkozik.

# C. FÜGGELÉK AZ ELEKTROMÁGNESES TEREK MENNYISÉGEI ÉS MÉRTÉKEGYSÉGEI

Az elektromágneses terekből fakadó kockázatok elsősorban a tér frekvenciájától és intenzitásától függenek. Egy adott elektromágneses tér által jelentett veszély értékeléséhez meghatározott fizikai mennyiségekkel kell tudnunk jellemezni a teret. Az elektromágneses terekről szóló irányelvben használt mennyiségeket az alábbi szakaszok ismertetik.

Az elektromágneses terekre vonatkozó mennyiségek többféleképpen fejezhetők ki. Ez különösen a mérőeszközök kijelzőjére igaz, ahol a hely néha korlátozott. A mértékegységek különböző formáinak megismerésével jobban felhasználhatók a rendelkezésre bocsátott információk. Lássunk néhány példát.

- Előtagokkal jelezhető a mértékegység nagyságrendje, így az 1 volt, az 1 V, az 1 000 mV és az 1 000 000 µV mind ugyanazt az értéket jelöli. A gyakran használt előtagokat a C1. táblázat tartalmazza.
- Az indexszámnak egy szám vagy mértékegység után való használata azt mutatja, hányadik hatványra emeltük a számot. Így például az $m^2$ a négyzetméternek felel meg, és a használata arra utal, hogy terület méréséről van szó.
- A mértékegységek különböző módon fejezhetők ki. Például a 100 volt per méter, a 100 V/m, a 100 $V.m^{-1}$, a 100 $Vm^{-1}$ és a 100 $Vm^{-1}$ mind ugyanazt az értéket jelöli.

**C1. táblázat: Az SI-mértékegységekkel használt előtagok**

| Név | Jelölés | Nagyságrendi tényező |
|---|---|---|
| Tera | T | $10^{12}$, azaz 1 000 000 000 000 |
| Giga | G | $10^{9}$, azaz 1 000 000 000 |
| Mega | M | $10^{6}$, azaz 1 000 000 |
| Kilo | k | $10^{3}$, azaz 1000 |
| Milli | m | $10^{-3}$, azaz 0,001 |
| Mikro | µ | $10^{-6}$, azaz 0,000001 |
| Nano | n | $10^{-9}$, azaz 0,000000001 |

**A fő üzenet: az elektromágneses terekről szóló irányelvben használt jelölések**

A mértékegységek különböző formátumban fejezhetők ki. Az elektromágneses terekről szóló irányelv $Vm^{-1}$ formátumban fejezi ki a mértékegységeket. Ez az útmutató is ezt a jelölést használja.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv szakít a tudományos konvencióval, és vesszővel jelöli a tizedeseket.

## C1. Frekvencia (f)

Az elektromágneses terekről szóló irányelvben szereplő beavatkozási szinteket és expozíciós határértékeket az elektromágneses tér frekvenciája alapján határozzák meg. A frekvencia jele általában *f*.

Az elektromágneses tér frekvenciája azt mutatja meg, hogy az elektromágneses hullám csúcsa másodpercenként hányszor halad át egy adott ponton. A másodpercenkénti oszcilláció számát fejezi ki, és a hullám alapvető tulajdonsága.

A frekvencia mértékegysége a hertz (Hz).

A frekvencia szorosan kapcsolódik az elektromágneses tér hullámhosszához, amelynek jele $\lambda$. A hullámhossz mértékegysége a méter (m).

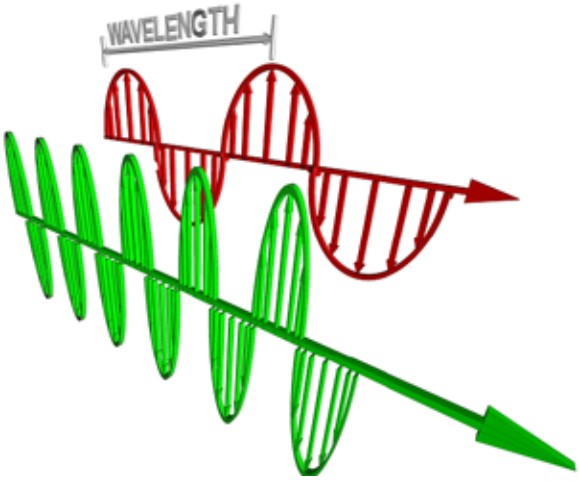
Az adott ponton másodpercenként áthaladó hullámcsúcsok száma a hullámhossztól függ, mert minden elektromágneses hullám ugyanolyan sebességgel terjed a légüres térben. Ezért a nagyobb hullámhosszú térnek kisebb a frekvenciája (C1. ábra).

A frekvencia és a hullámhossz kapcsolatát az alábbi képlet fejezi ki:

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

ahol *c* a fény sebessége a légüres térben ($3{,}0 \times 10^8$ $ms^{-1}$).

**C1. ábra: Elektromágneses hullámok a hullámhossz feltüntetésével. A nagyobb hullámhosszú hullámnak kisebb a frekvenciája (piros), a rövidebb hullámhosszú hullámnak nagyobb (zöld).**



## C2. Elektromos térerősség (E)

Az elektromos tér adott ponton mért erőssége az azon a ponton lévő egységnyi pozitív töltésre ható erő. Vektormennyiség, amelynek van nagysága és iránya. Az elektromos tér erőssége vagy intenzitása elképzelhető úgy, mint egy domboldal. Minél meredekebb a domboldal, annál nagyobb az erő, amelynek hatására a tárgyak lefelé gurulnak. Az elektromos terek esetében minél erősebb az elektromos tér, annál nagyobb erő hat a feltöltött részecskére.

Az elektromos tér erősségének jele általában *E,* mértékegysége volt per méter ($Vm^{-1}$).

Elektromos terek a testen belül és kívül is létezhetnek. A 10 MHz-nél kisebb frekvenciájú elektromos terek, illetve a 100 kHz-nél nagyobb frekvenciájú elektromágneses terek AL-értékeit a külső elektromos tér erőssége alapján határozzák meg. A nem termikus hatásokhoz kapcsolódó, az elektromágneses terekről szóló irányelv II. mellékletében szereplő expozíciós határértékeket a testen belüli elektromos tér erőssége alapján határozzák meg.

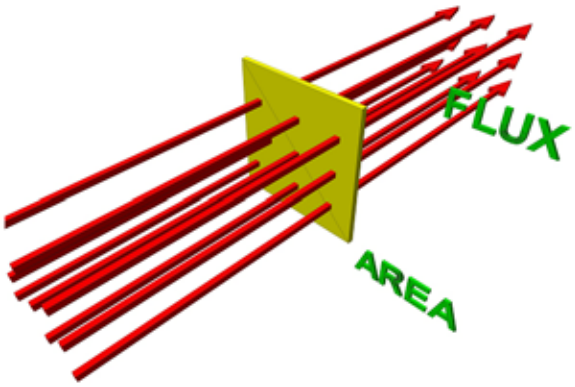
## C3. Mágneses indukció (B)

A mágneses indukció az adott területen áthaladó mágneses fluxust mérő mennyiség (C2. ábra). A mágneses indukció nagyobb, ha több erővonal található az adott területen, így a fluxusvonalak sűrűsége nagyobb. A mágneses indukció eredményeként olyan erő jön létre, amely hat a mozgó töltésekre.

A mágneses fluxus a „mágnesesség mennyiségének" mérése. Skalármennyiség, amely figyelembe veszi a mágneses tér erősségét és kiterjedését.

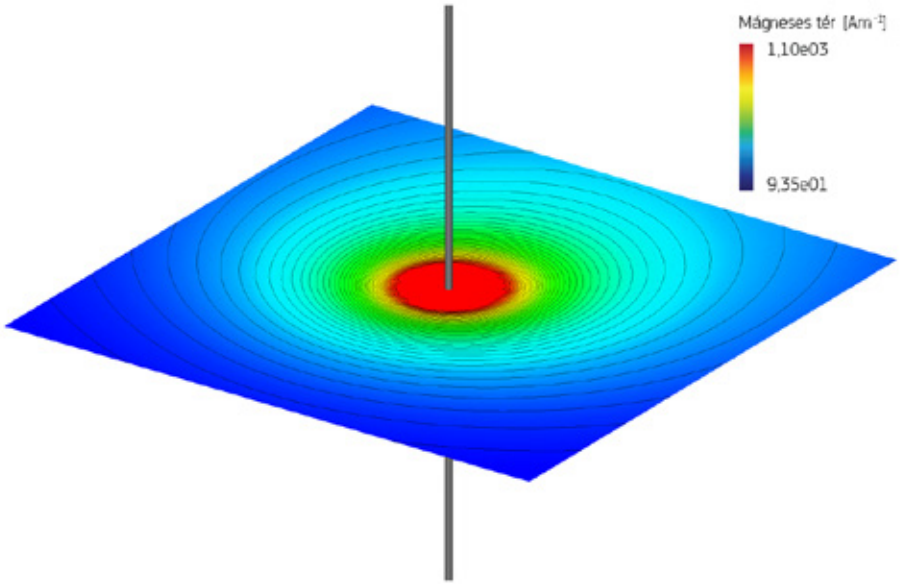
A mágneses indukció jele általában *B,* mértékegysége tesla (*T).*

**C2. ábra: A mágneses fluxus (piros) áthalad a meghatározott területen (sárga). A mágneses indukció az egységnyi területre jutó mágneses fluxus mennyisége, mértékegysége a tesla.**




A 0–1 Hz frekvenciájú tereknek való expozícióra vonatkozó expozíciós határértékeket a mágneses indukció alapján határozzák meg, csakúgy, mint az 1 Hz – 10 MHz frekvenciájú mágneses terekre és a 100 kHz fölötti elektromágneses terekre vonatkozó beavatkozási szinteket.

**C3. ábra: A mágneses térerősség térbeli eloszlása egy 70 A áramerősségű, 50 Hz-es kábel körül**




## C4. Mágneses térerősség (H)

A mágneses indukcióhoz hasonlóan a mágneses térerősség is a mágneses tér nagyságát méri. A mágneses térerősség jele *H*, mértékegysége amper per méter ($Am^{-1}$). A mágneses térerősség nem használatos az elektromágneses terekről szóló irányelvben, de az ICNIRP iránymutatásai használják, és sok mágneses térmérő ez alapján jelzi ki az értékeket.

Légüres térben a mágneses térerősség értéke az alábbi egyenlettel átváltható egyenértékű mágneses indukcióra:

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

Ha H értéke 800 $Am^{-1}$

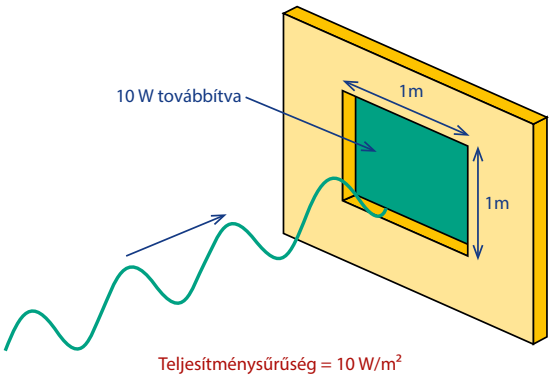
akkor B körülbelüli értéke 800 × 1,25 µT = 1000 µT = 1 mT

## C5. Rádiófrekvenciás teljesítménysűrűség (S)

Nagyon nagy (6 GHz feletti) frekvencia esetén, ha a testbe történő behatolás mélysége kicsi, az expozíciós határértékeket és a beavatkozási szinteket is a teljesítménysűrűség formájában adják meg, és egyforma számértékkel rendelkeznek. A teljesítménysűrűség az adott felületen ($m^2$) kisugárzó teljesítmény (W). Jele *S*, mértékegysége watt per négyzetméter ($Wm^{-2}$).

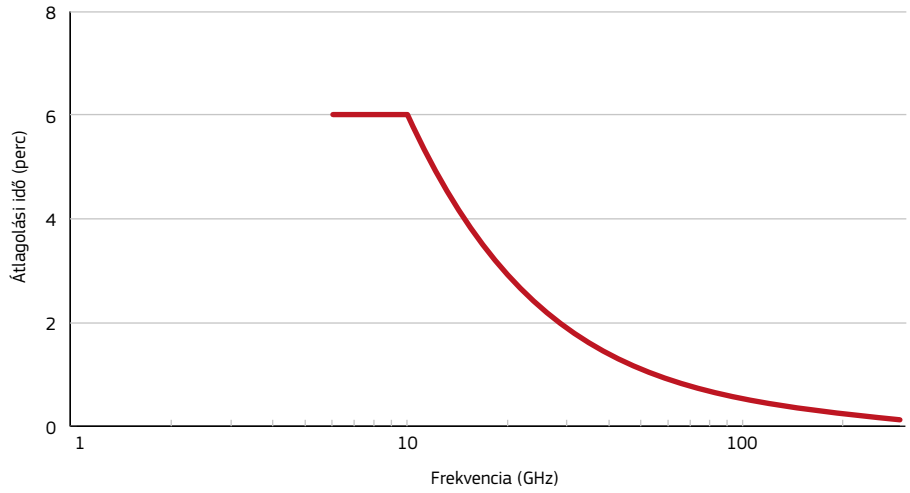
A megfelelő expozíciós határértékkel és beavatkozási szinttel összehasonlítva, a teljesítménysűrűség bármely 20 $cm^2$ -es expozíciós területen átlagolható azzal a feltétellel, hogy az 1 $cm^2$-es expozíciós területre átlagolt teljesítménysűrűség nem lépheti túl az expozíciós határérték vagy a beavatkozási szint hússzorosát (1000 $Wm^{-2}$).

**C4. ábra: A teljesítménysűrűség az egységnyi területre eső kisugárzó teljesítmény**




A teljesítménysűrűség olyan időtartamra is átlagolható, amely a sugárzás frekvenciájától függ. Az ilyen időtartam képlete az elektromágneses terekről szóló irányelv III. mellékletének A3-1. és B1-4. megjegyzésében szerepel, illetve grafikusan a C5. ábrán látható.

**C5. ábra: Grafikon, amely megmutatja, hogy a teljesítménysűrűség átlagolási ideje hogyan függ a frekvenciától**




## C6. Fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR)

A fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) annak a számszerűsítése, hogy a testen belüli egységnyi tömegű szövet milyen mértékben nyeli el az elektromágneses sugárzásból származó energiát. Az energiaelnyelés mértéke az elektromágneses terek termikus hatásaihoz kapcsolódik.

A fajlagos energiaelnyelési tényező mértékegysége watt per kilogramm ($Wkg^{-1}$).

A fajlagos energiaelnyelési tényező hasznos annak megbecsléséhez, hogyan emelkedik a test maghőmérséklete az egész testet érő expozíció következtében. Ebben a helyzetben a SAR-t a munkavállaló testének tömegére átlagolják. A SAR emelkedésével nő a szövetek felmelegedésének és ezzel a káros egészségügyi hatásoknak a lehetősége. Az egész testre átlagolt SAR a munkavállaló testének rezonanciafrekvenciáján a legmagasabb. A rezonanciafrekvencia az emberi test

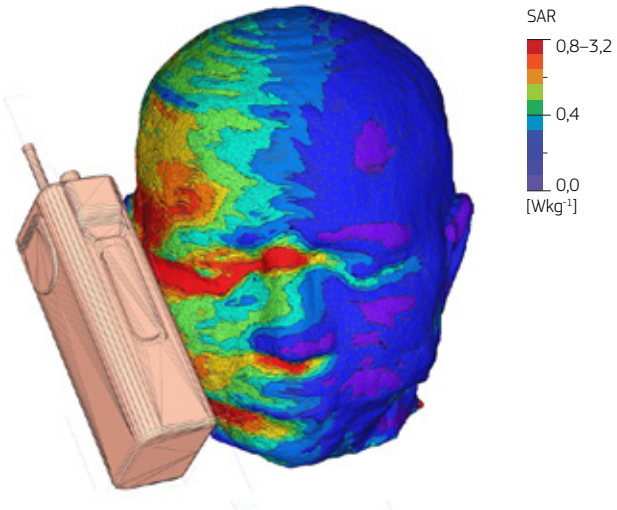
méretétől és alakjától, valamint az elektromágneses térhez viszonyított orientációjától függ. Egy átlagos magasságú és tömegű munkavállaló esetében a rezonancia körülbelül 65 MHz-en következik be, amikor a munkavállaló földelt és a tér függőlegesen polarizált.

A helyi SAR alkalmazandó, amikor az elektromágneses tér a test kis területén, például egy TETRA-készüléknek való expozíció következtében a fejben nyelődik el (C6. ábra). A helyi SAR 10 g összefüggő vagy érintkező testszövet átlaga. A 10 g összefüggő SAR pontosabban jelzi a lokális energiaelnyelést, és jobban méri a SAR eloszlását a testben.

Amikor a testszövetek elnyelik a sugárzó tér energiáját, időbe telik, amíg a szövetek elérik a termikus egyensúlyt. Ezért az egész testre vonatkozó és a helyi SAR-t is meghatározott időtartamra (hat percre) átlagolják.

A 100 kHz – 6 GHz frekvenciájú elektromágneses tereknek való expozícióra vonatkozó egészségügyi expozíciós határértékeket az egész testre vonatkozó és a helyi SAR alapján határozzák meg.

**C6. ábra: A fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) eloszlása a fejben egy 380 MHz frekvenciájú TETRA- (földi trönkölt rádió) készüléknek való expozícióból kifolyólag**




## C7. Fajlagos energiaelnyelés (SA)

A fajlagos energiaelnyelés a biológiai szövet egységnyi tömege által elnyelt energia joule per kilogrammban ($Jkg^{-1}$) kifejezve. Az elektromágneses terekről szóló irányelvben az impulzusos mikrohullámú sugárzás hatásaira vonatkozó határértékek megállapítására szolgál.

A 300 MHz – 6 GHz frekvenciájú elektromágneses tereknek való expozícióra vonatkozó érzékelési expozíciós határértékek 10 g szövetre átlagolt helyi SA formájában jelennek meg az irányelvben.

## C8. Érintési áram ($I_C$)

A passzív vezetőképes tárgyakkal való kapcsolat az elektromágneses terekben olyan áramhoz vezethet a testen belül, amely áramütést és égési sérüléseket vagy lokális melegedést okozhat. Beavatkozási szinteket határoztak meg, hogy korlátozzák ezt a hatást. Az érintési áram jele $I_C$, mértékegysége milliamper (mA).

## C9. Végtagáram ($I_L$)

Az indukált végtagáram egy elektromos térnek kitett, de vezetőképes tárgyat nem megérintő személyből kiinduló, a földben kisülő elektromos áram. A végtag köré csatolt mérőeszközzel (C7. ábra) vagy a földbe áramló áram mérésével mérhető. Jele $I_L$, mértékegysége milliamper (mA).

**C7. ábra: A végtagáram mérésére használt mérőeszköz egy 27 MHz-es dielektromos hegesztőberendezés használatakor**



# D. FÜGGELÉK AZ EXPOZÍCIÓ ÉRTÉKELÉSE

Ez a függelék áttekintést nyújt a munkáltatóknak a munkahelyi expozíció értékelésének folyamatáról az elektromágneses terekről szóló irányelv vonatkozásában, beleértve a többfrekvenciás terekkel és a nem egységes expozícióval kapcsolatos megfontolásokat. A cél nem az egyes berendezések vagy munkahelyi folyamatok vizsgálatára szolgáló részletes mérési protokollok meghatározása. A CENELEC és egyéb szabványügyi testületek a későbbiekben ki fognak dolgozni ilyen célokra szolgáló műszaki szabványokat.

Az elektromágneses terek összetett fizikai jelenségek, amelyek időben és térben változnak. Az expozíciót az adott munkahelyi szituációtól függően a hullám elektromos vagy mágneses része dominálhatja. A hullám oszcillálhat egy frekvencián vagy állhat több frekvenciából, amelyek szabálytalanul oszcillálnak vagy pulzálnak. A frekvencia és az amplitúdó időben is változhat a működési ciklus során.

Bizonyos ipari helyzetekben szükség lesz mérések elvégzésére az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott beavatkozási szintekkel történő összehasonlítás érdekében, illetve néhány helyzetben továbbá számítási módszerekre lesz szükség az expozíciónak az elektromágneses terekről szóló irányelvben szereplő expozíciós határértékek alapján történő értékeléséhez. A kifinomultabb értékelési módszerek általában több időt igényelnek és nagyobb költséggel járnak, de pontosabban megbecsülhető velük az expozíció, ami csökkentheti a megfelelési távolságot.

Az értékelésnek bármilyen helyzetben a legrosszabb expozíciós szituációt kell figyelembe vennie annak meghatározásához, hogy az adott munkahely megfelel-e az elektromágneses terekről szóló irányelvnek.

## D1. Az expozíció értékelése – Általános alapelvek

A D1. ábra (nem termikus hatások) és a D2. ábra (termikus hatások), valamint a D1.1–D1.3. szakasz bemutatja a megfelelési vizsgálat lehetséges megközelítését három fő szakaszban. A kisfrekvenciás és a nagyfrekvenciás elektromágneses terek eltérő megközelítést igényelnek, hogy figyelembe vegyék, milyen különböző módon hatnak a terek az emberekre.

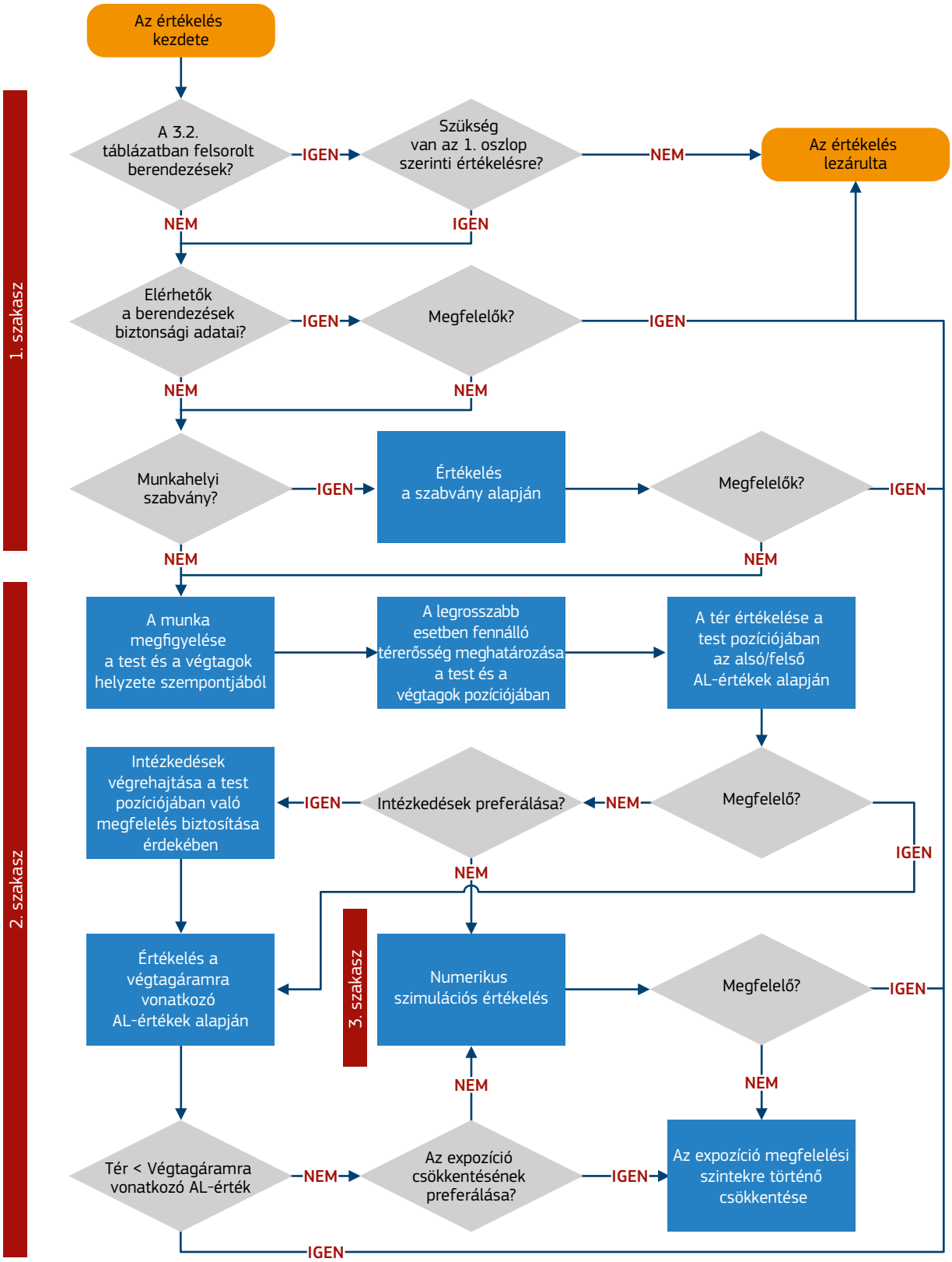
### D1.1. 1. szakasz – Kezdeti értékelés

Az elektromágneses terekről szóló irányelvnek való megfelelés igazolása céljából a munkáltatók jogosultak felhasználni a gyártó által megadott adatokat vagy az általános értékelésre vonatkozó adatbázisokat, ha elérhetők ezek az információk. Ez általában lehetővé teszi a munkáltatók számára, hogy házon belül végezzék el az értékelést, és minimálisra csökkenti szakértők – például biztonsági szervezetek, tanácsadó irodák és kutatólétesítmények – segítsége igénybevételének szükségességét.

Az első lépés azoknak a berendezéseknek, helyzeteknek és tevékenységeknek az azonosítása és jegyzékbe vétele, amelyek elektromágneses tereket indukálhatnak a munkahelyen. Ezután meg kell vizsgálni, hogy ezek közül melyik felel meg az elektromágneses terekről szóló irányelvnek és melyik igényel részletesebb (2. szakasz és/vagy 3. szakasz) vizsgálatot. Ez elvégezhető a 3. fejezetben található táblázattal való összehasonlítás révén.

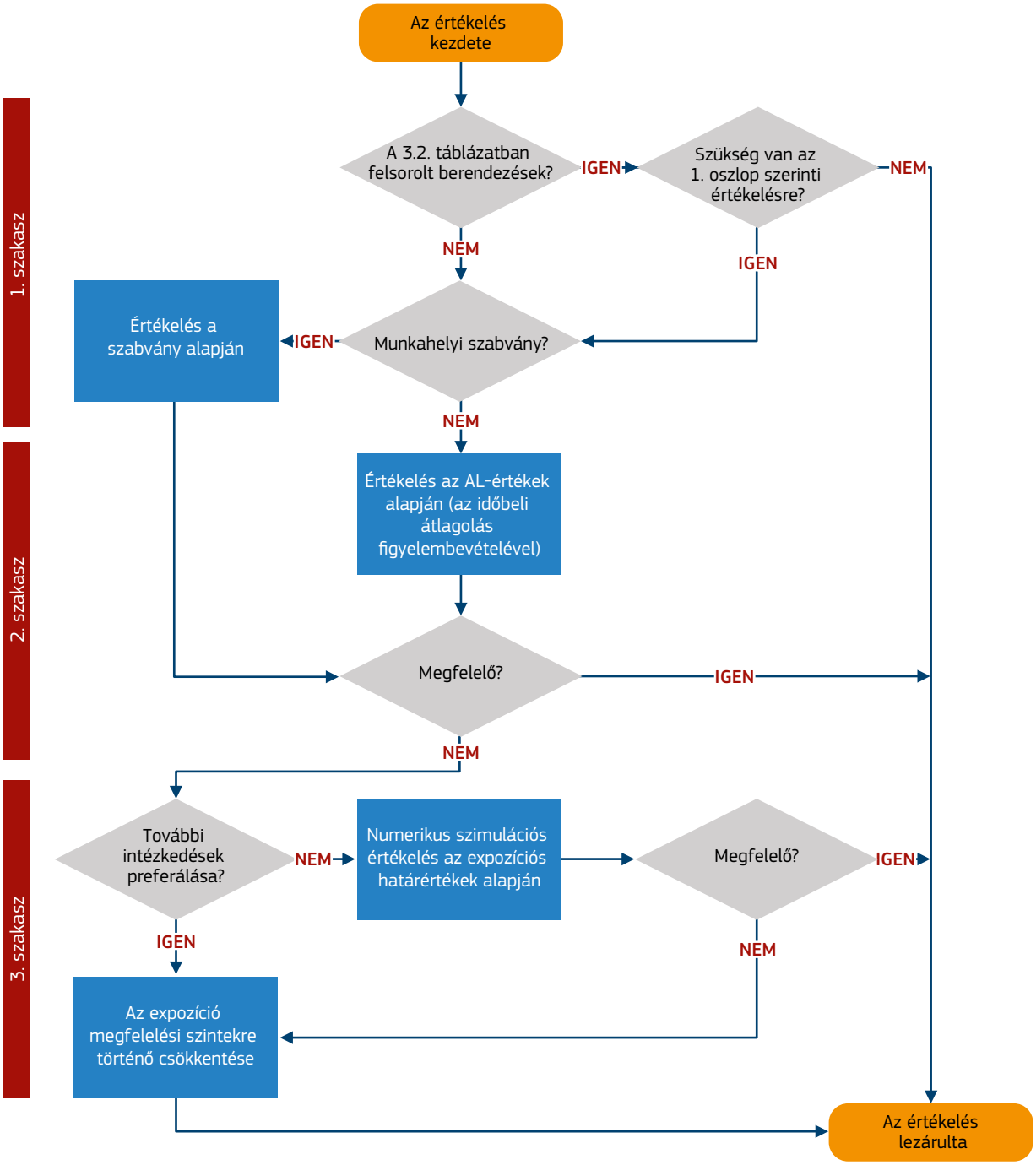
A legtöbb berendezés, tevékenység és helyzet nem igényel a 2. vagy 3. szakaszba tartozó vizsgálatot, mert nem képződnek elektromágneses terek, vagy nagyon gyengék.

**D1. ábra: A munkahelyi elektromágneses terekkel kapcsolatos, a nem termikus hatásokra vonatkozó értékelés különböző szakaszait bemutató folyamatábra**




*MEGJEGYZÉS:* A folyamatábra az elektromágneses terekről szóló irányelv II. mellékletében meghatározott, a nem termikus hatásokra vonatkozó AL-értékekre és expozíciós határértékekre utal.
Az értékelést külön-külön kell elvégezni az elektromos és a mágneses terek vonatkozásában.

**D2. ábra: A munkahelyi elektromágneses terekkel kapcsolatos, a termikus hatásokra vonatkozó értékelés különböző szakaszait bemutató folyamatábra**




*MEGJEGYZÉS:* A folyamatábra az elektromágneses terekről szóló irányelv III. mellékletében meghatározott termikus hatásokra utal. Az értékelést külön-külön kell elvégezni az elektromos és a mágneses terek vonatkozásában.

A gépek gyártóinak a gépekről szóló irányelv (lásd a G. függeléket) értelmében tájékoztatást kell nyújtaniuk az általuk gyártott berendezések által gerjesztett potenciálisan veszélyes terekről. Ugyanakkor a berendezések gyártóinak nem kell igazolniuk az elektromágneses terekről szóló irányelvnek való megfelelést. Sok gyártó azonban valószínűleg felismeri az abban rejlő kereskedelmi előnyöket, hogy megadja a vevőinek az ahhoz szükséges tájékoztatást, hogy igazolni tudják az elektromágneses terekről szóló irányelvnek való megfelelést.

A jövőben valószínűleg dolgoznak majd ki szabványokat az elektromágneses terekről szóló irányelvnek való megfelelés igazolása céljából. Ezek a szabványok inkább informatívak, semmint normatívak lesznek, mégis a gyártó által nyújtott tájékoztatás alapját képezik. A gyártók által nyújtott tájékoztatás általában szerepel a berendezések használati útmutatójában. Ha nem, elképzelhető, hogy fel kell venni a kapcsolatot a berendezés gyártójával vagy szállítójával, és érdeklődni kell az elérhető információkkal kapcsolatban.

Ahhoz, hogy egy berendezés az 1. szakasz szerint megfeleljen, a gyártó utasításai alapján kell telepíteni, használni és karbantartani. Azt is figyelembe kell venni, hogy az expozíciós helyzet valószínűleg eltér-e karbantartás/szervizelés/javítás során, amely esetben további részletesebb értékelésre (2. szakasz) lehet szükség.

Az 1. szakasz alapján megfelelt munkahelyeknek nincs szükségük további értékelésre, csak dokumentálniuk kell az értékelés eredményét az általános kockázatértékelés részeként. Amikor nem állapítható meg, hogy egy munkahely megfelel-e az 1. szakasz szerint, szükség lesz az értékelés 2. és valószínűleg 3. szakaszának lefolytatására.

## D1.2. 2. szakasz – A beavatkozási szintek alapján történő értékelés

Bizonyos típusú berendezések, tevékenységek és helyzetek (például amelyek vonatkozásában a 3.2. táblázat 1. oszlopában „Igen" a válasz) további részletes vizsgálatot igényelnek. Ez történhet a gyártótól vagy egyéb forrásokból származó információk felhasználásával. Ahol azonban nem könnyű ilyen információkat szerezni, általában mérés vagy számítás útján kell értékelni a megfelelést. Az AL-értékeknek való megfelelés értékelésére általában mérésalapú megközelítéseket használnak, míg az expozíciós határértékeknek való megfelelés értékeléséhez összetettebb számítási modellezési módszerekre van szükség.

### D1.2.1. Előkészítő szakasz

Az értékelés 2. szakaszára való előkészületek során először figyelembe kell venni az adott berendezéssel, tevékenységgel vagy helyzettel kapcsolatban ismert információkat. Dokumentálni kell a munkavégzés módjával kapcsolatos részleteket és ahol elérhetők, a gyártó vagy a szállító által nyújtott információkat.

A helyes értékelési megközelítés kiválasztásának kulcsa annak megértése, hogyan történik a munkavégzés és mi jellemzi a tereket indukáló berendezéseket. Ide tartoznak általában a frekvenciával, a feszültséggel, a teljesítménnyel és a feladatciklussal kapcsolatos információk.

- Ellenőrizni kell a gyártó által a berendezéshez mellékelt használati útmutatót és a műszaki leírást a berendezés és a használatának módja megismerésének érdekében.
- Figyelembe kell venni a munkavégzés módját, valamint a kezelő és a többi munkavállaló tartózkodási helyét a munkahelyen. Emellett figyelembe kell venni a munkavállalók tartózkodási helyét a karbantartási és javítási munkálatok során, ami eltérő vizsgálatot igényelhet.
- Figyelembe kell venni, ki lesz jelen a munkavégzési területen; vannak-e várandós, orvostechnikai implantátumot vagy testen viselt orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók?

### D1.2.2. Előkészítő intézkedési szakasz

A legtöbb helyzetben előkészítő vagy bevezető intézkedéseket kell végrehajtani a munkahelyen, hogy megvizsgálják az értékelendő tér jellegét. Ezeket az intézkedéseket a felmérés kezdetén hajtják végre, és segítenek meghatározni a terek megfelelő értékeléséhez szükséges mérések típusát és eszközöket. A D1. táblázat példát hoz néhány olyan tényezőre, amelyet figyelembe kell venni az előkészítő szakaszban.

### D1. táblázat: Mit kell figyelembe venni a második, előkészítő intézkedési szakaszban?

| Az elektromágneses tér tulajdonsága | Mit kell figyelembe venni? – Példák | Következtetések az értékelés szempontjából |
|---|---|---|
| Fizikai mennyiség | A tér mágneses, elektromos vagy mindkettő? | Meghatározza a mérés elvégzéséhez szükséges eszköz típusát. |
| Frekvencia és amplitúdó | Folyamatos hullámként változik a tér egyetlen frekvencián vagy több frekvenciából álló összetett hullám? | Meghatározza a mérés elvégzéséhez szükséges eszköz típusát. Az egyszerű szinuszos, egy adott frekvenciájú hullámforma egyszerű széles sávú eszközök használatával vizsgálható, és az eredmények közvetlenül összehasonlíthatók a beavatkozási szintekkel. Az összetett hullámformák a különböző frekvenciakomponensek azonosítása érdekében kifinomultabb spektrális technikák alkalmazását igényelhetik, illetve a beavatkozási szintekkel történő összehasonlítás érdekében olyan összetett elemzésekre lehet szükség, mint például az RMS, a csúcs vagy súlyozott átlag módszere (lásd a D3. szakaszt). |
| Térbeli jellemzők | Változik a térerősség az adott helyszínen, és ebben az esetben az expozíció valószínűleg nem egyenletes? | Dönt a szonda méretéről, valamint a mérések helyszínéről és számáról. Méréseket kell végezni a legrosszabb esetben felmerülő expozíciós helyzetek meghatározására (lásd a D2. szakaszt). |
| Időbeli jellemzők | Változik a tér frekvenciája és/vagy erőssége a működési ciklus során? | Meghatározza a szükséges eszközöket, valamint a mérések idejét és időtartamát. Rendelkezésre állhat az eredményeket rögzítő mérőeszköz, amely esetben figyelembe kell venni a mintavétel gyakoriságát és az integrációs időszakot. Méréseket kell végezni a legrosszabb esetben felmerülő expozíciós helyzetek meghatározása céljából. A feladat a tér elég hosszú időn keresztül és megfelelő mintavételi gyakorisággal történő figyelése a maximális értékének meghatározásához. |

## D1.2.3. Fizikai mennyiség

Kisfrekvencián külön-külön kell megvizsgálni az elektromos és a mágneses tereket. Sokféle ipari eljárás során használnak mágneses tereket indukáló, nagy áramerősségű berendezéseket. Az erős elektromos terek kevésbé gyakoriak a munkahelyeken, mert viszonylag kevés berendezés használ nagyfeszültséget és nyitott (árnyékolás nélküli) vezetőket. A mágneses tereket sokkal nehezebb leárnyékolni.

Emellett fontos meghatározni, hogy az expozícióra egy távoli térben, a forrástól távol lévő helyszínen vagy egy közeli térben kerül-e sor. A távoli tér és a közeli tér határát főként a tér hullámhossza és a forrás mérete határozza meg. A távoli térben egyszerű kapcsolat áll fenn az elektromos és a mágneses terek között, amelyet a hullámimpedancia határoz meg, ezért akár az elektromos tér, akár a mágneses tér vizsgálatával meghatározható a teljes expozíció.

A mágneses és az elektromos terek közötti kapcsolat előrejelzése a közeli térben, a forráshoz közel sokkal kevésbé könnyű, mert a terek rövid távolságon jelentősen változhatnak, olyannyira, hogy külön-külön kell megvizsgálni őket. A közeli térben végzett mérések általában nehezen végezhetők el, mert a térszintek nagyon rövid távolságon belül változhatnak, és a szenzor kapcsolódhat a térhez, ami befolyásolhatja a mérést. Erőátvitellel és hevítési folyamatokkal járó ipari helyzetekben a forrás nagysága és a jel frekvenciája azt diktálja, hogy az elektromos és a mágneses tereket külön-külön kell megvizsgálni.

Elképzelhető, hogy nem lehetséges használható méréseket végezni a közeli térben, és ebben az esetben az értékelésnek a számítási modellezésen alapuló 3. szakasza jelenti az alternatív megoldást.

### D1.2.4. Térbeli variáció

Fontos a vizsgálat korai szakaszában meghatározni, hogyan oszlik el a tér a munkavállaló pozíciójához viszonyítva és hogyan változik a tér a munkaállomás területén. Az értékelésnek figyelembe kell vennie, hogy a munkavállaló pozíciójához képest hol a legnagyobb a térerősség, és a tér sok esetben a forrástól távolodva gyorsan csökken.

Ha a tér nagyon kis távolságokon belül jelentős mértékben változik, alaposan meg kell fontolni a szonda méretét, mert a nagy szondák ilyen helyzetekben helytelen eredményt adhatnak. Ilyen körülmények között a végtagok expozíciójára vonatkozó beavatkozási szintek is megfelelőbbek lehetnek az adott testrésztől függően, és ezek a szintek kevésbé korlátozóak, mint a többi beavatkozási szint.

A térbeli átlagolás megközelítéseivel és a megfelelésnek a nem egységes expozíciós helyzetekben történő igazolásával a függelék D2. szakasza foglalkozik.

### D1.2.5. A hullámforma jellemzése

Sok munkahelyi elektromágneses tér azonos frekvenciájú folyamatos hullámként változik, és ebben az esetben viszonylag egyszerű vizsgálat alkalmazható meglehetősen egyszerű széles sávú műszerek használatával. Az ipari berendezések néhány fajtája összetett hullámformákat hoz létre, amelyek számos frekvenciából állnak, és ezekben a helyzetekben olyan kifinomult műszerek használatára van szükség a jelből történő mintavétel érdekében, mint például a spektrumelemzők vagy a hullámokat felfogó eszközök.

A többszörös frekvenciákat és az összetett hullámformákat érintő értékelésekkel a függelék D3. szakasza foglalkozik részletesebben.

### D1.2.6. Időbeli variáció

Fontos meghatározni, hogyan változik időben a tér frekvenciája és/vagy erőssége (amplitúdója). Néhány helyzetben a tér változhat a működési ciklusban, és ebben az esetben az értékelés során figyelembe kell venni a térerősség és a frekvencia változásait, és meg kell határozni a maximális vagy csúcstér idejét.

Az időbeli változások lehetnek szándékosak, például ahogy a jeleket modulálják, hogy információkat szállítsanak a telekommunikációs rendszerekben vagy nem szándékosak, például amikor felharmonikus jelek keletkeznek az indukciós hevítési folyamatok során vagy amikor egyenirányítással vagy az áram gyors váltakozásával irányítják az áram eljuttatását bizonyos típusú ipari berendezésekbe. Fontos a felharmonikus jelek azonosítása, mert a beavatkozási szintek és az expozíciós határértékek a frekvenciától függően változnak. A D3. szakasz foglalkozik azzal, hogyan kell kezelni a többszörös frekvencia esetén fennálló expozíciót annak értékelése során.

Sok modern mérőeszköz rendelkezik naplózási lehetőséggel, így a térrel kapcsolatos adatok akár több órán keresztül előre meghatározott mintavételi időközönként rögzíthetők. A mintavétel gyakoriságát az alapján határozzák meg, milyen gyorsan változik időben a tér. Ha a mintavétel gyakorisága a tér változásához képest túl lassú, elmulaszthatják a csúcsszintet, és ezzel alábecsülhetik az expozíció mértékét. A mérőeszköz integrációs időszakát (mennyi idő alatt dolgozza fel és rögzíti a mérőeszköz a jelet) is gondosan figyelembe kell venni, mert a térnek az integrációs időszakban történő gyors változása az expozíció alul- vagy túlértékeléséhez vezethet. A legtöbb modern mérőeszköz integrációs ideje legalább egy másodperc, így ha a tér ennél gyorsabban változik, tanácsos a csúcsjel vagy az egész hullámforma rögzítése.

### D1.2.7. Statikus mágneses terek

Az elektromágneses terekről szóló irányelv expozíciós határértékeket határoz meg a 0–1 Hz frekvenciájú külső mágneses terek vonatkozásában. A statikus mágneses terekben való mozgás hasonló elektromos tereket gerjeszt a testben, mint amilyeneket a kisfrekvenciás, időben változó terek. Az elektromágneses tereknek ebben a helyzetben szükséges vizsgálatával a D4. szakasz foglalkozik.

### D1.2.8. A fő vizsgálati szakasz

#### *A mérések elvégzésének biztonsági szempontjai*

A szokásos munkahelyi biztonsági megfontolásokon túl gondoskodni kell arról, hogy a méréseket végző személy ne legyen kitéve az AL-értékeket vagy az expozíciós határértékeket meghaladó elektromágneses tereknek és a közvetett hatások kockázatának. Bevált gyakorlat a tér forrásától távolabb kezdeni a méréseket. Ez biztosítja, hogy a mérést végző személy ne legyen kitéve a beavatkozási szinteket vagy az expozíciós határértékeket meghaladó tereknek, illetve megvédi az eszközt az erős források közelében esetleg előforduló erős terektől.

Különös gonddal kell eljárni a statikus mágneses terekben, hogy elkerüljék a kilövődésből adódó sérülésveszélyt, erős elektromos terekben pedig kerülendő a túlzott mikrosokk és az érintési áram.

Megfelelő előzetes kockázatértékelést kell készíteni, és megfelelő óvintézkedéseket vagy megelőző intézkedéseket kell végrehajtani. Elképzelhető, hogy ezek az intézkedések elsősorban szervezési jellegűek.

#### *A vizsgálat szempontjai*

Gondosan meg kell tervezni a mérések helyét, idejét és időtartamát. Kezdetnek általában beszélgetnek a munkavállalókkal, hogy megtudják, milyen feladatokat végeznek, és egy ideig figyelik őket munkavégzés közben, hogy meghatározzák a test és a végtagok megfelelő pozícióját a mérésekhez. Az értékelésnek figyelembe kell vennie a szokásos tevékenységek körét, többek között a szokásos működést, tisztítást, az eltömődések megszüntetését, a karbantartást, valamint ha házon belül történik, a szervizelést/javítást.

A vizsgálat leggyakoribb módja helyszíni mérések végzése a munkahely meghatározott pontjain vagy az elektromágneses terek forrásai körül található területeken. Ezeknek meg kell felelniük azoknak a területeknek, ahol a munkavállaló a munkavégzés során tartózkodik a fentieknek megfelelően. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy az irányelvben meghatározott beavatkozási szintek a test nélküli értékek, azaz a munkavállaló nem lehet jelen a tényleges mérésnél (lásd lent). A tér lehetséges időbeli változásainak figyelembevételéhez a naplózó eszköz beállítható úgy, hogy rögzítse a térrel kapcsolatos adatokat a különböző helyszíneken a helyszíni mérések során.

Bevált gyakorlat a mérések megismétlése ugyanazokon a helyszíneken különböző időközönként az értékelés során, hogy meggyőződjenek a mérések megbízhatóságáról és a mérőeszközök megfelelő működéséről.

Az elektromos terek mérése nehezebb, mint a mágneses terek mérése, mert az elektromos tereket könnyen megzavarhatják az őket körülvevő tárgyak, beleértve az emberi testet is. Az elektromágneses terekről szóló irányelv zavartalan beavatkozási szinteket határoz meg, így oda kell figyelni, hogy a munkavállalók vagy ellenőrök teste ne legyen a mérőszonda közelében (és a szonda elég messze legyen a fémes tárgyaktól) a mérés során.

#### *Mérőeszközök*

Az érvényes vizsgálathoz fontos, hogy megfelelő mérőeszközökkel végezzék el a mérést, ami az értékelendő elektromágneses tér természetétől függ. Figyelembe kell venni az eszköz műszaki leírását, hogy meggyőződjenek a jel mérésére való alkalmasságáról. Néhány helyzetben szükség lehet az elektromos és a mágneses terek mérésére is.

Ha ismeretes, hogy a forrás néhány tíz MHz feletti frekvencián működik és a kezelő a távoli térben helyezkedik el, az elektromos és a mágneses terek erőssége oda-vissza átváltható a légüres tér impedanciájának értéke alapján ($Z_0$ = 377 ohm [Ω]). Egy másik fontos követelmény, hogy visszakövethető szabványoknak megfelelően kell kalibrálni a mérőeszközöket megfelelő működésük biztosítása érdekében. A vizsgálat kezdetén az eszközt mindig a legnagyobb mérési tartományra kell állítani a túlterhelés kockázatának minimalizálása érdekében.

Az egyetlen tengelyű szenzorral rendelkező mérőeszközök csak a tér egy komponensét mérik, ezért az ilyen típusú szenzor használatakor fontos, hogy három ortogonális irányban használják a mérési helyszínen az eredő tér kiszámítása érdekében. A kifinomultabb eszközök három ortogonális szenzorral rendelkeznek, amelyek képesek az eredő tér mérésére. Emellett fontos figyelembe venni a szonda méretét, mert a szondának kisebbnek kell lennie, mint az a térfogatnyi terület, amelyben a tér változik. A szondák megfelelő méretéről az IEC 61786-1 tartalmaz további információkat.

Sok modern eszköz beállítható úgy, hogy mérje a csúcsértéket vagy az effektív értéket (RMS), majd közvetlenül hasonlítsa össze az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott határértékekkel. Az elektromágneses terekről szóló irányelvben szereplő beavatkozási szintek általában effektív értékek. Ugyanakkor elképzelhető, hogy az effektív (RMS) értéket mérő eszközök nem megfelelőek a ponthegesztés vagy a rádiófrekvenciás azonosító eszközök (RFID) által gerjesztett terek mérésére, ahol a jel pulzáló lehet és a tér sokkal gyorsabban változik, mint az eszköz átlagolási ideje. Az összetett jeleket érintő helyzetekben a súlyozott csúcs módszerét alkalmazó expozíciós értékelések élveznek elsőbbséget (lásd a D3. szakaszt).

A D2. táblázat összefoglalja a megfelelő mérőeszközök kiválasztásának néhány főbb tényezőjét.

**D2. táblázat: A megfelelő mérőeszközök kiválasztásának tényezői**

| Az elektromágneses terek értékelendő jellemzői | A mérőeszközre vonatkozó követelmények |
|---|---|
| Frekvencia | Az eszköznek reagálnia kell a vizsgált jel teljes frekvenciatartományára. |
| Amplitúdó | Az eszköznek elég nagy dinamikatartománnyal kell rendelkeznie, hogy mérje a valószínűleg előforduló térerősséget. |
| A moduláció jellemzői | Az eszköznek észlelnie kell a különböző modulációs rendszereket. |
| Időbeli variáció/feladatciklus | Figyelembe kell venni az eszköz mintavételi gyakoriságát és integrációs idejét, valamint a naplózás időtartamát. |
| Térbeli variáció | A szondának kisebbnek kell lennie, mint az a térfogatnyi terület, amelyben a tér változik. |
| Helyszín: Belső/külső/mindkettő<br>Az eszköz súlya/tartóssága | A hálózati tápforrástól távol eső külső vizsgálatok során az akkumulátor elégséges üzemidővel rendelkezzen. Alkalmas az eszköz a külső helyszínen végzett mérésre? |

### *A jelentés elemei*

A munkahelyi értékelés részét képező naplózandó főbb paraméterekre a D3. táblázat hoz példákat.

Ha az értékelés 2. szakasza azt mutatja, hogy a környezeti terek expozíciója nem haladja meg a beavatkozási szinteket, a munkahely megfelel az elektromágneses terekről szóló irányelvnek, és az értékelést le lehet zárni (D1. ábra).

Ha elképzelhető a statikus terekre vonatkozó expozíciós határértékek vagy beavatkozási szintek túllépése, a munkáltatóknak megfelelő megelőző intézkedéseket vagy óvintézkedéseket kell végrehajtaniuk.

Kisfrekvencia esetén, ha túllépik az alsó AL-értékeket, a munkáltatóknak további értékelést kell végezniük a felső AL-értékek alapján. Ha a mért értékek nem haladják meg a felső AL-értékeket, a munkáltatók választhatnak, hogy óvintézkedéseket/megelőző intézkedéseket hajtanak végre, többek között oktatást tartanak a munkavállalók részére vagy elvégzik az értékelés 3. szakaszát, hogy igazolják az érzékelési expozíciós határértékeknek való megfelelést.

**D3. táblázat: Példák a vizsgálati dokumentációban feltüntetendő információkra**

| Információ | Megjegyzés |
|---|---|
| A vizsgálat dátuma és időpontja | Hivatkozás |
| A kapcsolattartó neve/A helyszínnel kapcsolatos részletek/struktúrák | Hivatkozás |
| Az értékelt munkahely | A jelen lévő berendezés részletezése, többek között a működési specifikációk összefoglalása |
| Az értékelt munkavállalói feladat vagy tevékenység | Szokásos üzemeltetés, karbantartás vagy tisztítás |
| Fizikai mennyiség | Elektromos tér, mágneses tér vagy teljesítménysűrűség |
| A mérőeszközökkel kapcsolatos részletek | Széles sávú vagy keskeny sávú mérőeszköz, a frekvenciaválasz, a dinamikatartomány, a mintavétel gyakorisága, a kalibrálás dátuma és a bizonytalanság |
| Mérési stratégia | Csúcs/effektív (RMS)<br>Eredő, x, y, z<br>Helyszíni vagy kiterjesztett mérések<br>Mintavételi helyszínek (adott esetben mellékelve a diagramot vagy térképet)<br>Mintavételi gyakoriság |

Ha a mért terek meghaladják a felső AL-értékeket, a tér térbeli kiterjedését a munkavállaló kitett testrésze, illetve adott esetben a végtagáramra vonatkozó AL-értékekkel összehasonlított terek vonatkozásában kell megvizsgálni. Ha az expozíció nem lokális vagy a lokális expozíció meghaladja a végtagáramra vonatkozó AL-értékeket, a munkáltatóknak két választásuk van. Óvintézkedéseket és/vagy megelőző intézkedéseket hajtanak végre vagy továbblépnek az értékelés 3. szakaszába, hogy értékeljék az expozíciós határértékeknek való megfelelést (lásd a D1.3. szakaszt).

Nagyfrekvencia esetén, ha a környezeti terek értékei meghaladják a beavatkozási szinteket, a munkáltatók szintén eldönthetik, hogy óvintézkedéseket és/vagy megelőző intézkedéseket hajtanak végre vagy továbblépnek az értékelés 3. szakaszába.

Az érintési áramra vonatkozó beavatkozási szintek túllépése esetén a munkáltatóknak megfelelő óvintézkedéseket vagy megelőző intézkedéseket kell végrehajtaniuk.

## D1.3. 3. szakasz – Értékelés az expozíciós határértékek alapján

### D1.3.1. Bevezetés

Az elektromágneses terekről szóló irányelv meghatározása szerint az expozíciós határértékek elsődleges célja a testen belül létrejövő elektromos terek és a fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) korlátozása. Az ilyen mennyiségek nem mérhetők könnyen, ezért az értékelés 3. szakasza általában kifinomult numerikus modellezési módszerekre támaszkodik az expozíciós határértékeknek való megfelelés megállapítása érdekében, bár néhány mérési módszer is elérhető.

A beavatkozási szintek óvatosan megbecsülik a környezeti terek maximális értékeit, amelyeknek a munkavállaló egész teste ki lehet téve a vonatkozó expozíciós határértékek túllépése nélkül. Ha a mérések azt mutatják, hogy az expozíció egy adott expozíciós helyzetben esetleg meghaladja a beavatkozási szintet, dozimetrikus értékelésre lehet szükség az expozíciós határértékeknek való megfelelés meghatározása érdekében.

Numerikus szimulációk használhatók annak értékelésére, hogy egy készülék által indukált elektromágneses terek esetében az expozíció meghaladja-e az expozíciós határértékeket. A szimuláció és a számítási dozimetria alkalmazása kapcsolatot biztosít a beavatkozási szintek (külsőleg mért zavartalan elektromágneses terek) és az expozíciós határértékek (modellezett dózismennyiségek, amelyek az elektromágneses tér és az emberi test közötti interakciót képviselik) között. Az ilyen szimulációk segítségével az elektromágneses tér test nélkül mért értékeit a testben lévő dózismennyiségekké alakítják át.

Az expozíciós határértékekben szereplő dózismennyiségek közé tartozik az indukált elektromos térerősség, a fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) és a teljesítménysűrűség. Az egészségügyi hatások és így a dózismennyiségek az adott tér frekvenciájától függenek. Kisfrekvencia esetén az irányelv az indukált elektromos térerősség, nagyfrekvencia esetén a SAR és a teljesítménysűrűség alapján határozza meg az expozíciós határértékeket (D4. táblázat).

**D4. táblázat: Potenciálisan káros biológiai hatások, expozíciós határértékek és a beavatkozási szint meghatározásához használt mennyiségek**

| Frekvencia | Potenciálisan káros biológiai hatás | Az expozíciós határérték dózismennyisége (numerikusan szimulált) | A beavatkozási szint meghatározásához használt mennyiség (általában mért) |
|---|---|---|---|
| 1 Hz – 10 MHz | Hatások a központi idegrendszerre és a perifériás idegrendszerre | Indukált elektromos terek a stimulált szövetekben (V/m) | Elektromos térerősség, mágneses indukció, indukált és érintési áram |
| 100 kHz – 6 GHz | Szövetmelegedés | SAR (W/kg)<br>SA (J/kg) | (Elektromos térerősség)$^2$, (mágneses indukció)$^2$, indukált és érintési áram |
| 6 GHz – 300 GHz | Felszíni melegedés | Teljesítménysűrűség (W/m$^2$) | (Elektromos térerősség)$^2$, (mágneses indukció)$^2$ és teljesítménysűrűség |

## D1.3.2. Az elektromágneses terek és az emberi szövetek interakciója

### *Kisfrekvenciás terek*

Kisfrekvencián úgy tekinthető, hogy az elektromos és a mágneses terek szétválnak (kvázisztatikus közelítés), ezért külön-külön kezelhetők.

### *Külső elektromos tér*

Az emberi test jelentősen zavarja a kisfrekvenciás elektromos tereket. A legtöbb expozíciós helyzetben a külső elektromos tér függőleges a talajra. Az emberi test kisfrekvencián jó vezető, és a testben indukálódott belső elektromos terek több nagyságrenddel kisebbek, mint a külső terek.

A külső elektromos térnek való expozíció következtében a testfelszínen indukálódó töltések eloszlása nem egyenletes. Ennek eredményeként a testen belül indukált áram főként függőleges irányú. A testen belül indukált elektromos terek nagyságát és térbeli eloszlását emellett erősen befolyásolja az ember és az elektromossággal töltött talaj közötti kapcsolat. A legerősebb belső elektromos terek akkor indukálódnak, amikor a test mindkét lábon keresztül tökéletes kapcsolatban van a talajjal. Minél jobban elszigetelt a

test az elektromossággal töltött talajtól, annál gyengébb elektromos terek indukálódnak a szövetekben. A szigetelt cipők viselése néhány helyzetben ezért nyújthat bizonyos fokú védelmet a kisfrekvenciás terek hatásaival szemben.

### *Külső mágneses tér*

Az alkalmazott elektromos terektől eltérően az emberi test nem zavarja az alkalmazott mágneses teret. Az emberi szövet mágneses tere megegyezik a külső mágneses térrel. Ennek az az oka, hogy a szövetek mágneses áteresztő képessége megegyezik a levegő mágneses áteresztő képességével. A szövetekben lehetnek mágneses anyagok (például magnetit), de olyan kis mennyiségben, hogy gyakorlati célokból el lehet tekinteni tőlük.

A külső mágneses tér és a test fő interakciója a Faraday-féle indukcióhoz kapcsolódó áram keringése a vezetőképes emberi szövetben. A különböző vezetőképességű területekből álló heterogén szövetekben az áram az ilyen területek közötti területen is kering.

### *Nagyfrekvenciás terek*

Nagyfrekvencia esetén az emberi test tökéletlen vezető antennának tekinthető. Elektromos terek és áramok indukálódnak a test szöveteiben. Ha a test a talajsíkon áll, az indukált áram függőlegesen áramlik át a testen, a lábakon át a talajba. Az indukált elektromos terek és áramok termikus hatásokat fejtenek ki az emberi szövetekben, lokálisan és az egész testben is. Az ilyen indukált elektromos terek nagysága és térbeli eloszlása nagyban függ az expozíció jellegétől és a frekvenciától.

A testnek a magassága vonatkozásában van egy természetes rezonanciafrekvenciája. A rádiófrekvenciás elektromágneses terek hatékonyabban nyelődnek el az ehhez a rezonanciafrekvenciához közeli frekvenciákon. A körülbelül 1 MHz alatti frekvenciákon az emberi test nagyon kis mennyiségű rádiófrekvenciás energiát nyel el. Ha a test szigetelt, 60–80 MHz rezonanciafrekvencián kerül sor jelentős energiaelnyelésre, földelt emberi test esetén pedig 30–40 MHz-en. Emellett testrészek is lehet rezonánsak. Egy felnőtt feje körülbelül 400 MHz-en rezonáns. Ha a személy ülő pozícióban van, a test felső és alsó része külön-külön rezonanciafrekvenciával rendelkezhet. Ezért a test méretétől és a testtartástól függ, hogy melyik frekvencián nyelődik el a legtöbb rádiófrekvenciás energia. Általában véve a frekvenciának a rezonanciafrekvencia fölé emelkedésével kevesebb rádiófrekvenciás melegedés fordul elő. Ugyanakkor a melegedés nagyobb frekvenciákon inkább a test felületére koncentrálódik, mert csökken a tér behatolási mélysége.

## D1.3.3. Expozíciós határértékek

Az expozíciós határértékek olyan dózismennyiségek a testben, amelyek célja védelmet nyújtani az elektromágneses tereknek való emberi expozíció káros egészségügyi hatásai ellen. Az alkalmazott expozíciós határértékek a vizsgált tér frekvenciájától függenek.

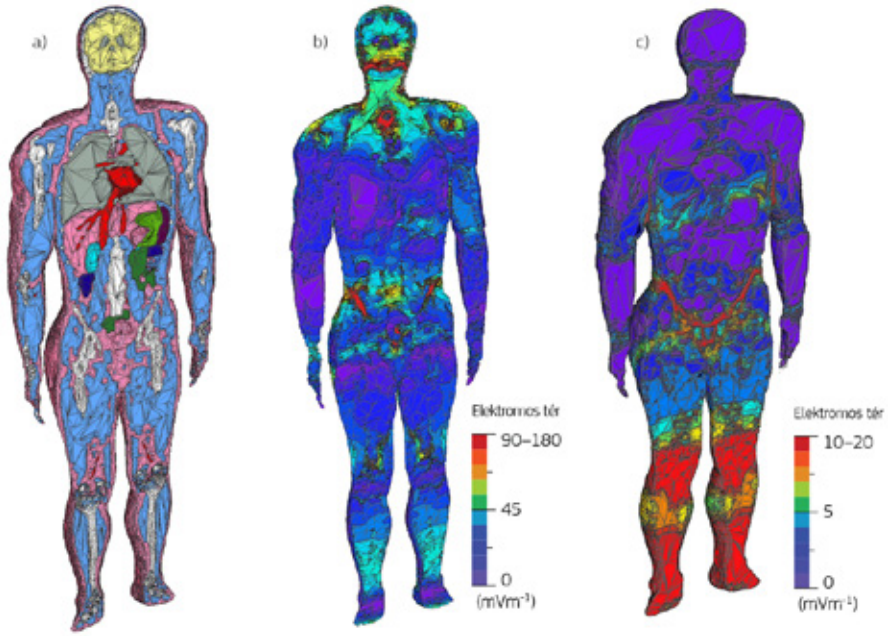
### *Kisfrekvencia*

Kisfrekvencián (1 Hz – 10 MHz) az elsődleges dozimetrikus mennyiség az emberi testen belül indukált belső elektromos tér. Ennek az az oka, hogy az emberi idegszövet stimulációjának küszöbértékeit az ilyen belső elektromos terek nagysága és térbeli eloszlása határozza meg. Az indukált elektromos tér mértékegysége volt per méter ($Vm^{-1}$).

Kisfrekvenciás elektromos tereknek való expozíció esetén belső elektromos terek keletkeznek a teret jelentős mértékben megzavaró testben. A külső elektromos tér nem egységes változásokat okoz a test felületén, és belső elektromos terek jönnek létre a testben, amelyek áramot generálhatnak a testben.

Kisfrekvenciás mágneses tereknek való expozíció esetén az emberi szövetekben elektromos teret és ehhez kapcsolódó áramot gerjesztő mágneses tér belső elektromos tereket hoz létre. A különböző vezetőképességgel rendelkező szövetű területek között keringő áram szintén tereket hoz létre. A D3. ábra bemutatja, hogyan nyelődnek el a testben ezek az elektromos terek a külső kisfrekvenciás elektromos és mágneses tereknek való expozíció esetén.

**D3. ábra: Kisfrekvenciás expozíció: Az emberi test keresztmetszete a) a belső szervekkel, b) a külső kisfrekvenciás mágneses tereknek való expozíció során gerjesztett belső elektromos terekkel és c) a külső kisfrekvenciás elektromos tereknek való expozíció során gerjesztett belső elektromos terekkel**

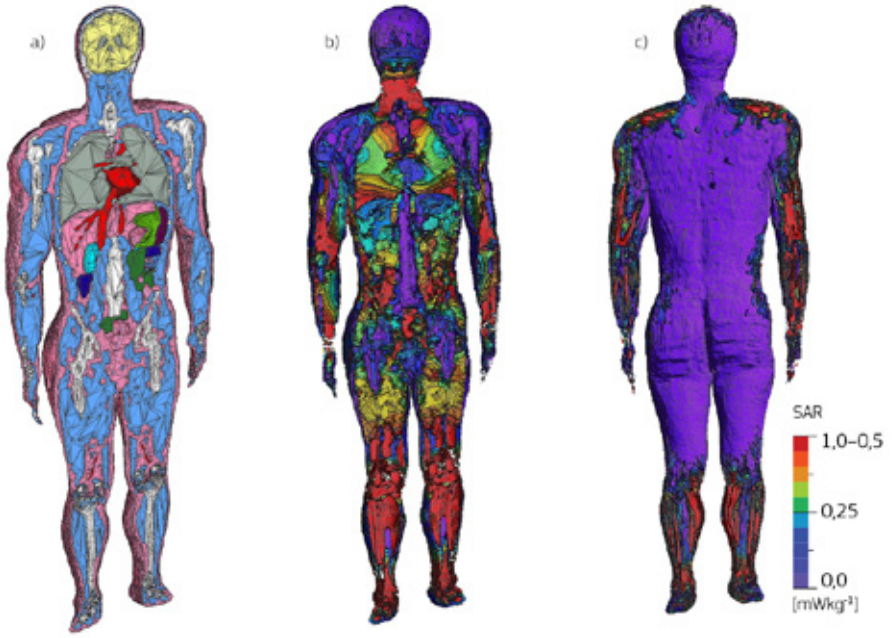



*Nagyfrekvencia*

Nagyfrekvencián (100 kHz – 300 GHz) az elektromágneses tér elnyelődésének elsődleges dozimetriai mutatója a fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR). Ez az ilyen frekvenciájú elektromágneses tereknek történő expozíció következtében a szövetek hőmérsékletének emelkedése által okozott domináns káros biológiai hatásokra vezethető vissza.

A SAR az egységnyi tömegben elnyelt teljesítmény. Mértékegysége watt per kilogramm ($Wkg^{-1}$). Az elektromágneses terekről szóló irányelvben dózismennyiségként használatos, mert szoros kapcsolatban van az emberi szövetekben bekövetkező hőmérséklet-emelkedéssel. A D4. ábra bemutatja, hogyan oszlik el a SAR az emberi testben a nagyfrekvenciás elektromágneses térnek való expozíció esetén.

**D4. ábra: Nagyfrekvenciás expozíció: az emberi test keresztmetszete a) a belső szervekkel, b) a 40 MHz frekvenciájú elektromágneses térnek való expozíció következtében a szövetekre jellemző SAR-értékkel és c) a 2 GHz frekvenciájú elektromágneses térnek való expozíció következtében a szövetekre jellemző SAR-értékkel**




Az expozíciós határértékek meghatározására használt belső dózismennyiségek (elektromos terek és SAR) nem határozhatók meg pontosan mérésekkel, mert az emberi testben lévő tér erőssége nem mérhető nem invazív módon. Az expozíciós határértékek meghatározására használt dózismennyiségeket állatokban mérték, de az adatok korlátozottak, és az ilyen mérések viszonylag pontatlanok. Emellett az állatok tanulmányozása nem vetíthető ki közvetlenül az emberekre a fajok között sok területen fennálló fiziológiai különbségek miatt. Az emberi elektromágneses elnyelés numerikus szimulációi és ezzel az elektromágneses terekről szóló irányelvben szereplő expozíciós határértékeknek való megfelelés lehetővé teszi a belső dózismennyiségek közvetlen vizsgálatát.

## D1.3.4. Az expozíciós határértékeknek való megfelelés értékelése

A testben lévő, az expozíciós határértékekkel való összehasonlításhoz szükséges dózismennyiségek kiszámításához szükség van az emberi test modelljére, az elektromágneses tér és a biológiai szövetek közötti interakció modellezésére képes numerikus módszerre és az elektromágneses tér reprezentálására.

### *Emberi modell*

Az emberi test, amikor elektromágneses tereknek van kitéve, vevőantennának tekinthető. Ezért a test anatómiai, geometriai és elektromos tulajdonságai rendkívül fontosak az expozíciós határértékeknek való megfelelés értékelése szempontjából.

Korábban egyszerű homogén szerkezeteket, például gömböket, szferoidokat, hengereket, korongokat és hexaédereket használtak a test helyettesítésére a belső dózismennyiségek kiszámításához. Az ilyen homogén formák esetében a vezetőképesség és a permittivitás egyetlen értékét használják, amely az egész testre vonatkoztatott átlagos érték, és általában független a frekvenciától. Az ilyen egyszerű szerkezetek használata megkönnyíti az elektromágneses tereknek való expozíció numerikus szimulációját. Ugyanakkor az ilyen eljárások pontatlan eredményekhez vezetnek, jelentősen túlbecsülve a tényleges expozíció nagyságát.

**D5. ábra: Emberi modell: egy heterogén, anatómiailag realisztikus férfi modell az alábbiak feltüntetésével: csontváz és belső szervek (balra), az izomzat (középen) és a bőr (jobbra)**



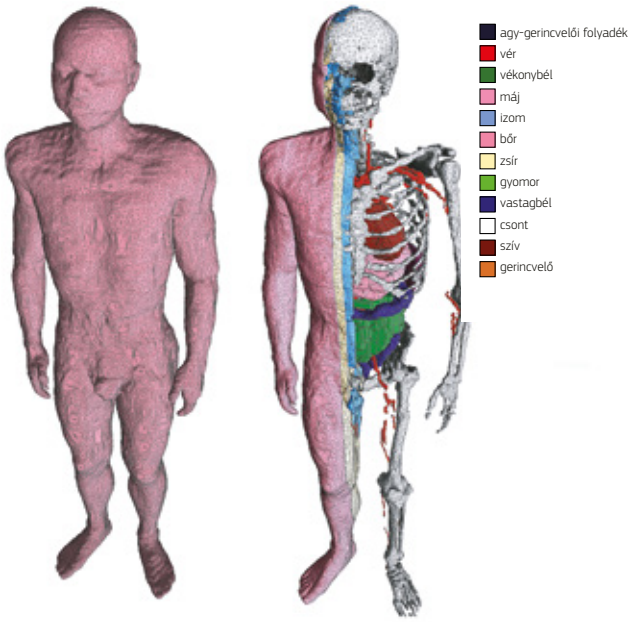
Az emberi test heterogén, anatómiailag realisztikus modelljeinek használata ajánlott az elektromágneses tereknek való expozíció értékeléséhez. Eddig számos szervezet fejlesztett ki heterogén emberi modelleket (férfi, nő, várandós, adott testtartásban stb.) realisztikus anatómiával és számos meghatározott szövettel. Az ilyen modellek előállításához szükséges beruházás miatt a használatuk általában költségekkel jár. Emellett elkerülhetetlenül vannak eltérések a különböző elérhető modellek között, így valószínűleg kismértékben eltérő eredményekhez vezethetnek.

Az anatómiailag realisztikus modelleket a test mágnesesrezonancia-képeiből származó adatoknak a különböző szövettípusokba való számítógépes szegmentációjával alkotják meg. Különös gondot fordítanak arra, hogy ezek a modellek anatómiailag realisztikusak legyenek. A D5. és a D6. ábra példákat hoz a heterogén felnőtt férfi modellre. Az ilyen modellek gyakran több mint 30 különböző szövetből és szervből állnak. A modell lehet voxel- (térfogatelem) vagy felületalapú.

Amikor olyan numerikus módszerek alkalmazásával történő szimuláció során alkalmazzák őket, mint a véges differencia időtartomány, az emberi test modelljét általában 1–2 mm átmérőjű térfogatelemek (voxelek) jelenítik meg. A voxelekhez a különböző szervekben és szövetekben mért értékek alapján valamilyen vezetőképességi és permittivitási értéket rendelnek.

A bemutatott emberi modellekben található dózismennyiség kiszámításához meg kell határozni a modelleket alkotó szövetek dielektromos tulajdonságait. Ha a különböző szövetek feltételezhetően nagyrészt homogének, az elektromos tulajdonságok két jellemzővel írhatók le: a vezetőképességgel (σ) és a permittivitással (ε). Ezek a tulajdonságok a biológiai szövetek esetében a frekvencia függvényében változnak. A frekvencia növekedésével a szövetek vezetőképessége általában nő, a permittivitása csökken.

**D6. ábra: Emberi modell: egy heterogén emberi modell keresztmetszete a kiválasztott szövettípusokkal**




A dielektromos tulajdonságok az adott szövet függvényében nagy eltérést mutatnak (lásd: http:/niremf.ifac.cnr.it/tissprop/). A nagy mennyiségű vizet vagy testfolyadékot tartalmazó szöveteket 100 kHz alatti frekvenciák esetében szinte egyáltalán nem befolyásolja a frekvencia. Az emberi szövetekben található víz vagy folyadék aránya fontos szerepet játszik a dielektromos tulajdonságokban és a frekvencia függvényében való változásukban. Az elektromágneses tereknek való expozíció során hasonló viselkedést mutató szövetek ezért csoportosíthatók a víztartalmuk alapján. Például a vér és az agy-gerincvelői folyadék magas víztartalommal rendelkezik, és viszonylag jól vezeti az áramot. A tüdő, a szív és a zsír viszonylag rosszul vezeti az áramot, míg a máj, a lép és az izmok közepes vezetőképességgel rendelkeznek.

### *Numerikus módszerek*

Különböző numerikus módszerekkel vizsgálták az elektromágneses tér elnyelődését heterogén, anatómiailag realisztikus emberi modellekben. Az emberi test nagymértékben heterogén elektromos tulajdonságai, valamint a külső és belső szervek összetett alakja korlátozzák a megfelelő numerikus módszereket.

Az elektromágneses tér nagy felbontású dozimetriája során sikeresen használt módszerek közé tartozik a véges differencia módszere a frekvenciatartományban és az időtartományban, a véges elem módszer és a véges integrációs technika.

Ezek a módszerek közvetlen megoldást kínálnak a Maxwell-féle hullámegyenletekre. Saját elektromos tulajdonságokkal felruházott sejtek vagy felületek háromdimenziós rácsára osztják a számítási tartományt. A véges differencia módszerek esetében a számítási kód ismétlődik időben és térben, és értékeli az egyes sejtekben lévő tér értékeit, majd megkapja az eredményt.

Mindegyik módszernek megvannak a maga előnyei és korlátai. Mindegyik módszert és néhány számítási kódot széles körűen ellenőriztek: összehasonlították őket az analitikus megoldásokkal és a kísérleti eredményekkel annak biztosítása érdekében, hogy az ezekkel a módszerekkel kapott eredmények az elektromágneses expozíciós helyzetek széles körére reprezentatívak legyenek.

### D1.3.5. Átlagolás: a 99. percentilis indukált elektromos tér, WBSAR és helyi SAR

#### *A 99. percentilis indukált elektromos tér*

A munkavállalóban helyben indukált elektromos terek káros hatásainak korlátozásakor fontos annak a területnek a meghatározása, amelynek vonatkozásában a helyben keletkezett elektromos teret átlagolják. Gyakorlati kompromisszumként, a megbízható biológiai alapra és a számítási korlátozásokra vonatkozó követelményeket teljesítve, a helyben keletkezett elektromos teret ajánlott az elektromos tér vektorátlagaként, egy $2 \times 2 \times 2$ mm$^3$ nagyságú összefüggő szövettérfogaton meghatározni.

A testben indukált elektromos terek kiszámításához használt numerikus módszerek gyakran sejtekre vagy voxelekre osztott emberi modellt használnak. Ha azonban olyan módszert alkalmaznak, amely nem használ sejteket, a numerikus kódon belül létre kell hozni egy olyan megfelelő átlagolási algoritmust, amely kiszámítja az elektromos tér erősségét egy $2 \times 2 \times 2$ mm$^3$ térfogatú területen. Egy adott szövet esetében az elektromos tér 99. percentilis értéke az a releváns érték, amelyet össze kell hasonlítani az expozíciós határértékkel (ICNIRP 2010).

#### *Egész testre átlagolt SAR (WBSAR)*

A WBSAR expozíciós határérték arra szolgál, hogy védelmet nyújtson az egész testre kiterjedő melegedési hatásokkal szemben. Az egész testre vonatkozó SAR kiszámításához összeadják az emberi modell valamennyi voxelében tapasztalt elnyelési tényezőt, majd a kapott értéket elosztják a test tömegével.

#### *Helyi SAR*

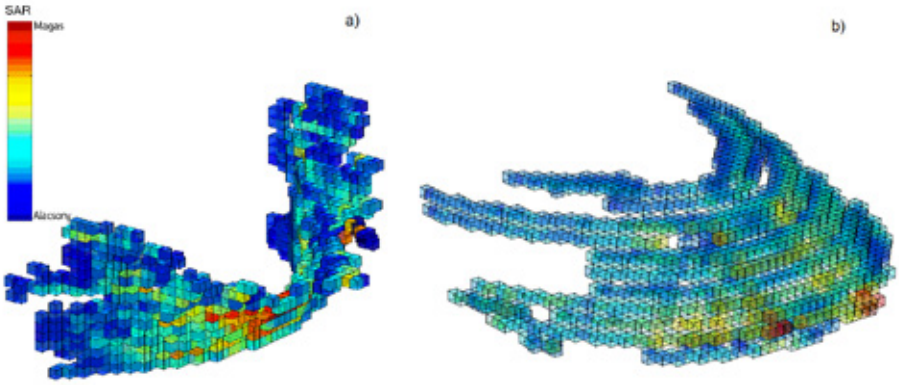
A helyi SAR expozíciós határértékek az elektromágneses terekről szóló irányelv meghatározásában arra szolgálnak, hogy védelmet nyújtsanak az emberi testben elsősorban az elektromágneses sugárzás közeli forrásainak való expozíció miatt jelentkező helyi melegedéssel szemben.

A helyi SAR-nak a 100 kHz – 6 GHz frekvenciájú elektromágneses tereknek való expozíció esetében történő kiszámítása vonatkozásában az elektromágneses terekről szóló irányelv kimondja, hogy az átlagolási tömeg bármely 10 g összefüggő (azaz egymáshoz kapcsolódó) szövet. A testben tapasztalt maximális helyi SAR-értéket használják az expozíció megbecsüléséhez.

A 10 g összefüggő területre vonatkozó helyi SAR kiszámítása az alábbiak szerint történik. Kiválasztanak egy maximális SAR-értékű sejtet az emberi modell egy vízszintes részében. Ezután a szomszédos hat sejtben megkeresik a legnagyobb elnyelési tényezővel rendelkező sejtet. Ezt követően összegzik a teljesítményeket és a tömegeket. Keresést folytatnak a kapcsolódó szomszédokon a felszínen, hogy megtalálják azt az összefüggő sejtterületet, amelynek tömege 10 g, és a SAR értékét erre az összefüggő területre számítják ki. A szövettípus sűrűségétől függően körülbelül 1000 sejtet használnak fel ebben az eljárásban 2 mm-es voxel felbontás esetén, mert minden sejt térfogata 0,008 cm$^3$. Ezt az eljárást minden vízszintes szakaszon megismétlik, és végül a teljes emberi modell bármely összefüggő területének maximális SAR-értékét választják ki.

A D7. ábra példákat hoz a 10 g összefüggő területen átlagolt helyi SAR-értékekre. Az ábra 10 g, magas SAR-értékű összefüggő területeket mutat az emberi modellben egy 100 MHz, illetve egy 3,4 GHz frekvenciájú, síkhullámú elektromágneses térben.

**D7. ábra: Összefüggő területek: 10 g összefüggő (kapcsolódó) területre átlagolt SAR az emberi modellben a) 100 MHz és b) 3,4 GHz frekvenciájú elektromágneses térnek való expozíció esetén. A színtérkép a sötétkéktől (alacsony SAR) a sötétvörösig (magas SAR) változik.**




## D2. A megfelelés bizonyítása nem egységes expozíció esetén

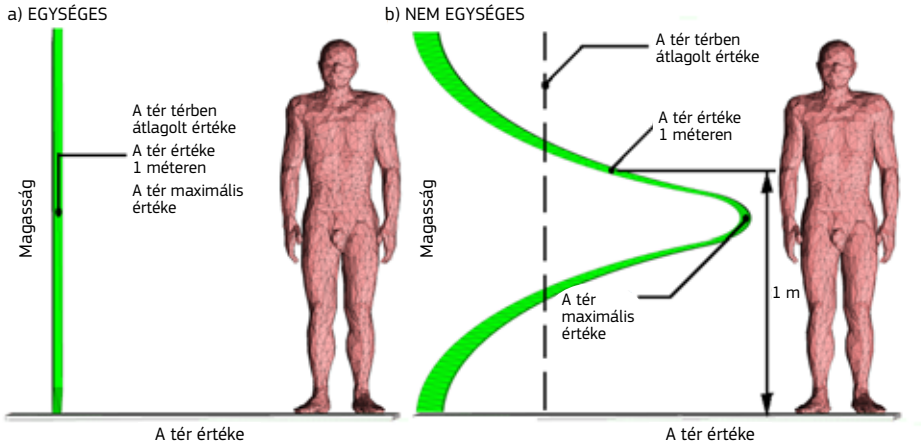
### D2.1. Bevezetés

Az elektromágneses tereknek való expozíció lehet egységes vagy nem egységes. Az egységes elektromágneses tér nagyfrekvencián olyan hullám, amely úgy tűnik, hogy a terjedési irányára merőleges síkban mindenhol ugyanakkora amplitúdóval rendelkezik. Az egységes tér idealizáció, amely lehetővé teszi, hogy a hullám egyetlen irányba haladó egész hullámként legyen értelmezhető. Kisfrekvencián az egységes tér olyan tér, amely egy meghatározott térfogatban ugyanolyan; például a két végtelen párhuzamos sík közötti elektromos tér.

A beavatkozási szintnek való megfelelés értékelésére használt térérték meghatározása az egységes elektromágneses tér vonatkozásában triviális, mert az érték a hullám terjedési irányára merőleges vonal mentén ugyanaz marad (D8. ábra). Ahol a tér ily módon egységes vagy viszonylag egységes (20%-on belül), elegendő a munkavállaló által elfoglalt terület egy helyén megmérni a teret.

Az elektromágneses sugárzást kibocsátó eszközök nem egységes expozíciós feltételeket teremthetnek a függőleges test felett, ha közel helyezkednek el a személyhez vagy olyan környezetben találhatók, ahol a közeli tárgyakból származó visszatükröződés/szórás következtében eltérő tér alakul ki.

**D8. ábra: Példák az egységes és nem egységes expozícióra: a tér változása a talajtól való távolság növekedésével a) egységes tér, b) tipikus dipólus esetén. A tér térben átlagolt értéke, a maximális értéke és az 1 méteren mért értéke került feltüntetésre.**




A tér egyetlen értékének a beavatkozási szintekkel való összehasonlítás céljából történő meghatározása nem lényegtelen, ha a tér jelentősen változik a munkavállaló által elfoglalt területen. Ebben az expozíciós helyzetben a térnek a munkavállaló testénél mért maximális értéke használható, de ez óvatos értékeléshez vezet. Néhány szervezet javasolta a tér egyetlen, 1 m magasságban mért értékének használatát, de ez az érték gyakran szintén nem reprezentatív.

Az ilyen nem egységes helyzetekben meg kell állapítani a tér egyetlen értékének meghatározására szolgáló megfelelő módszert. Az irányelv kimondja, hogy ezekben az esetekben a tér térbeli átlagolásához lehet folyamodni. Térben átlagolt mérések vagy számítások ajánlottak, mert reprezentatívabb módon mutatják meg az expozíciót azokban a helyzetekben, amikor a tér az emberi test magassága mentén változik.

## D2.2. A nem egységes expozícióhoz kapcsolódó kérdések

Az irányelv egy adott frekvenciára vonatkozó egyetlen érték alapján határozza meg a beavatkozási szinteket. Ezeknek a beavatkozási szinteknek a nagyságát úgy állapítják meg, hogy biztosítsák a vonatkozó expozíciós határértékeknek való megfelelést vagy meghatározzák, hogy milyen, az 5. cikkben meghatározott megelőző intézkedést vagy óvintézkedést kell hozni.

Ugyanakkor, ha a munkavállaló által elfoglalt területen nem egységes a tér (mint a D8. ábra b) képén), az elektromos térerősség vagy a mágneses indukció a tér értékeléséhez használt hely függvényében változik. Jogos kérdésként merülhet fel, hogy a tér mely egyetlen értékét kell összehasonlítani a beavatkozási szintekkel.

Az irányelv ajánlása szerint ezekben az expozíciós helyzetekben a térnek az adott térfogatra vonatkozó maximális értékét kell nézni vagy térbeli átlagolást kell végezni. Amennyiben erősen lokális forrás található a test közelében, az expozíciós határértékeknek való megfelelést dozimetrikusan kell megállapítani.

Az irányelv a II. melléklet B1-3. és B2-3. megjegyzésében a nem termikus hatásokkal kapcsolatban a következőket mondja:

„A beavatkozási szintek a munkavállaló fizikai pozícióján számított vagy mért maximális értékeket képviselik. Ez minden nem egyenletes expozíciós helyzetben konzervatív expozícióértékelést és az expozíciós határértékek automatikus teljesülését eredményezi. Az expozíciós határértékeknek való megfelelés nem egyenletes feltételek közötti, a 4. cikkel összhangban elvégzett értékelésének megkönnyítése érdekében a 14. cikkben említett gyakorlati útmutató elismert dozimetrián alapuló kritériumokat fog

meghatározni a mérés tárgyát képező terek térbeli átlagolására vonatkozóan. A testtől néhány centiméteren belül lévő, erősen lokális forrás esetében az indukált elektromos teret dozimeterrel, eseti alapon kell meghatározni."

Az irányelv a III. melléklet B1-3. megjegyzésében a termikus hatásokkal kapcsolatban a következőket mondja:

„Az AL(E) és AL(B) értékek a munkavállaló fizikai pozíciójára számított vagy mért maximális értékeket képviselik. Ez minden nem egyenletes expozíciós helyzetben konzervatív expozícióértékelést és az expozíciós határértékek automatikus teljesülését eredményezi. Az expozíciós határértékeknek való megfelelés nem egyenletes feltételek közötti, a 4. cikkel összhangban elvégzett értékelésének megkönnyítése érdekében a 14. cikkben említett gyakorlati útmutató elismert dozimetrián alapuló kritériumokat fog meghatározni a mérés tárgyát képező terek térbeli átlagolására vonatkozóan. A testtől néhány centiméteren belül lévő, erősen lokális forrás esetében az expozíciós határértékeknek való megfelelést dozimeterrel, eseti alapon kell meghatározni."

### D2.2.1. A tér maximális értéke

Ez a legegyszerűbb módja az irányelvben szereplő határértékeknek való megfelelés értékelésének, ugyanakkor ez a módszer adja a munkavállalói expozíció legóvatosabb becslését. Térbeli átlagolásra nem kerül sor. A zavartalan (azaz a munkavállaló jelenléte nélküli) tér mérésére vagy kiszámítására olyan ponton kerül sor a munkavállaló által elfoglalt területen, ahol a legnagyobb a térerősség. A teret a munkavállaló jelenléte nélkül értékelik, mert a jelenléte bizonyos expozíciós helyzetekben torzíthatja a tér értékét. Megjegyzendő, hogy kisfrekvencia esetén csak az elektromos teret befolyásolja a munkavállaló jelenléte. Az emberek nem mágnesesek, és az indukált áram nem elég a tér befolyásolására.

Az ICNIRP (2010) „A külső elektromos és mágneses terek térbeli átlagolása" című szakaszban az alábbiakat írja:

„Referenciaszinteket határoztak meg az olyan expozíciós viszonyok vonatkozásában, amikor az elektromos vagy mágneses tér a test által elfoglalt helyen viszonylag kis mértékben változik. A legtöbb esetben azonban a tér forrásától való távolság olyan kicsi, hogy a tér eloszlása nem egyenletes vagy a test kis részére lokalizálódik. Ezekben az esetekben a maximális térerősség mérése a test által elfoglalt helyzetben mindig biztonságos, noha nagyon óvatos expozíciós értékelést eredményez."

### D2.2.2. Térbeli átlagolás

A tér térbeli értékelése nem egyenletes expozíció esetén számos különböző módon végezhető el. Három gyakran használt módszer (az összetettségüket tekintve csökkenő sorrendben), ha térben átlagolják a teret:

- a munkavállaló vagy a munkavállaló egy része által elfoglalt térfogatban;
- a munkavállaló vagy a munkavállaló egy része által elfoglalt keresztmetszeti területen;
- a munkavállaló vagy a munkavállaló egy része által elfoglalt terület egy vonalán.

Az ilyen módszerek részletei megtalálhatók különböző nemzetközi szabványokban és útmutatókban (például IEEE C95.3 [2002], CENELEC EN 50357 [2001], IEC 62226 [2001], IEC 62233 [2005], IEC 62110 [2009]). Minél összetettebb az átlagolási eljárás, annál jobb a nem egységes tér közelítése. Ugyanakkor elfogadott, hogy megfelelésértékelési célokból egy kiálló rész térfogata vagy területe alapján meghatározott térértékek meghatározása nehéz lehet, mert ezeknél a módszereknél sok mintavételi pontra van szükség. A vonalátlagolási módszerekkel jól reprezentálhatók a nem egységes elektromágneses terek, ezért ajánlott a használatuk a következő szakaszokban.

*a) Az 1 Hz – 10 MHz frekvenciájú elektromos és mágneses tereknek való expozíció*

Az elektromos térerősség vagy a mágneses indukció térben átlagolt értéke ($E_{avg}$, illetve $B_{avg}$) az alábbi képlet alapján számítható ki:

$$E_{avg} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} E_i \qquad \textbf{(1. egyenlet)}$$

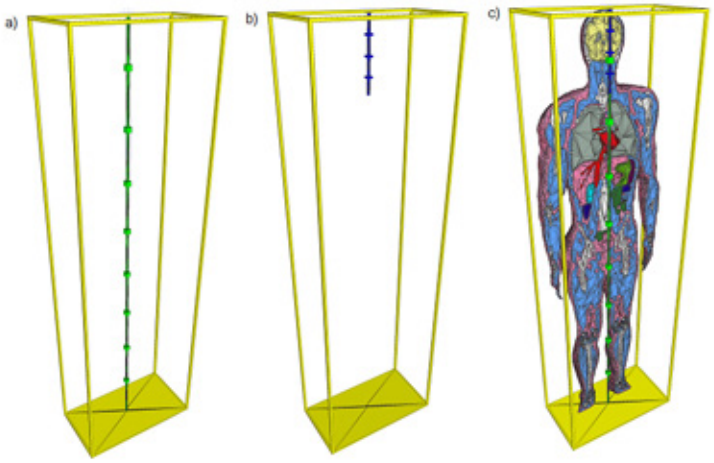
$$B_{avg} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} B_i \qquad \textbf{(2. egyenlet)}$$

ahol *n* a helyszínek száma, $E_i$ és $B_i$ az elektromos térerősség és a mágneses indukció az i-edik helyszínen.

Annak a vonalnak a pozíciója, amely fölött a teret átlagolják, attól függ, hogy a térben átlagolt értéket alsó, felső vagy végtagáramra vonatkozó AL-értékkel hasonlítják össze. A felső AL-értékek célja a fejben és a törzsben történő perifériás idegstimulációval szembeni védelem. Ezért, ha az $E_{avg}$ vagy $B_{avg}$ értékét a felső AL-értékkel hasonlítják össze, általában elegendő a terek egyszerű lineáris vizsgálata a fej és törzs magassága fölött, a kiálló rész középpontján keresztül. Az alsó AL-értékek célja a fejben lévő központi idegrendszert érintő érzékelési hatásokkal szembeni védelem. Ezért, ha az $E_{avg}$ vagy $B_{avg}$ értékét az alsó AL-értékkel hasonlítják össze, általában megfelelő a terek egyszerű lineáris vizsgálata a fej magassága fölött, a kiálló rész középpontján keresztül. Végezetül, a végtagáramra vonatkozó AL-értékek célja a végtagok idegi stimulációjával szembeni védelem. Ezért, ha a $B_{avg}$ értékét az alsó AL-értékkel hasonlítják össze, általában elegendő a terek egyszerű lineáris vizsgálata a végtag magassága fölött, a kiálló rész középpontján keresztül.

Az ajánlások szerint a legalább három, egyforma távolságban végzett mérésből álló sorozatnak a fej, a fej és a törzs, illetve a végtagok feletti térbeli átlagolása általában megfelelő. A tér további, például adatnaplózó vagy térbeli átlagoló berendezésekkel végzett mérései elfogadhatók, és további részletekkel szolgálnak a tér térbeli eloszlását illetően.

**D9. ábra: a) a tér térbeli átlagolása egy függőleges vonal mentén a munkavállaló által elfoglalt területen, b) a tér térbeli átlagolása egy függőleges vonal mentén a munkavállaló feje által elfoglalt területen, c) átlagolási pontok a munkavállalót magában foglaló metszeti ábrázoláson**



*b) A 100 kHz – 300 GHz frekvenciájú elektromos és mágneses tereknek való expozíció*

Az elektromos térerősség, a mágneses indukció és a teljesítménysűrűség térben átlagolt értéke ($E_{avg}$, $B_{avg}$, illetve $W_{avg}$) az alábbi képletek alapján számítható ki:

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

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

$$W_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} W_i \quad \textbf{(5. egyenlet)}$$

ahol $n$ a helyszínek száma, $E_i$, $B_i$ és $W_i$ az elektromos térerősség, a mágneses indukció és a teljesítménysűrűség az i-edik helyszínen mérve.

A 100 kHz – 300 GHz frekvenciájú elektromos és mágneses tereknek való expozícióra vonatkozó beavatkozási szintek arra szolgálnak, hogy védelmet nyújtsanak a test melegedéséből származó káros egészségügyi hatások ellen. Ezért az $E_{avg}$ vagy a $B_{avg}$ értékének a termikus hatásokra vonatkozó AL-értékekkel történő összehasonlítása esetében elegendő a terek egyszerű lineáris vizsgálata egy függőleges vonal mentén, egymástól egyenlő távolságra, a talajtól számított 2 méteres magasságig, a kiálló terület középpontján keresztül.

Az ajánlások szerint a legalább tíz, egyforma távolságban végzett mérésből álló sorozatnak a munkavállaló magassága feletti térbeli átlagolása az expozíciós helyzetek többségében megfelelő. A D9. a) ábra zöld hexaéderekkel ábrázolja a térerősség mérési pontjait. A térerősség további, például adatnaplózó vagy térbeli átlagoló berendezésekkel végzett mérései elfogadhatók, és további részletekkel szolgálnak a tér térbeli eloszlását illetően.

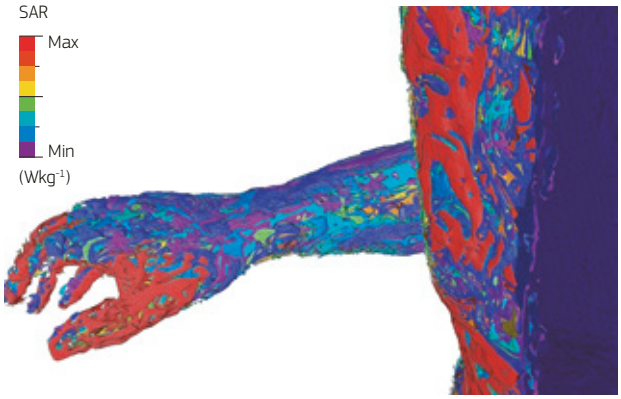
Ilyen helyzetekben a mérést úgy kell elvégezni, hogy a térszenzorokat legalább 0,2 m távolságban helyezik el az adott tárgytól vagy személytől, hogy elkerüljék a terek összekapcsolódásából származó hatásokat. Megjegyzendő, hogy a térben átlagolt értékek emellett függenek a rádiófrekvenciás terek térbeli jellemzőitől a térnek kitett munkavállaló testtartásának vonatkozásában.

### D2.2.3. Dozimetrikus vizsgálat az expozíciós határértékekkel való közvetlen összehasonlítás érdekében

Amikor az elektromágneses tér forrása a testtől legfeljebb néhány centiméterre található, az irányelv azt javasolja, hogy a megfelelést dozimetrikusan kell meghatározni az expozíciós határértékekkel való közvetlen összehasonlítás céljából.

Kisfrekvencia esetén a testen belül létrejött elektromos terek, illetve nagyfrekvencia esetén a SAR és a teljesítménysűrűség csak számításokkal határozható meg pontosan. A belső dózismennyiség kiszámítására használt eljárást a függelék korábbi szakaszai már körvonalazták. A D10. ábra példát hoz a számítások révén történő dozimetrikus vizsgálatra.

**D10. ábra: A dózismennyiségek, ebben az esetben a SAR meghatározása a kézben és a törzsben egy nem árnyékolt kábelnek való expozíció következtében az expozíciós határértékekkel való közvetlen összehasonlítás céljából. Az irányelv ezt a megközelítést ajánlja a megfelelés igazolására a testtől legfeljebb néhány centiméterre található erősen lokális elektromágneses terek forrásainak esetében.**




## D2.2.3.1. Dozimetrikus fogalmak

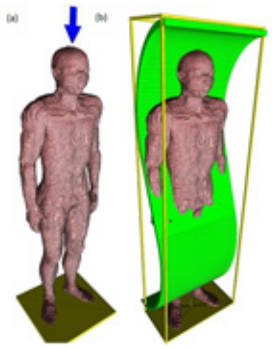
A nem egységes expozíció értékelésére szolgáló technikák fogalma és pontossága példákon keresztül vizsgálható meg.

### *a) 1. példa: A visszaverődő síkhullámnak való expozícióból származó tér térbeli átlagolása*

Amikor a visszaverődő elektromágneses hullám interferenciába kerül a bejövő hullámmal, állóhullám jöhet létre. A tér intenzitása néhány helyszínen kioltódik, míg az állóhullám maximumain az elektromos tér a duplájára nő. Ezt a helyzetet mutatja be a D11. ábra.

A munkavállaló felülről egy vízszintesen polarizált, elölről hátrafelé nyúló térnek van kitéve. A hullám a vezetőképes talajsíkról visszaverődik a munkavállaló által elfoglalt területre. Ha egyetlen mérésre kerülne sor ezen a területen, egy nulla és egy maximumérték közötti értéket kapnánk. Ezért nagyon valószínű, hogy ez az egyetlen mért térérték nem lenne reprezentatív az expozíciós helyzetre. A D12. ábra bemutatja ennek az állóhullámnak a munkavállalóra gyakorolt hatását 200 MHz-en. Látható, hogy az elnyelődés helyét főleg az állóhullám legmagasabb és legalacsonyabb pontjainak helyzete határozza meg.

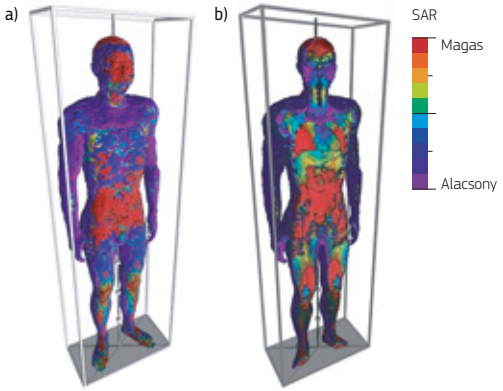
**D11. ábra: 1. példa: Az ember által elfoglalt területre visszaverődött elektromos térnek kitett emberi modell. Ezt a területet sárga keret jelöli. Az állóhullámot zöld szín jelöli.**



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

A 6. egyenletben szereplő integrál pontosan meghatározza a lineárisan átlagolt térértéket a munkavállaló által elfoglalt területen.

**D12. ábra: 1. példa: SAR-helyek: A SAR eloszlása az a) egész testben és b) az emberi modell egyes szakaszaiban egy vízszintesen polarizált, elölről hátrafelé nyúló elektromos térnek való expozíció esetén, felülről történő 200 MHz-es síkhullám-besugárzással, földelt körülmények között**




Véges számú mérést használnak a térben átlagolt tér kiszámítására, ezért várható, hogy minél több mérést végeznek, annál közelebb lesz ez az érték a pontos, az integrállal kiszámított megoldáshoz. Ez általában igaz, azonban a megfelelésértékelés céljából elegendő körülbelül tíz mérés elvégzése. A térben átlagolt elektromos tér pontos értéke és az *x* mérés felhasználásával kiszámított érték különbsége általában kicsi, még akkor is, ha csak néhány mérést végeznek. Ez alól kivétel, amikor az állóhullám egy csomópontja a mért érték közelében található.

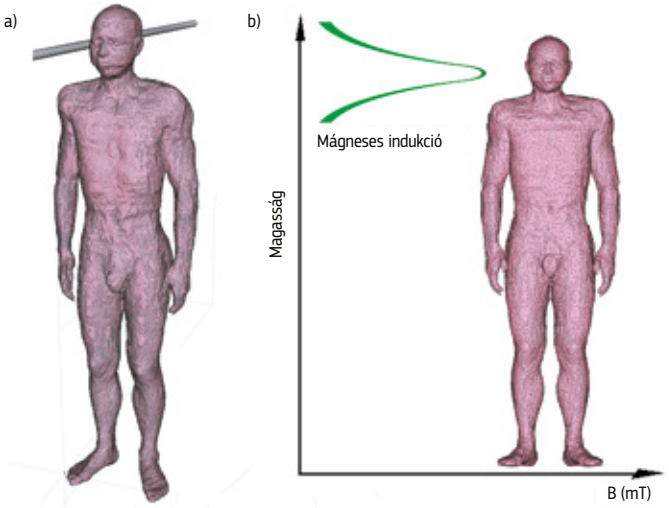
A térben átlagolt tér reprezentatív módon meghatározható tíz méréssel, de több mérés pontosabban adja meg az értékét. Ezért ajánlott, amennyiben lehetséges, olyan modern mérőberendezések használata, amelyek képesek 200–300 mérés elvégzésére a test hossza mentén (például a 10 másodpercenként mozgatott szonda, amely másodpercenként 32 adatpontot naplóz, 320 mérést végez el), mert nyilván minél több mérés történik, annál pontosabb lesz az eredmény.

Amikor az elektromágneses tér forrása közel helyezkedik el a testhez, elképzelhető, hogy a test által elfoglalt területen nem egységes a tér. Erre példa a fejhez közel található vezeték (D13. ábra).

### *b) 2. példa: Egy 50 Hz frekvenciájú vezetéknek való expozícióból származó tér térbeli átlagolása*

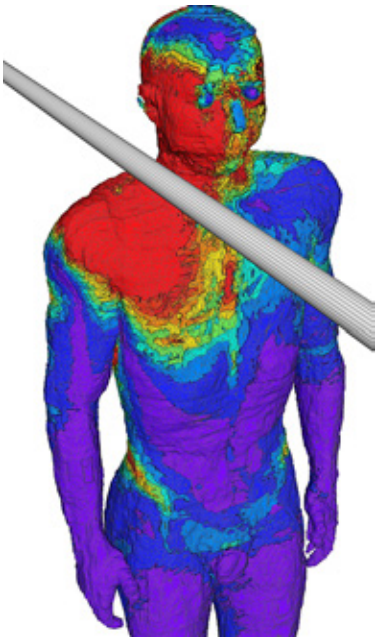
A D14. ábra bemutatja az elektromos tér eloszlását egy 50 Hz-es, a fej magasságában lévő egyenes vezetéknek való expozíció esetén. Ahogy látható, az elektromágneses tér elnyelődése meglehetősen a fej és a váll környékére lokalizálódik.

**D13. ábra: 2. példa: a) az egyenes vezetéknek kitett emberi modell, b) a tér változása a magassággal**




A kutatások azt mutatják, hogy lokális források esetén elegendő három mérést végezni az elektromágneses terek tartományában. A fej fölött található három pont használata és a végtelen számú pont használata közötti különbség ebben az 50 Hz-es példában körülbelül 8%. Ez a különbség nyilván igény szerint javítható, ha több mérést végeznek egyenlő távolságban egy függőleges vonal mentén.

**D14. ábra: 2. példa: Az indukált elektromos tér eloszlása a fej közelében található 50 Hz-es vezetéknek való expozíció esetén**



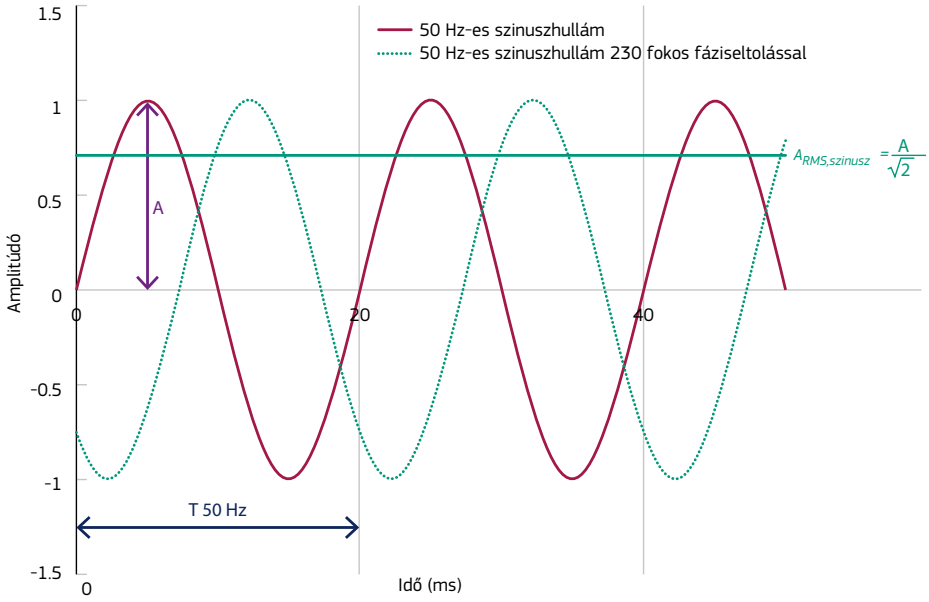
**A fő üzenet: térbeli átlagolás**

Térbeli átlagolás céljára a kisfrekvenciás expozíció értékelése esetében általában elegendő három mérési pont, míg a rádiófrekvenciás vizsgálatok esetében tíz mérési pont. A pontosság minden további mérési ponttal egyre kevésbé javul, így általában nem szükséges tíznél több pont használata. Ha az egy vonal menti térbeli átlagolás nehezen valósítható meg egy expozíciós helyzetben, a térerősség egyetlen, maximális mért értéke használandó.

## D3. A többfrekvenciás tereknek való expozíció értékelése

Ahogy a 3. fejezetben és az A. függelékben szerepel, a külső, időben változó kisfrekvenciás elektromos és mágneses terek belső elektromos tereket indukálnak. A tér időbeli változását egy hullámforma írja le. Az egyszerű szinuszhullámmal leírt külső tér esetében (D15. ábra) a testben indukált elektromos tér arányos a külső tér amplitúdójával és frekvenciájával.

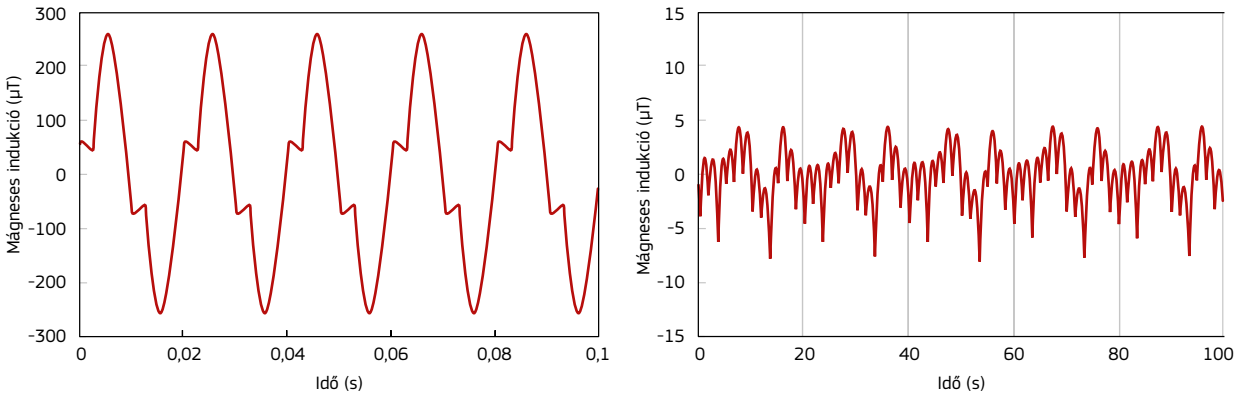
**D15. ábra: Egy 50 Hz-es szinuszhullám. A szinuszhullámok periodikusak, a frekvenciájuk (f) 1/T, ahol T a hullámforma időtartama (például T = 20 ms egy 50 Hz-es szinuszhullám esetén). A szinuszhullám effektív (RMS) értéke a csúcsamplitúdó és √2 hányadosa. A szinuszhullám fázisának hatására mozog az időbeli tengelyen.**




A 10 MHz alatti elektromos és mágneses terek forrásai meglehetősen gyakran mutatnak olyan hullámformákat, amelyek (néha jelentősen) eltérnek a tökéletes szinuszhullámtól (D15. ábra), mégis periodikusak (D16. ábra). Azaz a hullámforma időről időre ismétlődik. Az ilyen fajta összetett hullámformák több különböző frekvenciájú szinuszhullám összegének felelnek meg, amelyekre általában spektrális komponensként utalnak. Egy adott hullámforma esetén minden ilyen spektrális komponenst egy amplitúdó és egy fázis jellemez. Hasonlóképpen, egy adott szín lebontható különböző mennyiségű elsődleges színre (vörös, zöld és kék). A szín felel meg a hullámformának, a vörös, a zöld és a kék a spektrális komponenseknek, az egyes elsődleges színek intenzitása pedig az egyes spektrális komponensek amplitúdójának. A hullámforma spektruma spektrális információkat nyújt (frekvencia, amplitúdó, fázis), és általában

a hullámforma Fourier-elemzésével vagy keskeny sávú eszközökkel történő közvetlen méréssel (bár elképzelhető, hogy ez nem ad információkat a fázisról) határozható meg.

**D16. ábra: Példa az összetett mágneses indukciós hullámformákra a repedésvizsgálati rendszerek körül. Jobb oldalon a 20 ms-os periodicitást függőleges pontozott vonal emeli ki.**




## D3.1. Nem termikus hatások (> 1 Hz – 10 MHz)

A beavatkozási szinteknek (és az expozíciós határértékeknek) való megfelelés értékelése a kisfrekvenciás tartományban (10 MHz alatt) több különböző módon végezhető el; néhány módszer óvatosabb eredményeket hoz, de egyszerűbb a használata.

**A fő üzenet: a többfrekvenciás terek értékelése**

Az elektromágneses terekről szóló irányelv által ajánlott referenciamódszer a súlyozott csúcs módszere az időtartományban, ugyanakkor alternatív módszerek is használhatók, amennyiben nagyjából ugyanolyan (vagy óvatosabb) eredményeket adnak, például a D3.1.2. szakaszban leírt, többfrekvenciás terekre vonatkozó módszer.

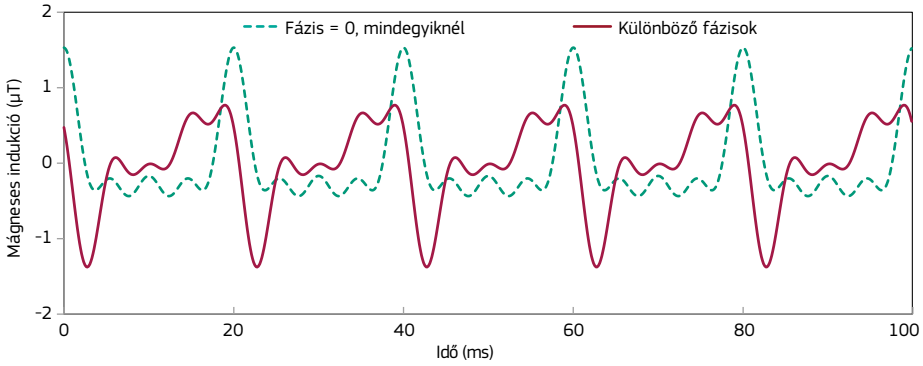
### D3.1.1. A súlyozott csúcs módszere

A súlyozott csúcs módszere (WPM) olyan módszer, amely a jelet alkotó spektrális komponensek amplitúdóját és fázisait is figyelembe veszi (lásd a D17. ábrát a spektrális fázisok hullámformára és expozíciós mutatóra gyakorolt hatásával kapcsolatban). Ezt a módszert azért hívják súlyozott csúcsnak, mert a hullámformát a frekvenciafüggő beavatkozási szintek szerint súlyozzák, és a súlyozott hullámforma csúcsamplitúdója adja az expozíciós mutatót. A súlyozás (vagy szűrés) történhet a frekvenciatartományban vagy az időtartományban. Ez a módszer emellett az érzékelési és az egészségügyi határértékeknek való megfelelés vizsgálatára is megfelelő.

**A fő üzenet: az expozíciós mutató (EI)**

Az expozíciós mutató a tapasztalt expozíció és a határérték hányadosa. Ha az expozíciós mutató egynél kisebb, az expozíció megfelel a határértékeknek.

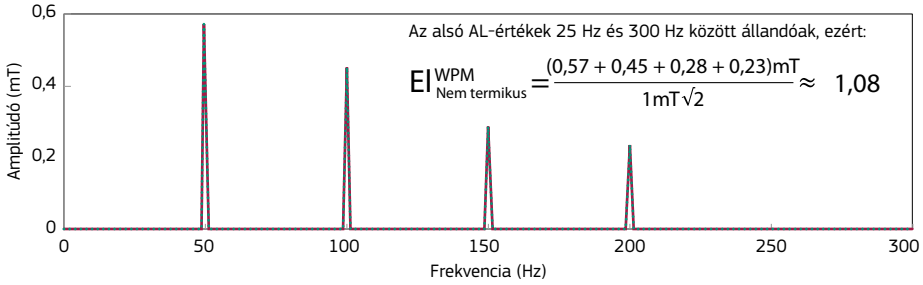
**D17. ábra: Példa: A spektrális komponensek fázisainak hatása a hullámformára (felső grafikon). Mindkét hullámforma koszinuszhullámokból áll 50 Hz-en, 100 Hz-en, 150 Hz-en és 200 Hz-en (alsó grafikon). A két hullámforma közötti egyetlen különbség, hogy az egyiknél a négy spektrális komponens mindegyik fázisát nullára állították (pontozott zöld vonal), míg a másik hullámforma három spektrális komponensének fázisait (folyamatos piros vonal) megváltoztatták (középső grafikon).**

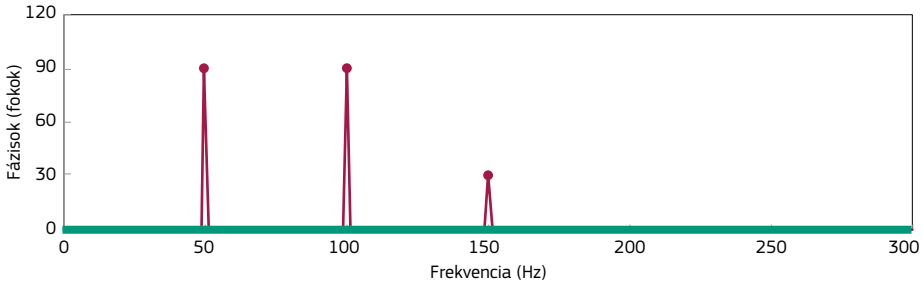



Az alsó AL-értékek 25 Hz és 300 Hz között állandóak, ezért az alsó AL-értékek esetében:

Minden fázis 0: $EI^{WPM}_{\text{Nem termikus}} = \frac{1{,}53\text{mT}}{1\text{mT}\sqrt{2}} \approx 1{,}08$ => Nem felel meg

Különböző fázisok: $EI^{WPM}_{\text{Nem termikus}} = \frac{1{,}38\text{mT}}{1\text{mT}\sqrt{2}} \approx 0{,}97$ => Megfelel



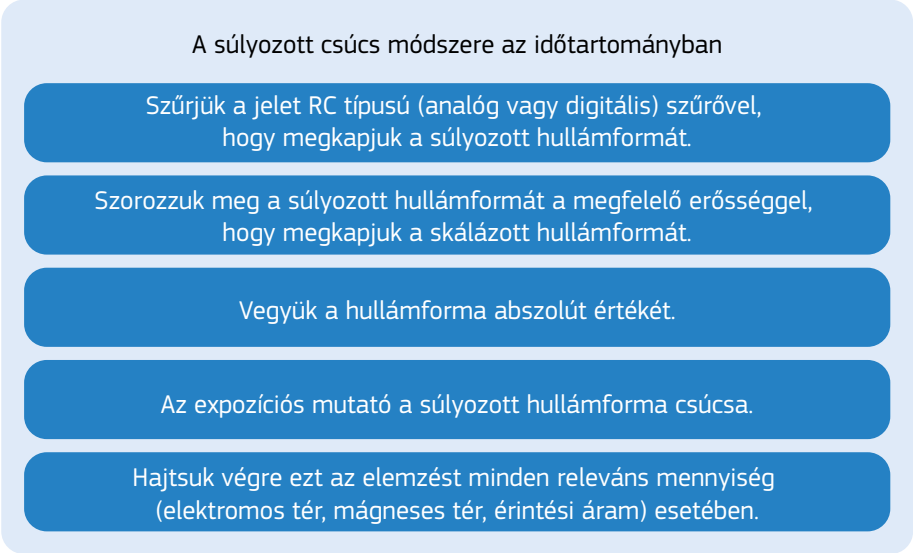

## A súlyozott csúcs módszere az időtartományban

A súlyozott csúcs módszerének az időtartományban történő használatakor a súlyozást RC-szűrővel végzik, frekvenciafüggő erősítéssel, ami tükrözi a beavatkozási szintek amplitúdóját és frekvenciafüggését (D18. ábra). Az RC-szűrők használatakor az irányelvben megadott szakaszonkénti értékekkel ([1]) (D19. és D20. ábra) összehasonlítva kis eltérések mutatkoznak a szűrő amplitúdójában és fázisában, ugyanakkor az

([1]) A szűrő szakaszonkénti amplitúdója a beavatkozási szint inverze, míg a szűrő szakaszonkénti fázisa a 7. egyenlettel számítható ki.

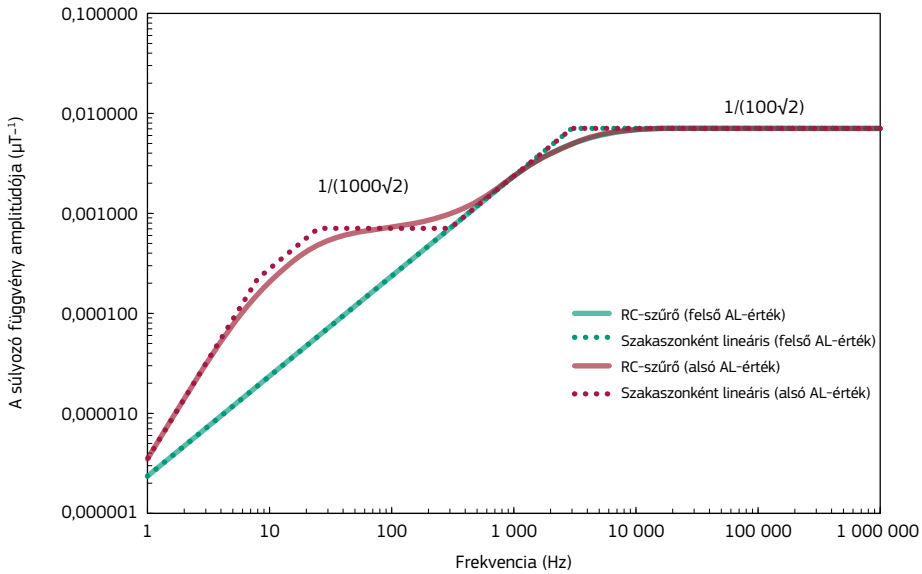
RC-szűrők reálisabb biológiai viselkedést reprodukálnak, és az ICNIRP elfogadhatónak tartja ezeket a különbségeket (ICNIRP 2010, Jokela 2000).

**D18. ábra: Az expozíciós mutató kiszámításának lépései a súlyozott csúcs módszerének az időtartományban történő használatakor**

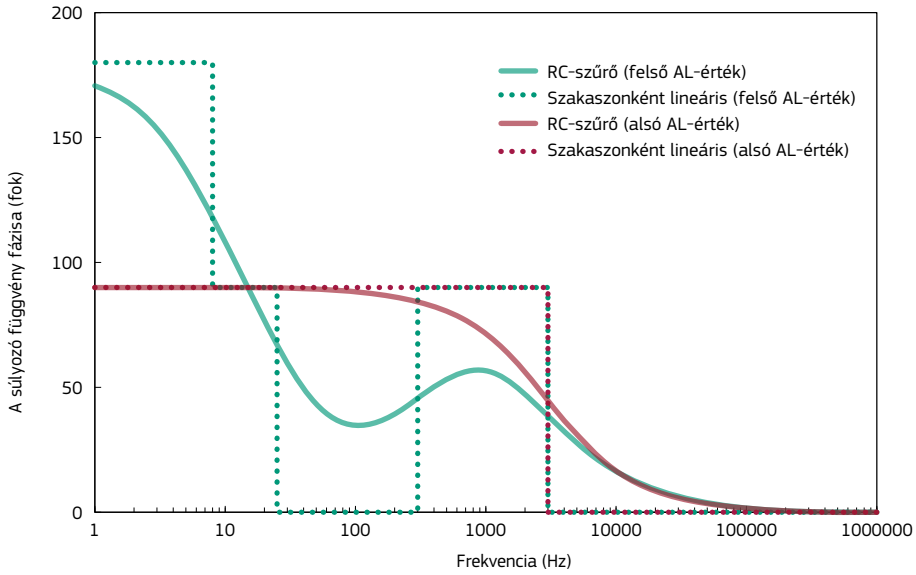



Az időtartományban történő szűrés elvégezhető a mért hullámforma utófeldolgozásával vagy digitálisan, például ilyen szűrési képességgel rendelkező, kereskedelmi forgalomban kapható berendezéssel (ezt a funkciót néha Shaped Time Domainnek [STD] hívják). A kereskedelmi forgalomban kapható berendezés használata esetén a felhasználónak gondoskodnia kell arról, hogy a berendezés a releváns beavatkozási szinteket használja (szemben más expozíciós szabványokkal vagy módszerekkel).

**D19. ábra: A súlyozó függvény amplitúdója a WPM esetében: szakaszonkénti lineáris értékek a frekvenciatartományban (az alábbi alszakaszban meghatározottak szerint) és a közelített értékek (RC-szűrő) az időtartományban**



**D20. ábra: A súlyozó függvény fázisa a WPM esetében: szakaszonkénti lineáris értékek a frekvenciatartományban (az alábbi alszakaszban meghatározottak szerint) és a közelített értékek (RC-szűrő) az időtartományban.**




## A súlyozott csúcs módszere a frekvenciatartományban

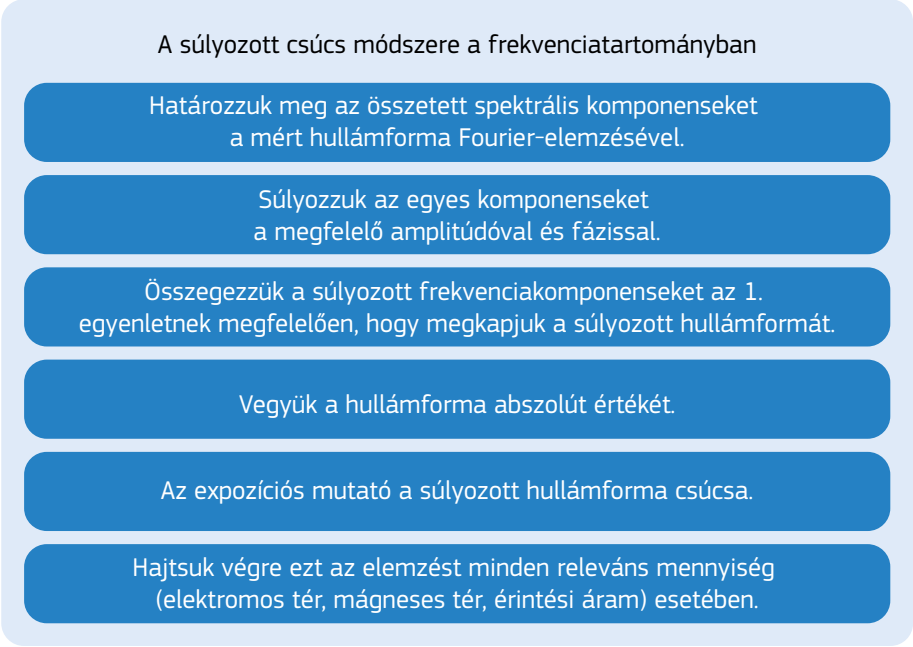
A súlyozott csúcs módszerének a frekvenciatartományban történő használatára vonatkozó lépéseket a D21. ábra mutatja, illetve szerepelnek az ICNIRP 2010. évi iránymutatásában (ICNIRP 2010). A súlyozott hullámforma kiszámításához minden spektrális komponens amplitúdóját elosztjuk a releváns beavatkozási szintekkel (vagy ha a vizsgált amplitúdó belső elektromos térre vonatkozik, akkor az expozíciós határértékekkel), és minden spektrális komponens fázisához hozzáadunk egy $\varphi_f$ fázist. A súlyozott spektrális információt ezután az alábbi képlettel konvertáljuk az időtartományra:

$$EI^{WP}_{\text{nem termikus}} = Maximum\left\{\left|\sum_f \frac{|A_f|}{AL_f\sqrt{2}} * \cos\left(2\pi f\, t + \theta_f + \varphi_f\right)\right|\right\} \qquad \textbf{7. egyenlet}$$

ahol $|A_f|$ és $\theta_f$ a spektrális komponens csúcsamplitúdója (elektromos térerősség vagy mágneses indukció), illetve fázisa $f$ frekvencián, és $AL_f$ az adott frekvenciára vonatkozó releváns beavatkozási szint. A $\varphi_f$ fázis frekvenciafüggvény, amelynek meghatározását az ICNIRP 2010. évi iránymutatásának függeléke tartalmazza (ICNIRP 2010):

$$\varphi_f = \begin{cases} 180°, f \text{ vagy } AL_f \alpha {}^{1}\!/_{f^2} \\ 90°, f \text{ vagy } AL_f \alpha {}^{1}\!/_{f} \\ 0°, f \text{ or } AL_f = constant\ (\alpha f^0) \\ -90°, f \text{ vagy } AL_f \alpha f \end{cases} \qquad \textbf{8. egyenlet}$$

**D21. ábra: Az expozíciós mutató kiszámításának lépései a súlyozott csúcs módszerének a frekvenciatartományban történő használatakor**




Ezek a szakaszonként lineáris, a D20. ábrán szereplő értékek. A fent említetteknek megfelelően ez a módszer megfelelő az érzékelési és az egészségügyi expozíciós határértékeknek való megfelelés értékelésére is. Az expozíciós határértékeknek való megfelelés értékelésekor $|A_f|$ és $\theta_f$ az indukált (belső) elektromos terek amplitúdója és fázisa, és a 7. és 8. egyenletben az expozíciós határértékekkel helyettesítjük a beavatkozási szinteket. A nem termikus számításokhoz hasonlóan az expozíciós határértékek használata esetén a √2-t elhagyjuk az egyenletből, mert azok csúcsértékként, nem pedig effektív értékként vannak meghatározva.

### D3.1.2. Alternatív módszer: A többfrekvenciás szabály

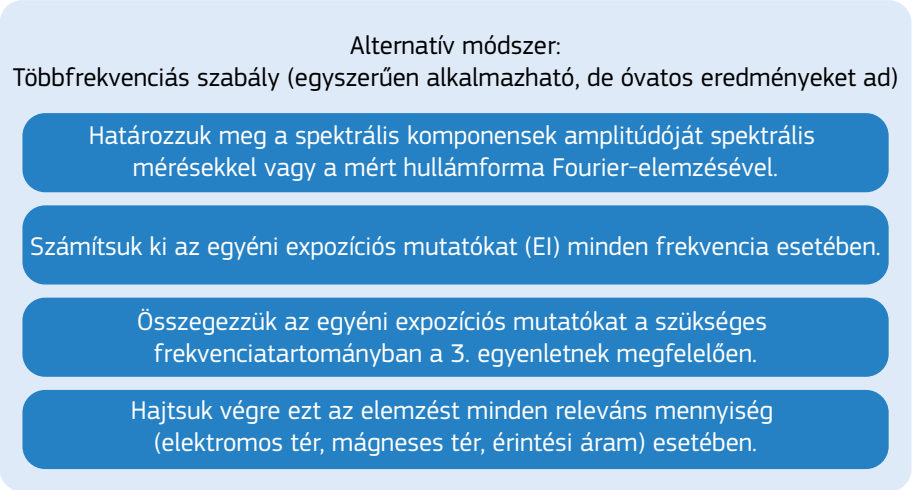
A súlyozott csúcs módszerének alternatívája a többfrekvenciás szabály (MFR), amelynek egyszerűbb az alkalmazása, de óvatosabb eredményeket ad. Ha az expozíció kisfrekvencián valószínűleg megközelíti a beavatkozási szinteket (vagy az expozíciós határértékeket), elképzelhető, hogy ez a módszer nem megfelelő, mert gyakran nagyon óvatos értékeléshez vezet, mivel nem veszi figyelembe a spektrális komponensek fázisait, és feltételezi, hogy a spektrális komponensek szinuszhullámai időben egybeesnek, és a teljes tér az idő függvényében élesen változik (ICNIRP 2010).

Az MFR-módszer leírását az ICNIRP iránymutatásában (ICNIRP 2010) szereplő 3–6. egyenlet tartalmazza, bár a referenciaszintek, illetve az alapvető korlátozások helyett a beavatkozási szintek és az expozíciós határértékek használandók:

$$EI^{MFR}_{\text{nem termikus},X} = \sum_{f=1\,Hz}^{10MHz} \frac{X_f}{AL\,(X)_f} \qquad \textbf{9. egyenlet}$$

ahol $X_f$ a külső mért (vagy kiszámított) mennyiség amplitúdója (RMS) $f$ frekvencián, és $AL(X)_f$ a vonatkozó beavatkozási szint $f$ frekvencián. A vonatkozó beavatkozási szint a spektrális komponens frekvenciájára vonatkozó beavatkozási szint, de emellett az értékeléshez szükséges beavatkozási szint fajtája (elektromos térerősség, mágneses indukció, alsó érték, felső érték, érintési áram) az irányelv II. mellékletének B2. táblázatában meghatározottak szerint. Az expozíciós határértékek alapján történő értékeléskor $X_f$ lesz az indukált elektromos térerősség amplitúdója (csúcs, nem RMS) $f$ frekvencián, és $AL(X)_f$ -t felváltja $ELV_f$. A D22. ábra bemutatja az expozíciós mutató kiszámításának lépéseit a többfrekvenciás összegzés módszerének használatával.

**D22. ábra: Az expozíciós mutató kiszámításának lépései a többfrekvenciás szabály esetében**




A többfrekvenciás összegzés módszere meglehetősen egyértelmű, és számos berendezés áll rendelkezésre az értékelés automatikus elvégzésére az ICNIRP iránymutatásának megfelelően. Ezek a berendezések alkalmasak a beavatkozási szinteknek való megfelelés értékelésére, amíg a releváns beavatkozási szinteket betáplálják a berendezésekbe. Ez a módszer emellett az érzékelési és az egészségügyi határértékeknek való megfelelés vizsgálatára is megfelelő.

A D5a-D5d. táblázatban látható a frekvenciatartományban alkalmazott súlyozott csúcs módszere és az MFR-módszer használatával, valamint a kereskedelmi forgalomban kapható szondák STD-funkciójával (időtartománybeli WPM) közvetlenül nyert expozíciós mutatók összehasonlítása.

**D5a. táblázat: 50 Hz-es (50 kVA) ponthegesztő gép (a méréseket 0,3 méter távolságban, a hegesztés helyével egy magasságban végezték)**

| Módszer | Alsó AL-értékek | Felső AL-értékek | A végtagáramra vonatkozó AL-értékek |
|---|---|---|---|
| MFR[a] | 3,18 | 1,70 | 0,57 |
| WPM[a] | 0,94 | 0,45 | 0,15 |
| STD[b] | 0,83 | 0,34 | 0,13 |

[a] A számításokat a frekvenciatartományban végezték egy N = 4096, T = 0,84 s értékű nyom alapján (azaz a legnagyobb figyelembe vett frekvencia körülbelül 2 kHz volt).

[b] Az STD-méréseket 1 Hz és 400 kHz közötti frekvenciatartományt használó berendezésekkel végezték.

**D5b. táblázat: 2 kHz-es hegesztő (a méréseket a testkábel-csatlakozó középpontjától számított 0,33 m-re végezték)**

| Módszer | Alsó AL-értékek | Felső AL-értékek | A végtagáramra vonatkozó AL-értékek |
|---|---|---|---|
| MFR[a] | 4,52 | 3,44 | 1,15 |
| WPM[a] | 1,08 | 0,81 | 0,27 |
| STD[b] | – | 1,00 | – |

[a] A számításokat a frekvenciatartományban végezték egy N = 4096, T = 0,5 s értékű nyom alapján (azaz a legnagyobb figyelembe vett frekvencia 4 kHz volt).

[b] Az STD-méréseket 1 Hz és 400 kHz közötti frekvenciatartományt használó berendezésekkel végezték.

### D5c. táblázat: Transzkraniális mágneses stimulátor (TMS)

| Módszer | Alsó AL-értékek | Felső AL-értékek | A végtagáramra vonatkozó AL-értékek |
|---|---|---|---|
| MFR[a] | 21,88 | 21,81 | 7,27 |
| WPM[a] | 13,43 | 13,23 | 4,41 |
| STD[b] | – | 12,22 | 4,11 |

[a] A számításokat a frekvenciatartományban végezték egy T= 5 ms értékű nyom alapján (azaz a legnagyobb figyelembe vett frekvencia 409 kHz volt).

[b] Az STD-méréseket 1 Hz és 400 kHz közötti frekvenciatartományt használó berendezésekkel végezték.

### D5d. táblázat: 100 kVA-es vonalhegesztő (a méréseket 28 cm-rel a hegesztési pont előtt és alatt végezték)

| Módszer | Alsó AL-értékek | Felső AL-értékek | A végtagáramra vonatkozó AL-értékek |
|---|---|---|---|
| MFR[a] | 4,30 | 2,59 | 0,86 |
| WPM[a] | 1,09 | 0,61 | 0,20 |
| STD[b] | 1,13 | 0,59 | 0,16 |

[a] A számításokat a frekvenciatartományban végezték egy T = 333 ms értékű nyom alapján (a legnagyobb figyelembe vett frekvencia 6,1 kHz volt).

[b] Az STD-méréseket 1 Hz és 400 kHz közötti frekvenciatartományt használó berendezésekkel végezték.

A 100 kHz-et meghaladó, nem elhanyagolható spektrális komponensek esetében figyelembe kell venni a termikus hatásokat, és a nem termikus hatásoktól függetlenül kell értékelni őket. Ezeket a következő alszakasz tárgyalja.

## D3.1.3. Alternatív módszer: Egyszerű értékelés fiziológiai alapon

Az időtartományban a pulzáló terek szinuszos, trapéz, háromszög vagy exponenciális alakú, egyszeres és többszörös vagy állandó térkomponensekre oszthatók (lásd a D23. ábrát). Ez alapján a kisfrekvenciás területen a lent leírt paraméterek használatával egyszerűsített értékelés végezhető (Heinrich, 2007). A módszer a fiziológián alapul, különösen a stimuláció mechanizmusán, az alábbiak szerint:

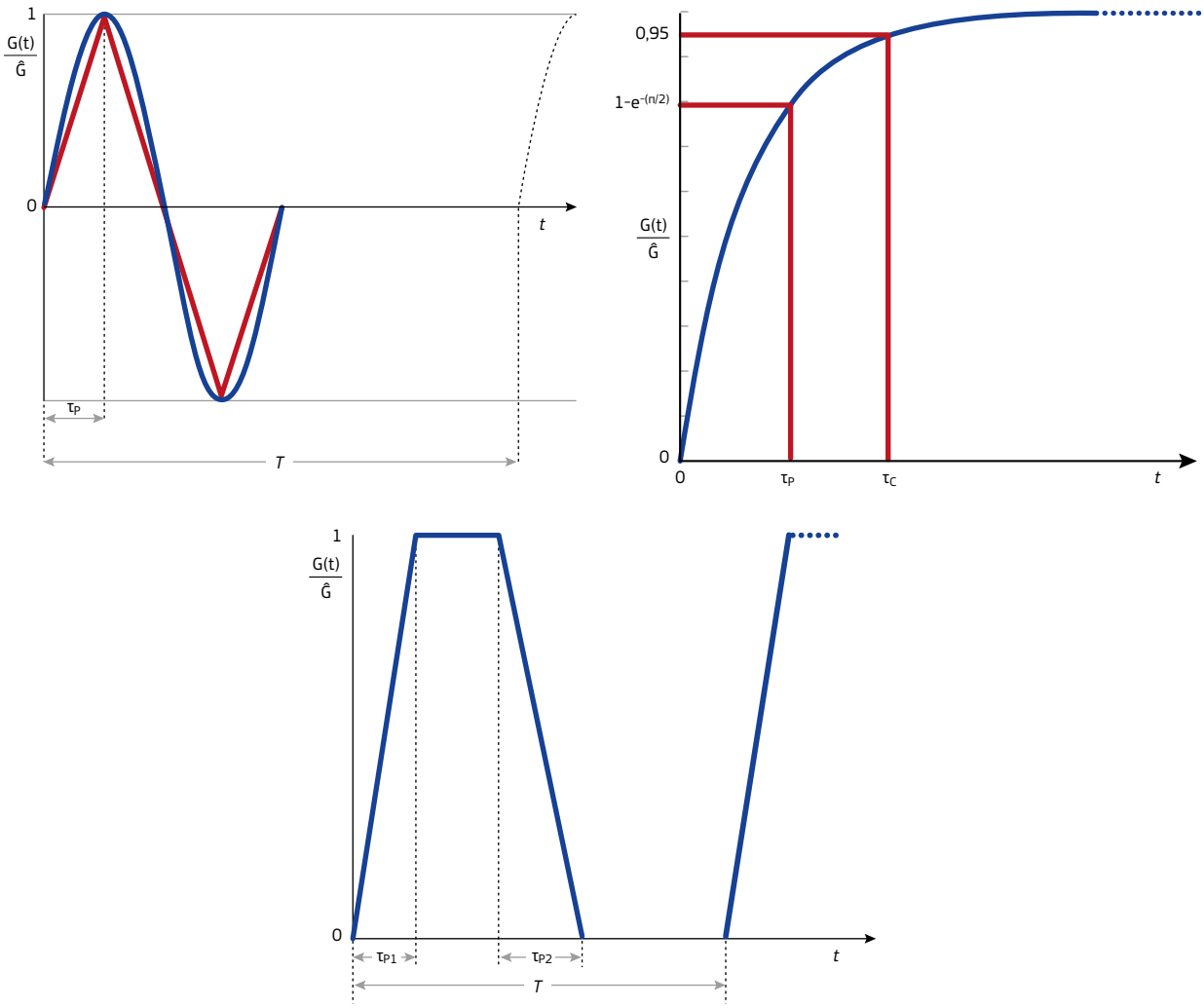
1) Stimulációs hatások csak akkor jelentkeznek, ha meghaladnak egy jól meghatározott küszöbértéket.

2) A küszöbérték alatti impulzusok akkor sem vezethetnek ingerhez, ha nagyon hosszú ideig tartanak.

3) Ha az impulzusok nagyon rövidek, nagyobb intenzitásra van szükség.

Az értékelési eljárás szerepel a Német Társadalmi Balesetbiztosítás baleset-megelőzési szabályzatában (BGV B11, 2001). Ugyanakkor megjegyzendő, hogy ez a 2001. évi szabályozás nem használja az új 2013/35/EU irányelvben szereplő beavatkozási szinteket és expozíciós határértékeket.

**D23. ábra: Szinuszos (bal felső), exponenciális (jobb felső) és trapéz vagy háromszög (alul) alakú jelgörbék (impulzusok)**




Az ilyen jelgörbetípusokhoz (D23. ábra) kapcsolódó terek az alábbi további paraméterekkel írhatók le:

| | |
|---|---|
| *G* | A G mennyiség helyett használjuk az elektromos térerősséget (E), a mágneses térerősséget (H) vagy a mágneses indukciót (B).<br><br>A *G(t)* az időfüggvényt jelöli, a Ĝ csúcsérték. |
| *T* | Az impulzus időtartama vagy szélessége |
| $\tau_p$ | A tér változásának időtartama a szinuszos, a háromszög alakú vagy a trapéz alakú jelgörbék nulláról a pozitív vagy negatív csúcsértékre vagy a pozitív vagy negatív csúcsértékről nullára történő változásakor. A $\tau_p$ vizsgálatát exponenciális jelgörbék esetében a fenti diagramnak megfelelően kell elvégezni. Ha az egyes $\tau_{pi}$ időtartamok különböznek, valamennyi $\tau_{pi}$ értéket figyelembe kell venni a további számításoknál. |
| $T_i$ | Integrációs idő, ahol<br>$T_I = \begin{cases} T & \text{ahol } T \le 1\ s \\ 1s & \text{minden más esetben} \end{cases}$ |

| | |
|---|---|
| $\tau_{Pmin}$ | A legkisebb érték valamennyi $\tau_{Pi}$ időtartam esetében:<br>$\tau_{Pmin} = \min_i(\tau_{Pi})$ |
| $\tau_C$ | Kiegészítő mennyiség az exponenciális jelgörbék meghatározására.<br>Ha az egyes $\tau_{Ci}$ időtartamok különböznek, valamennyi $\tau_{Ci}$ értéket figyelembe kell venni a további számításoknál. |
| $\tau_D$ | Valamennyi térváltozás időtartamának (i) összege $T_I$ időintervallumban:<br>— szinuszos, háromszög alakú, trapéz alakú jelgörbék: $\tau_D = \sum_i \tau_{Pi}$<br>— exponenciális jelgörbék: $\tau_D = \sum_i \tau_{Ci}$ |
| $f_P$ | A tér változásának frekvenciája, ahol: $f_p = \frac{1}{4 \cdot tp_{min}}$ |
| $V$, $V_{max}$ | Súlyozási tényező, maximális súlyozási tényező<br>$V = \begin{cases} \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} & \text{ahol } \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} \le V_{max} \\ V_{max} = 2.6 & \text{minden más esetben} \end{cases}$ |
| $\left\lvert \frac{dB(t)}{dt} \right\rvert_{p,max}$ | A mágneses indukció maximális időderiváltja<br>$\left\lvert \frac{dB(t)}{dt} \right\rvert_{p,max} = \omega \hat{B} \cdot V = 2\pi \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$ |
| $\left\lvert \frac{dB(t)}{dt} \right\rvert_{p,mean}$ | A mágneses indukció átlagos időderiváltja<br>$\left\lvert \frac{dB(t)}{dt} \right\rvert_{p,mean} = \frac{\omega \hat{B} \cdot V}{\pi/2} = 4 \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$ |

**D6. táblázat: A mágneses indukció maximális időderiváltjának beavatkozási szintjei $\left\lvert \frac{dB(t)}{dt} \right\rvert_{p,mean}$ T/s-ban a 2013/35/EU irányelv B2. táblázata alapján**

| Frekvenciatarto-mány | Alsó AL-érték | Felső AL-érték | Beavatkozási szint a végtagok lokális mágneses tereknek való expozíciója esetében |
|---|---|---|---|
| 1 Hz < $f_P$< 8 Hz | 1,8 · V/$f_P$ | 2,7 · V | 8 · V |
| 8 Hz < $f_P$< 25 Hz | 0,2 · V | 2,7 · V | 8 · V |
| 25 Hz < $f_P$< 300 Hz | 0,01 · $f_P$· V | 2,7 · V | 8 · V |
| 300 Hz < $f_P$< 3 kHz | 2,7 · V | 2,7 · V | 8 · V |
| 3 kHz < $f_P$< 10 MHz | 0,001 · $f_P$· V | 0,001 · $f_P$· V | 0,003 · $f_P$· V |

**D7. táblázat: A mágneses indukció átlagos időderiváltjának beavatkozási szintjei T/s-ban a 2013/35/EU irányelv B2. táblázata alapján, a $\tau_p$ időintervallumra átlagolva** $\left|\frac{dB(t)}{dt}\right|_{p,mean}$

| Frekvenciatarto-mány | Alsó AL-érték | Felső AL-érték | Beavatkozási szint a végtagok lokális mágneses tereknek való expozíciója esetén |
|---|---|---|---|
| 1 Hz < $f_P$< 8 Hz | 1,15 · V/$f_P$ | 1,7 · V | 5,1 · V |
| 8 Hz < $f_P$< 25 Hz | 0,13 · V | 1,7 · V | 5,1 · V |
| 25 Hz < $f_P$< 300 Hz | $6 \cdot 10^{-3} \cdot f_P \cdot V$ | 1,7 · V | 5,1 · V |
| 300 Hz < $f_P$< 3 kHz | 1,7 · V | 1,7 · V | 5,1 · V |
| 3 kHz < $f_P$< 10 MHz | $6 \cdot 10^{-4} \cdot f_P \cdot V$ | $6 \cdot 10^{-4} \cdot f_P \cdot V$ | $2 \cdot 10^{-3} \cdot f_P \cdot V$ |

A 2013/35/EU irányelvben meghatározott expozíciós határértékeket nem haladják meg, ha a beavatkozási szinteket alkalmazzák erre az eljárásra.

Az értékelési eljáráshoz használt V, $V_{max}$ súlyozó tényezőket és a beavatkozási szintek táblázatait hozzáigazítják a 2013/35/EU irányelv követelményeihez.

## D3.2. Termikus hatások (100 kHz – 300 GHz)

### D3.2.1. A beavatkozási szintek alapján történő értékelés

A 100 kHz feletti, nem elhanyagolható spektrális komponensekkel rendelkező elektromágneses terek esetében relevánsak a termikus hatások, és az ICNIRP 1998. évi iránymutatása a következőképpen határozza meg a teljes EI-t a termikus hatások vonatkozásában:

$$EI_{termikus,X} = \sum_{f=100\ kHz}^{300\ GHz} \frac{X_f^2}{AL(X)^2_{termikus,X}} \qquad \textbf{10. egyenlet}$$

ahol $X_f$ az amplitúdó (RMS) $f$ frekvencián, és $X$ az elektromos térerősség, a mágneses indukció vagy az érintési áram. $AL(X)_{termikus,f}$ a termikus hatásokra vonatkozó beavatkozási szint $f$ frekvencián az irányelv III. mellékletében szereplő B1., B2. és B3. táblázatban meghatározottak szerint. Ha az összehasonlításra a térerősség alapján kerül sor, $X_f^2$ a 6 GHz alatti frekvenciák esetén egy hatperces időtartam átlaga, illetve 6 GHz feletti frekvencia esetén a $\tau = 68/f^{1,05}$ *perc* képlet alapján meghatározott időtartam (ahol $f$-et GHz-ben adják meg). Érintési áram esetén az összegzésre csak 100 kHz és 110 MHz között kerül sor, és nincs szükség időbeli átlagolásra.

Az elektromágneses tér hullámformájának lejtése nem befolyásolja a szövetek melegedését, ezért a súlyozott csúcs módszerét nem használják a termikus hatások elkerülésére megállapított beavatkozási szinteknek való megfelelés értékelésére.

A 6 GHz feletti vivőfrekvenciájú rádiófrekvenciás impulzusok esetében az impulzusszélességre átlagolt csúcs teljesítménysűrűség legfeljebb 50 $kWm^{-2}$ lehet, ami 1000-szerese a teljesítménysűrűségre vonatkozó beavatkozási szintnek (az irányelv III. mellékletének B1. táblázata).

A nem termikus számításokhoz hasonlóan, ahol a külső terek jelentősen eltérnek a munkavállaló teste fölött, szükség lehet az expozíciós szintek térbeli átlagolására az alkalmazott határérték szerinti testrésznek megfelelően. Ezt az előző szakasz (D2. szakasz) részletezi.

### A végtagáramra vonatkozó beavatkozási szintek alapján történő értékelés (10 MHz – 110 MHz)

A végtagáram értékeléséhez ugyanazt az egyenletet használjuk, mint az elektromos és mágneses tér esetén, de csak a 10 MHz és 110 MHz közötti frekvenciákat vesszük figyelembe. Megjegyzendő, hogy $I_{L,f}^2$-t (a végtagáram négyzete $f$ frekvencián) átlagolni kell egy hatperces időtartamra.

## D3.2.2. Az expozíciós határértékek alapján történő értékelés

### Az egészségügyi expozíciós határértékek alapján történő értékelés (100 kHz – 300 GHz)

Ahogy az ICNIRP 1998. évi iránymutatásában szerepel, a termikus egészségügyi hatások expozíciós indexe az alábbi képlettel számítható ki:

$$EI_{termikus,ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=100\,kHz}^{6\,GHz} W_i \langle SAR_f \rangle + \frac{1}{ELV(S)} \sum_{f>6\,GHz}^{300\,GHz} \langle S_f \rangle \qquad \textbf{11. egyenlet}$$

ahol

$\langle SAR_f \rangle$ a fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) $f$ frekvencián (W/kg) hatperces időtartamra átlagolva.

*ELV(SAR)* a fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) expozíciós határértéke ($Wkg^{-1}$) az irányelv III. mellékletében szereplő A1. táblázatban meghatározottak szerint.

$\langle S_f \rangle$ a teljesítménysűrűség $f$ frekvencián ($Wm^{-2}$) bármely 20 $cm^2$-es expozíciós területre és az alábbi képletben meghatározott időszakra átlagolva:
$\tau = 68/f^{1,05}$ *minutes* (ahol $f$ GHz-ben van megadva).

*ELV(S)* a teljesítménysűrűség expozíciós határértéke (50 $Wm^{-2}$) az irányelv III. mellékletében szereplő A1. táblázatban meghatározottak szerint.

A helyi SAR értékelése esetén, az egész testre vonatkozó átlaggal ellentétben, a helyi SAR-t bármely 10 g összefüggő szövetre kell átlagolni; a SAR így kapott legnagyobb értéke a 10. egyenletben használt érték. A D2. szakasz további információkkal szolgál az átlagolással kapcsolatban.

### Az érzékelési expozíciós határértékek alapján történő értékelés (300 MHz – 6 GHz)

Az érzékelési, hallásra gyakorolt hatások a fej 300 MHz – 6 GHz frekvenciájú impulzusos mikrohullámú sugárzásnak való expozíciója következtében jelentkezhetnek. Az ilyen hatások elkerülése érdekében be kell tartani a fajlagos elnyelésre vonatkozó expozíciós határértékeket, és az expozíciós index kiszámítása az alábbi képlettel történik:

$$EI_{\text{hallási ELV}} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=300\,MHz}^{6\,GHz} SA_f \qquad \textbf{12. egyenlet}$$

ahol

$SA_f$ a fajlagos elnyelés (SA) $f$ frekvencián a fejben ($Jkg^{-1}$), a 10 g szövet átlagolt értékeinek maximumával megegyezően, és értéke 10 $mJkg^{-1}$.

## D3.3. A 100 kHz – 10 MHz frekvenciájú elektromágneses terek értékelése

100 kHz – 10 MHz frekvenciájú RF jelek esetében, ideértve az alapjelek 100 kHz alatti frekvenciájú felharmonikusait, a termikus és nem termikus hatásokra vonatkozó határértékeknek való megfelelés is bizonyítandó. Ez elvégezhető a belső térszintek és a vonatkozó expozíciós határértékek összehasonlításával, de általában a külső térszinteket hasonlítják össze a megfelelő beavatkozási szinttel.

A 6.2. és 6.7. ábra ismerteti, milyen vizsgálatra van szükség a forrás frekvenciatartományának függvényében (a beavatkozási szinteknek, illetve az expozíciós határértékeknek való megfelelés érdekében). Sok esetben csak egyféle hatás (termikus vagy nem termikus) releváns a forrás frekvenciájának tulajdonságai miatt, de az olyan esetekben, amikor a forrás a 100 kHz – 10 MHz frekvenciatartományban található (ezt a 6.2. és 6.7. ábra pirossal jelöli), mindkét hatás releváns, ezért mindkettőnek meg kell felelni, ahogy azt a D8. táblázat kiemeli (a beavatkozási szintek vonatkozásában).

Például vegyünk egy olyan környezetet, ahol a munkavállalói expozíció forrása egy 75 kHz frekvenciájú alapjel jelentős felharmonikus tartalommal 225 kHz, 375 kHz és 525 kHz frekvencián. Mivel ezen frekvenciák egyike sem haladja meg a 10 MHz-et, figyelembe kell venni őket az elektromos terekre, a mágneses terekre és adott esetben az érintési áramra vonatkozó nem termikus expozíciós index értékelésénél az 1 Hz – 10 MHz frekvenciatartományba eső minden azonosított frekvencián. Akár hálózati (50/60 Hz) frekvenciajelek és a kapcsolódó felharmonikusok is szerepelhetnek köztük. Emellett a 225 kHz, a 375 kHz és az 525 kHz frekvenciájú jeleket figyelembe kell venni a termikus expozíciós indexnek ebben a környezetben történő értékelése során, mert ezek a frekvenciák a 100 kHz – 300 GHz frekvenciatartományba tartoznak. Az ebben a tartományban azonosított minden további frekvenciát szintén figyelembe kell venni a termikus expozíciós index kiszámítása során. A beavatkozási szinteknek való termikus megfelelés akár a külső elektromos, akár a külső mágneses térerősség értékeinek felhasználásával értékelhető, de adott esetben értékelni kell az érintési áramra vonatkozó expozíciós indexet. Egyik expozíciós mutató (nem termikus, termikus, érintési áram) értéke sem haladhatja meg az egyet. Ellenkező esetben korlátozásokat kell bevezetni a munkavállalóval vagy a forrással kapcsolatban a megfelelés biztosítása érdekében. Lehetséges, hogy ha a beavatkozási szinteknek való megfelelés nem igazolható, az expozíciós határértékeknek való megfelelés még mindig kimutatható, bár ez a módszer jelentős költségekkel járhat.

**D8. táblázat: Példák és a beavatkozási szinteknek való megfelelésre vonatkozó kapcsolódó követelmények a forrás frekvenciatartománya alapján (nem teljes lista). A rövidítéseket és egyenleteket a későbbi alszakaszok ismertetik.**

| A forrás frekvenciatartománya | Mérés szükséges | A használandó egyenletek | A beavatkozási szinteknek való megfelelés követelményei | Példa a forrásra |
|---|---|---|---|---|
| 1 Hz – 100 kHz | *B, E, $I_C$* | 6. vagy 8. egyenlet | $EI^{M}_{nem\text{-}termikus,X} \leq 1$<br>$X = \{B, E, I_C\}$ and<br>M = {(1) *or* (2)} | Energiaipari átviteli vezetékek, mágnesezhető poros indukció |
| 100 kHz – 10 MHz | *B, E, $I_C$* | 6. vagy 8. egyenlet és 9. egyenlet | Ugyanaz, mint fenn, plusz: $EI_{termikus,X} \leq 1$<br>ha $X = \{B, E, I_C\}$ | elektronikus árufelügyeleti rendszer, AM-rádió-bázisállomások, elektromos hálózat alapú kommunikációs rendszerek |
| 10 MHz – 110 MHz | *B, E, $I_C$, $I_L$* | 9. egyenlet | $EI_{termikus,X} \leq 1$<br>ha $X = \{B, E, I_C, I_L\}$ | FM-rádió-bázisállomások, műanyaghegesztő gépek |
| 110 MHz – 300 GHz | *B, E*<br>(ha a távoli térben, akkor *B vagy E*) | 9. egyenlet | $EI_{termikus,X} \leq 1$<br>ha $X = \{B, E\}$<br>(ha a távoli térben, akkor $X = \{B$ vagy $E\}$ | Mobil kommunikációs bázisállomások, katonai radarok |

Ki kell emelni, hogy a nem termikus hatások azonnal jelentkeznek, míg a testben zajló hőszabályzó folyamatok azt jelentik, hogy a termikus hatások az expozíció időtartamától vagy a bekapcsolási időtől függenek. Ezért a nem termikus egészségügyi hatások vizsgálatakor a maximális azonnali expozíciót veszik figyelembe, míg a termikus egészségügyi hatások vizsgálatakor az elektromágneses terekről szóló irányelv lehetővé teszi az expozíció (10 GHz frekvencia alatt) hatperces időtartamokra, illetve (10 GHz frekvencia felett) egy $\tau = 68/f^{1,05}$ *perc* időtartamra (ahol $f$ GHz-ben van kifejezve) történő időbeli átlagolását. Ha az összehasonlítás a térerősség, a fluxussűrűség vagy a végtagáramra vonatkozó beavatkozási szintek alapján történik, az időbeli átlagolást a négyzetre emelt értékek alapján kell elvégezni.

# D4. A statikus mágneses tereknek való expozíció értékelése

## D4.1. Bevezetés

A testnek vagy testrészeknek a statikus mágneses térben való mozgása által kiváltott fő hatások a perifériás idegek stimulációja és olyan átmeneti érzékelési hatások, mint a szédülés, hányinger, fémes íz és látási zavarok, például retinális foszfének.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv meghatározza a statikus mágneses terek határértékeit a munkakörülmények két típusának vonatkozásában:

- normál (ellenőrizetlen); és
- ellenőrzött, ahol megelőző intézkedéseket fogadtak el, például ellenőrzik a mozgást és tájékoztatják a munkavállalókat.

A statikus mágneses terekben való mozgás megfelelési értékelése a munkakörnyezettől függ (normál vagy ellenőrzött), és elképzelhető, hogy különböző hatásokat kell figyelembe venni. A folyamatot a D24. ábra folyamatábrája mutatja be. A normál munkakörülmények közötti megfelelés biztosítja az ellenőrzött munkakörülmények közötti megfelelést. Ugyanakkor ellenőrzött munkakörnyezetben csak a perifériás idegek stimulációjára vonatkozó expozíciós határértékeknek és beavatkozási szinteknek való megfelelést kell bizonyítani.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv II. mellékletében szereplő A1. táblázatban feltüntetett, a külső mágneses indukcióra vonatkozó expozíciós határértékek vonatkoznak a statikus mágneses terekre. A statikus mágneses gradiensű terekben való mozgás kisfrekvenciás elektromos tereket indukál a testben. Ebben az esetben az elektromágneses terekről szóló irányelv II. mellékletében található A2. és A3. táblázatban szereplő expozíciós határértékeket és a B2. táblázatban szereplő beavatkozási szinteket kell használni az expozíció értékelésének alapjául. További iránymutatás jelent meg a statikus mágneses terekben való mozgás által indukált elektromos tereknek való expozíció korlátozásáról (ICNIRP, 2014). Ez az iránymutatás a legjobb elérhető bizonyítékokon alapul, de a jelen útmutató elkészítésekor nem képezte az elektromágneses terekről szóló irányelv részét. Az értékek összefoglalását a D9. táblázat tartalmazza.

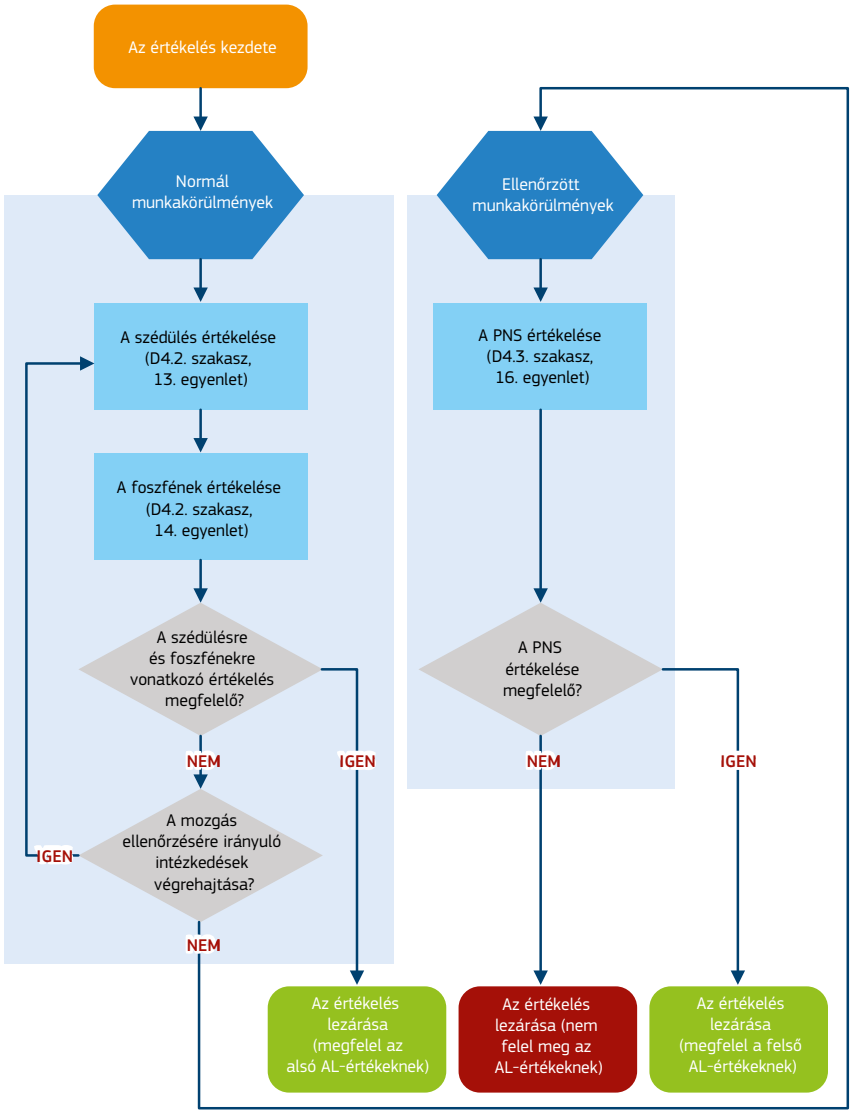
Az ICNIRP iránymutatása nem kötelező erejű, és eltérő terminológiát használ, mint az elektromágneses terekről szóló irányelv. Az alapvető korlátozások olyan mennyiségek, amelyeket nem szabad meghaladni, és fogalmilag az elektromágneses terekről szóló irányelvben szereplő expozíciós határértékeknek felelnek meg. A referenciaszintek az alapvető korlátozásokból levezetett óvatos szintek, de könnyebben értékelhető mennyiségekben adják meg őket. A referenciaszintek fogalmilag az elektromágneses terekről szóló irányelvben használt beavatkozási szinteknek felelnek meg.

### D9. táblázat: A statikus mágneses térben való mozgásból származó munkahelyi expozíció korlátozására vonatkozó alapvető korlátozások és referenciaszintek (ICNIRP, 2014)

| Frekvencia (Hz) | Alapvető korlátozások Belső elektromos térerősség ($Vm^{-1}_{(csúcs)}$) | | Referenciaszintek A mágneses indukció időderiváltja ($Ts^{-1}_{(csúcs)}$) | |
|---|---|---|---|---|
| | Érzékelési hatások[1] | Egészségügyi hatások[2] | Érzékelési hatások[1] | Egészségügyi hatások[2] |
| 0–0,66 | 1,1 | 1,1 | 2,7 | 2,7 |
| 0,66–1 | 0,7/f | 1,1 | 1,8/f | 2,7 |

*MEGJEGYZÉS:* 1 – A foszfének érzékelésének minimalizálására szolgáló korlátozások normál munkakörülmények között.
2 – A perifériás idegek stimulációjának (PNS) minimalizálására szolgáló korlátozások ellenőrzött munkakörülmények között.
3 – A statikus mágneses térben való mozgás következtében fellépő szédülés megelőzése érdekében a mágneses indukció maximális változása (ΔB) bármely három másodperces időszakban nem haladhatja meg a 2 T-t. Ellenőrzött munkakörülmények között ez az érték meghaladható (ICNIRP 2014).

### D24. ábra: A megfelelési értékelés folyamata statikus mágneses terekben való mozgás esetén



## D4.2. Normál munkakörülmények

Normál munkakörülmények között a statikus mágneses terekben való mozgásból származó expozíciós korlátozások olyan érzékelési hatásokon alapulnak, mint a szédülés, a hányinger és a foszfének. A mozgásindukált terek spektruma 25 Hz-ig terjed, amelyet figyelembe kell venni az érzékelési expozíciós határértékek (az elektromágneses terekről szóló irányelv II. mellékletének A3. táblázata) és az ICNIRP alapvető korlátozásai (D9. táblázat) kiválasztásánál. Általában megfelelő, ha az expozíciót az alsó AL-értékekkel (az elektromágneses terekről szóló irányelv II. mellékletének B2. táblázata), illetve az ICNIRP referenciaszintjeivel (D9. táblázat) hasonlítják össze.

### *A szédülés minimalizálása*

A statikus mágneses térben való mozgás következtében fellépő olyan érzékelési hatások előfordulása, mint a szédülés és a hányinger a térben való lehető leglassabb mozgással minimálisra csökkenthető. Ezért a szédülés és a hányinger valószínűségének minimalizálása érdekében a mágneses indukció változása (*ΔB)* bármely három másodperces időszakban nem haladhatja meg a 2 T-t:

$$|\Delta B|_{3s} \leq 2\ \mathrm{T} \qquad \textbf{13. egyenlet}$$

### *A foszfének minimalizálása*

A foszfének észlelésének minimalizálása érdekében a belső elektromos térerősségre ($E_i$) vonatkozó érzékelési expozíciós határértékek (II. melléklet, A3. táblázat) és alapvető korlátozások (D9. táblázat) használandók. Mivel a belső elektromos térerősség meghatározása nem könnyű, általában kényelmesebb a referenciaszintek (D9. táblázat) és az alsó AL-értékek időderiváltja (II. melléklet, B2. táblázat) alkalmazásával értékelni a megfelelést.

A statikus mágneses térben való mozgás által indukált elektromos tér nem szinuszos, és a spektruma 25 Hz-ig terjed. Ezért a súlyozott csúcs módszerét alkalmazva figyelembe kell venni a jelen lévő frekvenciakomponenseket (lásd a D3. függeléket).

A *dB/dt* expozíciós index kiszámítása az alábbi egyenlettel történik egy frekvenciafüggő és a fázishoz kapcsolódó súlyozási függvény alapján:

$$EI_{mozgás}^{foszfén} = Maximum\left\{\left|\sum_{f=0}^{25\ Hz}\frac{|A_f|}{RL_f} * \cos\left(2\pi f\, t + \theta_f + \varphi_f\right)\right|\right\} \qquad \textbf{14. egyenlet}$$

ahol $|A_f|$ és $\theta_f$ a spektrális komponens amplitúdója és fázisa f frekvencián a mágneses indukció időderiváltja *(dB/dt)* esetén, és $RL_f$ az érzékelési hatások referenciaszintje az adott frekvencián. A $\varphi_f$ fázis (a szűrő úgynevezett fázisszöge) az $RL_f$ frekvenciafüggésének függvénye, értéke a 0–0,66 Hz frekvenciatartományban 90°, a 0,66–8 Hz frekvenciatartományban 180°, a 8–25 Hz frekvenciatartományban 90°, és $RL_f$ frekvenciafüggése $f^0$, $1/f$ és $f^0$. A *dB/dt* szűrési függvényének fázisértékét az ICNIRP 2010. évi iránymutatásának (ICNIRP, 2010) függeléke határozza meg, és a D3. függelék ismerteti.

A fenti egyenletnek a *dB/dt*-re vonatkozó expozíciós mutató kiszámításához való használata során figyelembe kell venni, hogy a *csúcs dB/dt*-re vonatkozó referenciaszintek csak 1 Hz alatt érhetők el. 1 Hz fölött a beavatkozási szintek (II. melléklet, B2. táblázat) a mágneses indukció effektív (RMS) értékei, de nem időderiváltjai. Ugyanakkor lehetőség van ezeknek a beavatkozási szinteknek a használatára az egyenértékű $RL_f$ kiszámításánál a *csúcs dB/dt* esetén 1 Hz fölött:

$$\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak} = 2\sqrt{2}\pi f B_{lowAL,rms} \qquad \textbf{15. egyenlet}$$

ahol $B_{lowAL,rms}$ a mágneses indukcióra vonatkozó alsó AL-érték effektív értéke *f* frekvencián, és $\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak}$ a konvertált $RL_f$ a csúcs *dB/dt* esetén az adott frekvencián.

## D4.3. Ellenőrzött munkakörülmények

Ahogy a fenti D4.2. szakaszban szerepel, az indukált elektromos tér legfeljebb 25 Hz frekvenciájú komponenseket tartalmaz, amit figyelembe kell venni a megfelelő egészségügyi expozíciós határértékek (II. melléklet, A2. táblázat) és az alapvető korlátozások (D9. táblázat) kiválasztásánál. Általában itt is megfelelőbb az expozíciónak a felső AL-értékekkel (II. melléklet, B2. táblázat) és az egészségügyi referenciaszintekkel (D9. táblázat) történő összehasonlítása.

### A perifériás idegek stimulációjának megelőzése

A perifériás idegek stimulációjának megelőzéséhez az ICNIRP alapvető korlátozásai és az egészségügyi expozíciós határértékek is 1,1 $Vm^{-1}$-ben határozzák meg a belső elektromos térerősség ($E_i$) felső határát. A kapcsolódó ICNIRP-referenciaszintek értéke és a felső AL-értékek időderiváltjának értéke 2,7 $Ts^{-1}$. Mivel mind a referenciaszint, mind a felső AL-érték időderiváltja állandó az adott frekvenciatartományban, az expozíciós mutató kiszámításához összeadjuk a legfeljebb 25 Hz nagyságú frekvenciák spektrális komponenseit az amplitúdó spektrális súlyozása nélkül (a $\varphi_f$ szűrőfázis minden spektrális komponens esetén nullára van állítva), de figyelembe vesszük a dB/dt spektrális komponenseinek fázisait:

$$EI^{PNS}_{mozgás} = \frac{1}{2.7} * Maximum\left\{\left|\sum_{f=0}^{25\,Hz} |A_f| * \cos\left(2\pi f\, t + \theta_f\right)\right|\right\} \qquad \textbf{16. egyenlet}$$

ahol $|A_f|$ és $\theta_f$ a dB/dt spektrális komponens amplitúdója és fázisa *f* frekvencián. A 16. egyenletben zárójelben szereplő kifejezés egyenértékű a dB/dt hullámforma abszolút értékének használatával (tehát a dB/dt valamennyi értéke pozitív). Az expozíciós mutatót ezután úgy kapjuk meg, hogy az ebből a hullámformából származó csúcsértéket elosztjuk 2,7 $Ts^{-1}$-gyel.

# D5. Bizonytalansági megfontolások

A mérés vagy számítás célja a vizsgált mennyiség „valódi értékének” [1] meghatározása, és az eltérés a bizonytalanságnak tulajdonítható.

Az irányelv előírja a munkáltatók számára a bizonytalanság vizsgálatát és dokumentálását az általános expozícióértékelés részeként. A 4. cikk kimondja, hogy „az értékelés figyelembe veszi az idevágó bevált gyakorlat szerint meghatározott mérési vagy számítási bizonytalanságokat, mint például a számolási hibákat, forrásmodellezést, fantomgeometriát és a szövetek és anyagok elektromos tulajdonságait”.

[1] A valódi értékhez már önmagában bizonytalanság társul, mert ez a jelenlegi ismereteken és adatokon alapuló becsült érték.

A megfelelésértékelés egyik fő kihívása a munkáltató számára a mérések és/vagy számítások pontosságának igazolása az irányelvben szereplő beavatkozási szintek és expozíciós határértékek vonatkozásában. Az ilyen igazolás a bizonytalanság forrásainak azonosításával, a hatásaik számszerűsítésével és annak bizonyításával végezhető el, hogy ez a hatás az elfogadható határok között marad.

A nemzetközi szabványok, például az ISO/IEC Guide 98-3:2008 a mérési bizonytalansággal kapcsolatos gyakorlati tanácsok jó forrásai, és a CENELEC és egyéb szabványügyi testületek olyan szabványokat tettek közzé, amelyek különböző bevált gyakorlatokat írnak le az elektromágneses expozíciós mennyiségek és a határértékek összehasonlításával kapcsolatos bizonytalanság kezelését illetően (lásd a H. függeléket).

A mért és/vagy számított érték és a beavatkozási szint, illetve az expozíciós határérték között ideális esetben kicsi a bizonytalanság. Ha a bizonytalanság nagyon nagy, valószínűleg kevésbé biztos, hogy az adott expozíciós érték megfelel a határértéknek, és szükség lehet az értékelés megismétlésére a bizonytalanságot csökkentő pontosabb módszerek és/vagy eszközök használatával.

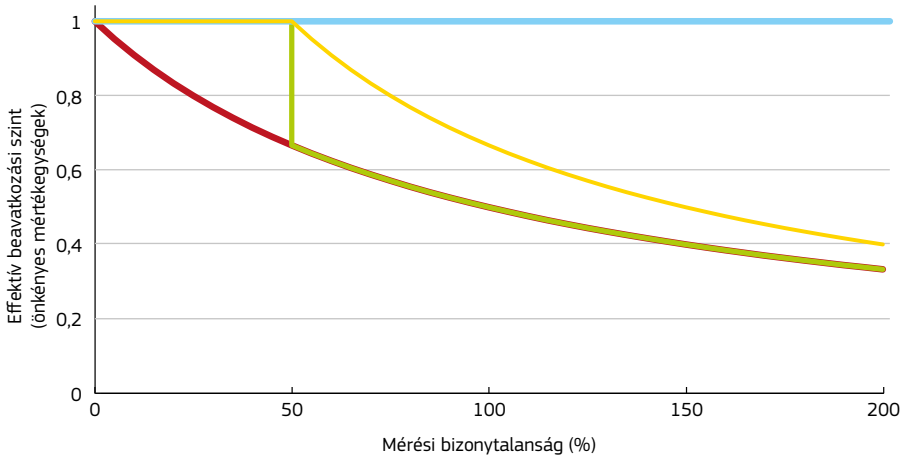
Két általános megközelítést ismernek el a megfelelésértékelés bizonytalanságának kezelésével kapcsolatban, és mindkettőnek megvannak a maga viszonylagos erősségei és gyengeségei. Az első megközelítés a közvetlen összehasonlítás vagy „megosztott kockázat", amelynek során a mért vagy kiszámított értékeket közvetlenül a beavatkozási szintekkel vagy expozíciós határértékekkel hasonlítják össze. A második megközelítés az additív módszer, amely során a bizonytalanságot hozzáadják a mért vagy kiszámított értékekhez, mielőtt összehasonlítják őket a megfelelő beavatkozási szintekkel vagy expozíciós határértékekkel. Bár mindkét megközelítés gondosan jár el a bizonytalanság értékelésével kapcsolatban, a második a természeténél fogva átláthatóbb.

A két megközelítés különböző kombinációi alkalmazhatók, és egy adott megközelítés kiválasztása valószínűleg olyan tényezőktől függ, mint a nemzeti szokások és gyakorlat vagy az expozíciós körülmények. A különböző megközelítések hatását a D25. ábra mutatja be. Különböző megközelítések lehetnek indokoltak, ha a bizonytalanság nem túl nagy, azon az alapon, hogy a beavatkozási szintek és az expozíciós határértékek olyan korlátozásokból származnak, amelyek csökkentési tényezőket alkalmaznak annak érdekében, hogy megfelelő „biztonsági" ráhagyással megelőzzék az érzékelési és egészségügyi hatásokat.

## D5.1. Mérési bizonytalanságok

Bármely mérési rendszer bizonytalansága általában számos tényező együttes hatásából származik; ide tartozik például a mérőeszköz működéséből eredő *rendszeres hiba* és a mérés elvégzésének módjából eredő *véletlenszerű hiba*. Fontos felismerni, hogy a potenciális hibaforrások azonosíthatók, és az egyes forrásokhoz kapcsolódó maximális bizonytalanság számszerűsíthető. A bizonytalanság mennyiségi megbecsülésére általában kétféle módon kerül sor. Egyrészt az ismételt leolvasott értékek statisztikai kiértékelése során határozható meg (A típusú értékelés), másrészt számos egyéb olyan információ felhasználásával becsülhető meg, mint a múltbeli tapasztalatok, a kalibrálási tanúsítványok, a gyártói specifikációk, a közzétett információk, a számítások és a józan ész (B típusú értékelés).

**D25. ábra: A bizonytalanság kezelésére szolgáló különböző megközelítések összehasonlítása. A kék vonal a bizonytalanság figyelmen kívül hagyásának hatását mutatja. A piros vonal az additív megközelítés hatását mutatja. A zöld vonal a „megosztott kockázat" módszerre hoz példát; ebben az esetben, ha a bizonytalanság nem éri el az 50%-ot, a mért értéket közvetlenül összehasonlítják a beavatkozási szintekkel vagy az expozíciós határértékekkel, majd amikor a bizonytalanság meghaladja ezt az értéket, additív megközelítésre váltanak. A sárga vonal egy alternatív „megosztott kockázat" módszert ábrázol: amikor a bizonytalanság meghaladja az 50%-ot, onnantól kezdve az additív megközelítést alkalmazzák.**




Amint az összes hibaforrást feltárták és az ezekből fakadó bizonytalanságokat számszerűsítették, a „bizonytalanság terjedésére" vonatkozó szabályokat követve kiszámítható a kumulatív hatás. Ez lehetővé teszi a méréssel kapcsolatos teljes bizonytalanság megbecsülését, amely „konfidencia-intervallumként" fejezhető ki. A konfidencia-intervallumhoz kapcsolódó konfidenciaszázalékot a *k* kiterjesztési tényező alkalmazásával kapjuk meg, amely egy harang alakú valószínűségi görbére vonatkozik. A *k* = 1 kiterjesztési tényező 68%-os, a *k* = 2 95%-os, és a *k* = 3 99,7%-os konfidenciának felel meg.

A mérési bizonytalanság értékelése sok munkahelyi környezetben bonyolult lehet, amikor nincs egyetlen olyan módszer, amely valamennyi helyzetre alkalmazható lenne. Ugyanakkor vannak olyan különböző, általában elfogadott bevált gyakorlatok, mint például az alacsony mérési bizonytalansággal rendelkező eszközök használata, és annak biztosítása, hogy az eszközöket visszavezethető módon kalibrálják (csökkenti a rendszeres hibákat). Az olyan helyes mérési technikák alkalmazásával, mint a méréseknek a vizsgálat során történő megismétlése és átlagolása, csökkenthetők a véletlenszerű hibák.

Sok CENELEC termékszabvány hibrid megközelítéseket alkalmaz, amelyek során a mért értékek közvetlenül összehasonlíthatók a határértékekkel, ha a bizonytalanság egy meghatározott maximális érték alatt marad. A maximális szint túllépése esetén a bizonytalanságot beépítik közvetlenül a mért értékekbe vagy a határértékekbe, hogy szigorítsák a megfelelési kritériumokat és ellensúlyozzák a túlzott bizonytalanságot.

Az elektromágneses terek mérésére vonatkozóan maximálisan megengedett bizonytalansági értékek általában ugyanolyan nagyságrendűek, mint a gyakran használt mérőeszközökkel és kalibrációs eljárásokkal elérhető pontossági és precizitási értékek.

A műszaki szabványok hasznos információforrásokat tartalmaznak arra nézve, hogyan kombinálják a bizonytalanság különböző elemeit az átfogó becslés érdekében. A bizonytalansági összefoglaló táblázatok hasznos eszközök az elektromágneses térnek való expozícióra vonatkozó bizonytalanság értékelése során, és számos, az elektromágneses terekre vonatkozó termékszabvány foglalkozik velük. Egy jó példa található az EN 50413 általános mérési szabványban, amely olyan helyzetekben használható, ahol nem állnak rendelkezésre technológia- vagy iparág-specifikus szabványok.

A megengedhető bizonytalansági tartomány alkalmazásakor gondosan kell eljárni annak biztosítása érdekében, hogy a munkavállaló expozíciója ne haladja meg az irányelvben meghatározott beavatkozási szinteket vagy egészségügyi határértékeket. Az irányelv 5. cikke kimondja, hogy „A munkavállalók nem tehetők ki az egészségügyi expozíciós vagy az érzékelési expozíciós határértéket meghaladó hatásoknak, kivéve, ha a 10. cikk (1) bekezdésének a) vagy c) pontjában vagy a 3. cikk (3) vagy (4) bekezdésében meghatározott feltételek teljesülnek. Amennyiben az expozíció a hozott intézkedések ellenére meghaladja az egészségügyi és az érzékelési expozíciós határértéket, a munkáltató haladéktalanul megteszi a szükséges intézkedéseket annak érdekében, hogy az expozíciót az expozíciós határérték alá csökkentse."

## D5.2. Az expozíciós számításokkal kapcsolatos bizonytalanságok

A belső és külső expozíciós számítások vonatkozásában több számítási hibaforrás merülhet fel, ha nem megfelelőek a modellek. Ezért fontos a dozimetriával kapcsolatos bizonytalanság vizsgálata. A bizonytalanság különböző forrásai három csoportra oszthatók, amelyeket a következő szakaszok ismertetnek.

### D5.2.1. A numerikus módszerekkel kapcsolatos bizonytalanságok

Ide tartoznak például az olyan belső dózismennyiségek, mint a SAR kiszámításához kapcsolódó hibák. A SAR értékének meghatározásához szükség van a testen belüli elektromos tér megfelelő kiszámítására a SAR nagyságrendje és eloszlása szempontjából. Ha a térbeli csúcsértéket meghatározott tömeg, például az irányelv III. mellékletének megfelelően 10 g összefüggő terület vonatkozásában kell átlagolni, hibák jelentkeznek, ha a SAR-t például egy hexaéder vonatkozásában értékelik. Ha a numerikus szimuláció határait helytelenül állapítják meg, hibák jelentkeznek, amikor az elektromágneses tér mesterségesen visszaverődik a számítási tartományba. Emellett a diszkretizáció, például az expozíciós helyzet hexaéderekben történő ábrázolása lépcsőbeli hibákhoz vezethet, amelyek jelentős problémákat okozhatnak a kisfrekvenciákra vonatkozó számítások esetén.

### D5.2.2. Az elektromágneses készülék modelljével kapcsolatos bizonytalanságok

Az expozíciós helyzet szimulálásához létre kell hozni az elektromágneses teret indukáló készülék reprezentatív modelljét. Ezekben az esetekben hibák jelentkezhetnek, ha helytelenül reprodukálják a készülék méretét, pozícióját, kimeneti teljesítményét, kibocsátási tulajdonságait stb. A készülék pozícionálása különösen fontos, ha a tér forrása a test közelében helyezkedik el, mert a legtöbb készülék által gerjesztett tér erőssége a távolság növekedésével gyorsan csökken.

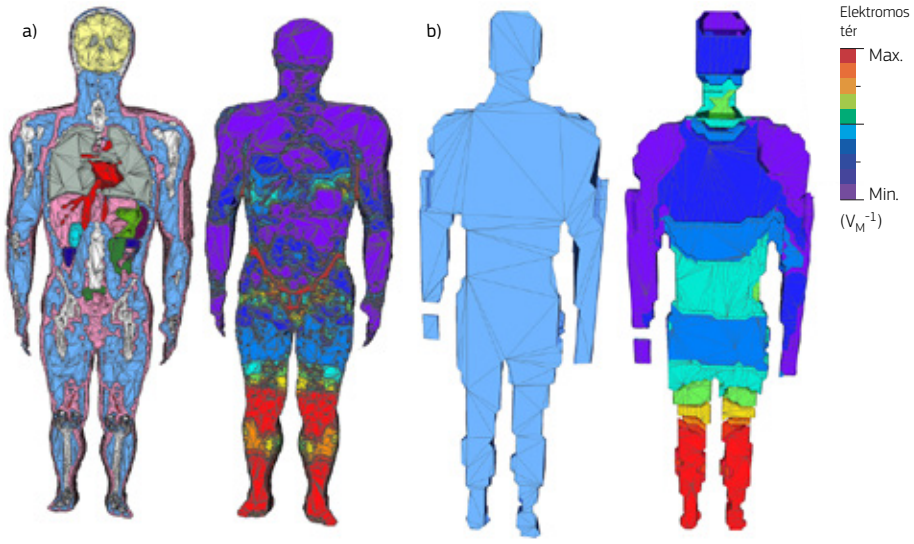
### D5.2.3. Az emberi modellel kapcsolatos bizonytalanságok

Ha az emberi modell nem reprezentálja megfelelően a kitett munkavállaló anatómiáját, testtartását stb., hibásak lehetnek az eredmények. Például az anatómiailag realisztikus heterogén modellekkel végzett számításokkal összehasonlítva a test egyszerű, homogén modellje nagymértékben eltérő értékeket tud mutatni az olyan belső dózismennyiségek vonatkozásában, mint például az indukált elektromos terek és a SAR. Ezek az egyszerű emberi modellek továbbá olyan mesterséges jelenségekhez vezethetnek a numerikus szimulációk során, mint a maximális helyi SAR vagy az indukált elektromos terek megjelenése a test mélyebb részeiben (D26. ábra).

A dózismennyiségek számítási pontatlanságainak csökkentésére ajánlott módszerek közé tartoznak az alábbiak:

- Ugyanarra az expozíciós szituációra vonatkozó, egyéb numerikus módszerekkel nyert eredmények összehasonlítása. A hasonló eredmények alátámaszthatják az adott expozíciós konfigurációban használt numerikus szimuláció helyességét.
- A numerikus eredmények és a mérések összehasonlítása. Az olyan külső térmennyiségek szimulációját, mint az elektromos és a mágneses térerősség, összehasonlítják a mért értékekkel, ha vannak ilyenek, hogy validálják az elektromágneses tér forrásának modelljét.
- A különböző szervezetektől származó eredmények összehasonlítása (laboratóriumok közötti összehasonlítások). A numerikus eredményeknek más közzétett adatokkal való, ugyanarra vagy hasonló expozíciós helyzetre vonatkozó összehasonlítása nagyobb konfidenciát nyújthat az eredmények érvényességét tekintve.
- Konvergenciavizsgálatok. A testen belüli dózismennyiségek kiszámításához használt numerikus módszerek gyakran ismétlődőek (például az FDTD-módszer, az SDFP-módszer, a FEM stb.), ezért általában a megoldás felé tartanak. Ha a konvergencia és a stabilitás rossz, nagyon valószínű, hogy a szimuláció pontatlan eredményekhez vezet.

**D26. ábra: Az indukált elektromos tér eloszlása egy 50 Hz frekvenciájú külső elektromos térnek való expozíció esetében a) 2 mm-es felbontású, jó minőségű heterogén emberi modellben, b) 16 mm-es felbontású, rossz minőségű, homogén emberi modellben. A rossz minőségű, alacsony felbontású, homogén emberi modellek esetében hibásak lehetnek a kiszámított értékek.**




## A fő üzenet: bizonytalanság

Minden mérés és számítás esetén fennáll a bizonytalanság, amelyet mindig számszerűsíteni kell, és figyelembe kell venni az eredmények értékelése során. A bizonytalanság kezelésére vonatkozó megközelítések a nemzeti jogszabályoknak és gyakorlatnak megfelelően változnak. Ez gyakran magában foglalja a „megosztott kockázat” módszerét, de néhány hatóság előírhatja az additív módszer használatát.

# E. FÜGGELÉK A KÖZVETETT HATÁSOK ÉS A KÜLÖNÖSEN VESZÉLYEZTETETT MUNKAVÁLLALÓK

Az elektromágneses terekről szóló irányelv előírja a munkáltatók számára, hogy a kockázatértékelés során vegyék figyelembe mind a közvetett hatásokat, mind a különösen veszélyeztetett munkavállalókat. Ugyanakkor a lenti E1. táblázatban felsorolt három kivételtől eltekintve (a további részleteket lásd a 6.2. szakaszban) nem határoz meg beavatkozási szinteket vagy egyéb iránymutatást annak tekintetében, melyek a biztonságos terekre vonatkozó feltételek. Ez a függelék további részletekkel szolgál a biztonságos terekre vonatkozó feltételek megállapításának nehézségeivel kapcsolatban, és további iránymutatást nyújt azoknak a munkáltatóknak, akiknek értékelniük kell az ilyen helyzetek kockázatát.

**E1. táblázat: A közvetett hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek és az útmutató megfelelő szakaszai**

| A közvetett hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek | Szakasz |
|---|---|
| Az aktív beültethető orvostechnikai eszközök zavara statikus mágneses terek esetén | 6.2.1. |
| Statikus mágneses térben lévő tárgyak vonzásából és kilövődéséből adódó sérülésveszély | 6.2.1. |
| Érintési áram a kevesebb mint 110 MHz frekvenciájú, időben változó terek esetén | 6.2.2. |

## E1. Közvetett hatások

Közvetett hatások akkor jelentkeznek, amikor az elektromágneses térben jelen lévő tárgy biztonsági vagy egészségügyi veszélyforrássá válik. Az elektromágneses terekről szóló irányelv öt olyan közvetett hatást azonosít, amelyet minden kockázatértékelés során figyelembe kell venni:

- elektronikus orvosi berendezésekkel és eszközökkel való interferencia;
- statikus mágneses térben lévő ferromágneses tárgyak kilövődéséből adódó sérülésveszély;
- elektromos robbanószerkezetek (detonátorok) kioldása;
- gyúlékony légterek belobbanása;
- érintési áram.

Emellett minden egyéb esetlegesen előforduló közvetett hatást figyelembe kell venni (lásd az E1.6. szakaszt).

A közvetett hatások általában csak bizonyos körülmények között jelentkeznek, és gyakran egyértelműen megállapítható, hogy ezek a feltételek nem állnak fenn egy adott munkahelyen, ami azt jelenti, hogy a kockázat minimális. Ugyanakkor néha nem így van, és ezek a helyzetek részletesebb értékelést igényelnek.

## E1.1. Interferencia az elektronikus orvosi berendezésekkel és eszközökkel

Az elektromágneses terek potenciálisan zavart okozhatnak az elektronikus orvosi berendezések helyes működésében ugyanúgy, ahogy más elektronikus berendezések esetében. Ugyanakkor mivel az ilyen berendezések alapvetőek az orvosi kezelés során, az interferencia súlyos következményekkel járhat.

2001. június 30. óta az Európai Unióban forgalomba hozott vagy üzembe helyezett valamennyi elektronikus orvosi berendezésnek meg kell felelnie az orvostechnikai eszközökről szóló 93/42/EGK módosított irányelv *alapvető követelményeinek*. A valóságban az 1995. január 1. után üzembe helyezett berendezések nagy része is megfelel az orvostechnikai eszközökről szóló irányelvnek.

Az ilyen alapvető követelmények közé tartozik az a feltétel, hogy ezeket az eszközöket úgy kell tervezni és gyártani, hogy megszüntessék vagy a lehető legkisebbre csökkentsék az ésszerűen előrelátható környezeti viszonyokkal, például a mágneses terekkel, a külső elektromos hatásokkal és az elektrosztatikus kisülésekkel kapcsolatos kockázatokat.

A gyakorlatban a gyártók eleget tesznek az orvostechnikai eszközökről szóló irányelv alapvető követelményeinek azáltal, hogy a megfelelő harmonizált szabványnak megfelelően gyártják a termékeiket. A zavartűrés vonatkozásában az EN 60601-1-2 a legfontosabb szabvány, de más szabványok is tartalmazhatnak előírásokat. Az elektromágneses terekkel szembeni zavartűrés vonatkozásában az orvostechnikai eszközökről szóló irányelv és az aktív beültethető orvostechnikai eszközökre vonatkozó irányelv (lásd lent) alapvető követelményei megegyeznek, a harmonizált szabványokban való értelmezésük azonban eltér. Az EN 60601-1-2 szabvány a 3. kiadással (2007) bezárólag előírta, hogy a berendezések alapvető funkcióit ne károsítsák az alábbi expozíciókkal:

- hálózati frekvenciájú mágneses terek, max. 3 A/m (3,8 μT);
- legfeljebb 3 V/m elektromos térerősség 80 MHz – 2,5 GHz frekvencián (a terek 1 kHz-en általában amplitúdómoduláltak);
- az életmentő berendezések esetében az elektromos térerősség zavartűrése 80 MHz és 2,5 GHz közötti frekvencián 10 V/m-re nő.

Ezen értékek alapján értékelik az elektronikus orvosi berendezések potenciális zavartűrését.

Az EN60601-1-2 szabvány 4. kiadása (2014) foglalkozik az orvostechnikai eszközökről szóló irányelv és az aktív beültethető orvostechnikai eszközökre vonatkozó irányelv közötti következetesség kérdésével. Előírja a gyártók számára, hogy határozzák meg a használat megfelelő környezetét, és növeli az otthoni egészségügyi környezetben való használatra szánt készülékek zavartűrését.

A szabvány emellett elfogadja, hogy a fiziológiai tulajdonságok megfigyelésére szolgáló berendezések esetén nehéz elérni az ilyen zavartűrési szintet. Ezért az ilyen berendezéseket illetően lehetővé teszi az alacsonyabb zavartűrést, arra számítva, hogy gyenge térerősségű környezetben fogják használni őket.

## E1.2. A statikus mágneses térben lévő ferromágneses tárgyak kilövődéséből adódó sérülésveszély

Erős statikus mágneses terekben a ferromágneses tárgyak erős vonzásnak lehetnek kitéve, amely a tárgyak mozgásához vezethet. Ez a mozgás adott körülmények között a tárgyak kilövődéséből adódó sérülésveszéllyel járhat. A mozgás kockázata számos tényezőtől függ, többek között a mágneses tér gradiensétől, a tárgy tömegétől, alakjától és anyagától.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv 3 mT AL-értéket határoz meg az erős statikus mágneses források (> 100 mT) szórt terében található ferromágneses tárgyak kilövődési kockázatának megelőzésére.

## E1.3. Elektromos robbanószerkezetek (detonátorok) kioldása

Bizonyított, hogy adott körülmények között az elektromágneses terek kioldhatják az elektromos robbanószerkezeteket (detonátorokat). Ez a hatás attól függ, hogy az adott munkahelyen vannak-e elektromos robbanószerkezetek, illetve olyan terek, amelyek elég erősek a kioldásukhoz. Ezért nem valószínű, hogy a munkahelyek többségén ez problémát jelentene, de elképzelhető, hogy néhány munkáltatónak, például a védelmi ágazatban ezt is figyelembe kell vennie.

Az elektromos robbanószerkezetek erős elektromágneses tér hiányában is kockázatot jelenthetnek, általában szigorúan ellenőrzik a tárolásukat és használatukat, és a korlátozzák a közelükben végezhető tevékenységeket, többek között az elektromágneses terek indukcióját.

Létezik egy európai műszaki jelentés (CLC/TR 50426), amely iránymutatást ad az izzószálas szerkezetek kioldásával járó kockázatok értékeléséhez. A jelentés módszereket kínál annak a kockázatnak az értékelésére, miszerint elegendő energia vonható ki a térből a kioldás előidézésére.

A CLC/TR 50404 egy másik olyan európai műszaki jelentés, amely hasznosnak bizonyulhat: iránymutatást ad a kockázatok és intézkedések értékelésével kapcsolatban, hogy elkerüljék a robbanóanyagok statikus elektromosság általi felrobbanását.

## E1.4. A gyúlékony légterek belobbanásából származó tüzek és robbanások

Bizonyított, hogy az elektromágneses terek és a tárgyak interakciója olyan elektromos kisülés okozta szikrákhoz vezethet, amelyek képesek belobbantani a gyúlékony légtereket. Mivel ehhez gyúlékony légtérre és olyan térerősségre van szükség, amely elég erős a belobbantásához, nem valószínű, hogy ez a hatás a munkahelyek többségén problémát okozna, de elképzelhető, hogy néhány ágazatban figyelembe kell venniük a munkáltatóknak.

A gyúlékony légterek esetében számos forrásból fennáll a belobbanás kockázata, így a szokásos megközelítés szerint azonosítani kell azokat a területeket, ahol ilyen légterek létezhetnek, és korlátozni kell az ilyen területeken végezhető tevékenységeket. Általában az ilyen korlátozások közé tartozik, hogy korlátozzák az elektromágneses terek létrehozását az adott területen.

Létezik egy európai műszaki jelentés (CLC/TR 50427), amely iránymutatást ad a gyúlékony légterek rádiófrekvenciás elektromágneses terek általi véletlen belobbantásával kapcsolatos kockázatok értékeléséhez. A jelentés módszereket ad a térből kivonható energia értékeléséhez és ennek az energiának a különböző gyúlékonysági osztályokba tartozó anyagok belobbanásához szükséges energiával való összehasonlításához.

A CLC/TR 50404 egy másik olyan európai műszaki jelentés, amely hasznosnak bizonyulhat: iránymutatást ad a kockázatok és intézkedések értékelésével kapcsolatban, hogy elkerüljék a gyúlékony légterek statikus elektromosság általi belobbantását.

## E1.5. Érintési áram

Ha az elektromágneses térben kapcsolatba kerül egymással egy személy és egy vezetőképes tárgy és az egyik földelt, a másik nem, az érintkezési ponton keresztül áram haladhat a földbe. Ez áramütéshez vagy égési sérülésekhez vezethet.

Az elektromágneses terekről szóló irányelv meghatározza az érintési áramra vonatkozó beavatkozási szinteket, amelyek célja a fájdalmas áramütések elkerülése. Lehetséges, hogy a tárgyat megérintő személy a beavatkozási szint alatti érintési áram esetén is érzékeli az interakciót. Ez nem káros, de bosszantó lehet, és a 9.4.8. szakaszban adott tanácsokkal a minimálisra csökkenthető.

### E1.6. Nem meghatározott közvetett hatások

Emellett minden egyéb esetlegesen előforduló közvetett hatást figyelembe kell venni. A figyelembe veendő interakciók közé tartoznak az alábbiak:

- a terek és a munkakörnyezetben található árnyékolás vagy fémszerkezetek interakciója, amely melegedéshez és termikus veszélyforrásokhoz vezet;
- a terek és a munkakörnyezetben található elektronika és irányítási rendszerek interakciója, amely interferenciához és helytelen működéshez vezet;
- a terek és a testen viselt vagy a test közelében hordott fémtárgyak vagy fémkomponensek interakciója;
- a terek és a testen viselt vagy a test közelében hordott elektronikai komponensek és eszközök interakciója.

## E2. Különösen veszélyeztetett munkavállalók

Az elektromágneses terekről szóló irányelv négy olyan munkavállalói csoportot azonosít, amelyet az elektromágneses terek különösen veszélyeztethetnek a munkahelyen:

- az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók;
- a passzív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók;
- a testen viselt orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók,
- várandós munkavállalók.

A munkáltatóknak emellett tisztában kell lenniük a jelenleg nem meghatározott munkavállalói csoportokra vonatkozó kockázatok lehetőségével (lásd az E2.5. szakaszt).

Elképzelhető, hogy az irányelvben meghatározott beavatkozási szintek és expozíciós határértékek nem biztosítanak megfelelő védelmet az ilyen munkavállalók számára. Ahol a munkáltatók megállapítják, hogy ezek a munkavállalói csoportok veszélynek lehetnek kitéve, tájékoztatást kell nyújtaniuk a személyzet számára biztosított bevezető oktatáson, és a helyszín látogatóit is tájékoztatniuk kell. Ennek részeként arra ösztönzik a munkavállalókat, hogy értesítsék a vezetőséget az állapotukról, hogy sor kerülhessen a konkrét kockázatértékelésre.

### E2.1. Aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók

#### E2.1.1. Háttér-információk

Számos orvosi céllal beültethető aktív eszköz létezik. A következők tartoznak ide:

- szívritmus-szabályozók;
- defibrillátorok;
- cochleáris implantátumok;
- agytörzsi implantátumok;

- belsőfül-implantátumok;
- neurostimulátorok;
- gyógyszeradagoló pumpák;
- retinaimplantátumok.

Azok a készülékek, amelyek elektróddal kapcsolódnak a páciensekhez az érzékelés vagy stimuláció céljából, általában érzékenyebbek az interferenciára, mint az egyéb készülékek. Ennek az az oka, hogy az elektródok hurkot képeznek, amely kapcsolódni tud az elektromágneses térhez. Az érzékenység az elektróddal rendelkező készülékek között is változhat a funkciótól és a mechanizmustól függően. Valószínűleg a testen belüli neurofiziológiai jelek érzékelésére tervezett készülékek hajlamosabbak leginkább az interferenciára, mert úgy alakították ki őket, hogy érzékenyek legyenek az elektród által tapasztalt feszültség kis változásaira. A térrel való interakció könnyen okoz ilyen feszültségbeli változásokat, de az indukált feszültség erőssége az elektród hosszától, fajtájától és a testen belüli helyzetétől függ. Az egyetlen elektróddal rendelkező készülékek, amelyek nagy effektív hurkot tudnak képezni, általában erősen csatlakoznak a térhez, míg a bipoláris készülékek általában kevésbé érzékenyek, mert sokkal kisebb effektív hurkokat képeznek.

A szívritmus-szabályozókba általában beépítenek egyfajta mágneses kapcsolót, amely az erős mágneses terek hatására aktivizálódik, és demand módról fix módra kapcsolja a készüléket. Néhány aktív beültethető orvostechnikai eszközt úgy alakítottak ki, hogy programozási célokból érzékelje a rádiófrekvenciás vagy induktív csatolású jeleket, míg más eszközök, például a cochleáris implantátumok induktív csatolást használhatnak a normál működésük részeként. Mindegyik ilyen készüléket úgy alakították ki, hogy érzékeny legyen a külső terekre, ezért bizonyos terek jelenlétében hajlamosak az interferenciára.

1995. január 1. óta az Európai Unióban forgalomba hozott valamennyi aktív beültethető orvostechnikai eszköznek meg kell felelnie az aktív beültethető orvostechnikai eszközökről szóló 90/385/EGK módosított irányelv *alapvető követelményeinek*. Az ilyen alapvető követelmények közé tartozik, hogy ezeket az eszközöket úgy kell tervezni és gyártani, hogy megszüntessék vagy a lehető legkisebbre csökkentsék az ésszerűen előrelátható környezeti viszonyokkal, például a mágneses terekkel, a külső elektromos hatásokkal és az elektrosztatikus kisülésekkel kapcsolatos kockázatokat.

A gyakorlatban a gyártók eleget tesznek az aktív beültethető orvostechnikai eszközökről szóló irányelv alapvető követelményeinek azáltal, hogy a megfelelő harmonizált szabványnak megfelelően gyártják a termékeiket. A vonatkozó harmonizált szabványok közé tartozik az EN45502-1 és egyes szabványok EN45502-2-X sorozata. Az ezekben a szabványokban szereplő zavartűrési követelmények az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszintekből származnak, a rádiófrekvenciás terek esetében azonban időbeli átlagolás nélkül, és feltételezik, hogy a készüléket a bevált orvosi gyakorlatnak megfelelően ültették be.

## E2.1.2. Iránymutatás az értékeléshez

### *Alapvető megközelítés*

Első lépésben meg kell vizsgálni, milyen berendezések vannak jelen és milyen tevékenységeket folytatnak az adott munkahelyen, illetve vannak-e aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók. Megjegyzendő, hogy nem minden munkavállaló vallja be, hogy aktív beültethető orvostechnikai eszközt visel, és vannak arra utaló bizonyítékok, hogy a munkavállalók akár 50%-a nem fedi fel ezt az információt, mert attól fél, hogy az befolyásolhatná a munkaviszonyát. Az információgyűjtés során a munkáltatónak figyelembe kell vennie a munkavállalók vonakodását.

Ha csak a 3.2. táblázat 1. oszlopában szereplő berendezések és tevékenységek jellemzőek, általában nincs szükség további intézkedésekre, kivéve, ha valamely munkavállaló különösen érzékeny aktív beültethető orvostechnikai eszközt visel (lásd lent).

Ha nem lehetséges az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók azonosítása, általában nincs szükség további intézkedésekre, de a munkáltatóknak tisztában kell lenniük azzal a lehetőséggel, hogy az új munkavállalók vagy a látogatók aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselhetnek vagy a foglalkoztatott munkavállalókba ilyen eszközök kerülhetnek beültetésre.

Ahol aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalókat azonosítanak, a munkáltatónak a lehető legtöbb információt kell összegyűjtenie a készülék(ek)ről. A munkavállalónak együtt kell működnie a folyamat során, és ahol lehetséges, segítséget kell kérni egy foglalkozás-egészségügyi orvostól és/vagy az egészségügyi ellátásáért felelős orvostól.

Ha a munkavállaló régebbi készüléket visel vagy figyelmeztették, hogy az aktív beültethető orvostechnikai eszköze szokatlanul érzékeny, konkrét értékelésre van szükség. Ezt a készülék ismert jellemzői alapján kell elvégezni.

Az egyéb helyzetek többségében lehetőség van általános értékelés elvégzésére a lent leírtaknak megfelelően. Ha ez azzal az eredménnyel jár, hogy a munkavállaló szokásos munkatevékenységei veszélyes körülményeket teremthetnek, általában a munkaállomás vagy a munkatevékenységek módosítása a legegyszerűbb megoldás. Ha ez nehezen oldható meg, a munkáltató megfontolhatja a konkrét értékelés lehetőségét.

### *Régebbi aktív beültethető orvostechnikai eszközök*

Az 1995. január 1. előtti régebbi aktív implantátumok elektromágneses terekkel szembeni zavartűrése eltérhet a modern készülékek zavartűrésétől. Nem tudni pontosan, hány ilyen régebbi készülék van még használatban. Az aktív beültethető orvostechnikai eszközök akkumulátora korlátozott élettartammal bír, és az akkumulátorokkal együtt az egész készüléket vagy annak egyes részeit is kicserélhetik. Például a szívritmus-szabályozók esetében megszokott, hogy az akkumulátorokkal együtt az egész impulzusgenerátort kicserélik, míg az egyéb elemeket, például az elektródokat általában nem. Továbbra is a szívritmus-szabályozók alkotják az implantátumok nagy részét, és ez határozottan igaz az 1995-öt megelőző időszakra. Ezeket a régebbi szívritmus-szabályozókat valószínűleg nem befolyásolták a legfeljebb 0,5 mT erősségű statikus mágneses terek, a legfeljebb 2 kV/m erősségű kisfrekvenciás elektromos terek és a legfeljebb 20 μT erősségű kisfrekvenciás mágneses terek.

### *Konkrét figyelmeztetések*

Általánosságban figyelmeztetnek minden aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő pácienst, hogy kerülje azokat a helyzeteket, amelyek interferenciához vezethetnek. Ezeket a figyelmeztetéseket be kell tartani, de nem befolyásolják a lent ismertetett általános értékelési megközelítést alkalmazó kockázatértékelést. Ugyanakkor alkalmanként előfordul, hogy orvosi megfontolásokból nem szokásos konfigurációjú vagy beállítású aktív beültethető orvostechnikai eszközt ültetnek be, és ilyenkor konkrét figyelmeztetésekre lehet szükség. Erre a páciens egészségügyi állapota miatt is sor kerülhet. Konkrét figyelmeztetések esetén konkrét értékelést kell végezni.

### *Általános értékelés*

Az általános értékelési megközelítés az EN50527-1 szabványban szereplő megközelítést követi, és a harmonizált szabványok AIMD-zavartűrési követelményein alapul. Ezért ha a statikus mágneses tereken kívüli terek nem lépik túl az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszintek azonnali értékeit, nem jelentkezik zavar. A legfeljebb 0,5 mT erősségű statikus mágneses terek sem befolyásolhatják az aktív beültethető orvostechnikai eszközöket.

*Konkrét értékelés*

Néhány helyzetben konkrét értékelésre lehet szükség. Valószínűleg az alábbi esetekben van rá szükség:

- régebbi aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók (lásd fent);
- konkrét figyelmeztetésben részesült munkavállalók;
- nehéz a munkaállomás vagy a munkatevékenység annak érdekében történő módosítása, hogy az expozíció ne haladja meg az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszinteket.

A konkrét értékeléssel kapcsolatban további információkat az EN505271 szabvány A. melléklete tartalmaz. További iránymutatás található továbbá a Német Társadalmi Baleset-biztosítási Szövetség BGI/GUV-I 5111 dokumentumában.

## E2.2. Passzív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók

Számos orvosi implantátum tartalmazhat fémet. Ide tartoznak a mesterséges ízületek, tűk, lemezek, csavarok, sebészeti csipeszek, artériacsipeszek, sztentek, szívbillentyű-protézisek, anuloplasztikai gyűrűk, fogamzásgátló implantátumok, az aktív beültethető orvostechnikai eszközök burkolata és az orvosi tömések.

Amikor ezek az eszközök ferromágneses anyagokból készülnek, erős statikus mágneses terek jelenlétében forgatónyomatékok és erők hathatnak rájuk. Az eddigi bizonyítékok arra utalnak, hogy a legfeljebb 0,5 mT erősségű statikus mágneses indukció nem fejt ki akkora hatást, hogy egészségügyi veszélyforrást jelentsen (ICNIRP, 2009). Ez megfelel az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott, az aktív beültethető orvostechnikai eszközök és a statikus mágneses terek interferenciájának megakadályozására szolgáló beavatkozási szintnek.

Az időben változó terekben a fémes implantátumok megzavarhatják a testben indukált elektromos teret, ami erős lokális terekhez vezethet. A fémes implantátumok emellett induktívan felmelegedhetnek, ami a környező szövetek felmelegedését és ebből következő termikus sérülését okozzák. Ez végül az implantátum meghibásodásához vezethet.

Kevés adat áll rendelkezésre ahhoz, hogy értékelni tudják a passzív implantátumot viselő személyeket fenyegető kockázatokat. Az egyik figyelembe veendő tényező az elektromágneses tér frekvenciája, mert a frekvencia növekedésével a tér egyre kevésbé hatol a testbe, így elképzelhető, hogy a nagyfrekvenciás terek és a környező szövetekben található implantátumok többsége között nincs vagy kicsi az interakció.

A környező szövetek termikus sérülését okozó induktív melegedés mértéke a térből kinyert energiától függ. Ezt befolyásolja az implantátum mérete és tömege, valamint az elérhető tér erőssége és frekvenciája. Ugyanakkor az 1999/519/EK tanácsi ajánlásnak való megfelelés általában várhatóan megfelelő védelmet biztosít, míg az erősebb terek bizonyos körülmények között indokolhatóak lehetnek.

## E2.3. Testen viselt orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók

A testen viselt orvostechnikai eszközök az orvostechnikai eszközökről szóló 93/42/EGK módosított irányelv hatálya alá tartoznak. Ezért konkrétabb információk hiányában ugyanazok az értékelési megfontolások érvényesek, mint az E1.1. szakaszban tárgyalt egyéb elektronikus orvosi berendezések működésében fennálló zavar vonatkozásában.

Ugyanakkor a testen viselt eszközök várhatóan általában nem érzékenyebbek az aktív beültethető orvostechnikai eszközöknél, és azok az eszközök, amelyeket nem a

fiziológiai jellemzők érzékelésére terveztek, elképzelhető, hogy kevésbé érzékenyek, mint néhány aktív beültethető orvostechnikai eszköz. Ezért mindig tanácsos felvenni a kapcsolatot a gyártóval és tájékoztatást kérni a zavartűréssel kapcsolatban.

## E2.4. Várandós munkavállalók

Jelentettek káros hatásokat a várandós munkavállalók kisfrekvenciás mágneses tereknek való expozíciója következtében. Ugyanakkor az ilyen hatások és a kisfrekvenciás tereknek való expozíció közötti kapcsolat bizonyítékai összességében nagyon kétségesek (ICNIRP, 2010). Egy szakértői csoport azonban úgy találta, hogy az idegrendszer *in utero* fejlődése potenciálisan érzékenyen reagálhat az időben változó elektromos terekre (NRPB, 2004). Ugyanez a csoport arra a következtetésre jutott, hogy az indukált elektromos térerősség körülbelül 20 mV/m értékre történő korlátozása megfelelő védelmet biztosít az idegrendszer *in utero* fejlődése során. Kiszámították, hogy ez biztosítható az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott, a kisfrekvenciás terekre vonatkozó referenciaszinteknek való megfeleléssel.

Meggyőző bizonyítékok állnak rendelkezésre azzal kapcsolatban, hogy az anya megnövekedett testhőmérséklete károsan befolyásolja a terhesség végkimenetelét, és a központi idegrendszer nyilvánvalóan különösen érzékeny. Arra a következtetésre jutottak, hogy megfelelő védelmet nyújt, ha a várandós nőkben 0,1 W/kg-ra korlátozzák az átlagos egész testre vonatkozó SAR-t (NRPB, 2004). Ez hasonló az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott, a rádiófrekvenciás expozícióra vonatkozó, 0,08 W/kg-ban megállapított alapvető korlátozáshoz.

Ezért a legtöbb munkáltató számára az lenne a gyakorlatias megoldás, ha a várandós munkavállalók expozícióját az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszintek alapján korlátoznák. Ez kis- és nagyfrekvencia esetén is megfelelő védelmet biztosít.

## E2.5. Nem meghatározott, különösen veszélyeztetett munkavállalók

A munkáltatóknak tisztában kell lenniük azzal, hogy lehetnek olyan jelenleg nem meghatározott munkavállalói csoportok, amelyek különösen veszélyeztetettek lehetnek, például az egészségügyi problémák miatt gyógyszereket szedő munkavállalók.

# F. FÜGGELÉK IRÁNYMUTATÁS AZ MRI-VEL KAPCSOLATBAN

A mágnesesrezonancia-képalkotás (MRI) fontos orvosi technológia, amely már alapvető szerepet játszik a betegségek diagnosztizálásában és kezelésében, emellett az orvosi kutatások értékes eszköze. Ezt a technikát széles körben alkalmazzák az Európai Unió egész területén, minden évben több tízmillió vizsgálatot hajtanak végre, és ezek során a betegeket vagy önkénteseket szándékosan erős elektromágneses tereknek teszik ki, hogy részletes képeket kapjanak például az agyi metabolizmusról és aktivitásról. Bár kiegészítő szerepet játszik más olyan képalkotó technológiák mellett, mint a számítógépes tomográfia (CT), az MRI előnye, hogy nem jár ionizáló sugárzásnak való expozícióval, és nincsenek ismert hosszú távú egészségügyi hatásai.

A betegeknek és önkénteseknek a berendezésen belüli elektromágneses térnek való expozíciója nem tartozik az elektromágneses terekről szóló irányelv hatálya alá. Az elektromágneses térnek a berendezésben történő eloszlását alapvetően a hatékonysági és képminőségi megfontolások határozzák meg. A gyártók emellett arra törekszenek, hogy minimálisra csökkentsék a berendezésen kívülre kerülő szórt mágneses tereket, és ezzel csökkentsék a berendezés körül dolgozók expozícióját. A statikus mágneses terek meghaladhatják a közvetett hatásokra vonatkozó beavatkozási szinteket (lásd a 6. fejezetet). Továbbá bizonyos körülmények között a munkavállalók továbbra is ki lehetnek téve az expozíciós határértékeket meghaladó expozíciónak (lásd az F1. táblázatot). Ugyanakkor az expozíciós határértékeket biztonsági ráhagyással határozzák meg, ami azt jelenti, hogy az expozíciós határértéket meghaladó expozíció nem feltétlenül van hatással a munkavállalókra. A betegeknek és önkénteseknek az MRI-berendezésekben található erős tereknek való rendszeres expozíciója biztonságosnak tekinthető (ICNIRP 2004, 2009).

Az MRI mint alapvető egészségügyi technológia értékét széles körben elismerik, és az elektromágneses terekről szóló irányelv 10. cikke feltételes eltérést biztosít az expozíciós határértékeknek való megfelelés követelményének vonatkozásában. Ez az iránymutatás az MRI-közösség érdekeltjeivel folytatott konzultáció eredményeképpen készült, hogy gyakorlati iránymutatást nyújtsanak a munkáltatóknak a feltételeknek való megfelelés érdekében, amennyiben szükséges. Az MRI-vizsgálatokat kínáló egészségügyi szolgáltatók kapcsolatba léphetnek radiográfus, radiológus és orvosfizikai szakértőkkel, és konzultálniuk kell velük a megfelelés érdekében. A gyártók és a kutatóintézetek is rendelkeznek ilyen szakértőkkel, és szintén konzultálniuk kell velük.

## F1. Az MRI-berendezés kialakítása

Az MRI-berendezések a pácienstérben komplex elektromágneses környezetet hoznak létre, amely három fő alkotóelemből áll:

- statikus mágneses terek – a klinikai használatban lévő rendszerek többsége 1,5 vagy 3 T mágneses térrel működik, de a beavatkozási eljárásoknál kedvelt nyílt rendszerek általában alacsonyabb mágneses indukció (0,2–1 T) mellett működnek, és létezik kis számú erős, akár 9,4 T mágneses terű berendezés is, amelyet főleg kutatási célokra használnak;
- kisfrekvenciás váltakozó gradiensű mágneses terek – a berendezések három ortogonális gradienst használnak, amelyeket gyorsan föl-le kapcsolnak, hogy a mért MR-jelekre vonatkozó helyzeti információkat kapjanak. Ezek összetett impulzusos hullámformák, amelyek a vizsgálat fajtájától függően változnak. Az impulzusos hullámformák a 0,5–5 kHz frekvenciatartománynak felelnek meg;
- rádiófrekvenciás terek a Larmor-frekvencián, amely a statikus mágneses indukciótól függ (62–64 MHz az 1,5 T erősségű berendezések, illetve 123–128 MHz a 3 T erősségű berendezések esetében).

**F1. táblázat: A munkavállalók MRI-ből fakadó expozíciójának összehasonlítása a határértékekkel és a bekövetkező hatásokkal**

| Példák a munkavállalók expozíciójára* | Határértékek | Jelentett hatások |
|---|---|---|
| **Statikus mágneses tér** | | |
| 1 T, 1,5 T, 3 T, 7 T | 2 T, 8 T | Szédülés mozgás hiányában |
| < 2 m/s egyenértékű < 3 T/s-mal<br>0,3 V/m (pk) az agyban vagy 2 V/m (pk) a testben | 0,05 V/m (RMS) (érzékelési expozíciós határérték)<br>0,8 V/m (RMS) (egészségügyi expozíciós határérték) | Szédülés és hányinger |
| **Váltakozó gradiensű terek** | | |
| 100–1500 Hz<br>Korlátozzák a páciensek perifériás idegrendszeri értékei, amelyek megfelelnek a dB/dt becsült értékeinek és az indukált E-terek effektív (RMS) értékeinek az agyban és a törzsben<br>A páciensek szokásos helyén<br>< 40 T/s (RMS) = 4 V/m az agyban<br>< 40 T/s (RMS) = 8 V/m a törzsben<br>A legrosszabb forgatókönyv esetén a hozzáférhető helyeken a közbelépő munkavállalókat illetően<br>< 120 T/s (pk) = 8 V/m az agyban<br>< 40 T/s (pk) = 2 V/m a törzsben | 0,8 V/m (RMS) | Bizsergő érzés, fájdalom vagy izom-összehúzódás a perifériás idegrendszerre az ellenőrzött módban vonatkozó határértékek túllépése esetén.<br>Az MRI-vel dolgozó munkavállalók soha nem jelentettek központi idegrendszert érintő hatásokat; az ismert jelentések 500 T/s vagy 50–100 V/m feletti TMS-ről szólnak. |
| **Rádiófrekvenciás terek** | | |
| 42, 64, 128, 300 MHz<br>Az izocentrumban 4 W/kg alatti értékre korlátozott WB SAR az alábbi WB SAR értékeknek felel meg:<br>< 0,4 W/kg a berendezés belsejében, félúton<br><< 0,1 W/kg a nyílásnál | 0,4 W/kg | Hőérzet és izzadás 2 W/kg feletti expozíció esetén |

Az adatokat a COCIR szolgáltatta – a munkavállalói expozícióval kapcsolatos további adatok elérhetősége: Stam, 2014.

Az emberek diagnosztizálására és/vagy kezelésére szolgáló, az Európai Unióban 2001. június 30. óta forgalomba hozott vagy üzembe helyezett valamennyi MRI-berendezésnek meg kell felelnie az orvostechnikai eszközökről szóló 93/42/EGK irányelv *alapvető követelményeinek*, többek között annak az általános követelménynek, hogy nem veszélyeztethetik a használóik és adott esetben más személyek biztonságát és egészségét. A gyártóknak a legmodernebb tervezési és gyártási megoldásokat kell választaniuk, amelyek megszüntetik vagy a lehető legkisebbre csökkentik a kockázatokat. Az Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság (CENELEC) annak érdekében, hogy segítsen a gyártóknak az alapvető követelményeknek való megfelelésben, és az Európai Bizottság megbízásából eljárva, kiadott egy, az orvosi diagnosztikai mágnesesrezonancia-képalkotó berendezésekről szóló termékszabványt (EN60601-2-33).

Az EN60601-2-33 szabvány jelenlegi verziója előírja, hogy a gyártók nyújtsanak tájékoztatást a terek térbeli eloszlásáról, és ez általában megtalálható a berendezések használati utasításában. Ez az információ valamennyi MR-rendszer esetében elérhető, és segít a munkáltatóknak azonosítani azokat a területeket, ahol elképzelhető az expozíciós határértékek túllépése. A berendezéseknek emellett minden vizsgálat kezdete előtt tájékoztatást kell adniuk a gradienskimenetről és a rádiófrekvencia-specifikus fajlagos energiaelnyelési tényezőről (SAR). A berendezéseknek emellett biztonsági megoldásokat is tartalmazniuk kell, hogy védelmet nyújtsanak a túlzott expozícióval szemben. Lehetséges, hogy az ebben a bekezdésben említett követelmények nem vonatkoznak a régebbi, úgynevezett legacy készülékekre.

# F2. A munkavállalók expozíciója az MRI működése közben az egészségügyi ágazatban

Az MRI-berendezéseket úgy alakítják ki, hogy erős, de gondosan ellenőrzött tereket hozzanak létre a pácienstérben, miközben minimalizálják a berendezésen kívüli szórt tereket. Ezért a terek a berendezés nyílásától távolodva gyorsan gyengülnek, a berendezés közelében általában erős térbeli gradiens jellemző, majd távolodva jelentősen gyengülnek a terek. Az elérhető bizonyítékok arra utalnak, hogy csak a pácienstérben vagy a nyílás közvetlen közelében végzett munka vezet az expozíciós határértékeket meghaladó expozícióhoz.

Mivel az olyan munkavállalók esetében, akiknek nem kell megközelíteniük a berendezés nyílását, az expozíció mindig megfelel a határértékeknek, nincs szükség értékelésre. Az expozíció értékelése összetett az olyan munkavállalók esetében, akiknek meg kell közelíteniük a berendezés nyílását vagy a pácienstérben kell tevékenykedniük. Ehhez szükség van a terek berendezésen belüli és kívüli térbeli eloszlásának részletes ismeretére, és ismerni kell, hogyan mozog a személyzet a berendezéshez képest munkavégzés közben, ami nagymértékben függ az elvégzendő feladatoktól. Az értékelésnek emellett ideális esetben numerikus modellezési módszereken kell alapulnia, hogy az expozíció közvetlenül összehasonlítható legyen az expozíciós határértékekkel. Az ilyen értékelések meghaladják a rutin MRI-eljárásokat végző legtöbb intézmény képességeit.

A szokásos eljárásokból és a különböző típusú berendezésekből származó munkavállalói expozícióval kapcsolatos tájékoztatás érdekében az Európai Bizottság támogatott egy olyan értékelést, amelyet négy, különböző országokban található, mágneses rezonanciával foglalkozó létesítményben végeztek. Ez a részletes projekt értékelte a személyzet mozgását és pozícióját a különböző eljárások során, valamint feltérképezte a tereket, és számítógépes dozimetriát alkalmazott (Capstick et al., 2008). Ennek és a korábbi tanulmányoknak (Stam, 2008) az eredményei informatívak, de a részletes következtetéseket némi fenntartással kell kezelni. Az eredmények az elektromágneses terekről szóló korábbi irányelvhez kapcsolódnak, és eltérő expozíciós méréseket használnak. Emellett viszonylag kis számú berendezésre és expozíciós helyzetre korlátozódnak. A legújabb elemzések azt mutatják, hogy bizonyos körülmények között túl lehet lépni az expozíciós határértékeket (Stam, 2014; McRobbie, 2012).

A váltakozó gradiensű terekre vonatkozó mérési adatokat különösen fenntartással kell kezelni, mert az elektromágneses terekről szóló jelenlegi irányelvben meghatározott beavatkozási szintek sok esetben kevésbé korlátozóak, mint a korábbi expozíciós tanulmányokban szereplő szintek. A beavatkozási szintekkel való összehasonlítás általában óvatos értékeléshez vezet az expozíciós határértékek használatával kapcsolatban, így ez utóbbiak élveznek előnyt, de általában az összetett számítógépes dozimetriában való jártasságot igényelnek.

## F2.1. Expozíció az expozíciós határértékek vonatkozásában

### F2.1.1. Statikus mágneses terek

Minden gyenge térrel rendelkező (kevesebb mint 2 T-vel működő) berendezés és a 2 T fölött működő berendezéssel végzett rutineljárások többsége esetén a statikus mágneses tereknek való expozíció megfelel az érzékelési expozíciós határértékeknek. A legfeljebb 8 T-vel működő berendezésekkel végzett minden egyéb eljárás esetén a statikus mágneses térnek való expozíció megfelel az egészségügyi expozíciós határértékeknek.

### F2.1.2. Mozgás a statikus mágneses terekben

Az MRI-berendezések által keltett erős statikus mágneses terekben való mozgás elektromos tereket indukál a testszövetekben, és ezek a terek meghaladhatják az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott expozíciós határértékeket.

Normális mozgási sebességnél erre csak a pácienstérben kerül sor, valamint a berendezés nyílásának közelében (a rendelkezésre álló információk alapján általában egy méteren belül). Ez különösen a páciens elhelyezésekor jelent problémát, amikor a kezelő feje összetett, többirányú mozgást végezhet.

### F2.1.3. Váltakozó gradiensű terek

A rutineljárások többségénél a váltakozó gradiensű terekből származó expozíció sem az érzékelési, sem az egészségügyi expozíciós határértékeket nem haladja meg. Ugyanakkor az eljárások kis százalékában, amikor a munkavállalóknak meg kell közelíteniük a berendezés nyílását (általában 1 méteren belülre), az expozíció potenciálisan meghaladhatja az expozíciós határértékeket, és nagyon kis arányban az is előfordul, hogy az expozíció nagy valószínűséggel meghaladja az expozíciós határértékeket, ha a munkavállalónak be kell hajolnia a pácienstérbe. A tényleges expozíció számos tényezőtől függ, többek között az egyidejűleg aktív gradiensek számától és a gradiensek jellemzőitől, illetve a nagy sebességű képalkotás általában magasabb expozícióval jár. Az F2. táblázat példákat hoz az egyes kategóriákba tartozó eljárásokról.

### F2.1.4. Rádiófrekvenciás terek

A rádiófrekvenciás expozíciós határértékeket időben átlagolják hatperces időtartamokra, és az expozíció általában megfelel az előírásoknak, ha a munkavállalónak be kell hajolnia a pácienstérbe (például hogy megfigyeljen egy pácienst), amennyiben az csak néhány percet vesz igénybe. Gyakran a hosszabb expozíció is megfelel az előírásoknak.

## F3. MRI-eltérés

Az MRI mint alapvető egészségügyi technológia fontosságát széles körben elismerik, és az elektromágneses terekről szóló irányelv 10. cikke nem tetszés szerinti, hanem feltételes eltérést biztosít az expozíciós határértékeknek való megfelelés követelményének vonatkozásában. Ez az eltérés az MRI-berendezések üzembe helyezéséhez, teszteléséhez, használatához, fejlesztéséhez, karbantartásához vagy az azzal kapcsolatos kutatáshoz kötődő munkavállalói expozícióra vonatkozik az alábbi feltételek teljesülése esetén:

i. a 4. cikkel összhangban elvégzett kockázatértékelés megállapította a határértékek túllépését;

ii. a lehető legkorszerűbb műszaki és/vagy szervezési intézkedések mindegyikét végrehajtották;

iii. a körülmények kellően indokolják az expozíciós határértékek túllépését;

iv. figyelembe vették a munkahely, a munkaeszközök, illetve a munka gyakorlati vonatkozásainak jellemzőit;

v. a munkáltató bizonyítja, hogy a munkavállalókat továbbra is védik a káros egészségügyi hatásokkal és a biztonsági kockázatokkal szemben, többek között biztosítva, hogy betartják az orvostechnikai eszközökről szóló 93/42/EGK irányelvnek megfelelően a gyártó által a biztonságos használatra vonatkozóan megadott utasításokat.

**F2. táblázat: A vonatkozó expozíciós határértékek túllépésének kockázata a gradiensű tereknek való expozíció esetén a különböző MRI-vizsgálatok során**

| Az expozíciós határértékek túllépésének kockázata | Eljárás |
|---|---|
| Magas | Vezetődrótok behelyezése (valós idejű vizsgálat)<br>Intervenciós technikák, például intervenciós kardiovaszkuláris MRI<br>Funkcionális MRI (a páciens fizikai stimulációja a berendezésben)<br>Az EGK-elektródák igazítása (kutatási tevékenység) |
| Közepes | Általános érzéstelenítés (a páciens állapotának szigorú megfigyelése a vizsgálat során)<br>Terheléses vizsgálat (a páciens állapotának szigorú megfigyelése a vizsgálat során)<br>Tisztítás/fertőzésveszély elhárítása a berendezésben (nem történik vizsgálat)<br>Gyermek megnyugtatása a vizsgálat során (az adott személy a berendezésen kívül, de a nyílásától számított 1 méteren belül tartózkodik) |
| Alacsony | Rutinvizsgálatok (nem tartózkodik személyzet a vizsgálóhelyiségben)<br>Biopszia (nem tartózkodik páciens a berendezésben/nem történik vizsgálat)<br>A kontrasztanyag kézi bejuttatása (nem történik vizsgálat) |

Megjegyzendő, hogy az eltérés csak az expozíciós határértékek vonatkozásában érvényes, amelyek célja az elektromágneses terek emberekre gyakorolt közvetlen hatásainak megelőzése. Egyéb veszélyforrások jelenhetnek meg az MRI-berendezés működéséből kifolyólag, amelyek biztonsági kockázatokhoz vezethetnek, és potenciálisan súlyos következményekkel járhatnak. A kezelőknek gondoskodniuk kell ezek megfelelő kezeléséről. Az ilyen további veszélyforrások közé tartozik az alábbiakkal való interferencia:

- aktív vagy passzív beültethető orvostechnikai eszközök;
- testen viselt orvostechnikai eszközök;
- elektronikus orvosi berendezések;
- kozmetikai vagy gyógyászati implantátumok.

A további veszélyforrások közé tartoznak az alábbiak is:

- erős mágneses térben lévő ferromágneses tárgyak kilövődéséből adódó sérülésveszély;
- zaj;
- folyékony hélium.

## F4. Az eltérés feltételeinek való megfelelés

Ez a szakasz iránymutatást ad a munkáltatók számára annak értékeléséhez, hogy megfelelnek-e az eltérés feltételeinek.

## F4.1. Kockázatértékelés annak meghatározására, hogy túllépik-e az expozíciós határértékeket

Az elektromágneses terekről szóló irányelv összefüggésében a kockázatértékelés elvégzésével kapcsolatos konkrét iránymutatást az 5. fejezet tartalmazza. A mágnesesrezonancia-képalkotó berendezések erős tereket használnak a képalkotáshoz, ezért gyakran fennáll az expozíciós határértékek túllépésének lehetősége. Ugyanakkor az elektromos térerősség általában csak a berendezésben vagy a nyílás közvetlen közelében haladja meg az expozíciós határértékeket (lásd az F1. szakaszt), és az MRI-eljárások többségében (a becslések szerint körülbelül 97%-ában) a személyzetnek nem kell ezeken a helyeken tartózkodnia a vizsgálat során.

Mivel az expozíció értékelése valószínűleg meghaladja a legtöbb, MRI-rutineljárásokat végző intézmény képességeit, általában elfogadható, ha a közzétett adatokra és a vizsgálórendszerek által előre jelzett expozícióra vonatkozó információkra támaszkodnak.

A kockázatértékelés kulcsa ezért annak a meghatározása, hogy a személyzetnek be kell-e lépnie azokra a területekre, ahol elképzelhető az expozíciós határértékek túllépése (általában a nyílástól számított 1 méteren belül). A szokásos működés és betegellátás során a kezelők általában ezen a területen tartózkodnak, de a berendezés működése során általában nem. Ahol a személyzetnek 1 méteren belülre meg kell közelítenie a berendezés nyílását, a lassú mozgás elegendő ahhoz, hogy a vonatkozó expozíciós határértékek alatt tartsák a mozgásindukált elektromos tereket. Az F2. táblázat és a közzétett expozíciós adatok (lásd az F2. szakaszt) vizsgálata segít eldönteni a munkáltatóknak, hogy vannak-e olyan eljárások és ha igen, melyek ezek, amelyek esetében a váltakozó gradiensű tereknek való expozíció meghaladhatja az expozíciós határértékeket.

A személyzet lehetőleg kerülje a berendezés pácienszterét (lásd az F6.4. szakaszt). Ugyanakkor megjegyzendő, hogy amikor a személyzet nem kerülheti el a berendezés pácienszterét olyan tevékenységek elvégzése miatt, mint például a fertőzések megakadályozása, a váltakozó gradiensű és a rádiófrekvenciás tereket kikapcsolják, hogy csak a statikus mágneses tereknek való expozíciót kelljen figyelembe venni. Ahogy az F2. szakaszban olvasható, a legfeljebb 8 T mágneses indukcióval működő berendezések esetében az expozíció nem haladja meg az egészségügyi expozíciós határértékeket. Ha intézkedéseket hoznak a munkavállalók tájékoztatása és a biztonsági kockázatok megelőzése érdekében, az érzékelési expozíciós határértékek ideiglenes túllépése elfogadható.

## F4.2. A legkorszerűbb műszaki és szervezési intézkedések alkalmazása

### F4.2.1. Műszaki intézkedések

A berendezés pácienszterében lévő terek korlátozására szolgáló műszaki intézkedések a tervezés és kialakítás velejárói, csakúgy, mint a teljesítményt korlátozó működési módok. A gyártók folyamatosan fejlesztik a berendezéseiket, többek között a terek korlátozására vonatkozó mechanizmusokat az orvostechnikai eszközökről szóló irányelv követelményeinek való megfelelés részeként. Ezekből a megfelelési követelményekből következik, hogy a gyártás és telepítés időpontjában a berendezésekbe épített műszaki mechanizmusok a lehető legkorszerűbbek. Az MR-berendezés a telepítését követően technikailag nehezen módosítható, és általában új értékelést igényel az orvostechnikai eszközökről szóló irányelvnek való megfelelés vonatkozásában, ami általában meghaladja az ilyen berendezéseket működtető intézmények képességeit.

Elvileg kiválaszthatók a működési paraméterek (például a gradiens jellemzői vagy a rádiófrekvenciás térerősség) az expozíció csökkentése érdekében, amikor a személyzetnek a berendezés pácienszterében vagy a nyílás közelében kell tartózkodnia.

Ugyanakkor a gyakorlatban a berendezés működési paramétereinek kiválasztását elsősorban a klinikai igények határozzák meg, és azok az eljárások, amelyek során a személyzet behajol a berendezés páciensterébe (például az intervenciós eljárások során), gyakran azok, amelyek nagy expozícióval járó gyors vizsgálatot igényelnek. Ezért nem valószínű, hogy az expozíció csökkenthető ezzel az eljárással, de amennyiben rugalmasak, a radiográfusok lassabb vizsgálatot és alacsonyabb rádiófrekvenciás expozíciót választanak, ha a személyzet valószínűleg megközelíti a berendezést. Ugyanakkor a berendezés megfelelő beállításainak kiválasztása továbbra is klinikai mérlegelés tárgyát képezi.

### F4.2.2. Szervezési intézkedések

Az MRI-berendezéseket működtető munkáltatóknak be kell tartaniuk az alábbi F5. és F6. szakaszban megfogalmazott ajánlásokat.

## F4.3. Az expozíciós határértékek túllépését kellőképpen indokoló körülmények

Az expozíciós határértékek túllépését kellőképpen indokoló körülmények az egyes alkalmazásoktól függenek. A diagnózis és a kezelés vonatkozásában az egyes eljárások elvégzésének követelménye mindig klinikai mérlegelés tárgyát képezi. Amennyiben az eljárások során a munkavállalók belépnek az alaprajzon azonosított (lásd a lenti 5.3. szakaszt), a nyílás körüli területre, a munkáltatónak konzultálnia kell az érintett egészségügyi szakemberekkel, hogy vannak-e más elfogadható, a kívánt cél elérésére szolgáló módszerek a klinikai igények és a páciensek biztonságának figyelembevételével.

A gyártók hasonló megfontolások alapján szervezik a munkájukat, különösen annak szükségességét, hogy biztosítsák, a berendezés a klinikai használathoz megfelelő minőségű képeket hoz létre. A kutatóintézeteknek a közvetlen betegellátásban követett folyamathoz hasonló folyamatot kell követniük, figyelembe véve a megszerzett adatok minőségét és az önkéntesek biztonságát.

## F4.4. A munkahelyek, a munkahelyi berendezések, illetve a munkamódszerek jellemzői

A munkáltatóknak tudomásul kell venniük a fenti F1. szakasz tartalmát, és be kell tartaniuk a lenti F5. és F6. szakasz ajánlásait.

## F4.5. A munkavállalók védelme és a biztonságos használat

Ahogy az F1. szakaszban szerepel, az EN60601-2-33 szabványnak megfelelő MRI-berendezések olyan biztonsági mechanizmusokat tartalmaznak, amelyek védelmet nyújtanak a túlzott expozícióval szemben. Ugyanakkor az expozíciós határértékek túllépése esetén fennáll annak a kockázata, hogy a terekre legérzékenyebb munkavállalók megérezhetik ennek hatásait. Ezért fontos tájékoztatni az ellenőrzött területre (lásd az F5.1. szakaszt) feltétlenül belépő munkavállalókat az expozíció lehetséges következményeiről, hogy felismerhessék ezeket, és intézkedéseket hozhassanak az expozíciójuk megfelelő korlátozására. Minden ilyen eseményt jelenteni kell az egység vezetőjének vagy a felelős személynek, aki megfelelő intézkedéseket tesz.

Az MRI-berendezések összetett és magas műszaki színvonalú orvosi vagy kutatási berendezések, és a kezelőik átfogó képzésen vesznek részt. A berendezések számos biztonsági rendszert tartalmaznak, többek között a túlzott expozíció ellen védelmet nyújtó mechanizmusokat, valamint automata figyelmeztető rendszereket. Amennyiben a munkáltatóknak vannak olyan rendszereik, amelyek biztosítják, hogy a kezelők a gyártó utasításainak megfelelően használják a berendezéseket és figyelembe vegyék az automata figyelmeztető rendszerek jelzéseit, a berendezés biztonságosan használható a páciensek és a munkavállalók számára az orvostechnikai eszközökről szóló 93/42/EGK irányelvnek megfelelően.

### F4.6. Várandós munkavállalók

Amikor a munkavállaló bejelenti, hogy várandós, a munkáltatónak felül kell vizsgálnia a meglévő kockázatértékelést, hogy lássa, megfelel-e a célnak. Ha változtatásokra van szükség, konkrét kockázatértékelést kell végrehajtani. További iránymutatás az útmutató 5. fejezetében és E. függelékében található.

## F5. Az MRI-létesítmény szervezése

Az intézmények a legalacsonyabb szintre csökkenthetik a munkavállalók expozícióját, ha strukturált megközelítést alkalmaznak az MRI-létesítmények szervezése során és különösen azzal, hogy felosztják a teret a valószínűleg előforduló terek erőssége szerint. Ez lehetővé teszi az olyan területekre való belépés korlátozását, ahol nagyobb az expozíciós határértékeket meghaladó expozíció kockázata. A legtöbb MRI-létesítmény az egyéb veszélyforrások (lásd az F3. szakasz felsorolásjeles listáját) alapján általában már működtet korlátozott belépési rendszert. Az alábbiakban ismertetett megközelítés a bevált gyakorlatra vonatkozó, máshol közzétett javaslatokon alapul, és meglévő megközelítéseket fejleszt tovább az elektromágneses terekről szóló irányelv összefüggésében.

### F5.1. Ellenőrzött hozzáférésű terület

Az EN60601-2-33 szabvány meghatározza az ellenőrzött hozzáférésű terület fogalmát, és meghatározza, hogy előírás lesz minden olyan MRI-berendezés esetében, amely 0,5 mT erősséget meghaladó szórt teret hoz létre az állandó jelleggel rögzített burkolatán kívül és/vagy nem felel meg az EN60601-1-2 szabványban meghatározott elektromágneses zavartűrési szintnek. Az ellenőrzött hozzáférésű terület kijelölése ezért már általános gyakorlat az egészségügyi ágazatban.

Az ellenőrzött hozzáférésű területen belül fennáll az aktív beültethető orvostechnikai eszközök és egyéb orvosi berendezések zavarának kockázata. Emellett fennállnak a ferromágneses tárgyak vonzásából származó kockázatok vagy az ilyen anyagokra ható forgatónyomatékok kockázata.

A területre való belépést korlátozni kell, ideális esetben a megfelelő jelölésekkel ellátott, korlátozott hozzáférésű ajtóval. Megfelelő szervezési intézkedésekre lesz szükség a területre való belépés ellenőrzése érdekében (lásd a lenti F6. szakaszt).

### F5.2. Vizsgálóhelyiség

Csak olyan munkavállalók léphetnek be a vizsgálóhelyiségbe, akikre szükség van a berendezés működtetéséhez. Akik belépnek a helyiségbe, csak a feladatuk elvégzéséhez szükséges ideig tartózkodhatnak odabent.

A mágneses térbeli térgradiens közvetlenül a berendezés nyílása körül a legnagyobb. Ezen a területen a váltakozó gradiensű terek is elég erősek lehetnek ahhoz, hogy fennálljon az expozíciós határértékek túllépésének kockázata a berendezés működése közben. Ezért ezt a területet meg kell jelölni a vizsgálóhelyiségben kifüggesztett alaprajzon. A kijelölés alapját a legerősebb térbeli gradiensű és váltakozó gradiensű terek képezik, általában követve a gyártó tanácsát. Ahol ez a konkrét információ nem áll rendelkezésre (például régebbi berendezés esetén), alapesetben kijelölik a nyílástól (a középtengelyétől) számított 1 méter sugarú területet, ami általában elegendő. Az alaprajznak figyelmeztetnie kell a munkavállalókat, hogy az ezen a területen végzett munka során nagyobb a kockázat. A munkavállalók csak akkor léphetnek erre a területre, ha az a feladatuk elvégzéséhez szükséges, és csak a szükséges ideig tartózkodhatnak ott. A személyzet bármely tagjának, akinek be kell lépnie erre a területre, gondoskodnia kell arról, hogy elég lassan mozogjon ahhoz, hogy elkerülje a káros hatásokat.

### F5.3. A vizsgálóhelyiség kialakítása

A vizsgálóhelyiséget úgy kell kialakítani, hogy a személyzetnek lehetőség szerint ne kelljen a berendezés közelében dolgoznia. Az érzéstelenítő és egyéb mozgatható berendezéseket ezért a lehető legtávolabb kell elhelyezni az MRI-berendezéstől, amennyiben ez megfelel a bevált orvosi gyakorlatnak. A gyógyszerek és a kontrasztanyagok beadása lehetőség szerint szintén automatizált legyen, de ismert, hogy ez nem mindig lehet biztonságos: ez klinikai mérlegelés tárgyát képezi. Különösen a manuális infúziót tartják gyakran biztonságosabb alternatívának a fiatal vagy nagyon beteg páciensek esetében, és ez mindig klinikai mérlegelés tárgyát képezi.

## F6. A munka megszervezése

### F6.1. Ellenőrzött hozzáférésű terület

Az ellenőrzött hozzáférésű terület megfelelő szervezési intézkedések tárgyát képezi, amelyeket dokumentálni kell. A személyzet döntési pozícióban lévő tagja, például az adott napi vezető radiográfus közvetlenül felügyeli a területen folyó munkát.

Valamely MR-munkavállaló folyamatosan felügyeli az egészségügyi személyzetet és a látogatókat az ellenőrzött hozzáférésű területen.

A rendszer kulcsfontosságú eleme az aktív vagy passzív implantátumok, illetve egyéb veszélyfaktorok, például piercingek és magas vastartalmú tetoválások miatt veszélyeztetett személyek azonosítása. Ugyanezen kritériumok alapján szűrik a pácienseket és a gondozókat.

Emellett intézkedéseket kell hozni annak érdekében, hogy a szokásos munkaidőn kívül is biztosítsák a hozzáférés ellenőrzését (például a takarítók, a biztonsági személyzet, a tűzoltók és az épület-karbantartók esetében).

A vizsgálatnak az adott területre bevitt tárgyakra is ki kell terjednie annak megállapítása érdekében, hogy a ferromágneses tárgyak biztonságosak-e vagy bizonyos feltételek mellett biztonságosak-e az MR szempontjából. Erre helyi eljárások vonatkoznak.

### F6.2. A személyzet képzése

Az ellenőrzött hozzáférésű területen dolgozó munkavállalók képzésben vesznek részt az MRI biztonságos használatával kapcsolatban. A képzés kiterjed az alábbiakra:

- az erős statikus mágneses térben való mozgás lehetséges hatásainak ismerete;
- az erős váltakozó gradiensű terek hatásainak ismerete;
- a rádiófrekvenciás terek hatásainak ismerete;
- a ferromágneses anyagok vonzásából és kilövődéséből származó sérülésveszély és az ilyen anyagokra ható forgatónyomatékból származó kockázatok ismerete;
- az aktív beültethető orvostechnikai eszközökkel való interferencia kockázatának ismerete;
- az elektronikus orvosi berendezésekkel való interferencia kockázatának ismerete;
- a belépés korlátozásának, valamint az ellenőrzött hozzáférésű területre belépő emberek vagy bevitt tárgyak vizsgálatának fontossága;
- a berendezés körül és a berendezés páciensterében végzett lassú mozgás fontossága;
- a terek berendezés körüli térbeli eloszlásának ismerete;

- az egyéb veszélyforrások, többek között a zaj és a kriogén gázok ismerete;
- kiürítési eljárások arra az esetre, ha a mágneses tekercs szupravezetése a hőmérséklet emelkedése miatt megszűnik;
- a vészhelyzetekre vonatkozó eljárások ismerete.

A képzést általában az adott létesítményre kell szabni, ezért házon belül tartja egy megfelelő ismeretekkel és tapasztalattal rendelkező személy. Képzési követelményekre vonatkozó további iránymutatást várhatóan a vonatkozó európai szakmai testületek nyújtanak.

Amikor esetleg más jellegű személyzetnek, például takarítóknak, biztonsági személyzetnek, tűzoltóknak és épület-karbantartóknak kell belépniük az ellenőrzött hozzáférésű területre, nekik is az adott területnek megfelelő képzésben kell részesülniük, bár ennek nem kell olyan részletesnek lennie, mint az MR-rel dolgozó személyzet esetében.

## F6.3. Vizsgálóhelyiség

A személyzet azon tagjainak, akiknek be kell lépniük a berendezés nyílása körüli, az alaprajzon megjelölt területre, gondoskodniuk kell arról, hogy elég lassan mozogjanak ahhoz, hogy az átmeneti hatások elfogadhatóak legyenek számukra. A statikus mágneses terekben való mozgás korlátozásával kapcsolatban további iránymutatás jelent meg (ICNIRP, 2014), és a D4. szakasz részletezi tovább. A személyzetnek ismernie kell a váltakozó gradiensű terek hatásait és annak fontosságát, hogy csak az elvégzendő eljárás miatt közelíthetik meg az alaprajzon megjelölt területet, és csak a szükséges ideig tartózkodhatnak ott.

Amikor munkavállalók tartózkodnak a berendezés közelében vagy pácienstérében a berendezés működése közben, perifériás idegi stimulációt tapasztalhatnak. A modern berendezéseket úgy tervezik, hogy a legtöbb ember számára korlátozzák a perifériás idegi stimulációt, de a legérzékenyebbek így is tapasztalhatnak hatásokat, és ismerniük kell a tüneteket, hogy lépéseket tehessenek a hatások korlátozása érdekében. Amennyiben a munkavállalók expozíciós hatásokat tapasztalnak, azokat jelenteni kell a létesítmény vezetőségének, amelynek szükség esetén aktualizálnia kell a kockázatelemzést és a megelőzési intézkedéseket.

A munkavállalókat érintő közvetlen hatások mások számára is biztonsági kockázatot jelenthetnek. Például a munkavállalók által a statikus térben való gyors mozgás következtében tapasztalt szédülés vagy látási zavarok befolyásolhatják azt a képességüket, hogy megfelelő betegellátást biztosítsanak.

## F6.4. A berendezés pácienstérébe történő behajolás

A személyzet csak akkor utasítható arra, hogy hajoljon be a berendezés pácienstérébe, ha feltétlenül szükséges. A berendezés pácienstérébe való behajolás, például annak tisztítása vagy a páciens megnyugtatása érdekében, a feladat elvégzéséhez szükséges legkevesebb időre korlátozódjon. A személyzetnek mérlegelnie kell, hogy szükség van-e az eljárásra vagy az adott célkitűzés a berendezésbe történő behajolás nélkül is megvalósítható. Az erős statikus mágneses térben való mozgás hatásait nem ismerő személyzet megnövekedett kockázatnak teheti ki magát.

Sok esetben olyan egyszerű módszerek alkalmazhatók a páciensek vizsgálat közbeni megfigyelésére vagy a pácienstér vizsgálatához hasonló tevékenységek elvégzésére, mint a távoli megfigyelés (például tükör használatával). Néhány tisztítási eljárás során a hosszú nyelű eszközök is alkalmasak lehetnek. Az ilyen megközelítések ésszerű használatával minimálisra csökken annak szükségessége, hogy a munkavállalóknak be kelljen hajolniuk a pácienstérbe.

Ha a személyzetnek be kell hajolnia a pácienstérbe, a rádiófrekvenciás és a váltakozó gradiensű tereket ki kell kapcsolni, amennyiben nem feltétlenül szükségesek. Ha szükség van a váltakozó gradiensű terekre, lehetőség szerint egyetlen gradiensre és lassú képalkotási sebességre kell korlátozni őket, hogy korlátozzák az expozíció erősségét. Hasonlóképpen, ha szükség van a rádiófrekvenciás terekre, a célkitűzés megvalósításához minimálisan elegendő teljesítményre kell korlátozni őket.

## F7. MRI a kutatási környezetben

Ismert, hogy a kutatási környezetben valószínűleg kevésbé rutinjellegű a munka, és nagyobb munkavállalói aktivitásra lehet szükség a berendezés közelében. Ugyanakkor általában lehetőség nyílik a páciensek vizsgálatára vonatkozó, fent körvonalazott általános elvek használatára, szükség esetén a kutatás sajátos követelményeihez igazítva őket. Az MRI-berendezés kutatási környezetben való biztonságos működtetésére vonatkozó részletes tanácsokat az Orvosi Mágneses Rezonanciával Foglalkozó Nemzetközi Társaság dolgozta ki (Calamante et al., 2014).

# G. FÜGGELÉK EGYÉB EURÓPAI SZÖVEGEK KÖVETELMÉNYEI

## G1. Az európai jogszabályok jogalapja

Az európai jogszabályokat három alapvető egyezmény alakítja:

- az Európai Unióról szóló szerződés (EUSZ);
- az Európai Unió működéséről szóló szerződés (EUMSZ);
- az Európai Atomenergia-közösséget létrehozó szerződés.

Az EUMSZ (a korábbi Római Egyezmény) adja az alábbi irányelvek jogalapját.

## G2. Egészségügyi és biztonsági irányelvek

Az EUMSZ célul tűzte ki a munkakörnyezet javításának előmozdítását a munkavállalók egészségének és biztonságának vonatkozásában. E célkitűzés elérésének elősegítése érdekében lehetővé teszi a minimumkövetelmények meghatározására szolgáló irányelvek kidolgozását.

### G2.1. Keretirányelv

A terület átfogó irányelveként 1989-ben megszületett a 89/391/EGK keretirányelv. A keretirányelv meghatározza a megelőzésre és a munkavállalók védelmére vonatkozó általános elveket a munkahelyi balesetek és betegségek tekintetében. Kötelezettségeket határoz meg a munkáltatók számára az alábbiak vonatkozásában:

- kockázatértékelés (lásd az 5. fejezetet);
- a kockázatok megelőzése (lásd a 9. fejezetet);
- az elsősegélyre, a tűzoltásra, a kiürítésre és a komoly, közvetlen veszélyekre vonatkozó intézkedések;
- a balesetek dokumentálása;
- a munkavállalók tájékoztatása, részvétele és oktatása;
- az egészségi állapot ellenőrzése a nemzeti szokások és gyakorlat szerint;
- a különösen érzékeny kockázati csoportok védelme.

A keretirányelv emellett kötelezettségeket határoz meg a munkavállalók számára:

- a berendezések, anyagok és egyéni védőeszközök megfelelő használata;
- a munkáltató tájékoztatása a súlyos és közvetlen veszélyt jelentő helyzetekről, illetve a védőmechanizmusok esetleges hiányosságairól;
- együttműködés a munkáltatóval az egészségügyi és biztonsági intézkedések végrehajtásában.

A keretirányelv rendelkezik az egyéni irányelvek kidolgozásáról, amelyek lényegében további részletekkel szolgálnak azzal kapcsolatban, hogyan valósíthatók meg a

keretirányelv célkitűzései egy-egy adott helyzetben. Az elektromágneses terekről szóló irányelv csak egy a sok olyan egyéni irányelv közül, amely kiegészíti a keretirányelv általános követelményeit. Néhány ilyen egyéb irányelv fontos lehet az elektromágneses terekkel végzett munka során, és az alábbiakban röviden bemutatásra kerül. Az ezekkel az irányelvekkel kapcsolatos konkrét információk vonatkozásában tanulmányozzák magukat az irányelveket, az azokat végrehajtó nemzeti jogszabályokat és az esetlegesen elérhető hivatalos útmutatókat.

## G2.2. A munkaeszközökről szóló irányelv

A munkaeszközökről szóló 2009/104/EK irányelv kötelezi a munkáltatókat, hogy biztosítsák a munkavállalók által használt munkaeszközök biztonságát és az adott munkahelynek való megfelelőségét. A munkáltatóknak emellett gondoskodniuk kell a munkaeszközök megfelelő karbantartásáról, hogy azok a teljes élettartamuk alatt megfeleljenek az előírásoknak. A munkáltatóknak vizsgálatokat és/vagy teszteket kell végezniük, hogy biztosítsák a munkaeszközök megfelelő telepítését és működését, és dokumentálniuk kell az eredményeket.

Ahol a munkaeszközök valószínűleg konkrét kockázatokhoz vezetnek, a munkáltatóknak azokra a személyekre kell korlátozniuk a használatukat, akiknek használniuk kell őket, és gondoskodniuk kell arról, hogy csak a kijelölt személyzet végezze el a javításukat, módosításukat, karbantartásukat vagy szervizelésüket.

A munkáltatóknak tájékoztatniuk kell a munkavállalókat a munkaeszközök használatának feltételeiről, az előrelátható szokatlan helyzetekről és a veszélyekről. A munkavállalóknak emellett megfelelő oktatásban kell részesülniük.

## G2.3. A munkahelyekről szóló irányelv

A munkahelyekről szóló 89/654/EGK irányelv kötelezi a munkáltatókat, hogy biztosítsák a munkahelyek biztonságát, tisztaságát és megfelelő karbantartását.

## G2.4. A biztonsági, illetve egészségvédelmi jelzésekről szóló irányelv

A biztonsági, illetve egészségvédelmi jelzésekről szóló 92/58/EGK irányelv kötelezi a munkáltatókat, hogy biztosítsák a biztonsági, illetve egészségvédelmi jelzések használatát, ha a veszélyforrások nem kerülhetők el vagy nem mérsékelhetők. A munkavállalókat és a képviselőiket tájékoztatni kell a jelzések jelentéséről és a jelzésekből kifolyólag meghozandó intézkedésekről.

Az ilyen jelzésekre vonatkozó minimumkövetelményeket az irányelv mellékletei részletezik.

## G2.5. A várandós munkavállalókról szóló irányelv

A várandós munkavállalókról szóló 92/85/EGK irányelv kötelezi a munkáltatókat, hogy értékeljék a fizikai, biológiai és vegyi anyagoknak, többek között a nem ionizáló sugárzásnak való expozícióból származó biztonsági és egészségügyi kockázatokat. Az értékelés eredményét és az esetleges meghozandó intézkedéseket elérhetővé kell tenni a várandós, a gyermekágyas, illetve a szoptató, valamint a valószínűleg a fenti kategóriákba tartozó munkavállalók számára. A kockázatok azonosítása esetén a munkáltatók kötelesek elkerülni ezeket a kockázatokat a munkakörülmények megváltoztatásával, a munkavállaló más munkakörbe helyezésével vagy a távolmaradás engedélyezésével.

Az irányelv emellett védelmet nyújt a várandós munkavállalóknak az éjszakai munkavégzéssel szemben, amennyiben az orvosilag indokolt, engedélyezi a szülési szabadságot és védelmet biztosít a várandósság vagy a szülési szabadság okán való elbocsátással szemben.

### G2.6. A fiatal személyek munkahelyi védelméről szóló irányelv

A fiatal személyek munkahelyi védelméről szóló 94/33/EK irányelv védelmi rendszert hoz létre a 18 évnél fiatalabb személyek vonatkozásában. Egyes meghatározott kivételektől eltekintve a tagállamoknak meg kell tiltaniuk a kötelező nappali oktatásban részt vevő gyermekek munkavállalását (ez a 15 évnél fiatalabb személyekre minden esetben vonatkozik).

A munkáltatóknak kockázatértékelést kell végezniük, amely különösen figyelembe veszi a tapasztalat hiányából, a fennálló vagy potenciális kockázatok ismeretének hiányából és a fiatal személyek éretlenségéből származó kockázatokat. A munkáltatóknak ezután intézkedéseket kell hozniuk a fiatal személyek biztonságának és egészségének védelme érdekében. Az értékelést az előtt kell elvégezni, hogy a fiatal személyek munkába állnak, illetve a munkakörülmények jelentős változása esetén. A fiatal munkavállalókat és képviselőiket tájékoztatni kell az értékelés eredményéről és az elfogadott intézkedésekről.

### G2.7. Az egyéni védőeszközök használatáról szóló irányelv

Az egyéni védőeszközök használatáról szóló 89/656/EGK irányelv kötelezi a munkáltatókat, hogy biztosítsák az egyéni védőeszközök használatát azokban az esetekben, amikor a kockázat nem kerülhető el vagy nem korlátozható eléggé műszaki vagy szervezési intézkedésekkel. Az egyéni védőeszközöknek meg kell felelniük a tervezésre és gyártásra vonatkozó uniós rendelkezéseknek, valamint az alábbi követelményeknek:

- megfelelőek a kockázatok tekintetében, és nem vezetnek megnövekedett kockázatokhoz;
- megfelelek a munkahelyi viszonyoknak;
- figyelembe veszik az ergonómiai követelményeket és a munkavállalók egészségi állapotát;
- a szükséges igazítások után megfelelően illeszkednek a viselőre.

Az egyéni védőeszközöket ingyen, jó működési és higiéniai állapotban bocsátják a munkavállalók rendelkezésére. A munkáltatóknak értékelniük kell, hogy megfelelőek, illetve szükség esetén kompatibilisek-e más egyéni védőeszközökkel.

Megfelelő oktatást kell nyújtani a munkavállalóknak a részükre biztosított egyéni védőeszközök használatával kapcsolatban.

## G3. Termékekről szóló irányelvek

Az EUMSZ tiltja az Európai Unió tagállamai közötti kereskedelem mennyiségi korlátozását, illetve a hasonló hatású intézkedéseket. Az ítélkezési gyakorlat megállapította, hogy a termékek Európai Unión belüli szabad mozgásának korlátozása csak az *alapvető követelményeknek* való nem megfelelés alapján indokolható. Ezzel felmerült az igény, hogy meg tudják határozni az *alapvető követelményeket* és szabványosítani tudják a megfelelés értékelését.

Ennek érdekében kezdetben elfogadták a termékek szabályozásáról szóló *új megközelítést*, amely kimondta az alábbi alapelveket:

- a jogszabályi harmonizációt azokra az alapvető követelményekre kell korlátozni, amelyeket az uniós piacon forgalomba hozott termékeknek teljesíteniük kell, ha élni akarnak az Unión belüli szabad mozgás lehetőségével;

- az alapvető követelményeknek való megfelelés érdekében a termékekre vonatkozó műszaki előírásokat harmonizált szabványokban kell megállapítani;
- a harmonizált szabványoknak megfelelően előállított termékek esetében feltételezhető a kapcsolódó alapvető követelményeknek való megfelelés;
- a harmonizált vagy egyéb szabványok alkalmazása továbbra is önkéntes, és a követelmények teljesítéséhez a gyártó bármikor alkalmazhat egyéb műszaki előírásokat, de bizonyítania kell, hogy megfelelnek a követelményeknek.

Az új megközelítést már felváltotta az új jogszabályi keretrendszer, amely felülvizsgálta és megerősítette a korábbi rendszer szempontjait.

Ez a termékekre vonatkozó szabályozási rendszer lehetővé teszi a közös alapvető követelményekkel rendelkező nagyobb termékcsoportok szabályozását. Eddig 27 irányelvet fogadtak el ebben a rendszerben, de valószínűleg csak néhány vonatkozik a munkahelyi elektromágneses terekkel kapcsolatos biztonságra, és ezek az alábbiakban kerülnek ismertetésre.

## G3.1. Elektromos berendezések

Az Európai Unióban forgalomba hozott elektromos berendezésekre az alacsony feszültségről szóló 2006/95/EK irányelv követelményei vonatkoznak. Ezt az irányelvet 2014-ben átdolgozták, és előírták a tagállamok számára, hogy hozzanak nemzeti jogszabályokat, amelyek 2016. április 20-ig végrehajtják az alacsony feszültségről szóló új irányelvet (2014/35/EU). Bizonyos kivételektől eltekintve az alacsony feszültségről szóló irányelvek az 50–1000 V feszültségű váltóáramú vagy a 75–1500 V feszültségű egyenáramú elektromos berendezésekre vonatkoznak.

Az alacsony feszültségről szóló irányelvek előírják, hogy a berendezések megfelelő telepítés, karbantartás és rendeltetésszerű használat esetén nem veszélyeztethetik az emberek, a háziállatok és a tulajdon egészségét és/vagy biztonságát. A jelen útmutató szempontjából különösen fontos az az előírás, hogy műszaki intézkedésekkel kell biztosítani, hogy a berendezés ne vezessen veszélyes sugárzáshoz.

## G3.2. Gépek

Az Európai Unióban forgalomba hozott gépekre a gépekről szóló 2006/42/EK irányelv követelményei vonatkoznak. Az irányelv általánosságban a hajtási rendszerrel felszerelt vagy felszerelni szándékozott, olyan összekapcsolt elemekből vagy alkatrészekből álló együttesekre vonatkozik, amelyeknek legalább egyike mozog. A kizárólag emberi vagy állati erővel működtetett berendezések – az emelőgépek kivételével – nem tartoznak az irányelv hatálya alá. Számos konkrét kivétel és bővítés létezik.

A gépekről szóló irányelv célja annak biztosítása, hogy a gépek ne jelentsenek egészségügyi vagy biztonsági veszélyt. Konkrét követelmények léteznek annak biztosítására, hogy a nem kívánatos sugárzást megszüntessék vagy az emberekre nem veszélyes szintre csökkentsék. Minden, beállításkor, üzem közben és tisztításkor keletkező nem ionizációs sugárzást olyan szintre kell korlátozni, amely nincs káros hatással az emberekre.

A gépek gyártóinak a gépekhez mellékelt utasításban tájékoztatást kell adniuk a fennmaradó kockázatokról. A gyártóknak emellett tájékoztatást kell adniuk a várható nem ionizáló sugárzásról, ahol az ártalmas lehet a többek között a beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyek számára.

## G3.3. Rádióberendezések

Az Európai Unióban forgalomba hozott rádióberendezésekre a rádióberendezésekről és a távközlő végberendezésekről szóló 1999/5/EK irányelv követelményei vonatkoznak.

2016. június 13-án azonban ezt az irányelvet hatályon kívül helyezi és felváltja a rádióberendezésekről szóló 2014/53/EU irányelv. Az átmeneti intézkedések értelmében az 1999/5/EK irányelvnek megfelelő rádióberendezések 2017. június 13-ig továbbra is forgalomba hozhatók. A rádiókról szóló irányelv minden olyan berendezésre vonatkozik, amely a rádiótávközlés és/vagy rádiós helyzetmeghatározás (rádióhullámok segítségével határozzák meg a tárgy helyzetét, sebességét vagy egyéb jellemzőit, illetve megszerzik az e paraméterekre vonatkozó információt) céljából a rendeltetésszerű használat érdekében rádióhullámokat bocsát ki és/vagy vesz. A rádióberendezésekről és a távközlő végberendezésekről szóló irányelv hatálya szélesebb, és például a nyilvános hálózathoz kapcsolódó berendezésekre is vonatkozik.

Mindkét irányelv ugyanazokat az egészségügyi és biztonsági követelményeket tartalmazza, mint az alacsony feszültségről szóló irányelvek (lásd a G3.1. szakaszt), de a feszültségre vonatkozó korlátozások nélkül.

## G3.4. Orvosi berendezések

Az Európai Unióban forgalomba hozott elektronikus orvosi berendezésekre az orvostechnikai eszközökről szóló 93/42/EGK irányelv vagy az aktív beültethető orvostechnikai eszközökről szóló 90/385/EGK irányelv vonatkozik. Az E2.1.1. szakasz (az aktív beültethető orvostechnikai eszközökről szóló irányelv) és az E2.3. szakasz (az orvostechnikai eszközökről szóló irányelv) további részletekkel szolgál erről a két irányelvről.

## G3.5. Egyéni védőeszközök

Az Európai Unióban forgalomba hozott egyéni védőeszközökre az egyéni védőeszközökről szóló 89/686/EGK irányelv követelményei vonatkoznak. Bizonyos kivételektől eltekintve, az egyéni védőeszköz általában véve minden olyan készüléket vagy eszközt jelent, amelyet arra terveztek, hogy viselésével vagy kézben tartásával megvédje az egyént egy vagy több, egészséget és biztonságot érintő veszélytől.

Az egyéni védőeszközökről szóló irányelv előírja, hogy az egyéni védőeszközök csak akkor hozhatók forgalomba és helyezhetők üzembe, ha megfelelően karbantartva és rendeltetésszerűen alkalmazva megóvják a felhasználók egészségét és garantálják a biztonságukat. Az egyéni védőeszközök nem fenyegethetik más személyek, állatok vagy javak egészségét vagy biztonságát.

## G3.6. Általános termékbiztonság

Az általános termékbiztonságról szóló 2001/95/EK irányelv célja, hogy biztosítsa a fogyasztói termékek biztonságát. Ha az ilyen termékek az egyik új megközelítés vagy új jogi keretirányelv hatálya alá tartoznak, az adott irányelv követelményei általában elsőbbséget élveznek az általános termékbiztonságról szóló irányelv követelményeivel szemben. Az általános termékbiztonságról szóló irányelv célja a fogyasztók védelme, de a vállalkozások általi használatra vásárolt termékekre is kiterjed, ha azokat fogyasztók használják.

Az általános termékbiztonságról szóló irányelv előírja, hogy a termékek nem jelenthetnek veszélyt vagy kizárólag a termékek rendeltetésszerű használatával összeegyeztethető, elfogadhatónak tekinthető (az egészség és biztonság magas szintű védelmének megfelelő) legkisebb veszélyt jelenthetik. Ezek a követelmények érvényesek a használat, többek között a telepítés, az üzembe helyezés és a karbantartás valamennyi ésszerűen előrelátható feltételeire.

## G3.7. Elektromágneses összeférhetőség

Az olyan berendezésekre, amelyek valószínűleg elektromágneses zavart okoznak vagy amelyek működését az ilyen zavar befolyásolhatja és az Európai Unióban hozták őket forgalomba vagy helyezték üzembe, az elektromágneses összeférhetőségről

szóló 2004/108/EK irányelv követelményei vonatkoznak. Ezt az irányelvet nemrég átdolgozták, az elektromágneses összeférhetőségről szóló új irányelv (2014/30/EU) 2016. április 20-án lép életbe, és aznap veszti hatályát a régi irányelv. A 2016. április 20. előtt forgalomba hozott és a 2004/108/EK irányelvnek megfelelő berendezések ezt követően is tovább forgalmazhatók. Vannak bizonyos kivételek az irányelvek hatálya alól, ide tartoznak többek között a rádióberendezésekről és a távközlő végberendezésekről szóló irányelv (lásd G3.3.) hatálya alá tartozó berendezések és a légiforgalmi berendezések. A légi járművekre vonatkozó elektromágneses összeférhetőségi követelményekről a 216/2008/EK rendelet rendelkezik, a négy és annál több kerékkel rendelkező járművekről pedig a 661/2009/EK rendelet.

Az elektromágneses összeférhetőségről szóló irányelvek nem tartalmaznak a kifejezetten az emberek egészségével és biztonságával kapcsolatos rendelkezéseket. Ugyanakkor tartalmaznak az elektromágneses zavarok korlátozására vonatkozó követelményeket, hogy megakadályozzák a más berendezésekkel való interferenciát, és olyan zavartűrést írnak elő a berendezések számára, amely biztosítja, hogy elfogadhatatlan romlás nélkül képesek legyenek működni a rendeltetésszerű környezetükben. Ezek a követelmények néhány közvetett hatás vonatkozásában biztonsági következményekkel járhatnak.

## G4. Az Európai Tanács ajánlása

A lakosság védelme érdekében az Európai Unió Tanácsa elfogadott egy ajánlást a lakosságot érő elektromágneses sugárterhelés korlátozásáról (1999/519/EK). Az ajánlás biztosítja annak keretét, hogy megvédjék a lakosságot az elektromágneses tereknek való expozícióból származó potenciális káros egészségügyi hatásokkal szemben. A munkavállalók védelmével nem foglalkozik.

A tanács ajánlása nem kötelező érvényű, de meghatározza az alapvető korlátozások rendszerét, amelyek olyan mennyiségek, amelyeket nem szabad túllépni, és amelyek fogalmilag egyenértékűek az elektromágneses terekről szóló irányelvben használt expozíciós határértékekkel.

Mivel az alapvető korlátozások főként a testen belüli, nem könnyen mérhető belső mennyiségekre vonatkoznak, a tanács ajánlása a könnyebben értékelhető külső tér mennyiségeire vonatkozó referenciaszinteket is meghatároz. A referenciaszintek óvatos megközelítések alkalmazásával az alapvető korlátozásokból vezethetők le, és a referenciaszintek betartása esetén az alapvető korlátozásoknak is eleget tesznek. Ugyanakkor mivel a referenciaszinteket a legrosszabb esetekre vonatkozó feltételezések alapján állapítják meg, gyakran előfordulhat, hogy a referenciaszinteket meghaladják, de az alapvető korlátozásokat betartják. A referenciaszintek ebben a tekintetben fogalmilag az elektromágneses terekről szóló irányelvben szereplő beavatkozási szinteknek felelnek meg.

Az alapvető korlátozások és a referenciaszintek rendszerének alkalmazása során ajánlott, hogy a tagállamok vegyék figyelembe az elektromágneses tereket indukáló technológiák kockázatait és előnyeit. Az is ajánlott a tagállamok számára, hogy tájékoztassák a lakosságot, illetve támogassák és vizsgálják felül az elektromágneses terek egészségügyi hatásaival kapcsolatos kutatásokat.

A tanácsi ajánlás emellett felhívja az Európai Bizottságot, hogy járuljon hozzá a lakosság védelméhez. Felkérték a Bizottságot, hogy járuljon hozzá az ismertetett védelmi rendszer támogatására irányuló európai szabványok kidolgozásához, támogassa az expozíció rövid és hosszú távú hatásaival foglalkozó kutatásokat, segítse elő a nemzetközi konszenzust ezen a területen és továbbra is vizsgálja felül az ajánlás tárgyát képező kérdéseket.

A tanácsi ajánlásban ismertetett védelmi rendszert széles körben elfogadták a lakosság védelmére szolgáló keretrendszerként. Sok nyilvánosan elérhető területen a tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszintekre alapozták az expozíció kezelését. Emellett a referenciaszinteket használták az aktív beültethető orvostechnikai eszközök elektromágneses zavartűrésére vonatkozó szabványok kidolgozásához.

# H. FÜGGELÉK EURÓPAI ÉS NEMZETKÖZI SZABVÁNYOK

Olyan testületek dolgoztak ki elektromágneses terekre vonatkozó műszaki szabványokat, mint a Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság (IEC), az Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság (CENELEC) és egyéb szabványügyi testületek.

A CENELEC számos foglalkozási expozíciós szabványt fejlesztett ki az elektromágneses terekkel kapcsolatos értékelés vonatkozásában. Ugyanakkor ezeket a szabványokat az elektromágneses terekről szóló előző irányelvnek való megfelelés érdekében dolgozták ki. Ezért a 2013. évi és azt megelőző szabványok nem használhatók az elektromágneses terekről szóló jelenlegi irányelvnek való megfelelés értékelésére.

Néhány szabvány azonban lehetővé teszi, hogy az 1999/519/EK tanácsi ajánlás alapján értékeljék a megfelelést. Az elektromágneses terekről szóló irányelv 4. cikkének (6) bekezdése értelmében a munkáltatóknak nem kell expozíciós értékelést végezniük az olyan munkahelyeken, amelyek nyitva állnak a nyilvánosság előtt, és amelyek vonatkozásában valamely értékelés azt mutatja, hogy megfelelnek az 1999/519/EK tanácsi ajánlásnak. Ennek az a feltétele, hogy a munkavállalói expozíció ne haladja meg a lakossági expozíciót és ne álljanak fenn egészségügyi és biztonsági kockázatok.

A CENELEC emellett olyan termékszabványokat tesz közzé, amelyeket harmonizáltak különböző termékirányelvekkel (lásd a G.3. szakaszt). Az egyes termékirányelvekkel harmonizált szabványok felsorolását az Európai Bizottság honlapjának vállalkozásokkal kapcsolatos része tartalmazza. A gyártók és a szállítók felhasználhatják ezeket a szabványokat, hogy igazolják az elektromágneses terekkel kapcsolatos biztonsági követelményeknek való megfelelést. Ahol a berendezéseket nyilvános használatra szánták és megfelelnek az ilyen berendezések vonatkozásában előírt szigorúbb biztonsági szinteknek, és amennyiben más berendezést nem használnak, a munkahely megfelel az 1999/519/EK tanácsi ajánlásnak.

A fent említetteknek megfelelően, ahol szabványokat dolgoznak ki, ezek általában két típusba sorolhatók: kibocsátási szabványok és expozíciós szabványok.

- A kibocsátási szabványok a berendezések kibocsátására vonatkoznak, és a gyártók ezek révén igazolhatják, hogy a termék által kibocsátott tér nem halad meg egy bizonyos határértéket. A határérték általában az elektromágneses terekről szóló irányelvben meghatározott beavatkozási szint vagy expozíciós határérték vagy az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott érték. Fontos, hogy ezek az értékelések a berendezések rendeltetésszerű használatán alapuljanak. Ha a berendezést nem a gyártó által megadott rendeltetésnek megfelelően használják, elképzelhető, hogy az értékelés nem érvényes.

- Az expozícióértékelési szabványok általában szabványosítják az expozíció értékelésére szolgáló módszereket bizonyos iparágakban vagy bizonyos technológiák esetén. A munkahelyi értékelés során figyelembe kell venni a berendezések használatának módját és a berendezéssel végzett valamennyi munkatevékenységet, beleértve a tisztítást és a karbantartást.

A kibocsátási szabványok általában azt kívánják biztosítani, hogy a készülék kibocsátásából származó halmozott expozíció még más elektromágneses tereket kibocsátó készülékek közelében is elég alacsony legyen ahhoz, hogy a használata során ne lépjék túl az expozíciós határértékeket.

Megjegyzendő, hogy ezek a szabványok az egyes berendezések értékelésére vonatkoznak, míg az elektromágneses terekről szóló irányelv a minden forrásból származó munkavállalói expozícióra. Elképzelhető, hogy a több, a határértékeknek önmagában megfelelő forrásból származó expozíció olyan összesített egyéni expozícióhoz vezet, amely meghaladja a beavatkozási szinteket vagy az expozíciós határértékeket. Ugyanakkor a terek a távolság növekedésével általában gyorsan gyengülnek, ezért ahol a berendezések távolabb helyezkednek el egymástól, a keletkező terek általában megfelelnek a határértékeknek.

A CENELEC jelenleg olyan új műszaki szabványok kidolgozásával foglalkozik, amelyek célja az elektromágneses terekről szóló jelenlegi irányelvnek való megfelelés biztosítása. Ezeket a szabványokat az elfogadásuk után közzéteszik, de valószínűleg időbe telik, mire átfogó szabványokat dolgoznak ki. Ugyanakkor, akinek értékelést kell végeznie, ellenőrizze, hogy vannak-e elérhető, az elektromágneses terekről szóló jelenlegi irányelvnek megfelelő szabványok.

A CENELEC-en belül a CLC/TC106X: elektromágneses terek az emberi környezetben nevű műszaki bizottság dolgozza ki az új expozícióértékelési szabványokat. Az új szabványok kidolgozásával kapcsolatos haladás a CENELEC honlapjának TC106X szakaszában követhető nyomon.

# I. FÜGGELÉK FORRÁSOK

## I1. Tanácsadó/Szabályozó

### I1.1. Európai Unió

| Ország | Szervezet | Honlap |
|---|---|---|
| Ausztria | Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz | www.bmask.gv.at/site |
| Belgium | Szövetségi Közszolgálat Foglalkoztatási, Munkaügyi és Társadalmi Párbeszéd | www.employment.belgium.be |
| Bulgária | Közegészségügyi és Elemzési Nemzeti Központ | ncphp.government.bg/en |
| Horvátország | Munkaügyi és Nyugdíjrendszerért Felelős Minisztérium | www.mrms.hr |
| Ciprus | Munkaügyi és Szociális Biztonságért Felelős Minisztérium | www.mlsi.gov.cy |
| Cseh Köztársaság | Munkaügyi és Szociális Minisztérium | www.mpsv.cz/cs |
| Dánia | Dán Munkakörnyezet-felügyelet | www.at.dk |
| Észtország | Észtország Munkaügyi Felügyelősége | www.ti.ee |
| Finnország | Szociális és Egészségügyi Minisztérium | www.riskithaltuun.fi |
| Franciaország | Munkaügyi, Foglalkoztatási és Szociális Minisztérium | www.travail.gouv.fr |
| Németország | Munkaügyi és Szociális Szövetségi Minisztérium | www.bmas.bund.de |
| Görögország | Munkaügyi és Szociális Minisztérium | www.mathra.gr |
| Magyarország | Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet | www.osski.hu |
| Írország | Egészségügyi és Biztonsági Hatóság | www.hsa.ie |
| Olaszország | A Munkahelyi Balesetek Elleni Biztosítás Országos Intézete | www.inail.it |
| Lettország | A Lett Köztársaság Állami Munkaügyi Felügyelősége | www.vdi.gov.lv |
| Litvánia | A Társadalombiztosítási és Munkaügyi Minisztérium munkaügyi osztálya | www.socmin.lt/en |
| Luxemburg | Munka- és bányafelügyelet | www.itm.lu/de/home.html |
| Málta | Foglalkozás-egészségügyi és Biztonsági Hatóság | www.ohsa.org.mt |
| Hollandia | Nemzeti Népegészségügyi és Környezetvédelmi Intézet (RIVM) | www.rivm.nl |
| Lengyelország | Munkavédelmi Központi Intézet | www.ciop.pl |
| Portugália | Autoridade para as Condiçôes de Trabalho | www.act.gov.pt |
| Románia | Országos Foglalkozásbiztonsági Kutatási és Fejlesztési Intézet | www.protectiamuncii.ro |
| Szlovákia | Munkaügyi, Szociális és Családügyi Minisztérium | www.employment.gov.sk/en |
| Szlovénia | Munkaügyi, Családügyi és Szociális Minisztérium | www.gov.si |
| Spanyolország | Országos Munkahelyi Biztonsági és Higiéniai Intézet | www.meyss.es |
| Svédország | Svéd Munkakörnyezet-felügyelet | www.av.se |
| Egyesült Királyság | Egészségügyi és Biztonsági Hivatal Közegészségügy, Anglia | www.hse.gov.uk www.gov.uk/government/organisations/public-health-england |

### I1.2. Nemzetközi szervezetek

| Szervezet | Honlap |
|---|---|
| Nemzetközi Nemionizáló Sugárvédelmi Bizottság | www.icnirp.de |
| Egészségügyi Világszervezet | www.who.int |
| Európai Szakszervezetek Szövetsége | www.etuc.org |
| Európai Közegészségügyi Szövetség | www.epha.org |
| Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség | osha.europa.eu |
| Nemzetközi Foglalkozás-egészségügyi Bizottság | www.icohweb.org |

## I2. Szakmai szövetségek

| Szervezet | Honlap |
|---|---|
| Fém-, Gépészeti- és Műszaki Alapú Iparágak Európai Munkáltatóinak Tanácsa | www.ceemet.org |
| Európai Autógyártók Szövetsége | www.acea.be |
| Euro Chlor | www.eurochlor.org |
| A Villamosenergia-piaci Átvitelirendszer-üzemeltetők Európai Hálózata (ENTSO-E) | www.entsoe.eu |
| A Radiológiai, Elektrogyógyászati és Egészségügyi IT Ipar Európai Koordinációs Bizottsága (COCIR) | www.cocir.org |
| Villamosipari Szövetség – EURELECTRIC | www.eurelectric.org |

# I3. Nemzeti útmutató dokumentumok

| Ország | Dokumentumok |
|---|---|
| Belgium | A munkahelyi biztonsági és egészségügyi minimumkövetelményekről szóló, 7. sz. rendelet, Hivatalos Közlöny, 88. sz., 1999 |
| Dánia | A munkavégzésről szóló, 559. sz. végrehajtási rendelet<br>A munkavégzésről szóló, 559. sz. végrehajtási rendeletet módosító, 513. sz. végrehajtási rendelet<br>Ikke-ioniserende stråling, Vejledning om ikke-ioniserende stråling med frekvenser under 300 GHz D.6.1.1, Maj 2002<br><br>At-VEJLEDNING, ARBEJDSSTEDETS INDRETNING — A.1.8, Gravide og ammendes arbejdsmiljø |
| Észtország | Töökeskkonna füüsikaliste ohutegurite piirnormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise kord |
| Finnország | Toimintamalli RF-kenttien aiheuttamissa tapaturmaisissa ylialtistumistilanteissa, Tommi Alanko, Harri Lindholm, Soile Jungewelter, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen (2013), ISBN 978-952-261-349- 3 (PDF, FI), ISBN 978-952-261-393-6 (PDF, EN)<br><br>Sydäntahdistimen häiriötön toiminta työympäristön sähkömagneettisissa kentissä, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko, Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-212-0 (nyomtatott)<br>ISBN 978-952-261-213-7 (pdf, FI), ISBN 978-952-261-295-3 (pdf, EN)<br><br>Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä, Tommi Alanko, Maila Hietanen (2006), ISBN (vihko) 951-802-707-2, ISBN (PDF) 951-802-708-0<br><br>Sähkömagneettiset kentät työympäristössä — Opaskirja työntekijöiden altistumisen arvioimiseksi, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh, Tommi Alanko, ISBN 951-802-614-9, ISSN 1458-9311<br><br>Työntekijöiden altistuminen tukiasemien radiotaajuisille kentille, Tommi Alanko, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh (2006), ISBN 951-802-667-X, ISSN 1458-9311<br><br>Sydäntahdistinpotilaan työhön paluun tukeminen — Sähkömagneettisten häiriöriskien hallinta, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko ja Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-204-5 (nid.)<br>ISBN 978-952-261-205-2 (PDF) |
| Franciaország | Hygiène et sécurité du travail no 233 Décembre 2013 (Ellenállás-hegesztés)<br><br>INRS, Exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques, Guide d'évaluation des risques |
| Németország | BGV B11, Unfallverhütungsvorschrift, Elektromagnetische Felder<br><br>BGR B11, Berufsgenossenschaftliche Regel, Elektromagnetische Felder<br><br>BGI 5011, Beurteilung magnetischer Felder von Widerstandsschweißeinrichtungen<br><br>BGI/GUV-I 5111, Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder<br><br>IFA-jelentés 4/2013, Elektromagnetische Felder an handgeführten Mittelfrequenz-/Inverter-Punktschweißzangen<br><br>IFA-jelentés 5/2011, Elektromagnetische Felder an Anlagen, Maschinen und Geräten<br><br>IFA-jelentés 2/2009, Elektromágneses terek a kézi ponthegesztő pisztolyok vonatkozásában<br><br>Hannah Heinrich (2007). A kisfrekvenciás elektromos és mágneses tereknek való nem szinuszos, impulzusos vagy szakaszos expozíció értékelése, *Health Physics*, 92, (6)<br><br>BMAS-Forschungsbericht FB 400-E, Munkahelyi elektromágneses terek, ISSN 0174-4992 |

| | |
|---|---|
| Görögország | ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (NMR), 5$^{ο}$ Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 9-10 Μαΐου 2014 |
| Lettország | Atgādne par elektromagnētisko lauku, Aktualizēts 2011.gada jūnijā |
| Litvánia | Litván higiéniai szabvány (HN) 110: 2001 50 Hz-es elektromágneses terek a munkahelyen. A megengedett értékek és a mérési követelmények, 660/174. sz., 2001. december 21.<br><br>Litván higiéniai szabvány (HN) 80: 2011 Elektromágneses terek a munkahelyeken és a lakókörnyezetben. A megengedett értékek és a mérési követelmények a 10 kHz – 300 GHz rádiófrekvencia-tartományban, jóváhagyva az egészségügyi miniszter által, V-199. sz., 2011. március 2.<br><br>A munkahelyeken engedélyezett elektrosztatikus térerősség meghatározására vonatkozó, az egészségügyi miniszter által jóváhagyott, 2001. január 18-i 28. sz. szabályzat |
| Luxemburg | Conditions d'exploitation pour les émetteurs d'ondes électromagnétiques à haute fréquence, ITM-CL 179.4 |
| Lengyelország | Az elektromágneses terekre vonatkozó EU irányelv, ICNIRP iránymutatás és lengyel jogszabályok, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, 12(2), 125–136. o.<br><br>A munkavállalók elektromágneses tereknek való expozíciója. Az expozícióértékelési technikákkal kapcsolatos megválaszolandó kérdések áttekintése, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, 15(1), 3–33. o. |
| Románia | MONITORUL OFICIAL AL ROMANIEI Anul 175 (XIX) — Nr. 645, Vineri, 21 septembrie 2007 |

## I4. Ipari útmutató dokumentumok

| Szervezet | Útmutató |
|---|---|
| Euro Chlor | Elektromágneses terek a klórelektrolízis egységekben: egészségügyi hatások, ajánlott határértékek, mérési módszerek és lehetséges megelőző intézkedések. HEALTH 3. 3. kiadás, 2014 |

# J. FÜGGELÉK GLOSSZÁRIUM ÉS RÖVIDÍTÉSEK

## J1. Glosszárium

| | |
|---|---|
| Áramsűrűség | Egy vezetőképes közegen, például szövetben egységnyi keresztmetszetű területen áthaladó elektromos áram vagy elektromos töltés. Mértékegysége: amper per négyzetméter. Jele: $A/m^2$. |
| Átvitel | A sugárzás áthaladása egy közegen. Ha a sugárzás nem nyelődik el teljesen, az áthaladó része átvitelre kerül. Függ a hullámhossztól, a polarizációtól, a sugárzás intenzitásától és az átvivő anyagtól. |
| Biztonsági reteszelőberendezés | Olyan mechanikus, elektromos vagy egyéb típusú eszköz, amelynek célja a berendezés üzemeltetésének bizonyos körülmények között történő megakadályozása. |
| Dielektrikum | Elektromos szigetelőanyag, amely alkalmazott elektromos tér segítségével polarizálható. |
| Dipólus | Egy vezető rúdból és a közepén egy kapcsolódó vezetékből álló antenna. |
| Dozimetria | Az emberi testen belüli energiaelnyelés kiszámítása vagy értékelése. |
| Elektromágneses spektrum | Az elektromágneses sugárzás minden lehetséges frekvenciájának tartománya. Ide tartoznak a rövidhullámoktól, például a röntgensugaraktól kezdve a látható sugárzáson keresztül a hosszabb hullámok, például a mikrohullámok, valamint a televíziós és a rádióhullámok. |
| Elektromágneses sugárzás | Elektromos és mágneses térkomponseket is érintő sugárzás, amely fénysebességgel terjedő hullámokként írható le. Bizonyos körülmények között úgy tekinthető, hogy az elektromágneses sugárzás fotonoknak hívott részecskék formájában létezik. |
| Eltérés | Egy törvény vagy szabályozás adott körülmények között történő részleges visszavonása. |
| Érintési áram | Elektromos áram, amely keresztülfolyik egy személyen, amikor az megérint egy vezetőképes tárgyat az elektromágneses térben. |
| Ésszerűen előrelátható esemény | Olyan esemény, amely az adott körülmények között meglehetősen pontosan előrelátható, és a bekövetkezési valószínűsége vagy gyakorisága nem alacsony vagy nagyon alacsony. |
| Expozíciós mutató | A tapasztalt expozíció és a határérték hányadosa. Ha az expozíciós mutató egynél kisebb, az expozíció megfelel a határértékeknek. |
| Feszültség | Az elektromos potenciál különbsége, jele: V. |
| Foszfének | Villódzó fények észlelése anélkül, hogy fény érné a szemet. |
| Frekvencia | A rezgés egységnyi idő alatti ciklusainak száma. Jele: f. Mértékegysége: Hz. |
| Hibamentes | A hibamentes alkotóelem hiba esetén nem fokozza a veszélyt, azaz biztonságos állapotban hibásodik meg. A rendszer ilyenkor nem üzemel vagy nem veszélyes. |
| Hullámhossz | Egy hullám egymást követő ciklusainak hasonló pontjai közötti távolság. Mértékegysége: méter, jele: m. |
| Igazgatási intézkedések | Nem műszaki típusú biztonsági intézkedések, például kulcsellenőrzés, biztonsági képzés és figyelmeztető jelzések. |
| Indukció | Az (elektromágneses) indukció az elektromos vezetőben keletkező feszültség egy időben változó mágneses térnek való expozíció során. |
| Ipari elektrolízis | Ipari méretű folyamat, amelynek során az elektromos áram egy máskülönben nem spontán vegyi reakciót vált ki. |
| Izzószálas szerkezet | Detonátor, amely elektromos áram segítségével elpárologtat egy drótszálat, majd a keletkező sokk és hő a robbanóanyag detonációját okozza. |
| Joule | Az energia egysége, az 1 N erő által 1 méter elmozdulást okozó munka. Jele: J. |
| Kockázat | Sérülés, ártalom vagy kár valószínűsége. |

| | |
|---|---|
| Kockázati tényező | Egy veszélyes esemény előfordulási valószínűsége és a következménye vagy a következtében felmerülő kár. |
| Mágnesesrezonancia-képalkotás | Orvostechnikai képalkotási technika, amely erős mágneses terek és nagyfrekvenciás elektromágneses terek használatával részletes képeket készít a test belsejéről. |
| Mágnesezhető poros vizsgálat | A mágneses anyagok repedéseinek és egyéb hibáinak vizsgálatára szolgáló módszer mágnesezhető por és mágneses mezők használatával. |
| Műszaki ellenőrzés | A sugárzásnak való expozíció csökkentésére szolgáló alapvető módszerként használandó műszaki tervezési biztonsági intézkedések. A sugárzásnak kitett területek elkerülésének fizikai módszere. |
| Műszaki szabvány | Egy folyamat szabványosított megközelítését meghatározó dokumentum. |
| Nem ionizáló sugárzás | Olyan sugárzás, amely nem okoz ionizációt a biológiai szövetekben. Ide tartozik például az ultraibolya sugárzás, a látható fény, az infravörös sugárzás és a rádiófrekvenciás sugárzás. |
| Nemzetközi Nemionizáló Sugárvédelmi Bizottság (ICNIRP) | Független tudományos szakértőkből álló testület, amelynek célja a nem ionizáló sugárzásnak való expozíció potenciális egészségügyi veszélyeivel kapcsolatos tájékoztatás és tanácsadás. |
| Ortogonális | Derékszögű (90 fokos szögben történő) |
| Rádiófrekvenciás sugárzás | Elektromágneses sugárzás, amelynek frekvenciatartományát gyakran 100 kHz – 300 GHz-ben határozzák meg. |
| Reteszelőberendezés (lásd Biztonsági reteszelőberendezés) | Olyan mechanikus, elektromos vagy egyéb típusú eszköz, amelynek célja a berendezés üzemeltetésének megakadályozása bizonyos körülmények között. |
| Szinuszos | Trigonometrikus szinuszfüggvénnyel leírható módon változó. |
| Teljesítménysűrűség | A sugárzás teljesítménye egységnyi felületen ($Wm^{-2}$). |
| Termékszabvány | Egy termék alapvető jellemzőit meghatározó dokumentum, amely lehetővé teszi a gyártás egységességét és az interoperabilitást. |
| Veszélyforrás | Valami, ami potenciálisan kárt okozhat. Veszélyeztethet embereket, tulajdont vagy környezetet. |
| Walkie-talkie | Kétirányú kézi kommunikációs készülék, amely engedélyeztetés nélküli rádiófrekvencia-sávokban működik. Formálisabb nevén kézi adóvevő. |
| Watt | A teljesítmény mértékegysége, az 1 s alatt végzett 1 J munka. Jele: W. |
| Wi-Fi | Elektromos berendezéseknek, például számítógépeknek egy helyi hálózatra történő csatlakozására szolgáló, rádiófrekvenciás kommunikációt használó rendszer. |

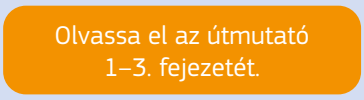
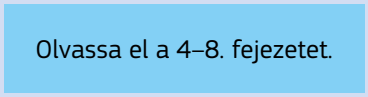
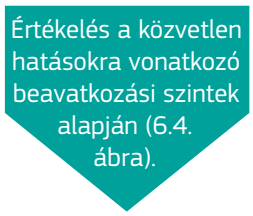
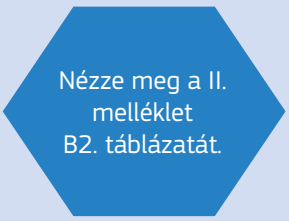
## J2. Rövidítések

| | |
|---|---|
| AIMD | Aktív beültethető orvostechnikai eszköz |
| AL | Beavatkozási szint |
| AM | Amplitúdómoduláció |
| BSS | Alapvető biztonsági előírások |
| CENELEC | Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság |
| CNS | Központi idegrendszer |
| DECT | Továbbfejlesztett, vezeték nélküli digitális távközlés |
| DVD | Digitális sokoldalú lemez |
| EI | Expozíciós mutató |
| ELF | Extrém alacsony frekvencia |

| | |
|---|---|
| ELV | Expozíciós határérték |
| EMF | Elektromágneses tér |
| ERP | Tényleges sugárzott teljesítmény |
| FD | Véges differencia |
| FDTD | Véges differencia az időtartományban |
| FEM | Véges elem módszer |
| HF | Rövidhullám |
| ICNIRP | Nemzetközi Nemionizáló Sugárvédelmi Bizottság |
| IR | Infravörös |
| IT | Információtechnológia |
| LF | Hosszúhullám |
| MF | Középhullám |
| MFR | Többfrekvenciás szabály |
| MRI | Mágnesesrezonancia-képalkotás |
| NMR | Nukleáris mágneses rezonancia |
| OiRA | Online interaktív kockázatértékelés |
| RC | Ellenállás-kondenzátor |
| RF | Rádiófrekvencia |
| RFID | Rádiófrekvenciás azonosítás |
| RMS | Effektív érték |
| SA | Fajlagos abszorpció |
| SAR | Fajlagos energiaelnyelési tényező |
| SHF | Centiméteres hullám |
| SPFD | Skaláris-potenciális véges differencia |
| STD | Shaped time domain |
| TETRA | Földi trönkölt rádió |
| TV | Televízió |
| UHF | Deciméteres hullám |
| UV | Ultraibolya |
| VHF | Ultrarövidhullám |
| VLF | Nagyon alacsony frekvencia |
| WBSAR | Egész testre átlagolt SAR |
| WLAN | Vezeték nélküli helyi hálózat |
| WPM | Súlyozott csúcs módszere |

# J3. A folyamatábrák jelölései

### J3. táblázat: Az útmutatóban használt folyamatábra-jelölések

| Jelölés | Leírás | Jelentése ebben az útmutatóban |
|---|---|---|
|  | Utasítás | Jelzi az eljárás kezdetét és végét. |
|  | Döntés | Kérdést tesz fel, hogy a felhasználó válasszon két lehetőség (Igen vagy Nem) közül. |
|  | Eljárás | Meghatározza a haladáshoz szükséges folyamatot. |
|  | Későbbi információra történő hivatkozás | Egy másik folyamatábrára mutat. Színkódosak, hogy jelezzék a bemeneti és kimeneti pontot. |
|  | Előkészítés | Meghatározza a felhasználó számára, hogy előkészítő munkát kell végeznie a folyamatábra ezen szakaszának vonatkozásában. Színkódos kerethez kapcsolódik. |

# K. FÜGGELÉK BIBLIOGRÁFIA

## K1. 5. fejezet – Kockázatértékelés az elektromágneses terekről szóló irányelv összefüggésében

Foglalkozás-egészségügyi és biztonsági irányító rendszerek – Útmutató az OHSAS 18001 végrehajtásához. PHSAS 18002:2000.

Forschungs Bericht 400-E, Elektromágneses terek a munkahelyeken – A foglalkozás-egészségügy és biztonság új tudományos megközelítése. ISSN 0174-4992.

## K2. 9. fejezet – Óvintézkedések és megelőző intézkedések

ISO (Nemzetközi Szabványügyi Szervezet) (2011). Grafikus szimbólumok – Biztonsági színek és biztonsági jelölések – Regisztrált biztonsági jelölések. ISO7010.

Melton, G. és Shaw, R. (2014), *Elektromágneses terek a hegesztési környezetben*, RR1018, HSE, London.

## K3. 11. fejezet – Kockázatok, tünetek és az egészségi állapot ellenőrzése

Alanko, T., Lindholm, H., Jungewelter, S., Tiikkaja, M. és Hietanen, M. (2014), *A rádiófrekvenciás tereknek való véletlenszerű túlexpozíció kezelésének működési modellje*, Helsinki, Finn Foglalkozás-egészségügyi Intézet. ISBN 978-952-261-393-6.

## K4. D. függelék – Az expozíció értékelése

De Santis, V., Chen, X. L., Laakso, I. és Hirata, A. (2013), A kisfrekvenciás impulzusos expozíciónak a biztonsági szabványoknak és útmutatónak való megfelelésével kapcsolatos kérdésekről, *Phys Med Biol*, 58. kötet, 8597–8607. o.

HVBG (2001), Baleset-megelőzési szabályozás, elektromágneses terek. BGVB11 http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/v-b11.pdf

Heinrich, H. (2007), A kisfrekvenciás elektromos és mágneses tereknek való nem szinuszos, impulzusos vagy szakaszos expozíció értékelése, *Health Phys*, 92. kötet, 6. szám, 541–546. o.

ICNIRP (1998), Az ICNIRP útmutatója az időben változó (legfeljebb 300 GHz frekvenciájú) elektromos, mágneses és elektromágneses tereknek való expozíció korlátozásáról, *Health Phys*, 74. kötet, 4. szám, 494–522. o.

ICNIRP (2010), Az ICNIRP útmutatója az időben változó (1 Hz–100 kHz frekvenciájú) elektromos és mágneses tereknek való expozíció korlátozásáról, *Health Phys*, 99. kötet, 6. szám, 818–836. o.

ICNIRP (2014), Az ICNIRP útmutatója a statikus mágneses térben mozgó emberi test mozgása és az 1 Hz-nél kisebb frekvenciájú, időben változó mágneses terek által indukált elektromos tereknek való expozíció korlátozásáról, *Health Phys*, 106. kötet, 3. szám, 418–425. o.

ISO/IEC Guide 98-3:2008, Mérési bizonytalanság – 3. rész: Útmutató a mérési bizonytalanság megadásához (GUM:1995).

Jokela, K. (2000), Az impulzusos és a széles sávú mágneses tereknek való expozíció korlátozása, *Health Phys*, 79. kötet, 4. szám, 373–388. o.

## K5. E. függelék – Közvetett hatások és a különösen veszélyeztetett munkavállalók

Német Társadalmi Balesetbiztosítási Szövetség (2012). Beeinflussung von implantaten durch elektromagnetische felder. BGI/GUV-I 5111.

NRPB (2004), A(z) (0–300 GHz frekvenciájú) elektromágneses tereknek való expozíció korlátozására vonatkozó tudományos bizonyítékok áttekintése, *Documents of the NRPB*, 15. kötet, 3. szám.

## K6. F. függelék – Mágnesesrezonancia-képalkotás

Calamante, F., Faulkner, W. H. Jr, Ittermann, B., Kanal, E., Kimbrell, V., Owman, T., Reeder, S.B., Sawyer, A. M., Shellock, F. G. és van den Brink, J. S. az ISMRM Biztonsági Bizottság nevében (2014), Az MR-rendszer kezelője: a kutatási környezetben emberi alanyokon végzett MRI-re vonatkozó minimumkövetelmények, *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, doi: 10.1002/jmri.24717.

Capstick, M., McRobbie, D., Hand, J., Christ, A., Kühn, S., Hansson Mild, K., Cabot, E., Li, Y., Melzer, A., Papadaki, A., Prüssmann, K., Quest, R., Rea, M., Ryf, S., Oberle, M. és Kuster, N. (2008), Az orvosi mágnesesrezonancia-képalkotó berendezésekkel és az azok körül dolgozó munkavállalók elektromágneses tereknek való foglalkozási expozíciójának vizsgálata, Projektjelentés VT/2007/017.

CENELEC (Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság) (2010). Elektronikus orvosi berendezések – 2–33. rész: Az orvosi diagnosztikai mágnesesrezonancia-berendezések alapvető biztonságára és teljesítményére vonatkozó sajátos követelmények. EN60601-2-33.

ICNIRP (Nemzetközi Nemionizáló Sugárvédelmi Bizottság) (2004), Egészségügyi mágneses rezonancia (MR) eljárások: a betegek védelme, *Health Phys*, 87. kötet, 197–216. o.

ICNIRP (2009), Módosítás az egészségügyi mágneses rezonancia (MR) eljárások: a betegek védelméről szóló ICNIRP állásfoglaláshoz, *Health Phys*, 97. kötet, 3. szám, 259–261. o.

McRobbie, D. W. (2012), Az MRI-vel kapcsolatos foglalkozási expozíció, *Br J Radiol*, 85. kötet, 293–312. o.

MRI munkacsoport (2008), *Az MRI biztonságos használata – gyakorlati szabályok a munkavállalók számára*, RIVM, Bilthoven, Hollandia.

Stam, R. (2008), *Az elektromágneses terekről szóló irányelv és az MRI-vel dolgozók védelme*, RIVM-jelentés 610703001/2008, RIVM, Bilthoven, Hollandia.

Stam, R. (2014), Az elektromágneses terekről szóló felülvizsgált irányelv és a munkavállalók expozíciója nagy mágneses indukciójú környezetben, *Ann Occup Hyg*, 58. kötet, 5. szám, 529–541. o.

# L. FÜGGELÉK
# 2013/35/EU IRÁNYELV

I

*(Jogalkotási aktusok)*

# IRÁNYELVEK

## AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2013/35/EU IRÁNYELVE

**(2013. június 26.)**

**a munkavállalók fizikai tényezők (elektromágneses terek) által okozott kockázatoknak való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről (20. egyedi irányelv a 89/391/EGK irányelv 16. cikke (1) bekezdésének értelmében) és a 2004/40/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről**

AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS AZ EURÓPAI UNIÓ TANÁCSA,

tekintettel az Európai Unió működéséről szóló szerződésre és különösen annak 153. cikke (2) bekezdésére,

tekintettel az Európai Bizottság javaslatára,

a jogalkotási aktus tervezete nemzeti parlamenteknek való megküldését követően,

tekintettel az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleményére ([1]),

a Régiók Bizottságával folytatott konzultációt követően,

rendes jogalkotási eljárás keretében ([2]),

mivel:

(1) Az Európai Parlament és a Tanács a Szerződés értelmében irányelvek útján minimumkövetelményeket fogadhat el, hogy fejlődésre ösztönözzön – különösen a munkakörnyezet tekintetében – a munkavállalók biztonsága és egészsége védelmének magasabb szintű biztosítása érdekében. Ezekben az irányelvekben kerülni kell olyan közigazgatási, pénzügyi és jogi korlátozások előírását, amelyek gátolnák a kis- és középvállalkozások alapítását és fejlődését.

(2) Az Európai Unió Alapjogi Chartája 31. cikkének (1) bekezdése értelmében minden munkavállalónak joga van az egészségét, biztonságát és méltóságát tiszteletben tartó munkafeltételekhez.

(3) A munkavállalók fizikai tényezők (elektromágneses terek) hatásából keletkező kockázatoknak való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről (18. egyedi irányelv a 89/391/EGK irányelv 16. cikke (1) bekezdésének értelmében) szóló, 2004. április 29-i 2004/40/EK európai parlamenti és a tanácsi irányelv ([3]) hatálybalépését követően az érdekelt felek, különösen az egészségügyben dolgozók súlyos aggodalmuknak adtak hangot az irányelv végrehajtásának az egészségügyi képalkotáson alapuló gyógyászati eljárások alkalmazására gyakorolt lehetséges hatásával kapcsolatosan. Az irányelv egyes ipari tevékenységekre gyakorolt hatásával kapcsolatban is kétségek merültek fel.

(4) A Bizottság körültekintően megvizsgálta az érintett felek által felhozott érveket, majd több konzultációt követően úgy határozott, hogy alaposan felülvizsgálja a 2004/40/EK irányelv egyes rendelkezéseit, figyelembe véve a nemzetközileg elismert szakértők által bemutatott új tudományos ismereteket.

(5) A 2004/40/EK irányelvet a 2008/46/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv ([4]) módosította, négy évvel elhalasztva a 2004/40/EK irányelv átültetésének határidejét, ezt követően pedig a 2012/11/EU európai parlamenti és tanácsi irányelv ([5]), amely 2013. október 31-ig hosszabbította meg az átültetés határidejét. Így a Bizottságnak elegendő ideje volt új javaslat előterjesztésére, a jogalkotásban részt vevő feleknek pedig arra, hogy az újabb és megbízhatóbb bizonyítékok alapján új irányelvet fogadjanak el.

(6) A 2004/40/EK irányelvet hatályon kívül kell helyezni, és olyan megfelelő és arányos intézkedéseket kell bevezetni, amelyek megvédik a munkavállalókat az elektromágneses terekkel kapcsolatos veszélyektől. Az az irányelv nem foglalkozott azonban a hosszú távú hatásokkal – ideértve az időben változó elektromos, mágneses és elektromágneses tereknek való expozíció lehetséges rákkeltő hatásait

([1]) HL C 43., 2012.2.15., 47. o.
([2]) Az Európai Parlament 2013. június 11-i állásfoglalása (a Hivatalos Lapban még nem tették közzé) és a Tanács 2013. június 20-i határozata.
([3]) HL L 159., 2004.4.30., 1. o.
([4]) HL L 114., 2008.4.26., 88. o.
([5]) HL L 110., 2012.4.24., 1. o.

is –, amelyek esetében az ok-okozati összefüggésre jelenleg nincs meggyőző tudományos bizonyíték. Ezen irányelv célja az elektromágneses terek által előidézett valamennyi összes ismert és közvetlen biofizikai hatás és közvetett hatás kezelése, nemcsak az egyes munkavállalók egyéni egészségvédelmét és biztonságát biztosítandó, hanem azt is, hogy az Unióban valamennyi munkavállaló legalább egy minimális alapvédelemben részesüljön, és ezáltal a verseny esetleges torzulásai is csökkenjenek.

(7) Ez az irányelv nem foglalkozik az elektromágneses tereknek való expozícióból eredő, feltételezett hosszú távú hatásokkal, mivel az ok-okozati összefüggésekre jelenleg nincs tudományosan megalapozott bizonyíték. Amennyiben azonban ilyen tudományosan megalapozott bizonyíték merül fel, a Bizottságnak fel kell mérnie, hogy e hatások kezelésére melyik a legmegfelelőbb mód, és arról az ezen irányelv gyakorlati végrehajtásáról szóló jelentése útján folyamatosan tájékoztatnia kell az Európai Parlamentet és a Tanácsot. Ennek során a Bizottságnak a tagállamok által szolgáltatott szükséges információk mellett figyelembe kell vennie a rendelkezésre álló legújabb kutatási eredményeket és az e területre vonatkozó adatokból eredő új tudományos ismereteket is.

(8) Meg kell határozni bizonyos minimumkövetelményeket, ilyen módon lehetővé téve a tagállamok számára a munkavállalók védelmére vonatkozó kedvezőbb rendelkezések fenntartását vagy bevezetését, azaz például az elektromágneses terekre vonatkozó beavatkozási szintek vagy expozíciós határértékek esetében az alacsonyabb értékek elfogadását. Ezen irányelv végrehajtása azonban nem használható fel a tagállamokban már fennálló helyzethez képest történő visszalépés céljára.

(9) Az elektromágneses terek elleni védelem rendszerének a szükségtelen részletek mellőzésével az elérendő célok, a betartandó elvek és az alkalmazandó alapvető értékek meghatározására kell korlátozódnia, annak érdekében, hogy a tagállamok egységesen alkalmazhassák a minimumkövetelményeket.

(10) Az elektromágneses tereknek kitett munkavállalók védelme érdekében hatékony és eredményes kockázatértékelést kell végezni. Ennek a kötelezettségnek azonban arányosnak kell lennie a munkahelyen tapasztalható helyzettel. Ezért célszerű olyan védelmi rendszert kialakítani, amely a kockázatokat egyszerű, fokozatos és közérthető módon osztályozza. Következésképpen, ha gyakorlati útmutatókban a munkáltatók rendelkezésére állnak bizonyos mutatók és standard helyzetek, az hasznos segítséget nyújthat számukra kötelezettségeik teljesítésében.

(11) Az emberi testre gyakorolt nem kívánt hatások a testet érő elektromágneses tér vagy sugárzás frekvenciájától függnek. Ezért az expozíciókorlátozási rendszereknek ahhoz, hogy megfelelő védelmet tudjanak biztosítani az elektromágneses tereknek kitett munkavállalók számára, igazodniuk kell az expozíciós képekhez és a frekvenciához.

(12) Az elektromágneses tereknek való expozíció szintje hatékonyabban csökkenthető, ha már a munkaállomásokat is a megelőző intézkedések figyelembevételével tervezik meg, és olyan munkaeszközöket, eljárásokat, illetve módszereket választanak, amelyek által elsődlegesen a forrásnál csökkenthető a kockázat. A munkaeszközökre és -módszerekre vonatkozó rendelkezések tehát hozzájárulnak az érintett munkavállalók védelméhez. Ugyanakkor el kell kerülni a vizsgálatok többszöri elvégzését, ha a munkaeszközök megfelelnek a termékekre vonatkozó olyan releváns uniós jogszabályok követelményeinek, amelyek az ezen irányelvben meghatározott biztonsági szintnél szigorúbb biztonsági szinteket állapítanak meg. Ennek következtében számos esetben lehetőség nyílik egyszerűsített vizsgálat elvégzésére.

(13) A munkáltatóknak a műszaki fejlődés és a tudományos ismeretek figyelembevételével az elektromágneses tereknek való expozícióból eredő kockázatokra vonatkozóan módosításokat kell végrehajtaniuk a munkavállalók egészségvédelmének és biztonságának javítása érdekében.

(14) Mivel ez az irányelv egyedi irányelv a munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének javítását ösztönző intézkedések bevezetéséről szóló, 1989. június 12-i 89/391/EGK tanácsi irányelv ([1]) 16. cikkének (1) bekezdése értelmében, a 89/391/EGK irányelv alkalmazandó a munkavállalók elektromágneses tereknek való expozíciójára, az ebben az irányelvben foglalt szigorúbb, illetve különös rendelkezések sérelme nélkül.

(15) Az ezen irányelvben megállapított fizikai mennyiségek, expozíciós határértékek és beavatkozási szintek a nem ionizáló sugárzás elleni védelemmel foglalkozó nemzetközi bizottság (ICNIRP) ajánlásain alapulnak, és ezen irányelv eltérő rendelkezése hiányában azokat az ICNIRP elvei szerint kell figyelembe venni.

(16) Ezen irányelv napra készen tartásának érdekében a Bizottságnak felhatalmazást kell kapnia arra, hogy az Európai Unió működéséről szóló szerződés 290. cikkének megfelelően jogi aktusokat fogadjon el a mellékletek kizárólag technikai jellegű módosítására vonatkozóan, a műszaki harmonizációról és szabványosításról szóló rendeletek és irányelvek elfogadása, a műszaki fejlődés, a legmegfelelőbb szabványok vagy előírások változtatásai és az elektromágneses terekből eredő veszélyekre vonatkozó új tudományos megállapítások eredményeképpen, valamint a beavatkozási szintek kiigazítása céljából. Különösen fontos, hogy a Bizottság az előkészítő munka során megfelelő konzultációkat folytasson, többek között szakértői szinten is. A felhatalmazáson alapuló jogi aktus elkészítésekor és szövegezésekor a Bizottságnak gondoskodnia kell a vonatkozó dokumentumoknak az Európai Parlament és a Tanács részére történő egyidejű, időben történő és megfelelő továbbításáról.

([1]) HL L 183., 1989.6.29., 1. o.

(17) Ha szükségessé válik a mellékletek kizárólag technikai jellegű módosítása, a Bizottságnak szorosan együtt kell működnie a 2003. július 22-i tanácsi határozattal [1] létrehozott munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi tanácsadó bizottsággal.

(18) Kivételes esetekben, amelyekben ezt rendkívül sürgető okok, például a munkavállalók elektromágneses tereknek való expozíciójából fakadó esetleges közvetlen egészségügyi és biztonsági kockázatok szükségessé teszik, sürgősségi eljárás alkalmazását kell lehetővé tenni a Bizottság által elfogadott, felhatalmazáson alapuló jogi aktusok esetében.

(19) A tagállamoknak és a Bizottságnak a magyarázó dokumentumokról szóló, 2011. szeptember 28-i együttes politikai nyilatkozatával [2] összhangban a tagállamok vállalták, hogy az átültető intézkedéseikről szóló értesítéshez indokolt esetben mellékelnek egy vagy több olyan dokumentumot, amely megmagyarázza az irányelv elemei és az azt átültető nemzeti jogi eszközök megfelelő részei közötti kapcsolatot. Ezen irányelv tekintetében a jogalkotó úgy ítéli meg, hogy indokolt ilyen dokumentumok átadása.

(20) Az expozíciós határértékekből és a beavatkozási szintekből álló rendszert – amikor csak lehetséges – az elektromágneses tereknek való expozícióból esetlegesen fakadó káros egészségügyi hatások és biztonsági kockázatok elleni magas szintű védelem biztosítására szolgáló eszköznek kell tekinteni. Ez a rendszer azonban ellentétes lehet egyes tevékenységek különleges körülményeivel, mint például a mágneses rezonancián alapuló technológia használatával az egészségügyi ágazatban. Ezért ezeket a különleges körülményeket figyelembe kell venni.

(21) A fegyveres erők egyedi sajátosságaira való tekintettel, valamint annak lehetővé tétele érdekében, hogy hatékonyan működhessenek és interoperábilisak legyenek, beleértve a közös nemzetközi katonai gyakorlatokat is, a tagállamok számára lehetővé kell tenni, hogy egyenértékű vagy célzottabb védelmi rendszereket vezessenek be – így például olyan nemzetközileg elfogadott szabványokat, mint a NATO-szabványok –, feltéve, hogy a káros egészségügyi hatások és a biztonsági kockázatok megelőzése biztosítva van.

(22) A munkáltatók számára elő kell írni, hogy biztosítsák az elektromágneses terekből eredő munkahelyi kockázatok megszüntetését vagy lehető legkisebbre csökkentését. Mindazonáltal bizonyos egyedi esetekben, amikor a körülmények alapján ez kellően indokolt, az ezen irányelvben meghatározott expozíciós határértékek – kizárólag ideiglenes jelleggel – túlléphetők. A munkáltatóknak ilyen esetben meg kell tennie a szükséges intézkedéseket az előírt expozíciós határértéknek való megfelelés lehető legrövidebb időn belüli visszaállítása érdekében.

(23) Az elektromágneses tereknek való expozícióból eredő káros egészségügyi hatások és biztonsági kockázatok tekintetében magas szintű védelmet biztosító rendszer kellően figyelembe kell, hogy vegye a különösen nagy kockázatnak kitett munkavállalói csoportokat, és nem zavarhatja vagy befolyásolhatja az orvostechnikai eszközök, úgymint a fémprotézisek, szívritmus-szabályozók és defibrillátorok, a cochleáris és egyéb implantátumok, valamint az egyéb, testen viselt orvostechnikai eszközök működését. A különösen a szívritmus-szabályozókkal kapcsolatos interferenciaproblémák a beavatkozási szintek alatt is bekövetkezhetnek, ezért ezekre megfelelő óv- és védintézkedések kell, hogy vonatkozzanak,

ELFOGADTA EZT AZ IRÁNYELVET:

I. FEJEZET

## ÁLTALÁNOS RENDELKEZÉSEK

*1. cikk*

### Tárgy és hatály

(1) Ez az irányelv, amely a 89/391/EGK irányelv 16. cikkének (1) bekezdése értelmében a 20. egyedi irányelv, meghatározza a munkájuk során az elektromágneses tereknek való tényleges vagy vélhető expozícióból keletkező, a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető kockázatokkal szembeni védelemre vonatkozó minimumkövetelményeket.

(2) Ez az irányelv az elektromágneses terek által előidézett összes ismert közvetlen biofizikai hatásra és közvetett hatásra vonatkozik.

(3) Az ezen irányelvben megállapított expozíciós határértékek kizárólag a rövid távú közvetlen biofizikai hatások és az elektromágneses tereknek való expozíció közötti, tudományosan megalapozott összefüggésekre vonatkoznak.

(4) Ez az irányelv a feltételezett hosszú távú hatásokra nem vonatkozik.

A Bizottság folyamatosan figyelemmel kíséri a legújabb tudományos fejleményeket. Amennyiben a feltételezett hosszú távú hatásokra vonatkozóan tudományosan megalapozott bizonyíték merül fel, felméri, hogy melyik a megfelelő szakpolitikai válasz, adott esetben ideértve az e hatásokra vonatkozó jogalkotási javaslat benyújtását is. A Bizottság a 15. cikkben említett jelentése útján folyamatosan tájékoztatja az Európai Parlamentet és a Tanácsot.

(5) Ez az irányelv nem vonatkozik a feszültség alatt levő vezetők megérintéséből eredő kockázatokra.

(6) Az ezen irányelvben szereplő szigorúbb vagy különös szabályok sérelme nélkül a 89/391/EGK irányelv továbbra is teljes mértékben alkalmazandó az (1) bekezdésben említett egész területre.

*2. cikk*

### Fogalommeghatározások

Ezen irányelv alkalmazásában:

a) „elektromágneses terek”: statikus elektromos, statikus mágneses és időben változó elektromos, mágneses és elektromágneses terek, 300 GHz frekvenciáig;

[1] HL C 218., 2003.9.13., 1. o.
[2] HL C 369., 2011.12.17., 14. o.

b) „közvetlen biofizikai hatások”: az emberi szervezetben közvetlenül az elektromágneses térben való jelenlét által kiváltott hatások, ideértve a következőket:

i. termikus hatások, így például a szövetek felmelegedése az elektromágneses terekből a szövetek által felvett energia révén;

ii. nem termikus hatások, így például az izmok, az idegek vagy az érzékszervek stimulációja. Ezek a hatások káros következményekkel járhatnak az elektromágneses tereknek kitett munkavállalók szellemi és testi egészségére. Az érzékszervek stimulációja ezenfelül olyan átmeneti jellegű tüneteket is okozhat, mint például a szédülés vagy szemkáprázás. Ezek a hatások átmeneti kellemetlenséget okozhatnak, illetve érinthetik a kognitív képességeket vagy más agyi vagy izomfunkciókat is, és ezáltal érinthetik a munkavállaló biztonságos munkavégzési képességét, vagyis biztonsági kockázatok; valamint

iii. végtagáramok;

c) „közvetett hatások”: valamely tárgynak az elektromágneses térben való jelenléte által kiváltott hatások, amelyek biztonsági vagy egészségügyi veszélyt okozhatnak, úgymint:

i. interferencia elektronikus orvostechnikai berendezésekkel és eszközökkel, beleértve a szívritmus-szabályozót és egyéb implantátumokat, illetve a testen viselt orvostechnikai eszközöket is;

ii. statikus mágneses térben lévő ferromágneses tárgyak kilövődéséből adódó sérülésveszély;

iii. elektromos robbanószerkezetek (detonátorok) kioldása;

iv. tüzek és robbanások, amelyeket a gyúlékony anyagok indukciós terek, érintési áram vagy elektromos kisülés okozta szikra miatti meggyulladása eredményez; továbbá

v. érintési áramok;

d) „expozíciós határértékek”: biofizikai **és** biológiai szempontok – különösen a tudományosan megalapozott rövid távú és akut közvetlen hatások, úgymint a termikus hatások és a szövetek elektromos stimulációja – alapján meghatározott értékek;

e) „egészségügyi expozíciós határértékek”: azok az expozíciós határértékek, amelyek felett a munkavállalókat káros egészségügyi hatások – például termikus hatások vagy az idegek és az izomszövetek stimulációja – érhetik;

f) „érzékelési expozíciós határértékek”: azok az expozíciós határértékek, amelyek felett a munkavállalók átmeneti érzékelési zavarokat és az agyi funkciókban kisebb változásokat tapasztalhatnak;

g) „beavatkozási szintek”: megállapított operatív szintek, amelyek alkalmazásával egyszerűbben bizonyítható az adott expozíciós határértékek betartása, illetve amelyek alapján adott esetben meghozhatók az ebben az irányelvben előírt védelmi vagy megelőző intézkedések.

A II. mellékletben a beavatkozási szintek tekintetében használt terminológia a következő:

i. elektromos terek esetében az „alsó beavatkozási szint” és a „felső beavatkozási szint” az ebben az irányelvben előírt konkrét védelmi vagy megelőző intézkedésekre vonatkozik; továbbá

ii. mágneses terek esetében az „alsó beavatkozási szint” az érzékelési expozíciós határértékekre vonatkozik, a „felső beavatkozási szint” pedig az egészségügyi expozíciós határértékekre.

*3. cikk*

**Expozíciós határértékek és beavatkozási szintek**

(1) Az elektromágneses tereknek való expozícióval kapcsolatos fizikai mennyiségeket az I. melléklet tartalmazza. Az egészségügyi expozíciós határértékeket, az érzékelési expozíciós határértékeket és a beavatkozási szinteket a II. és a III. melléklet tartalmazza.

(2) A tagállamok előírják a munkáltató számára annak biztosítását, hogy a munkavállalók elektromágneses tereknek való expozíciója a nem termikus hatások esetében a II. mellékletben, termikus hatások esetében pedig a III. mellékletben foglalt egészségügyi expozíciós határértékeken és érzékelési expozíciós határértékeken belül maradjon. Az egészségügyi expozíciós határértékek és az érzékelési expozíciós határértékek betartását a 4. cikkben említett megfelelő expozícióértékelő eljárások alkalmazásával biztosítják. Amennyiben a munkavállalók elektromágneses tereknek való expozíciója meghaladná az expozíciós határértékeket, a munkáltató az 5. cikk (8) bekezdésével összhangban haladéktalanul intézkedik.

(3) Ezen irányelv alkalmazásában, amennyiben bizonyított, hogy a II. és a III. mellékletben megállapított beavatkozási szinteket nem lépték túl, akkor a munkáltatót úgy tekintik, hogy az betartja az egészségügyi expozíciós határértékeket és az érzékelési expozíciós határértékeket. Amennyiben az expozíció meghaladná a beavatkozási szinteket, a munkáltató az 5. cikk (2) bekezdésével összhangban intézkedik, kivéve, ha a 4. cikk (1), (2) és (3) bekezdésével összhangban elvégzett értékelés kimutatja, hogy az expozíciós határértékeket nem lépték túl, és a biztonsági kockázatok kizárhatók.

Az első albekezdés sérelme nélkül az expozíció meghaladhatja a következőket:

a) elektromos terek esetében az alsó beavatkozási szintek (II. melléklet, B1. táblázat), amennyiben a gyakorlat vagy az eljárás indokolja, feltéve, hogy az érzékelési expozíciós határértékeket (II. melléklet, A3. táblázat) nem lépik túl; vagy

i. az egészségügyi expozíciós határértékeket (II. melléklet, A2. táblázat) nem lépik túl;

ii. a túlzott mértékű elektromos kisüléseket és érintési áramot (II. melléklet, B3. táblázat) az 5. cikk (6) bekezdésében megállapított konkrét védőintézkedésekkel megelőzik; továbbá

iii. a munkavállalóknak a 6. cikk f) pontjával összhangban tájékoztatást nyújtottak;

b) mágneses terek esetében az alsó beavatkozási szintek (II. melléklet, B2. táblázat), amennyiben a gyakorlat vagy az eljárás indokolja, műszak közben a fejen és a törzsön is, feltéve, hogy az érzékelési expozíciós határértékeket (II. melléklet, A3. táblázat) nem lépik túl; vagy

i. az érzékelési expozíciós határértékek túllépése csak átmeneti;

ii. az egészségügyi érzékelési határértékeket (II. melléklet, A2. táblázat) nem lépik túl;

iii. az 5. cikk (9) bekezdésével összhangban intézkedést hoznak, amennyiben az említett bekezdés a) pontja szerinti átmeneti jellegű tünetek jelentkeznek; továbbá

iv. a munkavállalóknak a 6. cikk f) pontjával összhangban tájékoztatást nyújtottak.

(4) A (2) és a (3) bekezdés ellenére az expozíció meghaladhatja az alábbiakat:

a) az érzékelési expozíciós határértékek (II. melléklet, A1. táblázat) műszak közben, amennyiben a gyakorlat vagy az eljárás indokolja, feltéve, hogy:

i. a túllépés csak átmeneti;

ii. az egészségügyi expozíciós határértékeket (II. melléklet, A1. táblázat) nem lépik túl;

iii. az 5. cikk (7) bekezdésével összhangban konkrét védőintézkedéseket fogadtak el;

iv. az 5. cikk (9) bekezdésével összhangban intézkedést hoznak, amennyiben az említett bekezdés b) pontja szerinti átmeneti jellegű tünetek jelentkeznek; továbbá

v. a munkavállalóknak a 6. cikk f) pontjával összhangban tájékoztatást nyújtottak;

b) az érzékelési expozíciós határértékek (II. melléklet A3. táblázat és III. melléklet A2. táblázat) műszak közben, amennyiben a gyakorlat vagy az eljárás indokolja, feltéve, hogy:

i. a túllépés csak átmeneti;

ii. az egészségügyi expozíciós határértékeket (II. melléklet, A1. táblázat és III. melléklet, A1. és A3. táblázat) nem lépik túl;

iii. az 5. cikk (9) bekezdésével összhangban intézkedést hoznak, amennyiben a azon bekezdés a) pontja szerinti átmeneti jellegű tünetek jelentkeznek; továbbá

iv. a munkavállalóknak a 6. cikk f) pontjával összhangban tájékoztatást nyújtottak.

II. FEJEZET

## A MUNKÁLTATÓK KÖTELEZETTSÉGEI

*4. cikk*

### A kockázatok értékelése és az expozíció meghatározása

(1) A 89/391/EGK irányelv 6. cikkének (3) bekezdésében és 9. cikkének (1) bekezdésében megállapított kötelezettségek teljesítése során a munkáltató értékeli az összes kockázatot, amelyet az elektromágneses terek jelentenek a munkavállalókra nézve a munkahelyen, és szükség esetén megméri vagy kiszámítja az elektromágneses tér erősségét, amelynek a munkavállalók ki vannak téve.

A 89/391/EGK irányelv 10. cikkének és ezen irányelv 6. cikkének sérelme nélkül az értékelést a vonatkozó uniós és nemzeti jogszabályokkal összhangban kérésre közzé lehet tenni. Amennyiben ezen értékelés során a munkavállalók személyes adatainak feldolgozására kerül sor, valamennyi közzétételnek meg kell felelnie különösen a személyes adatok kezelése vonatkozásában az egyének védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról szóló, 1995. október 24-i 95/46/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvnek [1], valamint az irányelvet végrehajtó tagállam nemzeti jogszabályainak. Az értékelés birtokában lévő közhatóságok megtagadhatják az értékeléshez való hozzáférésre vagy az annak közzétételére irányuló kérelmet, amennyiben a nyilvánosságra hozatal aláásná a munkáltató kereskedelmi érdekeinek védelmét, a szellemi tulajdonhoz fűződő érdekeket is ideértve, kivéve, ha a nyilvánosságra hozatalhoz nyomós közérdek fűződik. A munkáltató a vonatkozó uniós és nemzeti jogszabályokkal összhangban ugyanezen feltételekkel tagadhatja meg az értékelés nyilvánosságra hozatalát vagy közzétételét.

(2) Az e cikk (1) bekezdésében meghatározott felmérés keretében a munkáltató azonosítja és értékeli a munkahelyen létező elektromágneses tereket, figyelembe véve a 14. cikkben említett gyakorlati útmutatókat, és az érintett tagállam által megadott egyéb releváns tagállami előírásokat vagy iránymutatásokat, ideértve az expozíciós adatbázisokat is. A munkáltató e cikkben meghatározott kötelezettségei ellenére a munkáltatónak joga van figyelembe venni a gyártó vagy a forgalmazó által az alkalmazandó uniós jogszabályokkal összhangban a berendezésre vonatkozóan megjelölt kibocsátási szinteket és más megfelelő biztonsági adatokat – ha van ilyen –, ideértve a kockázatértékelést, amennyiben azok a munkahelyen vagy a berendezés üzembe helyezésének helyén a expozíció feltételeire alkalmazandók.

(3) Amennyiben az expozíciós határértékeknek való megfelelés az azonnal elérhető adatok alapján nem állapítható meg megbízhatóan, az expozíciót méréssel vagy számítással kell meghatározni. Ilyen esetekben az értékelés figyelembe veszi az idevágó bevált gyakorlat szerint meghatározott mérési vagy számítási bizonytalanságokat, mint például a számolási hibákat, forrásmodellezést, fantomgeometriát és a szövetek és anyagok elektromos tulajdonságait.

[1] HL L 281., 1995.11.23., 31. o.

(4) Az e cikk (1), (2) és (3) bekezdésében említett értékelést, mérést és számítást megfelelő időközönként az illetékes szolgálatok vagy személyek tervezik meg és végzik el, figyelembe véve az ezen irányelv alapján nyújtott iránymutatást, és különös tekintettel a 89/391/EGK irányelv 7. és 11. cikkének a szükséges szakértő szolgálatokról vagy személyekről és a munkavállalókkal való konzultációról és a munkavállalók bevonásáról szóló rendelkezéseire. Az expozíció mértékének értékelése, mérése vagy kiszámítása során összegyűjtött adatokat megfelelő, nyomon követhető formában megőrzik, hogy későbbi időpontban lehetőség legyen azok megtekintésére a nemzeti jognak és gyakorlatnak megfelelően.

(5) A 89/391/EGK irányelv 6. cikkének (3) bekezdése szerinti kockázatértékelés során a munkáltatónak kiemelt figyelmet kell fordítania a következőkre:

a) az ezen irányelv 3. cikkében, valamint II. és III. mellékletében említett egészségügyi expozíciós határértékek, érzékelési expozíciós határértékek és beavatkozási szintek;

b) az expozíció gyakorisága, mértéke, időtartama és típusa, beleértve a munkavállaló testén és a munkahely terében való eloszlását;

c) valamennyi közvetlen biofizikai hatás;

d) a különösen veszélyeztetett munkavállalók – különösen az aktív vagy passzív beültethető orvostechnikai eszközt, például szívritmus-szabályozót viselő, a testen viselt orvostechnikai eszközt, például inzulinpumpát viselő munkavállalók, valamint a várandós nők – egészségét és biztonságát érintő hatások;

e) valamennyi közvetett hatás;

f) az elektromágneses tereknek való expozíció szintjének csökkentésére kifejlesztett alternatív eszközök megléte;

g) az egészségi állapot 8. cikkben említett folyamatos ellenőrzése során kapott megfelelő információk;

h) a berendezés gyártójától származó információk;

i) egyéb lényeges egészségügyi és biztonsági információk;

j) több expozíciós forrás;

k) többfrekvenciás tereknek való egyidejű expozíció.

(6) A nyilvánosság számára nyitott munkahelyeken az expozíció vizsgálatát nem kell elvégezni, ha a nyilvánosság elektromágneses tereknek való expozíciójáról szóló rendelkezésekkel összhangban már sor került értékelésre, a munkavállalókra vonatkozóan betartják az azokban foglalt korlátozásokat, és ki van zárva az egészségügyi és biztonsági kockázat. Amennyiben olyan lakossági felhasználásra szánt berendezést használnak rendeltetésszerűen, amely megfelel az ezen irányelvben előírtaknál szigorúbb biztonsági szinteket megkövetelő, a termékre vonatkozó uniós szabályozásnak és más berendezést nem használnak, e feltételek teljesítettnek tekintendők.

(7) A 89/391/EGK irányelv 9. cikke (1) bekezdésének a) pontjával összhangban a munkáltató rendelkezik kockázatértékeléssel, és meghatározza, hogy milyen intézkedéseket kell tenni ennek az irányelvnek az 5. cikkével összhangban. A kockázatértékelés magában foglalhatja a munkáltató arra vonatkozó indoklását, hogy az elektromágneses terekkel kapcsolatos kockázat jellege és mértéke szerinte miért teszi szükségtelenné a további részletes kockázatértékelést. A kockázatértékelést rendszeresen naprakésszé kell tenni, különösen akkor, ha jelentős változások történtek, amelyek elavulttá teszik, vagy ha az egészségi állapot 8. cikkben említett folyamatos ellenőrzésének eredményei alapján a naprakésszé tétel szükségesnek bizonyul.

*5. cikk*

**A kockázat elkerülésére vagy csökkentésére szolgáló rendelkezések**

(1) A műszaki fejlődést, valamint az elektromágneses terek keletkezését a forrásuknál ellenőrző intézkedések rendelkezésre állását figyelembe véve a munkáltató meghozza azokat a szükséges intézkedéseket, amelyekkel biztosítható az elektromágneses terekből eredő munkahelyi kockázatok kiküszöbölése vagy a lehető legkisebbre csökkentése.

Az elektromágneses tereknek való expozícióból eredő kockázatok csökkentése a 89/391/EGK irányelv 6. cikkének (2) bekezdésében meghatározott általános megelőzési elveken alapul.

(2) A 4. cikkben említett kockázatértékelés alapján, ha a 3. cikkben, valamint a II. és a III. mellékletben említett releváns beavatkozási szinteket túllépik – kivéve, ha a 4. cikk (1), (2) és (3) bekezdésével összhangban elvégzett értékelések azt mutatják, hogy a vonatkozó expozíciós határértékeket nem lépték túl és a biztonsági kockázatok kizárhatók –, a munkáltató, különösen az alábbiak figyelembevételével, műszaki és/vagy szervezési intézkedésekből álló cselekvési tervet készít és hajt végre, amelynek célja, hogy az expozíció ne lépje túl az egészségügyi expozíciós és az érzékelési expozíciós határértéket:

a) elektromágneses tereknek való kisebb expozícióval járó más munkamódszerek;

b) az elvégzendő munkától függően kisebb intenzitású elektromágneses teret kibocsátó berendezések választása;

c) műszaki intézkedések az elektromágneses terek kibocsátásának csökkentésére, beleértve megfelelő esetben elzáró, árnyékoló vagy hasonló egészségvédelmi mechanizmusok alkalmazását;

d) megfelelő elhatárolási és hozzáférési intézkedések, például jelzések, feliratok, jelölések a padlón, korlát a belépés korlátozása vagy ellenőrzése érdekében;

e) elektromos tereknek való expozíció esetén az elektromos kisülések és érintési áramok műszaki eszközökkel és a munkavállalók képzésével történő kezelésére szolgáló intézkedések és eljárások;

f) a munkaeszközökre, munkahelyre és munkaállomás-rendszerekre vonatkozó megfelelő karbantartási programok;

g) munkahelyek és munkaállomások tervezése és kialakítása;

h) az expozíció időtartamának és intenzitásának korlátozása; továbbá

i) megfelelő egyéni védőeszközök rendelkezésre állása.

(3) A 4. cikkben említett kockázatértékelés alapján a munkáltató műszaki és/vagy szervezési intézkedéseket tartalmazó cselekvési tervet készít és hajt végre, amelynek célja, hogy megelőzze a különösen veszélyeztetett munkavállalókat érintő, valamint a 4. cikkben említett közvetett hatásokból eredő kockázatokat.

(4) Az ezen irányelv 6. cikkében meghatározott tájékoztatáson kívül a munkáltató a 89/391/EGK irányelv 15. cikke értelmében az ebben a cikkben említett intézkedéseket hozzáigazítja a különösen veszélyeztetett munkavállalók igényeihez és adott esetben az egyedi kockázatértékelésekhez, különösen azon munkavállalók esetében, akik bejelentették, hogy aktív vagy passzív beültethető orvostechnikai eszközt, például szívritmusszabályozót vagy a testen viselt orvostechnikai eszközt, például inzulinpumpát viselnek, illetve azon várandós nők esetében, akik munkáltatójukat már tájékoztatták állapotukról.

(5) A 4. cikkben említett kockázatértékelés alapján, a II. és a III. melléklettel, valamint a munkahelyi biztonsági, illetve egészségvédelmi jelzésekre vonatkozó minimumkövetelményekről szóló, 1992. június 24-i 92/58/EGK tanácsi irányelvvel (kilencedik egyedi irányelv a 89/391/EGK irányelv 16. cikke (1) bekezdésének értelmében) [1] összhangban megfelelő jelzésekkel látják el azokat a munkahelyeket, ahol a munkavállalók valószínűleg a beavatkozási szinteket meghaladó mértékű elektromágneses tereknek vannak kitéve. A kérdéses területeket megjelölik, a belépést pedig korlátozzák. Amennyiben az e területekre való belépés egyéb okok miatt megfelelően korlátozott, és a munkavállalókat tájékoztatják az elektromágneses terek által okozott kockázatokról, nincs szükség a kifejezetten az elektromágneses terekkel kapcsolatos jelzésekre és belépési korlátozásokra.

(6) Amennyiben a 3. cikk (3) bekezdésének a) pontja alkalmazandó, különleges védőintézkedéseket tesznek, mint például a munkavállalóknak a 6. cikk szerinti képzése, technikai eszközök és személyes védőeszközök alkalmazása, mint például a munkatárgyak földelése, a munkavállalóknak a munkatárgyakkal való összekötése (potenciálkiegyenlítő összekötés), továbbá szükség szerint és a munkavállalók által a munkahelyen használt egyéni védőeszközök egészségvédelmi és biztonsági minimumkövetelményeiről szóló, 1989. november 30-i 89/656/EGK tanácsi irányelv (harmadik egyedi irányelv a 89/391/EGK irányelv 16. cikk (1) bekezdése értelmében) [2] 4. cikke (1) bekezdésének a) pontjával összhangban szigetelő cipő, kesztyű és védőruházat viselése.

(7) Amennyiben a 3. cikk (4) bekezdésének a) pontja alkalmazandó, különleges védőintézkedéseket tesznek, például ellenőrzik a mozgást.

(8) A munkavállalók nem tehetők ki az egészségügyi expozíciós vagy az érzékelési expozíciós határértéket meghaladó hatásoknak, kivéve, ha a 10. cikk (1) bekezdésének a) vagy c) pontjában, vagy a 3. cikk (3) vagy (4) bekezdésében meghatározott feltételek teljesülnek. Amennyiben az expozíció a hozott intézkedések ellenére meghaladja az egészségügyi és az érzékelési expozíciós határértéket, a munkáltató haladéktalanul megteszi a szükséges intézkedéseket annak érdekében, hogy az expozíciót az expozíciós határérték alá csökkentse. A munkáltató megállapítja és rögzíti az egészségügyi és az érzékelési expozíciós határértékek túllépésének az okait, és ennek megfelelően kiigazítja a védő- és megelőző intézkedéseket az újbóli túllépés elkerülése céljából. A módosított védő- és megelőző intézkedéseket megfelelő, nyomon követhető formában őrzik meg, hogy a későbbiekben lehetőség legyen azok megtekintésére a nemzeti jognak és gyakorlatnak megfelelően.

(9) Amennyiben a 3. cikk (3) és (4) bekezdése alkalmazandó és amennyiben a munkavállaló átmeneti jellegű tünetek előfordulását jelenti, a munkáltató szükség esetén aktualizálja a kockázatértékelést és a megelőző intézkedéseket. Az átmeneti jellegű tünetek körébe tartozhat:

a) az időben változó mágneses terek által előidézett érzékszervi hatások és a központi idegrendszer fejben található részének működésére gyakorolt hatások; továbbá

b) a statikus mágneses terek előidézte hatások, például szédülés vagy hányinger.

*6. cikk*

**A munkavállalók tájékoztatása és oktatása**

A 89/391/EGK irányelv 10. és 12. cikkének sérelme nélkül a munkáltató gondoskodik arról, hogy az elektromágneses terek kockázatainak a munkavégzés során nagy valószínűséggel kitett munkavállalók és/vagy képviselőik az ezen irányelv 4. cikkében említett kockázatértékelés eredményére vonatkozó szükséges tájékoztatásban és oktatásban részesüljenek, különösen a következőket érintően:

a) az ezen irányelv alkalmazásában hozott intézkedések;

b) az expozíciós határértékek és a beavatkozási szintek értéke és fogalma, a hozzájuk kapcsolódó lehetséges kockázatok és a meghozott megelőző intézkedések;

c) az expozíció lehetséges közvetett hatásai;

d) az elektromágneses tereknek való expozíció ezen irányelv 4. cikkével összhangban elvégzett értékelésének, mérésének vagy számításának eredményei;

e) az expozícióból eredő egészségkárosító hatások felismerésének és jelentésének módja;

f) a központi vagy a perifériás idegrendszerre gyakorolt hatásokhoz kapcsolódó, átmeneti jellegű tünetek és érzetek kialakulásának lehetősége;

[1] HL L 245., 1992.8.26., 23. o.
[2] HL L 393., 1989.12.30., 18. o.

g) azok a feltételek, amelyek mellett a munkavállalók egészségi állapotukat ellenőriztethetik;

h) az expozícióból eredő kockázatokat a lehető legkisebbre csökkentő biztonságos munkamódszerek;

i) az ezen irányelv 4. cikke (5) bekezdésének d) pontjában és 5. cikkének (3) és (4) bekezdésében említett különösen veszélyeztetett munkavállalók.

*7. cikk*

**Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele**

A munkavállalókkal, illetve képviselőikkel folytatott konzultációra, valamint a munkavállalók, illetve képviselőik részvételére a 89/391/EGK irányelv 11. cikkének megfelelően kerül sor.

III. FEJEZET

**VEGYES RENDELKEZÉSEK**

*8. cikk*

**Az egészségi állapot ellenőrzése**

(1) A 89/391/EGK irányelv 14. cikkével összhangban a munkavállalók egészségi állapotát megfelelően ellenőrzik azzal a céllal, hogy megelőzzék és időben diagnosztizálják az elektromágneses tereknek való expozíció káros egészségügyi hatásait. Az egészségügyi nyilvántartásokról és azok elérhetőségéről a nemzeti joggal és/vagy gyakorlattal összhangban rendelkeznek.

(2) Az egészségi állapot ellenőrzésének eredményeit a nemzeti joggal és gyakorlattal összhangban, a titoktartási követelmények figyelembevételével megfelelő formában megőrzik, hogy későbbi időpontban lehetőség legyen azok megtekintésére. Az egyes munkavállalók kérelemre betekinthetnek saját egészségügyi dokumentációjukba.

Amennyiben valamely munkavállaló nem kívánt vagy nem várt egészségügyi hatásról számol be, illetve minden olyan esetben, amikor az expozíciós határértéket meghaladó expozíció nyer megállapítást, a munkáltató a nemzeti joggal és gyakorlattal összhangban biztosítja, hogy az érintett munkavállaló megfelelő orvosi vizsgálatban részesüljön vagy egészségi állapotát folyamatosan ellenőrizzék.

E vizsgálat vagy ellenőrzés a munkavállaló által választott időpontban történik, az abból eredő költségek pedig nem a munkavállalót terhelik.

*9. cikk*

**Szankciók**

A tagállamok megfelelő szankciókat írnak elő az ezen irányelv alapján elfogadott nemzeti jogszabályok megsértésének esetére. Ezeknek a szankcióknak hatékonyaknak, arányosaknak és visszatartó erejűeknek kell lenniük.

*10. cikk*

**Eltérések**

(1) A 3. cikktől eltérve és az 5. cikk (1) bekezdésének sérelme nélkül az alábbiak alkalmazandók:

a) az expozíció szintje meghaladhatja az expozíciós határértékek szintjét, ha az expozíció az egészségügyi ágazatban a páciensek vizsgálatára használt mágnesesrezonancia-képalkotó (MRI) berendezések üzembe helyezéséhez, teszteléséhez, használatához, fejlesztéséhez, karbantartásához vagy az azzal kapcsolatos kutatáshoz kötődik, amennyiben a következő feltételek mindegyike teljesül:

   i. a 4. cikkel összhangban elvégzett kockázatértékelés a határértékek túllépését állapította meg;

   ii. a rendelkezésre álló lehető legkorszerűbb műszaki és/vagy szervezeti intézkedések mindegyikét végrehajtották;

   iii. a körülmények kellően indokolják az expozíciós határérték túllépését;

   iv. figyelembe vették a munkahely, a munkaeszközök, illetve a munka gyakorlati vonatkozásainak jellemzőit; továbbá

   v. a munkáltató bizonyítja, hogy a munkavállalókat továbbra is védik a káros egészségügyi hatásokkal és biztonsági kockázatokkal szemben, többek között biztosítva, hogy betartják az orvostechnikai eszközökről szóló, 1993. június 14-i 93/42/EGK tanácsi irányelvnek [1] megfelelően a gyártó által a biztonságos használatra vonatkozóan megadott utasításokat;

b) a tagállamok engedélyezhetik az operatív katonai létesítményekben dolgozó vagy katonai tevékenységben – többek között közös nemzetközi katonai gyakorlatokban – részt vevő személyzet tekintetében egyenértékű vagy célzottabb védelmi rendszer alkalmazását, feltéve, hogy biztosítva van a káros egészségügyi hatások és a biztonsági kockázatok megelőzése;

c) a tagállamok az a) és b) pont hatálya alá nem tartozó meghatározott ágazatokban vagy meghatározott tevékenységek tekintetében, kellően indokolt esetekben, és kizárólag arra az időtartamra, amíg a kellő indokoltság fennáll, engedélyezhetik az expozíciós határértékek ideiglenes túllépését. E pont alkalmazásában „kellően indokolt eset” a következő feltételek teljesülése esetén áll fenn:

   i. a 4. cikkel összhangban elvégzett kockázatértékelés a határértékek túllépését állapította meg;

   ii. a rendelkezésre álló lehető legkorszerűbb műszaki és/vagy szervezeti intézkedések mindegyikét végrehajtották;

   iii. figyelembe vették a munkahely, a munkaeszközök, illetve a munka gyakorlati vonatkozásainak egyedi jellemzőit; továbbá

   iv. a munkáltató bizonyítja, hogy a munkavállalók továbbra is védve vannak a káros egészségügyi hatásokkal és biztonsági kockázatokkal szemben, többek között összevethető, célzottabb, nemzetközileg elismert szabványok és iránymutatások alkalmazásával.

[1] HL L 169., 1993.7.12., 1. o.

(2) A tagállamok a 15. cikkben említett jelentésben tájékoztatják a Bizottságot az (1) bekezdés b) és c) pontja szerinti bármely eltérésről, valamint annak indokairól.

*11. cikk*

**A mellékletek technikai módosítása**

(1) A Bizottság felhatalmazást kap arra, hogy a 12. cikknek megfelelően felhatalmazáson alapuló jogi aktust fogadjon el a mellékletek kizárólag technikai jellegű módosítására vonatkozóan a következők érdekében:

a) a munkaeszközök vagy munkahelyek tervezését, építését, gyártását vagy kivitelezését érintő műszaki harmonizálásról és szabványosításról szóló rendeletek és irányelvek elfogadásának figyelembevétele;

b) a műszaki fejlődés, a legrelevánsabb szabványokban vagy előírásokban bekövetkezett változások és az elektromágneses terekre vonatkozó új tudományos felfedezések figyelembevétele;

c) új tudományos bizonyítékok esetén a beavatkozási szintek kiigazítása, feltéve, hogy a munkáltatóra nézve továbbra is kötelezők a II. és III. mellékletben említett hatályos expozíciós határértékek.

(2) A Bizottság a 12. cikkel összhangban felhatalmazáson alapuló jogi aktust fogad el a statikus mágneses térben mozgó emberi test vagy az időben változó mágneses tér által indukált elektromos tereknek való expozíció 1 Hz-re történő korlátozásáról szóló ICNIRP-iránymutatásoknak a II. mellékletbe való beillesztése céljából, amint azok elérhetővé válnak.

(3) Amennyiben az (1) és (2) bekezdésben említett, kizárólag technikai jellegű módosításokat rendkívül sürgető okok teszik szükségessé, akkor a 13. cikkben meghatározott eljárást kell alkalmazni az e cikk értelmében elfogadott felhatalmazáson alapuló jogi aktusokra.

*12. cikk*

**A felhatalmazás gyakorlása**

(1) A Bizottság az e cikkben meghatározott feltételek mellett felhatalmazást kap felhatalmazáson alapuló jogi aktus elfogadására.

(2) A Bizottság a 11. cikkben említett, felhatalmazáson alapuló jogi aktus elfogadására vonatkozó felhatalmazása ötéves időtartamra szól, 2013. június 29-től kezdődő hatállyal. A Bizottság legkésőbb kilenc hónappal az ötéves időtartam vége előtt jelentést készít a felhatalmazásról. Amennyiben az Európai Parlament vagy a Tanács nem ellenzi a meghosszabbítást legkésőbb három hónappal az egyes időtartamok vége előtt, akkor a felhatalmazás hallgatólagosan meghosszabbodik a korábbival megegyező időtartamra.

(3) Az Európai Parlament vagy a Tanács bármikor visszavonhatja a 11. cikkben említett felhatalmazást. A visszavonásról szóló határozat megszünteti az abban megjelölt felhatalmazást. A határozat az *Európai Unió Hivatalos Lapjában* való kihirdetését követő napon, vagy a benne megjelölt későbbi időpontban lép hatályba. A határozat nem érinti a már hatályban lévő felhatalmazáson alapuló jogi aktusok érvényességét.

(4) A Bizottság a felhatalmazáson alapuló jogi aktus elfogadását követően haladéktalanul és egyidejűleg értesíti az Európai Parlamentet és a Tanácsot e jogi aktus elfogadásáról.

(5) A 11. cikk értelmében elfogadott, felhatalmazáson alapuló jogi aktus csak akkor lép hatályba, ha az Európai Parlamentnek és a Tanácsnak a jogi aktusról való értesítését követő két hónapon belül sem az Európai Parlament, sem a Tanács nem emelt ellene kifogást, illetve ha az említett időtartam lejártát megelőzően mind az Európai Parlament, mind a Tanács arról tájékoztatta a Bizottságot, hogy nem fog kifogást emelni. Ezen időtartam az Európai Parlament vagy a Tanács kezdeményezésére két hónappal meghosszabbodik.

*13. cikk*

**Sürgősségi eljárás**

(1) Az e cikk alapján elfogadott felhatalmazáson alapuló jogi aktus haladéktalanul hatályba lép és alkalmazandó, amennyiben nem emelnek ellene kifogást a (2) bekezdésnek megfelelően. Az Európai Parlament és a Tanács felhatalmazáson alapuló jogi aktusról való értesítése tartalmazza a munkavállalók egészségével és védelmével összefüggő sürgősségi eljárás alkalmazásának indokait.

(2) Az Európai Parlament vagy a Tanács a 12. cikk (5) bekezdésében említett eljárásnak megfelelően kifogást emelhet a felhatalmazáson alapuló jogi aktus ellen. Ebben az esetben a Bizottság az Európai Parlament vagy a Tanács kifogásáról szóló határozatról való értesítést követően haladéktalanul hatályon kívül helyezi a felhatalmazáson alapuló jogi aktust.

IV. FEJEZET

**ZÁRÓ RENDELKEZÉSEK**

*14. cikk*

**Gyakorlati útmutató**

A Bizottság ezen irányelv végrehajtásának megkönnyítése érdekében legkésőbb 2016. július 1-je előtt hat hónappal kötelező erővel nem bíró gyakorlati útmutatókat tesz közzé. Ezek különösen az alábbi kérdésekre vonatkoznak:

a) az expozíció meghatározása a megfelelő európai és nemzetközi szabványok figyelembevételével, ideértve a következőket:

   — az expozíciós határérték értékelésére alkalmazott számítási módszerek,

   — külső elektromos és mágneses terek térbeli átlagolása,

   — iránymutatás a mérési és számítási bizonytalanság kezeléséhez;

b) iránymutatás a megfelelés bizonyítására vonatkozóan a meghatározott helyzetekben fellépő, nem egyenletes expozíció egyes típusai tekintetében, a dozimetria bevett módszere alapján;

c) „a súlyozott csúcs módszerének” ismertetése a kisfrekvenciás terek, illetve „a többfrekvenciás terek összegződése” módszer ismertetése a nagyfrekvenciás terek vonatkozásában;

d) a kockázatértékelés lefolytatása, és – minden lehetséges esetben – egyszerűsített technikák ismertetése, figyelembe véve különösen a kkv-k igényeit;

e) a kockázat elkerülését vagy csökkentését célzó intézkedések, így többek között az expozíciós szint és a munkahelyi sajátosságok függvényében kidolgozott konkrét megelőző intézkedések;

f) dokumentált munkamódszerek, valamint konkrét tájékoztatási és képzési intézkedések kidolgozása a 10. cikk (1) bekezdése a) pontjának hatálya alá tartozó, MRI-hez kapcsolódó tevékenységek során elektromágneses tereknek kitett munkavállalók vonatkozásában;

g) az expozíció értékelése a 100 kHz és 10 MHz közötti tartományban, ahol mind termikus, mind nem termikus hatásokkal számolni kell;

h) iránymutatás a munkáltató által a 8. cikk (2) bekezdésével összhangban biztosítandó orvosi vizsgálat/és az egészségügyi állapot ellenőrzése tekintetében.

A Bizottság a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi tanácsadó bizottsággal szoros együttműködésben tevékenykedik. Az Európai Parlamentet rendszeresen tájékoztatják.

*15. cikk*

**Felülvizsgálat és jelentéstétel**

Az 1. cikk (4) bekezdésének figyelembevételével az ezen irányelv rendelkezéseinek gyakorlati végrehajtásáról szóló jelentést a 89/391/EGK irányelv 17a. cikkével összhangban készítik el.

*16. cikk*

**Átültetés a nemzeti jogba**

(1) A tagállamok hatályba léptetik azokat a törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezéseket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy ennek az irányelvnek 2016. július 1-jéig megfeleljenek.

Amikor a tagállamok elfogadják e rendelkezéseket, azokban hivatkozni kell erre az irányelvre, vagy azokhoz hivatalos kihirdetésük alkalmával ilyen hivatkozást kell fűzni. A hivatkozás módját a tagállamok határozzák meg.

(2) A tagállamok közlik a Bizottsággal nemzeti joguk azon főbb rendelkezéseit, amelyeket az ezen irányelv által szabályozott területen fogadnak el.

*17. cikk*

**Hatályon kívül helyezés**

(1) A 2004/40/EK irányelv 2013. június 29-től hatályát veszti.

(2) A hatályon kívül helyezett irányelvre történő hivatkozásokat erre az irányelvre történő hivatkozásként kell értelmezni a IV. mellékletben szereplő megfelelési táblázattal összhangban.

*18. cikk*

**Hatálybalépés**

Ez az irányelv az *Európai Unió Hivatalos Lapjában* való kihirdetésének napján lép hatályba.

*19. cikk*

**Címzettek**

Ennek az irányelvnek a tagállamok a címzettjei.

Kelt Brüsszelben, 2013. június 26-án.

| *az Európai Parlament részéről* | *a Tanács részéről* |
|---|---|
| *az elnök* | *az elnök* |
| M. SCHULZ | A. SHATTER |

*I. MELLÉKLET*

## AZ ELEKTROMÁGNESES TEREKNEK VALÓ EXPOZÍCIÓVAL KAPCSOLATOS FIZIKAI MENNYISÉGEK

A következő fizikai mennyiségek szolgálnak az elektromágneses tereknek való expozíció leírására:

Az elektromos térerősség (E) az a vektormennyiség, amely az egy töltött részecskére ható erőnek felel meg, függetlenül annak térbeli mozgásától. Mértékegysége a volt per méter ($Vm^{-1}$). Különbséget kell tenni a környezeti elektromos tér, valamint a szervezetben a környezeti elektromos térnek való expozíció eredményeként jelenlévő (in situ) elektromos tér között.

A végtagáram ($I_L$) egy 10 és 110 MHz közötti frekvenciatartományú elektromágneses térnek kitett személynek az elektromágneses térben jelen lévő tárggyal való érintkezése következtében, vagy az elektromágneses térnek kitett testben indukált kapacitív áram következtében a személy végtagjaiban keletkező áram. Mértékegysége az amper (A).

Az érintési áram ($I_C$) az az áram, amely egy személy és egy elektromágneses térben jelenlévő tárgy érintkezésekor jelenik meg. Mértékegysége az amper (A). Állandósult érintési áram abban az esetben keletkezik, ha egy személy folyamatos fizikai kapcsolatban van egy elektromágneses térben lévő tárggyal. E kapcsolat létesítése során elektromos kisülés keletkezhet a tranziens áram hatására.

Az elektromos töltés (Q) az elektromos kisülés mennyiségének jelzésére szolgáló fogalom, amelynek mértékegysége a coulomb (C).

A mágneses térerősség (H) olyan vektormennyiség, amellyel a mágneses tér – a mágneses indukcióval együttesen – a tér bármely pontján meghatározható. Mértékegysége az amper per méter ($Am^{-1}$).

A mágneses indukció (B) olyan vektormennyiség, amely a mozgó töltésekre ható erőként fejezhető ki; mértékegysége a tesla (T). Szabad térben és biológiai anyagokban a mágneses indukció és a mágneses térerősség a $H = 1\ Am^{-1}$ egyenlőségének a $B = 4\pi\ 10^{-7}$ T mágneses indukcióra (kb. 1,25 μT) való alkalmazásával átváltható.

A teljesítménysűrűség (S) nagyon magas frekvenciáknál alkalmazott mennyiség, ahol a testbe történő behatolás mélysége nem nagy. Egyenlő a felületre merőlegesen beeső sugárzott teljesítménynek és a felület területének a hányadosával. Mértékegysége a watt per négyzetméter ($W/m^{-2}$).

A fajlagos energiaelnyelés (SA) a biológiai szövet egységnyi tömege által elnyelt energia joule per kilogrammban ($J/kg^{-1}$) kifejezve. Ebben az irányelvben az impulzusos mikrohullámú sugárzás hatásaira vonatkozó korlátok megállapítására szolgál.

A fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) a teljes testre vagy a test bármely részére átlagosan számolva a testszövet egységnyi tömege által elnyelt energia mennyisége watt per kilogrammban ($W/kg^{-1}$) kifejezve. A teljes testre vonatkozó SAR széles körben elfogadott mennyiség, amellyel a káros hőhatások és a rádiófrekvenciának (RF) való expozíció közötti kapcsolatot állapítják meg. A teljes testre vonatkozó átlagos SAR mellett a helyi SAR-értékek is szükségesek a különleges expozíciós feltételek következtében a test kis részeiben keletkező többlet-energiakoncentráció értékelésére és korlátozására. Példa e feltételekre: ha valamely személy az alsó MHz-tartományba eső rádiófrekvenciának van kitéve (pl.: dielektrikus fűtőberendezések esetében), illetve antenna közvetlen terében tartózkodik.

A mennyiségek közül a mágneses indukciót (B), az érintési áramot ($I_C$), a végtagáramot ($I_L$), az elektromos térerősséget (E) és a mágneses térerősséget (H), valamint a teljesítménysűrűséget (S) közvetlenül is lehet mérni.

*II. MELLÉKLET*

## NEM TERMIKUS HATÁSOK

## EXPOZÍCIÓS HATÁRÉRTÉKEK ÉS BEAVATKOZÁSI SZINTEK A 0 Hz ÉS 10 MHz KÖZÖTTI FREKVENCIATARTOMÁNYBAN

A. EXPOZÍCIÓS HATÁRÉRTÉKEK

A statikus mágneses térre megadott alábbi, 1 Hz alatti expozíciós határértékek (A1. táblázat) azt a határt jelzik, amely alatt a test szövetei nincsenek hatással a mágneses térre.

Az 1 Hz és 10 MHz közötti frekvenciatartományra vonatkozó expozíciós határértékek (A2. táblázat) azok a határértékek, amelyek az időben változó elektromos és mágneses tereknek való expozíció következtében a szervezetben indukált elektromos terekre vonatkoznak.

A külső mágneses indukcióra vonatkozó expozíciós határértékek 0–tól 1 Hz-ig

Az érzékelési határérték a normál munkakörülményekre vonatkozó határérték (A1. táblázat), amely a szédüléshez és egyéb olyan fiziológiai hatásokhoz kapcsolódik, amelyek az emberi egyensúlyszervnek a főként a statikus mágneses térben való mozgásból fakadó zavaraival kapcsolatosak.

Az ellenőrzött munkakörülményekre vonatkozó egészségügyi határérték (A1. táblázat) ideiglenes jelleggel akkor alkalmazandó a műszak folyamán, amikor ezt a gyakorlat vagy az eljárás indokolttá teszi, feltéve, hogy elfogadták a megfelelő megelőző intézkedéseket, például a mozgás ellenőrzésére és a munkavállalók tájékoztatására vonatkozóan.

*A1. táblázat*

**A külső mágneses indukcióra ($B_0$) vonatkozó expozíciós határértékek 0-tól 1 Hz-ig**

| | Érzékelési határértékek |
|---|---|
| Normál munkakörülmények | 2 T |
| Lokális végtag-expozíció | 8 T |
| | Egészségügyi határértékek |
| Ellenőrzött munkakörülmények | 8 T |

Egészségügyi határértékek a belső elektromos térerősségre vonatkozóan, 1 Hz-től 10 MHz-ig

Az egészségügyi határértékek (A2. táblázat) a perifériás és a központi idegrendszer összes szövete – így többek között a fej – elektromos stimulációjával kapcsolatosak.

*A2. táblázat*

**Egészségügyi határértékek a belső elektromos térerősségre vonatkozóan, 1 Hz-től 10 MHz-ig**

| Frekvenciatartomány | Egészségügyi határértékek |
|---|---|
| 1 Hz ≤ f < 3 kHz | 1,1 $V/m^{-1}$ (csúcsérték) |
| 3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz | $3,8 \times 10^{-4}$ f $V/m^{-1}$ (csúcsérték) |

A2-1. megjegyzés: f a frekvencia hertzben (Hz) kifejezett értéke.

A2-2. megjegyzés: a belső elektromos terekre vonatkozó egészségügyi határértékek a kitett személy egész testében jelentkező térbeli csúcsértékek.

A2-3. megjegyzés: az expozíciós határértékek időbeli csúcsértékeket képviselnek, amelyek szinuszos terek esetében az effektív (RMS) értékek és a 2 négyzetgyökének szorzatával egyenlők. A nem szinuszos terek esetében a 4. cikkel összhangban elvégzett expozícióértékelésnek a súlyozott csúcs módszerén (szűrés az időtartományban) kell alapulnia, amelynek ismertetését a 14. cikkben említett gyakorlati útmutató tartalmazza, de egyéb, tudományosan bizonyított és validált expozícióértékelési eljárások is alkalmazhatók, feltéve, hogy megközelítőleg egyenértékű és összehasonlítható eredményekhez vezetnek.

Érzékelési határértékek a belső elektromos térerősségre vonatkozóan, 1 Hz-től 400 Hz-ig

Az érzékelési határértékek (A3. táblázat) az elektromos tér által a központi idegrendszer fejben található részére gyakorolt hatásokhoz kapcsolódnak, ilyenek pl.: a retinán szemkáprázás érzékelése, ill. kisebb átmeneti jellegű változások egyes agyi funkciókban.

*A3. táblázat*

**Érzékelési határértékek a belső elektromos térerősségre vonatkozóan, 1 Hz-től 400 Hz-ig**

| Frekvenciatartomány | Érzékelési határértékek |
|---|---|
| 1 Hz ≤ f < 10 Hz | 0,7/f $V/m^{-1}$ (csúcsérték) |
| 10 Hz ≤ f < 25 Hz | 0,07/f $V/m^{-1}$ (csúcsérték) |
| 25 Hz ≤ f ≤ 400 Hz | 0,0028/f $V/m^{-1}$ (csúcsérték) |

A3-1. megjegyzés: f a frekvencia hertzben (Hz) kifejezett értéke.

A3-2. megjegyzés: a belső elektromos terekre vonatkozó érzékelési határértékek a kitett személy fejében jelentkező térbeli csúcsértékek.

A3-3. megjegyzés: az expozíciós határértékek időbeli csúcsértékeket képviselnek, amelyek szinuszos terek esetében az effektív értékek és a 2 négyzetgyökének szorzatával egyenlők. A nem szinuszos terek esetében a 4. cikkel összhangban elvégzett expozícióértékelésnek a súlyozott csúcs módszerén (szűrés az időtartományban) kell alapulnia, amelynek ismertetését a 14. cikkben említett gyakorlati útmutató tartalmazza, de egyéb, tudományosan bizonyított és validált expozícióértékelési eljárások is alkalmazhatók, feltéve, hogy megközelítőleg egyenértékű és összehasonlítható eredményekhez vezetnek.

B. BEAVATKOZÁSI SZINTEK (AL)

Az alábbi fizikai mennyiségek és értékek a beavatkozási szintek meghatározására szolgálnak; ezek nagyságát úgy állapították meg, hogy egy egyszerűsített értékeléssel biztosítva legyen a vonatkozó expozíciós határértékeknek való megfelelés, illetve elérésükkor életbe kell léptetni az 5. cikkben előírt védelmi vagy megelőző intézkedéseket:

— az időben változó elektromos terek E térerősségére vonatkozó alsó AL(E) és felső AL(E) értékek, a B1. táblázatban foglaltak szerint,

— az időben változó mágneses terek B mágneses indukciójára vonatkozó alsó AL(B) és felső AL(B) értékek, a B2. táblázatban foglaltak szerint,

— az érintési áramra vonatkozó AL($I_C$), a B3. táblázatban foglaltak szerint,

— a statikus mágneses terek mágneses indukciójára vonatkozó AL($B_0$) a B4. táblázatban foglaltak szerint.

A beavatkozási szintek a munkahelyekre vonatkozóan a munkavállalók távollétében kiszámított vagy mért elektromos- és mágnesestér-értékeknek felelnek meg.

Az elektromos tereknek való expozícióra vonatkozó beavatkozási szintek

A külső elektromos térre vonatkozó alsó AL-értékek (B1. táblázat) a belső elektromos térnek az expozíciós határértékek (A2. és A3. táblázat) alatti szintre való korlátozásán, valamint az elektromos kisülések munkakörnyezetben való előfordulásának korlátozásán alapulnak.

A felső AL-értékek alatt a belső elektromos tér nem haladja meg az expozíciós határértékeket (A2. és A3. táblázat), így elkerülhető a kellemetlen elektromos kisülések előfordulása, feltéve, hogy az 5. cikk (6) bekezdésében említett védőintézkedések megvalósulnak.

*B1. táblázat*

**Az 1 Hz és 10 MHz közötti elektromos tereknek való expozícióra vonatkozó beavatkozási szintek**

| Frekvenciatartomány | Elektromos térerősség Alsó AL(E) [$V/m^{-1}$] (effektív érték) | Elektromos térerősség Felső AL(E) [$V/m^{-1}$] (effektív érték) |
|---|---|---|
| 1 ≤ f < 25 Hz | $2,0 \times 10^4$ | $2,0 \times 10^4$ |
| 25 ≤ f < 50 Hz | $5,0 \times 10^5/f$ | $2,0 \times 10^4$ |
| 50 Hz ≤ f < 1,64 kHz | $5,0 \times 10^5/f$ | $1,0 \times 10^6/f$ |

| Frekvenciatartomány | Elektromos térerősség Alsó AL(E) [$V/m^{-1}$] (effektív érték) | Elektromos térerősség Felső AL(E) [$V/m^{-1}$] (effektív érték) |
|---|---|---|
| $1{,}64 \leq f < 3$ kHz | $5{,}0 \times 10^5/f$ | $6{,}1 \times 10^2$ |
| 3 kHz $\leq f \leq$ 10 MHz | $1{,}7 \times 10^2$ | $6{,}1 \times 10^2$ |

B1-1. megjegyzés: f a frekvencia hertzben (Hz) kifejezett értéke.

B1-2. megjegyzés: az alsó AL(E) és felső AL(E) az elektromos térerősség effektív értékei, amelyek szinuszos tér esetében a csúcsértékek és √2 hányadosával egyenlők. A nem szinuszos terek esetében a 4. cikkel összhangban elvégzett expozícióértékelésnek a súlyozott csúcs módszerén (szűrés az időtartományban) kell alapulnia, amelynek ismertetését a 14. cikkben említett gyakorlati útmutató tartalmazza, de egyéb, tudományosan bizonyított és validált expozícióértékelési eljárások is alkalmazhatók, feltéve, hogy megközelítőleg egyenértékű és összehasonlítható eredményekhez vezetnek.

B1-3. megjegyzés: a beavatkozási szintek a munkavállaló fizikai pozícióján számított vagy mért maximális értékeket képviselik. Ez minden nem egyenletes expozíciós helyzetben konzervatív expozícióértékelést és az expozíciós határértékek automatikus teljesülését eredményezi. Az expozíciós határértékeknek való megfelelés nem egyenletes feltételek közötti, a 4. cikkel összhangban elvégzett értékelésének megkönnyítése érdekében a 14. cikkben említett gyakorlati útmutató elismert dozimetrián alapuló kritériumokat fog meghatározni a mérés tárgyát képező terek térbeli átlagolására vonatkozóan. A testtől néhány centiméteren belül lévő, erősen lokális forrás esetében az indukált elektromos teret dozimeterrel, eseti alapon kell meghatározni.

A mágneses tereknek való expozícióra vonatkozó beavatkozási szintek

Az alsó AL értékeket (B2. táblázat) 400 Hz alatti frekvenciák esetén az érzékelési határértékekből (A3. táblázat), 400 Hz feletti frekvenciák esetén pedig a belső elektromos térre vonatkozó egészségügyi határértékekből (A2. táblázat) kell származtatni.

A felső AL értékeket (B2. táblázat) a fej és a törzs perifériás és autonóm idegi szöveteinek elektromos stimulációjával összefüggő belső elektromos térre vonatkozó egészségügyi határértékekből (A2. táblázat) kell származtatni. A felső AL értékeknek való megfeleléssel biztosítható az egészségügyi határértékek túllépésének elkerülése, a retinán érzékelt szemkáprázáshoz és az agytevékenységekben fellépő kisebb átmeneti jellegű változásokhoz kapcsolódó hatások azonban lehetségesek, amennyiben a fej expozíciója meghaladja a legfeljebb 400 Hz frekvenciának való expozíciókra vonatkozó alsó AL értéket. Ilyen esetben az 5. cikk (6) bekezdését kell alkalmazni.

A végtagok expozíciójára vonatkozó AL értékeket a végtagok szöveteinek elektromos stimulációjához kapcsolódó belső elektromos térre vonatkozó egészségügyi határértékekből kell származtatni, annak figyelembevételével, hogy a mágneses tér nem annyira a végtagokhoz, mint inkább a test egészéhez kapcsolódik.

*B2. táblázat*

**Az 1 Hz és 10 MHz közötti mágneses tereknek való expozícióra vonatkozó beavatkozási szintek**

| Frekvenciatartomány | Mágneses indukció Alsó AL (B) [μT] (effektív érték) | Mágneses indukció Felső AL (B) [μT] (effektív érték) | A mágneses indukció lokális mágneses térnek kitett végtagokra vonatkozó AL-ja [μT] (effektív érték) |
|---|---|---|---|
| $1 \leq f < 8$ Hz | $2{,}0 \times 10^5/f^2$ | $3{,}0 \times 10^5/f$ | $9{,}0 \times 10^5/f$ |
| $8 \leq f < 25$ Hz | $2{,}5 \times 10^4/f$ | $3{,}0 \times 10^5/f$ | $9{,}0 \times 10^5/f$ |
| $25 \leq f < 300$ Hz | $1{,}0 \times 10^3$ | $3{,}0 \times 10^5/f$ | $9{,}0 \times 10^5/f$ |
| 300 Hz $\leq f <$ 3 kHz | $3{,}0 \times 10^5/f$ | $3{,}0 \times 10^5/f$ | $9{,}0 \times 10^5/f$ |
| 3 kHz $\leq f \leq$ 10 MHz | $1{,}0 \times 10^2$ | $1{,}0 \times 10^2$ | $3{,}0 \times 10^2$ |

B2-1. megjegyzés: f a frekvencia hertzben (Hz) kifejezett értéke.

B2-2. megjegyzés: az alsó AL és a felső AL az az effektív érték, amely szinuszos tér esetében a csúcsértékek és √2 hányadosával egyenlő. A nem szinuszos terek esetében a 4. cikkel összhangban elvégzett expozícióértékelésnek a súlyozott csúcs módszerén (szűrés az időtartományban) kell alapulnia, amelynek ismertetését a 14. cikkben említett gyakorlati útmutató tartalmazza, de egyéb, tudományosan bizonyított és validált expozícióértékelési eljárások is alkalmazhatók, feltéve, hogy megközelítőleg egyenértékű és összehasonlítható eredményekhez vezetnek.

B2-3. megjegyzés: a mágneses tereknek való expozícióra vonatkozó AL értékek a munkavállaló fizikai pozícióján vett maximumértékeket képviselik. Ez minden nem egyenletes expozíciós helyzetben konzervatív expozícióértékelést és az expozíciós határértékek automatikus teljesülését eredményezi. Az expozíciós határértékeknek való megfelelés nem egyenletes feltételek közötti, a 4. cikkel összhangban elvégzett értékelésének megkönnyítése érdekében a 14. cikkben említett gyakorlati útmutató elismert dozimetrián alapuló kritériumokat fog meghatározni a mérés tárgyát képező terek térbeli átlagolására vonatkozóan. A testtől néhány centiméteren belül lévő, erősen lokális forrás esetében az indukált elektromos teret doziméterrel, eseti alapon kell meghatározni.

*B3. táblázat*

**Az $I_C$ érintési áramra vonatkozó beavatkozási szintek**

| Frekvencia | AL($I_C$) állandósult érintési áramra [mA] (effektív érték) |
|---|---|
| 2,5 kHz-ig | 1,0 |
| 2,5 ≤ f < 100 kHz | 0,4 f |
| 100 kHz ≤ f ≤ 10 000 kHz | 40 |

B3-1. megjegyzés: f a frekvencia kilohertzben (kHz) kifejezett értéke.

Beavatkozási szintek a statikus mágneses terek mágneses indukciójára vonatkozóan

*B4. táblázat*

**Beavatkozási szintek a statikus mágneses terek mágneses indukciójára vonatkozóan**

| Veszélyek | AL($B_0$) |
|---|---|
| Aktív implantátumokkal, pl. szívritmus-szabályozók általi zavarás | 0,5 μT |
| Vonzási és kilövődési kockázat (> 100 mT) a magas térerőforrások szórt mezőjében | 3 μT |

*III. MELLÉKLET*

## TERMIKUS HATÁSOK

## EXPOZÍCIÓS HATÁRÉRTÉKEK ÉS BEAVATKOZÁSI SZINTEK A 100 KHz ÉS 300 GHz KÖZÖTTI FREKVENCIATARTOMÁNYBAN

A. EXPOZÍCIÓS HATÁRÉRTÉKEK

A 100 kHz és 6 GHz közötti frekvenciatartományra megadott egészségügyi határértékek (A1. táblázat) az elektromos és mágneses tereknek való expozícióból eredő energiának a testszövet egységnyi tömege által elnyelt mennyiségére vonatkozó határértékeket jelölik.

A 0,3 és 6 GHz közötti frekvenciatartományokra vonatkozó érzékelési határértékek (A2. táblázat) a mágneses tereknek való expozícióból eredő energiának a fej szöveteinek egy kis tömegű része által elnyelt mennyiségére vonatkozó határértékeket jelölik.

A 6 GHz feletti frekvenciákra vonatkozó egészségügyi határértékek (A3. táblázat) a test felületére ható elektromágneses hullám teljesítménysűrűségére vonatkozó határértékeket jelölik.

*A1. táblázat*

**Egészségügyi határértékek a 100 kHz és 6 GHz közötti elektromágneses tereknek való expozíció esetében**

| Egészségügyi határértékek | 6 perces időtartamra átlagolt SAR értékek |
|---|---|
| egésztest-átlagos SAR-ként kifejezett expozíciós határértékek a test egészében keletkező termikus stresszhez kapcsolódóan | 0,4 $W/kg^{-1}$ |
| helyi SAR-ként kifejezett expozíciós határértékek a fejben és a törzsben keletkező helyi termikus stresszhez kapcsolódóan | 10 $W/kg^{-1}$ |
| a végtagokra vonatkozó helyi SAR-ként kifejezett expozíciós határértékek a végtagokban keletkező helyi termikus stresszhez kapcsolódóan | 20 $W/kg^{-1}$ |

A1-1. megjegyzés: a helyi átlagos SAR értékeléséhez egy összefüggő testszövet 10 grammját kell figyelembe venni; az így kapott legnagyobb SAR-értéket kell alkalmazni az expozíció becslésére. E 10 g szövetnek nagyjából homogén elektromos tulajdonságú, összefüggő szövettömegnek kell lennie. Az összefüggő szövettömeg meghatározását illetően elismert, hogy az felhasználható a számítógépes dozimetriában, de nehézségeket okozhat a közvetlen fizikai mérésekben. E célra egyszerű geometriai forma – például kocka alakú szövettömeg – is használható.

Érzékelési határértékek a 0,3 GHz és 6 GHz közötti frekvenciatartományban

Ezek az érzékelési határértékek (A2. táblázat) a fej impulzusos mikrohullámú sugárzásnak való expozíciója által a hallásra gyakorolt hatások elkerülésére vonatkoznak.

*A2. táblázat*

**Érzékelési határértékek a 0,3 GHz és 6 GHz közötti elektromágneses tereknek való expozíció esetében**

| Frekvenciatartomány | Helyi fajlagos energiaelnyelés (SA) |
|---|---|
| $0,3 \leq f \leq 6$ GHz | 10 $mJ/kg^{-1}$ |

A2-1. megjegyzés: a helyi fajlagos energiaelnyelés számításakor átlagosan 10 grammnyi testszövetet kell figyelembe venni.

*A3. táblázat*

**Egészségügyi határértékek a 100 GHz és 6 GHz közötti elektromágneses tereknek való expozíció esetében**

| Frekvenciatartomány | A teljesítménysűrűségre vonatkozó egészségügyi határértékek |
|---|---|
| $6 \text{ GHz} \leq f \leq 300$ GHz | 50 $W/m^{-2}$ |

A3-1. megjegyzés: a teljesítménysűrűséget 20 $cm^2$-es expozíciós területre kell átlagolni. Az 1 $cm^2$-re átlagolt, térbeli teljesítménysűrűség maximuma nem lépheti túl az 50 $W/m^{-2}$ érték hússzorosát. A 6 és 10 GHz közötti teljesítménysűrűséget bármely hatperces időtartamra kell átlagolni. 10 GHz felett a teljesítménysűrűséget bármely $68/f^{1,05}$ perces időtartamra kell átlagolni (ahol f a frekvencia, GHz-ben kifejezve), a frekvencia növekedésével fokozatosan csökkenő behatolási mélységek kompenzálása érdekében.

B. BEAVATKOZÁSI SZINTEK (AL)

Az alábbi fizikai mennyiségek és értékek a beavatkozási szintek meghatározására szolgálnak; ezek nagyságát úgy állapították meg, hogy egy egyszerűsített értékeléssel biztosítva legyen a vonatkozó expozíciós határértékeknek való megfelelés, illetve elérésükkor életbe kell léptetni az 5. cikkben előírt védelmi vagy megelőző intézkedéseket:

— az időben változó elektromos terek E térerősségére vonatkozó AL(E) értékek, a B1. táblázatban foglaltak szerint,

— az időben változó mágneses terek B mágneses indukciójára vonatkozó AL(B) a B1. táblázatban foglaltak szerint,

— az elektromágneses hullámok teljesítménysűrűségére vonatkozó AL(S), a B1. táblázatban foglaltak szerint,

— az érintési áramra vonatkozó AL($I_C$), a B2. táblázatban foglaltak szerint,

— a végtagáramra vonatkozó AL($I_L$), a B2. táblázatban foglaltak szerint.

A beavatkozási szintek a munkahelyen a munkavállaló távollétében a terek vonatkozásában a test vagy testrész elhelyezkedése szerinti maximumértékként kiszámított vagy mért értékeknek felelnek meg.

Az elektromos és mágneses tereknek való expozícióra vonatkozó beavatkozási szintek

Az AL(E) és AL(B) értékeket a teljesítménysűrűségi értékek SAR értékéből (A1. és A3. táblázat) kell származtatni, a (külső) elektromos és mágneses térnek való expozíció által okozott belső termikus hatásokhoz kapcsolódó küszöbértékek alapján.

*B1. táblázat*

**Az elektromos és mágneses tereknek való expozícióra – a 100 kHz és 300 GHz közötti elektromágneses tereknek való expozícióra – vonatkozó beavatkozási szintek**

| Frekvenciatartomány | Elektromos térerősség AL(E) [$V/m^{-1}$] (effektív érték) | Mágneses indukció AL (B) [μT] (effektív érték) | Teljesítménysűrűség AL(S) [$W/m^{-2}$] |
|---|---|---|---|
| 100 kHz ≤ f < 1 MHz | $6,1 \times 10^2$ | $2,0 \times 10^6/f$ | — |
| 1 ≤ f < 10 MHz | $6,1 \times 10^8/f$ | $2,0 \times 10^6/f$ | — |
| 10 ≤ f < 400 MHz | 61 | 0,2 | — |
| 400 MHz ≤ f < 2 GHz | $3 \times 10^{-3}\ f^{½}$ | $1,0 \times 10^{-5}\ f^{½}$ | — |
| 2 ≤ f < 6 GHz | $1,4 \times 10^2$ | $4,5 \times 10^{-1}$ | — |
| 6 ≤ f≤ 300 GHz | $1,4 \times 10^2$ | $4,5 \times 10^{-1}$ | 50 |

B1-1. megjegyzés: f a frekvencia hertzben (Hz) kifejezett értéke.

B1-2. megjegyzés: az $[AL(E)]^2$ és az $[AL(B)]^2$ értékét hatperces időtartamra kell átlagolni. A rádiófrekvencia-impulzusok esetében a teljesítménysűrűségnek az impulzus időtartamára átlagolt csúcsértéke nem haladhatja meg a megfelelő AL(S) érték ezerszeresét. A többfrekvenciás terek esetében az elemzésnek összegzésen kell alapulnia, a 14. cikkben említett gyakorlati útmutatóban ismertetett módon.

B1-3. megjegyzés: az AL(E) és AL(B) értékek a munkavállaló fizikai pozíciójára számított vagy mért maximális értékeket képviselik. Ez minden nem egyenletes expozíciós helyzetben konzervatív expozícióértékelést és az expozíciós határértékek automatikus teljesülését eredményezi. Az expozíciós határértékeknek való megfelelés nem egyenletes feltételek közötti, a 4. cikkel összhangban elvégzett értékelésének megkönnyítése érdekében a 14. cikkben említett gyakorlati útmutató elismert dozimetrián alapuló kritériumokat fog meghatározni a mérés tárgyát képező terek térbeli átlagolására vonatkozóan. A testtől néhány centiméteren belül lévő, erősen lokális forrás esetében az expozíciós határértékeknek való megfelelést dozimeterrel, eseti alapon kell meghatározni.

B1-4. megjegyzés: a teljesítménysűrűséget 20 $cm^2$-es expozíciós területre kell átlagolni. Az 1 $cm^2$-re átlagolt, térbeli teljesítménysűrűség maximuma nem lépheti túl az 50 $W/m^{-2}$ érték hússzorosát. A 6 és 10 GHz közötti teljesítménysűrűséget bármely hatperces időtartamra kell átlagolni. 10 GHz felett a teljesítménysűrűséget bármely $68/f^{1,05}$ perces időtartamra kell átlagolni (ahol f a frekvencia, GHz-ben kifejezve), a frekvencia növekedésével fokozatosan csökkenő behatolási mélységek kompenzálása érdekében.

*B2. táblázat*

**Beavatkozási szintek az állandósult érintési áramokra és indukált végtagáramokra vonatkozóan**

| Frekvenciatartomány | Állandósult érintési áram, $AL(I_C)$ [mA] (effektív érték) | Indukált végtagáram bármely végtagban, $AL(I_L)$ [mA] (effektív érték) |
|---|---|---|
| 100 kHz ≤ f < 10 MHz | 40 | — |
| 10 MHz ≤ f ≤ 110 MHz | 40 | 100 |

B2-1. megjegyzés: az $[AL(I_L)]^2$ értékét hatperces időtartamra kell átlagolni.

*V. MELLÉKLET*

**Megfelelési táblázat**

| 2004/40/EK irányelv | Ez az irányelv |
|---|---|
| Az 1. cikk (1) bekezdése | Az 1. cikk (1) bekezdése |
| Az 1. cikk (2) bekezdése | Az 1. cikk (2) és (3) bekezdése |
| Az 1. cikk (3) bekezdése | Az 1. cikk (4) bekezdése |
| Az 1. cikk (4) bekezdése | Az 1. cikk (5) bekezdése |
| Az 1. cikk (5) bekezdése | Az 1. cikk (6) bekezdése |
| A 2. cikk a) pontja | A 2. cikk a) pontja |
| — | A 2. cikk b) pontja |
| — | A 2. cikk c) pontja |
| A 2. cikk b) pontja | A 2. cikk d), e) és f) pontja |
| A 2. cikk c) pontja | A 2. cikk g) pontja |
| A 3. cikk (1) bekezdése | A 3. cikk (1) bekezdése |
| A 3. cikk (2) bekezdése | A 3. cikk (1) bekezdése |
| — | A 3. cikk (2) bekezdése |
| A 3. cikk (3) bekezdése | A 3. cikk (2) és (3) bekezdése |
| — | A 3. cikk (4) bekezdése |
| A 4. cikk (1) bekezdése | A 4. cikk (1) bekezdése |
| A 4. cikk (2) bekezdése | A 4. cikk (2) és (3) bekezdése |
| A 4. cikk (3) bekezdése | A 4. cikk (3) bekezdése |
| A 4. cikk (4) bekezdése | A 4. cikk (4) bekezdése |
| A 4. cikk (5) bekezdésének a) pontja | A 4. cikk (5) bekezdésének b) pontja |
| A 4. cikk (5) bekezdésének b) pontja | A 4. cikk (5) bekezdésének a) pontja |
| — | A 4. cikk (5) bekezdésének c) pontja |
| A 4. cikk (5) bekezdésének c) pontja | A 4. cikk (5) bekezdésének d) pontja |
| A 4. cikk (5) bekezdésének d) pontja | A 4. cikk (5) bekezdésének e) pontja |
| A 4. cikk (5) bekezdése d) pontjának i. alpontja | — |
| A 4. cikk (5) bekezdése d) pontjának ii. alpontja | — |
| A 4. cikk (5) bekezdése da) pontjának iii. alpontja | — |

| 2004/40/EK irányelv | Ez az irányelv |
|---|---|
| A 4. cikk (5) bekezdése d) pontjának iv. alpontja | — |
| A 4. cikk (5) bekezdése e) pontja | A 4. cikk (5) bekezdése f) pontja |
| A 4. cikk (5) bekezdésének f) pontja | A 4. cikk (5) bekezdésének g) pontja |
| — | A 4. cikk (5) bekezdésének h) pontja |
| — | A 4. cikk (5) bekezdésének i) pontja |
| A 4. cikk (5) bekezdésének g) pontja | A 4. cikk (5) bekezdésének j) pontja |
| A 4. cikk (5) bekezdésének h) pontja | A 4. cikk (5) bekezdésének k) pontja |
| — | A 4. cikk (6) bekezdése |
| A 4. cikk (6) bekezdése | A 4. cikk (7) bekezdése |
| Az 5. cikk (1) bekezdése | Az 5. cikk (1) bekezdése |
| Az 5. cikk (2) bekezdése, bevezető szöveg | Az 5. cikk (2) bekezdése, bevezető szöveg |
| Az 5. cikk (2) bekezdésének a)–c) pontja | Az 5. cikk (2) bekezdésének a)–c) pontja |
| — | Az 5. cikk (2) bekezdésének d) pontja |
| — | Az 5. cikk (2) bekezdésének e) pontja |
| Az 5. cikk (2) bekezdésének d–g) pontja | Az 5. cikk (2) bekezdésének f–i) pontja |
| — | Az 5. cikk (4) bekezdése |
| Az 5. cikk (3) bekezdése | Az 5. cikk (5) bekezdése |
| — | Az 5. cikk (6) bekezdése |
| — | Az 5. cikk (7) bekezdése |
| Az 5. cikk (4) bekezdése | Az 5. cikk (8) bekezdése |
| — | Az 5. cikk (9) bekezdése |
| A 5. cikk (5) bekezdése | Az 5. cikk (3) bekezdése |
| 6. cikk, bevezető szöveg | 6. cikk, bevezető szöveg |
| A 6. cikk a) pontja | A 6. cikk a) pontja |
| A 6. cikk b) pontja | A 6. cikk b) pontja |
| — | A 6. cikk c) pontja |
| A 6. cikk c) pontja | A 6. cikk d) pontja |
| A 6. cikk d) pontja | A 6. cikk e) pontja |
| — | A 6. cikk f) pontja |

| 2004/40/EK irányelv | Ez az irányelv |
|---|---|
| A 6. cikk e) pontja | A 6. cikk g) pontja |
| A 6. cikk f) pontja | A 6. cikk h) pontja |
| — | A 6. cikk i) pontja |
| 7. cikk | 7. cikk |
| A 8. cikk (1) bekezdése | A 8. cikk (1) bekezdése |
| A 8. cikk (2) bekezdése | — |
| A 8. cikk (3) bekezdése | A 8. cikk (2) bekezdése |
| 9. cikk | 9. cikk |
| — | 10. cikk |
| A 10. cikk (1) bekezdése | A 11. cikk (1) bekezdésének c) pontja |
| A 10. cikk (2) bekezdésének a) pontja | A 11. cikk (1) bekezdésének a) pontja |
| A 10. cikk (2) bekezdésének b) pontja | A 11. cikk (1) bekezdésének b) pontja |
| A 11. cikk | — |
| — | 12. cikk |
| — | 13. cikk |
| — | 14. cikk |
| — | 15. cikk |
| A 13. cikk (1) bekezdése | A 16. cikk (1) bekezdése |
| A 13. cikk (2) bekezdése | A 16. cikk (2) bekezdése |
| — | 17. cikk |
| 14. cikk | 18. cikk |
| 15. cikk | 19. cikk |
| Melléklet | I. melléklet, II. melléklet és III. melléklet |
| — | IV. melléklet |

KE-04-15-140-HU-N

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 képviseleti szervek 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 védintézkedéseket. Az esettanulmányok valódi munkahelyi helyzetek alapján íródtak, és általános munkahelyekre vonatkoznak.

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

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

Kiadványaink letölthetők vagy ingyenesen feliratkozhat rájuk az alábbi elérhetőségen: http://ec.europa.eu/social/publications
Ha szeretne rendszeres híreket kapni a Foglalkoztatás, a Szociális Ügyek és a Társadalmi Befogadás Főigazgatóságától, iratkozzon fel ingyenes *Szociális Európa* elektronikus hírlevelünkre az alábbi elérhetőségen:
http://ec.europa.eu/social/e-newsletter
https://www.facebook.com/socialeurope
https://twitter.com/EU_Social

Kiadóhivatal

doi:10.2767/20246
ISBN 978-92-79-45865-1