

AZ ELEKTROMÁGNESES TEREK KOCCÁZATBECSLÉSÉNEK SZEMPONTJAI

SOLTÉSZ GÁBOR

Nemzeti Népegészségügyi Központ
Munkahigiénés és Foglalkozás-egészségügyi Főosztály
munkavédelmi referens
soltesz.gabor@nnk.gov.hu

Foglalkozás-egészségügyi Fórum
Budapest, 2019.05.08.

A TÁRGYKÖR AKTUALITÁSA

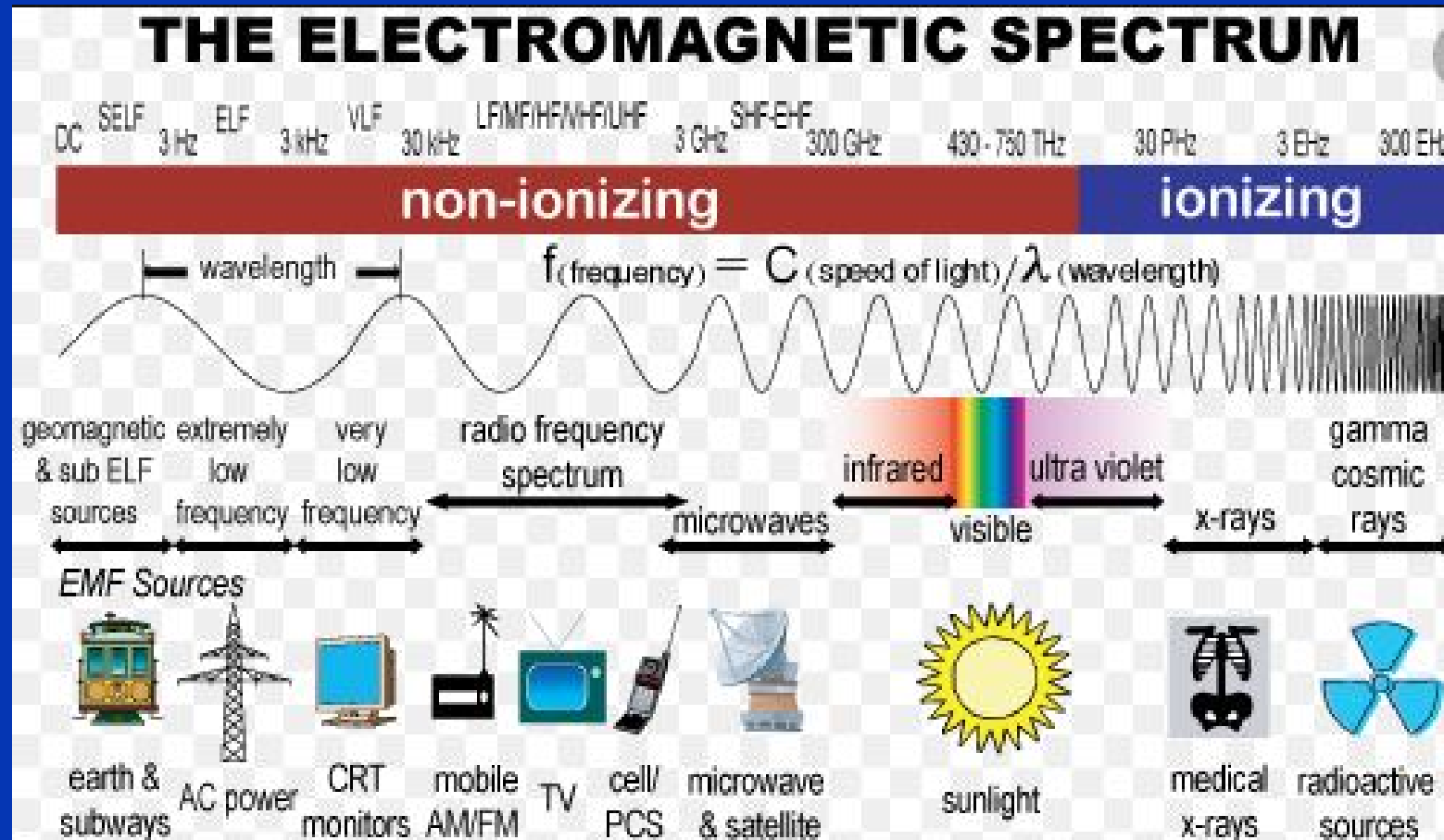
- A 2016.11.30-án **a fizikai tényezők (elektromágneses terek) hatásának kitett munkavállalókra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről szóló 33/2016. (XI. 29.) EMMI rendelet** kötelezettségeket ró a munkáltatókra, valamint határértéket állapít meg annak érdekében, hogy a munkavállalók az elektromágneses sugárzásból származó egészségkárosító hatásoktól védve legyenek.
- A jogszabály a 2013/35/EU Irányelvnek való megfelelést szolgálja, **ilyen tartalmú jogszabály korábban nem volt Magyarországon.**
- A rendeletben meghatározott kockázatértékelési előírások teljesítésére rendelkezésre álló (türelmi) idő **a hatálybalépéstől számított maximum 3 év.**
- Az EU irányelv, illetve a hazai rendelet előírásainak végrehajtását elősegítendő, az Európai Bizottság **„Elektromágneses terek” címmel gyakorlati útmutatót bocsátott ki.**
(+ Esettanulmányok, Útmutató kkv-k számára)
- A rendeletben meghatározott kockázatértékelés elkészítése **munkaegészségügyi szaktevékenység.**

A TÁRGYKÖR AKTUALITÁSA

- A megállapított határértékek kizárólag a **rövid távú közvetlen biofizikai hatások** és az elektromágneses tereknek való expozíció közötti összefüggésekre vonatkoznak.
- A rendeletet **nem kell alkalmazni** a feltételezett **hosszú távú hatásokra**, valamint a ***feszültség alatti vezetékek érintéséből eredő kockázatokra***.
- A szabályozás a ***veszélyeztetett***, illetve a ***különösen veszélyeztetett munkavállalók*** tekintetében **konkrét kötelezettségeket** határoz meg a munkáltatók számára (oktatás, jelzések, biztonsági zónák).
- A rendelet ***bejelentési kötelezettséget ír elő*** a 2-es és 3-as mellékletekben meghatározott beavatkozási szint 20%-át elérő, vagy meghaladó expozíciós szint esetén.
- A rendelet ***4-es mellékletében felsorolt tevékenységek*** vonatkozásában készített kockázatértékelést az illetékes kormányhivatalhoz köteles ***jóváhagyásra benyújtani***.
- Kapcsolódó szabályozás - ***63/2004. (VII. 6.) ESzCsM rendelet a 0 Hz-300GHz közötti frekvenciatartományú elektromos, mágneses és elektromágneses terek lakosságra vonatkozó egészségügyi határértékeiről***.

NEM IONIZÁLÓ SUGÁRZÁSOK SPEKTRUMA

Nem ionizáló sugárzásnak nevezzük a: $0 \text{ Hz} - 3 \times 10^{15} \text{ Hz}$ közötti frekvenciájú elektromos és mágneses tereket, elektromágneses sugárzásokat valamint az ultrahangot.



DOZIMETRIAI FOGALMAK

- Állandó (DC) elektromos és mágneses tér:
 - Villamos térerősség V/m
 - Mágneses térerősség A/m
 - **Mágneses indukció** Tesla (μT)
 - **Indukált áramsűrűség (testszövetben)** mA/m²

- 1 Hz – 10 Mhz között:
 - Villamos térerősség V/m
 - Mágneses térerősség A/m
 - **Áramsűrűség (testszövetben)** mA/m²
 - **Indukált villamos térerősség (testszövetben)** V/m

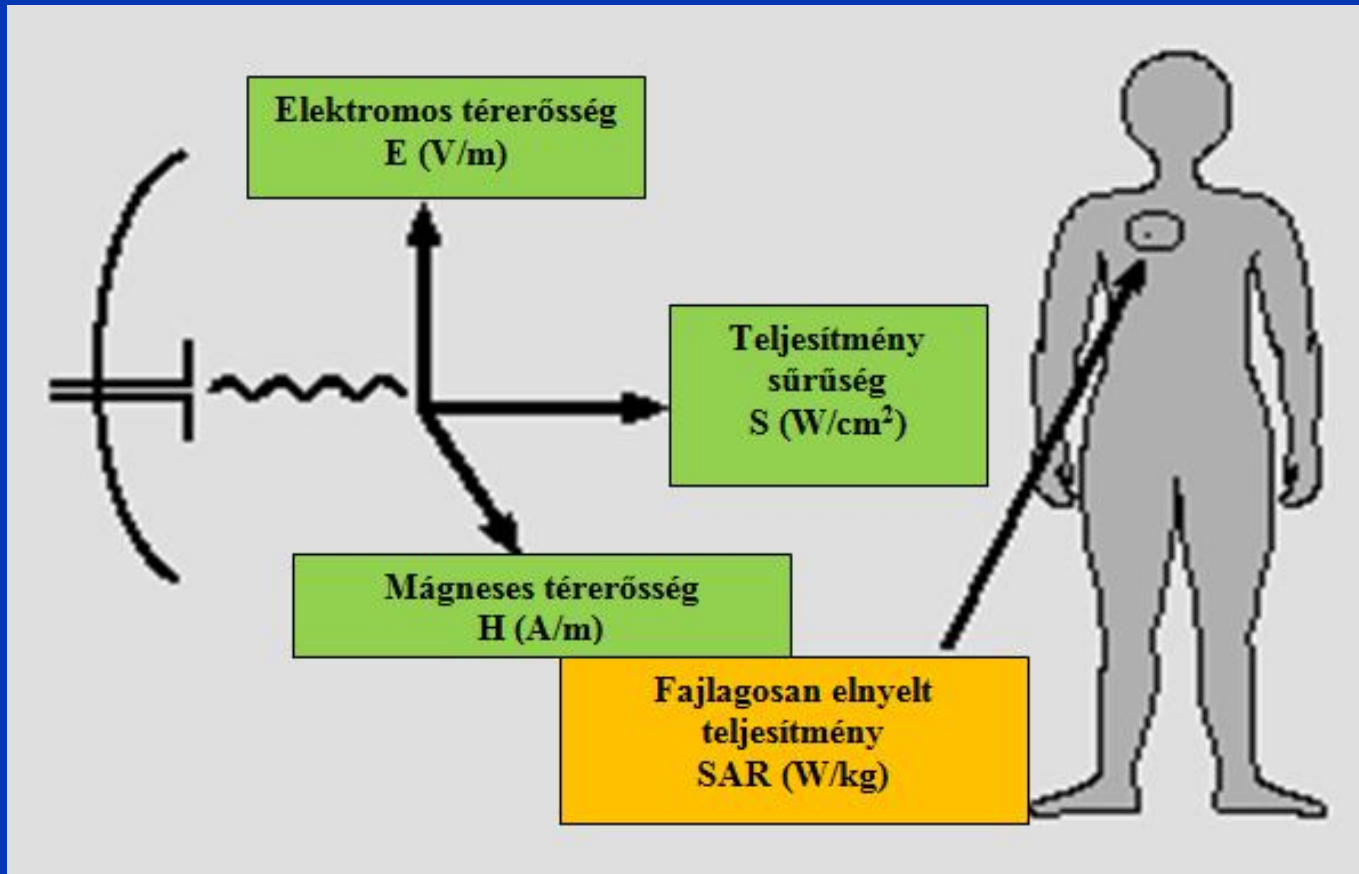
- 10 kHz – 10 GHz között:
 - **Villamos térerősség** V/m
 - Mágneses térerősség A/m
 - **Teljesítménysűrűség** W/m²
 - **Fajlagosan elnyelt teljesítmény (SAR)** W/kg
 - **Fajlagosan elnyelt impulzus energia (SA)** mJ/kg

- 10 GHz – 300 GHz:
 - **Teljesítménysűrűség** W/m²

ALAPFOGALMAK

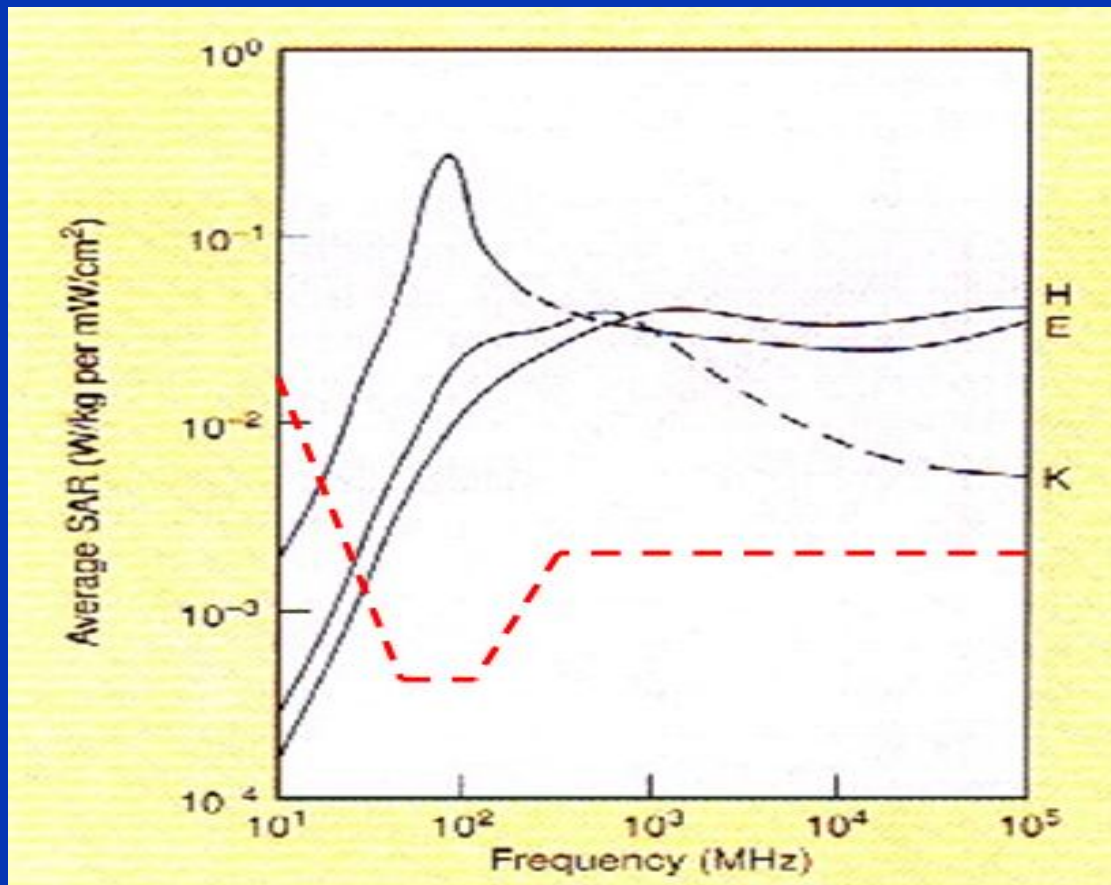
- **Beavatkozási szintek**: az expozíciós határértékek betartásának egyszerűbb ellenőrzését lehetővé tevő ***operatív szintek***;
- **Alsó beavatkozás szint**: elektromos terek esetében az előírt konkrét ***védelmi / megelőző intézkedések***, mágneses terek esetében az ***érzékelési határértékre*** vonatkozó beavatkozási szint;
- **Felső beavatkozási szint**: elektromos terek esetében az előírt konkrét ***védelmi / megelőző intézkedések***, mágneses terek esetében az ***egészségügyi határértékekre*** vonatkozó beavatkozási szint;
- **Expozíciós határérték**: a biofizikai és biológiai szempontok alapján meghatározott értékek.

RÁDIÓFREKVENCIÁS SUGÁRZÁS ELNYELŐDÉSE



Levegőben mérhető nagyfrekvenciás elektromágneses mértékegységek és az emberben (objektumokban) elnyelt teljesítmény (*Specific Absorption Rate, SAR*)
Legfőbb elnyelő közeg a biológiai szövetekben a víz!

VONATKOZTATÁSI HATÁRÉRTÉKEK ÉS BEAVATKOZÁSI SZINTEK FREKVENCIAFÜGGÉSE



A különböző frekvenciákon fajlagosan elnyelt teljesítmény szintekre megadott beavatkozási szintek.

(Teljes test átlagos számított SAR-értéke, három standard polarizáció esetén.

A bemeneti teljesítménysűrűség 1mW/cm². (Forrás: Durney és munkatársai [2])

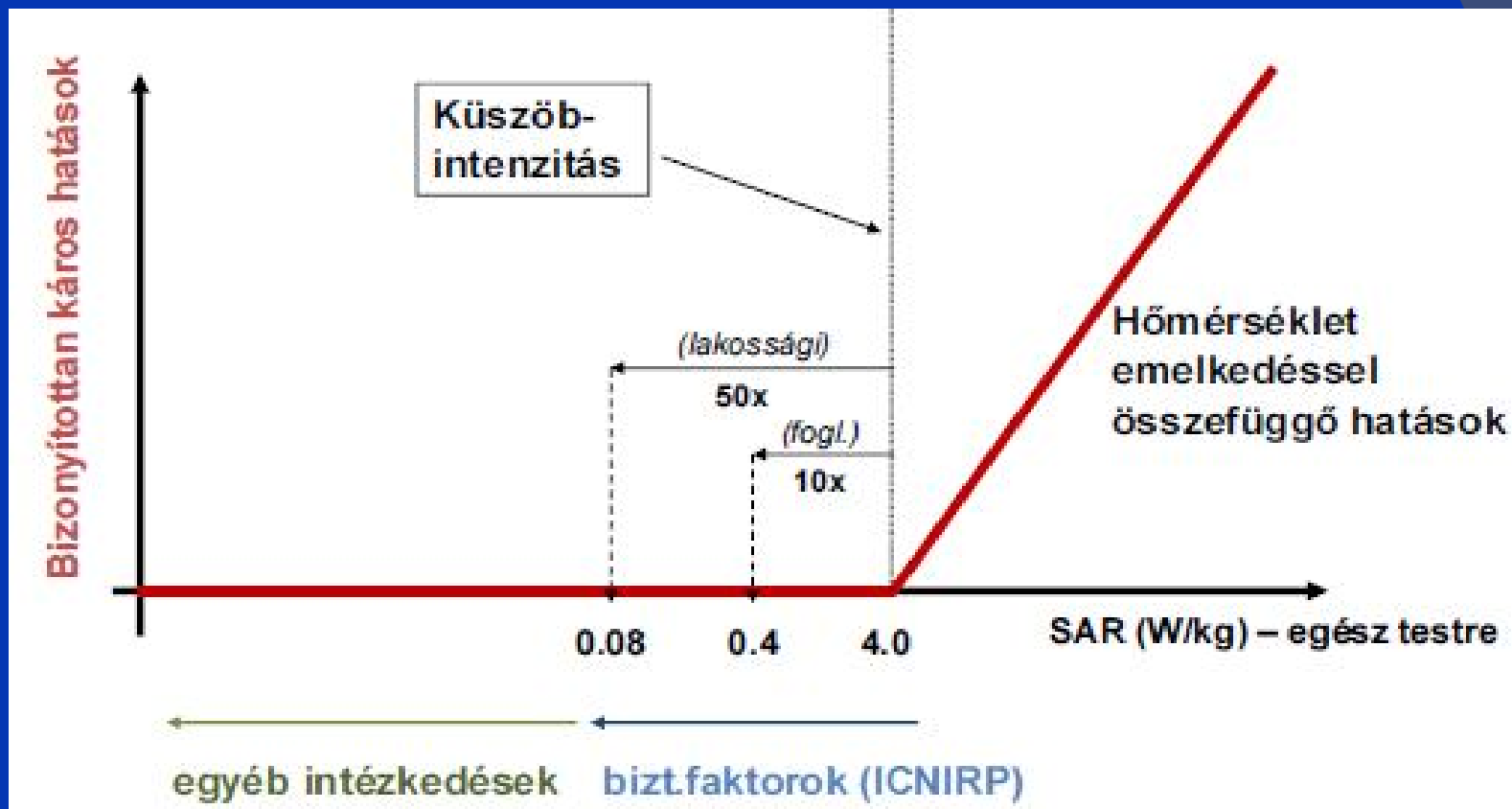
NEMZETKÖZI SZERVEZETEK AJÁNLÁSAI

- A különböző nemzetközi szervezetek (ICNIRP*, EU, ICES**) **közelítőleg azonos határértékeket** állapítanak meg;
- Az EU és a WHO **minden országnak** az ICNIRP ajánlás határértékeinek alkalmazását javasolja;
- Ezen nemzetközi ajánlások a **dózis-hatás összefüggés tekintetében küszöbértéken** alapulnak;
- **Csak az akut hatásokat** veszik figyelembe.

*ICNIRP (International Commission on Non-Ionising Radiation Protection, UN)

**ICES (International Committee on Electromagnetic Safety)

JELENLEG ELFOGADOTT RF DÓZIS-HATÁS ÖSSZEFÜGGÉS



A termikus egészségi (káros) hatásnak küszöbértéke van.

(Ábra: Dr. Thuróczy György Ph.D.: Nem ionizáló sugárzások fajtái, tulajdonságai és biológiai hatásai)

EMF HATÁSAI KÜLÖNBÖZŐ FREKVENCIATARTOMÁNYOKBAN

Az elektromágneses terek hatásai a különböző frekvenciatartományokban
(a frekvenciaközök nem méretarányosak)



EXPOZÍCIÓS HATÁRÉRTÉKEK ÉS BEAVATKOZÁSI SZINTEK

- Az **1 Hz és 6 GHz** közötti frekvenciák esetében az **expozíciós határértékeket a testen belüli** fizikai mennyiségek alapján határozzák meg.
- Az elektromágneses terekről szóló irányelv ezért **beavatkozási szinteket** is meghatároz, amelyeket a **jól mérhető**, vagy kiszámítható **levegőben mérhető** fizikai 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 határértékeknek**.

AZ EMF KÖZVETLEN EGÉSZSÉGI HATÁSAI

- A rendelet különbséget tesz az **érzékelési hatások**, illetve az **egészségi hatások** között, amelyeket súlyosabbnak ítél.
- Az elektromágneses terekről szóló irányelv csak a **jól ismert közvetlen hatásokat** veszi figyelembe, amelyek ismert mechanizmusokon alapulnak:
 - **szédülés és hányinger** a sztatikus mágneses terek következtében. (általában mozgáshoz kötődnek, de nyugalmi helyzetben is előfordulhatnak)
 - a kisfrekvenciás (max. 100 kHz) tereknek az **érzékszervekre, idegekre és izmokra** gyakorolt hatása (*nem termikus hatás*)
 - az **egész test**, vagy egyes **testrészek felmelegedése** a nagyfrekvenciás (10 MHz vagy afölötti) terek következtében (*termikus hatás*)
- **Nem foglalkozik** a feltételezett **hosszú távú hatásokkal**, mivel az ok-okozati összefüggésekre jelenleg nincs tudományosan megalapozott bizonyíték.

BIOLÓGIAI HATÁSOK RF EXPOZÍCIÓ ESETÉN

- **Hőhatás*** [Az expozíció nagysága: ($\Delta T > 1^\circ\text{C}$), 2-8 W/kg SAR felett]
 - A szemlencse hűtési elégtelensége miatt szürkehályog képződés.
 - A nem sejtek érzékenysége miatt nőknél **korai abortusz** (vagy késői vérzés), férfiaknál a **megtermékenyítő képesség csökkenés**.
- **Atermikus hatás*** [Az expozíció nagysága: 0,2 – 2 W/kg felett]
 - Élettani hatás következhet be – a hőszabályozás egyensúlyának felbomlása következtében a keringési rendszer megterhelése növekszik. (a test hőszabályozása miatt vezették be a 6 perces átlagolást – rövid időre intenzívebb sugárzás is megengedett)
- **Nem-termikus hatás*** [Az expozíció nagysága: 0,2 W/kg-nál kisebb]
 - A biológiai rendszerek elektromágneses jeleket használnak a kommunikációra a sejtfelszín és a sejtek között – **megváltozik a Ca ion áramlás**.

*: Jánossy Gábor NNK ESO: Nem-ionizáló sugárzások fajtái, fizikai tulajdonságai és biológiai hatásai, jogszabályi előírások.

AZ EMF KÖZVETETT EGÉSZSÉGI HATÁSAI

- Az **aktív beültethető orvostechnikai eszközökkel** vagy berendezésekkel, pl. szívritmus-szabályozókkal, vagy **defibrillátorokkal** való interferencia; (MSZ EN 50527-2-2017 Eljárás az aktív orvostechnikai eszközökkel élő, elektromágneses tereknek kitett **dolgozók expozíciójának** értékelésére)
- 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;
- Sztatikus mágneses térben lévő ferromágneses **tárgyak kilövődéséből** adódó sérülésveszély;
- Detonátorok nem szándékos kioldása; **gyúlékony anyagok** vagy **robbanóanyagok** okozta tűz- és robbanásveszély;
- Áramütés vagy égési sérülések indukált érintési áramból eredően, **vezető tárgy érintése** az elektromágneses térben, **földeléskülönbség miatt**

ÚTMUTATÓ KKV-k SZÁMÁRA

3.2. táblázat – Általános munkatípusokra, eszközökre és munkahelyekre vonatkozó külön EMF-kockázatértékelési követelmények

Eszköz vagy munkahely típusa	Szükséges-e kockázatértékelés		
	Különösen nagy kockázatnak ki nem tett munkavállalók esetében*	Különösen nagy kockázatnak kitett munkavállalók esetében, kivéve az aktív implantátumokat viselőket**	Aktív implantátumokkal rendelkező munkavállalók esetében***
	(1)	(2)	(3)
Vezeték nélküli kommunikáció			
Telefonok, vezeték nélkül (ideértve a DECT vezeték nélküli telefonok dokkolóját) – használatuk	Nem	Nem	Igen
Telefonok, vezeték nélkül (ideértve a DECT vezeték nélküli telefonok dokkolóját) – jelenlétük a munkahelyeken	Nem	Nem	Nem
Telefonok, mobil – használatuk	Nem	Nem	Igen
Telefonok, mobil – jelenlétük a munkahelyeken	Nem	Nem	Nem

* Munkahelyre megengedett határérték szerinti értékelés

** Lakossági megengedett határérték szerinti értékelés (63/2004 ESzCsM)

*** Személy helyi expozíciója szerint – orvosi vélemény

ELEKTROMOS ÉS MÁGNESES TEREK JELLEZŐ ELŐFORDULÁSAI

➤ Sztatikus terek

- NMR berendezések
- *elektrodinamikai rázópadok és tesztelőberendezések*

➤ 50 Hz-es mágneses és elektromos terek

- **transzformátorok**

(átlagos lakás: 0,05-0,1 μ T / transzformátor feletti szoba 0,5 – 12,0 μ T / lakossági határérték állandó tartózkodásra: 100 μ T)

- **távvezetékek**

- *indukciós olvasztás, forrasztás, hevítés – melegalakítás, hőkezelés*

- *nagy teljesítményű tranziens gerjesztéses vizsgálóberendezések*

(gyorsulós ütésvizsgálatok, szinuszos és véletlenszerű gerjesztéses vizsgálatok / autóalkatrészek, elektronika alkatrészek és szerelvények)

Rendelet 4. melléklet:

Jóváhagyandó kockázatértékelések - tevékenységi körök

1. **Villamos hálózatok üzemeltetése, 100 kV fölött illetve 100 A nominális terhelés fölött**
2. **Dielektromos fűtés, illetve dielektromos hegesztés**
3. **Indukciós fűtés, illetve indukciós forrasztás**
4. **Rádiófrekvenciás plazmaeszközök használata**
5. **Ipari elektrolízis használata**
6. **Ívolvasztó kemencék üzemeltetése**
7. **Indukciós olvasztó kemencék üzemeltetése**
8. **Mikrohullámú szárítás**
9. **Fizioterápiás diatermiás készülékek használata**
10. **MRI berendezések üzemeltetése**
11. **Polgári célú légiforgalmi és meteorológiai radarok üzemeltetése**
12. **Villamos vasúti és városi közlekedés**
13. **Rádió-és televízió műsorszórás**
14. **Mikrohullámú telekommunikációs berendezések karbantartása**

Az IARC rákkeltő hatás szerinti besorolás csoportjai (WHO Ténylap No. 263. www.osski.hu)

1	Emberi rákkeltő (carcinogenic)	Gamma sugárzás Dohányfüst
2A	Valószínű emberi rákkeltő (probably)	Diesel kipufogó gáz UV sugárzás (A,B,C)
2B	Lehetséges emberi rákkeltő (possibly)	ELF mágneses tér
3	Osztályozhatatlan emberi rákkeltő (unclassifiable)	Statikus mágneses tér, Statikus és ELF elektromos terek
4	Valószínűleg nem emberi rákkeltő (probably not carcinogenic)	-

KOCKÁZATÉRTÉKELÉS MENETE - 1.

- A rendelet 4. §-a iránymutatással szolgál az elektromágneses terekből adódó **kockázatok értékelésével** és az **expozíciók-értékelő eljárásokkal kapcsolatban**.
- Gyakorlati útmutató **2. szakasz 5. pontja** részletezi a kockázatértékelés lépéseit.
- A kockázatértékelés összetettsége az **értékelendő feladatok jellegétől** és az **alkalmazott berendezésektől** függ.
- A gyakorlati útmutatóban használt (ajánlott) fogalmak, amelyeket meg kell határozni:
 - a **veszélyforrást**
 - a **kockázatokat**
 - **kockázatértékelés**

KOCKÁZATÉRTÉKELÉS MENETE - 2.

- **Első lépés**: információk gyűjtése.
- A **munkafeladatok** leírása, az adott munkakörben dolgozó tevékenysége, a berendezések használata.
- Normál **üzemszerű** munkavégzés menetének rögzítése
- **Egyéb tevékenységek** vizsgálata (karbantartási, gépállítási feladatok, takarítás, anyagmozgatás, stb)

KOCKÁZATÉRTÉKELÉS MENETE - 3.

➤ Második lépés:

Veszélyek azonosítása:

- **hol** alakulhatnak ki veszélyes elektromágneses terek?
 - az EMF **intenzitásának** becslése (erős/gyenge)
 - a lakossági **alapkoriátoknak/vonatkoztatási határértékeknek** megfelelnek?
 - **részletes értékelést** igényelnek-e?
 - **burkolatok, műszaki biztonsági elemek állapota/ működésének vizsgálata**
- **Megelőző és óvintézkedések** vannak-e?
- **Veszélyeztetett munkavállalók/munkakör(ök) azonosítása**
- **Különösen veszélyeztetett munkavállalók azonosítása**

KOCKÁZATÉRTÉKELÉS MENETE - 4.

Harmadik lépés:

- **A kockázatok értékelése és rangsorolása**
- **Veszélyes esemény(ek) súlyossága és bekövetkezésük valószínűsége**
- **Közvetlen hatás értékelése** – amennyiben rövid idejű határérték túllépés előfordulhat
- **Közvetett hatás értékelése** – interferencia, kilövődés veszélye, érintési áram, tűz- és robbanásveszély

KOCKÁZATÉRTÉKELÉS MENETE - 5.

- A gyártók által biztosított információk csak az adott berendezésre vonatkoznak. **A kockázatok értékelésénél munkavállalók Σ expozícióját kell szem előtt tartani.**
- Amennyiben a gyártói dokumentáció **értékelési adatbázist**, vagy **kontúrtérképet** is tartalmaz, akkor elsődlegesen azt kell figyelembe venni. (sugárforrástól számított **gyártói mérési** eredmények, **szabványnak való megfelelés** stb.)
- Saját értékelés esetenként jól működhet, (kifogásolható szakmai tartalmak?), **bizonyos érintettség esetén mérés!**

INTÉZKEDÉSEK

- **Óvintézkedések és megelőző intézkedések** megvalósítása a kockázatok csökkentésére, veszélyhelyzetek elkerülésére.
- **Védőtávolságok kialakítása** (az EMF intenzitása a távolság négyzetével arányosan csökken!)
- **Leküzdés a sugárforrásnál, kollektív védelmi intézkedések** elsőbbsége, műszaki megoldások fejlesztése.
- **Árnyékolások, védőburkolatok, biztonsági reteszek alkalmazása, elektromos kisülések, elektromos áram elleni védelem, területi elhatárolás, biztonsági jelzések.**
- **Oktatás** – saját munkavállalók, külső munkatársak, látogatók védelme
- **Egyéni védőeszköz** (mérsékelt védelem, korlátozott frekvencia-tartomány)
- **Felkészülés veszélyhelyzetre** – vészhelyzeti tervek készítése és oktatása
- **Reagálás káros eseményre** – **kivizsgálás, védelmi intézkedések végrehajtását követően a kockázatok újbóli értékelése**

EXPOZÍCIÓ ÉRTÉKELÉSE – 1.

- **Az EMF expozíciók időben, térben és összetevőikben változhatnak:**
 - nem egyenletes expozíció
 - többfrekvenciás tereknek való egyidejű expozíció
 - nem szinuszos EMF tereknek való expozíció
- Minden esetben a **legrosszabb szituációt** kell figyelembe venni.
- Kezdeti értékelés
 - **mely berendezésekkel** kell részletesen foglalkozni
 - **elegendőek-e a gyártó által rendelkezésre bocsátott adatok**

EXPOZÍCIÓ ÉRTÉKELÉSE – 2.

- A beavatkozási szintek alapján történő értékelés (amivel részletesebben szükséges foglalkozni):
 - A kockázatértékelés megkezdésekor: **részletes munkaműveleti analízis és információ gyűjtés** (pl. dolgozók tartózkodási helye, mozgásai, berendezés adatai és sajátosságai, speciális figyelmet igénylő munkaköri csoport)
 - Felkészülés a mérésre (**frekvencia, sugárzás típusa**, térbeli és időbeli eloszlása)
 - Mérési eredmények **összevetése** a megengedett értékekkel
 - Az értékelés **lezárható**, vagy **további megelőző / óvintézkedések szükségesek**
 - Gyakorlati útmutató „D” függeléke részletesen taglalja az értékelési szempontokat (expozíció meghatározása, átlagolás, több frekvencia együttes értékelése)

KÜLÖNÖSEN VESZÉLYEZTETETT MUNKAVÁLLALÓK

- **Aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselők**
(szívritmus-szabályzók, defibrillátorok, implantátumok, gyógyszeradagoló-pumpák,) ha a lakossági határérték teljesül, akkor nem lehet probléma.
Az EU 2001-ben bevezetett szabályozása óta csak olyan berendezést szabad forgalmazni, ami egy adott elektromágneses zavartatási szintet elvisel;
- **Passzív beültethető orvostechnikai eszközt viselők**
(mesterséges ízületek, tűk, szívbillentyű-protézisek, stent-ek, fogamzásgátló-implantátumok.) – 0,5mT sztatikus tér felett korlátozás!
- **Testen viselt orvostechnikai eszközt viselők** esetén a beültethető orvostechnikai eszközökre vonatkozó korlátozás szerint;
- **Várandós munkavállalók** – lakossági határérték

FOGLALKOZÁS-EGÉSZSÉGÜGYI SZOLGÁLTATÓ FELADATAI EMF EXPOZÍCIÓ ESETÉN

- **Időszakos konzultáció a különösen veszélyeztetett munkavállalókkal, a rájuk vonatkozó korlátozások pontos megértéséhez.**
- **Nem kívánatos, vagy nem várt egészségi hatások feltárása**
- **Sérüléshez vagy károsodáshoz vezető véletlen túlzott expozíciót munkahelyi balesetként kell kezelni.**
- **Az elektromágneses térnek való túlzott expozíciót követően általánosan nincs szükség konkrét vizsgálatokra.**
- **Nagyfrekvenciás túlzott expozíciót követően célszerű szemvizsgálat elvégzése, amelyet három hónap elteltével meg kell ismételni.**
- **Tényleges / feltételezett túlzott expozíció bekövetkezése esetén egészségügyi feljegyzés készítése:**
 - expozíció időtartama és intenzitása;
 - az EMF frekvenciája ;
 - teljes test / testrész érintettsége;
 - a munkavállaló viselt-e aktív vagy passzív orvostechnikai eszközt .

BIZTONSÁGI FIGYELMEZTETŐ ÉS TILTÓ JELZÉSEK



Figyelem!
A berendezés erős
mágneses teret generál



Figyelem!
A berendezés erős
rádlőfrekvenciás teret generál



**A berendezés karbantartása
aktív beültethető orvostechnikai
eszközt viselő személyek
számára tilos!**

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET !

