

Elektromágneses terek a környezetünkben, indukciótérkép felvétele

*Dr. Sós Katalin, Bibok Rita, Kóltity Attila, Szűcs József és Tóth Bence
Szegedi Tudományegyetem, Juhász Gyula Pedagógusképző Kar,
Alkalmazott Egészségtudományi és Környezeti Nevelés Intézet,
Technika Tanszék, Környezetfizika Munkacsoport*

Absztrakt

Elektromos világban élünk, halljuk sokszor ezt a vészjóslóan hangzó kijelentést. Hogy mit is jelent ez pontosan, milyen fizikai folyamatok okozzák, hogyan hat a szervezetünkre, milyen káros következményei vannak, lehet-e ellene védekezni, az még a tudósok számára sem teljesen tisztázott. Sokat mondó adat, hogy napjainkra a nemionizáló, tehát kémiai kötéseket nem bontó elektromágneses sugárzások intenzitása a természetes háttérszint milliárdszorosára nőtt, köszönhetően az egyre nagyobb számban megjelenő elektromos berendezéseknek és mobiltelefonoknak. A mágneses mező egészségügyi következményeinek vizsgálatához nélkülözhetetlen az elektromos berendezések körül kialakuló elektromágneses mező feltérképezése. Munkánkkal az volt a célunk, hogy egy lehetséges mérési módszert mutassunk az ilyen vizsgálatok kivitelezéséhez.

Méréseinket a 30–300 Hz frekvenciatartományon végeztük hétköznapi elektromos berendezések (tévékészülék, elektromos sütő, fűrógép) környezetében. A kapott eredmények megnyugtatóak: még a kimagasló indukcióértékek sem haladták meg a vonatkozó egészségügyi határértéket, emellett a mágneses indukció a növekvő távolsággal gyorsan csökken, 50–80 centiméteren belül nulla értéket vesz fel. Még a több eszköztől származó összesített indukcióérték, amit egy irodahelységben vettünk fel, is igen alacsonynak bizonyult. Az is megfigyelhető, hogy a modernebb eszközök körül alacsonyabb a mágneses terhelés. Ezt a mi vizsgálatainkban a katódsugárcsőves és az LCD tévékészülékek összehasonlítása igazolja.

Ezekre a tapasztalatokra az oktatásban is utalni kell, így hívjuk fel a figyelmét a diákoknak arra, hogy új elektronikai eszközök vásárlásánál szempont legyen azok egészségre gyakorolt hatása is, és belássák, az ajánlott távolságok és használati módok betartása teljesen indokolt, sokszor preventív hatású lehet.

Kulcsszavak: nemionizáló elektromágneses sugárzás; mágneses indukció; indukciótérkép

1. Bevezetés

Az elektromágneses hullámokat biológiai hatásuk alapján két nagy csoportra bontjuk. 100 nm-nél nagyobb hullámhosszak, azaz $3 \cdot 10^{15}$ Hz-nél kisebb frekvencia esetén, nemionizáló sugárzásokról beszélünk. Ekkor a fotonenergia $2 \cdot 10^{-18}$ J-nál kisebb, ekkor a foton nem képes kémiai kötések felszakítására. Ennél nagyobb frekvenciájú sugárzások már képesek az ionizációra, ezért ezt az összetevőt ionizáló sugárzásnak nevezzük (Köteles, 2002).

1. táblázat. Az elektromágneses sugárzás spektruma

Elnevezés	Frekvencia	 NEM IONIZÁLÓ SUGÁRZÁS NEM-IONIZÁLÓ
Ipari váltakozó áram	50 Hz	
Hangfrekvenciás áram	20–20000 Hz	
Hosszúhullámok	0,15–300 kHz	
Középhullámok	500–1600 kHz	
Rövidhullámok	6–16 MHz	
Ultrarövidhullámok	közel 100 MHz	
Mikrohullámok	300 MHz–300 GHz	
Infravörös sugárzás	$3 \cdot 10^{11}$ – $3,8 \cdot 10^{14}$ Hz	
Látható fény	$3,8 \cdot 10^{14}$ – $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz	
Ultraibolya sugárzás	$7,5 \cdot 10^{14}$ – $5 \cdot 10^{16}$ Hz	
Röntgensugárzás	10^{17} – 10^{19} Hz	
Gamma-sugárzás	10^{18} – 10^{22} Hz	
Kozmikus sugárzás	$>10^{22}$ Hz	

(Forrás: saját szerkesztés Gellert et al., 1983 alapján)

Az ionizáló sugárzásokhoz tartozik az elektromágneses spektrumból az ultraibolya, a röntgen-, a gamma- és a kozmikus sugárzás, de ide soroljuk hatásuk alapján az alfa- és a béta-sugárzást is. Ezeknek a biológiai hatása lehet direkt, amikor az energiaátadás közvetlenül a DNS-molekulán vagy a sejtmembrán zsírsavmolekuláin vagy egy fehérjemolekulán történik; vagy indirekt, ekkor a

sugárzás vízmolekulák segítségével szabadgyököket termel, amelyek kémiai reakciók sorozatával végül is szintén a DNS és a sejtmembrán károsodását okozzák.

A nemionizáló elektromágneses sugárzások csoportjába soroljuk az ultraibolya sugárzás kisebb energiájú komponenseit, a látható fényt, az infravörös sugárzást, a mikrohullámú (MH) és a rádiófrekvenciás (RF) sugárzásokat, valamint a hálózati váltóáram elektromágneses terét (Thuróczy, 2002).

A nemionizáló sugárzások hatásait felbonthatjuk fizikai és biológiai hatásokra. A fizikai hatások közé tartozik:

- az „elnyelt energia” kapcsán a hőhatás,
- az elektromágneses sugárzásokat adó változó elektromos és mágneses mező következtében az elektromos és mágneses hatás, elsősorban a polarizáció.

A biológiai hatások már ezek következményei:

- a szöveti felmelegedés,
- a Ca^{2+} ionok átváramlásának változása a sejtmembránon,
- az agyi kapillárisok permeabilitásának módosulása.

Hogy melyik hatás érvényesül jobban, a sugárzás frekvenciájától függ. Az extrém alacsony frekvenciáknál (**ELF**), mely a 3–300 Hz tartomány, főleg testáram jön létre. Mértékadó mennyiségei a levegőben mérhető mágneses indukció és a testben létrejött áramsűrűség. A rádióhullám-mikrohullám (**RF-MH**) tartományban, mely a 300 kHz–300 GHz frekvenciát jelenti, főleg a hőhatás a jellemző. Ezek mértékadó mennyiségei a levegőben mérhető elektromos térerősség és az ún. *SAR* (Finta, 2019).

Az *SAR* érték (Specific Absorption Rate) az egységnyi tömegben, egységnyi idő alatt elnyelt sugárzási energiát jelenti. Az emberben elnyelt *SAR* becslése általában számítási modellek segítségével történik, pl. 1 GHz frekvencia és $0,1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ beeső teljesítménysűrűség esetén $0,01 \text{ mW}/\text{g}$ *SAR*-rel számolhatunk. Az egészség védelmében hozott szabványoknál a sugárzás központi idegrendszerre kifejtett hatását, pontosabban az állatkísérletekben tapasztalt viselkedési változásokat vették alapul. 4 mWg^{-1} *SAR* érték esetén már tapasztaltak elváltozást, ez lehetővé tette, hogy az *SAR*-re vonatkozóan dóziskorlátokat adjanak meg:

- a lakosság esetén ötvenszeres biztonsági korláttal számolva $0,08 \text{ mWg}^{-1}$,
- a foglalkozási értéknél tízszeres korlátot véve $0,4 \text{ mWg}^{-1}$ az egésztest-határérték (Finta, 2007).

Hőhatásról akkor beszélhetünk, ha a szövet hőmérséklete legalább 1 °C-kal emelkedik, ez a hatás 2–8 mWg⁻¹ SAR értéknél lép fel. A bekövetkező hőhatást a szövetek hővezetési képessége befolyásolja, például a szemlencsének rossz a hővezető képessége, így kisebb mértékű elnyelés esetén is jelentős felmelegedés léphet fel; az agyszövet viszont jól vezeti a hőt, így ott csak kisebb melegedés tapasztalható.

Meghatározzák az elnyelést a molekula elektromos és mágneses tulajdonságai is, mint pl. a relatív permittivitás (milyen mértékben módosítja az anyag az elektromos tér erősségét a vákuumhoz képest) és a relatív permeabilitás (a mágneses teret módosító hatás). A nagyobb relatív permittivitású anyagok nagyobb mértékben nyelik el az elektromágneses sugárzást, ennek megfelelően a sugárzás kisebb mélységig hatol be az ilyen szövetekbe. Ilyenek a magas víztartalmú szövetek (izom, bőr, belső szervek), ezek permittivitása pl. tízszerese a kis víztartalmú szövetekének (zsír, csont), ezért ezekben a behatolási mélység kb. tized akkora. A behatolás mélysége még függ a sugárzás frekvenciájától is: minél nagyobb a frekvencia, annál kisebb a behatolási mélység (*Köteles*, 2002).

Az elektromágneses mező hatására a molekulák dielektromos polarizációja lép fel: a változó elektromos és mágneses mező miatt ez a polarizáció is időben változó folyamat. Ha az elektromágneses mező frekvenciája és a molekula polarizációs folyamatának frekvenciája összemérhető, rezonancia lép fel, az abszorpciónak maximuma van. Az elnyelés mértéke tehát erősen változik a frekvenciával, hiszen a leírtak mellett a biológiai anyagok dielektromos állandója is frekvenciafüggő. Ezt a frekvenciafüggő elnyelést négy szakaszra szokták bontani:

- szubrezonáns tartomány 20 MHz alatt,
- rezonáns tartomány 20–300 MHz között,
- inhomogén lokális elnyelődés tartománya 300 MHz–2 GHz között,
- felszíni elnyelődés 10 GHz felett (*Thuróczy*, 2002).

A nemionizáló sugárzásoktól származó terhelés mértéke rohamosan nő a háztartási elektromos berendezések, és főleg a híradástechnika eszközök megjelenése és terjedése óta. Jól mutatja ezt a következő táblázat, amely szerint pl. a mobiltelefon fejhez közeli használata milliószorosára növeli a természetes háttérhez képesti intenzitást (még ha a frekvenciatartomány nem is egyezik meg a két adat esetén).

2. táblázat. A nemionizáló sugárzásoktól származó intenzitások

Forrás	Frekvencia	Intenzitás (μWm^{-2})
Természetes háttér	300 kHz – 300 GHz	Max. 5
Városi környezet	30 MHz – 3 GHz	1–100
Mobiltelefon (1-2 cm távolságban)	900 és 3600 MHz	10^7
Mikrohullámú sütő (1-2 cm távolságban)	2,45 GHz	$5 \cdot 10^7$

(Forrás: *Finta*, 2007)

A nemionizáló sugárzásoktól, és ezen belül főleg a rádióhullámoktól származó terhelés rohamos növekedése természetesen a kutatók figyelmét is azok egészségre gyakorolt hatása felé fordította, elsősorban a hosszú távú és egyre fokozódó terheléstől származó egészséghatások felé. A kutatásba a WHO-hoz tartozó Nemzetközi Rákkutató Ügynökség (IARC) is bekapcsolódott, és a vizsgálati eredmények alapján 2011-ben a lehetséges emberi rákkeltők (2B csoport) közé sorolta a RF sugárzásokat a vezeték nélküli telefonok használata és a glióma megnövekedett kockázata közötti összefüggésre alapozva. Ez a kategória akkor használatos, ha emberre vonatkozóan korlátosak, de a kísérleti állatok esetén elegendőek (bizonyos esetekben akár kevesebb, mint elegendőek) a bizonyítékok a rákkeltő hatásra nézve (IARC Monographs; IARC classification).

A kutatási eredmények lehetővé tették az elektromágneses terekre vonatkozó korlátok megfogalmazását, amelyekben rögzítik a kapható maximális elektromos térerősség és mágneses indukció értékeket. Mivel mi a méréseink során a mágneses indukciót térképeztük fel, az erre vonatkozó határértékeket foglaljuk össze a következő táblázatban (3. táblázat), mely az ICNIRP (Nemionizáló Sugárzás Elleni Védelemmel Foglalkozó Nemzetközi Bizottság) ajánlásban és a magyar rendeletekben szereplő adatokat tartalmazza 50 Hz frekvenciára vonatkozóan.

3. táblázat. 50 Hz-es EM tér indukció-határértékei mG egységben

	Kitétség	ICNIRP ajánlás	Magyarországi rendelet (63/2004. ESzCsM)	Magyarországi rendelet (33/2016. EMMI)
Lakossági	24 óra, folya- matos	2000	Vonatkoztatási határérték 1000	-
Foglalkozási	Teljes munka- nap	5000	-	A. AL 10000 F. AL 60000
	Végtagokra	250000	-	AL 180000

(Forrás: ICNIRP GUIDELINES; 63/2004. ESzCsM; 33/2016. EMMI rendelet)

A 2. táblázatban szereplő kifejezések értelmezése:

AL: beavatkozási szint,

Alsó AL (A. AL): alsó beavatkozási szint (efölött átmeneti érzékelési zavar lehet),

Felső AL (F. AL): felső beavatkozási szint (efölött egészségkárosító hatás lehet).

2. Módszertan

2014 óta a Juhász Gyula Pedagógusképző Kar Általános és Környezetfizikai Tanszéke (jelenleg: Technika Tanszék, Környezetfizika Munkacsoport) felvette a kutatási tevékenységek listájára az elektromos berendezések körül mérhető mágneses indukció feltérképezését. A vizsgálat célja az volt, hogy a különböző, minden napi életünkben is szereplő elektronikai eszközök környezetében megvizsgáljuk a mágneses mező mértékét és eloszlását; magyarázatot adjunk a belső felépítés ismeretében az indukció egyes pontokban való alakulására; valamint távolságfüggvényt vegyünk fel. A mérésekhez két műszert alkalmaztunk:

- TECPEL EMF-701 típusú indukciómérő, amely 30–300 Hz frekvenciatartományban mér, két mérési funkcióval rendelkezik, egyikben μT , a másikonban mG egységben méri a mágneses indukciót ($1\text{ T} = 10^4\text{ G}$), a 0,01–19,99 μT , illetve a 0,1–199,9 mG mérési határok között. Mi a környezetfizikában használatosabb mG egységet választottuk.

- PCE-G 28 típusú indukciómérő, amely három tartományban mér: 0–200 mG (0,1 mG pontossággal), 0–2000 mG (1 mG pontossággal) és 0–20000 G (10 mG pontossággal). Frekvenciatartománya szintén 30–300 Hz. Ez a műszer külön mérőfejjel rendelkezik, amellyel 3 térirányban is végezhető a mérés.

1. ábra. Alkalmazott mérőműszereink



(Forrás: saját fotó)

A vizsgált háztartási eszközök és helyiségek között szerepelt:

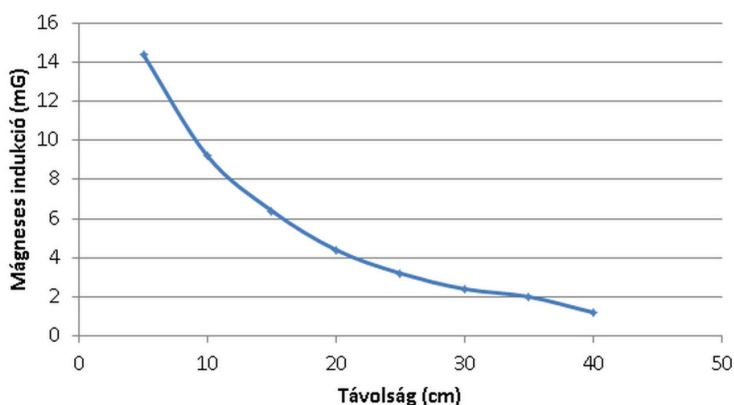
- elektromos sütő,
- sarokcsiszológép,
- katódsugárcsöves televíziókészülék és LCD televíziókészülék,
- egy átlagos felszereltségű irodahelyiség.

Az eszközök körül mérési pontokat vettünk fel, melyek elhelyezkedését és távolságát úgy választottuk, hogy tudjunk indukciós térképet és a távolságfüggést felvenni. A térképet Surfer 3D-s program segítségével ábráztuk. A távolságfüggéshez az eszköz mentén felvett mérési pontoktól távolodva, 5–10 centiméterenként végeztünk méréseket. Mindegyik vizsgálati pontban 10 másodpercig tartott a mérés, az első másodpercek ingadozása után stabil értéket mutattak a műszerek. A háttér mágneses mező minden esetben igen alacsony, 0–0,2 mG közötti érték volt, ezek levonásra kerültek az egyes pontokban mért értékekből.

3. Eredmények

1. Az elektromos sütő esetében a sütőajtó közepén kijelölt pontra illesztett fél-egyenes mentén végeztünk méréseket. A kapott távolságfüggvényen jól látható, hogy még a sütő közvetlen közelében sem érjük el az 50 Hz esetén maximálisan megengedett 1000 mG értéket, illetve 50 cm távolságban a mágneses mező már nem is mérhető.

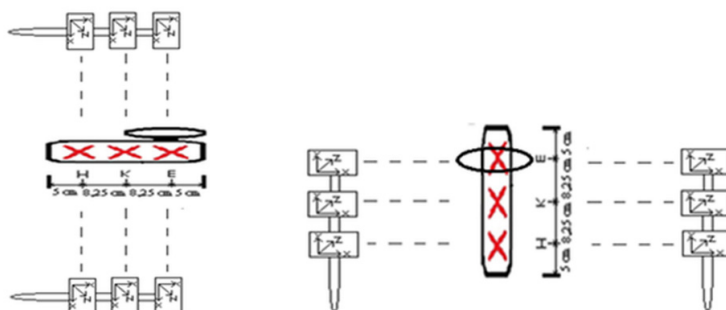
2. ábra. Az elektromos sütő körüli mágneses indukció távolságfüggése



(Forrás: saját szerkesztés)

2. A sarokcsiszoló esetében már „körbemérés” történt, 12 mérési pontot vettünk fel a csiszoló mentén: 3-3 alatta-felette, 3-3 tőle jobbra-balra helyezkedett el, ahogyan az alábbi ábrán látható (3. ábra). (Az *E*, *K*, *H* jelölés az eszköz elülső részére, közepére, hátuljára utal.)

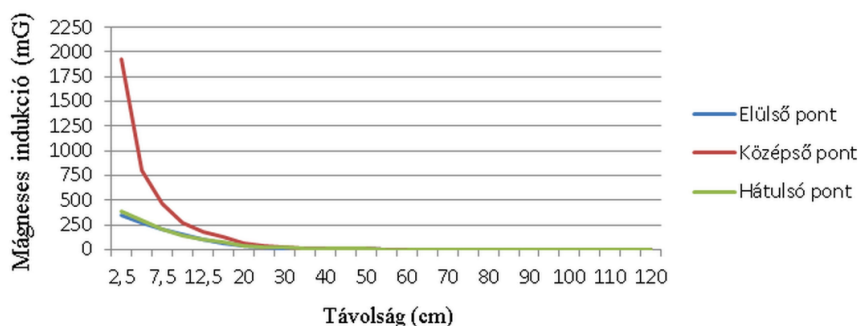
3. ábra. Mérési pontok a sarokcsiszoló körül



(Forrás: Saját szerkesztés)

A legnagyobb értékek a csiszoló fölötti síkban mérhetőek, ennek a távolságfüggésén megfigyelhető, hogy kb. 6 cm-es távolságig meghaladja az indukció az ICNIRP által ajánlott 1000 mG-t, de 30 cm-re már nem mérhető indukció. Azt is figyelembe kell venni, hogy az ajánlott maximum a rendelet alapján folyamatos, napi 24 órás terhelés esetén érvényes a lakosságra, és nem rövid ideig tartó terhelésnél. Emellett a foglalkozási 10000 mG határértéket nem éri el.

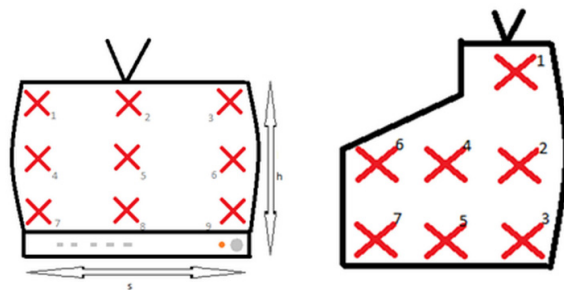
4. ábra. A sarokcsiszoló körüli mágneses indukció távolságfüggése



(Forrás: Saját szerkesztés)

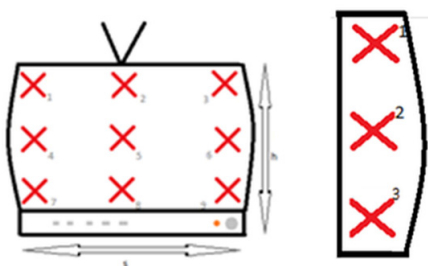
3. Összehasonlító méréseket végeztünk a katódsugárcsöves és az LCD televíziókészülékek esetében, ahol nem csak távolságfüggést, de indukciótérképet is felvettünk. Itt több mérési ponttal dolgoztunk a két eltérő típusú televízió minden oldalán (5. és 6. ábra).

5. ábra. Mérési pontok a katódsugárcsöves készülék körül (elől-hátul és oldalt)



(Forrás: Saját szerkesztés)

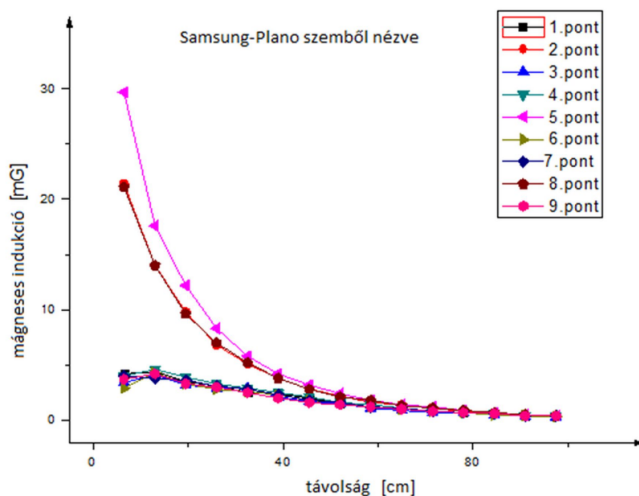
6. ábra. Mérési pontok az LCD készülék körül (elől-hátul és oldalt)



(Forrás: Saját szerkesztés)

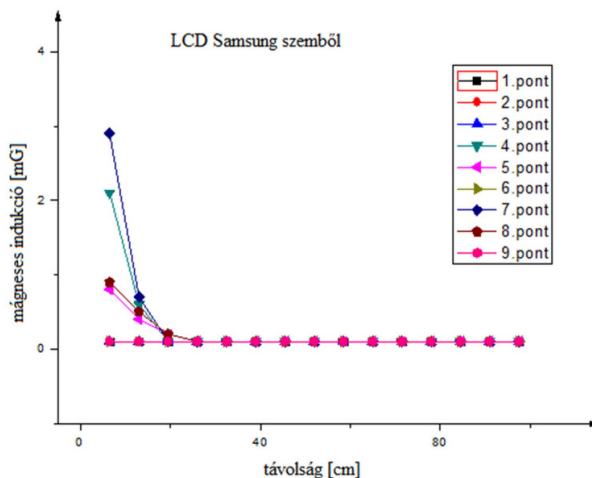
A katódsugárcsöves berendezés gyorsított és eltérített elektronokkal működik. Az LCD (liquidcrystal display) működése a folyadékkristályon alapul, amely képes elforgatni a rajtuk áthaladó polarizált fény síkját. Ha elforgatja, úgy (jól beállított polárszűrőknél) áthalad a fény, világosságot látunk. Elektromos feszültség hatására (amit a közvetítendő adás vezérel) változik a folyadékkristály molekulaszervezete, így az is, kapunk-e fényjelet a képernyőn (7. és 8. ábra).

7. ábra. Távfolságfüggés a katódsugárcsöves készüléknél



(Forrás: Saját szerkesztés)

8. ábra. Távfolságfüggés az LCD készüléknél

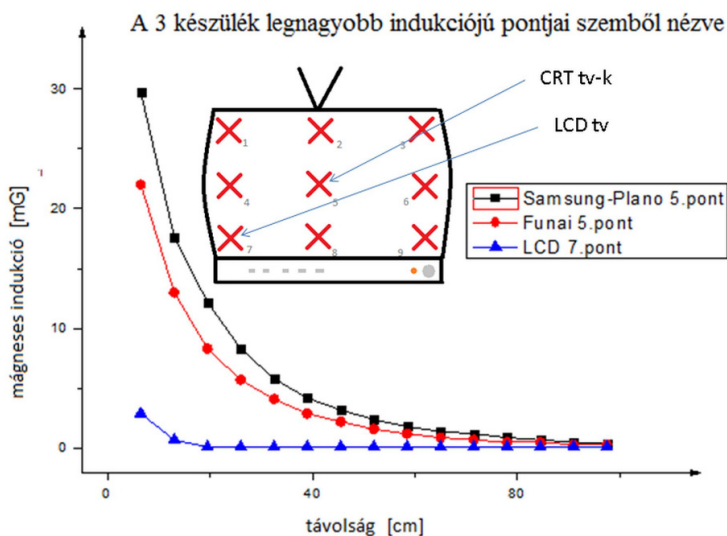


(Forrás: Saját szerkesztés)

A leírt működési technikák alapján várható, hogy a katódsugárcsöves készülékeknél nagyobb indukcióértékek adódnak, mint az LCD tévéknél. Ezt jól igazolják a készülékek elején felvett távfolságfüggések.

Ezen mérés során három tévékészülék került vizsgálat alá: két elektroncsöves (CRT) és egy LCD készülék. A következő grafikonon (9. ábra) a képernyő legnagyobb indukciójú pontjainak távolságfüggését ábrázolja.

9. ábra. A legnagyobb indukciójú pontok elhelyezkedése



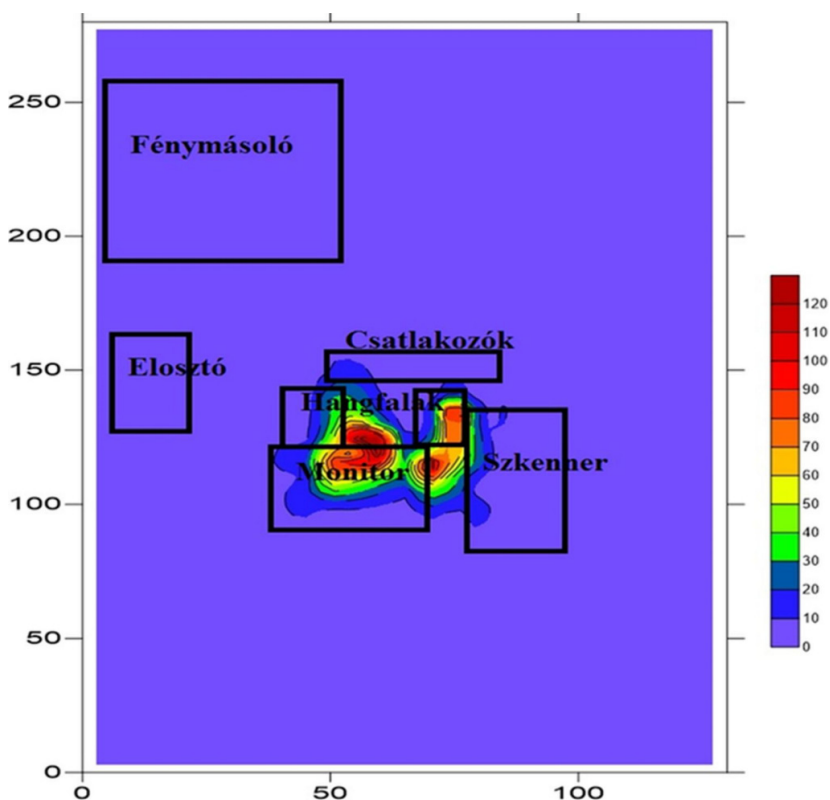
(Forrás: Saját szerkesztés)

A képernyők elején a két katódsugárcsöves készüléknél az 5. pontban (képernyő közepe) a legnagyobb az érték, mivel ez a pont fekszik legközelebb az eltérítő tekercshez, és ide csapódhat be a legtöbb elektron. Az LCD készülékeknél a legnagyobb érték helye a 7. pont, de ez típusonként változik. Az eltérítő tekercs hiányában az áramellátástól és a polarizált fényt indító berendezéstől származó mágneses tér válik jelentőssé, aminek a helye nem kötött az LCD berendezéseknél. De még a nagyobb indukciót adó készüléknél is jóval az ICNIRP ajánlás alatt van a mért mágneses indukció.

4. Az eddigi mérési eredmények tükrében megnyugodhatunk, az egyes eszközöktől származó terhelés messze alatta marad az uniós ajánlásnak és a hazai rendeletben megszabott határértéknek egyaránt. Kérdés azonban, hogy több eszköz egyidejű alkalmazása mekkora összindukciót jelent számunkra. Ennek vizsgálatára egy egyetemi irodahelységet térképeztünk fel, melynek mérete 4*2 m, ennek egy 2,8*1,3 m-es részét mértük le, mert itt helyezkedtek

el az elektromos berendezések. Az irodában volt egy LCD monitor, mely képernyőjének átmérője 19'', egy asztali számítógép, két hangfal, és a monitor mellett, a számítógép fölött helyezkedett el egy digitális síkágys lapolvasó (szkenner). Az irodában volt még egy fénymásoló, ami nyomtató és szkennel is egyben, ezen kívül néhány elosztó és csatlakozó az eszközök környékén. Minden készülék egyidejű működése esetén az alábbi ábrán látható indukció-eloszlás figyelhető meg az irodahelyiségben (10. ábra).

10. ábra. Az irodahelység indukciótérképe (a távolság cm (x tengely), az indukció mG egységben (y tengely))



(Forrás: Saját szerkesztés)

Mint a 10. ábrán látható, a legnagyobb indukciójú pontban is csak 150 mG az összeadódott indukcióérték, ami még napi 8–10 óra itt tartózkodás esetén sem jelent semmilyen egészségügyi kockázatot az 50 Hz frekvencián.

4. Következtetések

A mérési eredményeket analizálva egyértelműen megállapíthatóak a következők.

- A vizsgált készülékek esetében csupán a fűrógép néhány centiméteres távolságában mérhető a lakossági maximumnál nagyobb érték, de ez egyrészt nem 24 órás hatást jelent, másrészt a munkahelyi maximum századrészét sem éri el.
- A modern, nem katódsugárcsöves tévékészülékek környezetében jóval kisebb a mágneses indukció, egyértelműen a működési technikának köszönhetően. A katódsugárcsöves készülékek sem jelentettek számunkra mágneses veszélyt, de ez a tendencia is jól mutatja, hogy a technikai fejlődés sok esetben csökkenő egészségre gyakorolt hatást hoz magával.
- Bármilyen berendezést is vizsgálunk, az indukció a távolság növekedésével jelentős mértékben, hatványfüggvénynek megfelelően csökken.
- Az irodában mért értékek jól mutatják, hogy még a több elektronikai eszköztől származó, együttes indukció sem haladja meg a rendeleti határértékeket.

Ezeket a megnyugtató eredményeket nagyon alacsony frekvenciákon, a 30–300 Hz tartományban mértük, további vizsgálatok szükségesek a többi tartomány esetében is. Az ilyen jellegű kutatások országoként és nemzetközi összefogásban is folynak, a mobiltelefonok számban és időben megnövekedett használata miatt elsősorban a rádióhullámokra vonatkozóan.

Irodalomjegyzék

- Finta, V. (2007). Milyen hatásai vannak a környezetünkben lévő nem ionizáló elektromágneses sugárzásoknak? *Fizikai Szemle*, 57(11), 349–357.
- Finta, V. (2019). A sugárvédelem mostohagyermekai: A nem-ionizáló sugárzások. *Sugárvédelem*, 12(1), 83–89.
- Köteles, Gy. (2002). *Sugáregészségtan*. Medicina Könyvkiadó Rt.
- Gellert, W., Gärtner, R., & Küstner, H. (Szerk.). (1983). *Természettudományi kisenciklopédia*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Thuróczy, Gy. (2002). Élet a sugárözönben. *Magyar Tudomány*, 47(8), 1010–1025.

Nemzetközi jelentések, szabványok

International Agency for Research on Cancer (IARC). (2024, June 20). *Non-ionizing radiation. Part 2: Radiofrequency electromagnetic fields* (Vol. 102). <https://www.fcc.gov/ecfs/document/10724014163217/3>

International Agency for Research on Cancer (IARC). (2024, June 20). *IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans*. https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr208_E.pdf

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). (n.d.). *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz–100 kHz)*. Retrieved August 2, 2025, from <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf>

Jogszabályok

33/2016. (XI. 29.) EMMI rendelet a fizikai tényezők (elektromágneses terek) hatásának kitett munkavállalókra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről. (2016, November 29). Retrieved August 2, 2025, from <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600033.emm>

63/2004. (VII. 26.) ESzCsM rendelet a 0 Hz–300 GHz közötti frekvenciatarományú elektromos, mágneses és elektromágneses terek lakosságra vonatkozó egészségügyi határértékeiről. (2004, July 26). Retrieved August 2, 2025, from <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0400063.esc>