

# Elektroszmog ellen védő textíliák

Lázár Károly

**Kulcsszavak:** Elektroszmog, Elektromágneses sugárzás, Árnyékolás, Árnyékoló textíliák  
**Keywords:** Electrosmog, Electromagnetic radiation, Shading, Shading textiles

## Alapelvek

Az angol *smog* szó eredetileg füstködöt jelent, azaz azt a szennyezett levegőt, amiben autók kipufogó gázai és a kéményekből kiáramló füst keverednek a köddel. Ez a jelenség elsősorban az őszi-téli időszakban jellemző a zsúfolt nagyvárosokban. Egészségtelen, kellemetlen állapot, ami ellen már régóta próbálnak védekezni az érintett helységek vezetői és a környezetvédelemben tevékenykedő szakemberek.

A nemzetközi szakirodalomban és szóhasználatban meghonosodott *elektroszmog* kifejezés ennek az eredeti értelmezésnek a kiterjesztése, és azt a környezeti szennyezést jelenti, amit a bennünket körülvevő különböző sugárzások, köztük az elektromágneses sugárzás okoznak, hatást gyakorolva az emberi szervezetre is. Az agy és az idegrendszer működése maga is elektromos folyamatok révén zajlik, amelyeknek intenzitása rendkívül kicsi. Ha azonban a környezetből másféle, sokkal erősebb elektromágneses rezgéseknek van kitéve, ez megzavarhatja bizonyos működésüket és erre vezethetők vissza a kellemetlen – esetleg káros – folyamatok (krónikus fáradtság, mozgászavarok, allergiák, fejfájás, szorongás, alvászavarok, szív működési és vérkeringési zavarok stb.) [7]. Az, hogy az elektroszmog rákkeltő hatású is lenne, mindeddig nem volt bizonyítható, de a lehetőségét nem is zárják ki és folyamatosan kutatják [8].

Mai világunkban tele vagyunk elektromos berendezésekkel: a rádió, televízió, villamos háztartási készülékek, mikrohullámú sütő, hőtárolós kályha, telefon, fénymásológép, számítógép, monitor, asztali fénycsöves vagy halogénlámpás világítótestek, tévé antennák és erősítők, villamos járművek és vezetőkeik, transzformátor állomások, nagyfeszültségű távvezetékek stb. vesznék körül bennünket (1. ábra). Az ezek vezetőkeiben mozgó elektronok – ezek jelentik voltaképpen az elektromos áramot – a fizika törvényei szerint elektromágneses mezőt hoznak létre, ami a tér minden irányában

I. táblázat. Elektromágneses hullámok [1]

| Elnevezés               | Frekvencia-tartomány                     | Az elektromágneses hullámok forrása   |
|-------------------------|--|---|
| Hálózati áram           | 50 Hz                                    | Váltakozó áramú áramkörök gyenge sugárzása                                    |
| Rádió, televízió, radar | $10^4$ – $10^{10}$ Hz                    | Elektromos rezgőkörök   |
| Mikrohullámok           | $10^9$ – $10^{12}$ Hz                    | Speciális elektroncsövek rezgései   |
| Infravörös sugarak      | $10^{11}$ – $4 \cdot 10^{14}$ Hz         | Atomok és molekulák külső elektronjai   |
| Látható fény            | $4 \cdot 10^{14}$ – $8 \cdot 10^{14}$ Hz | Atomok külső elektronjai  |
| Ibolyántúli sugarak     | $8 \cdot 10^{14}$ – $10^{17}$ Hz         |   |
| Röntgen-sugarak         | $10^{15}$ – $10^{20}$ Hz                 | Atomok belső elektronjai, nagyenergiájú szabad elektronok hirtelen lefékezése |
| Gamma-sugarak           | $10^{19}$ – $10^{24}$ Hz                 | Atommagok, gyorsítók nagyenergiájú részecskéinek hirtelen lefékezése          |

terjed. Ezek hatásaiban rejlik az elektroszmog káros volta.

Az elektromágneses tér hullám természetű – ezért beszélünk sugárzásról –, aminek rezgésszáma (frekvenciája) és erőssége van, terjedési sebessége pedig a fény sebességével egyezik meg. A frekvenciát az 1 másodperc alatti rezgésszámmal jellemzik, mérőszáma a hertz (rövidítve Hz), ennek ezerszerese ( $10^3$ ) a kilohertz (kHz), milliószorosa ( $10^6$ ) a megahertz (MHz), ezermilliószorosa ( $10^9$ ) a gigahertz (GHz). A különböző típusú elektromágneses hullámokat frekvenciatartományuk szerint csoportosítjuk (I. táblázat). A sugárzás hullámhossza a terjedési sebesség ( $300\,000\text{ km/s} = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$ ) és a frekvencia hányadosa, azaz például egy  $1000\text{ MHz} = 10^9\text{ Hz}$  rezgésszámú sugárzás esetében a hullámhossz  $3 \cdot 10^8 / 10^9 = 0,3\text{ m} = 30\text{ cm}$ .

A mobiltelefonok működésekor  $900$ – $1900\text{ MHz}$ , a vezeték nélküli telefonok működésekor  $1900\text{ MHz}$  körüli, a mikrohullámú sütők működésekor  $2400$ – $2500\text{ MHz}$  frekvenciájú elektromágneses sugárzás keletkezik. A  $800$ – $3000\text{ MHz}$  frekvenciatartomány az, amely az elektroszmog szempontjából a legkritikusabb.

Az elektromágneses sugárzás erősségét volt/méterben (V/m) mérik és az a sugárforrástól távolodva négyzetese arányban csökken. Használatos mérőszám még az elektromágneses sugárzás teljesítménysűrűsége is, amit watt/négyzetméter ( $\text{W/m}^2$ ) egységekben adnak meg.

Az elektromágneses sugárzásnak élettani hatásai is vannak, mert befolyásolják a sejtekben lejátszódó folyamatokat (ez akár rákhoz is vezethet), az immunrendszer működését, a bioritmust, az idegek és az agy működését stb. A témának igen nagy irodalma van. A káros hatások korlátozása érdekében határértékeket



1. ábra. Az elektroszmog forrásai [9]

állapítottak meg: nem szabad, hogy az embereket ennél nagyobb sugárzás érje a különböző berendezések hatása alatt.

## Védekezés

Annak érdekében, hogy az embereket megkíméljék az elektromágneses sugárzások káros hatásaitól, célszerű vagy a sugárforrást, vagy a sugárzásnak kitett embert „védőernyővel” körülvenni, azaz „árnyékolni”. Ez az ún. Faraday-kalitka elvén alapul: egy teljes mértékben elektromos vezető anyagból készült burkolat belsejében nincs elektromágneses tér. Az ilyen burkolat árnyékoló képessége attól függ, hogy mennyire vezetőképes a burkolat anyaga, és hogy vannak-e rajta nyílások, ill. azok mekkorák a sugárzás hullámhosszához képest. A 800–3000 MHz tartományba eső sugárzások hullámhossza 10–37,5 cm közé esik. Egy ilyen sugárzás ellen védő árnyékoló burkolat akkor hatásos, ha rajta 1 cm-nél jóval kisebbek a nyílások [3].

Az árnyékoló képességet azzal a viszonyzámmal jellemezzük, ami a sugárzásnak az adott pontban árnyékoló burkolat nélkül, ill. árnyékoló burkolat alatt mért teljesítménysűrűségének hányadosából számítható. Ennek a hányadosnak a logaritmusát általában 10-zel szorozva a decibelben (dB) megadott ún. csillapítást kapjuk. Ha az árnyékolás teljesen hatástalan, akkor a két teljesítménysűrűség megegyezik, hányadosuk 1, aminek logaritmus 0, ennek 10-szerese is 0, vagyis nincs csillapítás. Ha a teljesítménysűrűségek hányadosa 100-ra adódik (vagyis az árnyékoló burkolat a sugárzásnak csak 1/100 részét engedi át), ennek logaritmus 2, az árnyékoló képesség (csillapítás) eszerint  $2 \cdot 10 = 20$  dB. A gyakorlatban akkor tartjuk megfelelőnek az árnyékoló képességet, ha az így számított csillapítás értéke eléri a 30 dB-t, vagyis az árnyékoló burkolat a sugárzás teljesítménysűrűségének csak 1/1000 részét, 0,1 %-át engedi át [3].

## Árnyékolás textíliával

Textilanyagból úgy készíthetünk ilyen árnyékoló burkolatot, hogy a nem vezetőképes fonalakból előállított kelmét vezetőképes anyaggal (valamilyen fémmel) vonjuk be (2. ábra) [6], vagy a kelmét már eleve vezetőképes (fém-, vagy fém tartalmú) fonalból készítjük el (3. és 4. ábra). Ilyen fonalakat ma már sokféle gyártanak.

Magától értetődik, hogy az alkalmazott fonaltípusnak és a fonal fémtartalmának (a fém minőségének és mennyiségének egyaránt) jelentős hatása van a belőle készült kelme árnyékoló képességére. (Egy Németországban végzett vizsgálat [11] eredménye szerint láncrendszerű kötött kelmében 12 dB-ről 25 dB-re nőtt az árnyékoló képesség, amikor a kelméhez felhasznált ezüstözött poliamid fonal részarányát 25 %-ról 33 %-ra emelték.)

Mint említettük, nagyon fontos, hogy a kelmében előforduló nyílások minél kisebbek legyenek. Német kutatók például kísérleteket folytattak olyan szövetekkel, amiket mind lánc, mind vetülék irányban olyan Nm 50 finomságú fonalból készítettek, ami pamutból körülburkolt ezüsthuzalból állt [10]. Ha a szövetszerkezetet úgy állították be, hogy a fonalak között 2 mm távolság volt, akkor ennek a szövetnek a csillapítása 20–25 dB-re adódott, míg ha a fonalak távolságát 0,5 mm-re csökkentették, akkor ez 40–45 dB-re emelkedett,

ami azt jelenti, hogy az árnyékoló képesség jelentősen megnövekedett.

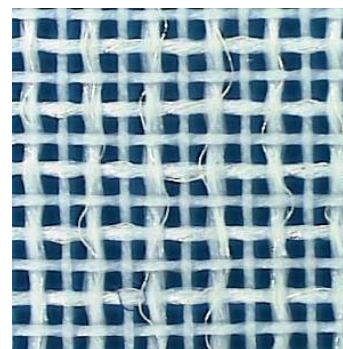
Ezek a sugárzások ún. polarizált sugárzások, azaz – leegyszerűsítve – a rezgések hullámmozgása meghatározott síkban megy végbe. Ezért nem mindegy, hogy az útjukba tett fémrács milyen irányú. A mérések azt mutatták, hogy ha a sugárzás síkja a szövet láncirányával esett egybe, akkor a láncfonal-sűrűség változtatásának gyakorlatilag nem volt befolyása a csillapításra, a vetüléksűrűség változtatása azonban jelentősen módosította azt.

A vizsgálatokat kiterjesztették különböző szövetszerkezetekre is, és megállapították, hogy ennek nincs lényeges befolyása az árnyékoló képességre; a döntő a vezetőképes fonalak egymástól mért távolsága.

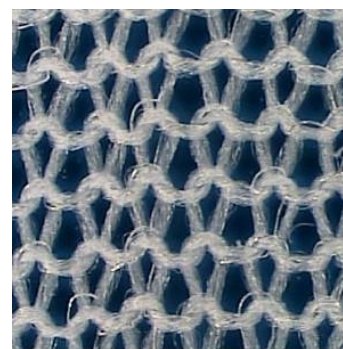
A szövet szerkezeténél fogva létrehoz egy egymást merőlegesen keresztező, vezetőképes fonalakból álló rácsszerkezetet. Kötött kelmék esetében ez már nem annyira egyértelmű. A vetülékrendszerű kelmékben a fonalak elhelyezkedése a kelme hosszirányára merőleges, láncrendszerű kelmék esetében pedig azzal párhuzamos. Ahhoz, hogy a kötött kelmében is a szövethez hasonló hálót állíthassunk elő a vezetőképes fonalakból, megfelelő kelmeszerkezetre és az annak előállítására alkalmas gépre van szükség: vetülékrendszerű gép esetében láncfonal-befektetésre (ami ez idő szerint nagyjából még nem megoldott technika, bár egyes kötőgépgyárak folytatnak ilyen irányú fejlesztéseket), láncrendszerű gépeken pedig nagy fonalfektetéseket tartalmazó kötésmódra, vagy vetülékbefektetésre (ami viszont már bevált és a gyakorlatban is elterjedt módszer). Ilyen eljárásokkal azonban – például egy láncrendszerű kelménél – jó árnyékoló hatást értek el [11]. Míg vetülékbefektetés nélkül hosszirányban gyakorlatilag 0 dB, keresztirányban 20–25 dB csillapítást értek el, addig vetülékfektetéses kelme esetében a csillapítás – az 1800–2800 MHz tartományban – mindkét irányban egyaránt 20–25 dB volt.



2. ábra. Réz bevonatú szövet (Lorix) [6]



3. ábra. Fémszálakat tartalmazó szövet (Elektrisola Feindraht) [13]



4. ábra. Fémszálakat tartalmazó kötött kelme (Elektrisola Feindraht) [13]

Az árnyékoló hatást tehát tulajdonképpen egy fémháló adja, amelynek csillapító hatása kötött kelménél erősen függ a kötésmódtól.

A vizsgálatok azt is kimutatták, hogy a fehérítés vagy színezés nem befolyásolja a kelme árnyékoló képességét.

### Néhány példa

A *Swiss Shield* cég elektromágneses sugárzás elleni árnyékolás céljára az alábbi változatokat ajánlja [12]:

- Fügönyanyag. – Ezüstözött rézszálakkal kevert, sima vászonkötésű szövet (82 % pamut, 18 % fémszál). Árnyékoló képesség: 900 MHz: 40 dB, 1800 MHz: 35 dB, 10 000 MHz: 20 dB.

- Fügöny- és falburkoló anyag. – Ezüstözött rézszálakkal kevert rácsszövet (92 % poliészter, 8 % ezüstözött rézszál) (5. ábra). Árnyékoló képesség: 900 MHz: 20 dB, 1800 MHz: 17 dB, 10 000 MHz: 10 dB.

- Ruha- és ágyneműszövet. – Ezüstözött rézszálakkal kevert, sima vászonkötésű szövet (90 % pamut, 10 % fémszál). Árnyékoló képesség: 900 MHz: 30 dB, 1800 MHz: 22 dB, 10 000 MHz: 19 dB.

Az *Elektrisola Feindraht AG* cég – egyebek között – speciális fémszálakat gyárt kifejezetten textilipari feldolgozásra, amelyek árnyékoló kelmék készítéséhez is használhatók [13]. Ezek a 0,01–0,50 mm átmérőjű (30–18 000 dtex finomságú) fémszálak tiszta rézből, tiszta ezüstből, acélból, bronzból, ezüsttel bevont rézből készülnek. Felületüket szintelen vagy színes, szigetelő és védő lakkréteg borítja.

- A 3. ábrán bemutatott árnyékoló szövetet fügönyanyagként ajánlják. Anyaga – mind a láncban, mind a vetülékben váltakozva – összecérnázott poliészter filamentfonal és 0,02 mm átmérőjű rézhuzal, valamint poliészter monofilament fonal.

Az *YShield GmbH & Co.* cég a 6. ábrán látható kétlétrás láncrendszerű kötött kelméjét árnyékoló fügöny céljára ajánlja [14]. Anyaga: 80 % poliamid, 20 % ezüst. Területi sűrűsége 30 g/m<sup>2</sup>. Amint az az ábrán látható, árnyékoló képessége 30 MHz és 2 GHz között 47 dB.

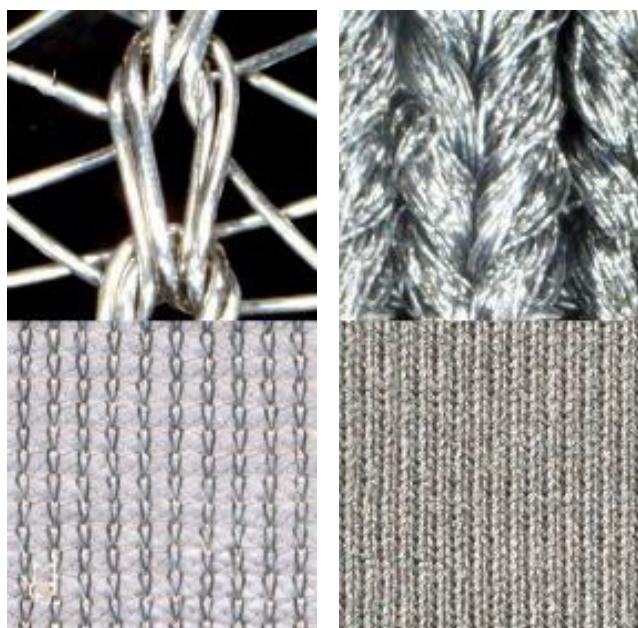
- Ugyanennek a cégnek Silver-Elastic elnevezésű vetülékrendszerű kelméje (7. ábra), amit testre simuló rugalmas fehérenmők gyártására ajánlanak, 80 % elasztánfonalat és 20 % ezüstöt tartalmaz [14]. Árnyékoló képessége a 30 MHz–10 GHz tartományban 50 dB.

### Források

- [1] Gamow, G., Cleveland, J.M.: Fizika. Gondolat, Bp. 1977
- [2] Elektromog. <http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromog>
- [3] T. Mühl: Textilien und elektromagnetische Strahlung. Mellian Textilberichte, 2004 3. sz. 190, 192. old.
- [4] Piller, B., Vlcek, M.: IFWS kongresszusi előadás, 2000
- [5] Technische Textilien, 2005/2
- [6] Aes Angelus termékek. [www.aesangelus.hu](http://www.aesangelus.hu)
- [7] [www.risiko-elektromog.de](http://www.risiko-elektromog.de)
- [8] Elektromog: Krebsrisiko durch elektromagnetische Felder? <http://www.krebsinformationsdienst.de/vorbeugung/risiken/elektromog.php#inhalt2>



5. ábra. Rács szerkezetű árnyékoló fügönyanyag (Swiss Shield) [12]



6. ábra. Lánchurkolt árnyékoló fügönykelme (YShield) [14]

7. ábra. Rugalmas, testre simuló kelme árnyékoló hatással (YShield) [14]

- [9] Electromagnetic fields from non-ionising electromagnetic radiation : discussion <http://www.hese-project.org/hese-uk/en/niemr/index.php>
- [10] T. Mühl: Webware mit elektromagnetischer Schirmwirkung. Mellian Textilberichte, 2004. 5. sz. 348–349. old.
- [11] T. Mühl: Elektromagnetisch schirmende Wirk- und Strickwaren. Mellian Textilberichte, 2004. 7-8. sz. 587–588. old.
- [12] Wie funktionieren Swiss Shield Abschirmgewebe? <http://www.elektromog-abschirmung.com/abschirmung/funktion/>
- [13] Elektrisola Feindraht AG, Textile Wire Technische Broschüre. [http://www.textile-wire.com/fileadmin/download/Techn\\_Brosch\\_TW\\_de\\_de\\_f\\_mai2011.pdf](http://www.textile-wire.com/fileadmin/download/Techn_Brosch_TW_de_de_f_mai2011.pdf)
- [14] <http://www.yshield.com/stoffe-und-textilien/stoffe/417/hf-nf-abschirmstoff-silver-tricot-breite-140-cm-1-laufmeter>