

A villamos és mágneses erőter hatásai

Az országban zajló távvezeték-létesítések, az általános tapasztalható környezetvédelmi törekvések de az a demokratikus országok polgáira jellemző természetes érdeklődés is, amelynek során a lakosság minél többet igyekszik megtudni az életkörülményeire befolyással lévő mesterséges létesítményekről, azok hatásairól, újra és újra ráirányítják a közvélemény figyelmét a villamos és mágneses erőter emberekre gyakorolt hatásaira. A témával kapcsolatban sok esetben olyan újságcikkek jelennek meg, amelyek a megfelelő ismeretek hiánya miatt pontatlanságokat tartalmaznak, s ezzel ellenérzéseket kelthetnek a lakosságban. Az alábbiakban néhány alapelv tisztázása után áttekintést kívánunk nyújtani azokról a külföldi és hazai, tudományosan megalapozott előírásokról, amelyek az emberek egészségének védelmét szolgálják. Röviden beszámolunk a témában folytatott és jelenleg is zajló nemzetközi kutatásokról, azok eredményeiről.

Alapok

Szakmai olvasótáborról lévén szó, az elektromágneses terekkel kapcsolatos alapfogalmakat ismertnek tételezzük fel. Itt csupán néhány fontos körülményre szeretnénk felhívni a figyelmet.

Az elektromágneses tereknek alapvetően két előfordulási módja lehet: természetes és mesterséges eredetűek.

A természetes eredetű terek – elsősorban a légköri eredetűek- néhány száz Volt/méter nagyságrendbe esnek, zivatar esetén azonban elérhetik a 20 000 V/m nagyságot is.

A mesterséges eredetű elektromágneses terek közül a legjelentősebbek az 50 Hz-es terek, melyek egyrészt a villamosenergia-átvitel során keletkeznek, de a felhasználás helyén, tehát a háztartásokban is fellépnek. Az elektromágneses terek általában inhomogének, azaz nem egyenletes lefutásúak, elsősorban kisméretű, feszültség alatt álló tárgyak esetén (pl. háztartási készülékek) különösen nagy a csökkenés a távolság függvényében.

A villamos terek

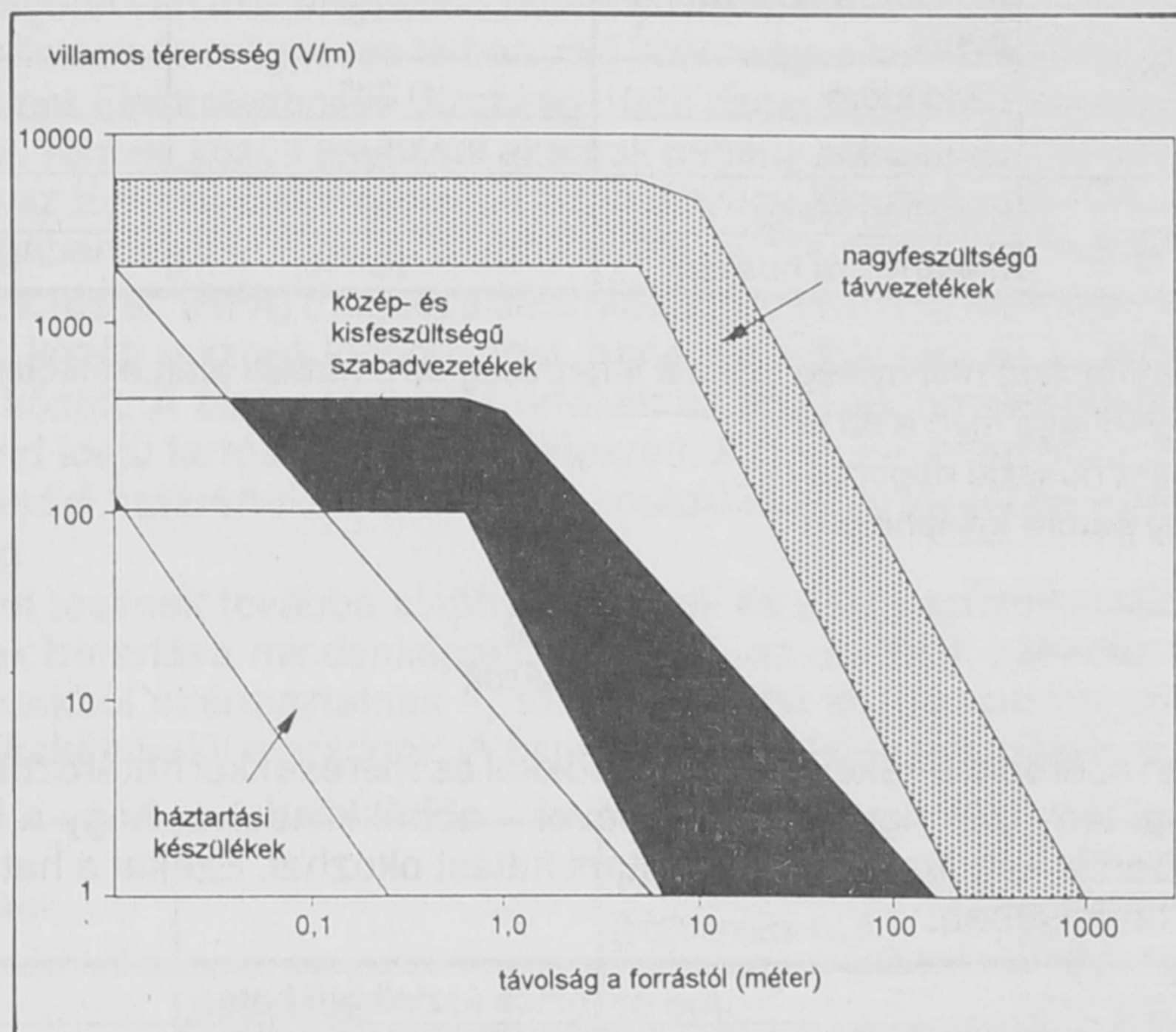
A távvezeték villamos terét a feszültség nagysága, a vezeték tartó oszlopok elhelyezkedése és a sodronyok elhelyezkedése határozza meg. A két oszlop közötti úgynevezett feszítőköz közepén a legerősebb a tér, és a vezetéktől távolodva rohamosan csökken. Az üzemi feszültségtől függően közvetlenül a vezeték alatt a villamos tér nagysága 1000 és 8000 V/m között változik. A háztartásokban használt villamos készülékeken végzett mérések szerint a készüléktől 30 cm távolságban 100-500 V/m térerősség lép fel. A lakásban lévő villanyvezetékek gyenge villamos tere legfeljebb 10 V/m. Az emberi bőr viszonylag jó villamos vezető, ezért a villamos terek nem hatolnak be az emberi szervezet belsejébe. Az épületek belsejében az építőanyag fajtájától majdnem függetlenül a külső térerősség 1-10 % -ára csökken le.

A mágneses terek

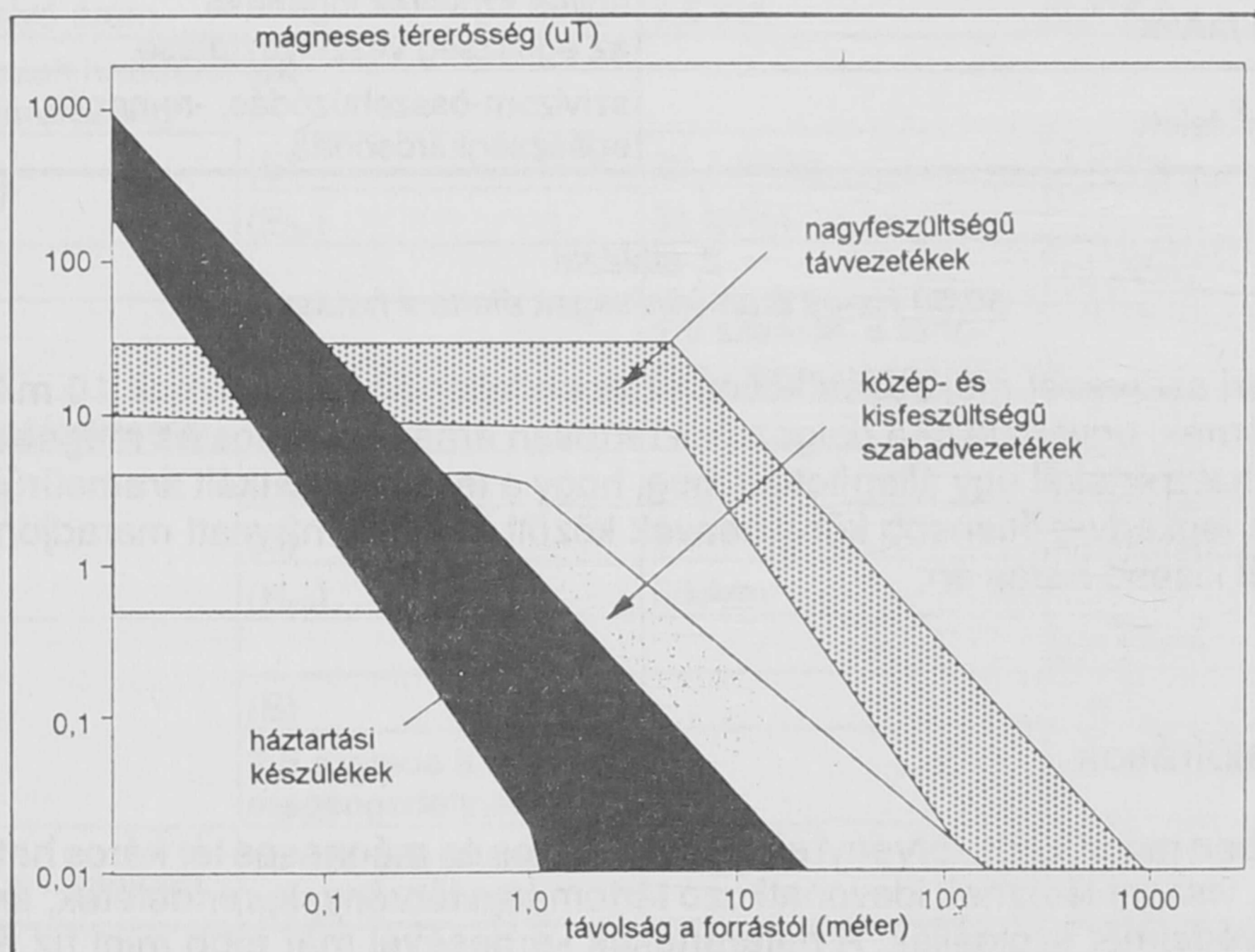
A távvezeték mágneses terének nagysága elsősorban a vezetéken folyó áram nagyságától függ. A mágneses teret alig lehet leárnyékolni, és áthatol az egész szervezeten,

ahol rendkívül gyenge áramokat hoz létre. Közvetlenül a távvezeték alatt a mágneses tér nagysága, a térerősség általában 8-30 mikrottesla (uT). Nagy mennyiségű villamos energiát szállító 400 kV-os vezeték közvetlen közelében 70 uT indukció is felléphet, a vezetéktől távolodva a villamos térhez hasonlóan a mágneses térerősség is igen gyorsan csökken. A Föld természetes mágneses tere mintegy 40-50 uT nagyságú, mely ellentétben a távvezetékek váltakozó terével, állandó tér.

Az 50 Hz-es elektromos és mágneses terek nagyságát a távolság függvényében mutatja az 1. és 2. ábra, különböző források – háztartási készülékek, közép és kisfeszültségű vezetékek, nagyfeszültségű távvezetékek – esetén.



1. ábra



2. ábra

Nemzetközi ajánlások

1990-ben tette közzé az ENSZ Egészségügyi Világszervezetének (WHO) keretében működő Nemzetközi Sugárvédelmi Egyesület (IRPA) ajánlásait az 50/60 Hz-es villamos és mágneses erőter embereket érintő határértékeire vonatkozóan, mely adatok az 1. táblázatban láthatók. Egyes kiadványokban még találkozni lehet a mágneses indukció régi mértékegységével, a gauss-szal. (1 gauss (G) = 0,1 millitesla (mT)).

		villamos térerősség E_{eff} (kV/m)	mágneses indukció B_{eff} (mT)
dolgozók	max 8 óra hosszát naponta	10	0,5
	rövid időre	30*	5**
	végtagokra	—	25
lakosság	korlátlan ideig	5	0,1
	néhány óra hosszát	10***	1***

* a napi (kV/m*óra) mennyiség, azaz a térerősség és a hatása alatt eltöltött idő szorzata nem haladhatja meg a 80 at

** max 2 óra hosszát naponta

*** néhány percre túlléphető

1. táblázat
IRPA ajánlások

A táblázatban szereplő értékeket számításokkal és mérésekkel határozták meg – megfelelő biztonsági tényezők figyelembevételével – abból kiindulva, hogy a külső tér által az emberi testben keltett áram milyen élettani hatást okozhat. Ezeket a hatásokat foglaltuk össze a 2. táblázatban.

1 mA/m ² alatt	nincs észlelhető hatás
1 – 10 mA/m ²	jelentéktelen hatás észlelhető
10 – 100 mA/m ²	Látási zavarok, idegrendszeri hatások
100 – 1000 mA/m ²	egyes szövetek ingerlése, az egészség veszélyeztetése
1000 mA/m ² felett	szívizom-összehúzódás, -remegés, egészségkárosodás

2. táblázat
50/60 Hz-es áramsűrűségek élettani hatásai

Az emberi szervezet működése következtében fellépő belső áramok 10 mA/m² sűrűséget is elérnek, ugyanakkor a dolgozókat tartósan érhető villamos és mágneses tér jellemzőinek határértékét úgy állapították meg, hogy a testben indukált áramsűrűség effektív értéke a legkedvezőtlenebb körülmények között is 4 mA/m² alatt maradjon. A lakosságot ennél kisebb hatás éri.

Nemzeti előírások

Ausztriában nincs külön törvényi előírás a villamos és mágneses tér káros hatásai ellen védelemre, viszont léteznek idevonatkozó tartományi törvények, rendeletek, amelyek az egészség védelmét szolgálják. A határértékek kérdésével már több mint tíz éve foglalkoznak együttműködő kutatóintézetek, s Ausztria azon kevés ország közé tartozik, amely a teljes frekvenciatartományra határértékeket dolgozott ki. Nagy frekvenciákra már a nyolcvanas évek közepén elkészültek a javaslatok. A kisméretű kutatások tovább

tartottak, többek között azért, hogy az egyidejűleg a WHO-nál és Németországban folyó kutatások tapasztalatait, eredményeit is felhasználhassák. Kisfrekvencián az ingerhatások a mérvadóak, nagyfrekvencián – kb. 30 kHz-től – a szövetekben okozott hőhatások dominálnak.

Az osztrák értékek 50 Hz-en megegyeznek az IRPA-ével, s javaslatuk a rövid ideig megengedhető nagyobb értékekre vonatkozó kiegészítést is tartalmazza (ld. 1. táblázat).

Az irodalom szerint a lakosság Ausztriában sehol sincs kitéve olyan nagyságú, távvezetékek által keltett erőternek, amely meghaladná a nemzeti, illetve az IRPA-előírásokat. A szabványtervezettel kapcsolatos kutatások még nem zárultak le, a tudományos ismeretek bővülésével párhuzamosan a javaslat módosulhat.

Németországban van már érvényes szabvány a 0 Hz és a 30 kHz közötti frekvenciatartományba eső villamos és mágneses térben való biztonságos tartózkodásra, de ennek módosítására a Német Elektrotechnikai Bizottság 1992 decemberében elkészített egy új szabványtervezetet. Többek között enyhíteni akarnak néhány biztonsági határértéket, mivel igazodni akarnak az Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság (CENELEC) 111-es műszaki bizottságában folyó európai szabványosítási munka eddigi eredményeihez.

Az osztrákok (és az IRPA) megközelítési módjától eltérően a németek nem a lakosság és a dolgozók között tesznek különbséget, hanem a biztonsági és az elővigyázatossági határértékek között. A biztonsági határértékek az ún. 1-es hatásterületen érvényesek, ahol csak rövid idejű tartózkodás engedélyezett. A 2-es hatásterületre vonatkoznak az elővigyázatossági határértékek, amelyeket hosszú idejű tartózkodás feltételezésével alapítottak meg.

Különbséget tesznek továbbá alaphatárértékek és származtatott határértékek között is. Az előbbiek betartása mindenképpen kötelező, az utóbbiak azonban – melyeket az alaphatárértékekből származtatnak –, túlléphetők, ha közben biztosítva van, hogy az alaphatárértékeken belül maradunk. A konkrét szám adatok a 3. táblázatban láthatók.

Alaphatárértékek		1-es hatástartomány (biztonsági h. é.)	2-es hatástartomány (elővigyázatossági h.é.)
Áramsűrűség	24 óra/nap	10 mA/m ²	2 mA/m ²
	2 óra/nap	25 mA/m ²	10 mA/m ²
Érintési feszültség		25 V	12 V
Testben folyó áram		3,5 mA	0,5 mA
Származtatott határértékek			
Villamos térerősség			
24 óra/nap	(E)	20,7 kV/m	7 kV/m
	(E _{cs})	31 kV/m	
6 óra/nap			10 kV/m
2 óra/nap		1,5 szerese a tartó- san megengedettnek	
Mágneses térerősség			
24 óra/nap (indukció:	(H)	4 kA/m	0,32 kA/m
	(B)	5 mT	0,4 mT)
	(H _{cs})	6 kA/m	
6 óra/nap (indukció: <5 perc			0,8 kA/m
	(B)		1 mT)
	2,5 szerese a tartósan megengedettnek		
Szélsőséges esetben	10 szerese a tartósan megengedettnek		

3. táblázat

A német szabványtervezet 50 Hz-re vonatkozó határértékei

Az osztrák és a német előírást összehasonlítva – ha a biztonsági határértékeket a dolgozókra vonatkozóakkal, az elővigyázatossági határértékeket pedig a lakosságra vonatkozóakkal állítjuk párhuzamba – megállapíthatjuk, hogy az osztrák értékek szigorúbbak. Németországban nézetkülönbségek vannak egyes kutatóintézetek között a származtatott elővigyázatossági határértékek tekintetében. Az alaphatárértékekben és származtatott biztonsági határértékekben már megegyezés született, amit egy 1989-ben elfogadott szabványban rögzítettek.

Nagy-Britanniában is kidolgoztak határértékeket a teljes frekvenciatartományra, a Nemzeti Sugárvédelmi Bizottság azonban nem tesz különbséget a lakosság és a dolgozók között, a javaslatuk mindenkire vonatkozóan 12,3 kV/m és 2 mT – 50 Hz-en. Ezek az értékek túlléphetők, ha az emberi testben indukálódó áram minden körülmények között 1,03 mA alatt marad.

Olaszországban egy 1992. márciusi miniszterelnöki rendelet rögzítette a lakosságra vonatkozó IRPA-ajánlás határértékeit. Emellett a 123 kV-os, a 220 kV-os és a 380 kV-os távvezetékek biztonsági sávjának határát 10, 18 ill. 28 m-ben állapították meg. (Magyarországon ezek az értékek: 13, 18 ill. 28 m (11/1984. IpM sz. rendelet).)

Vannak még ezeken kívül olyan országok, amelyekben a távvezetékek mentén határérték-előírások ismeretesek az embereket érő villamos térerősségre, ezek közé tartoznak például a Szovjetunió utódállamai, az Amerikai Egyesült Államok néhány tagállama, Japán, Belgium, Lengyelország, Csehország, Szlovákia és Magyarország is.

A magyarországi előírások

Hazánkban nem születtek új előírások az IRPA 1990-ben közzétett ajánlásai óta, de a nemzetközileg elfogadott villamos határértékeknél nagyobbakat a már meglévőek sem engednek meg. Az 1986-ban életbe lépett MSZ 151/5 számú szabvány kimondja, hogy ha 220 kV és annál nagyobb névleges feszültségű szabadvezeték épületet közelít meg, illetve keresztez, akkor az épületben és annak személyek tartózkodására szolgáló részein a járószinttől mért 1,8 m magasságban a villamos térerősség az ebből a szempontból legkedvezőtlenebb üzemi körülmények között sem haladhatja meg az 5 kV/m-t, vagyis azt az értéket, amely az IRPA szerint korlátlan ideig érheti a lakosságot.

A magyarországi alaphálózat üzemeltetője – így azon dolgozók munkáltatója akik hivatásszerűen vannak kitéve a nagyfeszültségű elektromágneses terek hatásainak – az Országos Villamostávvezeték Rt. (OVIT Rt.). A dolgozókra vonatkozóan az OVIT Munkavédelmi Szabályzata védőruházat nélkül csak 15 kV/m-nél nem nagyobb térerősségű helyen engedélyez munkavégzést és ott is csak másfél órát naponta, azaz legfeljebb 22,5 kV/móra érheti az embereket az IRPA által megengedett 80 kV/móra értékkel szemben (ld. 1. táblázat). 5-10 kV/m között napi 3 órát, amely maximum 30 kV/mórának felel meg, 5 kV/m-es erőterben pedig legfeljebb 8 óra hosszat (= 40 kV/móra) szabad tartózkodni.

A mágneses térre vonatkozóan még csak kevés országban vannak megkötések, többek között Magyarországon sincsenek. Ugyanakkor azt is meg kell említeni, hogy egy zárlatos 400kV-os távvezeték alatt, tehát a lehető legkedvezőtlenebb körülmények között sem haladja meg a mágneses indukció a 0,05 mT-t, azaz az IRPA által ajánlott korlátlan ideig elviselhető érték felét.

Európai szabványosítás

Mint az előzőekben utaltunk már rá, a CENELEC 111-es műszaki bizottsága foglalkozik a villamos és mágneses terek európai szabványának kidolgozásával. Ez a tevékenység 1990-ben kezdődött el, 1991-ben külön munkabizottságot állítottak fel a kis-, illetve a nagyfrekvenciás kérdések tárgyalására, s a munka jelenleg is folyik.

Az Európai Közösség egyik vezérigazgatósága szintén foglalkozik az emberek egészségének védelmével. Irányelv készül az elektromágneses behatások elleni védelemre,

de kizárólag a munkahelyei környezetre vonatkozóan, a lakosságot érintő általános kérdésekkel nem foglalkoznak.

A majdan megszülető nemzetközi előírásokat az egyes országok nemzeti előírásai nem léphetik túl.

Az elektromágneses terek nagysága meghatározásának módszerei

Az elektromágneses terek nagysága és elhelyezkedése elsősorban ott határozható meg számítással, ahol pontosan megadható azok keletkezésének módja, így a nagyfeszültségű távvezetékek, transzformátorok közelében. A bonyolult alakú háztartási készülékek esetén a számítás lényegesen nehezebb, itt inkább a tér mérése a megoldás. Mivel az elektromágneses teret minden test, és maga a mérőkészülék is torzítja. Erősen inhomogén terek esetén – általában erről van szó – igen nehéz a mérés alapján korrekten értelmezhető adatokat nyerni, és maga az értelmezés is komoly szakértelmet igényel.

Lappangó hatások ?

Amióta 1979-ben megjelent Nancy Wertheimer és Ed Leeper cikke a villamos távvezetékek közelében élő gyerekek rákos megbetegedésének gyakoriságáról, számos tanulmány készült a témával kapcsolatban, de eddig még senki sem tudta bebizonyítani, hogy a villamos távvezetékek közelében való tartózkodás károsodást okozna az emberi szervezetben.

Elsősorban a sajtóban, de tudományos körökben is nagy visszhangot váltott ki két svéd kutató, Maria Feychting és Anders Ahlbom 1992-ben megjelent tanulmánya, amely szintén ezzel a témával foglalkozik. Összegyűjtötték azoknak az embereknek az adatait, akik 1960 és 1985 között Svédországban legalább egy éven keresztül nagyfeszültségű távvezetékől legfeljebb 800 m-re laktak, és rosszindulatú megbetegedést szenvedtek. Nagyon gondosnak tűnő statisztikai értékelést készítettek, amely a leukémia és az agytumor kialakulásának gyakoriságát vizsgálja az embereket ért mágneses indukció és az életkor függvényében, valamint egyéb csoportosításokban. A szerzők bizonyítottnak látják a gyenge mágneses tér és a megbetegedések közötti összefüggést, de ezt a következtetést erősen megkérdőjelezi, hogy az értékelési módszerben az eredményeket befolyásoló, eléggé önkényesnek tűnő választásokat alkalmaztak, és a megbetegedések kis száma miatt sok esetben az összehasonlításoknak nincs is jogosultságuk. Emellett több alkalommal előfordult az is, hogy a mágneses indukció növekedésével párhuzamosan a megbetegedési gyakoriság csökkent, amiről a szerzők meglepedtek, amikor a végső konklúziót levonták. A „vájtfülű” olvasó számára a cikk világossá teszi, hogy a leírtakkal ellentétben a mágneses tér és a megbetegedések között ezúttal sem sikerült ok-okozati kapcsolatot találni.

A CIGRÉ (Nagyfeszültségű Villamos Rendszerek Konferenciája) villamos és mágneses terek egészségre gyakorolt hatásaival foglalkozó munkabizottságának legfrissebb jelentése is azt közli, hogy a világszerte folyó kutatások eddig nem tudtak káros hatást kimutatni.

A villamos és mágneses tér állatokra és növényekre gyakorolt hatásait is vizsgálják különböző kutatóintézetekben, többek között Magyarországon is. Eddig azonban nem tapasztaltak semmilyen károsító hatást.

Pontosabban fogalmazva, a világon számtalan helyen eddig lefolytatott kísérletek alapján nem tudtak az emberi egészségre ártalmas hatást kimutatni. A fiziológiai jellemzők megváltozása csak azon tartományban volt tapasztalható, amely a mindennapi életben elektromágneses terek hatás nélkül is fellép (pl. magasabb pulzusszám). A néhány kísérletben kimutatott ezen túlmenő hatásokat a kontrollkísérletek során nem sikerült igazolni, sőt ellentétes hatásokat is tapasztaltak. Ennek alapján feltételezhető, hogy egyéb hatások is közrejátszanak. Azt is kimutatták, hogy olyan kísérletek során, ahol egyes sejteket vizsgálva változást tapasztaltak, ugyanolyan hatás mellett az emberi testben nem

léptek fel ezek az elváltozások. Feltehető ennek alapján, hogy az emberi szervezet szabályozási mechanizmusa korigálja a hatásokat.

Összességében a sejtekkel folytatott kísérletek eredményei eltérőek és részben ellentmondásosak.

A villamosenergia-termelők és szolgáltatók nemzetközi szervezete, az UNIPEDA egyik munkabizottsága rendszeresen áttekinti és összegezi a kutatási, vizsgálati eredményeket. Az egészségügyi világszervezet a vizsgálatok alapján készíti el ajánlásait azokra a határértékekre vonatkozóan, amelyek biztosan nem károsak az emberre. Az UNIPEDA állásfoglalása szerint a jelenlegi ismeretek alapján az elektromágneses terek nem veszélyesek, de a kutatásokat tovább kell folytatni.

Az egészségügyi vizsgálatok legfőbb problémái, hogy a minta nem elegendően nagy és nem reprezentatív (a hatások – ha vannak – hosszú idő alatt alakulnak ki). Az élő szervezetre nem alkalmazhatók a műszaki berendezések vizsgálatánál alkalmazott, rövid idő alatt elvégzett, de hosszú időszaknak megfelelő kísérleti módszerek. A visszamenőleges orvosi nyilvántartások nem kutatási gondossággal készültek, így a belőlük levont következtetések sem lehetnek pontosabbak, mint a felhasznált adatok.

A világ számos országában jelenleg is folynak a kutatások, hogy további ismereteket szerezzenek a témával kapcsolatban. A jelentős költségekkel járó vizsgálatokat gyakran a villamosenergia-iparágak finanszírozzák, hiszen közös érdek, hogy a kérdésben a tudományosság, a megalapozott vizsgálatok és kísérletek eredményei döntsenek, és ne az érzelmi állásfoglalások és indulatok.

TRINGER ÁGOSTON