

Samenvatting

Elektromagnetische straling

Opgesteld door

Albert Keverling Buisman

Eric van Rongen

Gerard Kars

Guus Hoorenman

Elektromagnetische velden

Dit dossier betreft de elektromagnetische velden, die door elektrische stromen worden opgewekt. Overal waar stroom loopt zijn deze elektromagnetische velden aanwezig. Soms willen we gebruik maken van deze velden, bijvoorbeeld in een elektromagneet of bij een radiozender. Soms zijn de elektromagnetische velden niet nodig, maar omdat er stroom loopt ze zijn er toch. Dit is het geval bij huishoudelijke apparaten, zoals broodroosters en wasmachines. Omdat er bij sterke elektromagnetische velden lichamelijke verschijnselen optreden is het nodig maatregelen te nemen. Het gebruik van elektriciteit brengt ook andere risico's met zich mee. Bij het aanraken van stroomdraden kunnen er stromen door het lichaam gaan lopen die schadelijk zijn voor de gezondheid. Deze verschijnselen en de bescherming ertegen worden behandeld in het dossier elektrische veiligheid.

Frequentie

Een belangrijke eigenschap van elektromagnetische velden is de frequentie: het aantal wisselingen per seconde tussen positief en negatief. Deze grootte wordt uitgedrukt in hertz (Hz; $1 \text{ Hz} = 1$ wisseling per seconde). Veel eigenschappen van elektromagnetische velden hangen sterk van de frequentie af. Vaste magneten hebben een magnetisch veld dat niet wisselt in de tijd: een statisch veld. Het lichtnet gebruikt 50 Hz. Radiozenders gebruiken frequenties rond de 1000 kHz (AM) of 100 MHz (FM). Het GSM-netwerk werkt op 900 of 1800 MHz. In een magnetron wordt voedsel verhit door een elektromagnetisch veld met een frequentie van $2,45 \times 10^9 \text{ Hz} = 2,45 \text{ GHz}$.

Dit dossier behandelt elektromagnetische velden met frequenties tussen 0 Hz en 300 GHz. Bij hogere frequenties dan 300 GHz spreken we van optische straling (infrarood, zichtbaar en ultraviolet licht).

Effecten van statische velden

Statische elektrische velden dringen niet door in het lichaam, maar geven wel effecten op de huid. Zo kunnen sterke elektrische velden bewegingen van de haren veroorzaken. Statische magnetische velden dringen wel door in het lichaam. Wanneer elektrisch geladen deeltjes door dat veld bewegen, resulteert dit in elektrische (kring)stroompjes. Beweging van een persoon in een sterk magnetisch veld kan leiden tot duizeligheid en misselijkheid doordat het evenwichtsorgaan wordt beïnvloed.

Effecten van laagfrequente velden (tot 300 Hz)

Laagfrequente elektromagnetische velden wekken stroompjes op in het lichaam. Omdat de overdracht van signalen in de zenuwen ook met ladingstransport gepaard gaat, kunnen er prikkelingen optreden in het zenuwstelsel. Bij lage stroomsterkte gebeurt er niets, maar boven een grenswaarde geven prikkelingen van het netvlies aanleiding tot het zien van lichtflitsen (zogenaamde fosfenen). Deze zijn op zichzelf niet gevaarlijk, maar kunnen wel schrikreacties geven. Bij nog hogere stroomsterkten kunnen ook zenuwen beïnvloed worden, wat kan leiden tot onwillekeurige spierbewegingen. Als dit effect in het hart optreedt, kan dat levensbedreigend zijn.

Effecten van hoogfrequente velden (300 Hz tot 300 GHz)

Het belangrijkste effect in weefsels van hoogfrequente elektromagnetische velden is warmteontwikkeling. Het menselijk lichaam produceert zelf ook warmte, maar wanneer het lichaam te warm wordt kan er gezondheidsschade optreden. Omdat het enige tijd duurt voordat zich bij veranderende omstandigheden, bijvoorbeeld bij blootstelling aan een hoogfrequent veld, een warmte- evenwicht heeft ingesteld is niet alleen de hoogte van de blootstelling van belang, maar ook de tijdsduur. In de praktijk wordt de blootstelling daarom berekend als het gemiddelde over een bepaalde periode.

Elektromagnetische velden met frequenties hoger dan ongeveer 10 GHz zijn niet in staat het lichaam binnen te dringen. Voor deze soort velden is opwarming van de huid de beperkende factor.

Er is maatschappelijke onrust over mobiele telefonie, die gebruik maakt van elektromagnetische velden van 900 of 1800 MHz. De straling van zenders in basisstations en telefoons zouden allerlei klachten tot gevolg hebben, variërend van hoofdpijn tot kanker. Tot dusver heeft onderzoek niet uitgewezen dat een dergelijk verband te leggen is.

Voorkómen van effecten: grenswaarden en actiewaarden

Schadelijke effecten kunnen voorkómen worden door grenzen te stellen aan de sterkte van opgewekte stroompjes in het lichaam of aan de mate van opwarming van weefsels. De blootstellingslimieten of grenswaarden zijn uitgedrukt in deze parameters. Nu is het niet eenvoudig stroompjes of opwarming in het lichaam te meten, dus er zijn van de grenswaarden grootheden afgeleid die wel gemeten kunnen worden: de sterkte van het elektromagnetische veld op de plaats van blootstelling. Als deze zogenoemde actiewaarden niet worden overschreden, worden ook de grenswaarden niet overschreden.

Bronnen van elektromagnetische velden

Alle elektrische apparaten veroorzaken elektromagnetische velden, maar deze hebben in de meeste gevallen een zodanig lage intensiteit dat er geen effecten van verwacht mogen worden. Dit geldt bijvoorbeeld voor de normale kantooromgeving, voor huishoudelijke apparatuur, mobiele telefoons en audio/video-apparatuur.

Maar er zijn ook werkomstandigheden waarbij actiewaarden overschreden zouden kunnen worden. Voorbeelden zijn het werken bij antidiefstal-detectiepoortjes, metaaldetectoren, medische toepassingen (o.a. MRI) en natuurlijk alle zendinstallaties. Andere werksituaties waarin elektromagnetische velden een rol spelen zijn te vinden in omgevingen waarin met grote stroomsterktes wordt gewerkt, zoals in elektriciteitscentrales, bij elektrolyseapparatuur en bij elektrisch lassen. Ook bij industriële verwarmingstechnieken (diëlektrisch, inductie, microgolfdrogen) kunnen sterke elektromagnetische velden optreden. Elektromonteurs behoren tot de groep werknemers die aan hoge elektromagnetische velden kunnen worden blootgesteld, evenals lassers en medewerkers van bedrijven die zich bezig houden met niet-destructief onderzoek.

Aantallen

Het aantal bedrijven waarin rekening gehouden moet worden met blootstelling aan elektromagnetische velden is aanzienlijk. In bijgaande tabel is hiervan een schatting gegeven.

--

Elektriciteitsproductie en -distributie	100
Installatie en onderhoud	5.000
Inductie/diëlektrische verwarming	2.000
Elektrochemie	60
Lassen	5.000
Niet-destructief onderzoek	50
Medische toepassingen	100
Zendinstallaties, radar	50
Totaal	13.000

Risicoinventarisatie en -evaluatie

Voor de risico-inventarisatie en –evaluatie wordt gebruik gemaakt van een indeling in categorieën. Deze indeling loopt van categorie 0 (geen maatregelen) tot categorie III (altijd maatregelen nodig). Is alle aanwezige apparatuur ingedeeld in categorie 0 dan is de inventarisatie compleet. Is er apparatuur ingedeeld in een hogere categorie dan is een beoordeling van het risico noodzakelijk en volgt er een plan van aanpak. In veel gevallen is afstand houden voldoende als maatregel.

Wetgeving

Artikel 6.12 van het Arbobesluit (zie www.overheid.wetten.nl) handelt over toestellen die elektromagnetische velden uitzenden. Deze moeten van een deugdelijke constructie zijn en de grenswaarden van veldsterkte mogen niet worden overschreden. De grenswaarden zelf staan niet in het artikel maar in de Richtlijn 2004/40/EG van de Europese Unie. Deze richtlijn zou in april 2008 van kracht worden, maar inmiddels zijn er aanpassingen nodig gebleken, waardoor de inwerkingstelling met vier jaar vertraagd is.

Rechten en plichten van werkgever, werknemer en ondernemingsraad

De werkgever is verplicht aan de voorschriften genoemd in artikel 6.12 van het Arbobesluit te voldoen. Verder moet de ondernemer voorlichting en instructie geven over de gevaren van elektromagnetische velden. De werknemer is verplicht de voorlichtingbijkomensten bij te wonen, instructies op te volgen en waar van toepassing persoonlijke beschermingsmiddelen te gebruiken. De ondernemingsraad heeft het recht na te gaan of er een RI&E is uitgevoerd, of dit correct is geschied en of het plan van aanpak gevolgd wordt.

Welke maatregelen kunnen worden genomen?

De beperking de veldsterkte van de elektromagnetische velden begint bij de keuze van de apparatuur. Is er een alternatieve werkmethode beschikbaar die minder straling genereert? Is dit niet het geval dan zijn afstand houden (zonering), beperking van de blootstellingsduur en afscherming goede middelen ter beperking van de blootstelling. Hierbij zijn waarschuwingstekens van belang.

Voor bijzonder sterke velden kan het nodig zijn speciale maatregelen te nemen, zoals scheiding van apparatuur en werknemer, afstandsbediening en de installatie van detectoren.

Wie gaat er slim om met elektromagnetische velden?

Het elektrolyseproces waarmee chloor uit zout wordt geproduceerd, gaat gepaard met het opwekken van sterke elektromagnetische velden. De binnenkomende wisselspanning wordt gelijkgericht, en daardoor ontstaan er 'rimpelingen' van 300 Hz en hogere harmonischen. De sterkte daarvan kan op sommige plaatsen, met name dichtbij systemen voor stroomtoevoer (bus bars), de actiewaarden overschrijden. Voor een deel is het probleem ondervangen door het markeren van plaatsen waar overschrijding van de actiewaarden plaats vindt, maar er zijn dan nog steeds dergelijke plaatsen die met enige regelmaat betreden moeten worden. Overschrijding van de actiewaarden betekent dat bepaald moet worden of ook de grenswaarden worden overschreden – dat zal voor de betreffende situaties dus ook moeten plaatsvinden.