

## FICHE 19 - SAR, THERMISCHE EN NIET-THERMISCHE EFFECTEN

Als we blootgesteld worden aan elektromagnetische straling absorbeert ons lichaam de energie uit die straling. Hoeveel energie wordt geabsorbeerd, hangt af van een aantal factoren zoals vermogensdichtheid, veldsterkte, frequentie van de invallende golven, invalshoek en kleding.

Blootstelling aan laag frequente elektromagnetische velden (zoals van hoogspanningslijnen) veroorzaakt een verwaarloosbare energieabsorptie zodat er geen meetbare temperatuur toename optreedt. Radiofrequenties (3 KHz - 300 GHz) veroorzaken thermische effecten als de temperatuur toename hoger is dan 1°C. Die thermische effecten zijn eigenlijk nog steeds de enige effecten die wetenschappelijk onderbouwd zijn. Daarom gebruikt men als maat voor de blootstelling SAR (Specific Absorption Rate in Watt per kilogram), een grootheid die de energieabsorptie en temperatuurstoename van het blootgestelde weefsel weergeeft.

De specifieke energieabsorptie (SA) is de energie die per massa-eenheid biologisch materiaal wordt geabsorbeerd (uitgedrukt in Joule per kilogram). De 'Specific Absorption Rate' (SAR) komt overeen met de geabsorbeerde energie per tijdseenheid (W/kg).

Voor een bestralingstijd  $t$  (s) geldt:  $SA = SAR \cdot t$

$$\text{Waarbij } SAR = i^2 / \sigma \rho \text{ of } SAR = \sigma E^2 / \rho$$

Hierbij is  $i$  de stroomdichtheid,  $\rho$  is de specifieke massa in  $\text{kg/m}^3$  en  $\sigma$  de elektrische geleidbaarheid in Siemens per meter (S/m). Door energieabsorptie als gevolg van blootstelling aan radiofrequente straling zal de temperatuur van het bestraalde biologisch materiaal toenemen. De SAR laat toe de temperatuurstoename  $\Delta t$  in het bestraalde weefsel te schatten ( $\Delta t = SAR \cdot t / c_{th}$ , met  $c_{th}$  = de specifieke warmtecapaciteit in J/kg.K, met K = graden Kelvin). De SAR-waarde is dus een maat voor de energieabsorptie én temperatuurstoename van het lichaam (of bestraalde lichaamsdeel).

Niet-thermische effecten zijn effecten die optreden als er geen toename van de temperatuur is. Sommige publicaties suggereren dat er dan biologische effecten kunnen optreden, maar het is niet duidelijk wat de achterliggende werkingsmechanismen kunnen zijn. Vaak zijn de gegevens tegenstrijdig. Een voorbeeld is het selectief weghalen van calcium uit celmembranen waardoor hun stabiliteit vermindert. Dit werd door Bawin et al. in 1976 aangetoond voor radiofrequenties (vooral bij 16 Hz modulatie) maar latere studies (Albert et al. 1987) hebben dat niet bevestigd. Er is ook nog geen theoretische basis om dit te verklaren al werden er enkele, niet-bevestigde, hypothesen geformuleerd.

Tegenwoordig neemt men aan dat niet-thermische effecten wel degelijk kunnen bestaan. Men weet niet of die biologische effecten schadelijk zijn voor de menselijke gezondheid. De meeste onderzoekers denken van niet.

Omdat thermische effecten nog steeds de enige wetenschappelijk onderbouwde biologische effecten zijn, heeft ICNIRP (International Committee on Non Ionizing Radiation Protection) haar richtlijnen voor blootstellinglimieten op die effecten gebaseerd. Dit betekent niet dat de ICNIRP geen aandacht heeft voor de niet-thermische effecten.

ICNIRP gaat er wel van uit dat het geen aanbevelingen kan maken op basis van niet-bewezen effecten. Dat gebeurt trouwens ook niet als aanbevelingen of normen worden opgesteld voor blootstelling aan chemische stoffen.

Thermische effecten treden op bij een SAR-waarde van 1,9 - 4 W/kg en zijn onomkeerbaar vanaf 4 W/kg. ICNIRP heeft zich dus gebaseerd op een SAR-waarde van 4 W/kg (enig zeker gekende en onomkeerbaar schadelijk effect) en bouwt een veiligheidsfactor van 10 in (0,4 W/kg) voor de beroepsbevolking en een bijkomende veiligheidsfactor 5 voor de algemene bevolking (0,08 W/kg). Deze ICNIRP richtlijn vormt de basis voor nagenoeg alle blootstellinglimieten in de wereld (wat niet betekent dat elk land deze richtlijnen overneemt, fiche 20 Blootstellingsnormen). Omdat de SAR-waarde niet kan gemeten worden, wordt in de normen de elektrische veldsterkte (Volt per meter) gebruikt waaruit de SAR-waarde kan berekend worden.

Tegenwoordig moet de SAR-waarde van elke mobiele telefoon door de producent meegedeeld worden. Alleen draadloze apparaten die zeer beperkte vermogens hebben (kleiner dan 20 mW) zijn hiervan vrijgesteld. De SAR-waarde wordt via een gestandaardiseerde meetprocedure berekend. Hiervoor wordt de telefoon aan het oor van een nephoofd bevestigd. Dit hoofd is gevuld met een vloeistof die dezelfde elektrische eigenschappen heeft als het menselijk hoofd. Binnen dit nephoofd zullen meetapparaten de verdeling van het elektrisch veld als gevolg van het gsm-toestel opmeten. De SAR-waarde kan dan hieruit berekend worden. De bewering dat de normen zijn opgesteld aan de hand van een 'zak met water' (het nephoofd) is niet correct. Het nephoofd is wel een hulpmiddel om een benadering van de SAR-waarde van mobiele telefoons te bepalen.

De meetprocedure is nauwkeurig omschreven wat maakt dat de resultaten reproduceerbaar zijn. Toch zal de gemeten SAR-waarde niet altijd in werkelijkheid optreden omdat de metingen gebeuren als het toestel maximaal uitzendt. In werkelijkheid kan de SAR-waarde enkele duizenden keren kleiner zijn dan de producent aangeeft omdat het toestel niet altijd op vol vermogen uitzendt. De manier waarop het toestel gebruikt wordt zoals bijvoorbeeld sms'en in plaats van bellen of het gebruik van een oortje en het bellen bij een goed bereik kan de blootstelling immers sterk verminderen.

De consument kan hoe dan ook kiezen tussen toestellen met verschillende SAR-waarden al dient gezegd te worden dat een toestel met een lage SAR-waarde niet noodzakelijk betekent dat de consument minder zal blootgesteld worden dan wanneer hij een toestel zou gebruiken met een hogere SAR-waarde. De manier waarop het toestel wordt gebruikt en de afstand tot de vast opgestelde zendantenne bepalen onder meer met welk vermogen het gsm-toestel uiteindelijk uitzendt.

De SAR-waarden van gsm-toestellen schommelen meestal tussen 0,2 en 1,6 W/kg waarbij 0,8 – 0,9 W/kg gemiddelden zijn.

### **Referenties**

[www.bfs.de/electro/hff/oekolabel.html](http://www.bfs.de/electro/hff/oekolabel.html)

Van Loock W. (2007) - Veiligheid en gezondheid in niet-ioniserende elektromagnetische velden en straling. Academia Press, Gent. ISBN 978 90 382 1169 5.

Bawin SM, Adey WR. (1976) - Sensitivity of calcium binding in cerebral tissue to weak environmental electric fields oscillating at low frequency. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 1976; 73, 1999-2003.

Albert EN, Slaby F, Roche J, Loftus J.(1987) - Effect of amplitude-modulated 147 MHz radiofrequency radiation on calcium ion efflux from avian brain tissue. Radiat. Res. 109, 19-27.