



5G-STRALING EN GEZONDHEID

Hugo Schooneveld

De vijfde-generatie ('5G') van draadloze telefonie komt binnen enkele jaren beschikbaar. Dit artikel geeft een overzicht van het fysische karakter van die technologie, enkele toepassingen en van de gezondheidsrisico's die op ons afkomen. Wetenschappelijk onderzoek naar de mogelijke schadelijkheid ontbreekt geheel. Ik geef een overzicht van de onzekerheden. We dienen op onze tellen te passen omdat de overheid en de telecom bedrijven het gevolg voor de burgers bagatelliseren. Het is de hoogste tijd voorafgaand onderzoek te doen naar de gezondheidseffecten en toepassingsmogelijkheden, nu het nog niet te laat is. Nauwelijks hebben we geleerd te wennen aan de grote snelheid van de vierde-generatie van draadloze communicatie ('4G netwerk') of de volgende generatie (5G) dient zich aan. Experimenten zijn gaande in de hele wereld om de techniek te beproeven en naar verwachting tegen het jaar 2020 kunnen we genieten van snelheden van data-overdracht die weer 50 maal sneller zijn dan die van 4G. Vooropgesteld, voor de meeste gewone burgers is de huidige snelheid heel bevredigend en filmpjes kun je in hoge kwaliteit van het internet plukken. Tom Wheeler, president van de Federal Communications Commission (FCC) hield in 2016 een betoog over de kracht waarmee de 5G technologie, inclusief het Internet-of-Things (IoT), wordt geïntroduceerd. Men laat zich niet tegenhouden door vertragende acties van protesteerders, regulerende en wetgevende commissies of door normen [1].

Toepassingen van 5G communicatie Het kenmerk van de radiofrequente 5G systemen is dat gebruik wordt gemaakt van veel hogere frequenties en grotere bandbreedtes dan tot nu toe, waardoor eindeloos veel mensen en dingen met elkaar kunnen gaan communiceren (zie tabel). De 5G techniek gebruikt diverse frequentiebanden tussen 20 GHz en 95 GHz, maar meestal in het lagere gedeelte. De golflengte bij die hogere frequenties zijn klein, in de millimeter range (zie tabel). Daarom

met de CV-ketel, de koelkast met de kruidenier, beveiligingsapparatuur met de politiecomputer

worden die velden ook wel aangeduid als millimetergolven of -straling. Het probleem van de kortgolvlige millimeterstraling is dat het doordringend vermogen geringer wordt naar mate de frequentie hoger is. 5G velden worden volledig tegengehouden door bouwmaterialen en komen het huis dus niet binnen.

Het Internet of Things

Allerlei apparaten gaan nu soms al zelfstandig met elkaar overleggen: de kamerthermostaat

enz. Dat is het 'Internet of Things' of 'IoT'. Maar er komen eindeloos veel meer

Tabel gebruikte eenheden *			
Frequentie eenheid	Frequentie notatie	Trillingen/seconde	Golflengte
kiloHertz	kHz	1000	300 km
MegaHertz	MHz	1.000.000	300 m
GigaHertz	GHz	1.000.000.000	300 mm
TeraHertz	THz	1.000.000.000.000	300 µm

* Lichtsnelheid = 300.000 km/sec

toepassingen bij. Denk ook aan de op afstand bestuurd onbemande auto's, treinen en vliegtuigen, wat krachtige communicatietechnieken vereist. En alles gekoppeld aan snelle internetverbindingen.

Antenneplaatsing

In enkele landen worden al juridische mogelijkheden afgetast om overheden alvast klaar te maken voor het vlotjes verlenen van toestemming voor de plaatsing van de vele benodigde zendmasten en zendertjes. Dat gaat zo ver dat er in Californië wetgeving moet komen die maakt dat burgers geen zeggenschap meer krijgen over de plaatsing van 5G-zendmasten, al zouden die geplaatst moeten worden in de eigen voortuin. De directeur van de Federal Communications Commission (FCC), Tom Wheeler, legt beangstigend sterke nadruk op snelle voortgang: liever geen gezeur met actiegroepen, wetgevers, normenmakers enz. [2]. De zenderdichtheid wordt zeer veel groter dan we tot nu toe kennen en internetproviders zijn het zat dat burgers nu al overal proberen de plaatsing van zendmasten voor draadloze telefonie tegen te gaan.

Crowd control: active denial weapons

In de US zijn systemen ontwikkeld waarbij groepen van (opstandige) mensen uit elkaar gejaagd worden door opzettelijke bestraling met mm-straling ('active denial weapons'). Die EMvelden komen uit speciaal daarvoor ontwikkelde voertuigen met sterke zenders. De zendfrequentie is 95 GHz (= 0,095 THz), de golflengte 3,2 mm. [3]. De intensiteit is enorm, maar heel kort – een fractie van een seconde. Mensen die met de stralingsbundel worden aangestraald ervaren een hevige pijn – als bij een vlag van een oververhitte wind – en zoeken onmiddellijk een goed heenkomen, weg van de stralingsbron. Op YouTube is een amusant filmpje te vinden over dit verjaag-effect [4]. De hittesensatie is van korte duur, maar of er bijverschijnselen zijn en eventuele blijvende schade aan het huidweefsel kan ontstaan, is minder goed onderzocht.

Luchthavenscanners

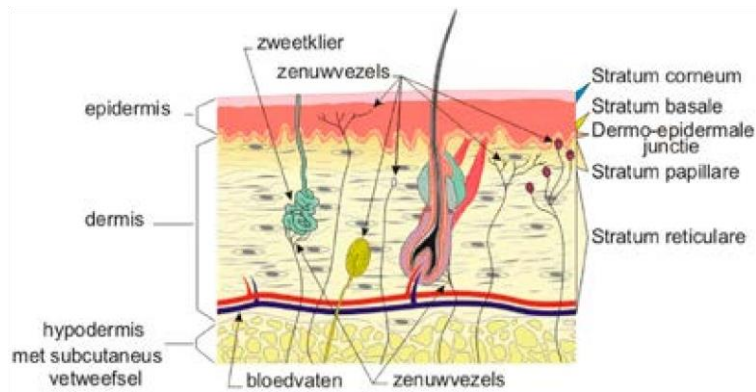
Wegens het gebruiksgemak en efficiëntie van werken worden in steeds meer luchthavens full-body-scanners geïnstalleerd waarmee

passagiers gecontroleerd worden op het dragen van wapens en andere straling-reflecterende voorwerpen [5]. De EMV-bron (20 tot 38 GHz) draait daarvoor om de persoon heen, gaat ongehinderd door kleding heen en bestraalt de persoon van alle kanten. De gereflecteerde golven worden door detectoren rondom opgevangen en het computerscherm geeft een beeld van de buitenkant van de persoon. Dat toont vooral metallische en andere reflecterende voorwerpen. Huid en verdere lichaamsdelen komen maar vaag in beeld.

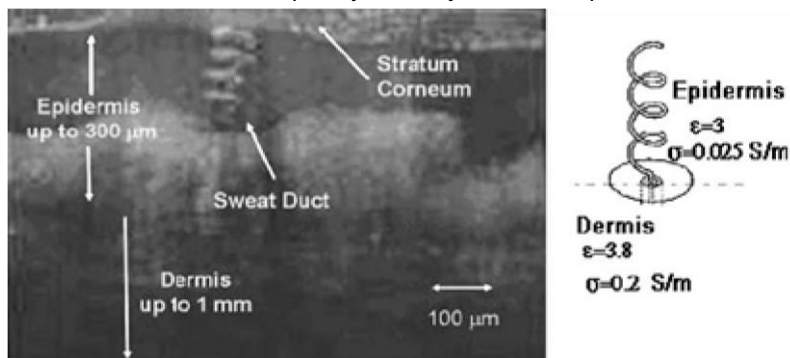
Draadloze 5G-communicatie – de toekomst?

Wanneer de 5G-netwerken volledig zijn 'uitgerold' en alle mensen en objecten binnen het Internet-of-Thingsprotocol met elkaar in verbinding staan, wordt het zeker binnenshuis een 'soep' van EMV, waarvan de componenten de mens van vele kanten aanstralen. Men kan zich hier niet zonder bijzondere hulpmiddelen tegen beschermen.

Daarom houdt Stichting EHS zelf de vinger aan de pols en hopen voldoende kennis te vergaren om goed te kunnen beoordelen of de komende technologieën ons plezier, dan wel chagrijn zullen bezorgen. Het spreekt niet vanzelf dat veiligheid gegarandeerd is wanneer overheden en fabrikanten dat beweren. De momenteel gebruikte blootstellingslimieten van ICNIRP zijn simpelweg niet toegesneden op dit soort moleculaire verschijnselen. Ik pleit daarom voor limieten die wèl rekening houden met typische eigenaardigheden van o.a. mm-golven. Er is alle reden op onze hoede te zijn [6]. Er dreigt gevaar voor elektrogevoelige personen!



Figuur 1: Doorsnede door de huid Bron: <http://tinyurl.com/y9kn3t9z>Wikipedia



Figuur 2: Doorsnede door de huid. Bron: Y. Feldmann. <http://tinyurl.com/krs6455>

Gezondheidsaspecten

In dit hele technologische spel heeft men één factor ‘Freudiaans vergeten’: mogelijke negatieve gezondheidseffecten op de mens. Waarschuwingen worden momenteel gebagatelliseerd. Terwijl er al jaren grote gezondheidsproblemen zijn met de gezondheid van mensen die vlak bij en zendmast wonen, worden de problemen met 5G velden naar verwachting alleen maar erger, gezien al die zendertjes die er gaan komen [7].

Er is geen onderzoek verricht om eventuele gezondheidsproblemen voorafgaand aan de implementatie uit te sluiten. En de industrie komt er ook nog mee weg, ondanks enkele actieve protestgroepen (USA, Australië) [8, 9], die deze situatie aan de kaak stellen.

De redenering van de 5G-providers is dat de straling van deze technologie zo zwak is, dat verder onderzoek niet nodig is. Maar er is alle reden om juist nu zeer bezorgd te zijn over schade voor de mens, gezien de specifieke aard van deze technologie. Dat treft in het bijzonder het oppervlak van de mens: de huid en het oog.

Effecten op de huid

De mm-straling is van dermatologische kortegolflengte – enkele millimeters – dat eigenlijk alleen de

huid erdoor getroffen wordt; inwendige organen worden niet of nauwelijks bereikt. De energie van de elektromagnetische golven wordt vrijwel volledig geabsorbeerd door de watermoleculen in de verschillende huidlagen [10]. De vraag is welk huidelement de meeste energie opvangt. Een groep Israëlische onderzoekers denkt dat het de zweetklieren zijn, gezien hun perifere ligging en structuur. De klierlichamen zelf liggen onder het oppervlak, in de dermislaag. In de dermislaag (Figuur 1) is een zweetklier afgebeeld met een afvoergang door de epidermis naar buiten. Daarnaast een aantal andere soorten cellen, organen en zenuwvezels. De gespiraliseerde afvoerbuisjes van zweet naar buiten toe zijn enkele honderden micrometers lang en zijn gevuld met zoutzweet, wat elektrisch goed geleidt en die mm-straling effectief absorbeert. [11].

Figuur 2 toont in de epidermis (midden boven) de helicoïdale structuur van de afvoergang van de zweetklier eronder (hier niet te zien). De afvoergang heeft een ideale antennelengte voor ontvangst van 5G-signalen.

Maar ook andere huidstructuren kunnen een rol spelen bij warmteabsorptie. Er zitten in de laag onder de epidermis (de dermis) behalve

zweetklieren, nog meer soorten cellen. Deze laag wordt bovendien doorkruist door bloedvaten en zenuwen met uiteenlopende functies. Dat samenstel bepaalt het absorptievermogen voor millimeterstraling en maakt het ook waarschijnlijk dat bij oververhitting van de zweetklieren gemakkelijk ook andere structuren worden opgewarmd en in werking veranderen. In het bijzonder zijn dat ook de 'naakte' zenuwuitlopers die in andere organismen (haaien, roggen) een elektro-sensorische functie hebben. Ook andere sensorische functies zijn mogelijk.

Effect van mm-straling op het oog

Problematisch wordt de 5G-straling voor de ogen, want de witte hoornlaag ('cornea') aan de voorkant is zeer kwetsbaar; het is een bind weefselstructuur die vochtig gehouden wordt door traanvocht. En zoals hierboven toegelicht, worden mm-golven juist door water vastgehouden, waarbij warmte ontstaat. Bij sterke straling kan de voorkant, het zichtbare deel, zo warm worden dat troebelings ontstaat door neerslag van onder andere eiwitten, zoals blijkt uit proeven met konijnenogen [12]. Dat vermindert de gezichtsscherpte en beeldcontrast.

Algemene effecten van radiofrequente velden
Radiofrequente velden van de tweede tot vierde generatie kunnen tal van korte-termijn fysiologische verschijnselen veroorzaken.

Bekende effecten zijn onder andere:

- DNA-schade door verbreking van enkel- en dubbelstrengs DNA
- aberrante gen-uitdrukking;
- oxidatieve schade door ontstaan van vrije radicalen;
- verstoring van celmetabolisme;
- lekkage van de bloed-hersenbarrière;
- verstoring van melatoninesynthese; v
- erandering van hersenactiviteit;
- verstoring van glucosemetabolisme in de hersenen;
- ontstaan van stresseiwitten.

Er is een aanhoudende discussie over een mogelijke relatie tussen excessief gebruik van de (eerdere versie van) mobiele

telefoons en het optreden van hersentumoren [13]. Alles samenvattend heeft de International agency for research on cancer (IARC) in 2011 uitgesproken dat RF-straling 'mogelijk' kankerverwekkend is [14]. De straling van 5G-systemen gaat, gezien de korte golflengte, niet veel verder dan de huid. Maar hoe zit het dan met het risico van huidkanker?

Moleculaire effecten

Wanneer ook de smartphones worden uitgerust met de 5G optie voor bereik, ontstaat er een nieuwe situatie. Tijdens zendactiviteit van de smartphone krijgen de hoofdhuid aan de belzijde en de ogen de volle laag, evenals ons gehoororgaan met hun gevoelige trilharen. Het is afwachten wat het gezondheidsonderzoek oplevert wanneer dat eenmaal komt. Daar komt nog wat bij. Voor laboratoriumproeven wordt meestal gebruik gemaakt van apparatuur en zenders die een regelmatig

veld van sinus-achtige mm-golven produceren en uitzenden met een zekere frequentie en amplitude. Dat geeft een te lage inschatting van risico's omdat in de mobiele zendtechnieken altijd gebruik wordt gemaakt van 'geinformeerde' velden. Dat wil zeggen, dat het sinus-vormige draagsignaal wordt gemoduleerd door daarop gesuperponeerde niet-sinusvormige signalen, met een nog veel hogere frequentie. Die superfrequenties komen gevaarlijk dicht in de buurt van de frequenties waarmee eiwitten en andere macromoleculen in de cel (ook DNA) sowieso al vibreren door de natuurlijke thermische werking. Er kunnen nu mogelijk schadelijke resonanties in weefsel gaan optreden. In modelstudies bleek het mogelijk de werking van DNA te veranderen door ontspiralisering van beide DNA strengen, waarbij kortdurend lus-vorming plaatsvindt [15]. THz velden kunnen bij zekere frequenties en blootstellingsduur het lus-effect permanent maken. Daarbij verandert de aflezing van de vrijgemaakte genen en kunnen er onbedoelde metabolische verschuivingen ontstaan, met cellulaire ontregelingen als gevolg.

Referenties

1. Amy Nordrum 2017. *Everything you need to know about 5G*. <http://tinyurl.com/gmo6wf4>
2. Tom Wheeler 2016. *FCC intimidating press, suppressing science at "5G" announcement*. YouTube video. <https://www.youtube.com/watch?v=OMxfffqyDtc>
3. U.S. Department of Defense. *Active Denial System- FAQs*. <http://tinyurl.com/mpnc6y6>
4. YouTube video. *Active Denial Radio Frequency Crowd Control Weapon* <http://tinyurl.com/ycgfbhbt>
5. Dathy Froti 2017. *Los Alamos study finds airport scanners can rip apart & alter DNA*. <http://tinyurl.com/j3oa5z8>
6. Barnes F. en B. Greenebaum 2016. *Some effects of weak magnetic fields on biological systems*. IEEE power electronics magazine, March 2016. 9 pp. <http://tinyurl.com/ydcddlbs>
7. Cindy Russell 2017. *A 5G wireless future*. Brave new world of communication. <http://tinyurl.com/y79zzfsw>
8. B. Blake Levitt 2018. *Kritische brief aan Tom Wheeler, chairman van de FCC*. <http://tinyurl.com/y872njso>
9. Don Maisch 2017. *Government paving the way for 5G and the IoT*. <http://tinyurl.com/yc9fwy5l>
10. S. Alekseev et al. 2008. *Millimeter wave dosimetry of human skin*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17929264>
11. Y. Feldman et al. 2008. *Human skin as arrays of helicoidal antennas in the millimetre and submillimetre wave range*. Phys. Rev. Lett. 128102: 1-4. <http://tinyurl.com/krs6455>
12. M. Kojima et al. 2009. *Acute ocular injuries caused by 60-GHz millimetre-wave exposure*. <http://tinyurl.com/ybmtapr3>
13. Lennart Hardell 2017 *New results from Interphone confirm glioma risk associated with use of mobile phones*. <http://tinyurl.com/y7hh4aqu>
14. IARC 2011. *IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans*. <http://tinyurl.com/3sya7sy>
15. B.S. Alexandrov et al. 2009. *DNA breathing dynamics in the presence of a Terahertz field*. <https://arxiv.org/abs/0910.5294>. Computational Physics. Physics Letters A, Volume 374, Issue 10, 2010.

Dr. Hugo Schooneveld, Adviseur Stichting Elektrohypersensitiviteit, Wageningen
hugo.schooneveld@stichtingehs.nl