

5G systemen komen in fasen - ook de gezondheid- en huidproblemen

Hugo Schooneveld

Samenvatting

Vandaag, 28-7-2020 zijn de eerste zenders van de 5^e-generatie mobiele telefonie in gebruik genomen door drie telecombedrijven. Die zenders werken op (vooral) 700 MHz. Het betreft een soort 'instapmodel 5G' zender, zonder de voorzieningen van de latere 3,5 GHz in 2022 en de 26 GHz zenders in 2027 of later. Sommige mensen krijgen mogelijk extra elektrostressklachten (EHS), zeker bij de 3,5 GHz 'small cells' die zeer talrijk worden. Nieuwe aspecten van 5G zijn verder het pulserende 50 Hz karakter van de straling en de chronische aanwezigheid. Bij de voorgenomen 26 GHz zenders komt daar nog bij het risico van opwarming van de huid en verstoring van fysiologische functies door non-thermische effecten. De huid is een groot, delicaat, dun en kwetsbaar orgaan. De recent ge-update blootstellingslimieten houden geen rekening met de speciale positie en functies van de huid. Wetenschappelijk onderzoek toont veel effecten van 5G straling op biologische materie, maar een koppeling tussen fysiologische effecten en gezondheidsproblemen kan nog steeds niet gelegd worden. Het is tijd om een 'task force' op te richten om speciaal de effecten van 5G straling op de huid – en indirect op het welzijn - in beeld te krijgen en de blootstellingslimieten daarop af te stemmen.

Vooraf: In een eerdere blog¹ is uitgelegd hoe 5G zenders zijn georganiseerd. Nu kijken we naar de gezondheidsaspecten van het zendprotocol. In Windows, CTRL-Shift- links-klik op de cijfertjes voor relevante referenties, Losse referentielijst: [hier](#).

Let op de verschillen: Gebruikte terminologie: 5G = 5^e-generatie zenders;

MHz= megahertz = miljoen trillingen per seconde; GHz = gigahertz = miljard trillingen/sec.

In volgorde van verschijning

Drie internetproviders: *KPN, Vodafone/Ziggo* en *T-Mobile* hebben hun 5G zenders in gebruik genomen na de verwerving van zendlicenties tijdens de veiling van 21 juli j.l. Het betreft frequenties in de 700 MHz band (+1400 en 2100 MHz). De elektromagnetische velden daarvan reiken ver en doordringen de muren van huizen nog beter dan de bestaande zenders dat doen. De zenders komen voorlopig in de bestaande hoge zendmasten, al of niet geïntegreerd met de 4G systemen. Over enkele jaren krijgen we de 3,5 GHz systemen met beperkt MIMO, die vooral in straten en openbare ruimten worden opgesteld. Die kunnen aanmerkelijk meer gesprekken en data hanteren.

Pas na jaren zal de 26 GHz band in gebruik genomen worden. Die zenders zijn dan uitgerust met alle 5G opties. Zoals supersnelle verbindingen voor vele bellers tegelijk (massive MIMO en beamforming). Daarmee krijgt ieder die zich met een 5G-smartphone aanmeldt een eigen bundelverbinding met de zender, waar hij ook heen loopt. De 5G systemen stralen alle pulserende velden uit, dag en nacht, puls-frequentie 50 Hz. De velden van deze zenders bestaan, gezien de hoge frequentie en dus kleine golflengte, uit 'millimetergolven' (MMG).

De internetproviders hebben nooit onderzoek gedaan naar eventuele gevolgen voor de gezondheid en zijn dat ook niet van plan ² Honderden wetenschappers maken zich zorgen en hebben hun zorgen geuit in het *5G Appeal*, uitgebracht aan de UN, WHO en UNEP ³. Hieronder de redenen van deze bezorgdheid.

Gezondheidseffecten

Gepulste velden algemeen schadelijk

Mensen kunnen een overgevoeligheid ontwikkelen (vgl. allergie) voor de laagfrequente straling van huishoudelijke apparatuur, of voor de hoogfrequente (RF) straling van zenders in huis of buitenshuis, of beide. Digitale elektronica is in veel gevallen de boosdoener, vooral de schakelende voeding van elektronica daarin die gepulste 'vuile' stroom produceert. Ca. 3% van de burgers ontwikkelden daarvoor een overgevoeligheid, 'elektrohypersensitiviteit' (EHS) genaamd ^{4,5}. Spoedig werden daarnaast ook diverse huishoudelijke zenders geïnstalleerd die de ether vervuilen met gepulste

zendsignalen, zoals Dect telefoons, WiFi, mobiele telefoons, Bluetooth, Zigbee en andere zendertypen. Al deze bronnen van EMV zijn ziekmakend. De remedie blijkt te zijn die apparatuur uit te schakelen en/of de afstand tot de bron te vergroten ⁶.

Ook zenders van de tweede (2G), derde (3G) en vierde-generatie (4G) zenders gaven bij omwonenden vergelijkbare EHS klachten: chronische vermoeidheid, slaapproblemen, oorsuizingen, hoofdpijn en vele afgeleide klachten ⁷. Ook deze zendsignalen zijn gepulst. Kenmerk van 'pulsen' in de elektronica is dat de op- en neergaande flanken van het signaal, zoals die op een oscilloscoop zichtbaar gemaakt kunnen worden, heel steil lopen en dat de duur van de puls heel kort is: van enkele tot enige honderden microseconden. Op enige manier wordt op onbekende manier 'iets' in het lichaam door de pulsen verstoord. Vermoedelijk een of meer functies van het zenuwstelsel, hoewel die precieze effecten nooit nader zijn geanalyseerd.

Ook de 5G zendervelden zijn gepulst, frequentie 50 per seconde ⁸. De komst van extra 5G zenders betekent een verzwaring van de velddruk op de mens, soms dus met een ziekmakend effect. Met de voorspelde installatie van ongekend grote aantallen 3,5 GHz zenders als *small cells* in straten en als *pico cells* in kantoren en als *Internet-of-things* (IoT) toepassingen in de huishouding, is dit een te voorziene uitbreiding van het totale zenderpark ⁹. We vrezen voor de gezondheid van velen.

ICNIRP: “De huid beschermt het lichaam tegen millimetergolven” – Nee dus!

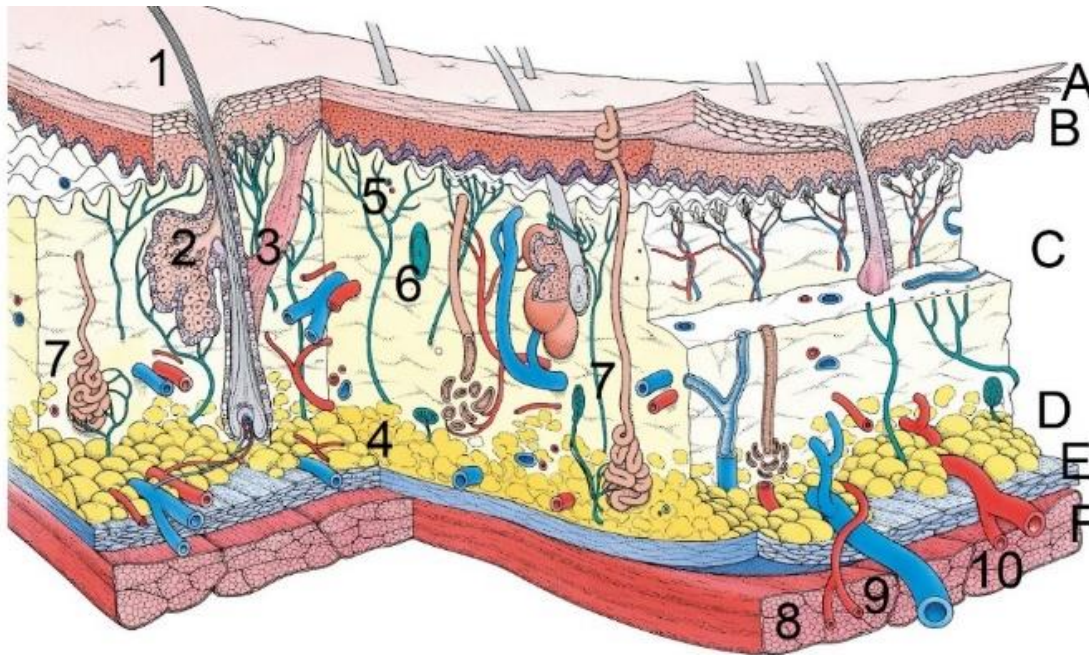
De huid is integraal deel van het lichaam. De huid vangt alle MMG op, lijdt waarschijnlijk schade – en daarmee het binnenste van het lichaam. Millimetergolven (MMG) worden geabsorbeerd door watermoleculen, wat een temperatuurverhoging in het weefsel geeft, net als in een magnetron. MMG dringen het lichaam slechts 1 mm of minder binnen en blijven dus steken in de water bevattende structuren in de huid. De huid wordt daarmee het probleem. ICNIRP ¹⁰ ziet de huid eenvoudig als een soort 'schil' die MMG golven absorbeert en het lichaam 'dus' beschermt tegen MMG effecten. De huid wordt voor wat betreft de blootstellingslimieten niet afzonderlijk bekeken, maar wordt beschouwd als 'ledemaat'. Het voordeel van die redenering is dat men de stralingsintensiteit met een factor 2,5 kan verhogen. Want voor het lichaam wordt een temperatuurverhoging van 2°C aanvaardbaar geacht, voor een ledemaat is dat 5°C. Zodoende. Dat pakt ongunstig uit voor de huid omdat daarin alle stralingsenergie wordt geconcentreerd die feitelijk 'bestemd' was voor het hele lichaamsdeel waar het deel van uitmaakt. De huid is een groot orgaan met een dikte van ca. 1 mm ¹², een oppervlakte van tot 2m² en een massa van 7 kg, dat is ongeveer 10% van het lichaamsgewicht ¹³. Getalsmatig bezien betekent dit dat de huid per eenheid van biomassa minstens 10 maal meer stralingsenergie moet opnemen dan volgens de limieten is voorzien voor de 10 maal grotere lichaamsmassa. Tenminste als de huid een homogene structuur zou hebben. Maar de huid bevat lagen/structuren met hydrofiele of lipofiele eigenschappen. Alleen de water bevattende laag kan MMG energie absorberen en juist deze lagen worden nu dus extra op de proef gesteld.

De huid – een groot en delicaat orgaan

De huid is een metabolisch actief orgaan met een zeer complexe structuur en bevat vele orgaanfuncties, endocriene en immunologische ¹⁴. Het bevat een reeks van zintuigen en receptoren, bevat talloze – soms 'naakte' zenuwuiteinden met neuro-actieve stoffen, cytokinen en andere regulerende verbindingen. Wat de precieze functies hiervan zijn is slechts ten dele opgehelderd. Gezien de kwetsbaarheid van al die componenten voor EMV en MMG vreest men gezondheidseffecten op huid en lichaam ¹⁶.

Morfologie

Figuur 1 toont de gelaagde opbouw van de huid, met aan de buitenkant (bovenin de figuur) de hoornlaag met dode cellen. Die laag kan MMG gedeeltelijk reflecteren, afhankelijk van het vochtgehalte. Daaronder de hoornvormende epitheelcellaag van de *epidermis*, de keratinocyten. De *dermis* daaronder is het meest volumineuze deel van de huid met talloze structuren zoals bloedvaten, zweetkliertjes met afvoergang, spiervezels, zenuwstelselvertakkingen, vaak gevuld met vele soorten neuro-actieve transmittersubstanties sensoren, zintuigcellen en haren, en diverse vrij bewegende celtypen zoals leukocyten, macrofagen en cellen van het immuunsysteem. Aan de basis de *hypodermis*, geassocieerd met een basaalmembraan en spierlagen.



Figuur 1. Schematische weergave van een dwarsdoorsnede van de huid. **Lagen:** A, hoornlaag; B, epidermis; C, dermis; D, hypodermis; E, basaal membraan; F, spierlaag. **Componenten**, compleet met innervatie en bloedtoevoer: 1, haar; 2, haarzakje; 3, spiertje; 4, vetweefsel; 5, vertakte naakte zenuwuiteinden; 6, macrofaag; 7, zweetklier met afvoerbuis naar buiten, spiraliserend; 8, spierlaag; 9, ader; 10, slagader. *Bron: Alamy Stock Photo*

Functies van de huid

De huid is niet alleen doelorgaan van zenuwstelsel en neurohormonaal systeem, de huid is vooral ook een rijke bron van vele soorten hormonen en immuunactieve stoffen ¹⁷. De huid is op te vatten als een semi-autonoom perifeer 'orgaan', dat dient om de rest van het lichaam te beschermen tegen schade door mechanische krachten, uitdroging, hitte en koude. Daarnaast is de huid uitgerust met vele soorten zintuigen en sensoren om de omgeving te monitoren op relevante omgevingsfactoren. De huid bezit een dicht perifeer zenuwnetwerk voor communicatie – upstream en downstream- met het centrale zenuwstelsel. Ook is er communicatie via de bloedbaan en cellen en signaalstoffen van het immuunsysteem. Iedere 'ervaring' wordt 'opgemerkt' en zal tot compensatoire reacties leiden om de homeostase te waarborgen.

Warmteontwikkeling - thermische effecten van 5G/26 GHz)

Gestreckte structuren in de huid fungeren als ontvangstantennes voor millimeterstraling ¹⁸. Dat kunnen zijn bloedvaten, intercellulaire met vocht gevulde ruimten en vooral afvoergangen van zweetkliertjes. Het helicoïdaal gevormde uiteinde van zo'n gang is qua lengte en met de geleidende zweetvocht erin prima geschikt als antenne voor MMG ¹⁹. De verwachting is dat MMG deze

structuren sterk verhitten, met schade aan de cel en aan het weefsel daaromheen als gevolg. Het is nog veel erger want biologische structuren zijn geen homogene geleidende massa. In een modelmatige benadering met dode runderhersenen ²⁰ bleek de buitenste millimeter van de hersenmassa te worden opgewarmd met 35°C, na een 30-minuten bestraling met een 39 GHz veld. Dat is een ca. 175 maal sterkere opwarming dan bestraling met een 1,9 GHz veld. De micro-architectuur van hersenweefsel is daar debet aan. Toegegeven, het hersenvlies is geen huid, en er zijn meer onzekerheden in gebruikte aannamen. Niettemin toont dit de oversimplificatie van de ICNIRP uitgangspunten. Men ziet opwarming als een simpel diffusieproces van warmte; in complex samengestelde weefsellagen verloopt warmtediffusie anders. Trouwens, de evidente non-thermische biologische processen worden in de nieuwe richtlijnen volledig onbesproken gelaten.

Non-thermische weefseffecten van millimetergolven (MMG)

Van biologisch belang zijn vooral de *non-thermische* effecten. Die betreffen o.a. fysische effecten op de structuur van biomoleculen en op functieverandering van biologische processen waarbij de temperatuur geen rol speelt ²¹. Kenmerk van non-thermische effecten van EMV is dat ze zich afspelen bij veld dichtheden ver onder de blootstellingslimieten van de ICNIRP ²².

Neurologische effecten. Er zijn meerdere voorbeelden van de beïnvloeding van nerveuze prikkelactiviteit van zenuwen en hersenweefsel door MMG. Het zijn niet de cellichamen van de neuronen in het ruggenmerg die vatbaar zijn voor MMG verstoring. Het zijn de 'naakte' stukken zenuwuitlopers - dendrieten en neurieten/axonen- die voor een deel niet omgeven zijn door de isolerende glia-scheden. 'Naakte' zenuwen in de poot van de muis, reageren op prikkeling door MMG met een afname van spontane spike-activiteit. Dat komt door een verdere daling van de negatieve celwandpotentialiaal die daardoor minder gevoelig wordt voor prikkeloorgifte ²³. In een in-vitro kweek van neuronen in een dun schijfje van hersenschors van de rat kon de neuronale activiteit eveneens onderdrukt worden door MMG bestraling. Het vergde wel een nauwkeurig ingestelde dosering: te lage of te hoge prikkelsterkte had een suboptimaal effect. Dat is het gevolg van de complexiteit van het neuronnetwerkje in dit weefselstukje. De meest effectieve prikkelveldsterkte lag orden van grootte *onder* de limiet voor dit frequentiegebied ²⁴.

Ook de prikkel frequentie is van belang. Dat houdt verband met de resonanties die frequentieafhankelijk worden opgewekt in de naakte axonmembraan. Daar treden elastische membraanverplaatsingen op waardoor de ionenpoorten in de membraan niet meer optimaal kunnen verspreiden over de lipidemembraan en als ionenkanaal functioneren ²⁵.

Moleculaire effecten. Er zijn tal van moleculaire en cellulaire effecten gevonden bij MMG blootstelling in het hogere GHz gebied. In de voormalige Sovjetunie is daar in de vorige eeuw al veel onderzoek aan gedaan. Meerdere gezondheidsklachten werden daar succesvol behandeld met 'microgolven' in het hogere MMG frequentiegebied ^{30, 31}. Ook voor kankertherapie hebben MMG hun waarde bewezen ³², maar in de Westerse wereld hebben de (meest Russische) publicaties nooit veel aandacht getrokken.

Zoekend naar MMG effecten op de mens vond Dariusz Leszczynski ³³ in biologische databases slechts 99 artikelen over MMG en waarvan slechts 11 betrekking hadden op de mens. Er is nog steeds geen duidelijk beeld van de primaire fysico-chemische of moleculaire effecten op enig biologisch materiaal. Bij menselijke cellen *in vitro* werden effecten gevonden op slijmcellen, fibroblasten, keratinocyten, lymfocyten en melanocyten. Er bleek een behoorlijke variabiliteit in effecten op uiteenlopende huidtypen en tussen personen. De gezondheidstoestand is trouwens van invloed is op de sterkte van effecten.

MMG effecten werden o.a. gevonden op genexpressie, chromosoombreuken, oxidatieve stress, immunologische processen, genotoxiciteit en ontstekingen. De energie van MMG zou te gering om

biochemische interacties te beïnvloeden ³⁴. Resonanties met celstructuren of geladen groepen van biomoleculen kunnen de effecten van MMG wel verklaren, ook het verbreken van waterstofbruggen of invloeden van de van der Waalskrachten.

Structuurverandering van biomoleculen. De algemene opvatting is dat EMV moleculaire resonanties kunnen opwekken in geladen chemische groepen aan het oppervlak van macromoleculen, zoals eiwitten. Door de configuratieveranderingen kunnen koppelingen tussen eiwit en substraat minder goed of niet plaatsvinden. Dat geldt voor allerlei typen receptoren en voor de ionenpoorten van de 'voltage-gated calcium channels (VGCC)' ³⁵. Geladen groepen op de eiwitten van de ionenpoorten kunnen door de wisselende elektrische velden een vormverandering ondergaan, waardoor de doorlaatbaarheid van de poort voor Ca⁺⁺ ionen verandert. Dat geldt ook voor de ionenpoorten voor andere ion-typen ³⁶. Ongecontroleerde intake van ionen kan de cel – en daarmee het hele organisme- ontregelen.

Effecten op het genoom. Experimenten met MMG stammen vooral uit de laatste jaren en zijn samengevat door ²⁶. Onderzoek betrof de effecten op biomoleculen, celmembraanpotentialen, ionenpoorten en celdelingen ²⁷, meest van dieren. Ook zijn er effecten op genexpressie, transcriptie, eiwitvorm, oxidatieve stress, immuunreacties en andere zaken ²⁹. Langdurige blootstelling aan 35 GHz velden geeft zowel thermische stress als ontstekingen van de huid ³². Bestraling van ratten met radiofrequente velden van Dect telefoon of smartphone geeft grote verschuivingen in het eiwitpatroon in de hersenen van muizen ³⁹. Ook de bestraling van menselijke huid gedurende 1 uur met 900 MHz velden van een GSM telefoon bij een SAR van 1,3 W/kg gaf een verschuiving in de synthese van 8 eiwitten ⁴⁰. Deze observaties geven aan dat radiofrequente velden het DNA en RNA veranderingen doen ondergaan, waardoor de resulterende eiwitten de biologie van de cel gaan veranderen, al weten we nog niet wat daarvan het effect is. Lange-termijn studies moeten daarin opheldering geven ²⁸.

Meer onderzoek nodig - naar wat?

Genoemde experimenten zijn uitgevoerd met MMG van zeer uiteenlopende frequentie en intensiteit, maar geen daarvan bevatte de precieze frequentie en datamodulatie van de 5G golven die met 5G toegepast worden. Verder zijn de proeven vaak uitgevoerd met veldsterkten die (ver) liggen boven de door ons al te hoog geachte ICNIRP limieten. We moeten experimenten herhalen met actuele veldparameters. En de implementatie van 5G systemen gaat intussen keihard door ³⁷. Wat voor type onderzoek zal de nieuwsgierigheid naar veiligheidsaspecten bevredigen? We weten gewoon niet wat we niet weten. Het blijft zoeken naar de 'targets' van EMV impact op het lichaam ²⁸. Duidelijk is dat DNA hier een rol speelt, maar welke betekenis dat heeft voor de ontwikkeling van gezondheidsklachten is nog geheel onbekend. Daarom is er naast fysiologisch en moleculair onderzoek ook epidemiologisch onderzoek nodig bij mensen rond 5G zenders die EHS symptomen hebben. En de 'positief getesten' vormen dan het uitgangsmateriaal waarin we de relatie tussen biologische effecten op nano-/microschaal en gezondheidservaringen kunnen onderzoeken. Een rapport van het Europese Parlement steunt deze bewering, ¹⁵. Maar er zijn geen aanwijzingen dat er al initiatieven in die richting worden ondernomen.

Dr. Hugo Schooneveld Wageningen, 28-7-2020

EHS blog nr. 57, 29 juli 2020

Voor eerdere blogs, zie <https://www.hugoschooneveld.nl/inhoud/blogs.php>

Via de Contactpagina van de website kan men zich aanmelden voor automatische toezending van de EHS blogs

→ Een lijst van gebruikte referenties is [hier](#) te downloaden