

Rapport Agentschap Telecom

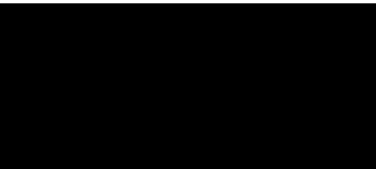
Beoordeling EMV rapporten Herwijnen

Aan : 
Inspectie Leefomgeving en Transport
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Van : 
Agentschap Telecom
Ministerie van Economische zaken en Klimaat

Nummer : 20201214_01

Datum : 14-12-2020

Leden : 

Inleiding	3
1 Conclusie	4
1.1 Focus van de review	4
1.2 Conclusie	4
2 Blootstelling aan het SMART-L radar systeem	6
2.1 Blootstelling in het “reactive near field” gebied (0 m - 29 m)	6
2.1.1 Informatie uit de beschikbare TNO en Thales rapporten	6
2.1.2 Bevindingen Agentschap Telecom	7
2.2 Blootstelling in het “radiating near field” gebied (29 m-556 m)	8
2.2.1 Informatie uit de beschikbare TNO rapporten	8
2.2.2 Bevindingen Agentschap Telecom	9
2.3 Blootstelling in het “verrevelde gebied” (556 m en verder)	10
2.3.1 Informatie uit de beschikbare TNO rapporten	10
2.3.2 Bevindingen Agentschap Telecom	11
3 Samengestelde blootstelling	12
3.1 Blootstelling aan meerdere bronnen	12
3.1.1 Informatie uit de beschikbare TNO rapporten	12
3.1.2 Bevindingen Agentschap Telecom	12
4 “Editorials”	14

Inleiding

Op een locatie aan de Broekgraaf bij Herwijnen in de Betuwe is een luchtverdedigings-radar gepland. Het ministerie van Defensie heeft voor deze taak bij Thales een Smart-L radarsysteem aangeschaft, werkend in de band van 1200 MHz tot 1400 MHz. De Smart-L antenne bestaat uit een aantal rijen en kolommen kleine antennes. Omdat de meeste radarsystemen werken met (smalle) bundels, is de SMART-L ontworpen als een 'phased array' radar. Deze methodiek maakt een groot aantal bundelvormen en -richtingen mogelijk.

In het kader van de bescherming van de gezondheid heeft TNO onderzocht of voldaan wordt aan de blootstellingslimieten uit ICNIRP 1998 en ICNIRP 2020.

ILT heeft aan Agentschap Telecom gevraagd deze rapporten te reviewen.

Opdracht ILT:

- Algemene beoordeling van de rapporten en conclusies;
- Toets van de conclusies dat aan de blootstellingslimieten wordt voldaan;
- Adviestekst welke als considerantetekst kan worden opgenomen in de omgevingsvergunning voor het onderdeel milieu. Erg belangrijk hierbij is dat de motivering helder en duidelijk moet zijn, vanwege het vergrootglas waaronder de vergunningsprocedure ligt;
- Advies mogelijk op te nemen voorschriften (indien van toepassing).

Op basis van de rapporten:

- TNO 2020 R10094
- TNO 2020 R11278
- Erratum TNO 2020 R11278

Na afronding van een concept rapport zijn de bevindingen gedeeld met TNO. Dit gaf aanvullende inzichten maar heeft niet geleid tot een aanpassing van de conclusies in deze uiteindelijke versie van dit rapport.

1 Conclusie

1.1 Focus van de review

Op verzoek van ILT heeft Agentschap Telecom twee TNO rapporten¹ beoordeeld over de door TNO berekende EM blootstelling ten gevolge van de SMART-L radar te Herwijnen. Bij deze beoordeling lag de nadruk op het toetsen van de door TNO getrokken conclusie dat de ICNIRP blootstellingslimieten voor het algemene publiek (uit versie 1998 en 2020) niet worden overschreden.

Agentschap Telecom heeft zich uitsluitend gericht op de technische beoordeling of aan de ICNIRP limieten wordt voldaan. Gezondheidsaspecten vallen buiten de expertise en competentie van het agentschap.

Het agentschap heeft gekeken naar:

- De validiteit van de rekenmethode die is toegepast in de verschillende afstandsgebieden tot de radar (van dichtbij tot veraf).
- De methodiek en de juistheid van de gegevens m.b.t. de samengestelde blootstelling ten gevolge van meerdere relevante lokale bronnen.
- De juistheid van overige gegevens voor zover dit mogelijk was.
- De correcte toepassing van ICNIRP 1998 en ICNIRP 2020 bij het bepalen van de conformiteit met de bijbehorende blootstellingseisen. Dit voor zowel de piek- als de tijdgemiddelde blootstelling.

1.2 Conclusie

- Het agentschap gaat er van uit dat de gegevens over de radars m.b.t. frequenties, antenneversterking, uitgestraald vermogen, bundelbreedte, pulsherhalingsfrequentie, antennerotatiesnelheid en pulsduur correct zijn. De correctheid is aannemelijk omdat deze gegevens door Thales (de fabrikant van de SMART-L radar) aan TNO zijn verstrekt in het kader van een audit. De juistheid van deze gegevens is een voorwaarde voor de juiste resultaten uit de berekeningen.
- Uitgaande van de correctheid van bovenstaande gegevens is het agentschap van mening dat de resultaten die TNO door berekening heeft verkregen aannemelijk maken dat de ICNIRP blootstellingsniveaus op de door TNO berekende afstanden (300 m, 370 m, 450 m en 1500 m), onder de ICNIRP limieten blijven. In veel gevallen is namelijk door TNO voor een "worst case benadering" gekozen wat betekent dat de berekende waarden een hogere blootstelling laten zien dan in de praktijk het geval zal zijn. Er is in de TNO berekeningen geen rekening gehouden met mogelijke bodemreflecties. Hier is geen 'worst case' benadering toegepast. Het agentschap verwacht echter niet dat dit invloed heeft op de conclusie dat voldaan wordt aan de ICNIRP blootstellingslimieten op de berekende afstanden. Metingen kunnen uitwijzen in hoeverre deze bodemreflecties in de praktijk een rol spelen.

¹ -TNO 2020 R10094, TNO 2020 R11278, Erratum TNO 2020 R11278

- TNO heeft berekeningen uitgevoerd op afstanden vanaf 300 m tot het SMART-L radarstation. Op kortere afstanden moeten we teruggevallen op de Thales documentatie. Het agentschap beveelt aan om de informatie die Thales² geeft over de veilige afstand en veilige hoogte om te zetten in praktische regels die er voor moeten zorgen dat er in de praktijk geen blootstellingslimieten worden overschreden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het voorkómen dat er dichtbij de antenne op een onveilige hoogte kan worden gewerkt.
- Het agentschap is van mening dat TNO de bepaling van de samengestelde blootstelling adequaat en conform de ICNIRP cumulatieregels heeft uitgevoerd.
- Omdat resultaten uit berekeningen altijd een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid zijn is het belangrijk om deze rekenresultaten door meting te valideren. We steunen het advies van TNO van harte om validatie metingen uit te voeren als aanvulling op de berekende theoretische waarden.
- Het is belangrijk dat de veiligheidsmechanismen van de radar goed (blijven) functioneren die voorkómen dat de radar in een onbedoelde modus kan werken en/of in een niet bedoelde richting kan stralen.
- De TNO rapporten richten zich op de vraag of ICNIRP blootstellingsniveaus kunnen worden overschreden en houden verband met de bescherming van de volksgezondheid. Opgemerkt wordt dat in het algemeen radarpulsen potentieel in staat zijn elektrische apparaten te verstoren. Naarmate de veldsterkte hoger is zal de kans op storing toenemen. Indien deze verstoringen in de praktijk ontstaan en "ontoelaatbaar" worden geacht dient de veroorzaker hiervan maatregelen te nemen conform de beleidsregel "storing door het gewenste signaal van radiozendapparaten"³.

² : Thales: Engineering Analysis Report, SMART-L EWC GB, RADHAZ SITE REGULATION WIER AND HERWIJNEN TOWER

³ Besluit van de Staatssecretaris van Economische Zaken van 24 april 2009, nr. AT-EZ/6279718.JZ, houdende vaststelling van een beleidsregel met betrekking tot het voorkomen van ontoelaatbare belemmeringen door het gewenste signaal (Beleidsregel storing door het gewenste signaal van radiozendapparaten)

2 Blootstelling aan het SMART-L radar systeem

In dit hoofdstuk wordt de blootstelling aan het SMART-L systeem beschouwd. In Hoofdstuk 2 komt samengestelde blootstelling (ten gevolge van meer bronnen) aan de orde. De ruimte rondom het SMART-L radarsysteem kan worden onderverdeeld in drie gebieden. Deze gebieden zijn cirkelvormig en worden van elkaar gescheiden door specifieke afstanden tot de antenne. De methodiek die moet worden toegepast om elektromagnetische velden te berekenen hangt af van het gebied waarin de velden worden berekend.

2.1 Blootstelling in het “reactive near field” gebied (0 m-29 m)

Dit gebied strekt zich uit binnen een cirkel van 29 m rondom het SMART-L radarsysteem.

In dit gebied domineert het reactieve veld van de antenne. Het gebied strekt zich uit tot een gebied met een straal van $R = 0,62 \sqrt{D^3/\lambda}$ tot de antenne⁴. Waarin R de afstand is, D de grootste dimensie van de antenne (8 m) en λ de golflengte in [m].

Om binnen dit gebied de blootstelling aan EM velden te kunnen bepalen is detail informatie over het antennesysteem nodig. De zogenaamde “verre veld antenne gain” zoals besproken in paragraaf 2.3 is hier bijvoorbeeld niet bruikbaar voor het maken van berekeningen ter voorspelling van de blootstelling. Met name informatie over de veldverdeling in de antenne-apertuur is nodig om te kunnen berekenen welke velden worden gegenereerd. Met deze informatie kan overigens op elk willekeurig punt in de ruimte, ook buiten het reactieve nabije veldgebied de veldsterkte worden bepaald in en buiten de hoofdbundel.

Deze informatie is vaak uitsluitend aanwezig bij de fabrikant van het systeem.

2.1.1 Informatie uit de beschikbare TNO en Thales rapporten

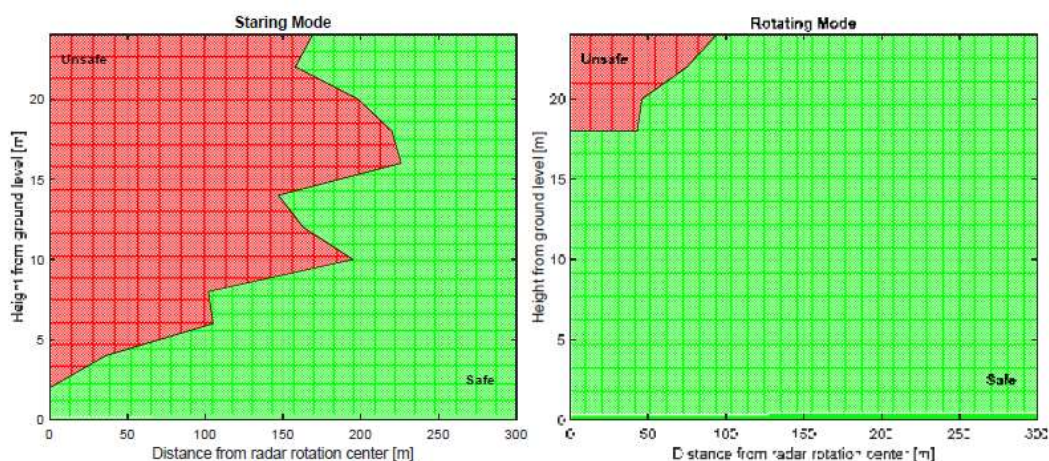
Uit de Thales documentatie blijkt dat er berekeningen zijn gemaakt ter bepaling van de veilige afstand (op basis van ICNIRP 1998). Aangenomen mag worden dat deze berekeningen door Thales zijn gemaakt aan de hand van bovengenoemde detailinformatie.

Deze detailinformatie over de SMART-L antenne, noch de rekenmethodiek is publiek beschikbaar waardoor het agentschap de hieruit voortkomende conclusies niet op juistheid kan beoordelen.

TNO geeft echter aan in 2017 een audit te hebben uitgevoerd bij Thales. De conclusie hierbij was : “... TNO geen aanleiding gehad te veronderstellen dat door de voorgenomen radarinstallatie de elektromagnetische veldsterkten op het terrein buiten de grenzen van de inrichting de maximale grenswaarden, zoals gegeven in de ICNIRP-richtlijn [1], zullen overschrijden. Deze conclusie geldt alleen voor de primaire radar van SMART-L (als enige bron) en voor de in de rapportages berekende configuraties”

⁴ Antenna Theory, A. Balanis

In het najaar van 2019 is een nieuwe versie⁵ van het Thales rapport verschenen. Hierin waren volgens TNO verschillen met de 2017 versie maar die leiden niet tot een andere conclusie dan de bovenstaande. Dit meest recente (beschikbare) Thales rapport geeft onderstaande informatie over de veilige afstanden op basis van ICNIRP 1998. De veilige afstanden voor de primaire radar zijn berekend waar enkel de SMART-L radar blootstelling, en geen andere bronnen, in aanmerking worden genomen. Volgens Thales kan de secundaire radar slechts uitzenden als de primaire radar in de roterende modus staat. Volgens het Thales rapport (oude versie) is de veilige afstand voor de secundaire antenne 5,4 meter in de roterende modus, in de elevatie kijkrichting (pointing elevation).



Figuur 2: SMART-L EWC GB veilige en onveilige zone voor algemeen publiek in Staring mode (links) en Rotating mode (rechts).

Figuur 1: Informatie over de veilige afstand uit Thales document ⁶

2.1.2 Bevindingen Agentschap Telecom

- Agentschap Telecom heeft geen aanleiding gevonden om te twijfelen aan de conclusie van Thales en TNO dat de primaire radar buiten de grenzen van de inrichting de ICNIRP 1998 limieten niet overschrijdt. Het valt echter niet door het agentschap te controleren omdat de onderliggende gegevens almede de gebruikte reken methodiek ontbreken. Het feit dat TNO een audit bij Thales heeft uitgevoerd geeft echter vertrouwen.
- ICNIRP stelt specifieke voorwaarden aan het bepalen van de blootstelling in het gebied van de "reactive near field". Zo moet bijvoorbeeld zowel de magnetische als de elektrische veldsterkte worden bepaald en moeten beiden voldoen aan de bijbehorende limieten. ICNIRP 2020 is hierin explicieter dan ICNIRP1998. Als alternatief kan rechtstreeks worden getoetst aan de basisrestricties. Niet duidelijk is of hier rekening mee gehouden is.
- We hebben geen informatie in het rapport gevonden over de afstand waarop de definitieve grens van de inrichting zich precies bevindt. Het is belangrijk om het systeem op voldoende afstand (en hoogte) af te bakenen om risico's te beperken.

⁵ : Thales: Engineering Analysis Report, SMART-L EWC GB, RADHAZ SITE REGULATION WIER AND HERWIJNEN TOWER

⁶ : Thales: Engineering Analysis Report, SMART-L EWC GB, RADHAZ SITE REGULATION WIER AND HERWIJNEN TOWER

- Onduidelijk is of bij de berekening van de veilige afstanden bodemreflectie is meegenomen. Bodemreflectie kan leiden tot een hogere blootstelling (maximaal factor 2 in veldsterkte en factor 4 in vermogen) maar kan afhankelijk van de afstand en hoogte ook een lagere blootstelling veroorzaken.
- We steunen het advies van TNO om validatie metingen uit te voeren als aanvulling op de berekende theoretische waarden. Aandachtspunt bij het meten binnen dit reactieve nabije veldgebied is dat specifieke meetvoorschriften gelden. Zo geeft ICNIRP 2020⁷ aan dat voor het betreffende frequentiegebied geldt *"within the reactive near-field zone: compliance is demonstrated if both E_{inc} and H_{inc} do not exceed the above reference level values . S_{inc} cannot be used to demonstrate compliance, and so basic restrictions must be assessed."*
- Voorzichtigheid is geboden met situaties waarbij op hoogte wordt gewerkt in dit afstandsgebied (Figuur 1 geeft aan dat er vanaf een hoogte van 2 meter boven het maaiveld al restricties gelden dicht bij de radar).
- Het is belangrijk dat de veiligheidsmechanismen van de radar goed (blijven) functioneren die voorkómen dat de radar in een onbedoelde modus kan werken en/of in een niet bedoelde richting straalt.
- Het agentschap beveelt aan om de informatie die Thales⁸ geeft over de veilige afstand en veilige hoogte om te zetten in praktische regels die er voor moeten zorgen dat er in de praktijk geen blootstellingslimieten worden overschreden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het voorkómen dat er dichtbij de antenne op een onveilige hoogte kan worden gewerkt.

2.2 Blootstelling in het "radiating near field" gebied (29 m-556 m)

Dit gebied betreft de ruimte tussen het "reactieve nabije veld" (zie paragraaf 2.1) en het "verre veldgebied" (zie paragraaf 2.3).

Dit gebied is met name relevant voor antennes die groot zijn ten opzichte van de golflengte zoals de antennes van het SMART-L systeem. In dit gebied wordt de bundel gevormd.

De antenneversterking en de bundelbreedte zijn niet stabiel en variëren als functie van de afstand tot de antenne. Het exacte verloop van de antenneversterking en de bundelbreedte als functie van de afstand kan worden bepaald via de "apertuur belichting" zoals besproken in paragraaf 2.1.

Indien veldsterkteberekeningen met de formule [1] uit paragraaf 2.3 berekeningen worden uitgevoerd in dit afstandsgebied zal een onnauwkeurigheid kunnen ontstaan. Over het algemeen geeft het gebruik van formule [1] uit paragraaf 2.3 een overschatting van de werkelijkheid en hebben we te maken met een "worst case" situatie.

2.2.1 Informatie uit de beschikbare TNO rapporten

- TNO heeft voor de afstanden 300 m, 370 m en 450 m tot de SMART-L berekeningen uitgevoerd van de door de primaire radar (roterend en starend) en de secundaire radar (roterend) opgewekte veldsterkte. Hieruit is het percentage van de maximaal toegestane ICNIRP 1998 en ICNIRP 2020 blootstellingsniveaus bepaald. Zowel de overeenstemming met eisen voor gemiddelde blootstelling als met de eisen voor

⁷ ICNIRP GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS (100 KHZ TO 300 GHZ), 2020

⁸ : Thales: Engineering Analysis Report, SMART-L EWC GB, RADHAZ SITE REGULATION WIER AND HERWIJNEN TOWER

piekwaarden zijn door berekening bepaald.

- De berekeningen van de gemiddelde en piekwaarden van de veldsterkte zijn uitgevoerd met de "verrevelde formule" uit formule [1] uit paragraaf 2.3. Hierbij zijn gegevens als antenneversterking, uitgestraald vermogen, bundelbreedte, pulsherhalingsfrequentie, antennerotatiesnelheid en pulsduur gebruikt.
- In bijlage B7 geeft TNO aan dat de afstanden waarop de blootstelling is berekend niet in het verrevelde gebied liggen. Het verrevelde gebied begint namelijk pas vanaf 556 m (zie ook paragraaf 2.3). Het toch gebruiken van de verrevelde formule [1] op afstanden kleiner dan 556 m geeft een afwijking ten opzichte van de werkelijkheid. Volgens TNO is dat verschil slechts een aantal dB's en zorgt de 'worst case' benadering uit de onderstaande alinea (waarbij de blootstelling op antennehoogte wordt bepaald) er voor dat dit wordt gecompenseerd.
- In paragraaf 2.5 van het TNO rapport wordt aangegeven dat bij de TNO berekeningen is uitgegaan van een 'worst case' situatie waarbij blootstelling wordt berekend in een horizontaal vlak op antennehoogte. Omdat het middelpunt van de antenne in werkelijkheid op een hoogte van ca 27 m (volgens TNO) is gesitueerd boven het grondvlak. In werkelijkheid zal, naarmate een persoon dichterbij de antenne komt, de bundel meer over de persoon heen stralen en zal de blootstelling dalen. Door de blootstelling op antennehoogte te beschouwen neemt de blootstelling als functie van de afstand bij de berekeningen juist toe, dus dat is worst case.

2.2.2 Bevindingen Agentschap Telecom

- Het agentschap gaat er van uit dat de gegevens over de radars m.b.t. frequenties, antenneversterking, uitgestraald vermogen, bundelbreedte, pulsherhalingsfrequentie, antennerotatiesnelheid en pulsduur correct zijn omdat deze door Thales zelf aan TNO zijn verstrekt. Het agentschap kan dit niet controleren. De juistheid van deze gegevens is een voorwaarde voor het juist berekenen van de blootstelling.
- De limieten voor blootstelling aan (kortdurende) piekwaarden verschillen tussen ICNIRP 1998 en ICNIRP 2020. M.b.t. ICNIRP 2020 en de piekwaarden heeft TNO er voor gekozen de ICNIRP2020 limieten voor lokale blootstelling met een integratietijd $0 < t < 360$ s toe te passen. Hierbij wordt voor twee middelingstijden gekozen: de middelingstijd gelijk aan de pulsbreedte en een middelingstijd over 360 seconden. De worst case van deze twee situaties wordt genomen bij de bepaling of de piekwaarden aan ICNIRP 2020 voldoen. Het agentschap is van mening dat deze aanpak en interpretatie adequaat is.
- De toepassing van de verrevelde formule geeft zoals eerder in dit hoofdstuk aangegeven een afwijking op de betreffende afstanden. Deze afwijking is volgens TNO enkele dB's. TNO geeft niet aan of deze afwijking resulteert in een te hoog of een te laag ingeschatte blootstelling. Immers enkele dB's kan al een substantieel effect hebben op de blootstelling als percentage van de maximaal toegelaten blootstelling. De ervaring van het agentschap is dat deze afwijking leidt tot een berekende blootstelling die hoger is dan de werkelijke waarde, dus een 'worst case' karakter heeft.
- Bij de berekening van de blootstelling heeft TNO geen bodemreflecties meegenomen. Bodemreflectie kan leiden tot een hogere blootstelling (maximaal factor 2 in veldsterkte en factor 4 in vermogen) maar kan afhankelijk van de afstand en hoogte

ook een lagere blootstelling veroorzaken.

- We steunen het advies van TNO om validatie metingen uit te voeren als aanvulling op de berekende theoretische waarden. Hieruit kan worden opgemaakt hoe de verschillende keuzes die gemaakt zijn in de berekening (mate van worst case) in de praktijk uitwerkt.

2.3 Blootstelling in het “verrevelde gebied” (556 m en verder)

Het verrevelde gebied⁹. treedt op bij afstanden groter dan $2D^2 / \lambda$ waarin D de grootste dimensie van de antenne is en λ de golflengte in m. Voor de primaire SMART-L radar geeft dit een afstand van 556 meter.

In het verrevelde gebied zijn de bundelbreedte en de antenneversterking onafhankelijk van de afstand tot de antenne. Via de verrevelde formule kan op iedere afstand in dit gebied eenvoudig en betrouwbaar de veldsterkte als functie van de afstand worden bepaald (in de vrije ruimte, dus zonder bodemreflectie).

Om in de praktijk de veldsterkte in dit gebied te kunnen bepalen is informatie nodig over de antenneversterking en het totale uitgestraalde vermogen.

Via de “verrevelde formule” uit formule [1] kan de veldsterkte worden berekend:

$$E = \sqrt{\frac{Z_0 P G_i}{4\pi r^2}} \quad [1]$$

E = Elektrische veldsterkte [V/m],

P = Uitgestraald vermogen [W],

G_i = Antenneversterking (verrevelde) ten opzichte van een isotrope straler,

r = Afstand tot de antenne ,

Z₀ = karakteristieke impedantie 377 Ω.

De veldsterkte buiten de hoofdbundel kan belangrijk zijn als bodem reflectie in beschouwing wordt genomen. Er is dan een directe golf en een indirecte golf die elkaar kunnen versterken maar ook kunnen verzwakken. “Worst case” kan de veldsterkte factor 2 en de vermogensdichtheid met factor 4 toenemen.

Bodemreflecties zijn afhankelijk van de hoek van inval, de textuur van de bodem, de polarisatie van de EM golf alsmede de geleidbaarheid en de diëlektrische eigenschappen van de grondsoort.

2.3.1 Informatie uit de beschikbare TNO rapporten

- TNO heeft voor de afstand van 1500 m tot de SMART-L berekeningen uitgevoerd van de door de primaire radar (roterend en starend) en de secundaire radar (roterend) opgewekte veldsterkte. Hieruit is het percentage van de maximaal toegestane ICNIRP 1998 en ICNIRP 2020 blootstellingsniveaus bepaald. Berekend is of voldaan wordt aan de limieten voor piekwaarden.

⁹ Antenna Theory, A. Balanis

- De berekeningen de veldsterkte zijn uitgevoerd met de “verrevelde formule” uit formule [1] uit paragraaf 2.3. Hierbij zijn gegevens als antenneversterking, uitgestraald vermogen, bundelbreedte, pulsherhalingsfrequentie, antennerotatiesnelheid en pulsduur gebruikt.

2.3.2 *Bevindingen Agentschap Telecom*

- (zie ook par.2.2.2) Het agentschap gaat er van uit dat de gegevens over de radars m.b.t. frequenties, antenneversterking, uitgestraald vermogen, bundelbreedte, pulsherhalingsfrequentie, antennerotatiesnelheid en pulsduur correct zijn omdat deze door Thales en Defensie aan TNO zijn verstrekt. Het agentschap kan dit niet controleren.
De juistheid van deze gegevens is een voorwaarde voor het juist berekenen van de blootstelling.
- (zie ook par.2.2.2) De limieten voor blootstelling aan (kortdurende) piekwaarden verschillen tussen ICNIRP 1998 en ICNIRP 2020. M.b.t. ICNIRP 2020 en de piekwaarden heeft TNO er voor gekozen de ICNIRP2020 limieten voor lokale blootstelling met een integratietijd $0 < t < 360$ s toe te passen. Hierbij wordt voor twee middelingstijden gekozen: de middelingstijd gelijk aan de pulsbreedte en een middelingstijd over 360 seconden. De worst case van deze twee situaties wordt genomen bij de bepaling of de piekwaarden aan ICNIRP 2020 voldoen. Het agentschap is van mening dat deze aanpak en interpretatie adequaat is.
- De toepassing van de verrevelde formule is correct omdat de afstand van 1500 m in het verrevelde gebied ligt.
- (zie ook par.2.2.2) Bij de berekening van de blootstelling heeft TNO geen bodemreflecties meegenomen. Bodemreflectie kan leiden tot een hogere blootstelling (maximaal factor 2 in veldsterkte en factor 4 in vermogen) maar kan afhankelijk van de afstand en hoogte ook een lagere blootstelling veroorzaken.
- (zie ook par.2.2.2) We steunen het advies van TNO om validatie metingen uit te voeren als aanvulling op de berekende theoretische waarden. Hieruit kan worden opgemaakt hoe de verschillende keuzes die gemaakt zijn in de berekening (mate van worst case) in de praktijk uitwerkt.

3 Samengestelde blootstelling

3.1 Blootstelling aan meerdere bronnen

Zowel de ICNIRP 1998 als de ICNIRP 2020 schrijft voor dat niet slechts naar de blootstelling van één bron wordt gekeken maar dat de samengestelde blootstelling van alle relevante bronnen moet worden beschouwd.

3.1.1 Informatie uit de beschikbare TNO rapporten

TNO heeft de samengestelde blootstelling aan onderstaande bronnen onderzocht voor de piekwaarden en tijdgemiddelde waarden. Deze zijn vergeleken met de ICNIRP 1998 en ICNIRP 2020 blootstellingslimieten.

- Omroepuitzendingen (analoog, DVBT, DAB+);
- mobiele telefonie basisstations;
- Wi-Fi, een of meerdere draadloze routers, en overige apparatuur die gebruikmaakt van Wi-Fi zoals computers (met name laptops), draadloze camerasystemen, mobiele telefoons, tablets, fotocamera's;
- eigen draagbare apparaten zoals bluetooth, bijvoorbeeld aanwezig in draadloze koptelefoons, mobiele telefoons, tablets en laptops;
- DECT-huistelefoon;
- weerradar van het KNMI;
- de primaire radar (PSR) van het SMART-L systeem;
- de secundaire radar (MSSR) van het SMART-L systeem.
- scheepsnavigatieradars op de Waal;
- mobiele telefonie en omroep.

3.1.2 Bevindingen Agentschap Telecom

- Het agentschap is van mening dat TNO de bepaling van de samengestelde blootstelling adequaat en conform de ICNIRP cumulatieregels heeft uitgevoerd.
- TNO beschouwt de samengestelde blootstelling van de SMART-L radar en de bovengenoemde bronnen. Hier wordt ook een mobiele telefoon bij betrokken. Deze wordt geacht te worden gebruikt op 43 cm tot het lichaam. Dit kan vragen oproepen omdat dit niet de "worst case" situatie weerspiegelt waarbij de telefoon tegen het hoofd of tegen het lichaam wordt gebruikt. Hierbij moet echter worden beseft dat de ICNIRP 1998 en ICNIRP 2020 limieten hebben voor zowel de lokale blootstelling als wel voor de blootstelling gemiddeld over het hele lichaam. Deze zijn respectievelijk 2 W per kg voor het hoofd en 0,08 W per kg voor het hele lichaam. Aan beide eisen moet tegelijk worden voldaan. Europese regelgeving (Radio Equipment Directive) borgt dat door de mobiele telefoon aan de lokale blootstellingseisen van 2 W/kg in het hoofd wordt voldaan. De fabrikant van de mobiele telefoon is hier voor verantwoordelijk. Uitgaande van een totaal gemiddeld uitgestraald vermogen van de mobiele telefoon van 250 mW (door TNO als maximale gemiddelde waarde genoemd) kan gesteld worden dat dit additionele effect op de blootstelling gemiddeld over het hele lichaam beperkt is, zelfs in het onrealistische geval dat het hele uitgestraalde vermogen door het

lichaam zou worden gedissipeerd. De limieten voor lokale blootstelling van de ledematen bedraagt 4 W/kg. Ook hiervan denken we dat het effect op de gemiddelde waarde over het gehele lichaam beperkt is.

4 “Editorials”

Onderstaande zaken hebben geen effect op de conclusie van dit rapport.

- Pag. 9, § 2.4:
Het uitgestraalde vermogen van de KNMI radar is niet gelijk aan 500 kW, maar aan 1,3 MW (tijdens de puls). In de berekening later in het rapport zijn door TNO wel de goede getallen gebruikt. (de waarde in de door het agentschap afgegeven vergunning kan leiden tot een verkeerde interpretatie)
- Pag. 21, § 4.1.2:
In tabel 4.1 wordt voor de KNMI radar een piekveldsterkte van 40 V/m genoemd. Waarom verschilt dit van de waarde die genoemd in TNO rapport R10094 op Pag. 39, § 5.3, zijnde 60,30 V/m? De omstandigheden zijn gelijk: ICNIRP1998.
De waarden van MSSR en PSR verschillen ook. Komt dit door aanpassing van data van Thales? De waarden van de navigatieradar zijn wel gelijk.
Antwoord TNO: De piekveldsterkte 60.3 V/m geldt voor de woning op 450 m afstand van de SMART-L. Deze woning ligt op 510 m afstand van de weerradar. In tabel 4.1 van het tweede TNO rapport (de aanvulling) wordt inderdaad een piekveldsterkte van 40 V/m genoemd voor de weerradar. Deze waarde geldt echter voor een andere locatie namelijk op 300 m afstand tot de SMART-L. Op deze plek is de afstand naar de weerradar 770 m.
- Bijlage B, pag 6, § B.2:
“Gegeven een radarsysteem dat pulsen uitzendt...”
- Bijlage B, pag. 7, § B.2.1:
Het resultaat van de eerste formule zou volgens ons 464,9 J/m² moeten zijn.
- Bijlage B, pag. 7, § B.2.2:
“Voor een gepulst radarsysteem dat...”
- Bijlage B, pag. 10, § B.5:
De opgave van de frequentie van de KNMI radar is onjuist. Dit moet zijn 5633 MHz.
- Bijlage B, pag. 11, § B.5.3:
“Om de...”
- Bijlage B, pag. 12, § B.5.3:
De berekening in de alinea die begint met: “Met inachtneming van...” lijkt niet te kloppen. Bijv. Voor slice 7 is de omwentelingssnelheid gelijk aan 12°/s en de PRF gelijk aan 450 Hz. Bij een bundelbreedte van 1° is de blootstellingsduur dus gelijk aan 83 ms en het aantal pulsen gedurende deze tijd gelijk aan 37,5. Dit geldt ook voor het aantal pulsen in de andere slices en heeft gevolgen voor de rest van de berekeningen in dit onderdeel.
Antwoord TNO: De berekening klopt inderdaad niet, er is uitgegaan van een verkeerde waarde.