

Ministerie van Defensie

Directie Militair Geneeskundige Diensten

Afdeling

Postbus 20701
2500 ES 's-Gravenhage

Telefoon 070-72 27 22
Telex 31337 MVD/GV/NL

ICI
Inspectie Geneeskundige Dienst
Koninklijke Luchtmacht
Hoofd Afdeling Bedrijfs-
geneeskunde
Postbus 153
3769 ZK Soesterberg

Uw brief

Uw kenmerk

Ons nummer

Datum

PG 84/100/100

27 januari 1982

Onderwerp

Niet ioniserende straling,
veilige afstanden CWAR/PIP.

Referte: Rapport ABG-1982-5 d.d. 22 september 1982.

1. Hierbij zend ik u het verslag getiteld: „Bepaling van de veilige afstanden voor de improved CWAR, AN/MPQ-55" (kan als bijlage G bij referte worden gevoegd). Dit verslag bevat de resultaten van metingen en berekeningen voor het bepalen van de veilige afstanden, waarop de vermogensdichtheid 10 mW/cm^2 bedraagt.

2. Voor de CWAR worden de volgende veilige afstanden aanbevolen:

- a. non-scanning mode : 43 meter
- b. scanning mode : 43 meter
- c. uitsluitend voor die opstellingen waar in het nabije veld (afstand kleiner dan 85 meter) reflectie van de hoofdbundel kan optreden, dient voor de non-scanning mode een afstand van 74 meter te worden aangehouden.

3. Ik verzoek u bij de verspreiding van dit verslag ook een exemplaar te zenden aan:

Directie Materieel KLu
Afdeling Grondsystemen
Sectie GS 3.

DE DIRECTEUR MILITAIR
GENEESKUNDIGE DIENSTEN,
voor deze



wetenschappelijk ambtenaar 1e kl

Doorkiesnummer

Bijlagen

Bezoekadres

BEPALING VAN DE VEILIGE AFSTANDEN VOOR DE IMPROVED CWAR, AN/MPQ-55

INLEIDING

1. Als gevolg van een wijziging van het zendervermogen van de CWAR, in het kader van een modifikatieprogramma, zijn ook de aan te houden veilige afstanden veranderd. Ter bepaling van de nieuwe veilige afstanden zijn metingen en berekeningen uitgevoerd. Dit onderzoek is een vervolg op het reeds uitgevoerde onderzoek dat is vermeld in het rapport "Arbeidshygiënisch onderzoek naar de vermogensdichtheden als gevolg van E.M.-straling bij de onderdelen van de Koninklijke Luchtmacht" (Rapport ABG-1982-5).

2. Onder de veilige afstand wordt verstaan de afstand waarop de gemiddelde vermogensdichtheid 10 mW/cm² bedraagt. Bij grotere afstanden neemt de vermogensdichtheid snel af. In het handboek TM 9-1430-1526-12-1, van de CWAR installatie, wordt als veilige afstand vermeld:

- a. Voor de niet-gemodificeerde CWAR, op bladzijde C, in de
non scanning mode [] meter,
scanning mode [] meter.
- b. Voor de gemodificeerde CWAR, op bladzijde C2, in de
non scanning mode [] meter,
scanning mode [] meter.

Uit dit rapport zal blijken dat de in punt 2b genoemde afstanden niet door onze metingen en berekeningen worden ondersteund en dat met kleinere afstanden voldoende veiligheid wordt verkregen.

3. De metingen aan de improved CWAR installatie zijn uitgevoerd in april en september 1982 bij respectievelijk de LETS op vliegbasis Twente en het 502 squadron van 5GGW.

METINGEN

4. De metingen zijn uitgevoerd met de Narda powerdensity meetset model 8606. De onnauwkeurigheid bij de metingen bedraagt $\pm 20\%$ van de meetwaarde. De gemiddelde vermogensdichtheden op de hartlijn van de stralingsbundel zijn gemeten als functie van de afstand. Bij het 502 squadron zijn ook enkele gemiddelde vermogensdichtheden gemeten als functie van de hoogte in de IFF mast, die op circa [] meter afstand van de CWAR staat opgesteld, bij stilstaande en draaiende antenne. Daarnaast zijn metingen uitgevoerd op verschillende hoogten onder de hartlijn van de stralingsbundel. De gegevens van de metingen zijn vermeld in de tabel op blz 6 en aangegeven in figuur 1 op blz 7. De resultaten staan in punt 9.

5. Tijdens de inventarisatiebezoeken is gebleken dat op de vaste opstellingsplaatsen de CWAR installatie zoveel mogelijk verhoogd is opgesteld.

BEREKENINGEN

6. Bij het verloop van de vermogensdichtheid in de antennebundel van de CWAR antenne worden drie gebieden onderscheiden:

- a. Het nabije veld. Hierin is de bundelbreedte vrijwel konstant en bereikt de vermogensdichtheid een maximale waarde.
- b. Het verre veld. Hierin neemt de vermogensdichtheid, t.g.v. het breder worden van de stralingsbundel, af met een factor $1/R^2$ of 20 dB/decade.
- c. Het overgangsgebied. Dit gebied ligt tussen het nabije en het verre veld, maar wordt vaak tot het nabije veld gerekend. De vermogensdichtheid neemt hierin af met een factor $1/R$ of 10 dB/decade.

7. De resultaten van de berekeningen zijn in figuur 1 verwerkt. Door het invullen van de parameters van de CWAR in onderstaande formules is het verloop van de gemiddelde vermogensdichtheid uit te rekenen. Er is gebruik gemaakt van de formules:

- a. t.b.v. het verre veld (bij uniforme belichting);

$$R_v \approx \frac{D^2}{\lambda} \approx \frac{\lambda}{\theta^2} \quad (I)$$

$$A_e = \frac{G \cdot \lambda^2}{4 \cdot \pi} \quad (II)$$

$$P_d = \frac{P_t \cdot G}{4 \cdot \pi \cdot R^2} \quad (III)$$

- b. t.b.v. het nabije veld;

$$P_d = \frac{P_t}{A_e} \quad (IV)$$

Hierin is: λ - kleinste golflengte (m)
 θ - openingshoek (radians)
 D - grootste afmeting (m)
 A_e - effectieve antenne oppervlakte (m^2)
 P_t - toegevoerd vermogen (W)
 P_d - gemiddelde vermogensdichtheid (W/m^2)
 G - antenneversterking
 R_v - afstand (m) waarop het verre veld begint
 R - afstand (m)

NB. I.v.m. het zo laag mogelijk houden van de klassifikatie van dit rapport zijn de CWAR parameters niet afzonderlijk vermeld, maar is volstaan met het geven van de wijze van berekening en de uitkomsten in het volgende punt.

8. Bij de konstruktie van de grafiek in figuur 1 op blz 7 zijn de volgende punten van belang:

- a. Bij een uniforme belichting van een rechthoekige apertuur, wordt aangenomen dat de verhouding tussen hoogte en breedte van de antenne gelijk is aan de verhouding tussen de vertikale en horizontale openingshoek ($\theta_v : \theta_h = h : b$). Uit het effectieve oppervlak van de antenne (formule II) volgt dat de effectieve afmetingen van de antenne [] meter bedragen.
- b. Met formule I en voor $D = []$ respektievelijk [] meter, wordt een begin van het horizontale en vertikale verre veld gevonden op een afstand van respektievelijk [] en [] meter.
- c. Op [] km afstand (in het verre veld) bedraagt de P_d (volgens formule III) [] mW/cm² en op [] meter afstand [] mW/cm².
- d. In het verre veld is nu een lijn te konstrueren, die het verloop van de P_d met 20 dB/decade aangeeft, volgens de in punt 8c berekende waarden. Deze lijn houdt dus op bij [] meter, het begin van het verre veld (zie punt 6b).
- e. In het nabije veld is de maximale P_d volgens formule IV [] mW/cm².
- f. In het overgangsgebied kan tussen [] en [] meter een lijn getrokken worden met een helling van 10 dB/decade (zie punt 6c).

RESULTATEN

9. Uit de metingen blijkt dat de maximale afstand waarop een gemiddelde vermogensdichtheid van 10 mW/cm² heerst, kan liggen tussen [] en [] meter.

10. Uit de berekeningen in punt 8 en de weergave in figuur 1 blijkt dat de afstand, waarop de gemiddelde vermogensdichtheid 10 mW/cm² bedraagt, [] meter is volgens de 1/R lijn en [] meter is volgens de 1/R²lijn.

11. Uit de beredenering, dat indien alleen het zendvermogen wordt verhoogd, de veilige afstand zal toenemen met een faktor gelijk aan de wortel van de vermogensverhouding tussen de nieuwe en oude waarde; $k = (P_{\text{nieuw}}/P_{\text{oud}})^{1/2}$, volgt dat de nieuwe veilige afstand [] meter is ($[] \text{ m} = [] \text{ m}$).

DISCUSSIE

12. De metingen en berekeningen zijn goed met elkaar in overeenstemming. De resultaten wijken echter af van de door de fabrikant opgegeven waarden (zie punt 2b). Omdat dit verschil in eerste instantie onverklaarbaar was, is aan de fabrikant gevraagd op welke wijze de veilige afstanden door hem zijn vastgesteld. Deze informatie is in juni 1983 ontvangen.

13. Bij de door de fabrikant uitgevoerde berekeningen van de veilig aan te houden afstanden voor de CWAR is rekening gehouden met een extra faktor. Deze faktor heeft betrekking op de in een "worst case" situatie te verwachten multiple path reflection (MPR).

14. Bij MPR wordt er van uitgegaan dat op enig punt op de hartlijn van de antennebundel de vermogensdichtheid, boven een ideaal reflektierend oppervlak, t.g.v. optredende reflecties 4 x zo hoog kan worden. Het zendvermogen wordt dan in de berekeningen met 6 dB verhoogd.

15. Op de hartlijn van de improved CWAR antenne wordt het gebied tot op circa [] meter afstand beschouwd als het zogenaamde nabije veld gebied. Een MPR faktor van 6 dB kan in dit veld alleen optreden indien het deel van de bundel met de maximale energie (dus op de hartlijn) sterk gereflekteerd wordt. De sidelobes van de antennebundel hebben hiervoor een veel te lage energie.

16. Voor de bepaling van het verloop van de vermogensdichtheid (P_d) langs de hartlijn van de antennebundel en het vaststellen van de aan te houden veilige afstand, als grens van het potentieel gevaarlijke gebied, kunnen drie manieren worden gebruikt, t.w.:

- a. Een grafische interpretatie van de gemeten waarden en toleranties (zie punt 9).
- b. Het aanhouden van het rekenmodel volgens punt 6 t/m 8.
- c. Het beredeneren van de nieuwe afstand door de berekening in punt 11.

17. Omdat de in punt 9 t/m 11 verkregen afstanden niet veel verschillen dient de keuze te vallen op die afstand, die onder normale omstandigheden d.w.z. zonder MPR de meest reële benadering geeft.

KONKLUSIES

18. De gemeten waarden, volgens tabel 1 en uitgewerkt in figuur 1, geven een reëel beeld van het verloop van de P_d langs de hartlijn van de antennebundel.

19. Onder normale omstandigheden geldt dat de veilige afstand volgens:

- a. een interpretatie van de grafisch uitgezette gemeten waarden en toleranties, tussen de [] en [] meter zal liggen.
- b. de berekende 20 dB/decade lijn in figuur 1 (zie ook punt 10), boven de [] meter de normwaarde niet meer zal overschrijden. Het aanhouden van deze afstand is echter een overschatting van de veilig aan te houden afstand.
- c. de berekende 10 dB/decade lijn in figuur 1, [] meter bedraagt.
- d. de beredenering van punt 11, [] meter zal bedragen, hetgeen niet in tegenspraak is met de gemeten waarden.

Uit het bovenstaande volgt dat de meest reële veilige afstand, zonder multiple path reflection, [] meter is.

20. Op de opstellingsplaatsen van de CWAR, waar zich in het nabije veld van de antenne ($R \leq 85$ meter), géén obstakels of gebouwen bevinden, die hoger zijn dan de CWAR installatie zelf, zal redelijkerwijs géén multiple path reflection van 6 dB kunnen optreden.
21. Bij de opstelling van de CWAR installatie op een vlak terrein zonder obstakels, wordt beneden de hoogte van 2,0 meter boven dit terrein, mits de antenne geen negatieve elevatie heeft, de normwaarde van 10 mW/cm^2 niet overschreden.
22. In die gevallen, waarin de antennebundel binnen een afstand van circa 85 meter de grond kan raken of wordt gereflekteerd aan gebouwen en obstakels, dient de door de fabrikant aangegeven veilige afstand te worden gehanteerd (punt 2b).
23. Wanneer bij de oefenlokaties van o.a. 3-en 5GGW de CWAR op een glooiend terrein is geplaatst, kan hellingopwaarts multiple path reflection optreden, terwijl dit hellingafwaarts niet het geval behoeft te zijn.
24. Bij het 502 squadron van 5GGW wordt in de IFF mast, door de op deze mast uitgerichte en stilstaande CWAR antenne, in het gebied waar de antennebundel de mast raakt, de norm overschreden.

AANBEVELINGEN

25. Voor gebieden waarin géén multiple path reflection te verwachten is dient, als grens van het potentieel gevaarlijk gebied, in zowel de non-scanning als scanning mode van de CWAR, een afstand van 43 meter (punt 19) te worden aangehouden. In de scanning mode zal de gemiddelde vermogensdichtheid bij een grotere afstand dan 17 meter de norm niet overschrijden, maar er moet echter van worden uitgegaan dat de antenne kan gaan stilstaan.
26. Uitsluitend voor die opstellingen waar, in het nabije veld ($R \leq 85$ meter), reflecties t.g.v. de hartlijn van de stralingsbundel te verwachten zijn, dient als grens van het potentieel gevaarlijk gebied in de non-scanning mode 74 meter en in de scanning mode 43 meter te worden aangehouden.
27. Bij vaste opstellingen in vlak terrein en mits de antenne geen negatieve elevatie heeft, is de gemiddelde vermogensdichtheid beneden de hoogte van 2,0 meter altijd kleiner dan 10 mW/cm^2 . Hierbij wordt echter aangeraden om het betreden van het gebied binnen de veilige afstand toch zoveel mogelijk te beperken.
28. Ten alle tijden verdient het aanbeveling om d.m.v. veiligheidsinstructies, waarschuwborden e.d. blootstelling aan E.M.-straling te voorkomen en in het geval dat dit onvermijdbaar is, de blootstellingstijd zo kort te houden als redelijkerwijs mogelijk is.

0-0-0-0

Tabel 1, VERMOGENSDICHTHEIDSMETINGEN AAN DE IMPROVED CWAR, AN/MPQ-55, MET STILSTAANDE ANTENNE

GEMIDDELDE VERMOGENSDICHTHEID (P_d)				OPMERKINGEN
AFSTAND tot de CWAR	Maximum op de hartlijn Ξ)		Onder de hartlijn (502 sqn)	
	(LETS/vlb.Tw) (502 sqn)			
	[mW/cm ²]	[mW/cm ²]		
[m]	[mW/cm ²]	[mW/cm ²]	[mW/cm ²]	[m] Hoogte t.o.v het grondvlak van de CWAR $\Xi\Xi$)
15				
20				
23				
25				
30				
35				
37				
40				
43				
45				
60				
75				
NB: ng = niet gemeten nvt = niet van toepassing Ξ) = De vermelde getallen zijn de gemeten maxima of variaties per meetpunt op de hartlijn van de improved CWAR van respectievelijk LETS/vliegbasis Twente en het 502 squadron van 5GGW. $\Xi\Xi$) = De hoogte is hierbij terug gerekend naar een situatie, waarbij het midden van de zendantenne 2,9 meter boven het maaiveld ligt en de hartlijn een opstraalhoek heeft van + 1,50.				

