

TNO-rapport
FEL-00-A120

Elektrische veldsterkte in de omgeving van de HIPIR op GGW de Peel en Vliegbasis Leeuwarden

TNO Fysisch en Elektronisch
Laboratorium



arts



Nederlandse Organisatie
voor toegepast-
natuurwetenschappelijk
onderzoek

TNO-rapport
FEL-00-A120

**Elektrische veldsterkte in de omgeving van
de HIPIR op GGW de Peel en Vliegbasis
Leeuwarden**

TNO Fysisch en Elektronisch
Laboratorium

Oude Waalsdorperweg 63
Postbus 96864
2509 JG 's-Gravenhage

Telefoon 070 374 00 00
Fax 070 328 09 61

Datum
mei 2000

Auteur(s)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelings-opdrachten' (MVDOT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2000 TNO

Opdrachtnummer A99D818
Opdrachtgever Ministerie van Defensie
Organisatieonderdeel Militair Geneeskundig Facilitair Bedrijf
Projectbegeleider Arts /
Organisatieonderdeel Militair Geneeskundig Facilitair Bedrijf

Rubricering
Titel Ongerubriceerd
Managementuittreksel Ongerubriceerd
Samenvatting Ongerubriceerd
Rapporttekst Stg. Confidentieel
Bijlage Stg. Confidentieel
Vastgesteld door Arts /
Vastgesteld d.d. 23 mei 2000

Exemplaar. 1 4
Oplage 66
Aantal pagina's 16 (incl. bijlage & RDP, excl. distributielijst)
Aantal bijlagen 1

TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium is onderdeel van TNO Defensieonderzoek waaraan verder behoren:

TNO Prins Maurits Laboratorium
TNO Technische Menskunde



Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

TNO

Bestuurs- en Mededelingen
Afdeling Fysica

Bestuurs- en Mededelingen
Afdeling Fysica
Postbus 115
3720 ZG Soesterberg

Telefoon (035) 691-1111
Telefax (035) 691-1112
E-mail: f11@tno.nl

Project
Code: 111.5

Plaats:

Verantwoordelijke:

Elektrische veldsterkte in de omgeving van de HIFR op GGW de Peel en Vliegbaai Leeuwarden

Probleemstelling

In december 1998 zijn op Vliegbaai Tweerde metingen uitgevoerd van een HIFR behorende tot het HAVK-systeem. De resultaten van deze metingen zijn samen met de resultaten van elektrische veldsterkteberekeningen opgenomen in het TNO-FEL rapport 'Electric field intensity levels near the Hawk system'.¹ De conclusies van dat onderzoek waren als volgt:

"De afstand tot de Koninglijke Luchtmacht gekanteerde veiligheidsgrenzen tot de HIFR-antenne bedraagt 111,5 m. Deze afstand is gebaseerd op blootstelling in de handbandel. De op de vliegbaai Tweerde uitgevoerde metingen, op afstanden groter of gelijk aan deze veiligheidsafstand, laten geen overschrijding van de in de Nederlandse wet van 1994 (Rijks-2343) (artikel 2, 1994)² gegeven limieten, voor continue blootstelling van het gehele lichaam of delen ervan, van berekeningen onder 'worst case' scenario's (echterlijke blootstelling) zien. Het op afstanden van 111,5 m en groter aan de blootstellinggrenzen wordt voldaan voor continue blootstelling van het gehele lichaam en delen van het lichaam, met uitzondering van de ogen. Specifieke aandacht moet aan de ogen worden gegeven omdat hierover een aparte blootstellinglimiet geldt in verband met een geringe blootstelling."

Met de metingen op GGW de Peel op Vliegbaai Leeuwarden worden aanvullende meetdata verkregen van de door de HIFR opgewekte elektromagnetische velden op afstanden nabij de huidige veiligheidsafstand van 111,5 m tot de HIFR-antenne.

Beschrijving van de werkzaamheden

De werkzaamheden betreffen het uitvoeren van elektrische veldsterktemetingen van de HIFR op GGW de Peel en Vliegbaai Leeuwarden op afstanden nabij de huidige veiligheidsafstand van 111,5 m tot de HIFR-antenne.

Resultaten en conclusies

De meetresultaten verklaren op zowel GGW de Peel als op de Vliegbaai Leeuwarden bevestigen de boven geciteerde conclusies uit het TNO-FEL rapport 'Electric field intensity levels near the Hawk system'.¹

¹ Electric field intensity levels near the HAVK system.

TNO-FEL rapport TNO-98-024, December 1998.

² CENELEC Standardization Agreement (ETNA-92) 2343

Exposition and Control of Personnel Exposure to Radio Frequency Fields
- 1 kHz to 300 GHz.

Edition 3, 1997.

MANAGEMENTUITREKSEL

Programmatitel

-

Programmanr.

-

Projectbegeleider

[REDACTED]

Arts /

[REDACTED]

Militair Geneeskundig Facilitair Bedrijf

Projecttitel

Veiligheidsafstanden radars

Projectnr.

28880

Projectleider

[REDACTED]

Projectteam

-

Inhoud

1.	Inleiding.....	5
2.	Veldsterktemetingen.....	6
2.1	Meetopstelling en uitvoering.....	6
2.2	Meetapparatuur	7
2.3	Normen.....	7
2.4	Meetresultaten	8
2.5	Meetonzekerheden	9
3.	Berekeningen.....	10
3.1	Uitgangspunten bij berekening.....	10
3.2	Berekeningen.....	10
3.3	Vergelijking van metingen en berekeningen.....	10
4.	Conclusies.....	12
5.	Referten	13
6.	Ondertekening	14
	Bijlage	
	A Meetfouten	

1. Inleiding

In het kader van het project 'Veiligheidsafstanden Radars' zijn in opdracht van de Centrale Organisatie Defensie op 11 en 25 oktober 1999 elektrische veldsterktemetingen uitgevoerd op respectievelijk GGW de Peel en Vliegbasis Leeuwarden. De metingen hadden tot doel om op verschillende afstanden en hoogten de elektrische veldsterkte te bepalen die opgewekt wordt door de HIPIR (High Powered Illuminator Radar) behorende tot het HAWK-systeem van de Klu.

In december 1998 zijn op Vliegbasis Twenthe reeds eerder metingen uitgevoerd aan een HIPIR. De resultaten van deze metingen zijn samen met de resultaten van elektrische veldsterkteberekeningen opgenomen in het TNO-FEL rapport 'Electric field intensity levels near the HAWK-system' [1]. De conclusie van dat onderzoek was dat volgens de STANAG 2345 (edition-2, 1997) [2] op 111,5 meter (de momenteel door de Klu gehanteerde veiligheidsafstand) continue blootstelling is toegestaan met uitzondering van de ogen. Deze restrictie voor de ogen kwam voort uit een theoretische analyse van de optredende elektrische veldsterkte voor 'worst-case' condities [1], maar werd op Vliegbasis Twenthe niet bevestigd door metingen.

Met dit onderzoek op GGW de Peel en Vliegbasis Leeuwarden worden aanvullende meetdata verkregen van de door de HIPIR opgewekte elektrische veldsterkte op afstanden nabij de huidige veiligheidsafstand (111,5 m) tot de radarantenne.

De veldsterktemetingen bij dit onderzoek zijn op identieke wijze uitgevoerd als de metingen op de Vliegbasis Twenthe (zie [1]) volgens de methode en met de meetapparatuur zoals beschreven in hoofdstuk 2.

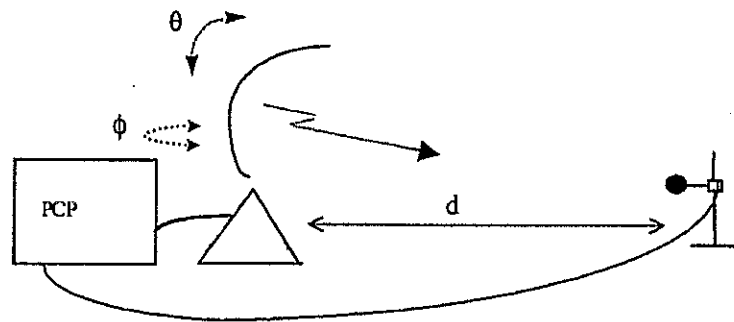
De informatie voortvloeiende uit de berekeningen voor een 'worst-case' situatie uit [1] wordt gebruikt als aanvulling op en onderbouwing van de meetresultaten en wordt in hoofdstuk 3 behandeld. In hoofdstuk 4 wordt de conclusie van dit onderzoek geformuleerd welke is gebaseerd op de meetresultaten en de uitgevoerde berekeningen.

2. Veldsterktemetingen

2.1 Meetopstelling en uitvoering

De veldsterktemetingen zijn uitgevoerd met een isotrope elektrische veldsensor (Holaday HI-4456) op verschillende afstanden tot de HIPIR-antenne, te weten: 105 m, 111,5 m, 115 m, 120 m en 125 m en op hoogten van 0,25 m, 0,5 m, 1 m, 1,5 m en 1,9 m. Een laptop met speciaal hiervoor ontwikkelde acquisitiesoftware was via een glasvezelkabel verbonden met de meetprobe. De HIPIR-antenne werd in elevatie en azimut zodanig gericht dat een maximale veldsterkte werd gemeten. Hierbij werd na het aanschakelen van de radar een minuut gewacht tot het zendvermogen van de radar was gestabiliseerd. Voor elke meetlokatie werden 30 metingen met intervallen van 1 seconde geregistreerd gedurende 30 seconden. Een schets van de meetopstelling is gegeven in Figuur 2-1.

Figuur 2-2 geeft een impressie van de meetopstelling op Vliegbasis Leeuwarden.



Figuur 2-1: Meetopstelling elektrische veldsterktemeting HIPIR



Figuur 2-2: Meetopstelling op de Vliegbasis Leeuwarden

2.2 Meetapparatuur

De veldsterktemetingen zijn met onderstaande apparatuur uitgevoerd:

- Isotrope elektrische veldprobe,
Holaday HI-4456, serial nr. 97982,
Kalibratie geldig tot 16-11-1999
- Glasvezelkabel
- Laptop met acquisitiesoftware geschreven in HPVEE

2.3 Normen

Editie 2 van de STANAG 2345 is uitgegeven in 1997 en draagt de titel 'Evaluation and Control of Personnel Exposure to Radio Frequency Fields- 3 kHz to 300 GHz'. Deze NATO-norm is voornamelijk gebaseerd op het specifieke absorptieniveau. De toegestane blootstellingsniveaus uit Tabel 2-1 refereren naar waarden gemiddeld over een willekeurig tijdsinterval van 6 minuten en worden uitgedrukt in vermogensdichtheid. In de tabel zijn de vermogensdichtheden omgerekend naar de (in het verreveld) equivalente elektrische veldsterktewaarden. Omrekening gaat volgens de formule: $E = \sqrt{377 \cdot P}$ waarin E de elektrische veldsterkte [V/m rms] is en P de vermogensdichtheid [W/m²].

[illegible]

STANAG 2345 toegestane blootstellingsniveaus		
Frequentie [GHz]	Vermogensdichtheid [W/m ²]	Elektrische veldsterkte [V/m rms]
10	100	194

Bij blootstelling, gedurende een deel van een willekeurig 6 minuteninterval, worden de maximaal toegestane vermogensdichtheden uit Tabel 2-1 omgekeerd evenredig aan dit deel hoger. Bij een blootstellingstijd van 3 minuten per interval van 6 minuten geldt bijvoorbeeld een blootstellingsniveau van 200 W/m^2 hetgeen equivalent is aan 274 V/m rms .

De resultaten van de metingen op de Vliegbasis Leeuwarden zijn, als functie van afstand tot de HIPIR-antenne en de hoogte boven het grondoppervlak, vermeld in Tabel 2-2, terwijl de resultaten verkregen op GGW de Peel zijn ondergebracht in Tabel 2-3. Overschrijdingen van de 293 V/m limiet zijn niet gemeten, overschrijdingen van de 194 V/m limiet zijn vetgedrukt weergegeven. In bovenstaande paragraaf 2.3 wordt de betekenis van de limieten toegelicht.

Tabel 2-2: Meetresultaten van de elektrische veldsterkte in V/m opgewekt door de HPIR op Vliegbasis Leeuwarden. De vetgedrukte waarden geven een overschrijding van de toegestane waarden voor continue blootstelling van de ogen (█ V/m) aan.

	Afstand
Hoogte	

Tabel 2-3: Meetresultaten van de elektrische veldsterkte in V/m opgewekt door de HIPIR op GGW de Peel. De vetgedrukte waarden geven een overschrijding van de toegestane waarden voor continue blootstelling van de ogen (V/m) aan.

Afstand	
Hoogte	

2.5 Meetonzekerheden

De meetonzekerheden ten gevolge van de meetapparatuur worden behandeld in Bijlage A van dit rapport.

3. Berekeningen

3.1 Uitgangspunten bij berekening

De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de methode omschreven in het TNO-FEL Rapport "Electric field intensity levels near the HAWK-system" [1]. Bij de berekeningen is uitgegaan van de radargegevens en de uitgangspunten zoals genoemd in [1].

3.2 Berekeningen

In [1] zijn elektrische veldsterkteberekeningen uitgevoerd voor 'worst-case' condities voor twee situaties. In de eerste situatie is de HIPIR-antenne gericht naar het punt (afstand d en hoogte h) waar de probe zich bevindt en in de tweede situatie is de HIPIR-antenne gericht op een punt onder de probe op grondniveau (afstand d en hoogte 0 m). Bij de metingen is de HIPIR-antenne zodanig gericht dat een maximale veldsterkte ontstond ter plaatse van de probe. De theoretische situatie met de hoogste waarde is van toepassing op de uitgevoerde meting. Omdat, afhankelijk van de afstand en de hoogte, één van beide de hoogste veldsterktewaarde oplevert is in de grafiek de hoogste van de twee uitgezet als functie van de afstand.

3.3 Vergelijking van metingen en berekeningen

De theoretische resultaten vormen een bovengrens voor de veldsterkte in een punt omdat ze bepaald zijn voor 'worst-case' condities zoals:

- Constructieve interferentie
- Volledige bodemreflectie
- Vlakke bodem die zich overal bevindt op referentiehoogte $h = 0$ m

In het geval dat in de praktijk niet aan deze condities wordt voldaan zal een lagere veldsterkte van toepassing zijn.

De meetwaarden op zowel GGW de Peel als op de Vliegbasis Leeuwarden liggen onder de theoretisch bepaalde bovengrenzen. Op GGW de Peel en Vliegbasis Leeuwarden wordt op plaatsen op afstanden van respectievelijk 111,5 m en 105 m de 194 V/m grens overschreden. Zowel uit de meetresultaten als uit de berekeningen voor 'worst-case' situaties kan worden geconcludeerd dat volgens de STANAG 2345 (edition-2, 1997) op 111,5 m afstand continue blootstelling is toegestaan met uitzondering van de ogen. Voor de ogen geldt een tijdsrestrictie.

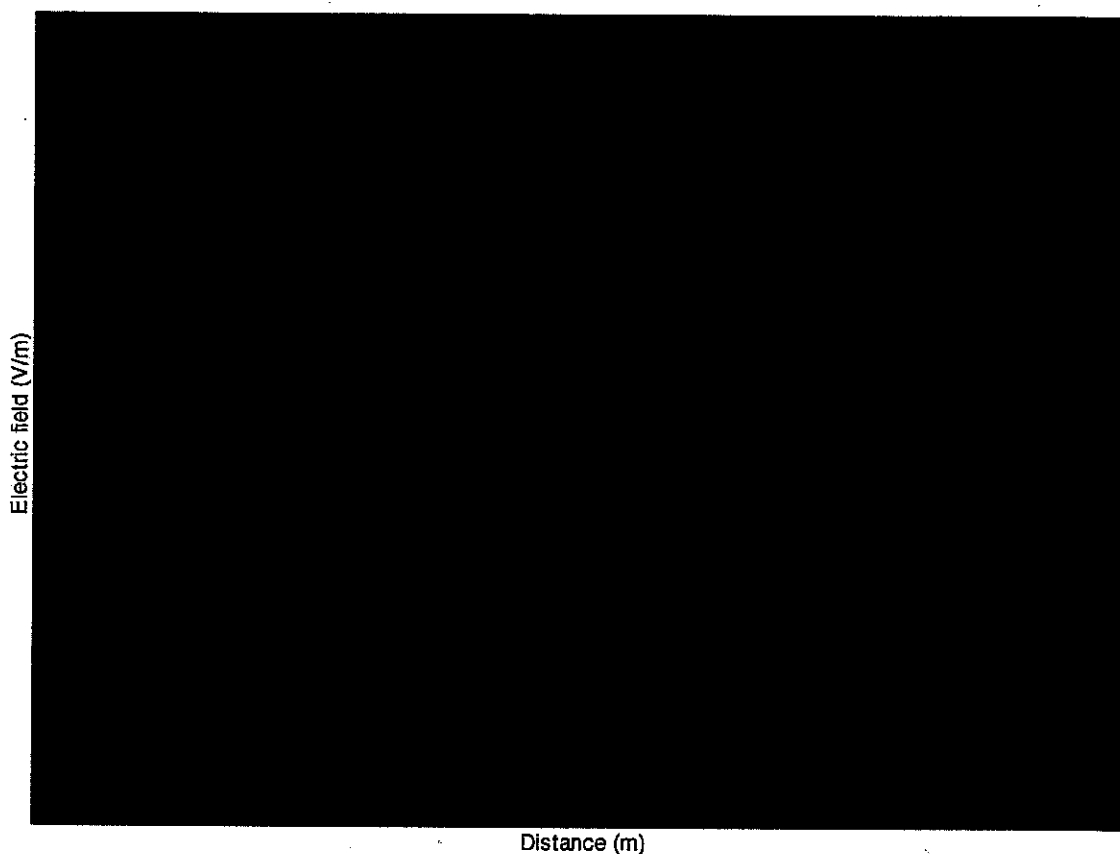


Figure 3.1: *Op theoretische gronden maximaal te verwachten elektrische veldsterkte E in een punt $P(d,h)$ op afstand ' d ' tot de HIPIR-antenne en hoogte ' h ' boven een perfect geleidend en volnuaakt vlakke grondoppervlak (op basis van de uitgangspunten uit [1]).*

Lijn 1: hoogte $h = 0$ m

Lijn 2: hoogte $h = 0,5$ m

Lijn 3: hoogte $h = 1,0$ m

Lijn 4: hoogte $h = 1,5$ m

Lijn 5: hoogte $h = 1,9$ m

De horizontale stippellijn geeft de $\blacksquare$ V/m grens weer.

4. Conclusies

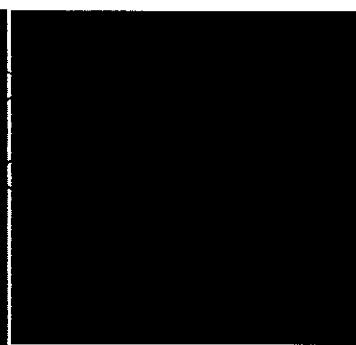
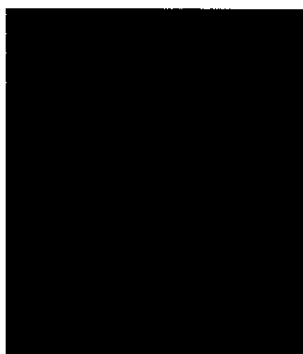
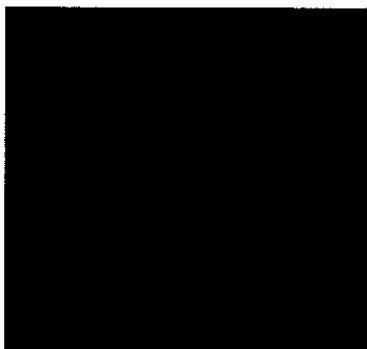
De conclusie van het eerder in 1999 uitgevoerde HIPIR-onderzoek uit [1] luidde dat volgens de STANAG 2345 (edition-2, 1997) op afstanden van 111,5 meter (de momenteel gehanteerde veiligheidsafstand) tot de HIPIR en verder, continue blootstelling van het gehele lichaam en delen van het lichaam is toegestaan met uitzondering van de ogen.

De meetresultaten verkregen op zowel GGW de Peel als op de Vliegbasis Leeuwarden bevestigen de boven geciteerde conclusie uit het TNO-FEL rapport 'Electric field intensity levels near the Hawk system' [1].

5. Referten

- [1] Electric field intensity levels near the HAWK system,
[REDACTED]
TNO-FEL rapport FEL-99-A224, December 1999.
- [2] NATO Standardization Agreement (STANAG) 2345
Evaluation and Control of Personnel Exposure to Radio Frequency Fields
– 3 kHz to 300 GHz.
Edition 2, 1997.

6. Ondertekening



Bijlage A Meetfouten

Op 1 december 1998 is de TNO probe HI4456 bij het NLR gevalideerd bij █ GHz door het uitvoeren van een substitutie meting gebruik makende van een gekalibreerde NLR probe. Samen met de kalibratierapporten werden de probe factoren gecontroleerd.

De kalibratiestatus van de NLR en de TNO probe was als volgt:

- NLR probe, Holaday HI-4450, serial number 95442, calibration valid due to 17-02-1999
- TNO probe, Holaday HI-4456, serial number 97982, calibration valid due to 16-11-1999

Meetfouten voor de TNO-probe HI4456 bij █ GHz worden gegeven in tabel E.1.

Tabel E.1 Meetfouten voor HI-4456 probe.

Meetfouten HI-4456 bij █ GHz (probe rotatiehoek gepositioneerd voor maximale gevoeligheid)					
	Fout		Bereik		
	Min	Max	100 V/m	300 V/m	1000 V/m
Lineriteit (Volgens kalibratierapport)	-0.5 dB of full scale	+0.5 dB of full scale			
Lineriteit (Volgens kalibratierapport)	-2 LSB	+2 LSB			
Isotropy (gemeten bij NLR op 10 GHz)	-0.3 dB	+0 dB			
TOTAAL	-0.8 dB -2 LSB	+0.5 dB +2 LSB	-9 V/m +6 V/m	-27 V/m +18 V/m	-90 V/m +60 V/m

ONGERUBRICEERD
REPORT DOCUMENTATION PAGE
(MOD-NL)

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL) TD00-0219	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO 	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO FEL-00-A120
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO 28880	5. CONTRACT NO A99D818	6. REPORT DATE May 2000
7. NUMBER OF PAGES 16 (incl appendix & RDP, excl distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES 2	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Elektrische veldsterkte in de omgeving van de HIPIR op GGW de Peel en Vliegbasis Leeuwarden (Electric field intensity in the surroundings of the HIPIR at GGW de Peel en Air base Leeuwarden)		
11. AUTHOR(S) 		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Physics and Electronics Laboratory, PO Box 96864, 2509 JG The Hague, The Netherlands Oude Waalsdorperweg 63, The Hague, The Netherlands		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Militair Geneeskundig Facilitair Bedrijf Koningin Mariaalaan 17, PO Box 20701, 2500 ES, The Hague, The Netherlands		
14. SUPPLEMENTARY NOTES The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret.		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) Due to concern among Airforce personnel about the supposed relationship between health disorders and the exposure to electromagnetic fields due to radiators of the HAWK system, TNO-FEL was sponsored by the Netherlands Defense organisation to investigate the electric field intensities on the site of a HAWK installation. To determine the electric field intensity near the HAWK system, in December 1998 measurements have been performed on the HIPIR radar at Twenthe Air Base. To support the measurements and to be able to inter- and extrapolate the results a theoretical analysis was made. The results were reported in 'Electric field intensity levels near the HAWK system' (TNO-FEL report FEL-99-A224, December 1999). In addition to the measurements performed at Twenthe Air Base, measurement were performed at 'GGW de Peel' and Leeuwarden Airbase. Results of these measurements are presented in this report.		
16. DESCRIPTORS Health physics Radiation hazards Radar antennas Electromagnetic radiation Electromagnetic fields		IDENTIFIERS HAWK
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) 	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) Ongerubriceerd	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Subject to approval MOD-NL		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) Ongerubriceerd

ONGERUBRICEERD

Distributielijst

1. DWO
2. HWO-KM
3. HWO-KL
4. HWO-KLu
5. HWO-CO
6. DM&P TNO-DO
7. Directeur TNO-PML*
8. Directeur TNO-TM*
9. Accountcoördinator CO*
10. Bibliotheek KMA
11. Directeur-Generaal Personeel
12. Directeur Militair Geneeskundig Facilitair Bedrijf
13. Hoofd Gezamenlijke Geneeskundige Beleidsstaf
14. [redacted] arts
15. [redacted]
16. Documentatie MGFB
17. Reserve MGFB
- 18-32. Archief MGFB
33. Hoofd Afdeling Arbodienstverlening Koninklijke Luchtmacht
34. Hoofd Afdeling Grond-Lucht Geleide Wapens
- 35-36. Documentatie Arbodienstverlening KLu
- 37-38. Reserve Arbodienstverlening KLu
- 39-52. Archief Arbodienstverlening KLu
53. Directeur TNO-FEL
54. Adjunct-directeur TNO-FEL, daarna reserve
55. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan MPC*
56. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Accountmanager CO
57. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan [redacted]
58. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan [redacted]
59. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan [redacted]
60. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan [redacted]
61. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan [redacted]
62. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan [redacted]
63. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan [redacted]
64. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan [redacted]
65. Documentatie TNO-FEL
66. Reserve

Indien binnen de krijgsmacht extra exemplaren van dit rapport worden gewenst door personen of instanties die niet op de verzendlijst voorkomen, dan dienen deze aangevraagd te worden bij het betreffende Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek of, indien het een K-opdracht betreft, bij de Directeur Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling.

* Beperkt rapport (titelblad, managementuittreksel, RDP en distributielijst).