

TNO-rapport

Invloed van DECT-zaktelefoons op
131 medische apparaten - praktijkmetingen

1 augustus 1995, onderzoeksrapport TG/95.045

Auteur:
Ir. R. Hensbroek
Projectmanager



SMT-management:
Drs. J.J.A.M. Kraus.
Sectormanager SMT



Opdrachtgever:
VIFKA Telecommunicatie
tav. Mr. W. H. Kroeze,
secretaris
Postbus 220
3454 ZL De Meern
Telefoonnummer: 03406 - 21515

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

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

Projectnummer : 3650024

RHK

Aantal pagina's : 23

Aantal bijlagen : 4

Aantal tabellen : 2

Aantal figuren : 1

SAMENVATTING Onderzoeksrapport TNO TG/95.045: Invloed van DECT-zaktelefoons op 131 medische apparaten - praktijkmetingen (1 augustus 1995)

Uit praktijkmetingen aan 131 apparaten en systemen bleek, dat 19 apparaten/systemen een zekere gevoeligheid vertoonden voor het door een DECT-zaktelefoon (zendvermogen 0,25 Watt) uitgezonden signaal. De groep van 131 apparaten/systemen was opgebouwd uit 126 apparaten/systemen die voornamelijk toegepast worden in het ziekenhuis en 5 apparaten die ook buiten het ziekenhuis worden gebruikt.

Onderzocht zijn:	11	Analysers
	2	Anesthesie apparaten
	6	Beademings apparaten
	5	Bloeddrukmeters
	2	Couveuses
	6	Externe pacemakers
	8	Infuuspompen
	16	Patiëntmonitoren
	11	Spuitpompen
	<u>59 + 5</u>	Diverse elektronische (medische) apparaten
	131	

De volgende resultaten zijn gevonden:

- 1 Er moest erg dicht bij de apparaten/systemen worden gezonden (binnen enkele decimeters afstand) om invloeden te vinden. De enige gevonden uitzonderingen op deze "decimeters - regel" waren:
 - a een HPLC-Analyser, waarvan de gebruikers zich bewust waren, dat hij buitengewoon storingsgevoelig was en die op circa 50 cm al reageerde,
 - b een Hoortoestel dat op circa 50 cm al reageerde (hoortoestellen zijn niet systematisch in het onderzoek betrokken; het betrof een oriënterende meting),
 - c een Akoestisch apparaat voor het "opzoeken" van een ader, dat op circa 3 m al reageerde.
- 2 Van de 19 apparaten die reageerden, waren 12 medische apparaten, die in het ziekenhuis worden toegepast (inclusief de hierboven onder 1a en 1c genoemde apparaten).
- 3 Bij één van de apparaten die reageerden, betrof het een voor een patiënt indirect "gevaarlijke" reactie. Het was een Analyser/osmometer, die op circa 10 cm afstand een verkeerde waarde aangaf.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
2	DOEL VAN HET ONDERZOEK	4
3	ONDERZOEKSMETHODE	4
	3.1 ALGEMEEN	4
	3.2 GEBRUIKTE STOORBRON	5
	3.3 TOEPASSING EN AANTAL ONDERZOCHE APPARATEN	5
4	UITKOMSTEN VAN HET ONDERZOEK	6
	4.1 DE AFSTAND WAAROP APPARATEN REAGEERDEN	6
	4.2 AARD VAN DE REACTIES	8
	BIJLAGE 1: APPARAATREACTIES	9
	BIJLAGE 2: APPARATEN gesorteerd op: afstand (ja/nee) en daarna op: alfabet	17
	BIJLAGE 3: BEPROEVINGSMETHODE	22
	BIJLAGE 4: INTERNATIONALE REFERENTIES VAN DE DRIE DIGITALE TELEFONIE SYSTEMEN, WAARMEE IS GETEST	23

1 INLEIDING¹

Het voorliggende rapport maakt deel uit van een serie van drie rapporten, respectievelijk betrekking hebbend op de volgende drie digitale telefoniesystemen met zaktelefoons:

- GSM
- DECT
- CT-2

De internationale omschrijving van deze drie digitale telefoniesystemen is opgenomen in Bijlage 4 van dit rapport. De geteste medische apparaten zijn in Bijlage 1 van alle drie de rapporten vermeld op alfabetische volgorde van het type apparaat. Alle apparaten hebben ook een volgnummer gekregen, dat eveneens is vermeld. Omdat de tests met de drie bovengenoemde systemen niet geheel parallel konden lopen, komen sommige apparaten niet in alle drie de rapporten voor. De reeds in rapport TG/95.010² vermelde resultaten zijn voor de volledigheid opnieuw in bovengenoemd GSM-rapport opgenomen. Dit is ook gedaan met de beschrijving van de GSM-metingen uit rapport TG/95.010.

In landen waar zaktelefoons reeds enige tijd in gebruik zijn, wordt regelmatig gewag gemaakt van storing op medische apparatuur die door die telefoons wordt veroorzaakt. Tevens is het vermoeden geuit, dat de mate waarin storingen op kunnen treden niet voor alle systemen hetzelfde is. Omdat bovengenoemde systemen ook in Nederland naar verwachting op grote schaal gebruikt zullen gaan worden, is het belangrijk om inzicht te verwerven in de omvang en de aard van de problematiek. Zaktelefoons zenden via de ether signalen naar een basisstation. Dit zendsignaal is met name bij het GSM-systeem in principe voldoende sterk om medische apparatuur, die zich in de buurt bevindt, te kunnen storen. Echter, niet alle medische apparatuur is even storingsgevoelig en niet alle drie de systemen zenden hetzelfde soort signaal. Dit rapport beschrijft in de ziekenhuispraktijk uitgevoerde stoorexperimenten inclusief de reacties, die apparaten vertoonden en de afstand waarop storing optrad.

2 DOEL VAN HET ONDERZOEK

Doel van het uitgevoerde onderzoek was het verzamelen van ervaringen met een groot aantal medische apparaten en het zodanig rapporteren van deze ervaringen, dat het toelatingsbeleid voor zaktelefoons in Nederlandse ziekenhuizen er op kan worden gebaseerd.

3 ONDERZOEKSMETHODE

3.1 ALGEMEEN

Een DECT-zaktelefoon welke communiceerde met het bijbehorende basisstation werd gebruikt als potentiële "stoorbron". In praktijksituaties in vijf ziekenhuizen werd de stoorbron geactiveerd in de nabijheid van medische apparatuur. Er is naar gestreefd om vooral die apparatuur te onderzoeken, waarbij veiligheidsaspecten een rol spelen.

¹ De tekst van deze inleiding is in alle drie de rapporten, waarover in deze inleiding wordt gesproken, identiek.

² "Invloed van 2 Watt GSM-telefoons op medische apparatuur - oriënterende metingen; 20 januari 1995, onderzoeksrapport TG/95.010." TNO Preventie en Gezondheid, Leiden.

Rekening houdend met de mogelijkheden van de afdelingen en met de beschikbare tijd is een zo representatief mogelijke groep apparaten onderzocht. Er is niet speciaal naar oude of nieuwe apparaten gezocht; de leeftijd van de onderzochte apparaten is ook niet geregistreerd. De indruk bestaat, dat de apparaten gemiddeld circa 5 jaar oud waren en dat er vrijwel geen apparaten zijn onderzocht, die ouder waren dan 10 jaar. Er is in de ziekenhuis-praktijk gemeten omdat het noodzakelijk was om de apparatuur realistisch in werking te hebben. In risico situaties waarbij een patiënt nadelige gevolgen zou kunnen ondervinden, is met een gezonde proefpersoon gewerkt. Op diverse apparaten is middels een technische "dummy" onafhankelijk van patiënt of proefpersoon gewerkt. Om redenen van efficiency en veiligheid en om de betrokken ziekenhuisorganisaties niet onnodig te belasten, is vooraf een beproevingsprotocol opgesteld en uitgetest in een technische ruimte van een ziekenhuis. Het beproevingsprotocol is opgenomen in Bijlage 3.

3.2 GEBRUIKTE STOORBRON

Er werd bij het onderzoek gebruik gemaakt van een DECT-zaktelefoon (zendvermogen 0,25 Watt). Zie Bijlage 4 voor nadere gegevens over DECT-systemen.

3.3 TOEPASSING EN AANTAL ONDERZOCHE APPARATEN

Er zijn 131 apparaten onderzocht. De onderzochte apparaten kunnen als volgt worden ingedeeld:

	aantal:
MI = Medisch apparaat bInnen (In) het ziekenhuis	118
N = Niet medisch apparaat	8
MU = Medisch apparaat bUiten (Uit) het ziekenhuis	<u>5</u>
	131

Zoals uit deze getallen blijkt, lag de nadruk bij het onderzoek geheel op medische apparatuur, die in het ziekenhuis wordt toegepast (MI). De acht N-apparaten waren communicatie- en toegangscontrôlemiddelen, die voor de bedrijfsvoering van het ziekenhuis noodzakelijk zijn. De vijf MU-apparaten waren hoortoestellen, die ter oriëntatie zijn gemeten.

In Bijlage 1 zijn alle geteste apparaten alfabetisch gerangschikt en voorzien van een volgnummer. Dit volgnummer is vermeld in kolom 1 van Bijlage 1.

De tabel in Bijlage 1 geeft een overzicht over de onderzochte apparatuur. Uit die tabel is bijvoorbeeld af te lezen, dat onderzocht zijn:

- 11 Analysers
- 6 Beademings apparaten
- 6 Externe pacemakers
- 8 Infuuspompen
- 16 Patiëntmonitoren
- 11 Spuitpompen
- 73 Diverse elektronische apparaten

131

Diverse keren zijn apparaten van hetzelfde fabrikaat en type, maar met verschillend serienummer onderzocht. De volgnummers van deze apparaten zijn in de eerste kolom van de tabel in Bijlage 1 in één doorlopend vak weergegeven. Zo waren bijvoorbeeld de apparaten Nr. 35, 36 en 37 (zie de tabel van Bijlage 1) van hetzelfde fabrikaat en type.

Een open vak onderaan de pagina heeft dezelfde betekenis. Zo waren ook de apparaten Nr. 26 en 28 van hetzelfde fabrikaat en type.

4 UITKOMSTEN VAN HET ONDERZOEK

4.1 DE AFSTAND WAAROP APPARATEN REAGEERDEN

In Bijlage 1 zijn alle geteste apparaten alfabetisch gerangschikt en voorzien van een volgnummer. In Bijlage 2 zijn de geteste apparaten gesorteerd op de afstand waarop zij reageerden. Deze afstand is te vinden in de laatste kolom van Bijlage 2. Er is in die laatste kolom eerst gesorteerd op "ja" (wel storing) en "nee" (geen storing). Vervolgens is binnen elk van de groepen "ja" en "nee" gesorteerd op afstand. Het volgnummer van elk apparaat is ook in Bijlage 2 opgenomen (eerste kolom). Middels dit volgnummer kan in Bijlage 1 worden nagezocht wat precies de aard van de reactie van een gestoord apparaat was.

Van de 131 onderzochte apparaten vertoonden 19 apparaten een zekere gevoeligheid voor het door een DECT-zaktelefoon uitgezonden signaal. De figuur op de volgende pagina geeft per afstand weer hoeveel apparaten reacties vertoonden. Hierbij wordt opgemerkt:

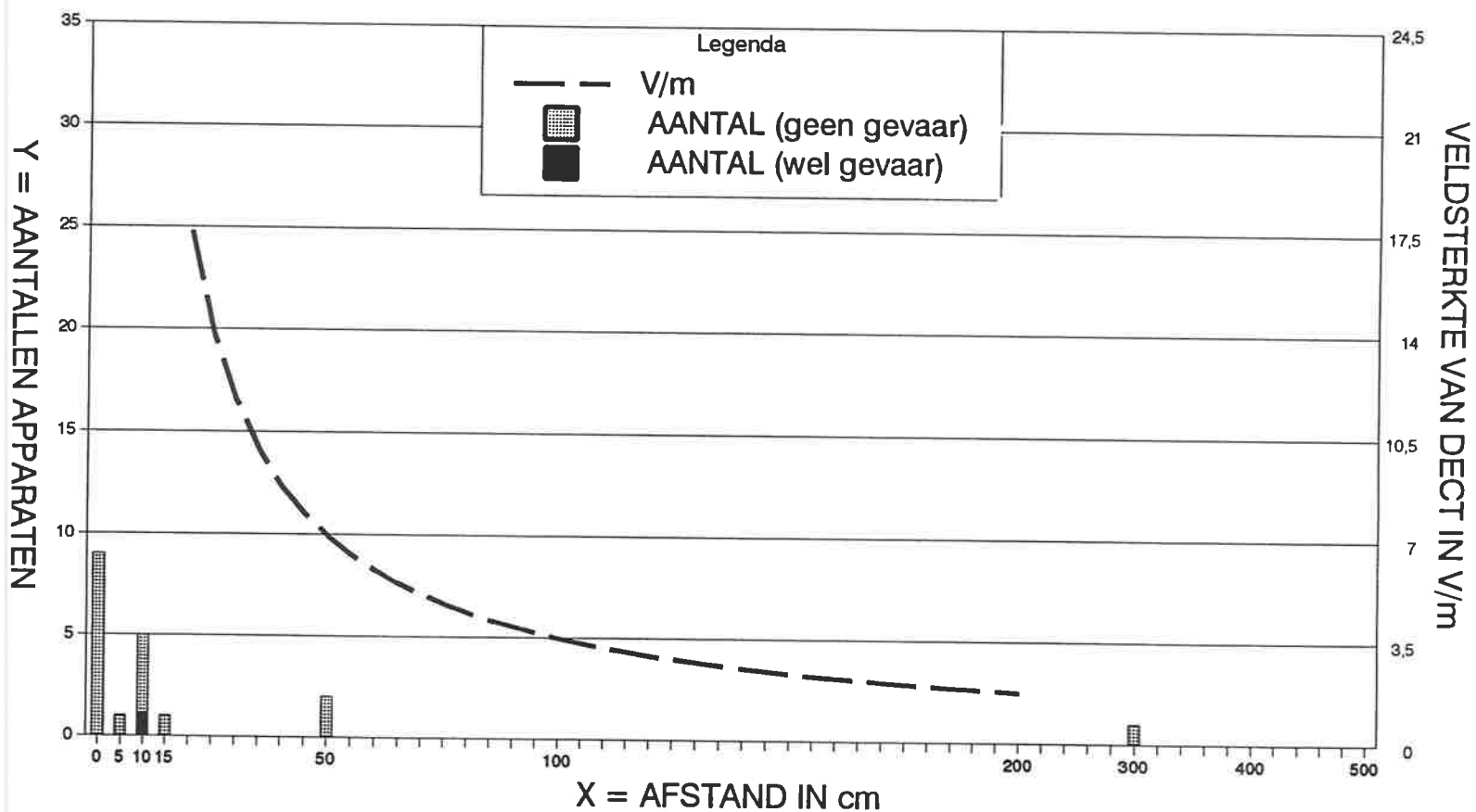
- De hoogte van de staven = Y = het aantal apparaten, dat op afstand X reageerde. Alle staven gesommeerd hebben de "hoogte" 19 - het totale aantal apparaten, dat reageerde.
- De staven zijn op de goede afstand op de X-as geplaatst, maar boven 200 cm is wel een andere schaal toegepast. De staaf bij 300 cm is in die zin vertekend weergegeven.
- In de figuur is met een gebogen lijn aangegeven: de veldsterkte (in Volt per meter, V/m) van een DECT-zaktelefoon als functie van de afstand tot die telefoon.

Laatstgenoemde veldsterkte-lijn is gebaseerd op de benaderingsformule:

$$E = 7 \cdot (\sqrt{W}) / d \quad \text{V/m}$$

Voorbeeld: op 1 m afstand ($d=1$) van een DECT-zaktelefoon ($W=0,25$) is de veldsterkte: $E = \text{circa. } 3,5 \text{ V/m.}$

In de praktijk varieert de veldsterkte doordat een fabrikagemarge ten aanzien van het gespecificeerde vermogen geldt, maar vooral ook doordat reflecterende voorwerpen locale verhogingen en verlagingen van de veldsterkte kunnen veroorzaken. Bij de praktijkmetingen aan apparatuur werd dit effect gecompenseerd door de DECT-zaktelefoon op veel locaties rond het te testen apparaat te activeren.



STAVEN: AANTALLEN APPARATEN Y, DAT OP AFSTAND X REAGEERDE;
LIJN: PIEKVELDSTERKTE (V/m = Volt per meter) VAN DECT-ZAKTELEFOON OP AFSTAND X
 (piekzendvermogen 0,25 Watt)

Samenvattend: Van de 131 onderzochte apparaten/systemen bleken er 19 een zekere gevoeligheid te vertonen voor het door een DECT-zaktelefoon uitgezonden signaal. De 19 apparaten, die reageerden zijn te vinden in het begin van de tabel in Bijlage 2.

De volgende resultaten zijn gevonden:

- 1 Er moest erg dicht bij de apparaten/systemen worden gezonden (binnen enkele decimeters afstand) om invloeden te vinden. De enige gevonden uitzonderingen op deze "decimeters - regel" waren:
 - een HPLC-Analyser, waarvan de gebruikers zich bewust waren, dat hij buitengewoon storingsgevoelig was en die op circa 50 cm al reageerde. Zie apparaat 1 in Bijlagen 1 en 2.
 - een Hoortoestel dat op circa 50 cm al reageerde (hoortoestellen zijn niet systematisch in het onderzoek betrokken; het betrof een oriënterende meting). Zie apparaat 104 in Bijlagen 1 en 2.
 - een Akoestisch apparaat voor het "opzoeken" van een ader, dat op circa 3 m al reageerde. Zie apparaat 74 in Bijlagen 1 en 2.
- 2 Van de 19 apparaten, die reageerden waren 12 medische apparaten, die in het ziekenhuis worden toegepast. Twee van de onder punt 1 genoemde uitzonderingen bevonden zich onder deze 12.

4.2 AARD VAN DE REACTIES

De gebruikte DECT-zaktelefoon beïnvloedde diverse onderzochte apparaten wanneer de bron in de directe nabijheid van die apparaten werd geactiveerd. De reacties zijn in detail beschreven in de vijfde kolom van de tabel in Bijlage 1.

Bij één van de apparaten die reageerde betrof het een voor de patiënt indirect "gevaarlijke" reactie. Deze deed zich voor op 10 cm afstand (bij een Analyser/osmometer; nr 17).

BIJLAGE 1: APPARAATREACTIES

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)	OMSCHRIJVING VAN DE REACTIE
1	Analyser HPLC, Electrochemische detector bij -	MI	50 cm: ja	Op circa 50 cm: onbruikbare uitslagen
8	Analyser, hematologische cel analyser	MI	0 cm: ja	Op 0 cm: uitlezing barcodelezer fout, machine stopt met correct alarm
8.1	Analyser: datakoppeling met ZIS (PC)	MI	0 cm: nee	
9	Analyser, fotome- trische che- mieanalyser	MI	0 cm: nee	
10	Analyser, chemie	MI	0 cm: nee	
11	Analyser, chemie	MI	0 cm: nee	
13	Analyser, bloedgassen	MI	0 cm: nee	
14	Analyser, HPLC	MI	0 cm: nee	
15	Analyser, hema- tologische cel analyser	MI	0 cm: nee	
16	Analyser, bloed- cellen	MI	0 cm: nee	
17	Analyser, osmometer	MI	10 cm: ja	Op 10 cm: verkeerde waarde (zonder foutmelding) (indirekt gevaar)
19	Anesthesie apparaat	MI	0 cm: nee	
21	Anesthesie apparaat	MI	0 cm: nee	
23	Audiometer	MI	0 cm: nee	
24	Ballonpomp	MI	0 cm: nee	
26	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee	

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)	OMSCHRIJVING VAN DE REACTIE
28	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee	
31	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee	
35	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee	
36	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee	
37	Beademings apparaat met open deksel	MI	0 cm: nee	(werd met open deksel gebruikt)
39	Bewakingspost met patiëntmoni- toren	MI	0 cm: nee	
40	Bloeddrukmeter	MI	0 cm: nee	
41	Bloeddrukmeter	MI	0 cm: nee	
44	Bloeddrukmeter	MI	0 cm: nee	
45	Bloeddrukmeter	MI	0 cm: nee	
47	Bloedverwarmer	MI	0 cm: nee	
50	Brandmelder	N	0 cm: nee	
51	Brandmelder	N	0 cm: nee	
52	Cardio Tocograaf (CTG)	MI	0 cm: nee	
58	Couveuse	MI	0 cm: nee	
62	Couveuse	MI	0 cm: nee	
63	CT-scanner (be- dieningspaneel met monitor achter scherm)	MI	0 cm: ja	Op 0 cm: lijnen op beeld monitor; niet storend
64	Defibrillator tester	MI	0 cm: nee	
65	Defibrillator	MI	0 cm: nee	
66	Defibrillator	MI	0 cm: nee	

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)	OMSCHRIJVING VAN DE REACTIE
67	Defibrillator	MI	0 cm: nee	
68	Defibrillator	MI	0 cm: nee	
69	Dialyse apparaat zonder slangen	MI	0 cm: nee	
70	Dialyse apparaat met slangen	MI	0 cm: nee	
71	Dialyse apparaat zonder slangen	MI	0 cm: nee	
74	Doptone: akoestisch "opzoeken" van ader	MI	300 cm: ja	Op circa 300 cm van apparaat: 100 Hz hoorbaar (modulatiefreq. DECT)
75	Drukmonitor, hersenvat	MI	0 cm: nee	
76	ECG apparaat	MI	0 cm: nee	
77	ECG apparaat	MI	0 cm: nee	
78	ECG apparaat	MI	0 cm: nee	
79	ECG apparaat	MI	0 cm: nee	
80	ECG apparaat	MI	0 cm: nee	
81	Echocardiograaf:UG apparaat (met videorecorder)	MI	0 cm: nee	
82	Echocardiograaf/UG apparaat (met videorecorder)	MI	0 cm: nee	
83	EEG apparaat	MI	0 cm: nee	
84	EEG apparaat	MI	0 cm: nee	
85	EEG apparaat	MI	0 cm: nee	
89	Elektrochirurgie	MI	0 cm: nee	
90	EMG apparaat (ringelektrode)	MI	0 cm: ja	Op 10 cm van apparaat en bij headbox / front: 100 Hz hoorbaar uit luidspreker

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)	OMSCHRIJVING VAN DE REACTIE
91	EMG apparaat	MI	10 cm: ja	Op 10 cm van leiding naar patiënt: DECT-telefoon: geringe storing op signaal
92	ENG apparaat	MI	0 cm: nee	
93	Ergometer	MI	0 cm: nee	
94	EVP - Optische stimulator	MI	0 cm: nee	
95	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee	
96	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee	
97	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee	
98	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee	
99	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee	
100	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee	
101	Hart-long machine	MI	0 cm: nee	
102	Hoortoestel (in-het-oor; geen spoel)	MU	10 cm: ja	Op 10 cm: 100 Hz hoorbaar (modulatiefrequentie DECT). Straalt direkt in op elektronica
103	Hoortoestel (achter-het-oor)	MU	0 cm: ja	Op 0 cm: 100 Hz hoorbaar (modulatiefrequentie DECT)
104	Hoortoestel (achter-het-oor; geen spoel)	MU	50 cm: ja	Op 50 cm: 100 Hz hoorbaar (modulatiefrequentie DECT); Straalt direkt in op elektronica
105	Hoortoestel (achter-het-oor)	MU	10 cm: ja	Op 10 cm: 100 Hz hoorbaar (modulatiefrequentie DECT). Met uitgeschakelde ontvangspoel: idem, maar lager niveau

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)	OMSCHRIJVING VAN DE REACTIE
106	Hoortoestel (in- het-oor; geen spoel)	MU	10 cm: ja	Op 10 cm: 100 Hz hoorbaar (modulatiefrequentie DECT). Straalt direkt in op elektronica
107	Infuus pomp	MI	0 cm: nee	
108	Infuus pomp	MI	0 cm: nee	
113	Infuus pomp	MI	0 cm: nee	
115	Infuus pomp	MI	0 cm: ja	Bij linker- en rechter zijkant pomp: onterechte foutcode (druppelsensor-fout: bijv. lege fles); pomp stopt en geeft akoes- tisch alarm
116	Infuus pomp	MI	0 cm: ja	Bij rechter zijkant van pomp: onterechte foutcode (druppelsensor-fout: bijv. lege fles); pomp stopt en geeft akoes- tisch alarm
119	Infuus pomp	MI	0 cm: nee	
120	Infuus pomp	MI	0 cm: nee	
121	Infuus pomp	MI	0 cm: nee	
127	O ₂ -Concentra- tiemeter in couveuse	MI	0 cm: nee	
128	Pager perso- nenbeveiliging (met molest- touw tje)	N	0 cm: nee	
129	Pager oproep- systeem (telefo- nische oproep met alfanumeriek display)	N	0 cm: ja	Op 0 cm: soms is boodschap verminkt
130	Pager oproep- systeem (oud; telefonische op- roep)	N	5 cm: ja	Op 5 cm: pieper gaat niet over

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)	OMSCHRIJVING VAN DE REACTIE
131	Pager oproep- systeem (alleen telefonische op- roep)	N	0 cm: nee	
132	Patiëntbel op bed en knop op doos aan wandgoot	MI	0 cm: nee	
133	Patiëntmonitor (ECG/CVD/SAT/ NIBP)	MI	0 cm: nee	
134	Patiëntmonitor, interface naar beademings apparaat	MI	0 cm: nee	
135	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂ / bloeddruk)	MI	0 cm: nee	
136	Patiëntmonitor (CO ₂ /NIBP)	MI	0 cm: nee	
137	Patiëntmonitor (SaO ₂)	MI	0 cm: nee	
138	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂)	MI	0 cm: nee	
139	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂ / bloeddruk)	MI	0 cm: nee	
140	Patiëntmonitor (ECG)	MI	0 cm: nee	
141	Patiëntmonitor (ECG/ademha- ling/bloeddruk)	MI	0 cm: nee	
142	Patiëntmonitor (ECG/ademha- ling/bloeddruk)	MI	0 cm: nee	
145	Patiëntmonitor (ECG/bloeddruk)	MI	0 cm: nee	

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)	OMSCHRIJVING VAN DE REACTIE
147	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂ / bloeddruk)	MI	0 cm: nee	
148	Patiëntmonitor	MI	0 cm: nee	
149	Patiëntmonitor (ECG/SaO ₂)	MI	0 cm: nee	
151	Patiëntmonitor (CO ₂ , SpO ₂ , ETCO ₂)	MI	0 cm: nee	
153	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂ / bloeddruk)	MI	0 cm: nee	
155	Pulsoximeter	MI	0 cm: nee	
158	Pulsoximeter	MI	0 cm: nee	
159	Röntgenapparaat (koppeling naar ontwikkelaar)	MI	0 cm: nee	
160	Röntgenapparaat (bedieningspaneel met monitor achter scherm)	MI	0 cm: ja	Op 0 cm: lijnen op beeld monitor; niet storend
161	Röntgenapparaat (beeldversterker bij patiëntenbed)	MI	0 cm: nee	
162	Röntgenapparaat (monitor bij pa- tiëntenbed)	MI	15 cm: ja	Op 15 cm van bedrading: lijnen op beeld monitor; niet storend
163	Röntgenapparaat	MI	0 cm: nee	
164	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	
165	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	
169	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	
170	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	
174	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	
175	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)	OMSCHRIJVING VAN DE REACTIE
176	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	
177	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	
187	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	
188	Spuitpomp	MI	0 cm: nee	
189	Spuitpomp	MI	0 cm: ja	Bij pomp: onterechte foutmelding ("volumegrens be- reikt"); pomp stopt en geeft akoestisch alarm
190	Sterilisator	MI	0 cm: nee	
192	Telemetrie ontvangantenne	MI	20 cm: nee	Antenne aan plafond: niet nodig om dichterbij te gaan
193	Telemetrie ontvangantenne	MI	0 cm: nee	
194	Telemetrie transmitter (ECG)	MI	0 cm: nee	
195	Telemetrie ontvanger (kastje)	MI	0 cm: nee	
196	Telemetrie monitor	MI	0 cm: nee	
197	Telemetrie transmitter	MI	0 cm: nee	
198	Telemetrie transmitter (ECG)	MI	0 cm: nee	
199	Toegangscon- trolesysteem: sluisbediening	N	50 cm: nee	Op 50 cm geen invloed; uit voorzorg niet dichterbij gegaan: de omkasting van de elektronica was er af ivm. onderhoud
200	Toegangscon- trolesysteem: deur (kaartlezer)	N	0 cm: nee	
201	Verwarmings matras op ok	MI	0 cm: nee	
204	Wasmachine ok- materiaal	MI	0 cm: nee	

BIJLAGE 2: APPARATEN gesorteerd op: afstand (ja/nee) en daarna op: alfabet ³

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)
74	Doptone: akoestisch "opzoeken" van ader	MI	300 cm: ja
1	Analyser HPLC, Electrochemische detector bij -	MI	50 cm: ja
104	Hoortoestel (achter-het-oor; geen spoel)	MU	50 cm: ja
162	Röntgenapparaat (monitor bij patiëntenbed)	MI	15 cm: ja
17	Analyser, osmometer	MI	10 cm: ja (g)
91	EMG apparaat	MI	10 cm: ja
102	Hoortoestel (in-het-oor; geen spoel)	MU	10 cm: ja
105	Hoortoestel (achter-het-oor)	MU	10 cm: ja
106	Hoortoestel (in-het-oor; geen spoel)	MU	10 cm: ja
130	Pager oproepsysteem (oud; telefonische oproep)	N	5 cm: ja
8	Analyser, hematologische cel analyser	MI	0 cm: ja
63	CT-scanner (bedieningspaneel met monitor achter scherm)	MI	0 cm: ja
90	EMG apparaat (ringelektrode)	MI	0 cm: ja
103	Hoortoestel (achter-het-oor)	MU	0 cm: ja
115	Infuus pomp	MI	0 cm: ja
116	Infuus pomp	MI	0 cm: ja
129	Pager oproepsysteem (telefonische oproep met alfanumeriek display)	N	0 cm: ja
160	Röntgenapparaat (bedieningspaneel met monitor achter scherm)	MI	0 cm: ja
189	Spuitpomp	MI	0 cm: ja
8.1	Analyser: datakoppeling met ZIS (PC)	MI	0 cm: nee
9	Analyser, fotometrische chemieanalyser	MI	0 cm: nee
10	Analyser, chemie	MI	0 cm: nee
11	Analyser, chemie	MI	0 cm: nee

³ Een "g" in de laatste kolom betekent: Voor patient of gebruiker gevaarlijke reactie (direkt of indirekt).

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)
13	Analyser, bloedgassen	MI	0 cm: nee
14	Analyser, HPLC	MI	0 cm: nee
15	Analyser, hematologische cel analyser	MI	0 cm: nee
16	Analyser, bloedcellen	MI	0 cm: nee
19	Anesthesie apparaat	MI	0 cm: nee
21	Anesthesie apparaat	MI	0 cm: nee
23	Audiometer	MI	0 cm: nee
24	Ballonpomp	MI	0 cm: nee
26	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee
28	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee
31	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee
35	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee
36	Beademings apparaat	MI	0 cm: nee
37	Beademings apparaat met open deksel	MI	0 cm: nee
39	Bewakingspost met patiëntmonitoren	MI	0 cm: nee
40	Bloeddrukmeter	MI	0 cm: nee
41	Bloeddrukmeter	MI	0 cm: nee
44	Bloeddrukmeter	MI	0 cm: nee
45	Bloeddrukmeter	MI	0 cm: nee
47	Bloedverwarmer	MI	0 cm: nee
50	Brandmelder	N	0 cm: nee
51	Brandmelder	N	0 cm: nee
52	Cardio Tocograaf (CTG)	MI	0 cm: nee
58	Couveuse	MI	0 cm: nee
62	Couveuse	MI	0 cm: nee
64	Defibrillator tester	MI	0 cm: nee
65	Defibrillator	MI	0 cm: nee
66	Defibrillator	MI	0 cm: nee

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)
67	Defibrillator	MI	0 cm: nee
68	Defibrillator	MI	0 cm: nee
69	Dialyse apparaat zonder slangen	MI	0 cm: nee
70	Dialyse apparaat met slangen	MI	0 cm: nee
71	Dialyse apparaat zonder slangen	MI	0 cm: nee
75	Drukmonitor, hersenvat	MI	0 cm: nee
76	ECG apparaat	MI	0 cm: nee
77	ECG apparaat	MI	0 cm: nee
78	ECG apparaat	MI	0 cm: nee
79	ECG apparaat	MI	0 cm: nee
80	ECG apparaat	MI	0 cm: nee
81	Echocardiograaf:UG apparaat (met video- recorder)	MI	0 cm: nee
82	Echocardiograaf/UG apparaat (met video- recorder)	MI	0 cm: nee
83	EEG apparaat	MI	0 cm: nee
84	EEG apparaat	MI	0 cm: nee
85	EEG apparaat	MI	0 cm: nee
89	Elektrochirurgie	MI	0 cm: nee
92	ENG apparaat	MI	0 cm: nee
93	Ergometer	MI	0 cm: nee
94	EVP - Optische stimulator	MI	0 cm: nee
95	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee
96	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee
97	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee
98	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee
99	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee
100	Externe pacemaker	MI	0 cm: nee

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)
101	Hart-long machine	MI	0 cm: nee
107	Infuuspomp	MI	0 cm: nee
108	Infuuspomp	MI	0 cm: nee
113	Infuuspomp	MI	0 cm: nee
119	Infuuspomp	MI	0 cm: nee
120	Infuuspomp	MI	0 cm: nee
121	Infuuspomp	MI	0 cm: nee
127	O ₂ -Concentratiemeter in couveuse	MI	0 cm: nee
128	Pager personenbeveiliging (met molesttouwje)	N	0 cm: nee
131	Pager oproepsysteem (alleen telefonische oproep)	N	0 cm: nee
132	Patiëntbel op bed en knop op doos aan wandgoot	MI	0 cm: nee
133	Patiëntmonitor (ECG/CVD/SAT/NIBP)	MI	0 cm: nee
134	Patiëntmonitor, interface naar beademings apparaat	MI	0 cm: nee
135	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂ /bloeddruk)	MI	0 cm: nee
136	Patiëntmonitor (CO ₂ /NIBP)	MI	0 cm: nee
137	Patiëntmonitor (SaO ₂)	MI	0 cm: nee
138	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂)	MI	0 cm: nee
139	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂ /bloeddruk)	MI	0 cm: nee
140	Patiëntmonitor (ECG)	MI	0 cm: nee
141	Patiëntmonitor (ECG/ademhaling/bloeddruk)	MI	0 cm: nee
142	Patiëntmonitor (ECG/ademhaling/bloeddruk)	MI	0 cm: nee
145	Patiëntmonitor (ECG/bloeddruk)	MI	0 cm: nee
147	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂ /bloeddruk)	MI	0 cm: nee
148	Patiëntmonitor	MI	0 cm: nee
149	Patiëntmonitor (ECG/SaO ₂)	MI	0 cm: nee
151	Patiëntmonitor (CO ₂ , SpO ₂ , ETCO ₂)	MI	0 cm: nee
153	Patiëntmonitor (ECG/SpO ₂ /bloeddruk)	MI	0 cm: nee

Nr.	APPARAAT	MI/MU/N	AFSTAND X in cm + reactie (ja of nee)
155	Pulsoximeter	MI	0 cm: nee
158	Pulsoximeter	MI	0 cm: nee
159	Röntgenapparaat (koppeling naar ontwikkelaar)	MI	0 cm: nee
161	Röntgenapparaat (beeldversterker bij patiëntenbed)	MI	0 cm: nee
163	Röntgenapparaat	MI	0 cm: nee
164	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
165	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
169	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
170	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
174	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
175	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
176	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
177	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
187	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
188	Spuitpomp	MI	0 cm: nee
190	Sterilisator	MI	0 cm: nee
193	Telemetrie ontvangantenne	MI	0 cm: nee
194	Telemetrie transmitter (ECG)	MI	0 cm: nee
195	Telemetrie ontvanger (kastje)	MI	0 cm: nee
196	Telemetrie monitor	MI	0 cm: nee
197	Telemetrie transmitter	MI	0 cm: nee
198	Telemetrie transmitter (ECG)	MI	0 cm: nee
200	Toegangscontrolesysteem: deur (kaartlezer)	N	0 cm: nee
201	Verwarmings matras op ok	MI	0 cm: nee
204	Wasmachine ok-materiaal	MI	0 cm: nee
192	Telemetrie ontvangantenne	MI	20 cm: nee
199	Toegangscontrolesysteem: sluisbediening	N	50 cm: nee

BIJLAGE 3: BEPROEVINGSMETHODE

Medische apparatuur en zaktelefoons werden als volgt geactiveerd:

- * Medische apparatuur in werking:
 - Patiënt, proefpersoon of technische nabootsing daarvan aansluiten op medisch apparaat,
 - Toezicht door en oordeel van afdeling vragen (gebruiker),
 - In overleg met de afdeling ook zelf het apparaat bedienen waar dat verantwoord is.

- * Stoorbron in werking:
 - Begin op circa 1 m afstand
 - Vergroot / verklein deze afstand tot de grens wel / geen storing wordt gevonden. Ga eventueel tot "op" het medische apparaat.
 - Beproevingduur circa. 10 minuten per apparaat (richtgetal)
 - Test ook de patiëntaansluitingen:
 - elektroden, infuuslijnen, etc.,
 - aansluitkastjes, losse delen.

- * Beweeg / roteer / etc. de zaktelefoon en varieer de positie in meerdere richtingen ten opzicht van het medische apparaat.

- * Noteer de resultaten in de tabel.

BIJLAGE 4: INTERNATIONALE REFERENTIES VAN DE DRIE DIGITALE TELEFONIE SYSTEMEN, WAARMEE IS GETEST**CT-2: 2e generatie Cordless Telephone:**

Draaggolffrequentie : ca. 900 MHz
Piekvermogen : ca. 0,01 Watt
"Modulatie (aan-uit)" : ca. 500 Hz

Internationale referentie:

Second Generation Cordless Telephone according prI-ETS 300 131 (1994), FINAL DRAFT June 1994, 2nd Edition, operating in the frequency band 864,1 MHz to 868,1 MHz.

DECT: Digital European Cordless Telephone:

Draaggolffrequentie : ca. 1900 MHz
Piekvermogen : ca. 0,25 Watt
"Modulatie (aan-uit)" : ca. 100 Hz

Internationale referentie:

Digital radio equipment as described in ETS 300 175-2 (1993), I-ETS 300 176 TBR6, operating in the frequency range 1880 to 1900 Mhz.

GSM: Global System for Mobile communication (vnl. Europees):

Draaggolffrequentie : ca. 900 MHz
Piekvermogen : max. ca.2 Watt
"Modulatie (aan-uit)" : ca. 200 Hz

Internationale referentie:

Mobile telephones according prI-ETS 300 033, GSM 02.06 or GSM 05.05 with a maximum peak power of 33 dBm (power class 4 or power control level 5).