

RIVM Rapport nr. 610059 008

**Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen:
een pilotstudie**

M.J.P. Brugmans en J. Lembrechts

juli 2001

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de directie Curatieve Somatische Zorg (CSZ) van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS), in het kader van project 610059, 'Advisering Straling Volksgezondheid'.

RIVM, Postbus 1, NL-3720 BA Bilthoven
Telefoon: 030 – 2749111; Fax: 030 -2742971

ABSTRACT

A pilot study on the Information system for medical radiation applications.

A pilot study was carried out as part of a project for realising an information system for medical radiation applications. In this pilot study recent available data on medical applications of radiation and patient doses were collected and analysed. The study was meant to explain choices on set-up and organisation of the information system made in a parallel definition study. Diagnostic and therapeutic applications were distinguished because of the differences in the intended effect of the radiation. The average annual effective dose experienced by a member of the population is estimated from medical examinations at about 0.6 mSv. Approximately 87% is due to intramural X-ray procedures, 11% to diagnostic nuclear medicine procedures and 1.6% to extramural X-ray exams. The largest shortcoming in the part of the study on diagnostics has to do with patient doses during radiological examinations, which are actually only known for a few hospitals. Therapeutic use of radiation is subdivided into radiotherapy and nuclear medicine. The data presented for radiotherapy provides insight into the nature and volume of the practice. Aggregation of data on patient doses has been concluded for the moment as not being worthwhile. There were hardly any data collected on nuclear medicine.

VOORWOORD

Bij het samenstellen van dit rapport is dankbaar gebruik gemaakt van gegevens die door derden beschikbaar zijn gesteld. Voor deze gegevensverstrekking en/of voor overleg zijn wij de volgende personen en instanties erkentelijk:

M. Bernard (KLM), I. Brouwer (Shell Pernis), J. Bruers (NMT), W. Buijs (UMCN), R. Claessens (NVNG), R. van Engen (LRCB), J. Fracheboud (LETB), J. Geleijns (IRS/LUMC), P. van Gerven (KNCV), A. van der Heiden (Min. Justitie), G. Kemerink (aZM), H. Kremer en G. Balten (GGD Flevoland), R. Kok en J. Harmsen (Primant), F. van Leeuwen (NKI/AvL), N. Matheijssen (AZR), J. Middelkoop (Min. van defensie), A. Renders (BMC), V. de Ru (NVRO), J. Spaan (NZi), X. Velders (ACTA), J. de Valois (NVvR), K. Visscher (MCL), P. Willekens en A. de Boo (Vektis B.V.), G. Zonneveld (AZVU).

Daarnaast danken wij de afdelingen Radiotherapie voor het op verzoek aanleveren van de jaarverslagen en eventuele aanvullende informatie. A. van der Veen, R. Poos, D.J. Griffioen en G. Luijben van RIVM/VTV willen we bedanken voor het beschikbaar maken van gegevens uit de ziekenhuisenquêtes en voor advies bij het analyseren en interpreteren ervan.

Het rapport is tot stand gekomen in overleg met het Platform Radiotherapie en het Platform Radiologie en Nucleaire geneeskunde van de Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie. Wij zijn de leden van deze platforms erkentelijk voor het meedenken en het leveren van commentaar op het conceptrapport.

INHOUD

Samenvatting	6
1. Inleiding	7
1.1 Achtergronden en doel van de pilotstudie	7
1.2 Leeswijzer	7
2. Jaarenquêtes ziekenhuizen en radiotherapie instituten	11
2.1 Structuur van de NZi enquêtes	11
2.2 (On)volledige gegevens	12
2.3 Huidige situatie	18
3. Röntgendiagnostiek (intramuraal)	19
3.1 Apparatuur / bronnen	19
3.2 Verrichtingen	22
3.3 Patiëntdosis	31
3.4 Blootgestelde groep	35
3.5 Samenvatting	40
4. Nucleair geneeskundige diagnostiek	41
4.1 Apparatuur / bronnen	41
4.2 Verrichtingen	42
4.3 Patiëntdosis	47
4.4 Blootgestelde groep	49
4.5 Samenvatting	52
5. Extramurale röntgenverrichtingen	55
5.1 Tandheelkunde	55
5.2 Bevolkingsonderzoek borstkanker	59
5.3 Overige röntgenonderzoeken en typen van blootstellingen	61
5.4 Samenvatting	64
6. Blootstelling van de Nederlandse bevolking aan ioniserende straling bij medische diagnostiek	67
6.1 Inleiding	67
6.2 Overzicht van de stralingsbelasting t.g.v. medische diagnostiek	67
6.3 Witte vlekken en aanbevelingen voor inkleuren	72
7. Radiotherapie	77
7.1 Inleiding	77
7.2 Apparatuur en faciliteiten	78
7.3 Aantallen verrichtingen	80
7.4 Behandelingen volgens NVRO categorieën	84
7.5 Type verrichtingen	86
7.6 Bestraling van benigne aandoeningen	87
7.7 Blootgestelde groep	88
7.8 Definities van een radiotherapie patiënt	90
7.9 Aandeel van radiotherapie bij behandeling van kanker	92
7.10 Dosis en stralingsbelasting van de patiënt	93

7.11	Overzicht en witte vlekken	95
8.	Nucleair Geneeskundige therapie	97
9.	Conclusies	101
9.1	Diagnostiek	101
9.2	Therapie	103
9.3	Apparatuur, bronnen en activiteiten	104
9.4	Blootgestelde groep	104
9.5	Type van blootstelling	105
	Referenties	106
	Bijlage I: Verzendlijst	114
	Bijlage II: Lijst van afkortingen	115
	Bijlage III: Jaarenquêtes: huidige opzet en gewenste aanvulling	117
	Bijlage IV: Modelvergunningen Kernenergiewet	120
	Bijlage V: Voorstel enquête nucleaire geneeskunde	122
	Bijlage VI: Gegevens uit jaarverslagen en meegeleverde informatie	124

SAMENVATTING

In het traject dat moet leiden tot een Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen (IMS) is een pilotstudie uitgevoerd. In deze studie zijn beschikbare, recente gegevens over medische stralingstoepassingen en de daarbij optredende patiëntendosis verzameld en geanalyseerd. Het onderzoek had tot doel keuzes omtrent opzet en organisatie van het IMS, gemaakt in een parallel uitgevoerde definitiestudie, te motiveren.

Onderscheid is gemaakt tussen diagnostisch en therapeutisch gebruik van ioniserende straling, vanwege het verschil in het beoogde effect van de straling. De gemiddelde jaarlijkse effectieve dosis per inwoner door medisch onderzoek is geschat op bijna 0,6 mSv. Hiervan is 87% toe te schrijven aan intramurale röntgen-diagnostiek, 11% aan nucleaire geneeskunde en 1,6% aan extramurale röntgen-onderzoeken. Het grootste manco voor het onderdeel diagnostiek vormen de patiëntdoses bij radiologische onderzoeken, die momenteel slechts van enkele ziekenhuizen bekend zijn. Therapeutisch gebruik van straling is onderverdeeld in radiotherapie en nucleair geneeskundige therapie. Voor radiotherapie zijn gegevens gepresenteerd die inzicht geven in de aard en omvang ervan, waarbij geconcludeerd is dat aggregatie van gegevens over de patiëntdosis in het IMS voortsnog weinig zinvol is. Gegevens over nucleair geneeskundige therapie zijn nauwelijks verzameld.

1. INLEIDING

1.1 Achtergronden en doel van de pilotstudie

In het ‘Startdocument IMS’ [1] zijn de mogelijke contouren geschetst van een informatiesysteem, dat inzicht moet geven in de toepassing van ioniserende straling in de medische praktijk in Nederland en de dosis waaraan patiënten hierbij worden blootgesteld. In dat document is voorgesteld een definitiestudie uit te voeren, waarin de eisen en wensen ten aanzien van het systeem worden geformuleerd, informatiebronnen worden geïnventariseerd en getoetst, en aanbevelingen worden gedaan voor ontwikkeling en opbouw van het systeem. Tegelijkertijd met de definitiestudie zou een *pilotstudie* uitgevoerd moeten worden [1], waarin een aantal relevante gegevens daadwerkelijk verzameld wordt. De pilotstudie zou inzicht moeten geven in de beschikbaarheid van relevante gegevens en de inspanning die het kost om deze gegevens te verzamelen en structureren. Ze zou ook leiden tot het identificeren van ontbrekende of moeilijk verkrijgbare gegevens.

Er is voor gekozen om de definitiestudie en de pilotstudie apart uit te brengen. In de definitiestudie wordt de relevantie van deze gegevens voor het IMS besproken, worden de verschillende gegevens en informatiebronnen tegen elkaar afgewogen en worden keuzes voorgesteld [2]. Het definitierapport is daarom te beschouwen als een complement bij dit rapport.

In de pilotstudie worden de verzamelde gegevens gepresenteerd die mogelijk relevant zijn voor het IMS. Het voorliggende resulterende rapport geeft geen volledig overzicht daarvan, maar geeft inzicht in wat er beschikbaar is. Tevens brengt de presentatie op zich al structuur in de gegevens, waarmee de mogelijkheden van het IMS inzichtelijk worden gemaakt. Bovendien kunnen daarmee de gegevens van verschillende bronnen inhoudelijk met elkaar vergeleken worden. Tenslotte is gepoogd de verzamelde gegevens te combineren tot een overzicht van medische stralingstoepassingen in de geneeskunde in Nederland, zoals dat periodiek door het IMS gegenereerd zou moeten kunnen worden. Dit is gescheiden gedaan voor diagnostiek en therapie. Bij diagnostiek is samenstellen van de collectieve patiëntdosis ten gevolge van de verschillende typen verrichtingen het doel, terwijl bij therapie het doel is om het volume van de toepassing in Nederland te kwantificeren. Wat betreft diagnostiek is dankbaar gebruik gemaakt van de resultaten van een inventarisatie van medische stralingsbelasting in Nederland, als deelstudie van het RIVM project ‘Belasting en risico’s van straling in Nederland’ (project nr. 610230) [3,4].

1.2 Leeswijzer

Twee opsplitsingen van gegevens over het gebruik van ioniserende straling voor medische doeleinden en de stralingsbelasting voor de patiënt liggen voor de hand,

namelijk: naar toepassing (radiologie, nucleaire geneeskunde, etc.) en naar type gegevens (informatie over apparatuur en bronnen, aantallen verrichtingen, dosis en blootgestelde groep¹). In dit rapport is ervoor gekozen om per hoofdstuk een of een paar samenhangende toepassingen ('medisch specialismen') te bespreken, met per hoofdstuk de onderverdeling naar type gegevens (toestellen, verrichtingen, etc.) in opeenvolgende paragrafen.

Voordat de gegevens volgens deze opzet worden gepresenteerd, wordt Hoofdstuk 2 gewijd aan één informatiebron, namelijk aan de gegevens die NZi² via een jaarlijkse enquête van ziekenhuizen verzamelt, mede in het kader van artikel 22 van de WZV. Gezien de volledigheid, het soort gegevens en de beschikbaarheid voor het Ministerie van VWS vormen deze enquêtes een logische basis voor het IMS. Omdat in alle daaropvolgende hoofdstukken steeds opnieuw gebruikt wordt gemaakt van deze gegevens, is ervoor gekozen deze informatie eerst in een apart hoofdstuk te bespreken.

In het vervolg van het rapport worden gegevens over diagnostiek gepresenteerd in Hoofdstukken 3 tot en met 6. Therapeutische verrichtingen worden gepresenteerd in Hoofdstukken 7 en 8. Deze onderverdeling wordt bepaald door het doel van het gebruik van ioniserende straling: alle verrichtingen waarbij ioniserende straling als diagnostisch middel (beeldvormende techniek) wordt gebruikt vallen hier onder 'diagnostiek', dus ook interventieradiologie. Alleen verrichtingen waarbij de ioniserende straling zelf wordt gebruikt als therapeutisch middel (door het doden van cellen) worden hier geschaard onder 'therapie'.

In Hoofdstuk 3 worden gegevens over röntgendiagnostiek in ziekenhuizen gepresenteerd. Naast de verrichtingen op de afdelingen radiologie / radiodiagnostiek, horen hierbij ook de röntgenverrichtingen van andere afdelingen, zoals cardiologie en tandheelkunde. In Hoofdstuk 4 worden gegevens over nucleair geneeskundige diagnostiek besproken. Röntgenverrichtingen die buiten ziekenhuizen gedaan worden, voor het grootste deel tandartsfoto's en screeningsmammogrammen, komen aan bod in Hoofdstuk 5. Dat hoofdstuk gaat ook kort in op de typen van blootstelling die, naast blootstelling ten behoeve van medische diagnostiek of behandeling, expliciet in de Euratom richtlijn (zie hieronder) worden genoemd. In Hoofdstuk 6 worden de gegevens van de diagnostische verrichtingen gecombineerd om een totaalbeeld van de toepassing en de blootstelling van de bevolking (als patiënt) te verkrijgen en de hiaten in de verkregen informatie te bespreken. In Hoofdstuk 7 worden gegevens over radiotherapie gepresenteerd. Voor nucleair geneeskundige therapie zijn in de pilotstudie geen specifieke gegevens verzameld en geanalyseerd. In Hoofdstuk 8 wordt kort aangegeven wat de omvang van de gegevens hierover in het IMS zou zijn. In Hoofdstuk 9 staan de conclusies van deze pilotstudie kort geformuleerd. Een verklaring van gebruikte afkortingen staat in Bijlage II.

¹ Aantallen patiënten en hun leeftijds- en geslachtsverdeling.

² Per 1 januari 2000 zijn NZi en SIG gefuseerd. De naam van de nieuwe organisatie is Prismant. Omdat in deze studie geput is uit enquêtes en rapportages van de afzonderlijke instellingen, wordt hier naar de oude organisaties verwezen.

Ingegeven door de Europese Richtlijn 97/43/Euratom [5] is een belangrijk doel van het IMS een overzicht te geven van de dosis die patiënten ontvangen [2]. Een groot deel van de in dit rapport gepresenteerde gegevens betreft echter aantallen verrichtingen in plaats van de dosis. Gegevens over patiëntendoses bij diagnostische verrichtingen worden in Nederland niet structureel geregistreerd of verzameld. In Hoofdstuk 6 wordt besproken welke gegevens ontbreken om tot een volledig overzicht te komen van de blootstelling van de bevolking aan diagnostische straling (§6.3). Op de keuze om voor therapeutische verrichtingen geen patiëntendoses te verzamelen wordt kort ingegaan in Hoofdstuk 7 (§7.11). Verder wordt voor keuzes t.a.v. het IMS verwezen naar [2].

2. JAARENQUÊTES ZIEKENHUIZEN EN RADIOTHERAPIE INSTITUTEN

Dit hoofdstuk is exclusief gewijd aan de gegevens van één informatiebron, namelijk de gegevens uit de jaarenquêtes die NZi houdt onder o.a. de ziekenhuizen en radiotherapie instituten. Deze jaarenquêtes vormen namelijk voor een groot aantal basisgegevens over productie van intramurale zorg en radiotherapie in Nederland een vrijwel complete bron (zie ook §2.3). De hoogste individuele doses voor patiënten alsmede de grootste bijdrage aan de collectieve dosis t.g.v. medische diagnostiek in Nederland zijn het gevolg van verrichtingen in ziekenhuizen (zie Hoofdstuk 6). Daarnaast wordt therapie met ioniserende straling wordt (vrijwel) uitsluitend in ziekenhuizen en in radiotherapie instituten gedaan.

Na de relevante enquêtes kort te hebben geïntroduceerd, wordt in dit hoofdstuk beschreven hoe eventuele ontbrekende gegevens van aantallen diagnostische verrichtingen geschat kunnen worden om te komen tot nationale totaalcijfers. Dezelfde methode kan gebruikt worden voor het opschalen van steekproeven op instellingsniveau naar een landelijk beeld. In de volgende hoofdstukken zullen deze nationale totalen voor de aantallen verrichtingen per discipline uitvoerig aan bod komen. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de huidige stand van zaken omtrent de jaarenquêtes.

2.1 Structuur van de NZi enquêtes

In opdracht van o.a. brancheorganisaties zoals de Nederlandse Vereniging van Ziekenhuizen enquêteert NZi jaarlijks de zorginstellingen in Nederland. Volgens Artikel 22 ('informatievoorziening') van de WZV zijn zorginstellingen verplicht jaarlijks een groot aantal van deze gegevens beschikbaar te stellen aan een aantal overheidsinstanties, waaronder het Ministerie van VWS. Het Ministerie krijgt daarom o.a. de resultaten van enkele NZi-enquêtes zoals de Enquête Jaarcijfers Ziekenhuizen (EJZ) en Personeelssterkte Enquête (EPS) aangeleverd: op deze manier tapt het Ministerie de informatie af van het vrijwillige circuit. Overigens ontvangen academische ziekenhuizen een aparte enquête, namelijk de Enquête Jaarcijfers Academische Ziekenhuizen (EJAZ), waarvan de corresponderende gegevens worden doorgesluisd naar de EJZ zoals deze aan het Ministerie ter beschikking wordt gesteld. NZi voert in opdracht van het Ministerie ook de Enquête Bijzondere Medische Verrichtingen (EBMV) uit, bij zorginstellingen die dergelijke verrichtingen mogen uitvoeren. De betreffende verrichtingen die hieronder vallen zijn gespecificeerd in artikel 2 van de WBMV. Jaarlijks publiceert NZi in de reeks 'de intramurale gezondheidszorg in cijfers' algemene kerngegevens over intramurale zorg, waarvan de gegevens voor de ziekenhuiszorg gebaseerd zijn op de EJZ, zie bijvoorbeeld [6]. Overzichten uit de EBMV worden minder frequent gepubliceerd. Een recente publicatie hierover beslaat de periode 1993-1997 [7].

In de EJZ staan een groot aantal gegevens van de ziekenhuizen in Nederland opgenomen, zoals gegevens over capaciteit (aantal bedden, aantal ziekenhuisopnamen, aantal polikliniekbezoeken) en productie. Relevant daarvan voor de pilotstudie zijn de gegevens over de radiodiagnostiek-afdeling, computertomografie/magnetic resonance imaging, hartcatheterisatie, radiotherapie-afdeling, nucleaire geneeskunde en functie-onderzoeken (waaronder echografie). Aantallen verrichtingen zijn in de EJZ veelal opgesplitst in klinische en poliklinische verrichtingen. Van de bijzondere verrichtingen in de EBMV zijn therapeutische hartcatheterisaties en radiotherapie van belang voor het IMS. Deze enquête wordt afgenomen onder alle instellingen die een vergunning hebben voor bijzondere medische verrichtingen, dus ook bij radiotherapie instituten waar geen EJZ wordt afgenomen. In Bijlage III staat een overzicht gegeven van de voor het IMS meest relevante gegevens in de verschillende jaarenquêtes.

Informatie over personeel in alle ziekenhuizen wordt verzameld in de EJZ, waarin wordt gevraagd naar aantallen medisch specialisten en andere academici, zowel aantal personen als omgerekend in FTE's. Voor het IMS zijn hiervan mogelijk o.a. de aantallen radiodiagnosten, radiologen, radiotherapeuten, nucleair geneeskundigen en klinisch fysici van belang. Meer gedetailleerde informatie over het personeel is te vinden in de EPS. De uitsplitsing van de gemiddelde personeelssterkte naar afdeling in het ziekenhuis wordt daar gevraagd van algemene en categorale ziekenhuizen, en niet voor academische ziekenhuizen. Voor het IMS is daarvan mogelijk de personele bezetting van de afdelingen röntgendiagnostiek (met hartcatheterisatie apart) en radiotherapie van belang.

Naast bovengenoemde jaarenquêtes houdt NZi jaarlijks een kleine enquête onder alle ziekenhuizen, waarbij gezorgd wordt voor een respons van 100% [8]. In deze "mini-enquête" is voor alle ziekenhuizen o.a. het aantal geregistreerde bedden, het aantal opgenomen patiënten en het aantal verpleegdagen bekend [8]. Met behulp van de basale gegevens uit deze mini-enquête zijn dus bijschattingen te maken voor ziekenhuizen die andere jaarenquêtes niet retourneren (zie volgende paragraaf).

In deze pilotstudie is gebruik gemaakt van de gegevens uit de enquêtes van 1991 t/m 1997. Tenzij anders vermeld wordt in dit rapport uitgegaan van de gegevens in de enquêtes voor 1997, het meest recente jaar waarvoor op het moment van schrijven de gegevens van deze enquêtes volledig beschikbaar zijn.

2.2 (On)volledige gegevens

De EJZ bevat gegevens van de ziekenhuizen in Nederland op instellingsniveau. Deze verschaft dus een goede basis voor het genereren van een landelijk volledig beeld van de toepassing van ioniserende straling in de intramurale gezondheidszorg. Vrijwel alle ziekenhuizen retourneren ingevulde jaarenquêtes, maar elk jaar is er een klein aantal instellingen waarvan de jaarenquête geheel ontbreekt. Zowel voor 1996 als voor 1997 was dit voor vier ziekenhuizen het geval. Voor meer gedetailleerde gegevens neemt de dekking van de EJZ verder af. Voor nucleair geneeskundige onderzoeken, bijvoorbeeld, zijn de aantallen onderzoeken voor 1996

in de EJZ bekend voor 61 van de 64 ziekenhuizen met een afdeling nucleaire geneeskunde die de EJZ hebben ingevuld. Een ander voorbeeld is dat sinds 1997 de EJAZ voor academische ziekenhuizen dermate afwijkt van de EJZ dat een aantal relevante gegevens, zoals aantallen nucleair geneeskundige verrichtingen en hart-catheterisaties, voor academische ziekenhuizen niet meer kan worden doorge-sluisd naar de EJZ. Om een landelijk totaal te krijgen moet dus een schatting ge-maakt worden van de ontbrekende gegevens. Voor de ziekenhuizen die geheel ontbreken in de EJZ moet deze schatting gedaan worden met behulp van de ba-sale gegevens uit de mini-enquête (zie hierboven). In deze paragraaf wordt onder-zocht welke methode van schatten de nauwkeurigste resultaten geeft, waarbij is uitgegaan van de gegevens uit de EJZ voor 1996. Deze analyse is ook beschreven in [9].

Het probleem van opschaling van onvolledige gegevens op instellingsniveau naar landelijke totalen kan worden geïllustreerd aan de hand van de verschillende schattingen voor het aantal radiologische verrichtingen in Nederland voor 1988 zoals verkregen door Van Kempen [10] en door Beentjes en Timmermans [11]. Van Kempen had een steekproef van aantallen radiologische verrichtingen in een aantal academische, algemene en regionale ziekenhuizen. Hij extrapoleerde deze getallen naar een landelijk totaal door te schalen met de totale aantallen academi-sche, algemene en regionale ziekenhuizen in Nederland. In een ‘note added in proof’ hebben Beentjes en Timmermans deze gegevens van Van Kempen op-nieuw geanalyseerd [11]. Na correctie voor de dubbel telling van de gegevens van een ziekenhuis, lieten zij zien dat schalen met het *aantal ziekenhuizen*, zoals ge-daan door Van Kempen, resulteert in een gemiddelde frequentie voor radiologi-sche verrichtingen in 1988 van 0,685 per inwoner, terwijl het schalen van dezelf-de gegevens met het *aantal bedden* in de ziekenhuizen leidt tot een gemiddelde frequentie van 0,521. Omdat het laatste getal overeenkwam met andere (onafhan-kelijke) schattingen van de radiologische onderzoeksfrequentie, concludeerden zij dat het schalen met het aantal bedden tot een meer nauwkeurige schatting van het landelijk totaal leidde.

Tabel 1: Lijst van parameters die gerelateerd zijn aan de grootte van een zieken-huis, waarvoor de correlatie met de aantallen radiologische en nucleair genees-kundige onderzoeken is bepaald.

Label	Parameter
A	aantal ziekenhuisopnames
B	aantal bedden
C	aantal ziekenhuisdagen
D	aantal polikliniekbezoeken
E	aantal eerste polikliniek bezoeken
F	aantal dagverpleegdagen
G	aantal röntgenkamers

In de EJZ zijn voor alle ziekenhuizen een aantal capaciteitsgegevens, waaronder het aantal bedden, bekend. Om te onderzoeken welke van deze ziekenhuisparameters het beste gebruikt kan worden voor opschaling van de aantallen verrichtingen is de correlatie tussen de capaciteitsgegevens en de aantallen diagnostische verrichtingen bepaald voor de EJZ in 1996. In Tabel 1 staat een overzicht van de capaciteitsgegevens waarvoor de correlatie met het aantal conventionele röntgenverrichtingen (zonder CT), het aantal CT-onderzoeken en het aantal nucleair geneeskundige onderzoeken is bepaald.

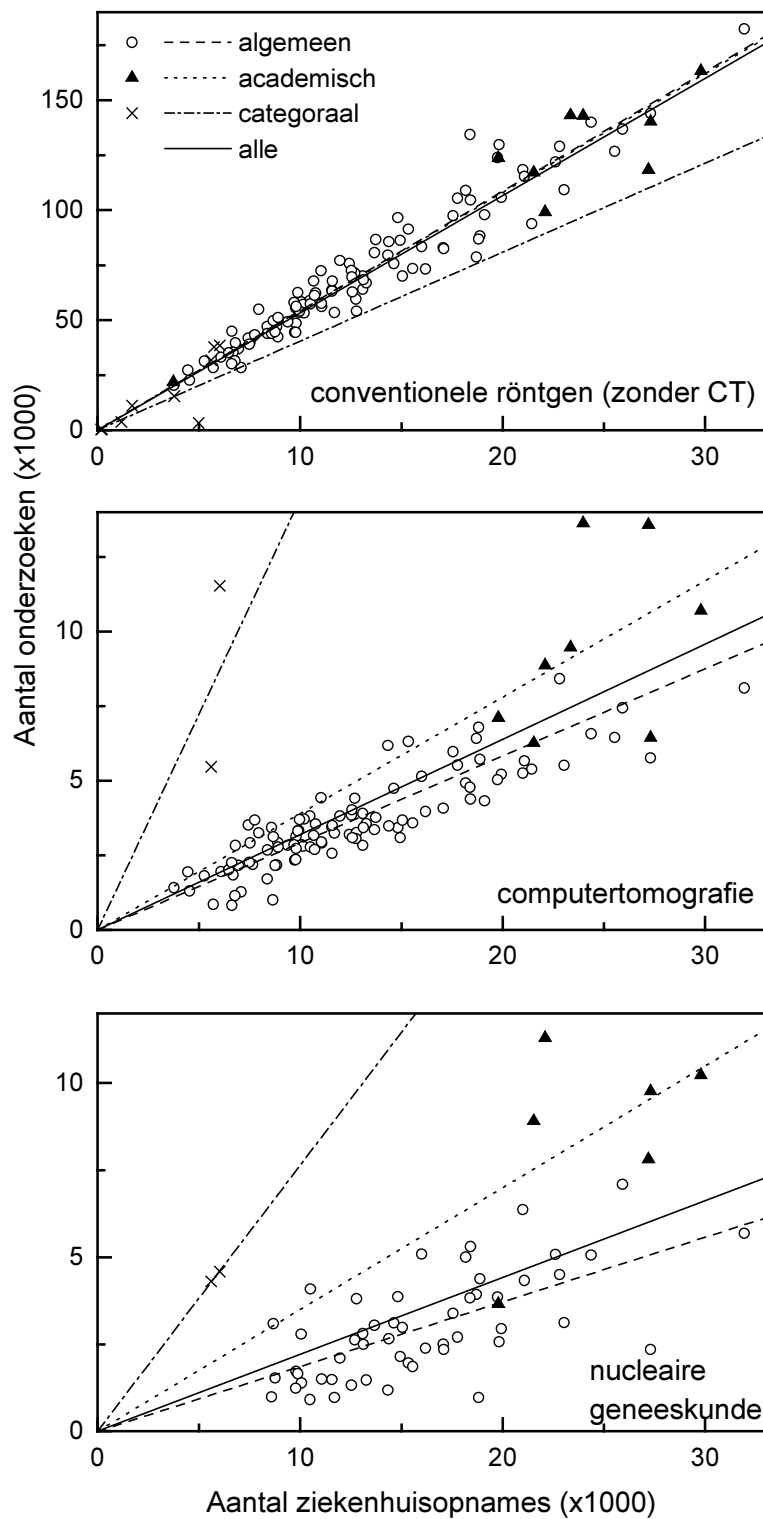
Als voorbeeld zijn in Figuur 1 voor alle ziekenhuizen de aantallen diagnostische onderzoeken met ioniserende straling uitgezet als functie van het aantal ziekenhuisopnames. Duidelijk is te zien dat voor conventionele röntgenverrichtingen de correlatie met het aantal ziekenhuisopnames groter is dan voor nucleair geneeskundige onderzoeken. In de EJZ zijn de ziekenhuizen verdeeld in drie typen, namelijk algemeen, academisch en categoriaal (deze laatste zijn ziekenhuizen gespecialiseerd in bepaalde aandoeningen, bijvoorbeeld de kankercentra). Het gemiddeld aantal onderzoeken per ziekenhuisopname (en de standaarddeviatie daarin) wordt gepresenteerd in Tabel 2 voor de verschillende typen ziekenhuizen en voor alle ziekenhuizen samen.

Tabel 2: Gemiddelde en standaarddeviatie van het aantal diagnostische onderzoeken per ziekenhuisopname, voor algemene, academische en categoriale ziekenhuizen, en voor alle ziekenhuizen samen in 1996. [Bron: EJZ].

	Conventionele röntgen	Computer-tomografie	Nucleaire geneeskunde
Algemeen	5.43 ± 0.60	0.29 ± 0.18	0.19 ± 0.07
Academisch	5.40 ± 0.72	0.39 ± 0.11	0.35 ± 0.11
Categoriaal ³	4.0 ± 2.3	1.44 ± 0.66	0.76 ± 0.01
Alle	5.33 ± 0.92	0.32 ± 0.18	0.22 ± 0.13

Voor conventionele röntgenonderzoeken is het verschil in het gemiddelde aantal per ziekenhuisopname tussen algemene en academische ziekenhuizen klein. Voor categoriale ziekenhuizen is het gemiddeld aantal conventionele röntgenonderzoeken per ziekenhuisopname kleiner en de spreiding groter. Dit is het gevolg van de heterogeniteit van de categoriale ziekenhuizen, waar afhankelijk van de aandoening die er behandeld wordt de diagnose stelselmatig op verschillende manieren wordt gesteld (vergelijk bijvoorbeeld een kankercentrum en een astmacentrum). Uit Figuur 1 en Tabel 2 blijkt tevens dat het gemiddelde aantal onderzoeken per ziekenhuisopname in academische ziekenhuizen significant groter is dan dat in algemene ziekenhuizen. Dit is het gevolg van de geavanceerdere diagnostische technieken in academische ziekenhuizen samenhangend met de grotere complexiteit van de aandoeningen van de patiënten aldaar. Bij de categoriale ziekenhuizen worden CT en nucleaire onderzoeken alleen in de kankercentra gedaan.

³ Van de 11 categoriale ziekenhuizen waar in 1996 röntgenonderzoeken werden gedaan zijn er slechts 2 waar diagnostiek met CT en nucleaire geneeskunde werd gedaan, zie ook Tabel 4 voor 1997.



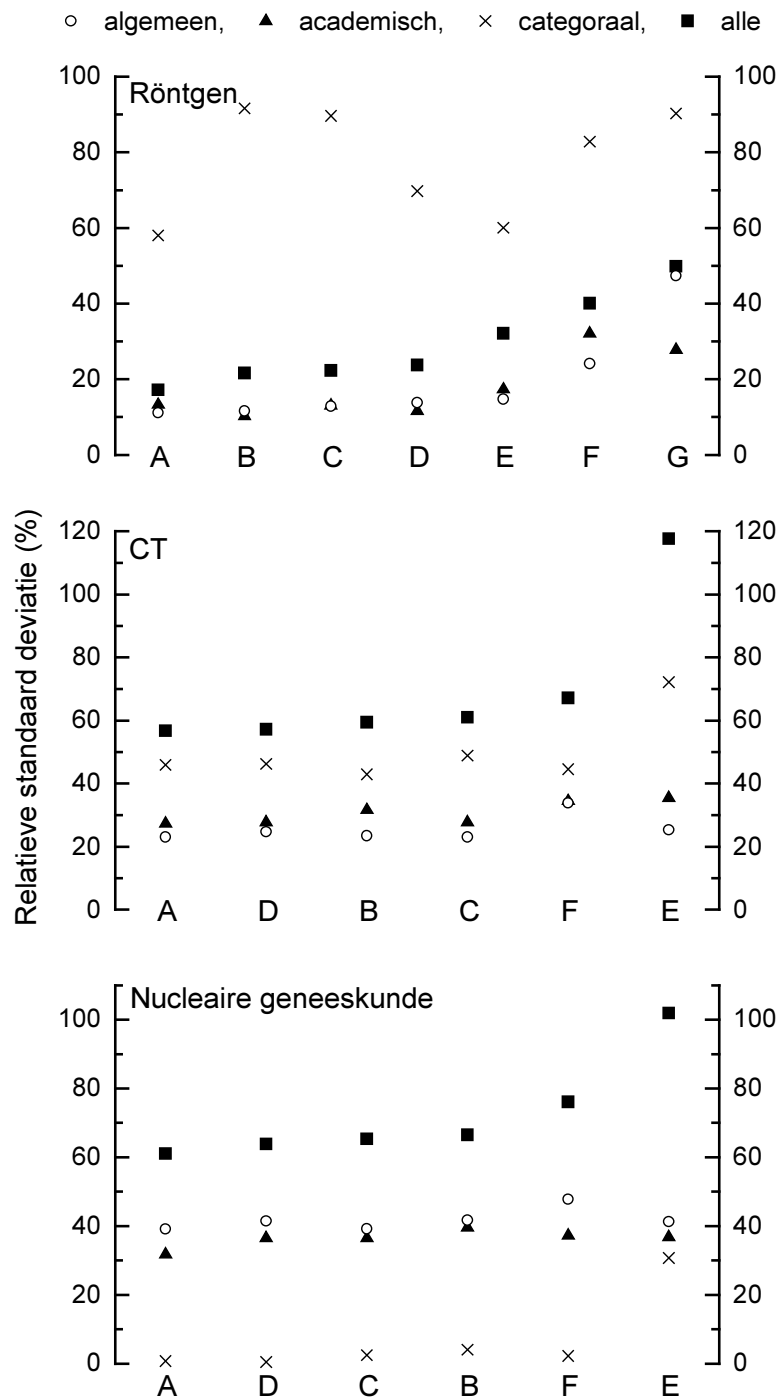
Figuur 1: Aantal diagnostische onderzoeken als functie van het aantal ziekenhuisopnames in 1996. Verschillende symbolen representeren verschillende soorten ziekenhuizen. De hellingen van de lijnen geven de gemiddelde waarden voor het aantal onderzoeken per ziekenhuisopname weer (zie Tabel 2). [Bron: EJZ].

Om de parameter te vinden die het beste correleert met het aantal onderzoeken, is de verhouding van het aantal onderzoeken en alle grootheden uit Tabel 1 bepaald voor alle ziekenhuizen. Het gemiddelde en de standaarddeviatie (SD) van deze verhoudingen is bepaald voor de drie typen ziekenhuizen afzonderlijk en voor alle ziekenhuizen samen. In Figuur 2 is de relatieve SD, i.e. de SD gedeeld door het gemiddelde, uitgezet voor de verschillende ziekenhuisparameters van Tabel 1. De spreiding tussen de ziekenhuizen is het kleinst als voor conventionele röntgen, CT en nucleair geneeskundig het gemiddelde aantal verrichtingen per *aantal ziekenhuisopnames* (A) genomen wordt. Het is opmerkelijk dat het aantal onderzoeken beter correleert met het aantal ziekenhuisopnames dan met aantallen bezoeken aan de polikliniek (D en E), zelfs voor conventionele röntgenonderzoeken waarvan in 1996 73% poliklinisch en 27% klinisch werd gedaan⁴. De verschillen in spreiding tussen het aantal verrichtingen per ziekenhuisopname en het voorheen gebruikte verrichtingen per bed [11] zijn klein (Figuur 2). Maar de eerstgenoemde ziekenhuisparameter laat in het algemeen de beste correlatie zien met de totale aantallen diagnostische onderzoeken en wordt daarom aanbevolen als parameter om ontbrekende gegevens te schatten. De waarden voor de SD in Tabel 2 geven een indruk van de nauwkeurigheid in de schatting als het aantal ziekenhuisopnames daarvoor gebruikt wordt.

De beste schatting wordt verkregen indien de gegevens voor algemene, academische en categorale ziekenhuizen apart geschat worden met behulp van het aantal ziekenhuisopnames. Dit is duidelijk te zien in Figuur 2, waar in de meeste gevallen de vierkantjes (alle ziekenhuizen) significant hoger staan dan de symbolen voor de verschillende typen ziekenhuizen afzonderlijk.

Concluderend kunnen we dus stellen dat voor de aantallen diagnostische verrichtingen in ziekenhuizen het jaarlijks aantal opgenomen patiënten gebruikt kan worden voor het schatten van ontbrekende gegevens van individuele instellingen, of voor het schalen van een steekproef naar een landelijk beeld. Dit is dus ook mogelijk voor ziekenhuizen die geheel in de EJZ ontbreken, door gebruik te maken van de mini-enquête van de NZi (zie §2.1), waarin voor *alle* ziekenhuizen het aantal ziekenhuisopnames bekend is. Indien mogelijk moet bij het schatten rekening worden gehouden met het type ziekenhuis (algemeen, academisch, categoriaal). Uiteraard dient de bijschatting alleen te worden gedaan voor ziekenhuizen die beschikken over de betreffende faciliteit: CT-scans worden alleen bijgeschat voor ziekenhuizen met een CT-scanner, nucleair geneeskundige onderzoeken alleen voor afdelingen waar deze in vivo onderzoeken worden gedaan, etc. Verder verdient het aanbeveling om af en toe (eens in de paar jaar) opnieuw uit te zoeken welke ziekenhuisparameter de beste correlatie geeft met de aantallen onderzoeken, aangezien veranderingen in de organisatie van ziekenhuiszorg hierop van invloed zouden kunnen zijn. Voor elk jaar waarvoor een schatting nodig is, moet het gemiddeld aantal onderzoeken per ziekenhuisopname (zie A in Figuur 2) worden bepaald.

⁴ Echter, het totaal jaarlijks aantal polikliniekbezoeken is 3,6 keer groter dan het totaal aantal poliklinische röntgenonderzoeken. Veel polikliniekbezoeken betreffen afdelingen zoals dermatologie en oogheelkunde, waar vrijwel geen röntgenonderzoek bij wordt gedaan.



Figuur 2: Relatieve SD van het gemiddelde aantal onderzoeken per ziekehuisparameter van Tabel 1, voor conventionele röntgenverrichtingen (boven), computertomografie-onderzoeken (midden) en nucleair geneeskundige onderzoeken (onder). Verschillende type ziekenhuizen zijn aangeduid met verschillende symbolen⁵. De volgorde van de parameters langs de x-as is met toenemende relatieve SD voor alle ziekenhuizen en verschilt voor de drie figuren.

⁵ De kruisjes voor CT en voor Nucleaire Geneeskunde hebben weinig betekenis aangezien deze waarden zijn berekend uit de spreiding tussen twee ziekenhuizen.

In de hierna volgende hoofdstukken wordt uitgebreid gebruik gemaakt van de EJZ gegevens. Indien voor het landelijk totaal ontbrekende gegevens zijn bijgeschat, wordt dit op bovenbeschreven wijze gedaan, en de standaarddeviatie in dit totaal t.g.v. de schatting wordt vermeld (o.a. als foutenstreepjes in de figuren). De resulterende totalen kunnen iets afwijken van de totalen zoals gepubliceerd door NZi (bijvoorbeeld in [6]), omdat NZi het ontbrekende deel in de totalen bijchat uit de trends t.o.v. het jaar daarvoor, i.p.v. gebruik te maken van een ziekenhuisparameter uit datzelfde jaar [12]. Overigens enquêteert NZi sinds 1996 de revalidatieinstellingen niet meer. In deze rapportage zijn daarom alle gepresenteerde totalen voor ziekenhuizen exclusief de aantallen in revalidatieinstellingen. In revalidatieinstellingen wordt met ioniserende straling alleen “röntgenonderzoek excl. CT” gedaan. De totale aantallen zoals geregistreerd tot 1996 in worden gepresenteerd in §3.2.

2.3 Huidige situatie

Tijdens het schrijven van dit rapport werd duidelijk dat de jaarenquêtes die volgen op de jaargangen waaruit geput is voor de pilotstudie, een aantal veranderingen laten zien. Sommige gegevens waarvan in die rapport gebruik is gemaakt, worden in de enquêtes vanaf 1998 niet meer verzameld. Inmiddels zijn VWS, NVZ, VAZ, Prismant en RIVM in overleg om de benodigde informatie voor het IMS in de toekomst structureel beschikbaar te maken. Naar het zich laat aanzien zullen de productiegegevens van ziekenhuizen dus ook in de toekomst gebruikt kunnen worden. Daarom zijn de hierna gepresenteerde NZi gegevens nog steeds te beschouwen als basis voor het op te zetten IMS. Voor verdere discussie hiervan wordt verwezen naar de definitiestudie [2].

3. RÖNTGENDIAGNOSTIEK (INTRAMURAAL)

In dit hoofdstuk worden de gegevens over röntgendiagnostiek in ziekenhuizen gepresenteerd. Onder intramurale röntgendiagnostiek vallen alle verrichtingen in ziekenhuizen waarbij röntgenstraling wordt gebruikt voor het maken van diagnostische afbeeldingen. Dit betreft de verrichtingen op de afdelingen “radiologie / radiodiagnostiek / röntgen”, maar ook de röntgenverrichtingen bij andere afdelingen zoals cardiologie en tandheelkunde. Ook worden enkele eenvoudig beschikbare gegevens over andere diagnostische technieken, zoals echografie en MRI, gepresenteerd. Deze gegevens kunnen immers van belang zijn om waargenomen trends in gebruik van ioniserende straling in de kliniek te interpreteren, zoals verschuiving van CT naar MRI of van nucleaire geneeskunde naar echografie voor een bepaald type onderzoek.

Achtereenvolgens worden voor de betreffende disciplines gegevens over apparatuur, aantallen verrichtingen, dosis per verrichting en de blootgestelde groep (dat wil zeggen aantallen patiënten en hun leeftijds- en geslachtsverdeling) besproken. Omdat over aantallen verrichtingen een groot aantal gegevens is verzameld, is die paragraaf verder onderverdeeld in verschillende categorieën. Aan het eind van dit hoofdstuk worden in een aparte paragraaf de gepresenteerde gegevens kort samengevat. Combinatie van de gegevens over aantallen en dosis uit dit hoofdstuk tot o.a. collectieve dosis gebeurt in Hoofdstuk 6.

3.1 Apparatuur / bronnen

De afdeling AI/CK/B (kortweg “Beschikkingen”) van het ministerie van SZW beschikt over de vergunningen en meldingen van toestellen en bronnen die gebruikt worden voor medisch handelen. Deze informatie is daar in principe te verkrijgen, maar het samenstellen van een volledig actueel beeld hieruit vergt een (zeer) grote inspanning. Wellicht dat in de toekomst deze gegevens beter toegankelijk worden gemaakt in het ‘beleidsmonitoring systeem voor radioactieve stoffen en straling’ (BMS), dat LSO ontwikkelt in opdracht van het ministerie van VROM (zie het definitierapport BMS [13]). In Bijlage IV is een indruk gegeven van registratie- en rapportageverplichtingen die doorgaans in de vergunningen zijn opgenomen en die relevant zijn voor de pilotstudie.

Indien aan ziekenhuizen een verzamelvergunning is afgegeven, dan dienen zij jaarlijks een afschrift van het register van in gebruik zijnde röntgentoestellen te overleggen, o.a. aan de Hoofinspectie voor de Gezondheidszorg van het ministerie van VWS. In deze overzichten staan de röntgenapparaten (merk en type), met hun bouwjaar, maximaal kilovoltage en plaats en aard van de toepassing gegevens (zie Bijlage IV). Een voorbeeld van een typisch overzicht staat gegeven in Tabel 3. Met behulp van deze overzichten is dus steekproefsgewijs een indicatie te krijgen van de verdeling van de apparaten over de toepassingen, bijvoorbeeld welke fractie van de röntgentoestellen buiten de

radiologie/radiodiagnostiek afdelingen worden gebruikt, hoe de verdeling is van maximale buisspanning en de leeftijdsverdeling van de apparaten. Wellicht is uit het type soms ook te destilleren of het digitale röntgenapparatuur betreft, maar dit is zeker zeer arbeidsintensief gezien de grote variëteit aan toestellen.

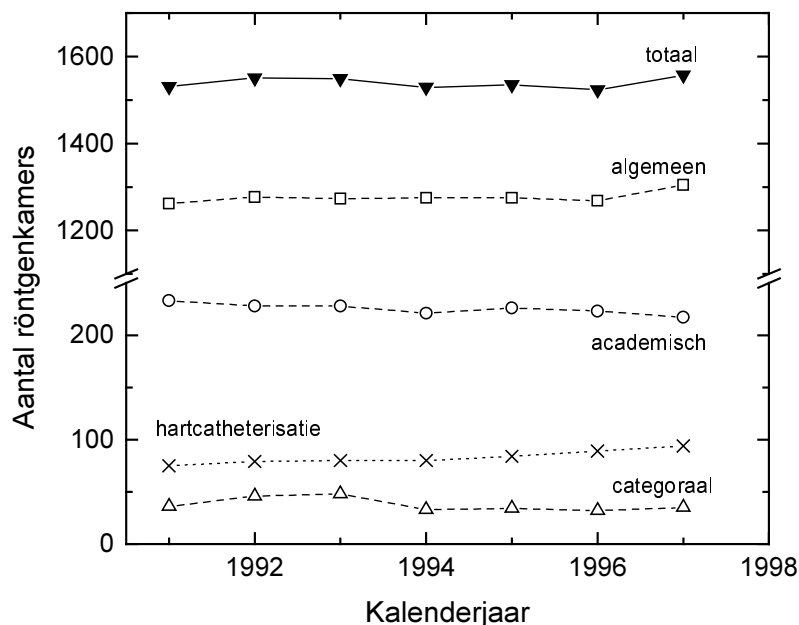
Tabel 3: Voorbeeld van een overzicht van röntgenapparatuur verstrekt aan de Geneeskundige Hoofdinspectie van de Gezondheidszorg volgens voorschrift in de verzamelvergunning.

Toestel	Bouwjaar	Soort onderzoek	Max. buisspanning
Siemens Pholyphos 50/500	1987	thorax, skelet, schedel	125 kV
G.E. Comp.40-MPG50	1993	skelet, extremiteiten	150 kV
G.E. Comp. 40-MPG50	1993	skelet, extremiteiten	150 kV
Siemens Multix Top Opti 150/30/50C-100	1998	skelet, extremiteiten	150 kV
Polydorus LX-L50 G.E./MPG 50	1992/93	doorlichting, interven- tie radiologie	150 kV
Prestilix 1600E G,E./MPG 65/80	1992/93	doorlichting / angio- grafie, interne diagn.	150 kV
Prestilix1600X DRS Siemens Mammomat P40Mo / W-110G, No:5765966 serie nr.1016	1998	mammografie	40 kV
G.E./CT Pace, Serienr: 31850Y	1989	computer tomografie	140 kV
Pholyphos 50, serienr: x1564/02202	1987	trauma	125 kV
Philips/Oralix OPG3E/10994	1979	kaakchirurgie	50 kV
Mobilett Plus, Serienr: 62/5300x/037E	1979	kaakchirurgie	85 kV
Enraf CB-7, D1200	1994	opnamen op de verpleegafdeling	110 kV
Enraf CB-7, D1716	1992	doorlichting	110 kV
Siemens Mobilett, serienr: x022E/02333	1994	doorlichting	110 kV
Dexa-scan	1986	opnamen op de verpleegafdeling	133 kV
	1998	botdensitometrie	28 kV

In de EJZ wordt gevraagd of het ziekenhuis beschikt over een eigen röntgenafdeling, of het beschikt over een eigen CT-scanner en of er gebruikt is gemaakt van een mobiele CT-scanner. In Tabel 4 staan de aantallen ziekenhuizen met deze voorzieningen voor 1997. Te zien is dat op één categoriaal ziekenhuis na alle ziekenhuizen een eigen röntgenafdeling hebben en dat op één algemeen ziekenhuis na alle algemene en academische ziekenhuizen beschikken over een (of meer) eigen CT-scanner(s). Van de categorale ziekenhuizen gebruiken alleen kankercentra CT-scanners. Zes ziekenhuizen gaven aan in 1997 gebruik te hebben gemaakt van een mobiele CT-scanner, in alle gevallen naast een eigen CT-scanner.

Tabel 4: Totaal aantal ziekenhuizen, aantal ziekenhuizen met een eigen röntgenafdeling (X-afd.) en aantal ziekenhuizen dat gebruik heeft gemaakt van een CT-scanner, voor 1997. Bron: EJZ.

Aantal ziekenhuizen	Totaal aantal	Met eigen X-afd.	CT gebruikend
Algemeen	105	105	104
Academisch	8	8	8
Categoriaal	13	11	2
Totaal	126	124	114



Figuur 3: Trend in aantallen röntgenkamers in ziekenhuizen. De dichte driehoeken zijn de totale aantallen röntgenkamers, de open symbolen geven de onderverdeling in soorten ziekenhuizen (algemeen, academisch, categoriaal, let op de onderbreking en schaalverandering in de y-as). De aantallen kamers die (tevens) voor hartcatheterisatie worden gebruikt zijn aangeduid met kruisjes. Bron: EJZ.

Uit de EJZ is bekend over hoeveel röntgenkamers een ziekenhuis beschikt. Tevens is bekend hoeveel van de röntgenkamers worden gebruikt voor hartcatheterisatie en hoeveel kamers *uitsluitend* daarvoor worden gebruikt. Aantallen (diagnostische) röntgenapparaten en CT-scanners zijn niet bekend in de EJZ. In Figuur 3 zijn de aantallen röntgenkamers in ziekenhuizen van 1991 t/m 1997 gegeven. Te zien is dat het totaal aantal röntgenkamers redelijk constant is en dat het aantal kamers dat voor hartcatheterisatie wordt gebruikt gestaag is toegenomen van 75 in 1991 tot 94 in 1997.

Tot 1996 werden ook revalidatieklinieken geënquêteerd door de NZi. In 1995 waren er in 12 van de 16 geënquêteerde revalidatieklinieken in totaal 15 röntgenkamers.

3.2 Verrichtingen

In deze paragraaf wordt eerst een overzicht van de informatiebronnen gegeven waarin gegevens over aantallen verrichtingen worden geregistreerd, zoals verzameld en geanalyseerd in deze pilotstudie. Vervolgens worden per type röntgenverrichting de aantallen in sub-paragrafen gepresenteerd.

Jaarlijks worden in de EJZ per ziekenhuis o.a. de volgende aantallen geregistreerd:

- 1) Aantal röntgenonderzoeken:
 - a) klinisch
 - b) poliklinisch
- 2) Aantal CT-onderzoeken:
 - a) klinisch
 - b) poliklinisch
 - c) lichaamsscans
 - d) schedelscans
- 3) Aantal MRI onderzoeken:
 - a) klinisch
 - b) poliklinisch
- 4) Hartcatheterisaties:
 - a) Aantal hartcatheterisaties en aantal patiënten zonder coronaire angiografie
 - b) Aantal hartcatheterisaties en aantal patiënten met coronaire angiografie
 - c) Aantal PTCA's (klinisch en niet-klinisch)
 - d) Aantal overige therapeutische hartcatheterisaties

Functieonderzoeken zijn in de EJZ ingedeeld in CTG *tarief*groepen. Tot 1994 was echografie hierin een aparte categorie (K4). Vanaf 1994 is de CTG indeling veranderd en vallen echografieën in de CTG diagnostiek/functie-onderzoek groep 15. In deze groep vallen echter ook andere onderzoeken, zoals ECG en EMG, zodat sinds 1994 de echografieën niet meer afzonderlijk uit de EJZ te halen zijn.

Therapeutische hartcatheterisaties zijn bijzondere medische verrichtingen en gegevens over de aantallen hiervan worden derhalve verzameld in de EBMV. Voor de periode 1993 – 1997 zijn de totale aantallen hiervan gepubliceerd in [7].

De NVvR beheert het Radiologie Informatiesysteem <RIS> [14,15,16] met daarin de gegevens van een jaarlijkse enquête onder radiologie afdelingen in ziekenhuizen. Door de houder van het <RIS> zijn jaarlijkse totalen voor de volgende verrichtingen beschikbaar gesteld: conventionele röntgen, echografie, CT-onderzoek, MRI-onderzoek en vasculaire interventies [17,18]. Voor de eerste vier types onderzoek zijn gegevens verkregen voor de jaren 1987-1998 (m.u.v. 1994), voor vasculaire interventies betreft het gegevens voor 1993, 1995 en 1996. Klinische tandheelkundige radiologie (buiten de afdelingen radiologie), mammogrammen in het kader van het bevolkingsonderzoek borstkanker en echografie die wordt uitgevoerd buiten de afdelingen radiologie zitten *niet* in het <RIS> [18]. Hoewel de dekking van de gegevens in het <RIS> vrij compleet is, is er geen inzicht verkregen over de mogelijke onzekerheid in de aantallen t.g.v. het

bijschatten van ontbrekende gegevens. De gegevens in het <RIS> worden bijgesteld als n.a.v. een nieuwe enquête gegevens worden meegestuurd die betrekking hebben op voorgaande jaren en die nog niet waren meegenomen in het <RIS> [17,18]. Uit het feit dat neerwaartse bijstellingen voorkomen [17,18] wordt afgeleid dat bijschatting van ontbrekende gegevens in het <RIS> inderdaad gebeurt.

SIG Zorginformatie beheert de Landelijke Medische Registratie (LMR), waarin gegevens over patiënten per hoofddiagnose bij ontslag worden geregistreerd. Deze gegevens staan ter beschikking van het Ministerie van VWS op grond van Artikel 22 van de WZV. Voor inzicht in stralingstoepassingen zijn deze gegevens slechts zeer matig bruikbaar, aangezien de meeste patiënten worden geregistreerd in heelkundige categorieën, waarbij de diagnostische verrichtingen niet meer onderscheiden kunnen worden. Bovendien betreft het alleen klinische patiënten (kliniek en dagverpleging), terwijl blijkens de EJZ de meeste röntgenonderzoeken poliklinisch worden gedaan (zie hieronder). Van SIG is een bestand verkregen met de opnamen in de Nederlandse ziekenhuizen in 1996 waarbij een diagnostische radiologische verrichting is geregistreerd in de LMR (codes 3-100 t/m 3-199) [19]. Enkele gegevens uit de SIG registratie staan ook op internet [20].

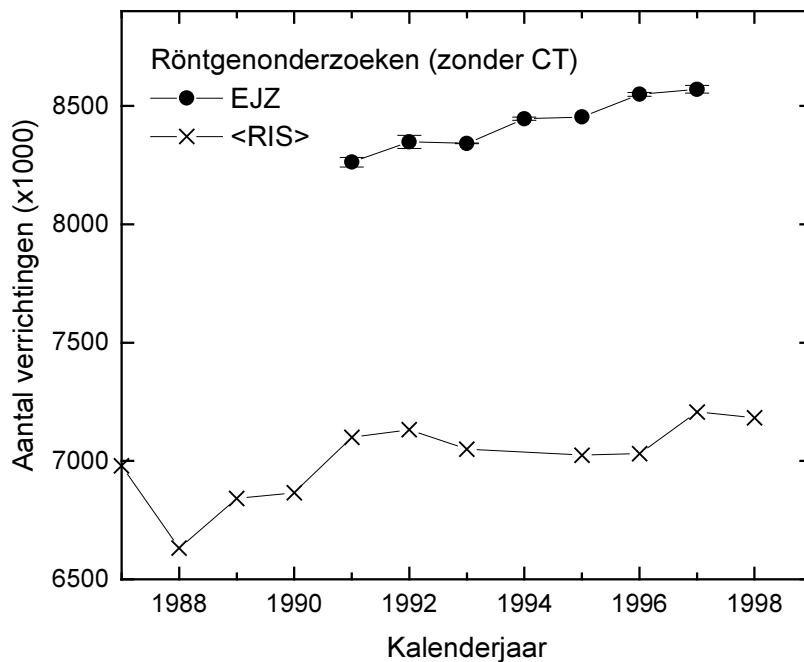
Een verdere onderverdeling van de verrichtingen in de röntgendiagnostiek dan gemaakt in bovengenoemde bronnen is niet op landelijk niveau beschikbaar. In sommige jaarverslagen is hier informatie over te vinden. Dit betreft zowel jaarverslagen van afdelingen 'radiologie / radiodiagnostiek / röntgen' (bijvoorbeeld [21]) als jaarverslagen van stralingshygiënische afdelingen in ziekenhuizen (bijvoorbeeld [22]). Er is geen inzage in de verbreiding van deze jaarverslagen. Uit de moeite die het gekost heeft deze gegevens voor enkele ziekenhuizen te verkrijgen valt op te maken dat het bij radiologie niet gebruikelijk is om jaarverslagen te publiceren met dit soort gegevens. Daarnaast worden af en toe wetenschappelijke studies gedaan en gepubliceerd waarbij gegevens uit een ZIS worden gebruikt (bijv. [23]). Al deze gegevens zijn dus te gebruiken als steekproef voor de verdere onderverdeling van de verrichtingen, maar men dient zich hierbij te realiseren dat dit doorgaans geen aselechte steekproeven zijn. Een verzoek aan enkele klinisch fysici werkzaam op radiologie afdelingen heeft geleid tot een paar productieoverzichten van deze afdelingen zoals verkregen uit het ZIS. Voor deze gedeclareerde verrichtingen is het doorgaans mogelijk de onderverdeling volgens CTG-verrichtingencodes te leveren.

In het vervolg van deze paragraaf over aantallen röntgenonderzoeken in ziekenhuizen worden in verschillende sub-paragrafen gegevens over verschillende typen onderzoeken gepresenteerd. Achtereenvolgens komen aan bod: röntgenonderzoeken (exclusief CT en hartcatheterisatie), computertomografie, vasculaire radiologie (inclusief interventies), hartcatheterisaties, en diagnostiek met echografie en MRI. Deze opsplitsing volgt voor een groot deel de structuur in de EJZ en sluit aan bij de klinische praktijk in ziekenhuizen. Vasculaire radiologie wordt in de EJZ niet apart genoemd, maar daarvoor zijn in Nederland aparte inventarisaties gedaan en in het <RIS> worden vasculaire interventies onderscheiden van con-

ventionele röntgenonderzoeken en CT. Hartcatheterisaties gebeuren bij afdelingen cardiologie en gegevens daarover worden daarom apart gepresenteerd.

3.2.1 Röntgenonderzoeken (exclusief CT en hartcatheterisatie)

De “röntgenonderzoeken (exclusief CT)” uit de EJZ worden in Figuur 4 vergeleken met “conventionele röntgenonderzoeken” uit het <RIS>. Er is een groot verschil te zien tussen de gegevens uit deze twee bronnen: in de EJZ worden jaarlijks ruim een miljoen meer röntgenonderzoeken geregistreerd dan in het <RIS>: voor 1997 is het aantal in het <RIS> 16% lager dan het aantal in de EJZ.



Figuur 4: Jaarlijkse totale aantallen conventionele röntgenverrichtingen in Nederlandse ziekenhuizen volgens het <RIS> en de EJZ. De foutenstreepjes geven de standaarddeviatie aan t.g.v. het bijgeschatten van gegevens van ontbrekende ziekenhuizen (zie §2.2).

Tabel 5: Afwijking van aantallen röntgenonderzoeken zonder CT en hartcatheterisatie (X) en CT-onderzoeken (CT) voor verschillende ziekenhuizen t.o.v. de aantallen zoals geregistreerd in de EJZ voor deze ziekenhuizen, in 1997.

Bron	X	CT
1 Jaarverslag afd. Radiologie algemeen ziekenhuis	-20,0%	2,8%
2 Eigen opgave algemeen ziekenhuis ^(a)	-4,1%	1,3%
3 Jaarverslag afd. Radiologie academisch ziekenhuis	-12,1%	0,1%
4 Eigen opgave afd. Radiologie academisch ziekenhuis	-20,1%	0,0%
5 Productieoverzicht afd. Radiologie academisch ziekenhuis	-38,3%	0,3%
6 Jaarverslag stralingshygiëne academisch ziekenhuis	-1,8%	0,0%

^(a) De opgave van dit ziekenhuis is voor 1998, terwijl de EJZ gegevens voor 1997 zijn. Voor dit ziekenhuis is het aantal röntgenonderzoeken in de EJZ voor 1997 0,2% lager dan in 1996.

Uit verschillende bronnen zijn gedetailleerdere gegevens verkregen voor de röntgenverrichtingen bij zes radiologie afdelingen. In Tabel 5 staan de afwijkingen van de aantallen röntgenonderzoeken (zonder CT en hartcatheterisatie) t.o.v. het geregistreerde aantal in de EJZ. Ter vergelijking wordt ook het verschil in aantal CT-scans gepresenteerd. Te zien is dat, terwijl de aantallen CT-scans in beide registraties goed overeenkomen (hetzelfde geldt overigens voor MRI-scans, zie §3.2.5), het aantal röntgenonderzoeken per ziekenhuis in de EJZ doorgaans een stuk groter is dan het aantal in jaarverslagen of eigen opgaven. Merk op dat voor de ziekenhuisgegevens waarvoor het verschil het kleinst is, regels 2 en 6 in Tabel 5, het aantal röntgenonderzoeken is opgegeven voor het *hele* ziekenhuis, terwijl voor de overige ziekenhuizen de aantallen zijn opgegeven door de afdeling radiologie. Dit impliceert dat de verschillen met de EJZ worden veroorzaakt door röntgenonderzoeken die gedaan worden buiten de afdelingen radiologie. In de informatie van ziekenhuizen 2 en 6 in Tabel 5 wordt bijvoorbeeld het aantal röntgenonderzoeken bij tand-/mondheelkunde en kaakchirurgie gespecificeerd, welke respectievelijk 3% en 8% uitmaken van het *totaal* aan röntgenonderzoeken (CT en hartcatheterisaties uitgezonderd). Dit alles laat zien dat het verschil tussen EJZ en <RIS> voor het totaal aantal röntgenonderzoeken in ziekenhuizen toe te schrijven is aan verrichtingen buiten de radiologieafdelingen, waarvan een groot deel bij tandheelkunde/kaakchirurgie. Dit dient echter wel nader onderzocht te worden, bijvoorbeeld door voor een groot aantal ziekenhuizen de opgave voor het <RIS> te vergelijken met het getal in de EJZ en vervolgens bij een aantal ziekenhuizen uit te zoeken door welke verrichtingen dit verschil veroorzaakt wordt. De jaarlijkse toestellenoverzichten volgens de complex- of verzamelvergunning (zie §3.1) zouden hierin eveneens enig inzicht in kunnen verschaffen. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat het verschil geheel gelegen is in verrichtingen buiten afdelingen radiologie⁶.

Volgens de EJZ zijn in 1997 van de 8347362 geregistreerde conventionele röntgenverrichtingen uitgevoerd, waarvan 2227791 (27%) klinische onderzoeken en 6119571 (73%) poliklinische onderzoeken. In de SIG registratie, gebaseerd op hoofddiagnose en hoofdverrichting van klinische patiënten, vielen in 1998 46254 verrichtingen in de categorie 'radiodiagnostiek' (opgedeeld in 33342 voor de kliniek en 12912 voor de dagverpleging) [20]. Dit illustreert dat de SIG registratie niet gebruikt kan worden om totale aantallen voor radiodiagnostiek te verkrijgen.

In de revalidatieklinieken, die tot 1996 door NZi werden geënquêteerd, werden in 1995 25.000 ± 700 röntgenonderzoeken gedaan, slechts 0,3% van het totale aantal.

3.2.2 Computertomografie

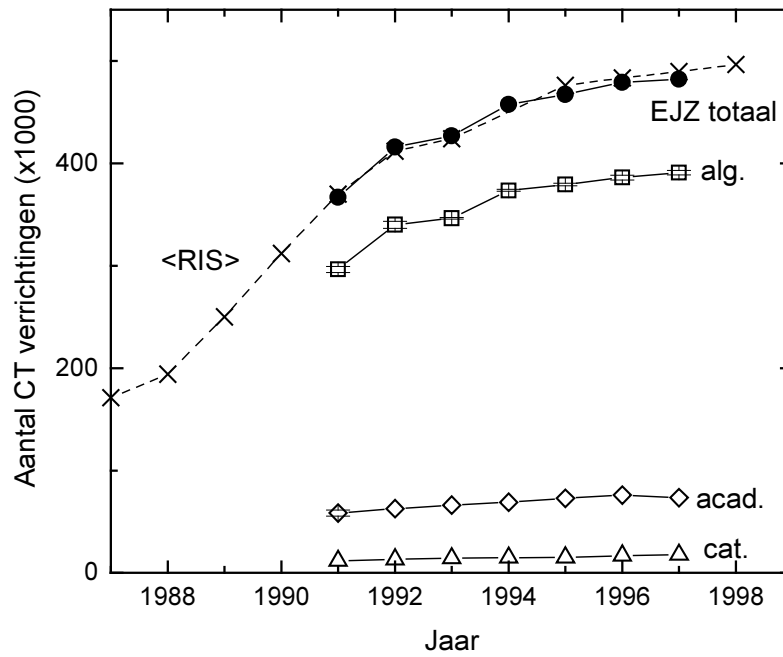
In Figuur 5 zijn de totale jaarlijkse aantallen voor CT onderzoeken, zoals geregistreerd in het <RIS> en de EJZ, weergegeven. Voor de EJZ zijn in de figuur ook de subtotalen voor algemene, academische en categorale ziekenhuizen

⁶ Hierbij valt naast cardiologie (§3.2.4) en mondheelkunde te denken aan afdelingen longziekten, urologie en gastro-enterologie.

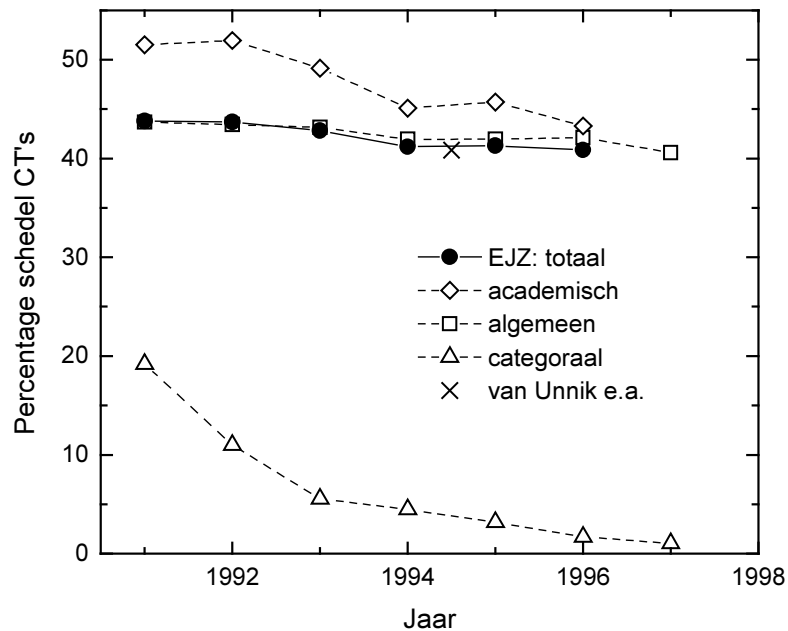
weergegeven. Van de categorale ziekenhuizen gebruiken alleen de twee kankercentra CT-scanners. In Figuur 5 is een goede overeenstemming van de EJZ en de <RIS> gegevens te zien, die erop wijst dat binnen ziekenhuizen nauwelijks CT-scans gedaan worden buiten de afdelingen radiologie om (zie de vorige subparagraaf). Beide registraties laten zien dat de sterke groei van het aantal CT-scans in Nederland in de loop van de jaren negentig is afgevlakt. Eenzelfde effect wordt gezien in de trend in het *aantal CT scanners* in het Verenigd Koninkrijk: na een continue stijging van zo'n 20 per jaar sinds 1975 is daarin in 1995 een constant niveau bereikt [24].

In de EJZ wordt voor de CT-onderzoeken ook gevraagd naar het aantal onderzoeken van de schedel en van het lichaam afzonderlijk. Voor ongeveer 80% (variërend van 77% tot 87% voor de jaren 1991 - 1997) van het totaal aantal CT-scans is in de EJZ bekend of het schedel- of lichaamsscans betreft. De trend in het percentage schedel-CT's staat gegeven in Figuur 6. In combinatie met Figuur 5 is te zien dat het aantal lichaams-CT's sterker is toegenomen dan het aantal schedel-CT's. In Figuur 6 valt verder op dat het aantal schedel-CT's in de kankercentra sterk teruggelopen is. Voor 1997 is de onderverdeling in schedel- en lichaams-CT's voor academische ziekenhuizen niet bekend. Halverwege de jaren negentig hebben Van Unnik en collega's een steekproef gehouden in 18 ziekenhuizen waarin het gebruik van de CT-scanners werd geïnventariseerd en gecombineerd met protocollen en dosismetingen om de bijdrage van CT-onderzoeken aan de stralingsbelasting in Nederland in kaart te brengen [25]. Elk ziekenhuis werd gevraagd om voor 200 opeenvolgende CT-scans een groot aantal parameters te registreren, leidend tot een steekproef van 2891 scans. Hiervan waren er 1181 schedelscans, aangegeven door het kruisje in Figuur 6. Te zien is dat in ieder geval voor de fractie schedel-CT's de steekproef in [25], gebaseerd op 0,6% van het jaarlijks totaal aantal CT's in Nederland, representatief is.

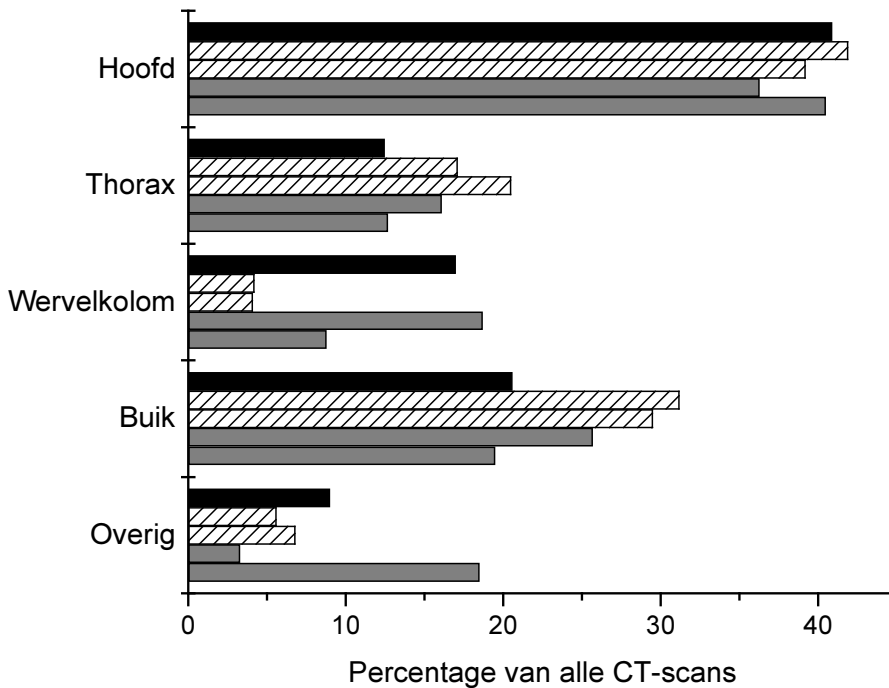
Een verdere onderverdeling van de CT-scans is niet op landelijk niveau beschikbaar. In Figuur 7 is de verdeling uit de steekproef van [25] vergeleken met meer recente gegevens uit jaarverslagen en eigen opgaven van vier ziekenhuizen. Dit aantal ziekenhuizen is te klein om verschuivingen t.o.v. de steekproef te signaleren, maar geeft wel een indruk van de verschillen tussen ziekenhuizen.



Figuur 5: Trend in het aantal CT onderzoeken volgens het <RIS> en de EJZ. Voor de EJZ zijn de totale aantallen voor algemene, academische en categorale ziekenhuizen afzonderlijk weergegeven. De foutenstreepjes geven de standaarddeviaties van het bijschatten weer (zie § 2.2). Voor het totaal zijn ze vergelijkbaar en daarom weggelaten.



Figuur 6: Percentage schedelscans van het aantal CT-scans in de EJZ, voor algemene, academische en categorale ziekenhuizen afzonderlijk, en voor het totaal. Het kruisje geeft het resultaat uit de steekproef weer van Van Unnik en collega's [25].



Figuur 7: Relatieve verdeling van de CT-scans over vijf categorieën. Per categorie is van boven naar beneden het onderdeel gegeven in de steekproef voor midden jaren negentig [25] (zwart), twee academische ziekenhuizen voor 1997 (gestreept, totaal aantal scans respectievelijk 7273 en 6529) en twee algemene ziekenhuizen (grijs, met totale aantallen CT-scans van respectievelijk 8637 (in 1997) en 6990 (in 1998)).

3.2.3 Angiografie en vasculaire interventies

Naast de CT-onderzoeken van de vorige sub-paragraaf leiden angiografie en vasculaire interventies doorgaans tot relatief hoge dosis voor de patiënt. Deze sub-paragraaf wordt beperkt tot niet-cardiologische vasculaire radiologie, hartcatheterisaties en coronaire angiografieën komen in §3.2.4 aan de orde. De vasculaire verrichtingen zijn dus opgesplitst volgens de verschillende specialismen in ziekenhuizen: radiologie in deze sub-paragraaf en cardiologie in de volgende.

Voor 1992 is een inventarisatie van vasculaire angiografie in Nederland uitgevoerd door Kicken e.a. [26, 27]. Het resultaat daarvan is gepresenteerd in Tabel 6, tezamen met aantallen vasculaire interventies voor drie jaren zoals beschikbaar gesteld uit het <RIS>. Dat het aantal vasculaire interventies toeneemt valt ook af te leiden uit de schatting van de houder van het <RIS> voor het jaar 2000, namelijk 10.000 interventies [17].

Tabel 6: Totale aantallen voor niet-cardiologische vasculaire angiografie in Nederland, voor verschillende jaren. In de voorlaatste kolom staat het totaal van vasculaire radiologische verrichtingen m.u.v. de interventies: die staan apart in de laatste kolom.

Jaar	Bron	Vasculaire angiografie	Vasculaire interventies
1991	<RIS> ^(a)	73200 – 84800	5300 – 6200
1992	[26]	83802	6068
1993	<RIS> ^(b)		5500
1995	<RIS> ^(b)		7200
1996	<RIS> ^(b)		7200

^(a) uit [27],

^(b) zie [17].

Voor een schatting van het actuele aantal vasculaire angiografieën in Nederland zijn meer gegevens nodig dan gepresenteerd in Tabel 6. Voor enkele ziekenhuizen is uit jaarverslagen en uit eigen gegevens bekend hoeveel vasculaire radiologie er is gedaan, zie Tabel 7. Tevens is uit de EJZ per ziekenhuis het aantal röntgenonderzoeken bekend. Door deze gegevens te combineren kan het aantal verrichtingen worden geschat, onder de aanname dat de *relatieve* aantallen vasculaire angiografieën en interventies t.o.v. de aantallen röntgenonderzoeken van de ziekenhuizen in Tabel 7 representatief zijn.

Tabel 7: Aantallen verrichtingen voor vasculaire radiologie voor enkele academische en algemene ziekenhuizen.

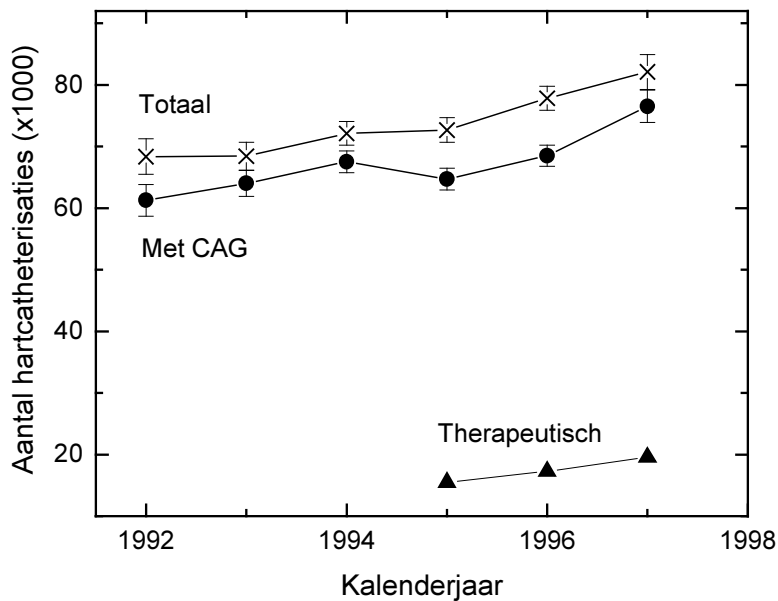
Ziekenhuis	Aantal röntgenonderzoeken ^(a)	Vasculaire angiografie	Vasculaire interventies	Vasculaire radiologie (totaal)
Acad.1	138310	1640	322	1962
Acad.2	115016	2820	227	3047
Acad.3	131292			5679
Alg.1	127903	835	1277	2112
Alg.2	126456	784		

^(a) Zoals geregistreerd in de EJZ voor 1997.

3.2.4 Hartcatheterisaties

Een belangrijke groep röntgenverrichtingen die buiten afdelingen radiologie wordt gedaan zijn hartcatheterisaties, waarbij patiënten worden doorlicht. Aantallen hartcatheterisaties zijn bekend uit de EJZ. De totale aantallen zijn uit de enquête verkregen volgens de methode zoals beschreven in §2.2. Voor ongeveer 70% van deze verrichtingen is bekend of ze met of zonder coronaire angiografie (CAG) zijn gedaan. Het totaal aantal hartcatheterisaties met CAG kan hiermee worden berekend uit het totale aantal hartcatheterisaties, onder de aanname dat van de overige 30% dezelfde fractie is gedaan met CAG (Figuur 8). Te zien is dat er een duidelijk stijgende trend is voor hartcatheterisaties en dat in een groot deel

(ong. 90%) van deze onderzoeken coronaire angiografie wordt toegepast. Overigens ontbreken in de EJZ voor 1997 de gegevens over hartcatheterisaties van academische ziekenhuizen. In 1996 werden 25,1% van de diagnostische hartcatheterisaties gedaan in academische ziekenhuizen. Voor het totaal voor 1997 is in Figuur 8 het aandeel van de academische ziekenhuizen geschaald met de trend van de twee jaren daarvoor.



Figuur 8: Totaal aantal hartcatheterisaties (uit EJZ, kruisjes) en therapeutische hartcatheterisaties (uit EBMV) in de tijd. De cirkels zijn de verrichtingen met coronaire angiografie.

Therapeutische hartcatheterisaties vallen onder de WBMV en gegevens daarover worden dus verzameld in de EBMV. In 1997 hadden 16 ziekenhuizen een vergunning voor therapeutische hartcatheterisaties [7]. In Figuur 8 staan de totale aantallen therapeutische hartcatheterisaties zoals bekend in de EBMV voor 1995-1997, de gegevens van eerdere jaren zijn niet uitgewerkt. Ook de therapeutische hartcatheterisaties nemen gestaag toe: in [7] wordt een toename van 36% gerapporteerd tussen 1993 en 1997. In Tabel 8 wordt een overzicht gegeven van de gegevens in de EBMV voor 1997. In die enquête worden de aantallen therapeutische hartcatheterisaties en patiënten uitgesplitst naar PTCA's, catheterablaties en overige verrichtingen. Voor enkele ontbrekende gegevens zijn voor de getallen in Tabel 8 bijschattingen gedaan per soort verrichting per ziekenhuis. Indien in de EBMV alleen de aantallen worden gesommeerd zonder bijschatting van de ontbrekende gegevens, dan leidt dat tot 18538 verrichtingen. Dit is precies het aantal dat door NZi wordt gerapporteerd [7]. Hieruit mag geconcludeerd worden dat de getallen in [7] zonder bijschatting zijn verkregen en dus een kleine onderrapportage in zich hebben.

Overigens wordt in de EJZ ook gevraagd naar therapeutische hartcatheterisaties. Hoewel deze gegevens minder volledig en minder uitgebreid zijn dan de gegevens in de EBMV, is het opmerkelijk dat daarin voor 1997 zes algemene ziekenhuizen, waarbij geen EBMV wordt afgenomen, te kennen geven ook therapeutische hartcatheterisaties te doen. In totaal rapporteren deze ziekenhuizen slechts 377 therapeutische hartcatheterisaties, een zeer klein deel van het totaal aantal van deze verrichtingen.

Tabel 8: Overzicht van enkele gegevens uit de EBMV voor therapeutische hartcatheterisaties. De gegevens zijn opgesplitst in gegevens voor algemene (7) en categoriale (1) ziekenhuizen enerzijds, en academische ziekenhuizen anderzijds. De percentages van het aantal verrichtingen dat PTCA en catheterablaties betreft zijn ook aangegeven.

	Algemeen + Categorieel	EBMV	
		Academisch	Totaal
Aantal ziekenhuizen	8	8	16
Aantal verrichtingen	9724	9836	19560
Fractie PTCA	86.7%	72.5%	80.8%
Fractie catheterablatie	1.5%	8.2%	4.5%

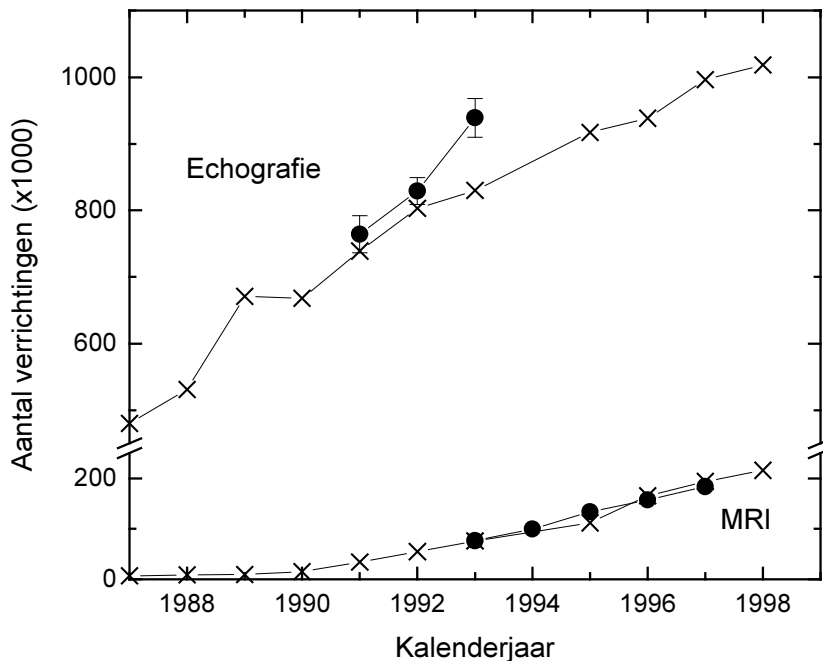
3.2.5 Onderzoek zonder ioniserende straling

Naast röntgendiagnostiek worden ook onderzoeksmodaliteiten zonder ioniserende straling toegepast, zoals echografie en MRI. Gegevens hierover zijn niet van belang bij het inventariseren van de stralingsbelasting, maar mogelijk wel bij het analyseren van trends, bijvoorbeeld bij verschuivingen tussen onderzoeksmodaliteiten voor bepaalde diagnoses. In Figuur 9 zijn de aantallen voor echografie en MRI weergegeven, zoals geregistreerd in het <RIS> en in de EJZ. Zoals aan het begin van deze paragraaf uitgelegd zijn echo's na 1993 niet meer afzonderlijk uit de EJZ te halen. Het <RIS> bevat alleen de echo's op de afdelingen radiologie en geeft dus geen compleet overzicht voor echografie in Nederland aangezien een significant deel van de echo's op andere afdelingen wordt gedaan [16]. Voor de aantallen MRI's is een goede overeenstemming te zien tussen de twee registraties, illustrerend dat MRI's niet buiten radiologie-afdelingen om gedaan wordt, net zoals CT's. Zowel voor MRI als voor echografie is een continue groei te zien die, anders dan de CT-onderzoeken, nog niet tot stilstand lijkt te komen.

3.3 Patiëntdosis

Na in de voorgaande paragraaf gegevens over aantallen verrichtingen voor röntgendiagnostiek in ziekenhuizen te hebben gepresenteerd, wordt hieronder beschreven welke informatie er in Nederland beschikbaar is over de dosis per onderzoek. In Hoofdstuk 6 worden deze gegevens dan gecombineerd tot een schatting van de collectieve dosis (of gemiddelde dosis per inwoner). De maat waarin patiëntdosis uiteindelijk wordt uitgedrukt is *effectieve dosis* [28], waarmee bloot-

stelling bij verschillende typen medische diagnostiek vergeleken kan worden (zie ook [29]).



Figuur 9: Aantallen echografie en MRI onderzoeken volgens <RIS> (kruisjes) en EJZ (rondjes).

In het Verenigd Koninkrijk is in 1992 een *National Patient Dose Database* opgezet, waarin dosimetrie gegevens van röntgenafdelingen uit de hele UK worden verzameld (zie o.a. [30, 31]). In Nederland is er voor röntgendiagnostiek geen structurele registratie van de patiëntdosis of van parameters die daaraan gerelateerd zijn zoals DOP of CTDI, een tekort waarop reeds eerder de aandacht is gevestigd, o.a. [32]. Wel zijn in Nederland studies uitgevoerd naar dosisparameters voor een aantal specifieke verrichtingen. In de eerste helft van de jaren negentig zijn door Geleijns vergelijkende onderzoeken uitgevoerd voor thorax-opnamen en voor CT-scans in verscheidene ziekenhuizen [33]. In dezelfde tijd is door Kicken o.a. de patiëntdosis t.g.v. vasculaire radiologie onderzocht [26]. Voor dosimetrie bij mammografie zijn er nationale aanbevelingen gedaan door NCS [34]. In Tabel 9 is een aantal recente studies naar de patiëntdosis bij specifieke verrichtingen weergegeven. Merk op dat er verschillende maten worden gebruikt om de blootstelling van de patiënt te kwantificeren. Uit dit (onvolledige) overzicht valt af te leiden dat deze studies zich concentreren op kinderradiologie of op geavanceerde verrichtingen waarbij patiënten blootgesteld worden aan een hoge dosis. Het aantal ziekenhuizen dat in deze studies betrokken is, is over het algemeen beperkt. Uit de wetenschappelijke literatuur is dus voor enkele specifieke verrichtingen betrouwbare dosisinformatie te verkrijgen, alsmede een grove indruk van de spreiding tussen ziekenhuizen hierin. Vanwege de snelle ontwikkelingen in de radiodiagnostiek zijn naar verwachting deze dosisgegevens na 5 à 10 jaar achterhaald (zie bijvoorbeeld referenties [24,31], waarin voor een aantal radiologische

verrichtingen de gemiddelde dosis in de UK in 1984 vergeleken is met die in 1995).

Tabel 9: Overzicht van enkele recente studies naar dosisparameters voor röntgendiagnostiek in Nederland. Achtereenvolgens worden gegeven: de verrichting die is onderzocht, de maat voor de dosis die is bepaald, het aantal ziekenhuizen waarvoor die bepaling is gedaan (#zh) en de referenties.

Verrichting	Dosismaat	#zh	Ref.
Thorax opnamen	intreedosis, E	18 ^(a)	[33]
CT hoofd, CT LWK, CT thorax, CT abdomen	CTDI, E	18 ^(b)	[25]
Colon-onderzoek	DOP, E	9	[35, 36]
Maagonderzoek	DOP, E	10	[37, 38]
Vasculaire radiologie	DOP, E	3	[26, 39]
Vasculaire radiologie benen	DOP	1	[40, 41]
Vasculaire radiologie abdomen	DOP, E	1	[42]
Röntgengeleide cardiologische interventies	intreedosistempo	7	[43, 44]
CAG, PTCA	DOP ^(c)	1	[45]
Röntgengeleide TIPS	DOP, intreedosis, E	2	[46]
Kinderradiologie (bekken, thorax, buikoverzicht)	intreedosis, E	9	[47]
Kinderradiologie: MCU	DOP, E	1	[48]

^(a) 20 toestellen

^(b) 22 CT scanners

^(c) gepresenteerde dosismaat in het artikel is KAP, mag in dit geval gelijk worden verondersteld aan DOP

Bovenstaande studies betreffen inventarisaties in Nederland. In een aantal daarvan is gebruik gemaakt van gegevens uit de internationale literatuur, bijvoorbeeld voor de conversie van DOP of CTDI naar effectieve dosis (zulke conversiefactoren worden bijvoorbeeld in [49] gegeven). In het buitenland zijn veel meer studies verricht naar de patiëntdosis bij röntgenonderzoeken dan de hierboven genoemde, zie [30] als voorbeeld van een uitgebreide studie. De dosis is sterk afhankelijk van de apparatuur die gebruikt wordt alsmede van de manier van onderzoek. Indien de gebruikte apparatuur en techniek hetzelfde is als voor Nederland, zijn buitenlandse dosisschattingen ook bruikbaar als indicatie bij een nationaal totaaloverzicht. Bovendien kan vergelijking van Nederlandse (dosis)gegevens met buitenlandse gegevens van nut zijn bij de interpretatie. In dit rapport wordt

verder geen overzicht gegeven van mogelijk relevante informatie uit buitenlandse studies.

Gebaseerd op inventarisaties zoals gepresenteerd in Tabel 9 is een voorstel gedaan voor referentiewaarden voor een aantal radiologische verrichtingen in Nederland [50]. Verder loopt er in opdracht van VWS een project waarin voor een aantal conventionele röntgenonderzoeken, namelijk voor thoraxopnamen en voor foto's van het abdomen en de LWK, referentiewaarden voor Nederland zullen worden vastgesteld door metingen in een aantal ziekenhuizen [51]. Dit onderzoek zal een actualisatie van de dosisspreiding bij thoraxopnamen en inzicht in de dosisspreiding bij opnamen van abdomen en LWK opleveren.

Tabel 10: Overzicht van gemiddelde effectieve dosis (E_{gem}), aantal en collectieve effectieve dosis (Coll.E) per type verrichting voor twee academische ziekenhuizen. Dosismetingen voor hartcatheterisaties zijn alleen uitgevoerd in het AZG. Deze tabel is een combinatie van tabellen 4 en 5 van referentie [23], de aantallen betreffen 1996.

	AZG			LUMC		
	E_{gem} mSv	Aantal	Coll.E mensSv	E_{gem} mSv	Aantal	Coll.E mensSv
In bucky / buiten bucky opnamen	0,14	58661	8	0,04	50793	2
Thorax opnamen	0,06	50180	3	0,02	34666	1
Angiografie en inter- venties vaten	14,83	2023	30	8,65	5679	49
Doorlichten, bucky contrast, overige in- terventies	5,02	4380	22	3,24	3701	12
Computer tomografie	6,24	6410	40	8,98	7273	65
Alle verrichtingen radiologie	0,85	121654	103	1,27	102112	129
CAG	4,8	1885	9,0	-	-	-
PTCA	5,4	1267	6,8	-	-	-
Alle verrichtingen cardiologie	5,0	3152	15,9			

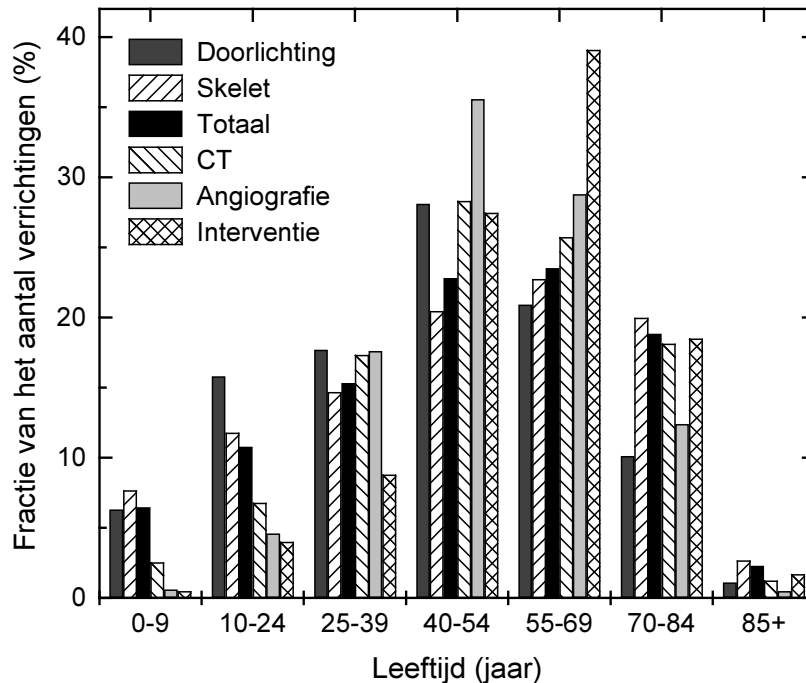
Recent is door Van den Brink en collega's een studie uitgevoerd waarbij, gebaseerd op een aantal eenvoudige metingen, een dosisschatting gemaakt kan worden voor alle radiologische verrichtingen [23]. In dat artikel is deze methode toege-

past in twee academische ziekenhuizen en zijn gemiddelde patiëntendoses voor verschillende typen verrichtingen met elkaar vergeleken. De resultaten van die studie zijn gereproduceerd in Tabel 10. Het voordeel van deze aanpak is dat, in tegenstelling tot de andere hierboven aangehaalde studies, op een relatief eenvoudige manier een schatting wordt verkregen voor de dosis van *alle* radiologische verrichtingen in een ziekenhuis. Overigens zijn klinische mammografieën niet meegenomen in de studie door Van den Brink en collega's en staan dus ook niet in Tabel 10. Uit de ruwe gegevens van het LUMC die aan Tabel 10 ten grondslag liggen en die door Geleijns beschikbaar zijn gesteld [52] volgt dat er in 1996 in het LUMC 4599 klinische mammografieën zijn gemaakt.

3.4 Blootgestelde groep

Uit combinatie van de gegevens van voorgaande twee paragrafen is weliswaar af te leiden wat de collectieve blootstelling aan röntgendiagnostiek in ziekenhuizen is (zie Hoofdstuk 6), maar dit geeft geen inzicht in de groep die daadwerkelijk wordt blootgesteld. Deze groep wijkt in een aantal opzichten af van de doorsnee Nederlandse bevolking. Zo betreft het mensen waarvoor er een klinische indicatie is om onderzoek te doen: patiënten zijn ziek of er is een verdenking op een aandoening. Vaak ondergaan deze personen worden meerdere onderzoeken, dus het aantal verrichtingen wijkt af van het aantal patiënten, ook voor een bepaald type onderzoek. In deze paragraaf worden gegevens gepresenteerd die de blootgestelde groep karakteriseren. Achtereenvolgens worden aantallen patiënten (in relatie tot aantallen verrichtingen) en leeftijds- en geslachtsverdeling besproken.

Voor röntgenonderzoek in ziekenhuizen zijn gegevens over aantallen patiënten slechts op beperkte schaal eenvoudig beschikbaar. In de EJZ wordt voor de relevante verrichtingen alleen bij hartcatheterisaties zowel naar het jaarlijks aantal verrichtingen als naar het jaarlijks aantal patiënten gevraagd. In 1996 is voor 38 ziekenhuizen zowel het aantal verrichtingen als het aantal patiënten bekend. Sommatie van deze aantallen geeft respectievelijk 50143 en 35291, ofwel een gemiddelde van 1,42 hartcatheterisaties per patiënt in dat jaar. Voor therapeutische hartcatheterisaties wordt in de EBMV voor de aantallen verrichtingen en patiënten onderscheid gemaakt tussen kinderen (0-14 jaar) en volwassenen (>14 jaar). In de periode 1993-1997 bleef de fractie van de therapeutische hartcatheterisaties bij kinderen ongeveer constant op 2% [7]. De verhouding tussen het aantal verrichtingen en het aantal patiënten bij therapeutische hartcatheterisaties in de EBMV is 1,09. Deze gegevens betreffen dus aantallen patiënten voor eenzelfde onderzoek *per jaar*. Hiermee is dus alleen een ondergrens aan te geven van het gemiddeld aantal verrichtingen per patiënt, voor één type verrichting. Enkele buitenlandse studies (zie o.a. [53]) laten duidelijk zien dat de medische röntgenverrichtingen niet alleen zeer ongelijk verdeeld zijn over de bevolking maar ook over de patiënten: veel patiënten ondergaan meerdere onderzoeken en een significant deel van de patiënten wordt zeer vaak onderzocht. Gegevens over deze cumulatie van verrichtingen zijn echter moeilijk te achterhalen en kunnen eigenlijk alleen via patiëntendossiers achterhaald worden.

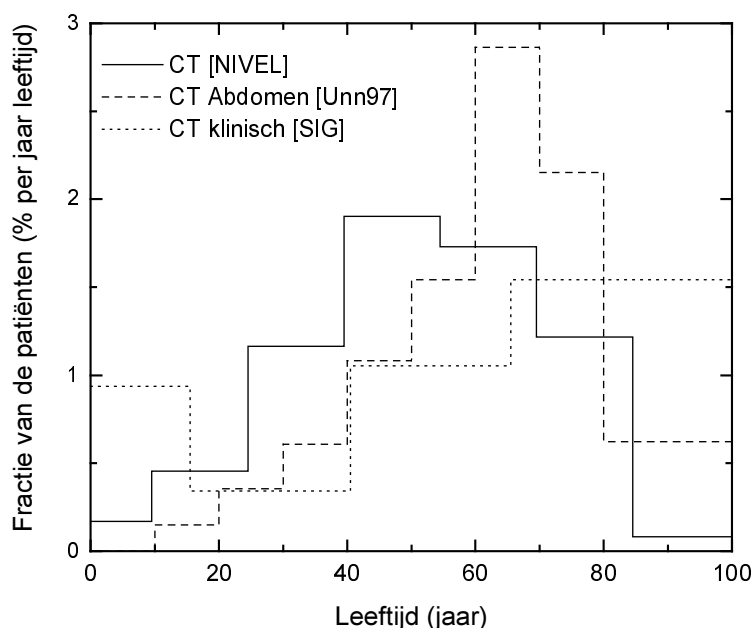


Figuur 10: Relatieve verdeling van radiologische verrichtingen in een ziekenhuis in 1996 naar leeftijd van de patiënten (gegevens uit Bijlage 1 van [54]). Alleen de verrichtingen met ioniserende straling zijn hier weergegeven. Met “Totaal” wordt de leeftijdsverdelingen van al deze verrichtingen bedoeld (de typen verrichtingen staan op volgorde van toenemende gemiddelde leeftijd).

Over leeftijd- en geslachtsverdeling van de patiënten is geen informatie beschikbaar uit de NZi enquêtes. Een eenmalige studie die inzicht geeft in de leeftijdsverdeling van patiënten bij radiologie is de behoefteraming voor radiologen voor de periode 1998-2010 van NIVEL [54]. Voor deze behoefteraming is gebruik gemaakt van gegevens van één representatief geacht ziekenhuis, die qua adherente bevolking sterk lijkt op de Nederlandse bevolking. De verrichtingen op de afdeling radiologie in 1996 zijn daarbij verdeeld in een aantal typen waarvoor de leeftijdsverdeling van de patiënten is bepaald. In Figuur 10 zijn de relatieve leeftijdsverdelingen per type radiologische verrichting met ioniserende straling weergegeven. Te zien is dat doorlichting en conventionele röntgenonderzoeken bij een iets jongere patiëntenpopulatie worden gedaan dan CT, angiografieën en interventie radiologie (zowel vasculair als overig).

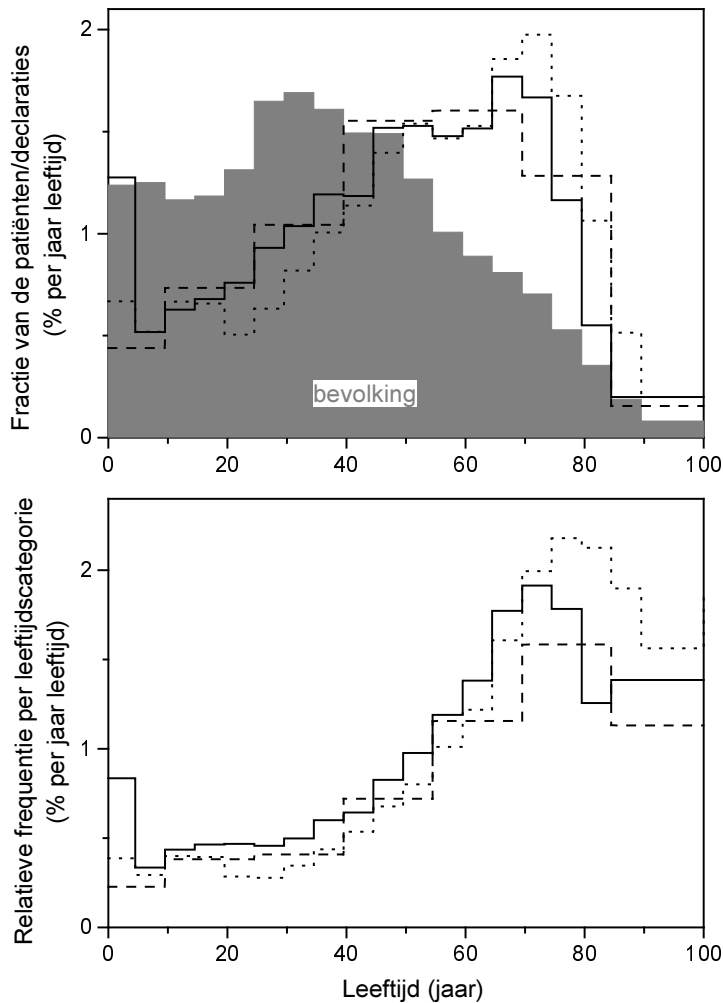
Voor CT kan de leeftijdsverdeling van NIVEL (Figuur 10) vergeleken worden met leeftijdsverdelingen uit twee andere informatiebronnen, zie Figuur 11. Voor CT-onderzoek van het abdomen hebben Van Unnik en collega's de leeftijdsver-

deling zoals gevonden in hun steekproef gepubliceerd [25]. Daarnaast is uit de LMR van SIG de leeftijdsverdeling van de CT-onderzoeken bij *klinische* patiënten bekend [19]. Aangenomen dat de leeftijdsverdeling voor CT-patiënten van het door NIVEL onderzochte ziekenhuis representatief is, volgt uit Figuur 11 dat de patiëntenpopulatie voor CT-abdomen onderzoek ouder is dan de totale populatie voor CT. Bij klinische CT-onderzoeken lijken de jongere en de oudere patiënten relatief sterker vertegenwoordigd dan in de verdeling voor alle CT-onderzoeken.



Figuur 11: Relatieve leeftijdsverdeling voor patiënten die een CT-onderzoek ondergaan. De doorgetrokken lijn is de leeftijdsverdeling voor alle CT-onderzoeken in 1 ziekenhuis in 1996 ('CT' uit Figuur 10 [54]). De gestreepte lijn geeft de leeftijdsverdeling voor CT-abdomen onderzoeken, uit een steekproef in 18 ziekenhuizen [25]. De gestippelde lijn is de leeftijdsverdeling van CT-onderzoeken bij klinische patiënten in 1996 volgens de LMR van SIG [19].

Voor de leeftijdsverdeling van alle radiologische patiënten tezamen zijn wat meer gegevens beschikbaar dan voor de leeftijdsverdeling van afzonderlijke typen verrichtingen. In een recente publicatie zijn aantallen verrichtingen voor radiologie in 1995 in het LUMC gegeven per 5-jarig leeftijdsinterval van de patiënten [55]. Daarnaast beschikt het landelijk informatiecentrum voor zorgverzekeraars, Vektis B.V., over een gegevensbestand met declaraties van ongeveer 62% van de particulier verzekerden in Nederland [56], uitgesplitst naar medisch specialisme waarvoor wordt gedeclareerd. Voor 2,944 miljoen particulier verzekerden (54,9% mannen, 45,1% vrouwen) zijn aantallen declaraties voor radiologie per geslachten en per leeftijdscategorie verkregen. Daarbij dient te worden opgemerkt dat per declaratie meerdere diagnostische verrichtingen kunnen worden gedeclareerd en dat MRI en echografie daar ook bij zitten.



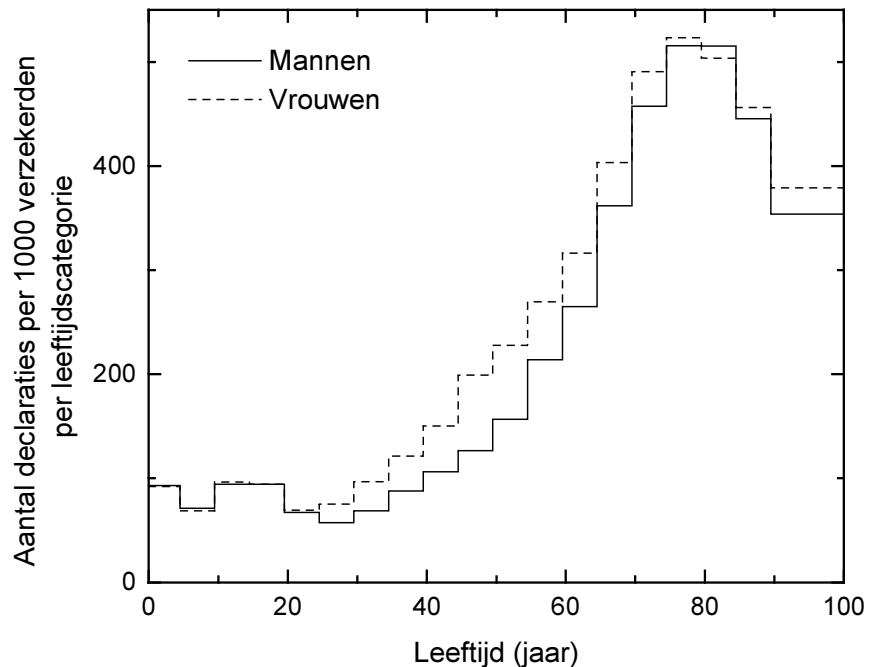
Figuur 12: Leeftijdsverdeling van patiënten bij radiologie (boven) en verrichtingsfrequentie per leeftijdsgroep (beneden). De doorgetrokken lijn is voor radiologische verrichtingen in het LUMC[55], de gestreepte lijn voor radiologische verrichtingen met ioniserende straling in 1 ziekenhuis [54] en de stippellijn voor aantallen declaraties door particulier verzekerden [56]⁷. De leeftijdsopbouw van de bevolking is in grijs in het bovenste figuur aangegeven.

In Figuur 12 zijn de leeftijdsverdelingen van alle radiologische patiënten tezamen uit verschillende bronnen met elkaar vergeleken. Duidelijk is te zien dat de patiënten die radiologische verrichtingen ondergaan in ziekenhuizen ouder zijn dan de doorsnee Nederlandse bevolking. Uit het onderste plaatje van Figuur 12 blijkt dat tot ongeveer 40 jaar de onderzoeksfrequentie redelijk constant blijft, waarna ze toeneemt tot ongeveer 80 jaar. De relatief grote onderzoeksfrequentie bij de jongste categorie patiënten bij het LUMC kan worden toegeschreven aan de grote neonatologie afdeling in dat ziekenhuis. Verder dient men zich te realiseren dat

⁷ Voor de aantallen declaraties is de stippellijn in het bovenste plaatje van Figuur 12 verkregen door het aantal declaraties per 1000 verzekerden (stippellijn in onderste plaatje) te vermenigvuldigen met de bevolkingsopbouw.

de leeftjdsverdeling van de aantallen declaraties alleen gebaseerd is op particulier verzekerden, waarvan de gezondheidstoestand het gebruik van medische diagnostiek wellicht afwijkt van die van ziekenfondsverzekerden.

Van de in deze paragraaf gepresenteerde gegevens zijn alleen de aantallen declaraties opgesplitst naar geslacht. In Figuur 13 wordt de declaratiefrequentie per leeftijdscategorie voor vrouwen en mannen afzonderlijk weergegeven. Uit deze gegevens blijkt dat in de leeftijdscategorie van 35 tot 65 jaar vrouwen iets meer declaraties voor radiologische verrichtingen indienen bij hun particuliere ziektekostenverzekeraar dan mannen. Als aangenomen wordt dat de curven in Figuur 13 representatief zijn voor aantallen radiologische verrichtingen voor de hele Nederlandse bevolking, dan zou daaruit volgen dat 57,3% van de radiologische verrichtingen bij vrouwelijke patiënten wordt gedaan.



Figuur 13: Declaratiefrequentie voor radiologie voor particulier verzekerden per leeftijdsgroep, voor mannen en vrouwen afzonderlijk[56].

Behalve de eenmalige studie van NIVEL [54] is geen informatie verkregen over de leeftjdsverdeling per type röntgenverrichting in ziekenhuizen. Op ziekenhuisniveau zouden deze gegevens kunnen worden verkregen door in het ZIS informatie over aantallen verrichtingen te koppelen met patiëntgegevens. In het gegevensbestand van particulier verzekerden van Vektis B.V. zijn de declaraties niet op verrichtingenniveau beschikbaar. Wel is het mogelijk om via een steekproef bij een aantal zorgverzekeraars de declaraties volgens de CTG verrichtingen code opgedeeld in leeftjds- en gelachtscategorieën te verkrijgen.

3.5 Samenvatting

In dit hoofdstuk zijn de gegevens over röntgendiagnostiek in ziekenhuizen gepresenteerd. De EJZ is gebruikt om van een aantal basale gegevens landelijke totaalcijfers te schatten, voornamelijk voor aantallen verrichtingen. Voor een minimaal overzicht is meer gedetailleerdere informatie nodig, bijvoorbeeld over verschillende typen verrichtingen, de gebruikte apparatuur en gegevens over de patiëntengroep die wordt blootgesteld. Aanvullende gegevens over röntgentoestellen kunnen worden gehaald uit het archief van AI/CK/B en uit meldingen in het kader van verzamelvergunningen. Deze gegevens zullen ontsloten worden in het RIVM-project SMB. Gegevens over de verdeling over verschillende typen verrichtingen zijn verkregen uit eenmalige inventarisaties en uit overzichten van individuele instellingen. Aantallen röntgenverrichtingen buiten afdelingen radiologie zijn afgeleid door het EJZ-totaal te vergelijken met de gegevens in het <RIS>. Gegevens over de leeftijds- en geslachtsverdeling van de blootgestelde groep zijn gehaald uit eenmalige inventarisaties en uit gegevens van individuele ziekenhuizen. Een bestand met declaraties van particulier verzekerden is daarvoor een structureel aan te spreken informatiebron, hoewel daarin geen onderscheid is gemaakt in verschillende typen verrichtingen.

Voor het verzamelen van dosisgegevens bij röntgenverrichtingen in ziekenhuizen is, zoals reeds eerder vastgesteld [32], geen structurele informatiebron beschikbaar in Nederland. Weliswaar zijn er in het recente verleden specifieke inventarisaties van de stralingsbelasting voor een aantal verrichtingen uitgevoerd, maar deze zijn incidenteel van karakter en te beperkt in omvang om structureel een volledig overzicht op te baseren. Zoals geïllustreerd in [23] voor 2 academische ziekenhuizen is het mogelijk om een schatting van de totale stralingsbelasting op afdelingen radiologie in kaart te brengen met behulp van een aantal relatief eenvoudige metingen.

In Hoofdstuk 6 worden de in dit hoofdstuk gepresenteerde gegevens over aantallen verrichtingen en dosis gecombineerd tot een overzicht van de collectieve blootstelling. In §6.3 wordt verder ingegaan op de informatie die op dit ogenblik ontbreekt om structureel zo'n overzicht te kunnen samenstellen.

4. NUCLEAIR GENEESKUNDIGE DIAGNOSTIEK

In dit hoofdstuk worden de verzamelde gegevens voor nucleair geneeskundige diagnostiek, dat wil zeggen *in vivo* patiëntenonderzoek met radioactieve isotopen, gepresenteerd. Een belangrijke ingang voor de stand van zaken in de nucleair geneeskundige praktijk in Nederland is het boek “Aanbevelingen Nucleaire Geneeskunde” van NVNG [57], waarin protocollen voor diagnostische en therapeutische verrichtingen, bereiding van radiofarmaca en apparatuur beschreven zijn. Dit hoofdstuk is beperkt tot diagnostiek, therapie komt later in dit rapport aan de orde (Hoofdstuk 8).

Achtereenvolgens wordt in dit hoofdstuk een paragraaf gewijd aan gebruikte apparatuur en bronnen, aantallen verrichtingen, dosis per verrichting en aantallen patiënten met hun leeftijds- en geslachtsverdeling. Het hoofdstuk besluit met een korte samenvatting.

4.1 Apparatuur / bronnen

Voor een overzicht van de apparatuur en de radiofarmaca die kunnen worden gebruikt bij nucleaire geneeskunde wordt verwezen naar [57].

Volgens het document “Modelvergunning Kernenergiewet” [58] wordt de toepassing van radioactieve stoffen t.b.v. medische diagnostiek in de vergunning toegestaan binnen de volgende omvang:

- de radioactieve stoffen rubidium-81 en krypton-81m in patiëntenmeetkamers, ten behoeve van medische diagnostiek (in vivo);
- radioactieve stoffen in verspreidbare vorm, bij patiënten toegepast ten behoeve van medische diagnostiek, te weten maximaal per behandeling per patiënt:
 - 2 gigabecquerel (GBq) technetium-99m in diverse radiofarmaceutische samenstellingen,
 - 740 megabecquerel (MBq) krypton-81m als gas,
 - 400 MBq gallium-67 in diverse radiofarmaceutische samenstellingen,
 - 250 MBq indium-111 in diverse radiofarmaceutische samenstellingen,
 - 150 MBq thallium-201 in diverse radiofarmaceutische samenstellingen,
 - 400 MBq jodium-123 in diverse radiofarmaceutische samenstellingen,
 - 5 MBq chroom-51 in diverse radiofarmaceutische samenstellingen,
 - 10 MBq cobalt-57 in diverse radiofarmaceutische samenstellingen.

Daarnaast zijn de ziekenhuizen met een nucleair geneeskundige afdeling volgens de vergunning verplicht jaarlijks in een verslag de “in dat jaar gebruikte radioactieve stoffen, kwalitatief en kwantitatief” en de “totaal aanwezige hoeveelheid radioactieve stoffen in verspreidbare vorm en ingekapselde bronnen op 31 december van dat jaar gespecificeerd naar nuclide en activiteit” te melden (zie Bijlage IV). Alleen instellingen met een complexvergunning zijn in het algemeen gehouden dit jaarverslag aan de Arbeidsinspectie op te sturen. Bij sommige

ziekenhuizen met een verzamelvergunning is deze verplichting ook opgenomen in de vergunning. Een voorbeeld van de gegevens over radioactiviteit voor nucleair geneeskundige diagnostiek in een ‘jaarverslag stralingshygiëne’ staat gegeven in Tabel 11. Deze overzichten geven enig idee van de nucliden en de hoeveelheden die bij nucleaire geneeskunde worden gebruikt.

Tabel 11: Overzicht van in één kalenderjaar bestelde, werkelijk binnengekomen en voor diagnostiek gebruikte activiteiten per nuclide. Bron: jaarverslag stralingshygiëne van een ziekenhuis voor 1998.

Nuclide	Besteld (MBq)	Werkelijk binnengekomen (MBq)	Verbruik voor diagnostiek (MBq)
¹⁴ C	-	-	1,85
⁵⁷ Co	0,2	0,2	0,1
⁶⁷ Ga	16241	35121	29861
⁷⁵ Se	-	-	-
⁸¹ Rb	30636	30636	-
⁸⁹ Sr	298	309	-
⁹⁰ Y	3425	5449	-
⁹⁹ Mo	825000	1757035	-
^{99m} Tc	-	-	1,3×10 ⁶
¹¹¹ In	5733	7851	4694
¹²³ I	394	587	436
¹²⁵ I	-	-	-
¹³¹ I	286097	286856	7727
¹⁶⁹ Er	1,9	-	-
¹⁸⁶ Re	3438	3438	-
²⁰¹ Tl	7696	18496	12899

De EJZ geeft geen informatie over de apparatuur en nucliden die worden gebruikt bij nucleaire geneeskunde. Wel is per ziekenhuis bekend of het een eigen “radio-isotopen afdeling” heeft en hoeveel *in vivo* onderzoeken er gedaan zijn. Een klein aantal ziekenhuizen met een “radio-isotopen afdeling” doet alleen laboratorium-onderzoeken: deze zijn hier verder buiten beschouwing gelaten. Volgens de gegevens uit de EJZ waren er in Nederland in 1997 64 ziekenhuizen waar (*in vivo*) nucleair geneeskundige diagnostiek werd gedaan. In een recent overzichtartikel over PET staat dat er in Nederland op het ogenblik 3 PET centra zijn, waarvan 4 ziekenhuizen gebruik maken [59].

4.2 Verrichtingen

In deze paragraaf worden gegevens over aantallen nucleair geneeskundige onderzoeken gepresenteerd. Eerst wordt het jaarlijks totaal aantal onderzoeken in Nederland geschat. Vervolgens wordt getracht de (relatieve) verdeling hiervan over verschillende typen verrichtingen te achterhalen. Tenslotte wordt deze relatieve verdeling vergeleken met de verdeling van een tiental jaren geleden, om de

snelheid waarmee wijzigingen optreden, en dus de frequentie waarmee gegevens verzameld moeten worden, te kunnen schatten.

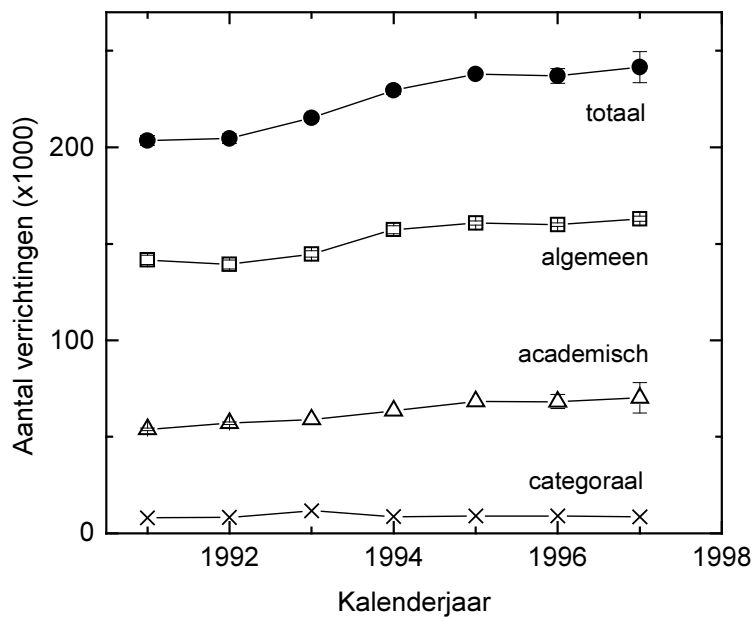
4.2.1 Totaal aantal verrichtingen

In Tabel 12 staan voor 1996 en 1997 de aantallen nucleair geneeskundige onderzoeken uit de EJZ gegeven, waarbij ontbrekende aantallen zijn bijgeschat voor ziekenhuizen die wel nucleair patiëntenonderzoek doen maar waarvoor geen (totaal) aantal in de EJZ bekend is. In de EJZ zijn voor 1997 voor academische ziekenhuizen geen aantallen nucleair geneeskundige verrichtingen bekend. In Tabel 12 is (in cursief) het totaal daarvoor op de volgende manier geschat. In de EJZ voor 1995 is voor alle 8 academische ziekenhuizen het aantal nucleair geneeskundige onderzoeken bekend, met een gemiddelde (en SD) van $0,35 \pm 0,11$ onderzoeken per ziekenhuisopname (zie ook §2.2). In 1996 is, gebaseerd op gegevens van 6 academische ziekenhuizen, het gemiddeld aantal nucleaire onderzoeken per ziekenhuisopname eveneens $0,35 \pm 0,11$.

Tabel 12: Aantallen nucleair geneeskundige onderzoeken volgens de EJZ voor 1996 en 1997, met (vóór de dubbele punt) het betreffende aantal ziekenhuizen. In de kolommen wordt achtereenvolgens het bekende aantal in de EJZ, de bijstelling van het onbekende aantal en het totale aantal gegeven. De bijstelling is gedaan met behulp van het aantal ziekenhuisopnames, zie §2.2, de SD is daarbij aangegeven.

	Bekend	Bijstelling	Totaal
1996			
Algemeen	53: 157484	2: 2420 ± 920	55: 159900 ± 920
Academisch	6: 51674	2: 16600 ± 3700	8: 68200 ± 3700
Categoriaal	2: 8887	0: 0	2: 8887
Totaal	61: 218045	4: 19000 ± 3800	65: 237000 ± 3800
1997			
Algemeen	53: 159803	1: 3200 ± 1300	54: 163000 ± 1300
Academisch	0: 0	8: 70200 ± 7900	8: 70200 ± 7900
Categoriaal	2: 8391	0: 0	2: 8391
Totaal	55: 168194	9: 73400 ± 8000	64: 241600 ± 8000

Voor 1997 is aangenomen dat het aantal onderzoeken per ziekenhuisopname eveneens $0,35$ bedraagt. Met het aantal opgenomen patiënten voor elk van de 8 academische ziekenhuizen kan hiermee het aantal nucleair geneeskundige onderzoeken in 1997 worden geschat. Aangenomen dat de relatieve SD in het gemiddeld aantal onderzoeken per ziekenhuisopname hetzelfde is als in 1995 en 1996, wordt per ziekenhuis ook een maat voor de nauwkeurigheid van het geschat aantal onderzoeken verkregen (Tabel 12, cursief). De trend in de totale aantallen nucleair geneeskundige onderzoeken van 1991 tot en met 1997 volgens de EJZ is gegeven in Figuur 14. Van de 218045 onderzoeken die voor 1996 in de EJZ bekend zijn (dus zonder bijstellingen), zijn er 166185 (76,2%) poliklinisch gedaan. Voor 1997 zijn 77,3% van de in de EJZ bekende onderzoeken poliklinisch gedaan.



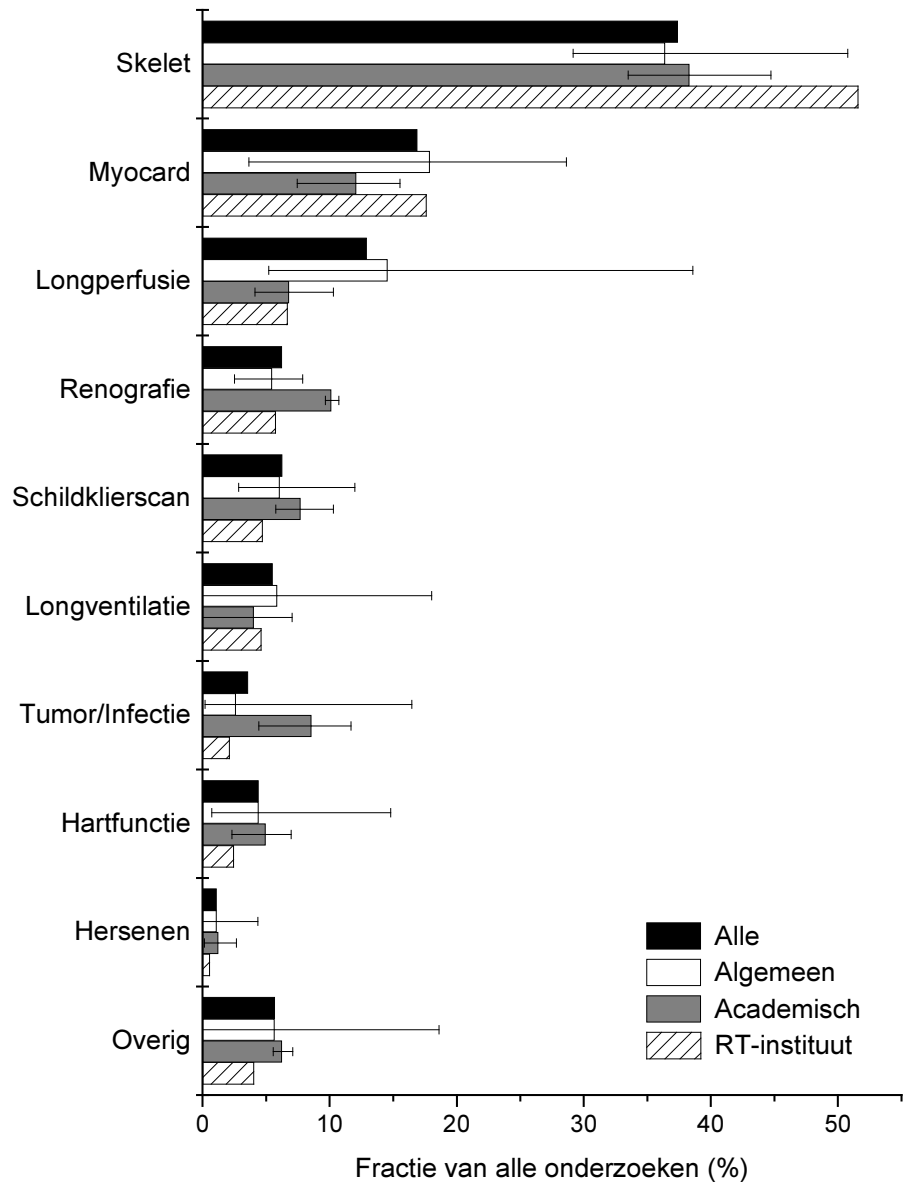
Figuur 14: Trend in totaal aantal nucleair geneeskundige onderzoeken in verschillende typen ziekenhuizen volgens gegevens uit de EJZ.

Bij (tenminste) één radiotherapie-instituut wordt nucleair geneeskundige diagnostiek toegepast. Radiotherapie-instituten ontvangen de EJZ niet. Bij deze instituten wordt wel de EBMV afgenomen, maar nucleaire geneeskunde is geen bijzondere medische verrichting en zit dus niet in die enquête. Voor zover bekend worden in de overige radiotherapie-instituten geen nucleair geneeskundige onderzoeken gedaan die buiten de EJZ vallen. Voor het landelijk totaal aantal verrichtingen moeten het aantal onderzoeken in bovengenoemd radiotherapie instituut (3678 onderzoeken in 1998) bij het EJZ totaal worden opgeteld.

4.2.2 Verschillende typen onderzoeken

NVNG visiteert jaarlijks een aantal afdelingen Nucleaire Geneeskunde (zie bijv. [60]). Bij deze visitaties wordt een enquête afgenomen, waarin onder andere wordt gevraagd naar jaartotalen van verschillende typen verrichtingen. Van een groot aantal visitaties uit de periode 1995 tot 1998 zijn, t.b.v. een inventarisatie van de stralingsbelasting door medische diagnostiek, door Buijs (UMCN) de gegevens verzameld [3,4]. In combinatie met gepubliceerde gegevens van het LUMC [55] en eigen gegevens van het UMCN is in totaal voor 17 instellingen (14 algemene, 2 academische ziekenhuizen en 1 radiotherapie-instituut; het totaal aantal locaties is 26) de onderverdeling van de aantallen verrichtingen verkregen. De wijze van onderverdelen van de aantallen verrichtingen in deze rapportages loopt sterk uiteen. Er is een standaard onderverdeling gemaakt en de opgegeven onderverdelingen zijn vertaald naar deze standaard categorieën. Het resultaat staat gepresenteerd in Figuur 15.

Niet alle in de visitaties opgegeven onderverdelingen van de verrichtingen zijn gedetailleerd genoeg om daaruit de aantallen in de categorieën van Figuur 15 te kunnen aggregieren. Voor de enquêtes van 4 algemene ziekenhuizen is een onderverdeling in enkele van de typen onderzoek in Figuur 15 gebaseerd op de gemiddelde onderverdeling voor de overige enquêtes van algemene ziekenhuizen.

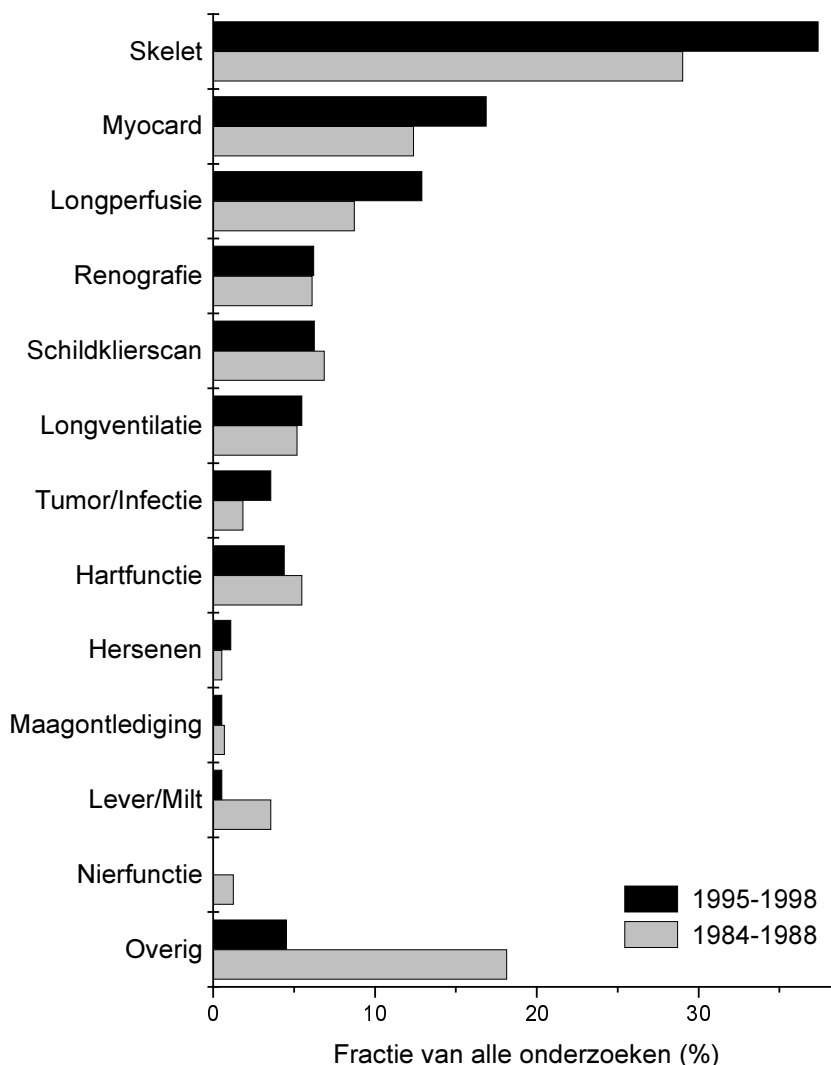


Figuur 15: Relatieve verdeling van typen nucleair geneeskundige onderzoeken voor verschillende ziekenhuizen, volgens de gegevens van 14 afdelingen Nucleaire Geneeskunde. In zwart is de verdeling voor alle instellingen te zien, de andere balken geven resultaten per type instelling. De 'foutenstreepjes' geven de extreme percentages aan in de gegroepeerde instellingen. De gestreepte balken hebben betrekking op één waarneming.

In Figuur 15 is te zien dat, hoewel de relatieve frequentieverdeling van de onderzoeken voor afzonderlijke ziekenhuizen wat uiteen loopt, de verschillen tussen verschillende soorten instellingen niet zeer groot zijn. In het radiotherapie instituut worden relatief meer skeletonderzoeken gedaan, i.v.m. het opsporen van metastasen. Verder is, voor zover het aantal gegevens dat toelaat, geen significant verschil tussen de gegevens voor 1995 en 1998 te ontdekken.

4.2.3 Verschuivingen in typen onderzoek

Voor de periode 1984 tot 1988 is door de NVNG een uitgebreide inventarisatie gedaan van nucleaire geneeskunde in Nederland [61]. Een gecondenseerd overzicht van de frequentieverdeling van verrichtingen gebaseerd op die inventarisatie is te vinden in [62]. In Figuur 16 is deze frequentieverdeling voor de jaren tachtig vergeleken met de actuele verdeling uit Figuur 15.



Figuur 16: Vergelijking van de actuele relatieve frequentieverdeling voor nucleair geneeskundig onderzoek (zwarte balken, identiek aan zwarte balken uit Figuur 15) met de verdeling zoals 10 jaar eerder gemaakt [61,62].

In Figuur 16 zijn een aantal extra categorieën apart weergegeven, die in Figuur 15 onder “overige” vallen. In 10 jaar tijd hebben zich geen bijzonder grote verschuivingen voorgedaan tussen de nucleair geneeskundige onderzoeken. Vanwege het relatief grote aandeel van de categorie “overige” voor de jaren tachtig is het moeilijk om op gedetailleerd niveau verschuivingen uit Figuur 16 te halen. Wel is bijvoorbeeld te zien dat het aantal lever- en miltonderzoeken is gedaald: deze onderzoeken worden tegenwoordig voornamelijk met echografie gedaan.

4.3 Patiëntdosis

De dosis die de patiënt ontvangt van een nucleair geneeskundig onderzoek hangt onder andere af van het type radiofarmacon en de toegediende activiteit. In combinatie met conversiefactoren van toegediende activiteit in MBq naar effectieve dosis (mSv), waarvoor recent nieuwe getallen zijn gepubliceerd door ICRP [63], kan hiermee de effectieve dosis per onderzoek worden geschat. In deze paragraaf worden gegevens over toegediende activiteiten bij verschillende onderzoeken gepresenteerd.

Door NVNG zijn aanbevelingen opgesteld voor toe te dienen activiteiten [57], gebaseerd op de klinische praktijk in Nederland. Daarnaast heeft Buijs recent een overzicht gegeven van de patiëntdosis bij nucleaire geneeskunde, waarbij dezelfde aanbevolen activiteiten als uitgangspunt zijn genomen [64, 65]. Gegevens over standaard toegediende activiteiten worden bij de visitaties van NVNG (zie vorige paragraaf) niet structureel verzameld. Voor drie afdelingen nucleaire geneeskunde zijn deze gegevens wel verkregen. In Tabel 13 is een overzicht gegeven van de radiofarmaca en activiteiten voor een aantal onderzoeken. Gebaseerd op de activiteiten volgens de verschillende bronnen, die in het algemeen niet veel uit elkaar lopen, is een typische waarde voor de activiteit gekozen en gecombineerd met de conversiefactoren uit ICRP80 [63]. Daaruit volgt een typische waarde van de effectieve dosis per onderzoek. Uit Tabel 13 is duidelijk dat een relatieve frequentieverdeling van de nucleair geneeskundige onderzoeken zoals gepresenteerd in de vorige paragraaf onvoldoende is om de collectieve dosis t.g.v. nucleair geneeskundige diagnostiek te schatten: de mate van toepassing van verschillende radiofarmaca voor een bepaald onderzoek moet eveneens bekend zijn voor een goede schatting. Het meest in het oog springende verschil daarbij is dat voor het gebruik van thallium of technetium bij het veel voorkomende myocardonderzoek (zie Figuur 15), waarbij de eerste isotoop leidt tot een effectieve dosis voor de patiënt die ongeveer 3 keer hoger is dan bij de tweede. Voor de schildklierscan is een soortgelijk verschil te zien voor de twee gebruikte isotopen.

Tabel 13: Overzicht van radiofarmaca, standaard toe te dienen activiteiten (MBq), conversiefactoren (mSv/MBq) en typische effectieve doses (mSv) voor een aantal nucleair geneeskundige onderzoeken. In de kolommen Alg1, Alg2 en Acd staan de standaard activiteiten zoals overgenomen uit overzichten van respectievelijk 2 algemene en 1 academisch ziekenhuis, in de kolom 'gebr.' zijn de hier gebruikte waarden vermeld.

	[61] MBq	[64] MBq	Alg1 MBq	Alg2 MBq	Acd MBq	gebr. MBq	[63] mSv/MBq	E mSv
<u>Skelet</u>								
^{99m} Tc fosfonaat	400-800	500	550	555	600	550	$5,7 \times 10^{-3}$	3,1
<u>Myocard</u>								
²⁰¹ Tl chloride	100-150	100			100	100	$2,2 \times 10^{-1}$	22
^{99m} Tc MIBI	600	600	1000	555	1100	1000	$8,5 \times 10^{-3(a)}$	8,5
^{99m} Tc tetrofosm.	600-700					1000	$7,3 \times 10^{-3(a)}$	7,3
<u>Longperfusie</u>								
^{99m} Tc MAA	100	100	70	125	100	100	$1,1 \times 10^{-2}$	1,1
<u>Renografie</u>								
^{99m} Tc MAG3	40	80	100	80	80	80	$7,0 \times 10^{-3}$	0,6
<u>Schildklierscan</u>								
^{99m} Tc pertechnet.	100	100		125	80	100	$1,3 \times 10^{-2}$	1,3
¹²³ I jodide	20	20	12	12	20	20	$2,2 \times 10^{-2}$	4,4
<u>Longventilatie</u>								
^{81m} Kr gas							$2,2 \times 10^{-5}$	0,09 ^(b)
^{99m} Tc aerosolen							$10^{-3}-10^{-2}$	
<u>Tumor/Infectie</u>								
⁶⁷ Ga citraat	150	185	120	185	150	150	$1,0 \times 10^{-1}$	15
²⁰¹ Tl	80-200			111		140	$2,2 \times 10^{-1}$	31
¹¹¹ In leucocyten	30	30				30	$3,6 \times 10^{-1}$	11
^{99m} Tc leucocyten	500	500	500			500	$1,1 \times 10^{-2}$	5,5
¹²³ I MIBG	300	300		300		300	$1,3 \times 10^{-2}$	3,9
¹³¹ I MIBG	30	30				30	$1,4 \times 10^{-1}$	4,2
¹¹¹ In octreotide			185	200		190	$5,4 \times 10^{-2}$	10
<u>Hartfunctie</u>								
^{99m} Tc erythrocyt.	500	500	600	600	740	550	$7,0 \times 10^{-3}$	3,9
<u>Hersenen</u>								
HM-PAO	500		800	740		600	$9,3 \times 10^{-3}$	5,6
¹²³ I IBZM	200			185		200	$3,0 \times 10^{-2}$	5,9
<u>Maagontleding</u>								
^{99m} Tc tin-colloid	10		10	18		10	$2,0 \times 10^{-2}$	0,2
<u>Lever/Milt</u>								
^{99m} Tc-colloid	80		75	200	80	80	$9,5 \times 10^{-3}$	0,8
<u>PET</u>								
¹⁸ F-FDG		370				370	$1,9 \times 10^{-2}$	7,4

^(a) gemiddelde van waarde bij inspanning en bij rust; ^(b) uit [64].

Uit de gegevens van de NVNG visitaties is slechts voor enkele instellingen bekend welke radiofarmaca worden toegepast bij de onderzoeken, zie Tabel 14.

Het is duidelijk dat voor een goede schatting van de collectieve effectieve dosis t.g.v. nucleaire geneeskunde meer gegevens moeten worden verkregen over de toegepaste radiofarmaca.

Tabel 14: Mate van toepassing (in procenten) van verschillende radiofarmaca per type onderzoek (vet) zoals aangenomen door Buijs [64] en zoals af te leiden uit de gegevens van een aantal algemene ziekenhuizen (Alg1-3), academische ziekenhuizen (Acd1-2) en een radiotherapie instituut (RT).

	(%)	[64]	Alg1	Alg2	Alg3	Acd1	Acd2	RT
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Myocard	100							
²⁰¹ Tl chloride	14							
^{99m} Tc (MIBI/tetrofosm.)	86							
Schildklierscan	100	100				100		100
^{99m} Tc pertechnetaat	50	28				67		99
¹²³ I jodide	50	72				33		1
Longventilatie						100		100
^{81m} Kr gas						100		
¹³³ Xe gas								100
^{99m} Tc aerosolen								
Tumor/Infectie		100	100	100	100	100	100	100
⁶⁷ Ga citraat				21	65	22	1	8
²⁰¹ Tl					0	22	22	0
leucocyten (¹¹¹ In/ ^{99m} Tc)		12			18		8	
¹¹¹ In octreotide		8				12		
MIBG (¹²³ I, ¹³¹ I)		3	4	8	16	23	16	
Hersenen						100	100	
HM-PAO						85	42	
¹²³ I IBZM						15	58	

4.4 Blootgestelde groep

Analoog aan §3.4 worden in deze paragraaf achtereenvolgens gegevens over aantallen patiënten bij nucleaire geneeskunde en hun leeftijds- en geslachtsverdeling gepresenteerd.

In de EJZ voor 1996 is van 27 ziekenhuizen naast het aantal nucleair geneeskundige onderzoeken ook het aantal patiënten in dat jaar bekend. Sommatie van deze getallen geeft 107272 onderzoeken en 99319 patiënten, ofwel een gemiddelde van 1,08 onderzoeken per patiënt in 1996. Per ziekenhuis varieert het aantal onderzoeken per patiënt tussen 1,00 en 1,52. In academische ziekenhuizen worden meer onderzoeken per patiënt gedaan (gemiddeld 1,21 in 1996) dan in algemene ziekenhuizen (gemiddeld 1,06 in 1996).

Over leeftijds- en geslachtsverdeling van de patiënten bij nucleair geneeskundige diagnostiek zijn weinig gegevens verkregen. Voor 1 academisch ziekenhuis is de leeftijdsverdeling gepubliceerd [55]. Voor een ander academisch ziekenhuis zijn de aantallen verrichtingen voor 1998 uit het ZIS verkregen, per type verrichting onderverdeeld in vier leeftijdscategorieën, zie Tabel 15.

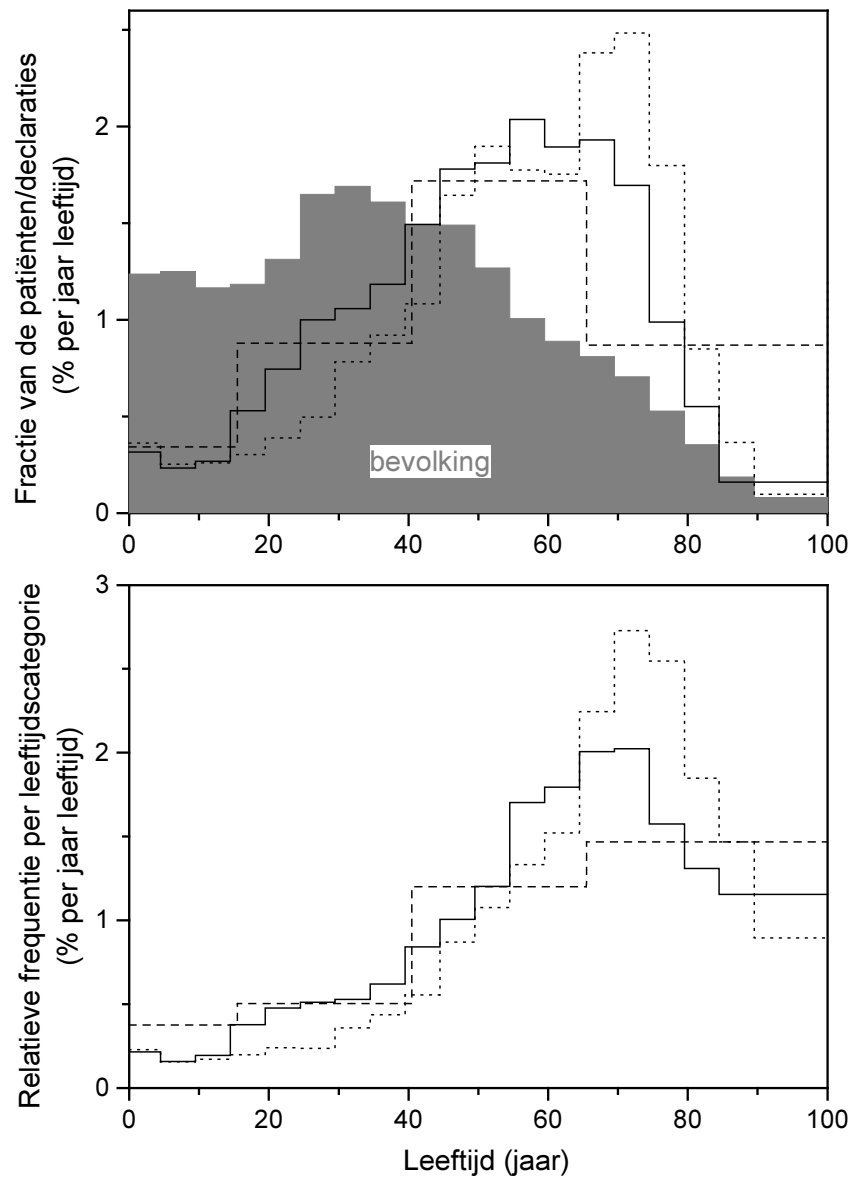
Tabel 15: Aantallen diagnostische verrichtingen in 1998 in een academisch ziekenhuis, opgedeeld in 4 leeftijdscategorieën van de patiënten.

	0-15 jaar	16-40 jaar	41-65 jaar	66+ jaar	totaal
Skelet	93	624	1160	590	2467
Myocard	0	15	250	146	411
Longperfusie (incl. ventilatie)	29	123	210	206	568
Renografie	279	109	146	58	592
Schildklierscan	13	147	287	121	568
Tumor/Infectie	53	52	99	40	244
Hartfunctie	2	33	82	11	128
Hersenen	42	21	63	21	147
Maagontleding	0	10	34	17	61
Lever/Milt	2	3	5	4	14
Overig	36	89	138	54	317
Totaal	549	1226	2474	1268	5517

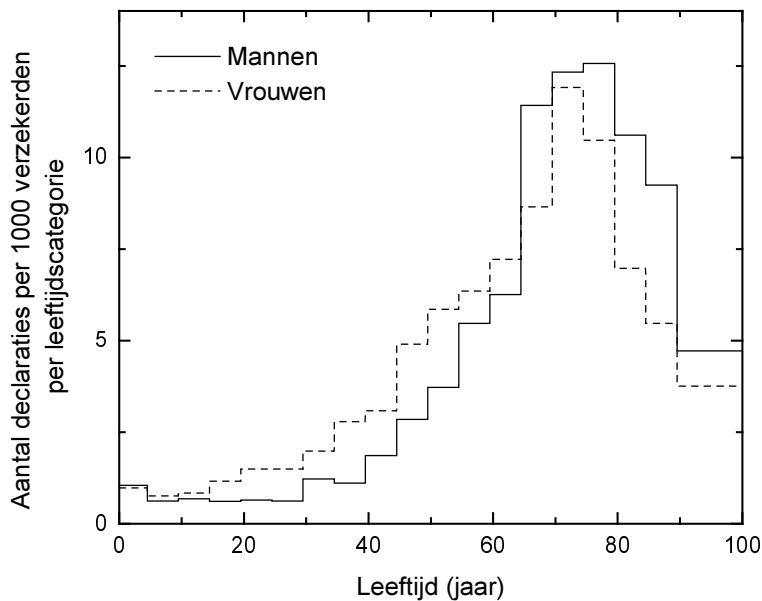
Van Vektis zijn, evenals voor radiologie (zie §0), per 5-jarige leeftijdscategorie en per geslacht aantallen declaraties verkregen voor nucleaire geneeskunde in 1998, uit een bestand van 2,944 miljoen particulier verzekerden. In Figuur 17 is de verdeling van aantallen declaraties naar leeftijd van de verzekerden vergeleken met de leeftijdsverdeling van patiënten bij nucleaire geneeskunde van twee academische ziekenhuizen. Vergelijking van deze figuur met Figuur 12 laat zien dat de patiënten bij nucleaire geneeskunde gemiddeld iets ouder zijn dan de patiënten bij radiologie.

In Figuur 18 is het aantal declaraties voor nucleaire geneeskunde per 1000 verzekerden per leeftijdscategorie voor mannen en vrouwen apart uitgezet. Bedenk dat per declaratie meerdere verrichtingen kunnen worden gedeclareerd en dat de declaratiefrequentie dus lager is dan de verrichtingsfrequentie. Indien de curven van Figuur 18 worden toegepast op de totale Nederlandse bevolking, dan volgt daaruit dat 57,3% van de declaraties voor nucleaire geneeskunde door vrouwen worden gedaan.

Bij nucleaire geneeskunde bij kinderen dienen de toe te dienen activiteiten te worden aangepast. De NVNG beveelt aan om de dosering aan te passen op basis van lichaamsgewicht [57]. Een doseringsschema voor kinderen, met de fractie van de volwassenenactiviteit als functie van het gewicht, is daarvoor te vinden in [57]. Er is geen inzicht in de mate waarin deze manier van doseren in de klinische praktijk in Nederland werkelijk wordt toegepast.



Figuur 17: Leeftijdsverdeling van patiënten bij nucleaire geneeskunde (boven) en verrichtingsfrequentie per leeftijdsgroep (beneden). De doorgetrokken lijn is voor nucleaire geneeskunde in het LUMC [55], de gestreepte lijn voor een ander academisch ziekenhuis en de stippellijn voor aantallen declaraties door particulier verzekerden [56]. De leeftijdsopbouw van de bevolking is in grijs in het bovenste figuur aangegeven.



Figuur 18: Declaratiefrequentie voor nucleaire geneeskunde voor particulier verzekerden per leeftijdsgroep, voor mannen en vrouwen afzonderlijk [56].

4.5 Samenvatting

In dit hoofdstuk zijn de verzamelde gegevens over nucleair geneeskundige diagnostiek gepresenteerd. De vergunde isotopen en hoeveelheden zijn weinig specifiek voor de klinische productie op een afdeling nucleaire geneeskunde. Gebruik van deze gegevens leidt tot overschatting van de productie. Jaarlijks worden volgens de vergunningen overzichten gemaakt van de gebruikte radioactieve stoffen, maar deze overzichten zijn niet op een centrale plek voorhanden. Het totaal aantal onderzoeken en ook het (jaarlijks) totaal aantal patiënten in Nederland is af te leiden uit de EJZ. Voor een minimaal inzicht in de stralingsbelasting is eveneens de verdeling in verschillende typen verrichtingen nodig. Deze relatieve verdeling is in de pilotstudie verkregen uit overzichten die NVNG bij visitaties heeft verkregen. Vergelijking van deze verdeling over verschillende typen verrichtingen met de verdeling van een tiental jaren geleden laat zien dat zij niet aan grote schommelingen onderhevig is. Daaruit valt te concluderen dat de huidige visitatiefrequentie van enkele afdelingen per jaar voldoende is om een actueel overzicht te houden. Voor een schatting van de effectieve dosis per onderzoek bij nucleaire geneeskunde zijn gegevens over toegediende activiteiten nodig. De aanbevelingen van NVNG [57] geven een goed overzicht van de, althans gewenste, klinische praktijk in Nederland. Slechts van enkele afdelingen zijn lijsten met standaard toegepaste activiteiten verkregen. Overigens is voor een goed inzicht in de blootstelling het van belang te weten welk radiofarmacon wordt toegepast bij een bepaald onderzoek. Indien er meerdere mogelijkheden zijn, bijvoorbeeld ^{201}Tl en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ voor myocardonderzoek, dan is kennis van de (relatieve) toepassingsfrequentie van deze radiofarmaca noodzakelijk. Gegevens daarover zijn nu slechts

voor enkele afdelingen beschikbaar. Net zoals bij röntgendiagnostiek in ziekenhuizen vormen de gegevens van ziektekostenverzekeraars de enige structurele bron voor leeftijds- en geslachtsverdeling van de patiënten. Tenslotte wordt opgemerkt dat voor de dosering van kinderen niet kon worden nagegaan in hoeverre de aanbevelingen [57] in de praktijk worden gevolgd.

In Hoofdstuk 6 worden, samen met de gegevens voor röntgendiagnostiek, de in dit hoofdstuk gepresenteerde gegevens over aantallen verrichtingen en dosis gecombineerd tot een overzicht van de collectieve blootstelling. In §6.3 wordt verder ingegaan op de informatie die op dit ogenblik ontbreekt om structureel zo'n overzicht te kunnen samenstellen.

5. EXTRAMURALE RÖNTGENVERRICHTINGEN

In de pilotstudie is de nadruk gelegd op het verzamelen van gegevens over verrichtingen die significant bijdragen aan de individuele en/of collectieve dosis ten gevolge van medische diagnostiek. Röntgenonderzoeken buiten de ziekenhuizen behoren hier niet toe. Informatie daarover is echter wel van belang om een volledig beeld te krijgen van de toepassing van ioniserende straling in Nederland. Bovendien is het van belang voor inzicht in de verschillende typen van blootstelling zoals genoemd in artikel 1 (lid 2) van Euratom richtlijn [5], te weten:

- 1) blootstelling van patiënten ten behoeve van medische diagnose of behandeling,
- 2) blootstelling van personen t.b.v. bedrijfsgeneeskundige controles,
- 3) blootstelling van personen t.b.v. bevolkingsonderzoeken,
- 4) blootstelling van gezonde personen of patiënten die vrijwillig deelnemen aan medische of biomedische diagnostische of therapeutische onderzoeksprogramma's en
- 5) blootstelling van personen t.b.v. medisch-juridische procedures.

In opeenvolgende paragrafen worden in dit hoofdstuk gegevens over extramurale tandheelkunde, het bevolkingsonderzoek borstkanker en overige röntgentoepassingen gepresenteerd. In de eerste twee paragrafen komen dezelfde soort gegevens aan de orde als in de twee voorgaande hoofdstukken, zij het dat de indeling per paragraaf is aangepast aan de (uitgebreidheid van de) gegevens. Paragraaf 5.3 over overige toepassingen heeft een meer beschrijvend karakter, waarbij ook expliciet wordt ingegaan op de blootstellingstypen 2 t/m 5 zoals hierboven genoemd. Voor de volledigheid wordt ook type 4 kort behandeld, hoewel blootstelling t.b.v. wetenschappelijk onderzoek doorgaans binnen ziekenhuizen plaatsvindt. De combinatie van de gegevens over aantallen verrichtingen en schattingen van de dosis tot een overzicht van de collectieve blootstelling aan medische diagnostiek staat in Hoofdstuk 6, waarbij uit de vergelijking met röntgendiagnostiek en nucleaire geneeskunde in ziekenhuizen duidelijk zal worden dat de in dit hoofdstuk gepresenteerde blootstellingen slechts een klein aandeel vormen in de collectieve stralingsbelasting door medische diagnostiek.

5.1 Tandheelkunde

In deze paragraaf worden de gegevens over tandheelkundige röntgenfoto's door tandartsen en orthodontisten buiten de ziekenhuizen gepresenteerd. Achtereenvolgens komen in sub-paragrafen de toestellen, de aantallen onderzoeken c.q. röntgenfoto's (met opsplitsing in kinderen en volwassenen) en de dosis per foto c.q. onderzoek aan bod.

5.1.1 Apparatuur

Tandartsen gebruiken röntgentoestellen met een maximale buisspanning van minder dan 100 kV. Deze toestellen zijn dus niet vergunningplichtig, maar dienen

volgens de KEW wel gemeld worden. In de archieven van AI/CK/B zijn deze meldingen beschikbaar, maar het is onduidelijk in hoeverre dit een volledig en actueel overzicht geeft van de röntgentoestellen die door tandartsen worden gebruikt. Er is in deze pilotstudie geen poging gedaan deze gegevens daadwerkelijk te verzamelen en analyseren.

5.1.2 Verrichtingen en blootgestelde groep

Jaarlijks houdt NMT een onderzoek 'Tandheelkundige Consumptie' via een steekproef onder tandartsen. In [66] is voor de jaren 1993 - 1996 o.a. over de resultaten van dit onderzoek gerapporteerd. In de steekproef wordt gevraagd naar aantallen intraorale foto's, tomografische panorama opnamen en röntgenschedelprofielfoto's, uitgesplitst naar leeftijd (0-17 jaar en 18 jaar en ouder) en verzekeringstype (ziekenfonds / particulier) van de patiënten. In de periode 1993 - 1996 betrof het een longitudinaal onderzoek, waarbij eenzelfde groep tandartsbezoekers in de tijd is gevolgd (8617 in 1996) [67].

In 1997 is de NMT steekproef flink uitgebreid en sindsdien worden de gegevens op elektronische wijze verzameld. In 1998 zijn op deze manier gegevens verkregen van 408 tandartsen, die ieder een aselechte 25%-steekproef uit hun patiëntenbestand hebben genomen, resulterend in gegevens over 378237 patiënten [68]. In vergelijking met de longitudinale verzameling van verrichtingengegevens over 1993 - 1996 is er bij deze cross-sectionele benadering over 1998 wat betreft de steekproeftrekking van patiënten sprake van enkele belangrijke verschillen [69]. In de longitudinale gegevensverzameling zijn de steekproeven destijds door de betreffende tandartsen handmatig getrokken, waarbij zij erop moesten letten dat de patiënten dentaat waren en feitelijk ingeschreven in de praktijk sinds een bepaalde datum. In de huidige cross-sectionele gegevensverzameling wordt de steekproeftrekking echter door de computer gedaan, waarbij alle 'ingeschreven' patiënten kunnen worden geselecteerd. Dit betekent dat naast dentaten ook edentaten (personen zonder eigen tanden) in de steekproef terecht kunnen komen, evenals (indien niet uit het bestand gehaald) ook passanten (bijvoorbeeld ad hoc patiënten ten gevolge van weekenddiensten of na horizontale verwijzingen) en feitelijk reeds vertrokken patiënten. In de cross-sectionele steekproef wordt een strikt onderscheid gemaakt tussen patiënten die de tandarts tenminste één keer in een jaar hebben bezocht voor een periodieke controle (regelmatige tandartsbezoekers) en patiënten die de tandarts niet hebben bezocht voor een periodieke controle (niet-regelmatige tandartsbezoekers). In Tabel 16 zijn de onderzoeksfrequenties voor de röntgenverrichtingen uit de NMT steekproef in 1998 voor regelmatige tandartsbezoekers weergegeven. Voor niet-regelmatige tandartsbezoekers zijn deze gegevens eveneens door NMT beschikbaar gesteld. De jaarlijkse aantallen röntgenverrichtingen per 100 niet-regelmatige tandartsbezoekers zijn ruwweg een orde van grootte kleiner dan die voor de regelmatige tandartsbezoekers in Tabel 16.

De gegevens uit de NMT steekproef zijn met behulp van gegevens van CBS op te schalen naar landelijke totalen, rekening houdend met de verzekeringswijze, leeftijd (jeugd / volwassene) en wel / geen regelmatig tandartsbezoek (tenminste / minder dan eens per jaar) [69]. In 1998 was 63,2% van de Nederlandse bevolking

in het ziekenfonds en 35,2% particulier (inclusief publiekrechtelijk) verzekerd [70]. In dat jaar heeft 74,7% van de ziekenfondsverzekerden en 81,6% van de particulier (inclusief publiekrechtelijk) verzekerden een tandarts bezocht [71]. Voor de jeugd (0 - 19 jaar) is het contactpercentage (83,6% in 1998) met de tandarts significant hoger dan dat van de totale bevolking (77,6%). Het resultaat van combinatie van deze CBS gegevens met de NMT gegevens staat in Tabel 17. Van de geschatte 6,17 miljoen intra-orale tandartsfoto's in 1998 zijn er 5,92 miljoen gemaakt bij de regelmatige tandartsbezoekers en 0,24 miljoen bij niet-regelmatige tandartsbezoekers. Voor 1998 volgt uit de gegevens van de regelmatige tandartsbezoekers een gemiddelde van 1,3 intra-orale foto's per onderzoek.

Tabel 16: Tandheelkundige röntgenverrichtingen per 100 regelmatige tandartsbezoekers volgens het onderzoek Tandheelkundige Consumptie in 1998 door NMT [68]. De verrichtingen zijn uitgesplitst naar volwassenen en jeugd en naar ziekenfonds en particulier verzekerden (onb.=onbekend). Bij de intra-orale röntgenfoto's (IO) is onderscheid gemaakt tussen de eerste foto en elke volgende foto in dezelfde zitting. Met OPG wordt de orthopantomogram (een panoramische foto) bedoeld, RSP staat voor röntgeschedelprofielfoto en met n is het aantal tandartsbezoekers in de steekproef weergegeven.

	volw. zkf.	volw. part.	jgd. zkf.	jgd. part.	onb.	totaal
IO (eerste)	44,2	48,3	13,9	12	42,86	38,1
IO (volgende)	14,1	14	5,6	3,1	4,7	11,9
IO (alle)	58,3	62,3	19,5	15,1	47,56	50
OPG	0,2	0,2	0,4	0,4	0	0,3
RSP	0	0	0,3	0,3	0	0,1
overig	0,1	0,4	0	0,2	0	0,1
n	120001	60523	28338	25958	364	235184

Van Aken heeft voor een tijdsspanne van 30 jaar de aantallen intra-orale röntgenfilms die in Nederland aan tandartsen zijn verkocht geïnventariseerd [72]. In 1988 betrof dit 5,8 miljoen intra-orale röntgenfilms [72]. Op het moment van schrijven is Velders, ACTA, bezig met eenzelfde inventarisatie voor 1998 [73]. Op basis van gegevens van één fabrikant van röntgenfilms schat zij dat het verkochte aantal films vrijwel gelijk is gebleven aan het aantal in 1988, in redelijke overeenstemming met het getal voor 1998 in Tabel 17.

Een groot deel van de intra-orale opnamen door tandartsen wordt gemaakt in het kader van periodiek onderzoek. Verdonschot heeft in 1995 aanbevelingen gedaan voor de onderzoeksfrequentie met intra-orale röntgenopnamen [74]. Bij jeugdigen met een verhoogd cariërisico (betreft 30% van de jongeren) beveelt Verdonschot een onderzoeksfrequentie aan van eens in de drie jaar, bij overige jongeren eens in de vier jaar en bij volwassenen eens in de vier à acht jaar [74]. Ervan uitgaande dat intra-orale röntgenopnamen voor periodieke controle vanaf een leeftijd van 10 jaar gemaakt worden, dat geen foto's gemaakt worden bij mensen met een

volledig kunstgebit (17.1% van de volwassenen in 1998 [71]) en dat er twee intra-orale foto's per onderzoek gemaakt worden, leidt deze aanbeveling tot een jaarlijks aantal van 3,2 tot 5,8 miljoen intra-orale röntgenfoto's voor periodiek onderzoek.

Naast tandartsen zijn er orthodontisten met een eigen praktijk die tandheelkundige röntgenopnamen maken. Voor 1996 heeft NMT via een peiling onder ongeveer de helft van de 250 orthodontisten met een eigen praktijk gegevens verkregen over aantallen röntgenfoto's in de orthodontische praktijk, zie Tabel 18.

Tabel 17: Totale aantallen röntgenopnamen door tandartsen in 1998 in Nederland, verkregen door opschaling van gegevens van de NMT steekproef [68] met CBS gegevens [70, 71]. De opschaling is voor regelmatige en onregelmatige tandartsbezoekers apart gedaan.

	regelmatige bezoekers	niet- regelmatige bezoekers	totaal
Intra-orale foto's (eerste in een zitting)	$4,52 \times 10^6$	$0,18 \times 10^6$	$4,69 \times 10^6$
Intra-orale foto's (elke volgende in dezelfde zitting)	$1,41 \times 10^6$	$0,07 \times 10^6$	$1,47 \times 10^6$
Intra-orale foto's (alle)	$5,92 \times 10^6$	$0,24 \times 10^6$	$6,17 \times 10^6$
Orthopantomogrammen	29×10^3	5×10^3	34×10^3
Röntgeschedelprofielfoto's	$8,4 \times 10^3$	$0,9 \times 10^3$	$9,4 \times 10^3$
Overige röntgenfoto's	22×10^3	$0,4 \times 10^3$	22×10^3

Tabel 18: Röntgenverrichtingen door orthodontisten in 1996, zoals verzameld door NMT. De totale aantallen zijn verkregen door de door NMT opgegeven gemiddelde aantallen per orthodontist te vermenigvuldigen met 250, het aantal orthodontisten met een eigen praktijk in Nederland in 1996 [67].

Omschrijving (volgens tarievenlijst orthodontie)	Totaal aantal
Intra-orale foto	$6,0 \times 10^3$
Occlusale opbeetfoto	15×10^3
Extra-orale foto	$0,3 \times 10^3$
Orthopantomogram	89×10^3
Röntgeschedelprofielfoto met cephalometrische analyse	66×10^3
Röntgeschedelprofielfoto zonder cephalometrische analyse	2×10^3
Röntgenonderzoek d.m.v. hand/pols foto's	$4,5 \times 10^3$

5.1.3 Patiëntdosis

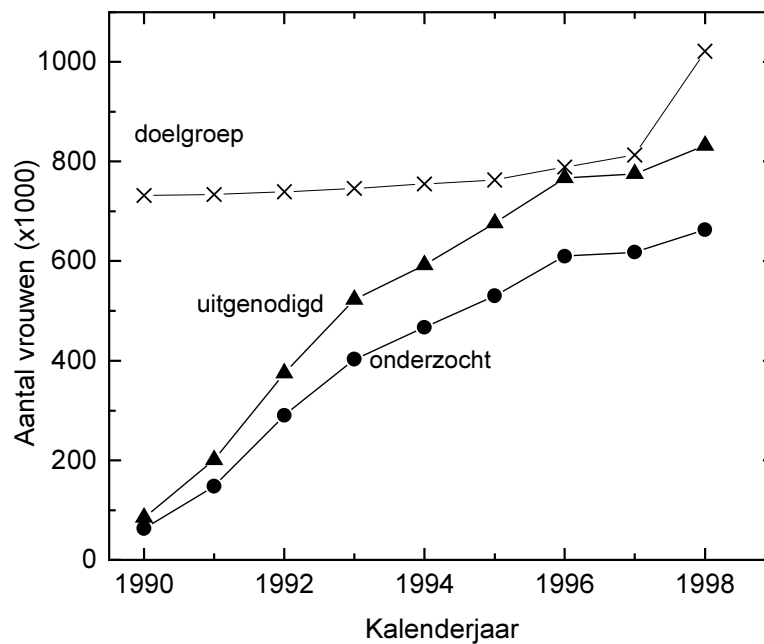
Door Velders en collega's van ACTA onderzoek gedaan naar de patiëntdosis t.g.v. tandheelkundige röntgenfoto's in Nederland [75, 76, 77, 78]. Voor drie tandheelkundige röntgenapparaten is met verschillende collimatoren de effectieve dosis voor een intra-orale röntgenfoto bepaald. Dit leidde tot waarden tussen de 1 en 4 μSv per opname [77]. In [79] schat Velders de gemiddelde effectieve dosis per intra-orale opname in Nederland op 3 à 4 μSv . Voor tomografische panorama-opnamen rapporteert zij een effectieve dosis van 6 tot 11 μSv [78].

5.2 Bevolkingsonderzoek borstkanker

Gegevens over het bevolkingsonderzoek naar borstkanker worden hieronder gepresenteerd en/of aangehaald. De indeling in sub-paragrafen is dezelfde als in de voorgaande paragraaf: eerst gegevens over de apparatuur, dan over de doelgroep en aantallen onderzoeken en tenslotte over de dosis per mammogram.

5.2.1 Apparatuur

In december 1998 waren er 54 screeningseenheden beschikbaar voor het bevolkingsonderzoek borstkanker, waarvan 8 statische en 46 mobiele [80]. Voor een lijst van deze eenheden, met merk en type van de apparatuur, evenals voor technische specificaties en vergelijking van de prestaties wordt verwezen naar het LRCB rapport over inspecties van de screeningseenheden in de periode 1997-1998 [80]. Het uiteindelijke aantal screeningseenheden voor het bevolkingsonderzoek van vrouwen tussen 50 en 75 jaar (zie hieronder) zal rond de 60 liggen [81].



Figuur 19: Verloop van de invoering van het bevolkingsonderzoek naar borstkanker [82].

5.2.2 *Verrichtingen en blootgestelde groep*

Begin jaren negentig is in Nederland het bevolkingsonderzoek naar borstkanker geïmplementeerd. In 1996 was de capaciteit om vrouwen in de leeftijd van 50-69 jaar tweemaal te kunnen screenen gerealiseerd. Met ingang van 1998 is de doelgroep uitgebreid tot 75 jaar. In dat jaar was echter de extra capaciteit voor de uitgebreide doelgroep nog niet gerealiseerd (Figuur 19).

Voor een uitgebreide beschrijving van het bevolkingsonderzoek naar borstkanker wordt verwezen naar LETB rapportages, zoals [82,83], en referenties daarin. In Figuur 19 is de trend in het aantal vrouwen dat jaarlijks uitgenodigd zou moeten worden, het aantal daadwerkelijk uitgenodigde vrouwen en het aantal onderzochte vrouwen weergegeven. Het opkomstpercentage is vrijwel constant: in de periode 1994 - 1998 varieerde het tussen 78,4% en 79,7%.

Voor een schatting van de collectieve stralingsbelasting is het totaal aantal screeningsmammogrammen nodig. Omdat dit niet direct bekend is, wordt het totaal aantal foto geschat uit de aantallen onderzoeken en informatie over de uitvoering daarvan. Bij vrouwen die voor het eerst gescreend worden, worden per borst twee röntgenfoto's gemaakt, te weten een mediolatero-oblique en een craniaal-caudale opname. Bij de vervolgscreeningen wordt de craniaal-caudale opname alleen gemaakt op indicatie [84]. Op het moment van schrijven is een optimalisatiestudie naar o.a. de indicatiestelling voor deze aanvullende opnamen in afronding [83, 84]. Op basis van de eerste gegevens van die studie wordt geschat dat bij 20% à 30% van de vrouwen in vervolgscreeningen deze aanvullende opnamen worden gemaakt [84]. Indicaties daarvoor zijn bijvoorbeeld een duur van meer dan 2½ jaar sinds de laatste screening, of een verzoek van de beoordelend radioloog bij de vorige screening [84]. De indruk bestaat dat in het merendeel van de gevallen waarin bij vervolgscreeningen aanvullende craniaal-caudale opnamen worden gemaakt, dit voor beide borsten gedaan wordt [84]. Overigens zijn geen gegevens verkregen van aantallen mammogrammen die opnieuw worden gemaakt vanwege technische problemen of bijvoorbeeld incomplete afbeelding van de borst. In 1997 werden 618.000 vrouwen onderzocht, waarvan er 141.000 voor de eerste maal gescreend werden [83]. Aangenomen dat gemiddeld per onderzoek in de eerste ronde 4 mammogrammen worden gemaakt en in de vervolgronden 2 per onderzoek, wordt het totaal aantal screeningsmammogrammen in 1997 op 1,52 miljoen geschat. Indien wordt uitgegaan van gemiddeld 2 extra opnamen per borst in 25% van de vervolgscreeningen (en daarbij aangenomen wordt dat het aantal mammogrammen dat opnieuw wordt gemaakt wegens fouten, wordt gecompenseerd met het aantal extra opnamen die in de vervolgronden slechts van één borst worden gemaakt), komen daar nog eens 239.000 mammogrammen bij, waarmee de totale schatting uitkomt op 1,76 miljoen screeningsmammogrammen. Dit betekent dus een gemiddelde van 2,84 mammogrammen per onderzoek, ofwel 1,42 mammogrammen per onderzoek per borst.

5.2.3 *Patiëntdosis*

LRCB heeft in samenwerking met TNO een studie verricht naar de dosis bij screeningsmammogrammen [85]. Uit gegevens van periodieke testen van screeningseenheden in 1997-1998 heeft Van Engen de gemiddelde glandulaire dosis

per opname bepaald op 1,37 mGy [85]. Deze waarde is verkregen voor een 5 cm perspex fantoom, met standaard instelling van de apparatuur (molybdeen anode, molybdeen filter, buisspanning 28 kV). In combinatie met het gemiddelde van 1,42 mammogrammen per onderzoek per borst (zie hierboven), betekent dit dus per screeningsonderzoek een gemiddelde dosis in het borstweefsel van 1,95 mGy, corresponderend met een effectieve dosis van 0,20 mSv.

5.3 Overige röntgenonderzoeken en typen van blootstellingen

Met beperkte inspanning is enige informatie verkregen over 'overige röntgenonderzoeken'. Om een indruk te geven van de beschikbaarheid van gegevens en van de orde van grootte van de aantallen, wordt deze summier informatie gepresenteerd in deze paragraaf. Dit geeft dus geen volledig beeld van alle röntgentoepassingen buiten ziekenhuizen: er is bijvoorbeeld niet onderzocht of en hoeveel röntgenfoto's bijvoorbeeld in privé-klinieken of door chiropractici gemaakt worden.

De indeling die voor de sub-paragrafen gevolgd wordt is de indeling in typen van blootstelling 2 t/m 5 zoals gespecificeerd in de Euratom richtlijn (zie de inleiding van dit hoofdstuk).

5.3.1 Bevolkingsonderzoek

Volgens artikel 2 (lid 1) van de WBO is bevolkingsonderzoek waarbij gebruik wordt gemaakt van ioniserende straling sinds 1996 vergunningplichtig. De Gezondheidsraad bekijkt de vergunningaanvragen en adviseert de minister, die uiteindelijk beslist of een vergunning wordt afgegeven. Tot op heden zijn er een beperkt aantal onderzoeken waarbij ioniserende straling wordt toegepast door de commissie beoordeeld en goedgekeurd [86, 87, 88, 89]. In de aangehaalde voorbeelden ging het om botdichtheidsmetingen met DEXA (zie ook de dosisschatting 1 tot 3 μ Sv per onderzoek door Barentzen [90]), thoraxopnamen, foto's van wervelkolom, bekken en/of knieën en SPECT-scans van de hersenen. Een aantal van deze onderzoeken vallen zowel onder bevolkingsonderzoek volgens de WBO als onder wetenschappelijk onderzoek dat in §5.3.3 aan de orde komt, zie daarvoor ook [88, 89].

Met de mammascreening en de tandartsfoto's (waarvan het grootste deel wordt gemaakt t.b.v. periodiek onderzoek, §5.1.2), zijn in de twee voorgaande paragrafen de belangrijkste blootstellingen in het kader van bevolkingsonderzoek besproken. In deze sub-paragraaf worden enkele gegevens over TBC screening met thoraxopnamen gepresenteerd, de belangrijkste van de overige hierboven aangehaalde onderzoeken.

Naar aanleiding van een (exemplarische) vergunningaanvraag van een van de 45 GGD'en die betrokken zijn bij TBC screening heeft de Commissie WBO van de Gezondheidsraad een advies uitgebracht [87]. Dit advies is gedeeltelijk gebaseerd op gegevens van KNCV. Deze gegevens betreffen o.a. een eenmalige raming van aantallen toestellen en foto's, welke door Van Gerven van de KNCV eveneens beschikbaar zijn gesteld voor de pilotstudie IMS [91]. Er is geen centrale

registratie van aantallen verrichtingen door GGD'en [92]. In principe maken de GGD'en wel jaarverslagen waarin gegevens daarover te vinden zijn.

TBC screening kan worden gedaan met behulp van thoraxfoto's of met behulp van de Mantoux-test (immunologische tuberculine huidtest). Radiologische screening van de algemene bevolking op tuberculose is in Nederland in 1982 beëindigd. Momenteel vindt TBC screening plaats onder specifieke doelgroepen [87]:

- risicogroepen (bijvoorbeeld asielzoekers/immigranten, nieuw gedetineerden, buitenlandse zeevarenden);
- vermoede risicogroepen (zoals dak- en thuislozen, drugsverslaafden en illegalen);
- contactgroepen (personen die in contact komen met mensen uit risicogroepen of met TBC bacillen in microbiologische laboratoria);
- bron- en contactopsporing (opsporing van infectiebronnen en screening van personen die contact hebben (gehad) met bronpatiënten).

Mensen uit de eerste categorie worden doorgaans radiologisch onderzocht, personen uit de laatste twee categorieën krijgen in beginsel een Mantoux test, maar er zijn nadrukkelijk uitzonderingen op deze regels.

Op 1 januari 1999 waren er in totaal 54 röntgentoestellen in gebruik bij de GGD'en in Nederland, waarvan 46 vaste en 8 mobiele opstellingen [91]. KNCV schat dat jaarlijks 29.000 thoraxfoto's gemaakt worden t.b.v. screening van asielzoekers in de eerste week na aankomst in opvangcentra, 11.000 voor periodieke halfjaarlijkse screenings in opvangcentra en asielzoekerscentra en 13.500 in penitentiaire inrichtingen, leidend tot een geschat jaarlijks totaal van 53.500 thoraxfoto's voor TBC screening [91].

Van één van de grotere GGD'en die TBC screening uitvoeren is het jaarverslag opgevraagd [93]. Deze GGD beschikt over 1 vast en 3 mobiele röntgentoestellen [94]. In het jaarverslag staan de activiteiten in het TBC-bureau, uitgesplitst naar verschillende categorieën onderzochte personen, zie Tabel 19. Volgens Balten [95] betreffen de onderzoeken in Tabel 19 voornamelijk thoraxfoto's, maar zitten er ook enkele honderden Mantoux-tests bij, met name in de keuringen waarin op basis van de registratie geen onderscheid kan worden gemaakt tussen de twee onderzoeksmethoden. Over de dosis bij thoraxopnamen voor TBC screening door GGD'en zijn geen gegevens verkregen.

Tabel 19: Aantallen TBC-onderzoeken door een GGD in 1998 [93].

Categorie onderzochte personen	Aantal
Buitenlandse werknemers	587
Controle buitenlandse werknemers	1246
Asielzoekers eigen regio	2401
Asielzoekers andere regio	18519
Gedetineerden eigen regio	2300
Gedetineerden andere regio	6218
Diversen andere regio	621
Herhaling asielzoekers eigen regio	1559
Herhaling asielzoekers andere regio	6078
Personeel opvangcentrum / asielzoekerscentrum	433
Personeel penitentiaire inrichtingen	97
Drugsverslaafden en dak- en thuislozen	82
Controle i.v.m. contactopsporing / bronopsporing	1659
Controle divers	783
BCG-project: vaccinatie	628
BCG-project: controle	90
Keuringen	1226

5.3.2 Bedrijfsgeneeskundige blootstellingen

Uit gesprekken met enkele personen van Arbo-diensten bestaat de indruk dat deze bedrijfsgeneeskundige diensten steeds minder zelf röntgenfoto's maken. KLM had bijvoorbeeld tot twee jaar geleden twee röntgenapparaten: een voor gebitsfoto's en een voor thoraxopnamen [96]. Gebitsfoto's werden standaard bij aanstelling gemaakt t.b.v. identificatie na een ongeval. Dit gebeurt nu alleen nog op verzoek van de werknemers, die dan worden doorgestuurd naar een ziekenhuis. Beide toestellen zijn inmiddels afgevoerd [96]. Het röntgentoestel bij de Arbo-dienst van Shell Rotterdam wordt op het ogenblik niet meer gebruikt en overdracht van het toestel is voorbereid [97]. De laatste röntgenonderzoeken met dit toestel dateren van 1998. Het jaarlijks aantal was veel kleiner dan 100 en betrof vrijwel alleen foto's van extremiteiten op verdenking van botbreuken na een ongeval. Drie benaderde landelijke Arbo-organisaties melden dat zij voor röntgenonderzoeken altijd doorverwijzen naar ziekenhuizen. Deze onderzoeken zijn dus meegeteld in de gegevens van Hoofdstuk 3. Er is in de pilotstudie geen inzicht verkregen in aantallen en type verwijzingen voor bedrijfsgeneeskundige onderzoeken.

Het Ministerie van Defensie beschikt over diverse röntgendiagnostiek-apparaten die worden gebruikt voor controle bij werving en selectie van militairen, door de eigen tandartsen en voor onderzoek van uitgezonden personeel. Aantallen verrichten worden niet centraal geregistreerd en gegevens over aantallen mobiele apparaten zijn niet openbaar [98]. Overigens zijn de gegevens van het ene militaire ziekenhuis in Nederland beschikbaar in de EJZ en maken dus deel uit van de in Hoofdstuk 3 gepresenteerde totaalcijfers.

5.3.3 Wetenschappelijk onderzoek

Medisch wetenschappelijk onderzoek waarbij patiënten worden blootgesteld aan ioniserende straling vindt voornamelijk plaats in (academische) ziekenhuizen en radiotherapie-instituten. Sinds 1 december 1999 is de Wet op het medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen (WMOM) van kracht [99, 100]. Volgens deze wet dienen alle onderzoeksprotocollen vooraf te worden getoetst door een erkende commissie. De erkende commissies worden gepubliceerd in de staatscourant (zie bijvoorbeeld [101]). Erkenning gebeurt door een centrale commissie, die zetelt bij de Gezondheidsraad. Alle onderzoeken moeten volgens de WMOM bij deze centrale commissie gemeld worden en daarmee vormt deze commissie waarschijnlijk een goede ingang voor een overzicht van wetenschappelijk onderzoek met ioniserende straling bij patiënten / proefpersonen. In deze pilotstudie is de centrale commissie niet benaderd. Aanvullende informatie is wellicht te verkrijgen bij de individuele erkende medisch-ethische commissies van de instellingen zoals gepubliceerd in de Staatscourant.

Voor wetenschappelijk onderzoek dat gebruik maakt van bevolkingsonderzoek zoals gedefinieerd in de WBO wordt verwezen naar §5.3.1.

5.3.4 Medisch-juridische controles

Volgens Van der Heijden van het Ministerie van Justitie worden er, naast de TBC-screening, weinig röntgenfoto's in de medisch-juridische sfeer gemaakt [102]. Voor TBC screening rijden mobiele röntgentoestellen van de GGD'en in Flevoland en Tilburg langs de penitentiaire inrichtingen (zie ook hierboven).

In een zeldzaam geval worden röntgenfoto's gemaakt bij het opsporen van ingeslikte voorwerpen (messen e.d., geen drugs). Deze foto's worden in het algemeen gemaakt in een nabijgelegen ziekenhuis.

Acuut zieke gevangenen worden in ziekenhuizen in de buurt van de penitentiaire inrichtingen onderzocht en behandeld. Chronisch zieken kunnen worden behandeld in het ziekenhuisdeel van Penitentiair Complex Scheveningen. Overigens zijn daar veel medische voorzieningen aanwezig waarover algemene ziekenhuizen beschikken en vinden er allerhande medische verrichtingen, waaronder operaties, plaats [102]. Gegevens hierover zitten niet in de EJZ.

Er is niet gepoogd een beeld te krijgen van het aantal personen dat wordt onderzocht met ioniserende straling in het kader van verzekeringen en het voorkómen van claims.

5.4 Samenvatting

In dit hoofdstuk zijn gegevens gepresenteerd van medische stralingstoepassingen buiten ziekenhuizen. Deze toepassingen betreffen alleen röntgendiagnostiek, en verreweg het grootste deel bestaat uit tandheelkundige röntgenopnamen door tandartsen en orthodontisten en screeningsmammogrammen bij het bevolkingsonderzoek naar borstkanker. Wat de aantallen tandartsfoto's betreft, vormt de

jaarlijkse steekproef Tandheelkundige Consumptie van NMT een structurele gegevensbron. Wel is er een nader te onderzoeken discrepantie tussen het totale aantal intra-orale foto's dat uit extrapolatie van NMT gegevens volgt en het aantal uit andere schattingen. De meest recente inventarisatie van de dosis bij tandheelkundige opnamen in Nederland stamt uit begin jaren negentig. Hoewel het voor de gemiddelde effectieve dosis om lage waarden gaat is, vanwege de opmars van digitale tandheelkundige röntgenopnamen, een hernieuwde schatting hiervan aan te bevelen. Voor het bevolkingsonderzoek borstkanker rapporteert LETB jaarlijks vele gegevens zoals aantallen onderzoeken, terwijl LRCB de technische kwaliteitsbewaking uitvoert en daarover rapporteert. Op het moment van schrijven voert o.a. LRCB een studie uit naar de dosis voor een screeningsmammogram. Gegevens van LRCB en LETB verschaffen hiermee voldoende inzicht in de blootstelling ten gevolge van het bevolkingsonderzoek naar borstkanker.

In het laatste deel van dit hoofdstuk zijn enkele voorbeelden gegeven van typen van blootstellingen zoals die in de Euratom richtlijn zijn omschreven naast de blootstelling voor diagnose of therapie. Daarbij is in de pilotstudie niet gepoogd om alle mogelijke gegevens te verzamelen voor deze blootstellingstypen, noch om een compleet overzicht te krijgen van alle medische blootstellingen buiten ziekenhuizen. De beperkte inventarisatie laat zien dat in het algemeen aantallen wel globaal te schatten zijn, maar dat precieze informatie moeilijk te achterhalen is. Zo wordt bij TBC-screening bij GGD'en soms geen onderscheid gemaakt in Mantoux-tests en thoraxopnamen. Gegevens over dosis voor deze 'overige röntgenonderzoeken' zijn nauwelijks aangetroffen. Overigens overlappen de verschillende typen van blootstelling elkaar op enkele plaatsen: bevolkingsonderzoek volgens de WBO valt bijvoorbeeld soms ook onder wetenschappelijk onderzoek.

In het volgende hoofdstuk met een overzicht van de collectieve blootstelling van de bevolking aan medische diagnostiek worden uit dit hoofdstuk alleen de gegevens over extramuraal tandheelkunde, het bevolkingsonderzoek borstkanker en de TBC-screening meegenomen. De overige blootstellingen, voor zover ze geen deel uitmaken van röntgendiagnostiek in ziekenhuizen (Hoofdstuk 3), worden niet meegenomen omdat ze een verwaarloosbare bijdrage leveren aan de collectieve stralingsbelasting. Inzicht in deze 'overige blootstellingen' is wel van belang voor het totaaloverzicht van medische stralingstoepassingen in Nederland. In §6.3 wordt verder ingegaan op informatie die vooralsnog ontbreekt voor het geven van een volledig beeld.

6. BLOOTSTELLING VAN DE NEDERLANDSE BEVOLKING AAN IONISERENDE STRALING BIJ MEDISCHE DIAGNOSTIEK

6.1 Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken zijn vele gegevens gepresenteerd over medische diagnostiek met ioniserende straling. Deze gegevens zijn verkregen uit een groot aantal informatiebronnen. Het doel daarvan was om te zien welke gegevens beschikbaar zijn, hoeveel inspanning het kost om deze gegevens te verzamelen en te analyseren, en welke gegevens ontbreken voor met het IMS te genereren overzichten [2].

In samenwerking met K. Geleijns (LUMC) en W. Buijs (UMCN) is een zo goed mogelijke schatting gemaakt voor de medische stralingsbelasting door diagnostiek in Nederland in 1998 [3,4]. Daarbij is uitgegaan van de resultaten uit voorgaande hoofdstukken, die op enkele punten zijn aangevuld. In dit hoofdstuk wordt dat totaaloverzicht van de stralingsbelasting bij medische diagnostiek gereproduceerd. Het dient als voorbeeld van een overzicht dat met een IMS gemaakt kan worden, verduidelijkt welke gegevens daarvoor (vooralnog) ontbreken en geeft inzicht in het relatief aandeel van de bronnen van medische stralingsbelasting. Daarmee kan het behulpzaam zijn bij het maken van keuzes wat wel tot het IMS hoort en wat niet [2].

In §6.2 worden voor de verschillende typen onderzoek de aantallen en de effectieve dosis per verrichting vergeleken en het product van deze twee, de collectieve dosis, gepresenteerd. Om de gegevens onafhankelijk te laten zijn van de bevolkingsgroei en vergelijking met buitenlandse overzichten mogelijk te maken, worden aantallen onderzoeken gepresenteerd als aantallen per 1000 inwoners en wordt de collectieve dosis uitgedrukt als gemiddelde effectieve dosis per inwoner. Op deze manier is de stralingsbelasting ten gevolge van verschillende typen röntgenonderzoeken in ziekenhuizen, nucleair geneeskundige onderzoeken en extramurale röntgenonderzoeken met elkaar te vergelijken. In §6.3 wordt ingegaan op de gegevens die vooralnog structureel ontbreken voor een goed overzicht van de stralingsbelasting zoals geïllustreerd in §6.2 en voor andere overzichten van medische stralingstoepassingen die het IMS zou moeten kunnen geven, zoals over gebruikte apparatuur en bronnen, leeftijds- en geslachtverdeling van de patiënten, etc.

6.2 Overzicht van de stralingsbelasting t.g.v. medische diagnostiek

Alvorens in §6.2.2 het overzicht van onderzoeksfrequenties, de effectieve dosis per onderzoek en de gemiddelde effectieve dosis per inwoner te presenteren, wordt in §6.2.1 aangegeven welke elementen zijn gebruikt om het landelijk totaalbeeld samen te stellen.

Voor röntgendiagnostiek wordt uitgegaan van de typen verrichtingen waarvoor Van den Brink en collega's de gemiddelde dosis in twee ziekenhuizen bepaalden ([23] en Tabel 10), aangevuld met (1) klinische mammografie, (2) röntgenonderzoeken buiten afdelingen radiologie en cardiologie, (3) bevolkingsonderzoek borstkanker en (4) extramurale tandheelkunde. De onderverdeling van de verrichtingen in bovengenoemde typen onderzoek is bepaald uit specificaties van röntgenverrichtingen in 7 ziekenhuizen [3]. De nucleair geneeskundige diagnostiek is onderverdeeld zoals in Figuur 15 en apart gepresenteerd.

6.2.1 *Combinatie van gegevens per type onderzoek*

Het totale aantal *CT-scans* is verkregen uit de EJZ. Uitgangspunt voor de gemiddelde effectieve dosis per CT onderzoek is de veldstudie in 18 Nederlandse ziekenhuizen van Van Unnik en collega's [25]. De volgende gemiddelde waarden zijn gebruikt: 1,5 mSv voor een hoofd-CT, 5 mSv voor een LWK-CT, 9,5 mSv voor een thorax-CT en 16 mSv voor een abdomen CT. Gecombineerd met het gegeven uit de EJZ dat (in 1997) 40,9% van alle scans hoofd-CTs waren (Figuur 6) en de onderverdeling van lichaamsscans voor 7 ziekenhuizen, leidt dit tot een effectieve dosis gemiddeld over alle CT-onderzoeken van 7,9 mSv [4].

Het totaal aantal röntgenonderzoeken (excl. CT) bij afdelingen radiologie in Nederland staat in Figuur 4. Voor de onderverdeling van deze 7,18 miljoen verrichtingen zijn de specificaties van 7 ziekenhuizen gebruikt. Dit leidt tot 41,3% *thoraxopnamen*; 2,2% *mammografie*; 51,0% (*overige*) *opnamen in / buiten de bucky*; 1,7% *angiografie en interventies vaten*; 3,8% *doorlichting, bucky contrast en overige interventies*. Voor de gemiddelde effectieve dosis per categorie wordt het (met aantallen verrichtingen gewogen) gemiddelde van LUMC en AZG genomen, zoals bepaald door Van den Brink e.a. ([23], Tabel 10). Dit is immers de meest recente inventarisatie voor alle röntgenverrichtingen bij afdelingen radiologie. Bovendien komen de gevonden waarden in deze studie goed overeen met veldstudies van enkele specifieke typen verrichtingen in Nederland en met internationaal gerapporteerde waarden [4]. Voor klinische mammografie wordt de waarde van LUMC genomen: 0,4 mSv per onderzoek. De combinatie van relatief aandeel en gemiddelde effectieve dosis per type verrichting leidt tot een gemiddelde effectieve dosis van 0,49 mSv per radiologisch röntgenonderzoek, exclusief CT [4].

Het totaal aantal *hartcatheterisaties* volgt uit extrapolatie van de gegevens uit Figuur 8 naar 1998 in combinatie met specificaties van individuele ziekenhuizen. Uit Figuur 8 volgt dat in 1997 $84,5 \times 10^3$ diagnostische en $19,5 \times 10^3$ therapeutische hartcatheterisaties zijn verricht. De gemiddelde effectieve dosis per verrichting is die bepaald in één academisch ziekenhuis (Tabel 10).

Het totaal aantal *röntgenonderzoeken in ziekenhuizen buiten afdelingen radiologie en cardiologie* volgt uit het verschil tussen röntgenonderzoeken (excl. CT) uit de EJZ en het aantal conventionele röntgenonderzoeken uit het <RIS> (§3.2.1). Er zijn weinig gegevens verkregen over de relatieve verdeling van de typen verrichtingen voor deze categorie, behalve de indicatie dat een groot deel mondheel-

kundige onderzoeken zijn. Daarom moet voor de gemiddelde dosis per onderzoek een grove schatting worden gemaakt. Aangezien het gros van de verrichtingen bestaat uit (of qua dosis vergelijkbaar is met) opnamen in / buiten de bucky binnen radiologie, wordt die gemiddelde effectieve dosis van toepassing verklaard voor röntgenonderzoeken buiten radiologie (0,09 mSv).

Voor het aantal *extramurale tandheelkundige röntgenfoto's* nemen we voor het overzicht een jaarlijks aantal van 6,17 miljoen intra-orale foto's aan, zoals verkregen uit de opschaling van de NMT steekproef voor 1998 en overeenkomend met de indicatie van Velders uit de gegevens van filmproducenten, zie §5.1.2. Voor intra-orale foto's wordt een gemiddelde van 1,3 per onderzoek verondersteld (Tabel 16). Voor intra-orale foto's zijn de aantallen van orthodontisten verwaarloosbaar ten opzichte van die van tandartsen. Voor de overige tandheelkundige foto's worden de aantallen voor tandartsen, gebaseerd op NMT gegevens voor 1998, opgeteld bij de aantallen voor orthodontisten uit 1996. Dit resulteert in 123×10^3 orthopantomogrammen, 77×10^3 röntgenschedelprofielfoto's en 42×10^3 overige tandheelkundige röntgenopnamen. Bij deze opnamen wordt aangenomen dat gemiddeld 1 foto per onderzoek wordt gemaakt. Voor de effectieve dosis wordt een gemiddelde van $3 \mu\text{Sv}$ aangenomen per intra-orale foto en $10 \mu\text{Sv}$ voor de andere opnamen. Dit alles resulteert dan in $5,0 \times 10^6$ extramurale tandheelkundige röntgenonderzoeken, met een gemiddelde effectieve dosis van $4,2 \mu\text{Sv}$ per onderzoek.

Het aantal screeningsonderzoeken bij het *bevolkingsonderzoek naar borstkanker* voor 1998 staat in Figuur 19 ([82]). De effectieve dosis [28] per onderzoek volgt uit de gemiddelde glandulaire dosis per onderzoek van 0,20 mGy, gebaseerd op de dosis per mammogram in combinatie met het gemiddeld aantal mammogrammen per borst per onderzoek (§5.2.3).

Voor *TBC screening* is de KNCV-schatting van 53.500 thoraxfoto's per jaar [92] gecombineerd met de gemiddelde effectieve dosis per thoraxopname uit Tabel 10.

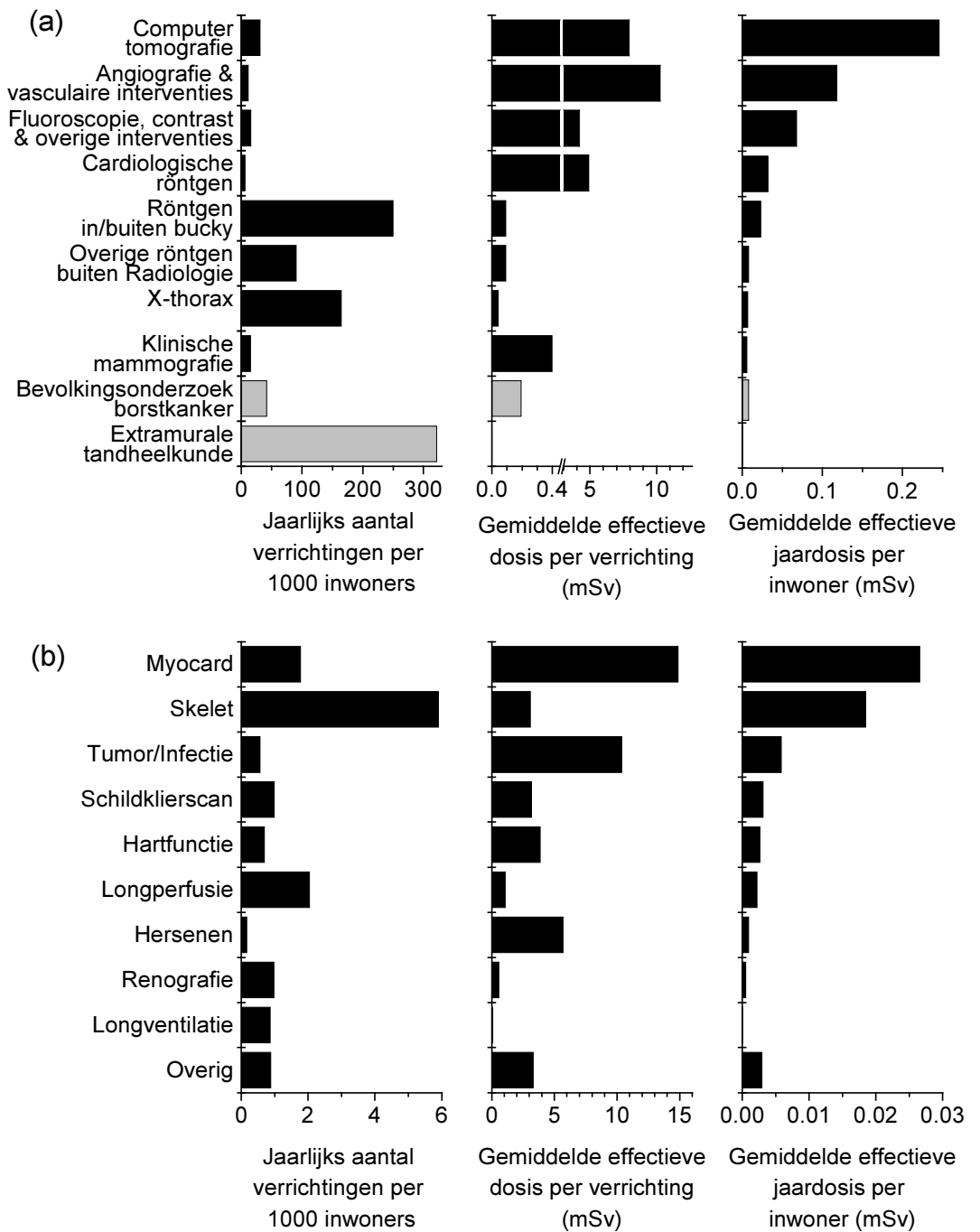
Het totaal aantal verrichtingen bij *nucleair geneeskundige diagnostiek* is de som van verrichtingen in de ziekenhuizen uit de EJZ (Figuur 14) en het aantal in één radiotherapie-instituut (zie §4.2). Voor de gemiddelde patiëntdosis per onderzoek zijn de waarden in de laatste kolom van Tabel 13 gebruikt. Voor onderzoeken waarbij verschillende isotopen gebruikt kunnen worden, is mede op basis van de gegevens uit Tabel 14 de mate van toepassing ervan geschat. Voor myocardonderzoeken zijn aanvullende gegevens gevraagd bij afdelingen nucleaire geneeskunde over het toegepaste radiofarmacon en de standaard gebruikte activiteit. Daaruit bleek dat in 1998 voor de helft van de patiënten ^{201}Tl werd gebruikt en voor de andere helft $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Tevens bleek dat doorgaans bij gebruik van ^{201}Tl de verrichting enkelvoudig wordt geregistreerd, terwijl bij $^{99\text{m}}\text{Tc}$ een onderzoek vaak twee geregistreeerde verrichtingen omvat (vanwege de twee toedieningen, in rust en bij inspanning). Het aantal verrichtingen in de EJZ is hiervoor gecorrigeerd [4] en de in de volgende sub-paragraaf gerapporteerde waarden voor myocard betreffen totale onderzoeken.

6.2.2 Verdeling van de collectieve dosis: het overzicht

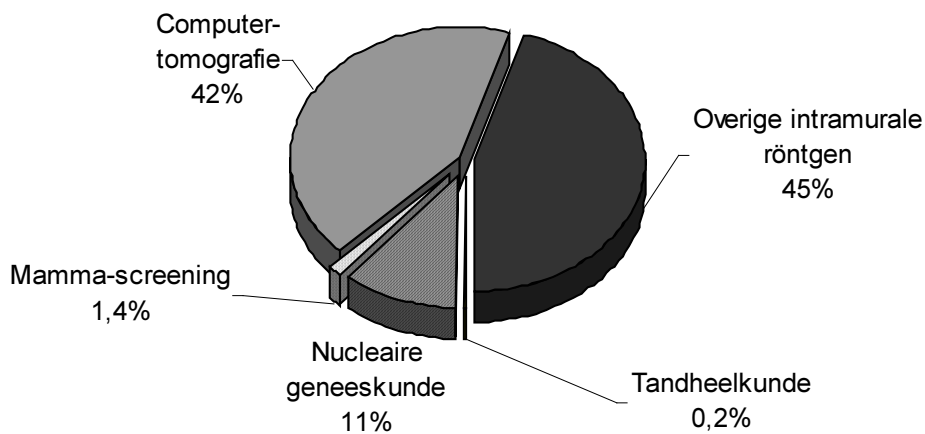
In Figuur 20 staat het overzicht verkregen door combineren van gegevens zoals beschreven in 6.2.1. Daarbij valt op dat bij röntgendiagnostiek de verrichtingen uit de categorieën die het meest worden toegepast, het minst bijdragen aan de collectieve stralingsbelasting. De TBC-screening is overigens niet opgenomen in Figuur 20, vanwege de verwaarloosbare bijdrage ten opzichte van de rest (3,4 verrichtingen per 1000 inwoners, 0,04 mSv per onderzoek, 0,0001 mSv gemiddeld per inwoner). Bij nucleaire geneeskunde dragen myocardonderzoek en het frequent toegepaste skeletonderzoek het meeste bij aan de collectieve stralingsbelasting. De som van alle bijdragen aan de gemiddelde effectieve dosis per inwoner door medische diagnostiek in 1998 is 0,59 mSv.

In Figuur 21 is de relatieve verdeling van de collectieve dosis over de verschillende categorieën medische diagnostiek gegeven zoals die volgt uit Figuur 20. Intramurale röntgenverrichtingen maken het grootste deel uit van de collectieve stralingsbelasting door medische diagnostiek en daarin hebben CT-verrichtingen weer het grootste aandeel. De collectieve stralingsbelasting t.g.v. nucleair geneeskundige diagnostiek is een orde van grootte lager, door veel kleinere aantallen onderzoeken (zie Figuur 20). Extramurale röntgentoepassingen dragen amper bij aan de collectieve dosis en de collectieve dosis door de vele tandartsfoto's is verwaarloosbaar.

Men dient zich te realiseren dat de blootgestelde groep in verschillende opzichten significant afwijkt van de totale Nederlandse bevolking. Zo verschilt de leeftijdsopbouw duidelijk, zie o.a. Figuur 12 voor intramurale radiologie en Figuur 17 voor nucleaire geneeskunde: de gemiddeld blootgestelde patiënt is een stuk ouder dan de gemiddelde Nederlander. Ook de gemiddelde gezondheidstoestand van de blootgestelde groep is uiteraard anders. Zo wordt een groot deel van de CT-onderzoeken gedaan vanwege (verdenking op) maligniteiten. Een deel daarvan wordt bijvoorbeeld gemaakt om een behandelplan voor radiotherapie te maken (zie Hoofdstuk 7). Op individueel patiëntniveau moet de stralingsbelasting dan ook in relatie worden gezien met de indicatie voor het onderzoek. Voor het bevolkingsonderzoek naar borstkanker is in Figuur 20 en Figuur 21 de stralingsbelasting uitgesmeerd over de hele Nederlandse bevolking, terwijl de blootgestelde groep hier een duidelijke subgroep van is. Desondanks geeft een overzicht zoals in deze paragraaf gepresenteerd inzicht in welke categorieën verrichtingen een grote en welke een kleine bijdrage leveren aan de collectieve dosis. Het kan daarmee bijvoorbeeld helpen bij het prioriteren van de verdere optimalisatie van specifieke typen verrichtingen.



Figuur 20: Overzicht van medische stralingsbelasting door (a) röntgen-diagnostiek en (b) nucleaire geneeskunde. Van links naar rechts staan voor de verschillende categorieën de jaarlijkse onderzoeksfrequentie, de gemiddelde patiëntdosis, en de bijdrage aan de gemiddelde jaardosis per Nederlander (collectieve dosis gedeeld door het aantal Nederlanders). In (a) zijn extramurale röntgenverrichtingen met grijs weergegeven, let op de sprong in de dosis-as (midden).



Figuur 21: Relatieve verdeling van de gemiddeld individuele (of collectieve) dosis ten gevolge van medische diagnostiek in Nederland.

6.3 Witte vlekken en aanbevelingen voor inkleuren

In de voorgaande hoofdstukken is op enkele plaatsen aangegeven welke relevante gegevens ontbreken. In deze paragraaf wordt daar een overzicht van gegeven. Tevens wordt in een aantal gevallen aangegeven hoe deze gegevens in het vervolg verzameld kunnen worden. Deze paragraaf is als volgt gestructureerd: eerst komen de belangrijkste, algemene hiaten aan de orde. Daarna wordt ingegaan op specifieke witte vlekken in gegevens voor achtereenvolgens intramurale röntgen-diagnostiek, nucleair geneeskundige diagnostiek en extramurale röntgenverrichtingen. De laatste twee sub-paragrafen hebben betrekking op gegevens over de blootgestelde groep en type van blootstelling zoals door de Euratom richtlijn gespecificeerd, voor de verschillende vormen van diagnostiek tezamen. Keuzes voor het wel of niet inkleuren van de hier gepresenteerde witte vlekken in het op te zetten IMS worden in de definitiestudie gemaakt [2].

6.3.1 Algemeen

De gemiddelde dosis per intramuraal röntgenonderzoek is, mede gezien het aandeel in de totale stralingsbelasting (zie §6.2.2), het belangrijkste hiaat in de beschikbare gegevens voor diagnostiek. Voor een aantal verrichtingen zijn uitgebreide wetenschappelijke studies gedaan (zie het overzicht in §3.3, met name Tabel 9), maar deze studies hebben een *ad hoc* karakter en waarborgen onvoldoende een structureel en doorlopend inzicht voor het totaal aan verrichtingen. Op basis van de methode ontwikkeld door Van den Brink, Geleijns en collega's [23] zou een protocol kunnen worden ontwikkeld om op röntgenafdelingen inzicht te verkrijgen in de stralingsbelasting voor de patiënten. Daarbij kunnen automatische dosisindicatoren gebruikt worden, zoals DOP-meters, die in moderne röntgenapparatuur steeds vaker zijn geïntegreerd. Het verdient aanbeveling om de dosis zowel te registreren in een meetbare grootte zoals DOP of CTDI als om

te rekenen naar effectieve dosis, zoals ook in de meeste studies in Tabel 9 is gedaan. De effectieve dosis is weliswaar een universele maat voor de stralingsbelasting die geschikt is om verschillende typen van medische blootstelling onderling te kunnen vergelijken, maar zij is een - niet direct meetbaar - rekenkundig concept [28], waarvan de definitie in de toekomst zou kunnen veranderen. Inmiddels is er binnen IRS/LUMC een ‘Demonstratieproject Patiëntendosimetrie Radiodiagnostiek’ gestart, zie bijv. [3]. Het doel van dit door Zorgonderzoek Nederland gesubsidieerde project is om in 10 Nederlandse ziekenhuizen klinische patiëntendosimetrie te implementeren. De gegevens die in dit project zullen worden verzameld, vormen een belangrijke informatiebron voor het IMS. Het tekort aan structurele dosisgegevens voor het IMS zou grotendeels zijn ingevuld als deze klinische patiëntendosimetrie voor radiologische verrichtingen op grotere (nationale) schaal geïmplementeerd wordt.

Een belangrijke basis van de gegevens uit eerdere hoofdstukken is de EJZ. Zoals geschetst in §2.3 is deze enquête recent bijgesteld. Bovendien is voor een goed inzicht in het relatief belang van verschillende categorieën verrichtingen de uitsplitsing in de EJZ niet voldoende en zijn aanvullende gegevens nodig. Aanpassing van de jaarenquêtes aan de informatiebehoefte van het IMS zou een efficiënte oplossing zijn van deze problemen. Een mogelijke uitbreiding van de enquêtes die aan deze informatiebehoefte voldoet, is in Bijlage III gepresenteerd. Dit voorstel tot uitbreiding van de jaarenquêtes is voorgelegd aan zowel de “Werkgroep Artikel 22 WZV” van het Ministerie [103] als aan Prismant (het vroegere NZi) [104]. Inmiddels zijn, met Bijlage III als uitgangspunt, gesprekken gevoerd met NVZ, VAZ, VWS en Prismant om in deze informatiebehoefte te voorzien.

Aantallen verrichtingen in gedetailleerdere onderverdeling zouden ook kunnen worden verzameld volgens CTG-verrichtingen codes (niet te verwarren met CTG tariefcodes). Vanwege de financiële afwikkeling zijn aantallen verrichtingen (waarschijnlijk) in alle ziekenhuizen volgens deze codes te leveren. Het IMS zou dan kunnen volstaan met een vertaaltabel van deze codes naar categorieën verrichtingen relevant voor het IMS. Verrichtingen ingedeeld volgens deze CTG verrichtingen-codes zouden opgevraagd kunnen worden bij de ziekenhuizen (eventueel steekproefsgewijs), of bij een aantal zorgverzekeraars. Dat laatste heeft het voordeel dat, per verrichting, de leeftijdsverdeling van de patiënten eenvoudig meegeleverd kan worden. Deze koppeling van aantallen verrichtingen en leeftijdsverdeling van patiënten is bij ziekenhuizen niet altijd eenvoudig en op standaard manier te maken. Via de ziektekostenverzekeraars zou dus de leeftijds- en geslachtsverdeling per type verrichting verkregen kunnen worden, ook een hiaat in de gepresenteerde gegevens (*ad hoc* studies zoals in Figuur 10 uitgezonderd). Vektis zou in een representatieve steekproef onder ziektekostenverzekeraars (zowel particulier als ziekenfonds) deze gegevens kunnen leveren [105].

6.3.2 Röntgendiagnostiek in ziekenhuizen

Uit vergelijking van het totaal aantal intramurale röntgenverrichtingen volgens de EJZ en volgens het <RIS> blijkt dat een groot aantal verrichtingen (jaarlijks meer dan een miljoen) buiten de afdelingen radiologie wordt gedaan. Ook uit de ver-

zamelde overzichten van apparatuur, zoals het voorbeeld in Tabel 3, blijkt dat een significant deel van de toestellen buiten radiologie wordt gebruikt. Uit de verzamelde gegevens is nauwelijks duidelijk geworden om welke verrichtingen het daarbij precies gaat. Dit wordt ondervangen door de aantallen verrichtingen te verzamelen via een uitgebreide EJZ (zie Bijlage III) of via CTG-verrichtingen codes (zie hierboven). Desalniettemin verdient het aanbeveling om bij een aantal ziekenhuizen precies uit te zoeken welke verrichtingen in de EJZ komen, welke voor het <RIS> gerapporteerd worden en zo de verrichtingen die het verschil uitmaken te identificeren.

Bij röntgendiagnostiek hangt de dosis onder andere af van de gebruikte apparatuur. Ontwikkelingen daarin dienen daarom ook gevolgd te worden. De overgang van film naar digitale beeld dragers (zowel in als buiten ziekenhuizen) is zo'n ontwikkeling. In de voorgaande hoofdstukken zijn hierover geen gegevens gepresenteerd. Waarschijnlijk is het mogelijk om uit een aantal overzichten van apparatuur, zoals het voorbeeld in Tabel 3, af te leiden of het digitale röntgenapparatuur betreft. Alternatief zouden bij fabrikanten verkoopcijfers over digitale röntgenapparatuur opgevraagd kunnen worden. Dit is in de pilotstudie niet gedaan en het is de vraag of deze informatie verstrekt wordt.

Een deel van de röntgenopnamen mislukt en wordt overgedaan. In het licht van optimalisatie is het van belang te weten hoe frequent dit gebeurt. In de hierboven gepresenteerde gegevens zijn deze opnamen waarschijnlijk geheel afwezig. In [106] is een methode gepresenteerd waarmee een schatting kan worden gemaakt van het aantal mislukte - en opnieuw gemaakte - röntgenfoto's. Geschat wordt dat het in de Verenigde Staten om 5% van de foto's gaat. In 1994 is in Nederland in opdracht van NVRL het onderzoek 'Op herhaling' uitgevoerd. Daarbij werd gevonden dat gemiddeld 4.1% van de röntgenfoto's herhalingsopnamen waren. [107].

6.3.3 Nucleair geneeskundige diagnostiek

Wat betreft de faciliteiten voor nucleaire geneeskunde kunnen de vergunningen slechts als grove indicatie dienen, aangezien de vergunde isotopen en hoeveelheden weinig specifiek zijn voor het in vivo patiëntenonderzoek op een afdeling. Jaarlijks moeten volgens de vergunning overzichten worden gemaakt van de gebruikte radioactieve stoffen. Door deze overzichten op te vragen zou inzicht verkregen kunnen worden in totale hoeveelheden radioactieve stoffen die voor in vivo patiëntenonderzoek worden gebruikt (zie Tabel 11 als voorbeeld).

Uit de EJZ is voor nucleaire geneeskunde op het ogenblik niet veel meer te halen dan het totaal aantal onderzoeken. In Bijlage III is daarom een verdere onderverdeling in typen onderzoeken voorgesteld. Daarbij moet opgemerkt worden dat deze aanvulling wel inzicht geeft in de onderzoeksfrequentie, maar onvoldoende is voor een nauwkeurige dosisschatting, zelfs in combinatie met de aanbevelingen van NVNG [57]. De dosis hangt immers zowel af van het gebruikte radiofarmacoon als van de toegediende activiteit. Voor een goed overzicht van de stralingsbelasting door nucleair geneeskundige diagnostiek is daarom inzicht in de mate van toepassing van verschillende radiofarmaca per onderzoek nodig. Bovendien

is uit de huidige gegevens onduidelijk hoeveel van de gerapporteerde onderzoeken controle-onderzoeken zijn waarbij geen nieuwe activiteit aan de patiënt wordt toegediend. Ook is niet altijd helder hoe onderzoeken worden geregistreerd die uit verschillende delen bestaan.

Visitaties van NVNG geven de mogelijkheid steekproefsgewijs gegevens over de relatieve frequentie van de verschillende typen onderzoek, de toegepaste radiofarmaca en de toegediende activiteiten in de klinische praktijk bij nucleaire geneeskunde te verzamelen. Gelet op de kleine verschuivingen in het gros van de verrichtingen over 10 jaar (Figuur 16) lijkt de huidige visitatiefrequentie voldoende om een actueel beeld daarvan te verwerven en behouden. De huidige rapportages van visitaties hebben een pluriform karakter en verschaffen slechts incidenteel informatie over gebruikte radiofarmaca en toegediende activiteiten. In samenspraak met Buijs (UMCN) is daarom een uniforme vragenlijst voor nucleaire geneeskunde afdelingen opgesteld die in de informatiebehoefte van het IMS voorziet, zie Bijlage V. Dit voorstel is gestuurd aan de visitatiecommissie van NVNG [108].

6.3.4 Extramurale verrichtingen

Wat extramurale verrichtingen betreft is een minder gedetailleerde registratie gerechtvaardigd door de kleine bijdrage aan de collectieve dosis door medische diagnostiek. Voor extramurale tandheelkunde is het jaarlijks onderzoek Tandheelkundige Consumptie van het project Peilstations van NMT een goede basis voor de aantallen en soorten tandheelkundige röntgenonderzoeken. De aan het begin van de jaren negentig bepaalde gemiddelde effectieve dosis per onderzoek wordt naar verwachting op korte termijn niet geactualiseerd. Wat de gegevens over het bevolkingsonderzoek borstkanker betreft zijn aantallen onderzoeken goed bekend, maar berust het jaarlijkse totale aantal mammogrammen op een schatting van (1) extra opnamen in vervolgronden en (2) foto's die opnieuw gemaakt moeten worden na mislukte opnamen. De invoering van een nieuw registratiesysteem in 2001 zal resulteren in nauwkeuriger gegevens over aantallen opnamen [84].

Op grond van de in de pilotstudie verzamelde gegevens dragen 'overige extramurale röntgenonderzoeken' veel minder dan 1% bij aan de collectieve dosis ten gevolge van medische diagnostiek, terwijl individuele patiëntdoses daarvoor eveneens laag zijn. Voor deze toepassingen voldoet daarom een kwalitatieve registratie, met enig inzicht in de orde van grootte van de aantallen onderzoeken. Voor het totaalbeeld is wel van belang om een zo goed mogelijk volledig overzicht te verkrijgen van al deze röntgentoepassingen, iets wat in de pilotstudie niet is nagestreefd. De vergunningen en meldingen van AI/CK/B vormen hiervoor een mogelijke ingang.

6.3.5 Blootgestelde groep

Voor bespreking van het feit dat leeftijds- en geslachtsverdeling van de patiënten amper op verrichtingenniveau verkregen zijn en hoe dit hiaat mogelijk in te vullen is wordt verwezen naar §6.3.1.

Wat gegevens over blootstelling van specifieke groepen betreft zijn gegevens over kinderen relevant vanwege enerzijds het (relatief) hogere stralingsrisico en anderzijds de aangepaste doseringen vanwege de kleinere lichaamsomvang. De gepresenteerde gegevens over diagnostiek bevatten weinig specifieke informatie over de blootstelling van kinderen. Door bij zorgverzekeraars gegevens over aantallen verrichtingen (volgens CTG-verrichtingen codes) als functie van de leeftijd van de verzekerden op te (laten) vragen (§6.3.1), is deze informatie op uniform gestructureerde wijze te verkrijgen. In aanvulling daarop zouden (steekproefsgewijs) bij ziekenhuizen gegevens kunnen worden verzameld over aanpassing van de gebruikte technieken, instellingen van de apparatuur en/of toegedien- de activiteiten bij kinderen. Voor nucleaire geneeskunde zou dat misschien deel kunnen uitmaken van de bij de visitatie opgevraagde gegevens, zie Bijlage V.

De dosis ten gevolge van medische diagnostiek is onevenredig verdeeld over de bevolking. In [109] is met een Monte Carlo berekening de verdeling van de collectieve dosis in Nederland gesimuleerd, waarmee duidelijk geïllustreerd wordt dat er groepen zijn zonder noemenswaardige blootstelling door medische diagnostiek, terwijl anderen een veel hoger dan gemiddelde jaardosis ontvangen van zowel röntgendiagnostiek als nucleair geneeskundige onderzoeken. In de pilotstudie zijn geen gegevens gevonden over de verdeling van onderzoeken over patiënten of over cumulatie van dosis door achtereenvolgende onderzoeken. Waarschijnlijk kan deze informatie slechts verkregen worden door individuele patiëntendossiers te bestuderen zoals gedaan in [53].

6.3.6 Type blootstelling

Het belangrijkste type blootstelling dat in de Euratom richtlijn wordt genoemd, qua aantallen en dosis, is de blootstelling van het eerste type, voor diagnose of therapie (zie het begin van Hoofdstuk 5). Verreweg het merendeel van de gegevens in Hoofdstukken 3 en 4 hebben hierop betrekking. Gegevens over bevolkingsonderzoeken (derde type) zijn gepresenteerd in Hoofdstuk 5 en geven daarvan een vrijwel compleet beeld van de belangrijkste onderzoeken. In de pilotstudie zijn slechts enkele gegevens achterhaald waaruit de omvang van overige typen van blootstellingen kan worden afgeleid. Voor het aantal bedrijfsgeneeskundige controles (tweede type) zouden Arbo-diensten (steekproefsgewijs) gevraagd kunnen worden naar verwijzingen naar ziekenhuizen. Gegevens over blootstelling in het kader van wetenschappelijk onderzoek (vierde type) zouden opgevraagd kunnen worden bij de centrale commissie voor medisch-wetenschappelijk onderzoek of bij ethische commissies van academische ziekenhuizen. Blootstelling in het kader van medisch-juridische procedures (vijfde type) dienen nog verder in kaart te worden gebracht, al bestaat uit de korte inventarisatie de indruk dat naast TBC-screening van gedetineerden deze procedures amper voorkomen. Geen beeld is verkregen van onderzoek voor verzekeringen of het voorkómen van claims.

7. RADIOTHERAPIE

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden gegevens over radiotherapie, dat wil zeggen teletherapie (met toestellen) en brachytherapie (met gesloten bronnen), gepresenteerd. Hoewel in artikel 12 van de Euratom richtlijn zonder onderscheid wordt gerefereerd aan gegevens over blootstelling vanwege diagnose en therapie, zijn zowel de opdrachtgever als de geconsulteerde afvaardiging van betrokken beroepsgroepen van mening dat, gezien het aggregatieniveau van de gegevens in het IMS, verzameling van gegevens over patiëntdoses bij therapie weinig zinvol is [110]. Zowel deterministische als stochastische effecten na (curatieve) radiotherapie zijn immers niet alleen afhankelijk van de dosis, maar ook (en vooral) van de patiëntspecifieke behandelplannen (zie bijv. [111] en [112]). Aangezien gegevens in het IMS niet op individueel patiëntniveau zullen worden geregistreerd is ervoor gekozen om voor therapeutische verrichtingen slechts gegevens te verzamelen waarmee de mate van toepassing en de trends daarin worden kunnen bepaald, om op deze manier de blootstelling van de bevolking aan (radio)therapeutische toepassingen te kunnen beschrijven. Ten overvloede wordt erop gewezen dat de formulering van artikel 12 van de Euratom richtlijn ruimte laat voor deze aanpak ([5], zie ook [2]).

Gegevens over radiotherapie zijn o.a. verkregen uit zowel de EBMV als uit de EJZ, waarin ook naar radiotherapeutische verrichtingen wordt gevraagd (zie Bijlage III). Van de 21 afdelingen radiotherapie zijn er 5 radiotherapie instituten die de EBMV wel, maar de EJZ niet ontvangen. Een overzicht van de gegevens voor radiotherapie uit de EBMV voor de periode 1993-1997 is gegeven in [7]. Gezien het beperkt aantal afdelingen radiotherapie en het feit dat vrijwel al deze afdelingen een jaarverslag uitbrengen met daarin een groot aantal gegevens, zijn na overleg met het Platform Radiotherapie van NCS [113] t.b.v. de pilotstudie de jaarverslagen opgevraagd [114]. Van 19 van de 21 aangeschreven afdelingen is hierop binnen een maand reactie ontvangen. Van 15 van deze afdelingen is een jaarverslag ontvangen, 2 afdelingen hebben enkele gegevens uit het jaarverslag gestuurd en 2 andere hebben gegevens verstrekt zonder jaarverslag (drie afdelingen hebben in aanvulling op de gegevens uit het jaarverslag extra gegevens verstrekt). Vrijwel al deze gegevens hebben betrekking op het jaar 1998. Eén afdeling heeft laten weten dat er geen jaarverslag wordt gemaakt en dat de gevraagde gegevens niet direct beschikbaar zijn. Van één afdeling is geen reactie ontvangen. In Bijlage VI is weergegeven voor hoeveel RT afdelingen welke gegevens afgeleid konden worden uit de opgestuurde informatie. Aan deze verstrekte informatie zal hieronder steeds gerefereerd worden als 'jaarverslagen'.

In 1993 heeft een commissie van de Gezondheidsraad advies uitgebracht over de behoefte aan radiotherapie in de periode 1995-2010 [115]. Deze commissie heeft

voor 1990 een inventarisatie gemaakt en volgens twee verschillende scenario's toekomstramingen gemaakt, het 'referentie-scenario' en het 'kwaliteit-scenario' genoemd. Het referentiescenario gaat ervan uit dat de fractie van alle nieuwe kankerpatiënten die bestraald wordt, in de loop der tijd gelijk blijft, nl. 46%. Voor het kwaliteit-scenario werd aangenomen dat, t.g.v. implementatie van nieuwe bestralingstechnieken in de dagelijkse praktijk, dit percentage gestaag zou toenemen tot 50% in 2010, terwijl ook de frequentie van herhalingsbehandelingen zou toenemen. In dit hoofdstuk worden enkele van de verzamelde gegevens uit de EJZ, de EBMV en uit de jaarverslagen vergeleken met deze geschetste scenario's. Tijdens het schrijven dit rapport is een herziening van de behoefte-raming voor de periode 2000-2010 door de Commissie Actualisatie van NVRO uitgebracht [116]. Dat rapport is gedeeltelijk op de gegevens van de EBMV gebaseerd, zoals gepubliceerd in [7]. Omdat de aantallen bestralingspatiënten zich afgelopen jaren ontwikkeld zouden hebben volgens het kwaliteit-scenario van de Gezondheidsraad [116], is in het NVRO rapport uitgegaan van dat scenario. In de pilotstudie is verder geen gebruik gemaakt van gegevens uit het NVRO rapport.

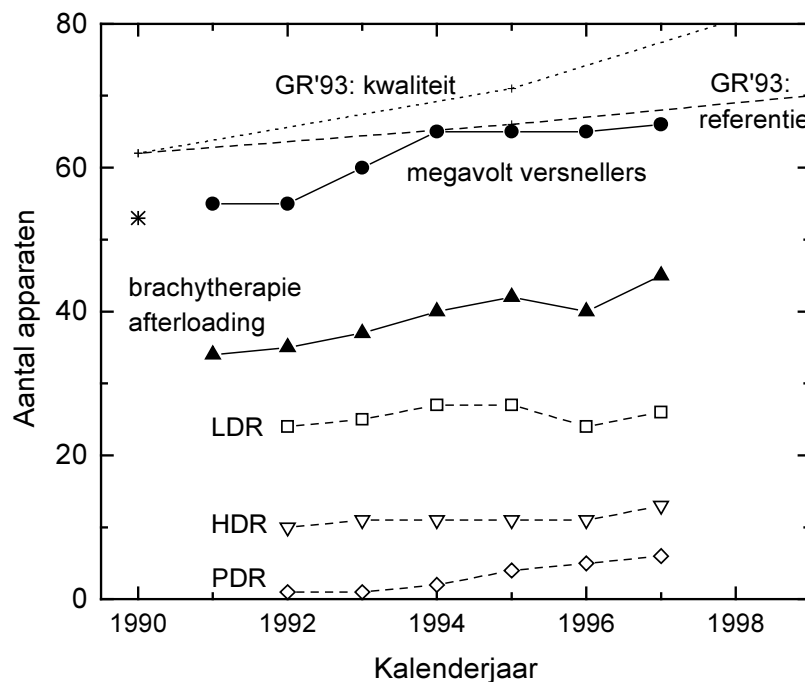
De indeling van dit hoofdstuk is als volgt. In de hierna volgende paragraaf worden gegevens over apparatuur en faciliteiten voor radiotherapie gepresenteerd. Gegevens over aantallen verrichtingen, namelijk aantallen zittingen, series en patiënten, staan in §7.3. Sinds 1999 wordt de productie van RT-afdelingen niet meer gekarakteriseerd in aantallen megavolt series en zittingen, maar, zoals in §7.4 is beschreven, in behandelingen volgens een NVRO-indeling. Indeling van de behandelingen naar lokalisatie van de tumor komt aan bod in §7.5, terwijl radiotherapie van goedaardige aandoeningen apart gepresenteerd is in §7.6. Verzamelde gegevens over de leeftijdsverdeling van patiënten en typen van blootstelling volgens de Euratom richtlijn staan in §7.7. Vervolgens wordt in een aparte paragraaf (§7.8) in detail ingegaan op de telling van aantallen patiënten bij radiotherapie, vanwege het onderscheid tussen nieuwe patiënten, bestraalde patiënten, herhalingspatiënten, etc. Een juiste telling van aantallen patiënten is van belang bij het volgen van trends in de radiotherapie: het (per tumorgroep) relateren van aantallen bestraalde patiënten aan aantallen nieuwe kankerpatiënten geeft inzicht in de rol van radiotherapie bij behandeling van die tumorgroep. Tevens leidt dit in combinatie met de verwachte trend in incidentie tot een toekomstverwachting van de behoefte aan radiotherapie. In §7.9 is kort geïllustreerd hoe gegevens over productie bij radiotherapie gerelateerd kunnen worden aan gegevens over incidentie van tumoren. Hoewel in de pilotstudie geen gegevens over dosis bij radiotherapie zijn verzameld (zie hierboven), staan in §7.10 toch enige aspecten t.a.v. stralingsbelasting van de patiënt bij radiotherapie genoemd, om keuzes voor het uiteindelijke IMS [2] te kunnen onderbouwen. In de laatste paragraaf is tenslotte beschreven welke overzichten voor radiotherapie in een IMS te maken zouden zijn en welke benodigde informatie daarvoor (vooralsnog) ontbreekt (witte vlekken).

7.2 Apparatuur en faciliteiten

Voor alle röntgentoestellen die voor therapeutische doeleinden worden gebruikt is een vergunning inzake de KEW verplicht. Dit in tegenstelling tot röntgendia-

gnostiek waar alleen voor toestellen vanaf 100 kV een vergunning vereist is. Vanwege het relatief kleine aantal radiotherapie-afdelingen in Nederland is het goed mogelijk uit het vergunningenbestand van AI/CK/B een volledig overzicht te genereren van röntgentoestellen voor therapie, inclusief type en maximale buisspanning. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat het gaat om vergunde toestellen, die niet allemaal noodzakelijkerwijs gebruikt worden voor patiëntenbestralingen.

De aantallen lineaire versnellers en brachytherapie toestellen volgens de EBMV zijn in Figuur 22 weergegeven en vergeleken met de twee scenario's van de Gezondheidsraad uit 1993 [115]. Te zien is dat het aantal versnellers sinds 1994 ongeveer overeenkomt met het referentie-scenario.



Figuur 22: Aantallen lineaire versnellers en brachytherapie afterloading apparaten volgens de EBMV. De twee scenario's van de Gezondheidsraad voor lineaire versnellers zijn weergegeven (GR'93). De ster is het aantal versnellers in 1990 volgens een inventarisatie van de GR.

In de EBMV wordt ook gevraagd naar de “specificatie van het aantal MeV's per lineaire versneller, per stralingsmodaliteit (electronen, fotonen)”, waarbij achtereenvolgens voor iedere versneller een getal kan worden ingevuld bij “MeV's in fotonen” en bij “MeV's in electronen” (sic). Uit de in de EBMV ingevulde waarden blijkt dat deze vraag niet eenduidig wordt beantwoord. Sommige afdelingen vullen hier het *aantal* mogelijke bundelenergieën van de versneller in (bijv. 1 fotonenergie en 2 elektronenergieën), terwijl andere hier de maximale versnelspanningen voor beide modaliteiten geven. In de EBMV wordt verder gevraagd of stereotactische bestralingen worden toegepast, hoeveel treatmentplanningssystemen, simulatoren en lokalisatoren er zijn en hoeveel ingerichte ruimten er zijn voor intra-operatieve radiotherapie (IORT), intra-operatieve brachytherapie (IOBT) en stereotactische bestralingen.

Tabel 20: Vergelijking van gegevens over apparatuur en faciliteiten uit de EBMV voor 1997 en de jaarverslagen van (voornamelijk) 1998. Bij de jaarverslagen staat tussen haakjes het aantal RT afdelingen waarvoor het gegeven bekend is. De laatste kolom bevat het totale geschatte aantal, waarbij voor de afdelingen waarvoor gegevens ontbreken in de jaarverslagen de aantallen zijn genomen uit de EBMV van 1997

	EBMV	Jaarverslagen		
	1997	Be-	in N	Totaal
	Aantal	kend	afde-	(ge-
		aantal	lingen	schat)
Lineaire versnellers	66	64	(19)	71
Brachytherapie afterloading apparaten	45	35	(17)	43
Toestellen voor orthovolt en contacttherapie	-	16	(12)	
Oogapplicatoren	-	4	(3)	
Afdelingen met stereotaxie	3	-		
Kamers voor stereotaxie	1	-		
Kamers voor intra-operatieve radiotherapie	2	-		
Kamers voor intra-operatieve brachytherapie	5	-		
Simulators en lokalisatoren	43	34	(17)	41

In Tabel 20 worden een aantal gegevens over apparatuur uit de EBMV vergeleken met de verzamelde informatie uit de jaarverslagen. De getallen komen goed overeen, waarbij men zich moet realiseren dat in Tabel 20 gegevens voor verschillende jaren vergeleken staan.

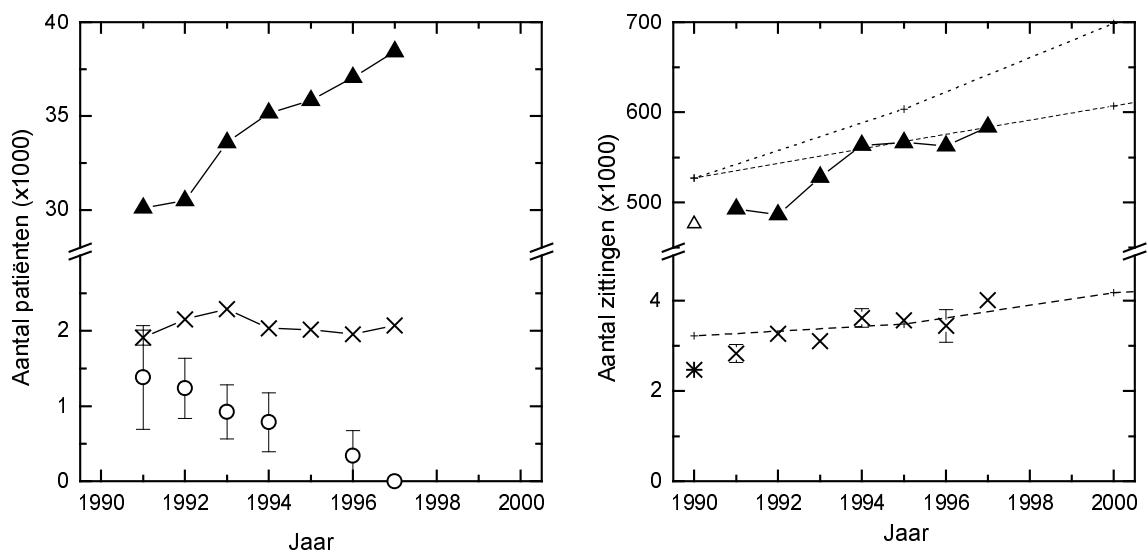
Ziekenhuizen worden in de EJZ ook gevraagd naar faciliteiten en productie voor orthovolt-therapie, röntgencontactbestralingen en megavolttherapie (zie Bijlage III voor de precieze formulering). Vijf RT-instituten en één integraal kankercentrum ontvangen de EJZ niet. Van de overige ziekenhuizen blijkt dat in 1996 16 ziekenhuizen faciliteiten voor orthovolttherapie hadden. In 12 hiervan kon ook röntgencontacttherapie gedaan worden. Vier van de (algemene) ziekenhuizen die in 1996 mogelijkheden tot orthovolttherapie hadden (waarvan 2 met röntgencontact) deden geen megavolttherapie. Vice versa waren er 4 ziekenhuizen met megavolttherapie waar volgens de EJZ geen orthovolttherapie werd gedaan. In 1997 zijn, t.o.v. het jaar daarvoor, in één algemeen ziekenhuis de mogelijkheden tot orthovolt en röntgencontact verdwenen, de rest is hetzelfde gebleven. Overigens zijn in de EJZ vanaf 1997 geen gegevens over radiotherapie beschikbaar voor academische ziekenhuizen. Gegevens voor deze ziekenhuizen zijn wel beschikbaar in de EBMV, zie Bijlage III.

7.3 Aantallen verrichtingen

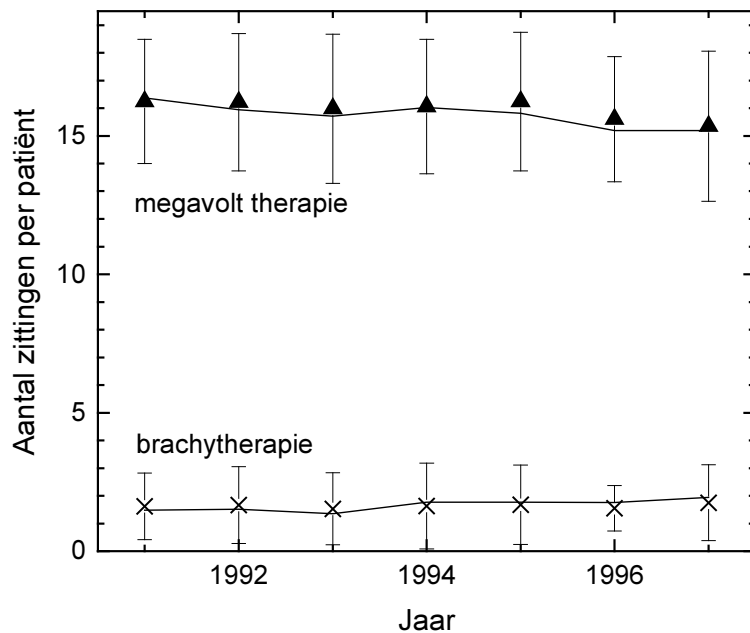
In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van aantallen radiotherapeutische verrichtingen. Bij een radiotherapeutische behandeling wordt de dosis doorgaans gefractioneerd toegediend, in een serie zittingen. Afhankelijk van het type behandeling varieert het aantal zittingen per behandeling van één (LDR brachytherapie)

of enkele (HDR brachytherapie, palliatieve megavolttherapie) tot enkele tientallen (curatieve megavolttherapie). Daarnaast wordt een significant aantal patiënten meerdere malen met radiotherapie behandeld, in [115] wordt een herhalingsfactor (gemiddeld aantal behandelingen per patiënt) van 1,25 tot 1,35 gebruikt. Het is dus van belang zittingen, behandelingen en patiënten van elkaar te onderscheiden. Voor aantallen patiënten is bovendien nog van belang welke patiënten precies meegeteld worden. De aantallen patiënten die in deze paragraaf gepresenteerd worden zijn aantallen behandelde patiënten zoals geregistreerd in de EBMV en de EJZ. Gedetailleerdere typering van (aantallen) patiënten wordt gedaan in §7.8. De leeftijds- en geslachtsverdeling van patiënten komt in §7.7 aan bod.

In de EBMV wordt per type therapie (megavolt, brachy) gevraagd naar aantallen zittingen, aantallen patiënten en aantallen nieuwe patiënten. Dit sluit aan bij de 'oude' productieparameters zoals deze tot 1999 werden gebruikt: tot die tijd werd de productie van een radiotherapie afdeling gemeten in aantallen behandelseries en aantallen zittingen megavolttherapie. In Figuur 23 zijn de aantallen patiënten en de aantallen zittingen uit de EBMV weergegeven. De aantallen zittingen zijn vergeleken met de GR scenario's. Net zoals voor het aantal versnellers is te zien dat sinds 1994 het aantal zittingen overeenkomt met het referentie-scenario. Het aantal zittingen voor brachytherapie volgt sinds ongeveer 1992 het door GR geschetste scenario. Vergelijking van de aantallen patiënten met de GR scenario's is moeilijker en wordt verderop in §7.8 gemaakt.



Figuur 23: Aantal patiënten en aantal zittingen volgens de EBMV. Driehoeken zijn aantallen voor therapie met lineaire versnellers, kruisjes voor brachytherapie en open cirkels voor ⁶⁰Co teletherapie. Het open driehoekje en de ster zijn aantallen zittingen (megavolt en brachy) volgens GR [115]. De stippel- en streeplijnen geven de GR scenario's weer voor de aantallen zittingen in de tijd: voor megavolttherapie zijn er twee scenario's (respectievelijk 'kwaliteit' en 'referentie').



Figuur 24: Gemiddeld aantal zittingen per patiënt volgens de EBMV⁸. De symbolen geven het gemiddelde per RT afdeling aan en foutenstreepjes de standaarddeviatie tussen de afdelingen. De lijnen geven het totaal aantal zittingen gedeeld door het totaal aantal patiënten weer.

In Figuur 24 is het gemiddeld aantal zittingen per patiënt gegeven, zowel voor het totaal als gemiddeld per afdeling. Het gemiddeld aantal zittingen per patiënt wordt bepaald door een groot aantal factoren, o.a. door het relatief aandeel van palliatieve bestralingen (weinig zittingen), het gemiddeld aantal behandelingen per patiënt per jaar en de toepassing van hyperfractionering (veel zittingen per behandeling). De NVRO Commissie concludeert dat de afname van het gemiddeld aantal megavoltzittingen per patiënt te wijten is aan achterblijvende groei van het aantal lineaire versnellers [116].

Uit de jaarverslagen zijn (voor 1998) voor een groot aantal RT-afdelingen aantallen zittingen en series bekend, zie Bijlage VI. Voor megavolt zittingen is tevens het totaal aantal velden vaak bekend. Hieruit is het gemiddelde aantal velden per zitting, de zogenaamde veldindex, te bepalen: uit gegevens van 16 afdelingen blijkt deze in 1998 2,57 te bedragen. In [115] wordt uitgegaan van een gemiddelde veldindex van 2,5.

In de EMBV wordt ook gevraagd naar aantallen zittingen en patiënten voor enkele specialistische radiotherapeutische behandelingen, zie Tabel 21. Overigens moet bij de aantallen in deze tabel worden opgemerkt dat twee afdelingen in 1997

⁸ Het gemiddeld aantal zittingen per serie is relevanter dan het gemiddeld aantal zittingen per patiënt. In de EBMV wordt echter niet gevraagd naar het aantal series of behandelingen. In de EJZ overigens wel.

de code 'onbekend' hebben ingevuld bij aantallen patiënten en zittingen voor IOBT. Eén van die afdelingen heeft volgens de EBMV de beschikking over een ruimte voor IOBT.

Tabel 21: Aantallen bijzondere radiotherapeutische verrichtingen zoals geregistreerd in de EBMV voor 1997.

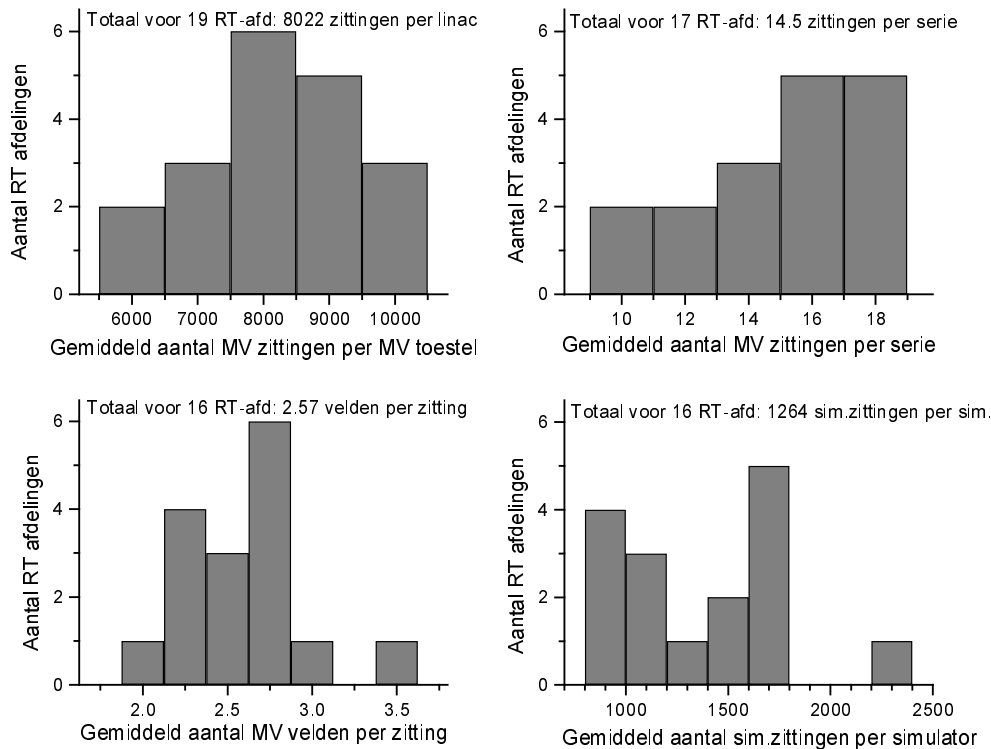
	Intra- operatieve radio- therapie	Intra- operatieve brachy- therapie	Stereo- tactische radio- therapie
Aantal afdelingen waarvoor bekend	2	4	1
Aantal patiënten	42	163	68
Aantal zittingen	42	356	140

Gegevens over orthovolt therapie⁹ zijn niet opgenomen in de EBMV, wel in de EJZ. Voor 1996 zijn in de EJZ de volgende aantallen geregistreerd: 1335 orthovolt patiënten (bekend van 12 ziekenhuizen) en 7234 zittingen (in 12 ziekenhuizen). Voor de EJZ van 1997, waarbij gegevens hierover van academische ziekenhuizen ontbreken, zijn deze getallen 519 patiënten (6 ziekenhuizen) en 4275 zittingen (7 ziekenhuizen). Uit de jaarverslagen zijn voor een aantal afdelingen ook gegevens over orthovolttherapie te halen. Zeven afdelingen specificeren het aantal orthovolt series (totaal 465), 2 afdelingen het aantal patiënten (221) en één afdeling geeft expliciet aan geen orthovolt te hebben gedaan. Uit de jaarverslagen is voor 10 afdelingen het aantal orthovoltzittingen bekend met een totaal van 5042. Deze getallen combinerend onder de aanname dat jaarlijks gemiddeld één serie per patiënt wordt gedaan en dat er 21 afdelingen orthovolttherapie doen (en dus 5 RT-afdelingen niet), komen we hiermee tot een actuele schatting voor orthovolt van jaarlijks 1600 ± 200 patiënten en 12000 ± 2000 zittingen.

In enkele jaarverslagen wordt het gebruik van oogapplicatoren (⁹⁰Sr voor de behandeling van Pterygium) expliciet genoemd. Drie afdelingen geven aan over (in totaal) vier oogapplicatoren te beschikken, vier RT-afdelingen rapporteren (in totaal) 487 patiënten te hebben behandeld.

De planning van een radiotherapiebehandeling gebeurt doorgaans met behulp van een simulator / lokalisator en/of een CT-scanner. Van 17 afdelingen is uit de jaarverslagen het aantal simulatie/lokalisatie zittingen bekend (45438 in totaal), voor 10 afdelingen is het aantal CT-scans voor planning van de behandeling bekend (in totaal 4996). De CT-scans van RT-afdelingen in ziekenhuizen maken deel uit van het totaal aantal CT-scans zoals gerapporteerd in de EJZ (zie o.a. Figuur 5). De aantallen CT-scans in de vijf radiotherapie-instituten en het integrale kankercentrum ontbreken daarin omdat deze instellingen niet in de EJZ worden geënquêteerd.

⁹ Bij 'orthovolttherapie' is hier steeds contacttherapie inbegrepen, ook in de jaarverslagen worden deze verrichtingen veelal samen gepresenteerd.

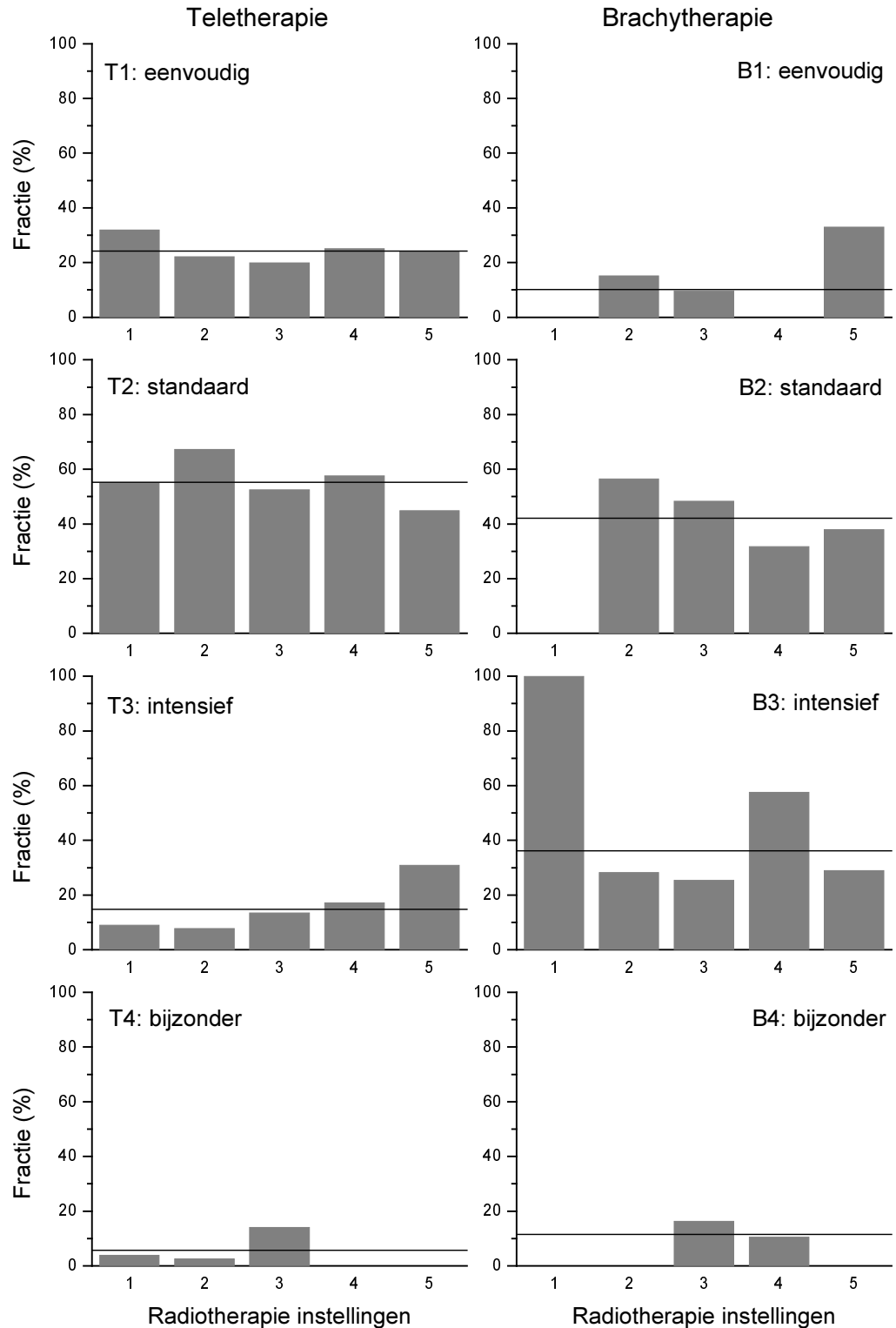


Figuur 25: Spreiding in aantallen zittingen en velden per megavolt versneller, aantal zittingen per serie en aantal simulatorzittingen per simulator, zoals gehaald uit de jaarverslagen.

Ter illustratie is in Figuur 25 de spreiding voor enkele aantallen verrichtingen weergegeven zoals verkregen uit de jaarverslagen. Merk op dat het gemiddeld aantal zittingen per patiënt, van 15,4 in 1997 (gemiddeld over 21 afdelingen, Figuur 24) groter is dan het over 18 RT afdelingen gemiddelde aantal zittingen per megavoltserie van 14,5. Combinatie van deze twee getallen geeft een gemiddelde van (jaarlijks!) 1,06 series per patiënt.

7.4 Behandelingen volgens NVRO categorieën

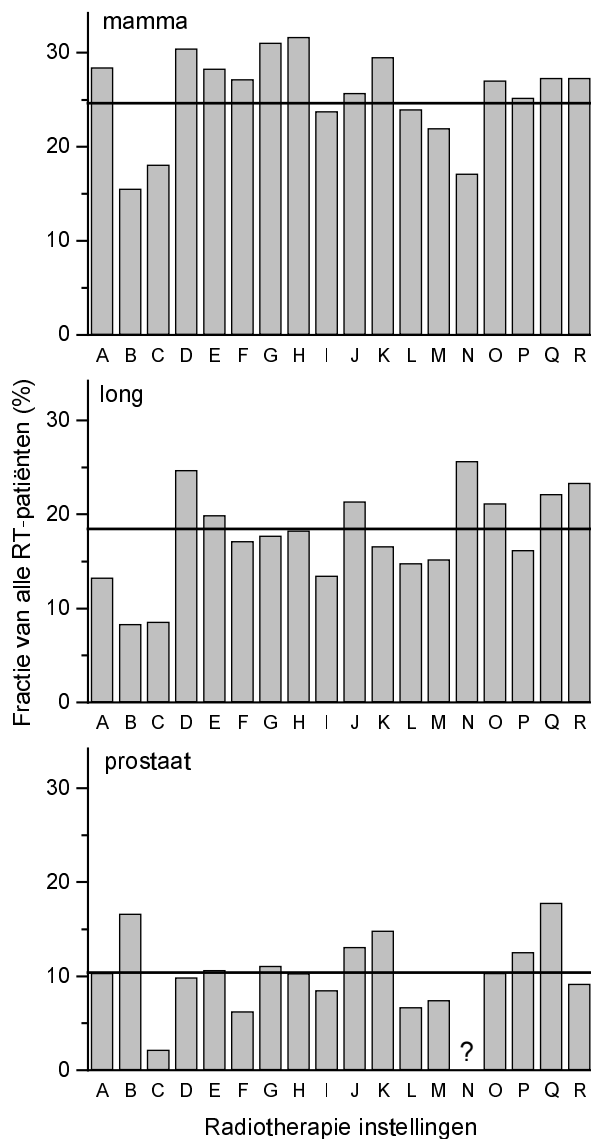
Tot 1999 werd de productie van een radiotherapie-afdeling gekarakteriseerd met de aantallen megavoltseries en -zittingen. Op advies van NVRO is per 1 januari 1999 een nieuwe productieparameter ingevoerd. Daarbij wordt de productie berekend met behulp van aantallen behandelingen, opgesplitst naar moeilijkheidsgraad: te weten (I) eenvoudig, (II) standaard, (III) intensief en (IV) bijzonder. Deze opsplitsing betreft teletherapie (T) en brachytherapie (B) afzonderlijk. Voor precieze omschrijving van de categorieën T-I tot T-IV en B-I tot B-IV wordt verwezen naar bijlage II van [116]. In vijf van de jaarverslagen voor 1998 is de verdeling van aantallen behandelingen in deze categorieën reeds weergegeven. In Figuur 26 worden deze verdelingen gepresenteerd. Te verwachten is dat in de jaarverslagen van 1999 en later de productie veelal op deze wijze gerapporteerd zal worden. Het is de vraag of aantallen megavolt zittingen en series in de jaarverslagen gerapporteerd zullen blijven worden, omdat dat niet meer van belang is voor de productieparameter.



Figuur 26: Relatieve verdeling van teletherapie behandelingen (links) en van brachytherapie behandelingen (rechts) in de categorieën op basis van de nieuwe productieparameter [116], voor 5 radiotherapie-afdelingen. De gegevens komen uit jaarverslagen van deze afdelingen voor 1998. Horizontale lijnen geven de (naar aantallen behandelingen gewogen) gemiddelden voor deze 5 instellingen.

7.5 Type verrichtingen

In vrijwel alle jaarverslagen wordt een indeling van de patiënten gegeven naar lokalisatie van de tumor (zie Bijlage VI). In 14 jaarverslagen wordt daarbij de internationaal gestandaardiseerde ICD-codering gebruikt. Hiermee is dus een goed overzicht te krijgen van de verdeling van tumoren waarvoor patiënten bestraald worden, bijvoorbeeld in de onderverdeling: hersenen, KNO, long, mamma, gastro-enterologie, prostaat, overig urogenitaal, hematologie en overig. Als voorbeeld is in Figuur 27 voor drie veel voorkomende tumoren het relatieve aandeel in het totaal aantal patiënten weergegeven voor 18 RT-afdelingen. Overigens dient wel opgemerkt te worden dat het uit de jaarverslagen niet altijd duidelijk is of het hierbij gaat om de aantallen *bestraalde* patiënten of aantallen *ingeschreven* patiënten.



Figuur 27: Percentage van de patiënten bij 18 RT afdelingen (A-R) met een mammatumor, longtumor en prostaattumor. De lijnen geven de (met aantallen gewogen) gemiddelden.

In vier jaarverslagen zijn de behandelingen opgesplitst in curatief en palliatief. Volgens deze opgaven is respectievelijk 44,9%, 46,9%, 52,4% en 57,4% (met een naar aantallen gewogen gemiddelde van 48,7%) van de bestralingen curatief. In één jaarverslag zijn de bestralingen van *nieuwe* patiënten (zie §7.8) onderverdeeld in curatief en palliatief: respectievelijk 75% en 25%. Dit illustreert dat eerste bestralingen vaker (in opzet) curatief zijn, terwijl herhalingsbestralingen relatief vaker een palliatief doel hebben.

7.6 Bestraling van benigne aandoeningen

Vanwege mogelijke inductie van *primaire* maligniteiten vormen bestralingen van goedaardige aandoeningen een aparte categorie. In 7 jaarverslagen worden expliciet aantallen (of percentages) genoemd van nieuwe patiënten die bij de RT-afdeling komen met benigne tumoren. Lang niet al deze patiënten worden bestraald. In 6 jaarverslagen worden aantallen bestraalde benigne tumoren expliciet genoemd, variërend van 0,7% tot 8,8% van alle bestralingen.

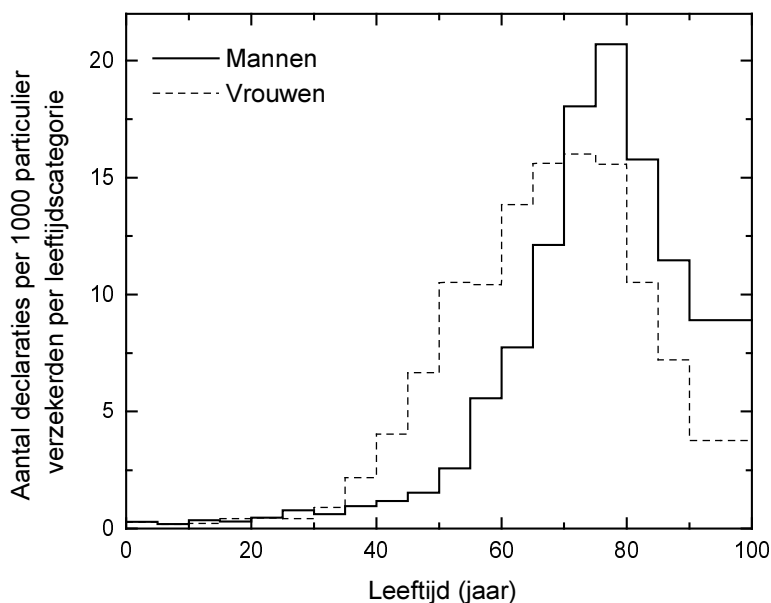
Recent hebben Leer en collega's [117] wereldwijd een inventarisatie gehouden naar indicaties en behandelingschema's voor bestraling van benigne aandoeningen. De conclusie van die inventarisatie was dat de klinische praktijk voor bestraling van goedaardige aandoeningen wereldwijd sterk uiteen loopt. Leer en collega's stellen dat recentere inventarisaties in Nederland en België laten zien dat er verschillen zijn in acceptatie van indicaties voor bestraling van benigne tumoren tussen de twee landen en tussen de RT-instellingen onderling [117]. De resultaten van deze inventarisaties worden nog gepubliceerd.

Endovasculaire brachytherapie wordt sinds een tiental jaren toegepast om restenose na een dotterbehandeling, bijvoorbeeld PTCA, tegen te gaan. Vanwege het grote aantal PTCA's (zie §3.2.4) zouden in de toekomst jaarlijks enkele duizenden patiënten per jaar mogelijk in aanmerking kunnen komen voor deze behandeling. Het is echter nog niet duidelijk of endovasculaire brachytherapie een routinematige toepassing zal worden of niet. Recent is een aflevering van het tijdschrift *Klinische Fysica* (1999/2) geheel gewijd aan endovasculaire brachytherapie. Voor gebruikte bronnen en technieken en voor dosimetrie en stralingshygiënische aspecten t.a.v. endovasculaire brachytherapie in Nederland wordt verwezen naar dit tijdschrift. In de pilotstudie is geen overzicht verkregen van de huidige mate van toepassing. In een jaarverslag van een RT-afdeling waar brachytherapie wordt toegepast in de coronairvaten staat dat in de laatste 5 maanden van 1998 46 patiënten zijn behandeld. Volgens het jaarverslag van een andere RT-afdeling hebben in 1998 112 endovasculaire bestralingen plaatsgevonden. Indien in het IMS gegevens over endovasculaire brachytherapie worden verzameld, dient men zich te realiseren dat deze stralingstoepassing veelal bij afdelingen cardiologie worden gedaan en dat informatie daarover mogelijk niet volledig bij de RT-afdelingen te verkrijgen is.

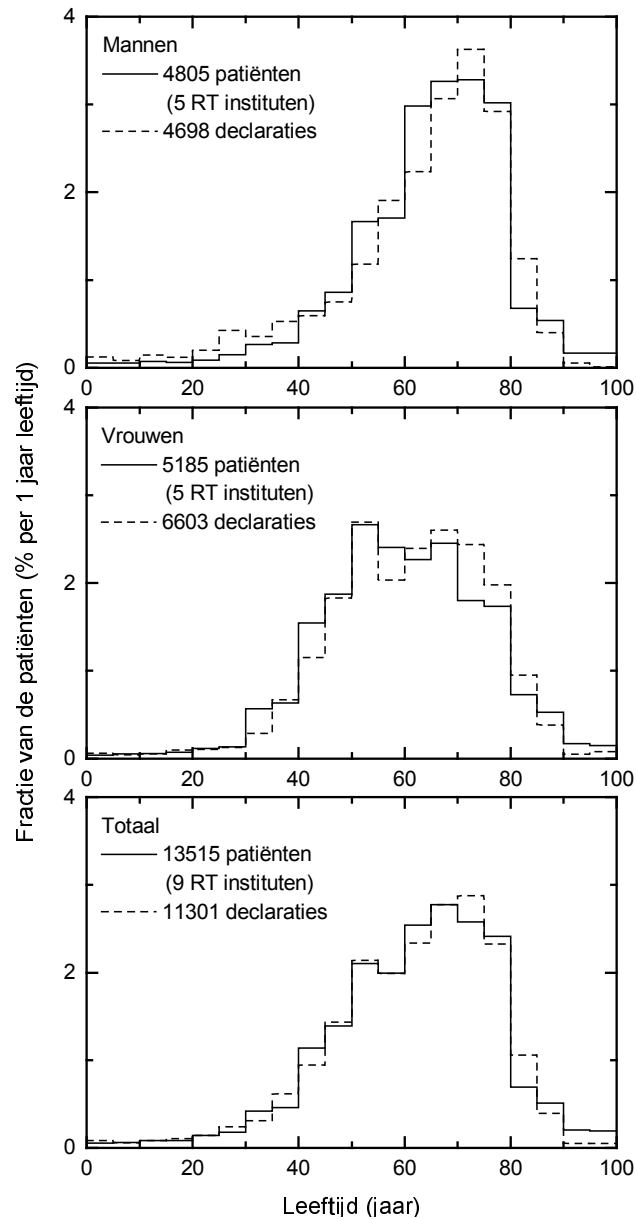
7.7 Blootgestelde groep

In ongeveer de helft van de jaarverslagen wordt de leeftijds- en geslachtsverdeling van de patiënten bij radiotherapie gespecificeerd (zie Bijlage VI). Het opgegeven percentage mannen van het totaal aantal patiënten varieert tussen 46,7% en 54,0%, met een (met aantallen patiënten gewogen) gemiddelde van 49,9%. In 5 jaarverslagen is de verdeling naar tumorlokalisatie (§7.5) voor mannen en vrouwen apart gedaan.

Evenals voor radiologie (§3.4) en nucleaire geneeskunde (§4.4) zijn voor radiotherapie declaratiefrequenties van particulier verzekerden verkregen [56], opgesplitst naar leeftijd en geslacht van de verzekerden, zie Figuur 28. Vergelijking van deze figuur met Figuur 13 en Figuur 18 laat zien dat de blootgestelde groep bij radiotherapie ouder is dan bij radiologie en bij nucleaire geneeskunde. Bij radiotherapie is de leeftijd van mannen gemiddeld hoger dan die van vrouwen. Dit hangt samen met het groot aantal mammatumoren dat wordt bestraald (Figuur 27) en het feit dat gemiddeld genomen deze kanker op jongere leeftijd wordt gconstateerd dan andere tumoren die bestraald worden. Volgens de gegevens uit de jaarverslagen verschilt de leeftijdsverdeling van de patiënten weinig tussen de verschillende afdelingen. In Figuur 29 zijn de leeftijdsverdelingen voor de afdelingen waarvoor deze bekend zijn samengenomen en vergeleken met de verdeling die volgt uit de declaratiefrequenties. Figuur 29 laat een goede overeenstemming van deze twee gegevens zien.



Figuur 28: Declaratiefrequentie voor radiotherapie in 1998 als functie van leeftijd en geslacht, volgens een bestand van 2,9 miljoen particulier verzekerden [56].



Figuur 29: Leeftijdsverdeling van patiënten bij radiotherapie. De doorgetrokken lijnen zijn gecombineerde leeftijdsverdelingen van een aantal radiotherapie instituten (gegevens uit jaarverslagen). De gestreepte lijnen zijn verkregen door de declaratiefrequenties van Figuur 28 te vermenigvuldigen met de Nederlandse bevolkingsopbouw.

In één jaarverslag worden aantallen behandelingen bij kinderen apart vermeld. In 1998 werden op deze RT-afdeling 35 kinderen en adolescenten bestraald (30 curatief en 5 palliatief), waarvan 8 al eerder waren bestraald. Het totaal aantal behandelseries voor deze kinderen bedroeg 61. In het jaarverslag zijn de diagnoses vermeld op indicatie waarvan deze kinderen zijn bestraald.

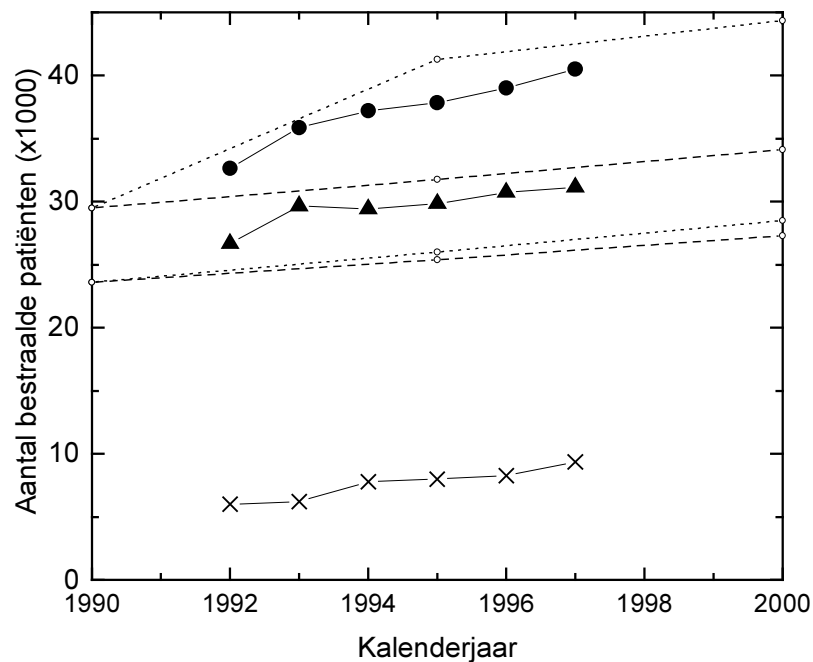
Net als bij diagnostiek valt verreweg het grootste deel van de patiënten bij (radio)therapie in het eerste type van blootstelling van de Euratom richtlijn (zie het begin van Hoofdstuk 5), namelijk blootstelling in het kader van behandeling. Een niet onaanzienlijk deel van de patiënten wordt bestraald in studieverband, bijvoorbeeld om het effect van radiotherapie te vergelijken met dat van chemotherapie, of om de effect van verschillende bestralingstechnieken met elkaar te vergelijken. Dit zijn veelal (inter)nationale studies onder auspiciën van EORTC of CKVO (een adviesraad van de Nederlandse kankerbestrijding), waaraan meerdere radiotherapie afdelingen deelnemen. Overzichten van lopende studies en deelnemende instituten zijn via deze organisaties te verkrijgen [118, 119]. Naast deze multi-institutionele studies zijn er ook die binnen een instelling worden uitgevoerd. In 9 jaarverslagen wordt melding gemaakt van de studies waaraan wordt deelgenomen. In 4 jaarverslagen staan aantallen patiënten die in dat jaar zijn opgenomen in de studies, met een totaal van 1084 patiënten (op een totaal van 8231 RT-patiënten op die afdelingen). In een ander jaarverslag staan wel aantallen patiënten in de studies gepresenteerd, maar dit zijn totalen over de gehele looptijd (vaak meerdere jaren). Deze getallen laten zien dat een significant deel van de patiënten in studieverband wordt bestraald. Daarbij moet opgemerkt worden dat dit geenszins allemaal experimentele bestralingen zijn waarvan het effect onduidelijk is. Vaak gaat het om het al dan niet aantonen van klinisch voordeel van verbeterde behandeltechnieken.

7.8 Definitie van een radiotherapie patiënt

Het vergelijken van aantallen patiënten en/of aantallen behandelingen bij radiotherapie uit verschillende bronnen is geen sinecure. De Gezondheidsraad heeft in haar rapport de volgende telesheden gedefinieerd: nieuwe patiënt, bestraalde nieuwe patiënt, herhalingspatiënt en nieuwe herhalingspatiënt [115]. In de EBMV wordt gevraagd naar de jaarlijkse aantallen ‘bestralingspatiënten’, onderverdeeld in oude, nieuwe en het totale aantal. Nieuwe bestralingpatiënten zijn in de EBMV gedefinieerd als: “patiënten die in het [betreffende] kalenderjaar voor een eerste maal voor een tumor of uitzaaiingen daarvan werden bestraald”. Uit deze definitie is niet duidelijk of een patiënt die voor het eerst voor een longtumor wordt bestraald, na in het verleden voor een mammatumor te zijn bestraald, nu wel of niet een “nieuwe bestralingpatiënt” is volgens de EBMV. Volgens GR is dit *wel* een nieuwe patiënt. In de jaarverslagen komen we alle mogelijke vormen van bovengenoemde soorten patiënten bij radiotherapie tegen, inclusief de ‘patiënten zonder RT’. Om de verwarring compleet te maken wijkt de definitie van een nieuwe patiënt volgens de kankerregistratie weer af van de definitie uit [115]: in de kankerregistratie wordt een patiënt alleen als nieuwe patiënt geregistreerd als bij hem/haar voor de eerste maal kanker is vastgesteld.

In Figuur 30 worden evenwel gegevens over aantallen patiënten uit de EBMV vergeleken met de GR scenario's. Voor de prognoses zijn de aantallen op de volgende wijze berekend [115]. Uitgaande van het jaarlijks aantal nieuwe patiënten met kanker (excl. huidkanker) en een percentage van deze patiënten dat bestraald wordt, volgt het aantal bestraalde nieuwe patiënten (excl. huidkanker). Daaruit

wordt het aantal patiënten inclusief huidkanker en benigne tumoren berekend d.m.v. een ophoogfactor van 1,05. Vervolgens wordt het totaal aantal bestralingsbehandelingen verkregen door te vermenigvuldigen met de herhalingsfactor, i.e. het gemiddeld aantal behandelingen per patiënt. In de EBMV wordt gevraagd naar oude, nieuwe en het totaal aantal bestralingspatiënten, tevens uitgesplitst naar megavolt- en brachytherapie. Omdat in de EBMV geen orthovolt is opgenomen, is in Figuur 30 voor de Gezondheidsraad scenario's uitgegaan van de prognoses van het aantal bestraalde nieuwe patiënten (excl. huidkanker) en direct gecombineerd met de aangenomen herhalingsfactoren. Voor de jaren 1992 t/m 1997 zijn in de EBMV voor alle RT-afdelingen de som van totale aantallen patiënten voor brachy- en megavolttherapie bekend. Voor een groot deel daarvan (80% tot 95% in deze periode) is bekend welke fractie oude patiënten en welke fractie nieuwe patiënten betrof. Deze fracties zijn toegepast op het totale aantal, om te komen tot aantallen oude en nieuwe patiënten in de EBMV (Figuur 30).



Figuur 30: Vergelijking van aantallen bestraalde patiënten bij radiotherapie. De grote symbolen geven de totale aantallen bestraalde patiënten (megavolt- en brachytherapie, cirkels) en de onderverdeling in nieuwe en oude patiënten (respectievelijk driehoekjes en kruisjes) volgens de EBMV. De lijnen geven de prognoses van de Gezondheidsraad commissie [115], volgens het referentie-scenario (gestreept) en het kwaliteits-scenario (gestippeld). De onderste twee lijnen daarvan zijn voorspelde aantallen bestraalde patiënten (excl. huidkanker). De bovenste twee lijnen geven het voorspelde aantal bestralingsbehandelingen (excl. huidkanker), verkregen door de onderste lijnen met de voorspelde herhalingsfactor te vermenigvuldigen (in het kwaliteits-scenario neemt de herhalingsfactor in de tijd toe van 1,25 in 1990 naar 1,30 in 1995 en 1,35 in 2005).

In Figuur 30 is te zien dat het aantal nieuwe radiotherapie patiënten volgens de EBMV boven beide prognoses voor aantallen bestraalde nieuwe patiënten (excl. huidkanker) van de Gezondheidsraad commissie (onderste twee lijnen) ligt. Het totaal aantal radiotherapie patiënten (EBMV) ligt tussen de twee prognoses voor het aantal bestralings*behandelingen*, dichter bij het kwaliteit-scenario dan het referentie-scenario. Het is duidelijk dat in Figuur 30 verschillende dingen met elkaar vergeleken worden. Onduidelijk in de EBMV is bijvoorbeeld hoe patiënten die een combinatie van brachy- en megavolttherapie ondergaan geteld worden: in de EBMV is de som van brachytherapiepatiënten en megavolttherapiepatiënten identiek aan het opgegeven totale aantal patiënten. Daarnaast wordt in de EBMV een patiënt die een herhalingsbehandeling in hetzelfde jaar krijgt als zijn/haar initiële behandeling (volgens de definitie) slechts eenmaal geteld. Onduidelijk is hoeveel herhalingsbehandelingen in hetzelfde jaar plaatsvinden. De verhouding van het totaal aantal patiënten tot het aantal nieuwe patiënten volgens de EBMV is gestegen van 1,23 in 1992 naar 1,30 in 1997. Zoals gezegd is niet duidelijk of dit een goede benadering is voor de herhalingsfactor. Uit Figuur 30 blijkt wel dat inderdaad meer patiënten radiotherapie ondergaan dan voorspeld in het referentiescenario [116], maar het is uit bovenstaande cijfers moeilijk te achterhalen om hoeveel extra patiënten c.q. behandelingen het precies gaat. De conclusie is dus dat de aantallen patiënten uit de EBMV niet goed te vergelijken zijn met ramingen van de Gezondheidsraad commissie en bovendien afwijken van aantallen behandelseries.

7.9 Aandeel van radiotherapie bij behandeling van kanker

Om trends in het gebruik van radiotherapie te kunnen interpreteren en eventueel te voorspellen dienen, per tumorsoort, aantallen bestraalde patiënten gerelateerd te worden aan de incidentie van deze tumoren. Radiotherapie is immers wel een frequent toegepaste therapie bij kanker, maar niet de enige (zie bijv. [120]). Zo kunnen ontwikkelingen in radiotherapeutische technieken enerzijds en ontwikkelingen in andere behandeltechnieken zoals chemotherapie, immunotherapie en genterapie anderzijds het relatief belang van radiotherapie bij de behandeling van bepaalde tumoren doen wijzigen. Registratie van incidentie van kanker gebeurt in Nederland in 9 regionale IKC's [121]. Deze regionale gegevens worden gebundeld door VvIK, die daarmee beschikken over landelijke incidentiecijfers. Kankerincidentiecijfers voor de jaren 1989 - 1995 zijn door VvIK in rapportvorm uitgebracht [122]. Deze (en recentere) gegevens zijn in elektronisch formaat van VvIK te verkrijgen [123].

Door VvIK wordt kankerincidentie gerapporteerd in leeftijdscategorieën van 5 jaar, voor mannen en vrouwen afzonderlijk. Voor de indeling naar tumoren wordt dezelfde ICD codering aangehouden als in de meeste jaarverslagen (§7.5). Dit maakt het mogelijk om het aandeel van radiotherapie bij deze tumoren te bepalen. Zoals besproken in §7.8 is het vanwege de verschillende definities van een 'nieuwe patiënt' niet eenvoudig om aantallen kankerpatiënten volgens de VvIK te relateren aan bestraalde patiënten bij radiotherapie. Voordat in het IMS eventueel kankerincidentiecijfers worden meegenomen voor de beschrijving van trends in de radiotherapie dient dit te worden uitgezocht.

Desalniettemin worden hieronder de gegevens van de EBMV, uit jaarverslagen en van VvIK op grove wijze gecombineerd om te illustreren tot welk inzicht dit leidt. Volgens de EBMV waren er in 1995 29837 nieuwe bestralingspatiënten (Figuur 30). Het aandeel van mamma-, long- en prostaatumoren staat in Figuur 27. Voor het voorbeeld worden de gemiddelden in die figuur als representatief genomen: respectievelijk 24,64%, 18,46% en 10,40%. Combinatie hiervan geeft dus voor 1995 7352 nieuwe bestralingspatiënten voor mammatumoren, 5508 voor longtumoren en 3103 voor prostaatumoren. Volgens de t.o.v. [122] iets gecorrigeerde VvIK gegevens waren er in 1995 de volgende aantallen nieuwe kankerpatiënten [123]: 9706 met een mammatumor (9644 vrouwen en 62 mannen), 8961 met een longtumor (7079 mannen en 1882 vrouwen) en 6497 mannen met een prostaattumor. Door simpelweg de ratio's van deze getallen te nemen volgt dat radiotherapie wordt gebruikt bij 76% van de mammatumoren, 61% van de longtumoren en 48% van de prostaatumoren. Zoals gezegd kunnen de werkelijke percentages hiervan afwijken, maar dit rekenvoorbeeld illustreert tot welke inzichten combinatie van productiegegevens van radiotherapie en incidentiecijfers van kanker kunnen leiden.

7.10 Dosis en stralingsbelasting van de patiënt

Zoals reeds beargumenteerd in §7.1 zegt de gespecificeerde dosis op het doelgebied weinig over kwaliteit en/of mogelijke nadelige gevolgen van een therapeutische bestraling. In de jaarverslagen zijn dan ook geen gegevens over standaard voorgeschreven tumordoses bij verschillende bestralingen gevonden. In deze paragraaf worden enkele overwegingen gepresenteerd van de dosis bij radiotherapie vanuit het oogpunt van de stralingsbelasting patiënt. Complicaties ten gevolge van (deterministische) schade aan normale weefsels worden buiten beschouwing gelaten, omdat de afweging tussen hoge dosis om de tumor onder controle te brengen en lage dosis om omliggend gezond weefsel te sparen van zeer veel factoren afhankelijk is (o.a. van het stadium van de tumor). In deze paragraaf worden alleen mogelijke inductie van stochastische effecten (tumorinductie) beschouwd.

In 1984 presenteerde ICRP een methode waarmee het effectieve dosisequivalent voor een patiënt bij radiotherapie kon worden geschat via orgaandoses buiten het doelgebied [124]. Voor Nederland heeft Beentjes eind jaren tachtig hiermee een schatting gemaakt van de collectieve dosis t.g.v. radiotherapie, zie o.a. [125]. UNSCEAR stelde in 1993 dat voor radiotherapie het mogelijk is effectieve doses te bepalen, met de aantekening dat effectieve dosis bij therapie alleen gebruikt kan worden voor onderlinge vergelijking en niet gebruikt kan worden om nadelige effecten van de stralingsdosis te schatten [126]. In dat rapport gebruikt UNSCEAR de resultaten van Beentjes om een collectieve effectieve dosis t.g.v. radiotherapie voor de wereldbevolking te schatten. In het nieuwe UNSCEAR rapport [127], is men weer afgestapt van het idee dat effectieve dosis een zinnige grootheid is om stralingsbelasting van de patiënt bij radiotherapie te karakteriseren. De gegevens over dosis bij radiotherapie in dat concept rapport zijn beperkt tot typische voorgeschreven doses voor verschillende typen behandelingen.

Dit betekent niet dat er een verminderde aandacht is voor tumorinductie door radiotherapie. Dankzij voortschrijdende technieken in de radiotherapie neemt de levensverwachting na behandeling toe. Daarmee neemt echter ook de kans op inductie van (secundaire) tumoren op latere leeftijd t.g.v. de bestraling toe. Voor een aantal specifieke bestraalde groepen, met name voor personen die op jongere leeftijd curatieve radiotherapie hebben gehad, zijn verhoogde risico's op secundaire maligniteiten t.g.v. de bestraling aangetoond. Als voorbeeld worden hier enkele studies genoemd. Van Leeuwen en collega's hebben een cohort Nederlandse patiënten gevolgd die behandeld zijn voor Hodgkin lymfoom [128]. Daaruit bleek o.a. dat behandeling met radiotherapie op latere leeftijd een vergrote kans op longkanker veroorzaakt [129]. Het tweede voorbeeld betreft een recente waarschuwing om bij patiënten met lymfoblastische leukemie (zo mogelijk) geen profylactische hersenbestraling te geven, nadat een hoge incidentie van secundaire hersentumoren was gezien bij patiënten met acute lymfoblastische leukemie die in studieverband radiotherapie hadden ondergaan in combinatie met antimetaboliëten [130]. Dat met het toenemend succes van radiotherapie de zorg voor inductie van secundaire tumoren niet alleen beperkt blijft tot de relatief kleine groep patiënten die op jonge leeftijd worden bestraald blijkt uit een recente publicatie over het risico van leukemie na radiotherapie voor prostaatkanker [131]. In die studie wordt ervoor gepleit om bij het optimaliseren van behandelplannen bij prostaatbestraling niet alleen deterministische schade aan omliggende normale weefsels (m.n. het rectum) te minimaliseren, maar ook het risico op secundaire leukemie mee te nemen.

Bovenstaande voorbeelden laten niet alleen zien dat bij succesvolle behandeling het (stochastische) stralingsrisico voor de patiënt relevant wordt, ze maken ook duidelijk dat het kwantificeren van dit risico uitgebreide studies vereist waarin patiëntspecifieke gegevens en details van de individuele behandelingen zoals dosisverdelingen essentieel zijn. Omdat gegevens in het op te zetten IMS op veel hoger niveau geaggregeerd worden, zal het IMS niet aan epidemiologische studies kunnen bijdragen [132]. Van de andere kant wordt er onderzoek gedaan waarbij de stralingsbelasting van radiotherapeutische behandelingen voor de patiënt wordt gekwantificeerd met behulp van standaard methoden uit de stralingsbescherming. Zo hebben Verellen en Vanhavere het stralingsrisico voor een nieuwe radiotherapeutische techniek vergeleken met dat van de conventionele techniek voor tumoren in het hoofd-hals gebied, met behulp van de persoonsdosis equivalent $H_p(10)$ [133]. Bij deze nieuwe techniek (IMRT) wordt een niet-uniform bestralingsveld gecreëerd door tijdens de bestraling de bundelvorm te veranderen. Omdat daarbij steeds een gedeelte van de bundel wordt afgedekt, moet daarbij de versneller langer stralen dan bij een conventionele bestraling waarbij de dosis direct met een open bundel wordt toegediend. Dit leidt dan tot hogere doses buiten het doelvolumen t.g.v. lekstraling. Bovendien is de veldgrootte waarmee wordt bestraald bij IMRT kleiner, waardoor relatief meer stroostraling buiten het doelgebied terecht komt. Verellen en Vanhavere vonden voor de hoofd-hals bestraling die ze hebben bestudeerd effectieve doses voor de patiënt van $0,24 \times 10^3$ mSv voor de conventionele techniek en $1,97 \times 10^3$ mSv voor IMRT, een verhoging van een factor 8 [133]. In een andere studie hebben Broerse en collega's de stralings-

belasting voor twee radiotherapie-technieken voor een goedaardige oogaandoening vergeleken door met Monte Carlo technieken de orgaandoses te berekenen en daaruit de effectieve dosis te bepalen [134]. Uit deze studie bleek dat de effectieve dosis voor de patiënt voor deze behandeling in Leiden 65 mSv bedroeg, terwijl de in Essen gebruikte techniek resulteert in slechts 34 mSv [134]. Monte Carlo berekeningen zijn eveneens door Franken en Huyskens toegepast om de effectieve dosis voor de patiënt bij endovasculaire brachytherapie na PTCA te bepalen [135]. Bij gebruik van bèta-bronnen is deze dosis zeer laag (orde 0,01 mSv), maar indien gamma-bronnen gebruikt worden liggen typische waarden in de orde van 5 tot 25 mSv per verrichting [135].

Uit bovenstaande voorbeelden moge duidelijk zijn dat stralingsbelasting van patiënten bij radiotherapie een zaak van toenemend belang is. Concepten die bij röntgendiagnostiek worden gebruikt om de stralingsbelasting van de patiënt te kwantificeren kunnen ook worden toegepast bij radiotherapie, al is het maar om het risico op stralingsgeïnduceerde tumoren van verschillende technieken relatief met elkaar te kunnen vergelijken. De verwachting is dat in de toekomst meer van dergelijke studies zullen worden uitgevoerd. In het IMS zouden deze gegevens verzameld kunnen worden en daarmee enig inzicht kunnen verschaffen in de onderlinge verhoudingen van de risico's op stralingsgeïnduceerde tumoren als gevolg van medische blootstellingen.

7.11 Overzicht en witte vlekken

In deze paragraaf wordt niet een nieuw overzicht gepresenteerd, maar wordt aangegeven welke overzichten gemaakt kunnen worden met het IMS bij opname van gegevens over radiotherapie. Daarbij wordt ook aangegeven welke gegevens (nog) ontbreken voor specifieke overzichten.

Met behulp van de EJZ en de EBMV kan op eenvoudige wijze jaarlijks de mate van toepassing van megavolttherapie en brachytherapie in beeld worden gebracht, zie Figuur 22, Figuur 23 en Figuur 24. Daarmee kan de nationale trend in het gebruik van radiotherapeutische voorzieningen worden bijgehouden. Het verdient aanbeveling om de EBMV in de toekomst aan te passen aan de nieuwe productieparameter, en te vragen naar aantallen behandelingen voor de verschillende NVRO-categorieën afzonderlijk (zie §7.4). Voor orthovolttherapie volgt uit de jaarenquêtes niet direct een landelijk compleet beeld, omdat hier alleen in de EJZ naar gevraagd wordt. De vragen over orthovolttherapie zouden dus ook in de EBMV moeten worden opgenomen. In aanvulling op de gegevens uit de jaarenquêtes kunnen meer gedetailleerde gegevens over radiotherapie zonder veel moeite uit de jaarverslagen van de RT-afdelingen verzameld worden, of uit overzichten die eenvoudig door de RT-afdelingen kunnen worden samengesteld. Van 19 van de 21 RT-afdelingen is op deze manier in de pilotstudie informatie verzameld. Het soort gegevens en de wijze van presentatie in de jaarverslagen varieert nogal, maar een aantal basale productiegegevens kunnen voor een groot deel van de RT-instituten worden vergeleken (Figuur 25, Figuur 26). Daarnaast kan er een goed beeld mee worden verkregen van de leeftijds- en geslachtsverdeling van de patiënten (Figuur 29) en van de aandoeningen waarvoor de patiënten worden be-

straald (Figuur 27). Bij dat laatste moet worden opgemerkt dat 4 van de 18 RT-instellingen die verdeling naar tumorlokalisaties opgeven (nog) *niet* de standaard ICD codering gebruiken (Bijlage VI), wat het samennemen van de gegevens voor een landelijk beeld bemoeilijkt. Ook is opvallend dat slechts 5 RT-instituten de tumorlokalisatie verdeling apart voor mannen en vrouwen geven, terwijl voor de meeste tumoren belangrijke verschillen in incidentie voor mannen en vrouwen voorkomen. De jaarverslagen zijn ook steekproefsgewijs te gebruiken voor het achterhalen van specifieke informatie, bijvoorbeeld over radiotherapie bij benigne tumoren. In alle gevallen blijft echter de volledig dekkende EBMV noodzakelijk om in de jaarverslagen ontbrekende gegevens te kunnen bijschatten.

Voor een goed inzicht in de trends in radiotherapie is het nodig om per type tumor kankerincidentie te relateren aan het aantal bestraalde patiënten. Cijfers over kankerincidentie zijn eenvoudig te verkrijgen bij VvIK, maar er zitten nog wat haken en ogen aan het vergelijken van deze gegevens met aantallen bestraalde patiënten (§7.8). Door eenmalig goed uit te zoeken op welke manier dit het beste kan gebeuren, zou deze connectie structureel gemaakt kunnen worden. Daarmee kan het belang van radiotherapie in de bestrijding van kanker op nationaal niveau worden gevolgd.

Ten aanzien van dosisaspecten en de stralingsbelasting van de patiënt zijn er voor radiotherapie weinig gegevens beschikbaar die op het (hoge) aggregatieniveau van het IMS relevant zijn. Er lijkt wel een trend te zijn om de stralingsbelasting bij radiotherapie meer op dezelfde manier in kaart te brengen als voor röntgendiagnostiek. Door de ontwikkelingen op dit gebied goed bij te houden, zou het IMS daar op termijn overzichten van kunnen genereren.

Zoals in §7.1 verwoord, is recent een ‘commissie actualisatie’ van NVRO in het leven geroepen, die gedeeltelijk dezelfde inventarisatie heeft gedaan als in dit hoofdstuk gerapporteerd [116]. NVRO is van zins deze commissie regelmatig een nieuwe inventarisatie te laten uitvoeren [136]. Bij de opzet van het IMS zouden ter controle en voor het begrip de in dit hoofdstuk gepresenteerde getallen vergeleken moeten worden met de in [116] gerapporteerde cijfers. Ten behoeve van de efficiëntie verdient het voor het vervolg aanbeveling om de activiteiten van de ‘commissie actualisatie’ van NVRO en de verzameling van gegevens voor radiotherapie in het IMS op elkaar af te stemmen.

8. NUCLEAIR GENEESKUNDIGE THERAPIE

In deze pilotstudie is geen speciale aandacht besteed aan het verzamelen van gegevens over nucleair geneeskundige therapie, hoewel deze verrichtingen binnen het totaal aan stralingstoepassingen een aparte categorie vormen [1]. Voor gegevens over therapeutische verrichtingen bij nucleaire geneeskundige kunnen veelal dezelfde informatiebronnen worden gebruikt als gepresenteerd in Hoofdstuk 4, terwijl ten aanzien van de stralingsbelasting en de dosis dezelfde overwegingen gelden als voor radiotherapie (§7.1). In dit hoofdstuk wordt kort een overzicht gegeven van enkele informatiebronnen waar gegevens over nucleair geneeskundige therapie te verkrijgen zouden zijn. Dit overzicht is onvolledig en bevat nauwelijks geanalyseerde gegevens, maar geeft een indruk van wat beschikbaar is.

Hoefnagel rapporteerde in 1995 over een enquête onder 32 afdelingen nucleaire geneeskunde die nucleair geneeskundige therapie bedreven [137]. Dertig ingevulde enquêtes gaven daarbij het volgende beeld. In 1993 bleken 27 afdelingen tezamen over 65,5 isolatiekamers/bedden te beschikken, overeenkomend met één bed per 234,2 duizend inwoners. In totaal werden per jaar 4676 therapieën uitgevoerd bij 4236 patiënten, ofwel 1 per 3622 inwoners, waarvan 71,0% voor goedaardige schildklierandoeningen (lage dosis ^{131}I), 7,9% voor andere benigne aandoeningen (artritiden) en 21,1% voor oncologische indicaties. De opsplitsing van de laatste categorie laat zien dat het merendeel daarvan bestond uit behandeling voor schildkliercarcinoom (49%) en bottherapie [137]. Een overzicht van de jaarlijks aan patiënten voor therapie toegediende activiteit laat zien dat het grootste deel van de 3589 GBq ^{131}I betreft, namelijk 2901 GBq als ^{131}I -jodide en 510 GBq als ^{131}I -MIBG [137].

In de Aanbevelingen van NVNG [57] zijn de meest courante nucleair geneeskundige therapieën in Nederland beschreven, te weten behandeling van skeletmetastasen (^{89}Sr of ^{186}Re), schildklierandoeningen (^{131}I) en radiosynoviorthese (^{90}Y , ^{186}Re of ^{169}Er). In de overzichten die bij 12 NVNG visitaties van afdelingen nucleaire geneeskunde verkregen zijn, is in alle gevallen ook informatie over aantal therapieën beschikbaar, met in de meeste gevallen een onderverdeling naar soort aandoening of therapie. Deze overzichten laten zien dat het merendeel van de behandelingen (grootweg 80% - 90%) schildkliertherapieën betreffen, waarvan het grootste deel voor (benigne) hyperthyroïdie en slechts ongeveer 10% voor schildkliercarcinoom. Overigens wordt in deze overzichten naast de in [57] beschreven therapieën ook behandeling met ^{32}P voor polycythaemia vera of pleuritis / peritonitis genoemd. In het voorstel voor standaard enquêtering van de afdelingen nucleaire geneeskunde ([108]), zijn ook enkele vragen over therapie opgenomen (Bijlage V).

In de EJZ wordt gevraagd naar het aantal behandelingen bij nucleair geneeskundige therapie (Bijlage III). Het probleem daarbij is dat bij vele ziekenhuizen die nucleair geneeskundige diagnostiek doen, bij het aantal therapeutische verrichten

de code voor ‘onbekend’ staat ingevuld¹⁰. Uit de EJZ is echter niet af te leiden of ze ook daadwerkelijk geen behandelingen doen, en dus of het aantal moet worden geschat. In Tabel 22 is een overzicht gegeven van het aantal ziekenhuizen dat opgave doet van het aantal therapeutische verrichtingen en de som van deze bekende aantallen. Ook is aangegeven voor hoeveel ziekenhuizen hierbij de code ‘onbekend’ is ingevuld, en wat de schatting (inclusief standaarddeviatie) voor het totaal aantal therapieën is indien voor al deze ziekenhuizen het aantal verrichtingen wordt geschat. Bij de aantallen voor 1997 moet worden opgemerkt dat gegevens over nucleaire geneeskunde in academische ziekenhuizen ontbreken in de EJZ (Bijlage III). Voor 1996 staan 1337 therapieën in 5 academische ziekenhuizen in de EJZ geregistreerd, leidend tot een schatting van 1800 ± 500 voor het alle academische ziekenhuizen in dat jaar.

Tabel 22: Aantal nucleair geneeskundige therapieën volgens de EJZ. Per jaar is achtereenvolgens weergegeven het kalenderjaar, het aantal ziekenhuizen (#zh) en het aantal therapeutische verrichtingen (#verr) zoals bekend in de EJZ, het aantal ziekenhuizen waarvoor bij het aantal therapieën de code ‘onbekend’ is ingevuld, het geschat aantal verrichtingen in deze ziekenhuizen ervan uitgaande dat ze allemaal aan therapie doen en de standaarddeviatie in dat geschatte aantal.

Jaar	Bekend		Onbekend		
	#zh:	#verr	#zh	#verr	(SD)
1991	15:	3385	19:	3319	(1506)
1992	20:	2537	11:	1520	(741)
1993	20:	4303	11:	2501	(1336)
1994	23:	3007	13:	1540	(774)
1995	23:	3168	15:	2200	(828)
1996	25:	3264	19:	2118	(818)
1997	16:	1493	18:	1798	(308)

Hoefnagel rapporteerde een jaarlijks aantal van 4676 therapieën [137], zie hierboven. Vergelijking met de gegevens uit Tabel 22 geeft aan dat de EJZ een belangrijk deel van de therapieën niet registreert. Indien bekend is welke ziekenhuizen nucleair geneeskundige therapie bedrijven, kan het ontbrekende aantal bijgeschat worden. Ondanks de onzekerheid in de schatting is ook uit Tabel 22 duidelijk dat – wat het aantal betreft – de categorie ‘nucleair geneeskundige therapie’ in het totale overzicht van de medische stralingstoepassingen een kleine groep is.

Patiënten krijgen bij nucleair geneeskundige therapieën doorgaans relatief hoge activiteiten toegediend. Bij de therapie van hyperthyreoïdie worden bijvoorbeeld activiteiten van 100 tot 2000 MBq toegediend, terwijl voor de behandeling van schildkliercarcinoom activiteiten tot 8000 MBq worden gebruikt [138]. Daardoor vormen de patiënten een stralingsbron voor de omgeving. Dit vereist speciale voorzieningen voor onder andere de ruimtes waarin deze patiënten vlak na

¹⁰ Indien deze code staat ingevuld bij het aantal diagnostische verrichtingen, dan wordt het aantal voor dat ziekenhuis bijgeschat met de methode zoals beschreven in Hoofdstuk 2.

toediening in het ziekenhuis verblijven, de werkers en andere personen in de omgeving en voor criteria voor ontslag.

Deze summier informatie maakt duidelijk dat nucleair geneeskundige therapie slechts in geringe mate bijdraagt aan het totale aantal verrichtingen en dat er bij het verzamelen van gegevens geen speciale problemen te verwachten zijn: in veel gevallen zijn de gegevens te verkrijgen samen met die over nucleair geneeskundige diagnostiek. Wel moet opgemerkt worden dat de toegediende activiteit bij therapie sterk afhangt van het patiëntspecifieke behandelplan.

9. CONCLUSIES

In Nederland is een groot aantal gegevens beschikbaar waarmee een overzicht is te maken van de blootstelling van de bevolking aan medische toepassing van ioniserende straling. In deze pilotstudie zijn vele gegevens verzameld en geanalyseerd, om te onderzoeken welke informatie beschikbaar is en wat nog ontbreekt voor zo'n overzicht. Tevens is hiermee inzicht verkregen in de inspanning die vereist is om structureel inzicht te verwerven in de medische toepassing van straling in Nederland conform de informatie-eis van de Euratom richtlijn. Op grond hiervan kunnen in de definitiestudie [2] keuzes gemaakt worden ten aanzien van het op te zetten IMS. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies op een rijtje gezet, achtereenvolgens voor diagnostiek, therapie, apparatuur, blootgestelde groep en type van blootstelling.

In de paragrafen hieronder ligt de nadruk op de ontbrekende gegevens en de wijze waarop deze te verkrijgen zijn. Men dient zich echter steeds te realiseren dat de in deze pilotstudie gepresenteerde gegevens al een behoorlijk volledig inzicht verschaffen in de blootstelling van de bevolking en de daarmee gepaard gaande stralingsbelasting. Vanwege de diversiteit aan informatiebronnen en incidentele studies waaruit de gegevens geput zijn, dient de gegevensverzameling voor het IMS structureel geregeld en voor enkele onderwerpen uitgebreid te worden. De belangrijkste conclusie van deze pilotstudie is echter dat door handig gebruik te maken van bestaande registraties en deze waar nodig aan te passen of aan te vullen, met beperkte middelen een informatiesysteem op te zetten is waarmee voldaan wordt aan Artikel 12 van de Euratom richtlijn.

9.1 Diagnostiek

Gebaseerd op de beschikbaarheid van gegevens, de relatieve bijdrage aan de collectieve dosis voor de Nederlandse bevolking en/of de relatieve hoogte van individuele patiëntdoses, is voor diagnostiek de volgende indeling gemaakt:

- 1) Röntgenonderzoeken in ziekenhuizen
 - a) CT-onderzoeken (schedel, thorax, abdomen, bekken, LWK, overig)
 - b) vasculaire angiografie en interventies
 - c) doorlichting, buckycontrast en overige interventies
 - d) hartcatheterisaties
 - e) overige radiologische röntgenfoto's
 - f) (overige) röntgenonderzoeken buiten de afdelingen radiologie en cardiologie
 - g) thoraxopnamen
 - h) (poli)klinische mammografie
- 2) Nucleair geneeskundige diagnostiek
 - a) myocardonderzoek (^{201}Tl of $^{99\text{m}}\text{Tc}$)
 - b) skeletonderzoek
 - c) (overig) tumor / infectie lokalisatie

- d) schildklierscan
 - e) longperfusieonderzoek
 - f) hartfunctieonderzoek
 - g) renografie
 - h) hersenen
 - i) longventilatie
 - j) overig
- 3) Extramuraal röntgenonderzoeken
- a) bevolkingsonderzoek naar borstkanker
 - b) röntgenfoto's door tandartsen en orthodontisten

Deze onderverdeling is gerangschikt naar afnemende bijdrage aan de collectieve dosis. De relatieve bijdragen aan de collectieve effectieve dosis door medische diagnostiek van de drie hoofd-categorieën worden geschat op respectievelijk ongeveer 87%, 11% en 1,6%. Per categorie zijn de verschillende typen onderzoeken [a), b), ...] eveneens gerangschikt volgens afnemende bijdrage aan de collectieve dosis.

Voor minimaal inzicht in de stralingsbelasting van de bevolking dient voor alle hierboven gespecificeerde categorieën zowel een schatting van het jaarlijks totaal aantal verrichtingen als van de actuele gemiddelde (effectieve) dosis per onderzoek te worden gemaakt. Voor sommige categorieën, zoals CT-onderzoeken en myocardscans, is het voor een schatting van de gemiddelde dosis nodig een verdere onderverdeling te maken.

Aangezien verreweg het grootste deel van de stralingsbelasting plaatsvindt in ziekenhuizen, ligt het voor de hand de aantallen verrichtingen te ontlenen aan de enquête jaarcijfers ziekenhuizen (EJZ) van Prismant (voorheen NZi). Die enquête bevat namelijk een vrij volledige registratie van jaarlijkse aantallen verrichtingen *per ziekenhuis*, waarmee landelijke totalen zijn te schatten. De opsplitsing in de EJZ is echter minder gedetailleerd dan de hierboven gepresenteerde onderverdeling en extra gegevens zijn dus nodig voor het overzicht. Deze zouden structureel verkregen worden door de EJZ aan te passen aan de informatiebehoefte van het IMS. Anderzijds kan bij een steekproef uit de instellingen het aantal verrichtingen per type opgevraagd worden. De CTG-verrichtingen codes (niet te verwarren met de tarief-codes) lijken hiervoor de meest geschikte standaard. Aantallen verrichtingen uitgesplitst naar deze codes zijn ook op te vragen bij de ziektekostenverzekeraars. Dit heeft het voordeel dat de opsplitsing naar leeftijd en geslacht meegeleverd kan worden. De gegevens van voornoemde bronnen kunnen benut worden voor onderlinge controle. De informatie die NVNG bij visitaties verzamelt, lijkt de meest aangewezen aanvulling bij nucleair geneeskundige diagnostiek, naast een aangepaste EJZ.

In Nederland worden dosisgegevens per röntgenverrichting in ziekenhuizen niet structureel verzameld. Weliswaar zijn er in het recente verleden inventarisaties van de stralingsbelasting voor een aantal specifieke verrichtingen uitgevoerd, maar deze zijn incidenteel van karakter en daarmee onvoldoende als basis voor het IMS. Bovendien is regelmatig herhalen noodzakelijk, omdat het geschetste beeld in 5 à 10 jaar verouderd is door de snelle technische ontwikkelingen bij

medische diagnostiek. De meest efficiënte methode om een goed inzicht te krijgen in de stralingsbelasting bij röntgenverrichtingen in ziekenhuizen is het nationaal toepassen van een methode zoals beschreven in [23], waarmee de totale stralingsbelasting op afdelingen radiologie relatief eenvoudig in kaart is te brengen. Door het IRS/LUMC is inmiddels een ‘Demonstratieproject Patiëntendosimetrie Radiodiagnostiek’ gestart om dit in 10 ziekenhuizen te implementeren. Overigens verdient de patiëntdosis bij röntgenonderzoeken buiten afdelingen radiologie eveneens aandacht: met behulp van gegevens uit het <RIS> wordt dit aantal geschat op ruim 1 miljoen per jaar. Bij nucleair geneeskundige diagnostiek dienen voor de dosisschatting type radiofarmacon en toegediende activiteit bekend te zijn. Bij de visitaties van nucleair geneeskundige afdelingen door NVNG zouden deze gegevens standaard steekproefsgewijs verzameld kunnen worden.

De blootstelling van de bevolking buiten ziekenhuizen vormt slechts een kleine bijdrage aan de collectieve stralingsbelasting door diagnostiek en ook individuele patiëntendoses bij extramurale röntgentoepassingen zijn laag ten opzichte van die in ziekenhuizen. Voor het overzicht zijn dus minder gedetailleerde gegevens vereist. Voor de twee belangrijkste extramurale röntgentoepassingen, het bevolkingsonderzoek borstkanker en röntgenopnamen door tandartsen en orthodontisten, kunnen voldoende gegevens worden verkregen van specifieke organisaties die onderzoek doen naar deze vormen van medische diagnostiek (LETB, LRCB, NMT, ACTA).

9.2 Therapie

Een overzicht van de mate van toepassing van *radiotherapie* in Nederland is goed te verkrijgen door de aantallen verrichtingen uit de Enquête Bijzondere Medische Verrichtingen te combineren met gegevens uit de jaarverslagen van radiotherapie afdelingen. Totale aantallen en aantallen per RT-afdeling voor megavolt- en brachytherapiebehandelingen en uitsplitsing naar lokalisatie van de tumor zijn op deze manier te verkrijgen.

Voor inzicht in het aandeel van radiotherapie bij het behandelen van verschillende soorten tumoren dienen de aantallen nieuwe patiënten en aantallen bestraalde patiënten per tumorsoort aan elkaar gerelateerd te worden. Vanwege verschillende definities voor een ‘nieuwe patiënt’ in de landelijke kankerregistratie, in de EBMV en in jaarverslagen van radiotherapie-instellingen is dit niet zonder meer te realiseren.

Het lijkt weinig zinvol gegevens over voorgeschreven tumordoses te verzamelen, aangezien dit niet maatgevend is voor het effect van de behandeling. Bovendien zijn gegevens daarover niet eenvoudig te verkrijgen. Met toenemend behandel-succes van kankerbestrijding wordt inductie van tumoren door bestraling wel steeds belangrijker. Er zijn enkele studies waarin, analoog aan de methode bij diagnostiek, de stralingsbelasting van de patiënt wordt uitgedrukt in sievert. Aangezien dit concept goed aansluit bij het overzicht van stralingsbelasting bij diagnostiek, ligt het voor de hand bij therapie deze ontwikkelingen voor het IMS te volgen.

Jaarlijks worden enkele duizenden patiënten behandeld met nucleair geneeskundige therapie. In de pilotstudie zijn hierover nauwelijks gegevens verzameld. Door middel van de EJZ, bij voorkeur aangevuld met gegevens uit NVNG visitaties, lijkt zonder veel problemen hiervan een overzicht gegenereerd te kunnen worden.

9.3 Apparatuur, bronnen en activiteiten

Gegevens over apparatuur en bronnen dragen bij aan het inzicht in de mate van toepassing van ioniserende straling voor medische doeleinden. De vergunningen en meldingen in het kader van de KEW, zijn beschikbaar in het archief van AI/CK/B, dat toegankelijk gemaakt wordt in het RIVM-project BMS. Vanwege de omvang van het archief (medische toepassingen zijn niet apart ingedeeld), de pluriformiteit in soorten vergunningen en meldingen en de onzekerheid of alle vergunde en gemelde faciliteiten (nog steeds) gebruikt worden voor toepassing op patiënten, is het niet reëel te veronderstellen dat hieruit eenvoudig *volledige* overzichten zijn samen te stellen. Wel zijn hieruit steekproefsgewijs gegevens te halen zoals de verdeling van (maximale) buisspanningen van röntgentoestellen. Ook is het archief te gebruiken als ingang voor een compleet beeld van toepassingen, met name buiten ziekenhuizen. Verder zijn de jaarlijkse afschriften van het register van röntgentoestellen, te overleggen door houders van een verzamelvergunning en/of complexvergunning, een mogelijke informatiebron. Daaruit is o.a. de verdeling van röntgentoestellen over verschillende specialismen in ziekenhuizen steekproefsgewijs te verkrijgen.

Voor nucleaire geneeskunde geven de vergunningen alleen de maximale hoeveelheden die voor patiënten kunnen worden gebruikt. Overzichten van daadwerkelijk voor patiënten gebruikte hoeveelheden worden volgens de vergunning wel gemaakt, maar worden niet centraal verzameld. Verzameling van die overzichten zou structureel inzicht geven in het gebruik van isotopen bij diagnose en therapie van patiënten.

Radiotherapie-afdelingen rapporteren in de jaarverslagen veelal gedetailleerd over welke behandelapparatuur zij beschikken. Tezamen met de gegevens uit de EBMV over apparatuur is een goed overzicht te maken van lineaire versnellers, brachytherapie afterloading apparatuur, simulatoren/lokalisatoren, etc.

9.4 Blootgestelde groep

Bij overzichten van blootstelling van de bevolking aan ioniserende straling voor medische toepassingen is het van belang in kaart te brengen hoezeer de blootgestelde groep afwijkt van de doorsnee bevolking. De patiënten die onderzoeken of behandelingen met ioniserende straling ondergaan, wijken niet alleen qua gezondheid af van de gemiddelde bevolking. Ze zijn gemiddeld ook ouder. Er zijn incidentele rapportages van de leeftijdsopbouw van de patiënten bij radiologie en bij nucleaire geneeskunde, maar structurele gegevens hierover zijn niet wijdverbreid beschikbaar. Vektis BV heeft een bestand waar voor een kleine 3 miljoen particulier verzekerden de aantallen declaraties te halen zijn voor radiologie,

nucleaire geneeskunde en radiotherapie opgesplitst naar leeftijd en geslacht. Hoewel dit een structurele gegevensbron vormt, is deze groep niet noodzakelijk een representatieve afspiegeling van de bevolking. Beter lijkt het daarom via een steekproef uit enkele particuliere en ziekenfondsverzekeraars de gedeclareerde verrichtingen volgens CTG verrichtingen code op te vragen, onderverdeeld in leeftijd en geslacht.

In de pilotstudie zijn amper specifieke gegevens over blootstelling van kinderen en de daarbij gepaard gaande dosis verkregen. Vanwege het grotere stralingsrisico bij kinderen is dit een specifieke groep waarover gedetailleerdere gegevens verzameld zouden moeten worden.

9.5 Type van blootstelling

De Euratom richtlijn onderscheidt, naast de blootstelling ten behoeve van diagnose of behandeling, ook andere typen van blootstelling waarover informatie moet worden verzameld. Uit een beperkte inventarisatie hiervan blijkt dat, naast de periodieke onderzoeken door tandartsen en het bevolkingsonderzoek naar borstkanker, dit een zeer beperkte groep betreft. Enig inzicht in de orde van grootte van aantallen waar het om gaat is te verkrijgen door bij specifieke instanties daarover gegevens op te vragen. Daarmee is van de overige typen van blootstelling een voornamelijk kwalitatieve beschrijving te geven.

REFERENTIES

- 1 Brugmans MJP, Eggink GJ. Startdocument voor een Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen (IMS). RIVM rapport 610059003, Bilthoven, 1998
- 2 Lembrechts J, Brugmans MJP, de Vries LJ. Het een Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen: een definitiestudie. RIVM rapport 610059007, Bilthoven, 2000
- 3 Brugmans M, Buijs W, Geleijns, Lembrechts J. Blootstelling van de Nederlandse bevolking aan ioniserende straling voor medisch-diagnostische toepassingen, NVS Nieuws, maart 2001, p.20-24.
- 4 Brugmans MJP, Buijs WCAM, Geleijns J, Lembrechts J. Population exposure to diagnostic use of ionising radiation in the Netherlands. Ter publicatie aangeboden aan Health Physics.
- 5 Euratom richtlijn 97/43. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L180, 9 juli 1997. SDU, Den Haag, 1996
- 6 NZi. De intramurale gezondheidszorg in cijfers per 1 januari 1998. NZi publicatie 199.1250, Utrecht, 1999
- 7 NZi/VWS. Bijzondere medische verrichtingen in getallen, over de periode 1993-1997. NZi publicatie 199.1253, Utrecht, 1999.
- 8 E-mails van dhr. R. Kok, Prismant (voorheen NZi), d.d. 14/3/2000, 15/3/2000 en 11/4/2000
- 9 Brugmans MJP, Lembrechts J. Radiation in medicine in the Netherlands: set up of an information system and the problem of incomplete data availability. In: Proceedings of a workshop held in Malmö, Sweden, June 13-15 1999: Medical X-ray imaging: potential impact of the revised European medical exposure directive, Radiat. Prot. Dosim. 271-274, 2000
- 10 van Kempen RJ. Pattern of Diagnostic Procedures in Radiology in the Netherlands, Radiat. Prot. Dosim. 36, 257-259, 1991
- 11 Beentjes LB, Timmermans CWM. Patient Doses in the Netherlands. Radiat. Prot. Dosim. 36, 265-268, 1991
- 12 Dhr. J. Spaan en dhr. R. Kok, NZi, Afdeling Informatievoorziening en Automatisering, Persoonlijke mededeling, 15 november 1999
- 13 Pruppers MJM, Janssen MPM, Blaauboer RO, Matthijsen AJCM, Penners RMJ. Definitierapport 'Beleidsmonitoring radioactieve stoffen en straling'. RIVM rapport 610053006, Bilthoven, 1998
- 14 de Valois JC, Een informatiesysteem voor de radiodiagnostiek, Medisch Contact 26, 781-783, 1985
- 15 de Valois JC, Radiodiagnostiek Informatie Systeem 1982-1987, Medisch Contact 43, 1560-1562, 1988
- 16 de Valois JC, Radiodiagnostiek in Nederland, Medisch Contact 47, 1383-1384, 1992
- 17 Brief van dhr. J.C. de Valois d.d. 28/12/1998 met LSO kenmerk 971/98
- 18 Brief van dhr. J.C. de Valois d.d. 15/12/1999
- 19 Brief van mw. B. Bergstra, SIG, d.d. 8 december 1998, met kenmerk LSO 945/98

- 20 http://www.sig.nl/publ/pub_frame.html, onder 'statistiek' en vervolgens 'kerninformatie verrichtingen 1998' (geraadpleegd op 6 maart 2000)
- 21 Jaarverslag 1997. Afdeling radiologie Bosch Medicentrum. 's Hertogenbosch, 1998
- 22 Stralingshygiënisch Jaarverslag 1998 en jaarplan 99. Academisch Ziekenhuis Groningen. Groningen, 1999
- 23 van den Brink HA, Geleijns J, Berting R, Kamman RL. Effectieve dosis bij radiologische verrichtingen. NVS Nieuws 23, 26-29, 1998
- 24 Shrimpton PC, Wall BF, Hart D. Diagnostic medical exposures in the U.K. Appl. Radiat. Isot. 50, 261-269, 1999
- 25 van Unnik JG, Broerse JJ, Geleijns J, Jansen JT, Zoetelief J, Zweers D. Survey of CT techniques and absorbed dose in various Dutch hospitals. Br. J. Radiol. 70, 367-371 1997
- 26 Kicken PJH. Radiation dosimetry in vascular radiology: organ and effective dose to patients and staff. Proefschrift Universiteit Maastricht, 1996
- 27 Kicken PJ, Kemerink GJ, van Engelshoven JM. Vascular radiology in the Netherlands in 1992: a quantitative approach. Eur. J. Radiol. 19, 212-219, 1995
- 28 ICRP. 1990 Recommendations of the international commission on radiological protection. ICRP publication 60, Pergamon Press, Oxford, 1991
- 29 Broerse JJ, Geleijns J. The relevance of different quantities for risk estimation in diagnostic radiology. Radiat. Prot. Dosim. 80, 33-37, 1998
- 30 Dosimetry working party of the institute of physical sciences in medicine. National protocol for patient dose measurements in diagnostic radiology. NRPB, Chilton, 1992
- 31 Hart D, Hillier MC, Wall BF, Shrimpton PC, Bungay D. Doses to patients from medical X-ray examinations in the UK - 1995 review. NRPB-S289, London, 1996
- 32 Shapiro B, Pruppers MJM, Leenhouts HP. Stralingsbescherming van de patient bij diagnostiek met ioniserende straling: een probleemanalyse ten behoeve van beleidsondersteuning. RIVM rapport 610059001, Bilthoven, 1994
- 33 Geleijns J. Patient dosimetry in diagnostic radiology: chest examinations and computed tomography. Proefschrift Rijksuniversiteit Leiden, 1995
- 34 NCS. Dosimetric aspects of mammography. NCS rapport 6, 1993
- 35 Geleijns J, Schultz FW, Teeuwisse W. Stralenbelasting van patiënten tijdens colon-onderzoek: verslag van een vergelijkend onderzoek in 9 Nederlandse ziekenhuizen. IRS rapport 97-01, Leiden, mei 1997
- 36 Geleijns J, Broerse JJ, Shaw MP, Schultz FW, Teeuwisse W, van Unnik JG, Zoetelief J. Patient dose due to colon examination: dose assessment and results from a survey in The Netherlands. Radiology 204, 553-559, 1997
- 37 Geleijns J, Schultz FW, Teeuwisse W. Stralenbelasting van patienten tijdens maag-onderzoek: verslag van een vergelijkend onderzoek in 10 Nederlandse ziekenhuizen. IRS rapport 97-02, Leiden, juli 1997

- 38 Geleijns J, Broerse JJ, Chandie Shaw MP, Schultz FW, Teeuwisse W, van Unnik JG Zoetelief J. A comparison of patient dose for examinations of the upper gastrointestinal tract at 11 conventional and digital X-ray units in The Netherlands
- 39 Kicken PJH. Stralingsbelasting bij vasculaire radiologie. *Gamma* 6, 173-176, 1997 (artikel overgenomen uit NVS-Nieuws van oktober 1996)
- 40 Kicken PJH, Kemerink GJ, van Engelshoven MA Patient dosimetry in arteriography of the lower limbs. Part I: quantification of exposure. *Radiat. Prot. Dosim.* 81, 25-36, 1999
- 41 Kicken PJH, Zankl M, Kemerink GJ. Patient dosimetry in arteriography of the lower limbs. Part II: dose conversion coefficients, organ doses and effective dose. *Radiat. Prot. Dosim.* 81, 37-45, 1999
- 42 Kemerink GJ, Kicken PJH, Schultz FW, Zoetelief J, van Engelshoven JMA. Patient dosimetry in abdominal arteriography. *Phys. Med. Biol.* 44, 1133-1145, 1999
- 43 Geleijns J, Broerse JJ, Teeuwisse W. Stralenbelasting bij cardiologische katheterablaties: verslag van een onderzoek in 7 Nederlandse ziekenhuizen. IRS rapport 98-02, Leiden, augustus 1998
- 44 Geleijns J, Broerse JJ, Hummel WA, Schalijs MJ, Schultze Kool LJ, Teeuwisse W, Zoetelief J. Reference dose rates for fluoroscopy guided interventions. *Radiat. Prot. Dosim.* 80, 135-138, 1998
- 45 Huyskens CJ, Hummel WA. Data analysis on patient exposures in cardiac angiography. *Radiat. Prot. Dosim.* 57, 475-480, 1995
- 46 Zweers D, Geleijns J, Aarts NJ, Hardam LJ, Lameris JS, Schultz FW, Schultze Kool LJ. Patient and staff radiation dose in fluoroscopy-guided TIPS procedures and dose reduction, using dedicated fluoroscopy exposure settings. *Br. J. Radiol.* 71, 672-676, 1998
- 47 Geleijns J, van Vliet M. Stralenbelasting bij kinderradiologie (verslag van een vergelijkend onderzoek in 10 Nederlandse ziekenhuizen). IRS rapport 98-01, Leiden, maart 1998. *Br. J. Radiol.* 71, 745-753, 1998
- 48 Schultz FW, Geleijns J, Holscher HC, Weststrate J, Zonderland HM, Zoetelief J. Radiation burden to paediatric patients due to micturating cystourethrography examinations in a Dutch children's hospital. *Br. J. Radiol.* 72, 763-772, 1999
- 49 Hart D, Jones DG, Wall BF. Estimation of effective dose om diagnostic radiology from entrance surface dose and dose-area product measurements. NRPB-SR262, London, 1994
- 50 Zoetelief J, Geleijns J, Kicken PJH, Thijssen MAO, van Unnik JG. Diagnostic reference levels derived from recent surveys on patient dose for various types of radiological examination in the Netherlands. *Radiat. Prot. Dosim.* 80, 109-114, 1998
- 51 Jansen JTM, Zweers D. Voortgangsverslag eerste deel van fase I van het project: referentieniveaus voor de stralingsbelasting van patiënten en de beeldkwaliteit bij enkele typen radiodiagnostische verrichtingen in Nederland. Delft, 1998
- 52 E-mail van dr. J. Geleijns d.d. 20 juli 1999

- 53 Hart D, Le Heron JC. The distribution of medical x-ray doses amongst individuals in the British population. *Br. J. Radiol.* 65, 996-1002, 1992
- 54 van der Velden LFJ, Calsbeek H, Hingstman L. Behoefteraming radiologen 1998-2010. NIVEL, Utrecht, 1997
- 55 Overbeek FJ, Pauwels EK, Bloem JL, Camps JA, Geleijns J, Broerse JJ. Somatic effects in nuclear medicine and radiology. *Appl. Radiat. Isot.* 50, 63-72, 1999
- 56 Brief van dr. A. de Boo, Vektis B.V., d.d. 8 maart 2000, aangevuld met e-mail d.d. 29 maart 2000.
- 57 Blokland JAK, Wiarda KS (eindredactie). Aanbevelingen Nucleaire Geneeskunde, vierde herziene druk. Commissie Kwaliteitsbevordering van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde, Eburon, Delft, 2000
- 58 SZW/AI. Modelvergunning Kernenergiewet. Arbeidsinspectie, ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Den Haag, 1996
- 59 Pruijm J. Positronemissietomografie anno 2000 en daarna - deel 1: klinische toepassingen in de cardiologie en in de neurologie. *Tijdschr. Nucl. Geneesk.* 22, 3-16, 2000
- 60 Delhez H. Visitaties nucleaire geneeskunde 1998: conclusies en een blik vooruit. *Tijdschr. Nucl. Geneesk.* 21, 3, 118
- 61 Bakker WH. In vivo Nucleaire Geneeskunde in Nederland 1984-1988. *Nucl. Geneesk. Bull.* 12, 88-98, 1990
- 62 Beekhuis H, Broerse JJ, Claessens RAMJ, Delhez H, Noteboom JL, van Rotterdam A, Zoetelief J. Stralingsbelasting van leden van de bevolking als gevolg van toepassing van radiofarmaca: consequenties voor ontslagcriteria. VROM Publicatierreeks Stralingsbescherming 1992/55, Den Haag, 1992
- 63 ICRP. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. ICRP publication 80, Pergamon Press, Oxford, 1999
- 64 Buijs WCAM, Patiëntendosimetrie in de Nucleaire Geneeskunde, *Klinische Fysica* 1997/2, 18-23, 1997
- 65 Buijs WCAM, Patient dosimetry in nuclear medicine. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen, 1998
- 66 NMT, CBS. Tandartsen, tandartsbezoek en tandheelkundige zorgverlening in Nederland. 1998
- 67 Brief van drs. J.J.M. Bruers, afdeling Onderzoek en Informatievoorziening NMT, d.d. 12 november 1998 met NMT-kenmerk 8034/jbr
- 68 E-mail drs. J.J.M. Bruers, afdeling Onderzoek en Informatievoorziening NMT, d.d. 27 januari 2000.
- 69 E-mail drs. J.J.M. Bruers, afdeling Onderzoek en Informatievoorziening NMT, d.d. 25 september 2000.
- 70 CBS. Statline: Onverzekerden tegen ziektekosten. Geraadpleegd via <http://statline.cbs.nl/statweb/indexned.stm> op 26 april 2000
- 71 CBS. Statline: Gebruik medische voorzieningen. Geraadpleegd via <http://statline.cbs.nl/statweb/indexned.stm> op 26 april 2000
- 72 van Aken J. Het verbruik van intra-orale röntgenfilms in de periode 1958-1988. *Ned. Tijdschr. Tandheelkd.* 98, 362-364, 1991
- 73 E-mail van dr. X.L. Velders, ACTA, d.d. 19 juli 1999

- 74 Verdonshot EH. Bitewing-röntgeopnamen: hoe vaak? Ned. Tijdschr. Tandheelkd. 102, 488-491, 1995
- 75 Velders XL. Patient exposure due to bitewing radiography. Proefschrift, VU Amsterdam, 1989
- 76 Velders XL, van Aken J, van der Stelt PF. Absorbed dose to organs in the head and neck from bitewing radiography. Dentomaxillofac. Radiol. 20, 161-165, 1991
- 77 Velders XL, van Aken J, van der Stelt PF. Risk assessment from bitewing radiography. Dentomaxillofac. Radiol. 20, 209-213, 1991
- 78 Velders XL, van Aken J. Dosisdistributie in weefsels. Ned. Tijdschr. Tandheelkd. 100, 272-274, 1993
- 79 Velders XL. Intra-orale röntgenopnamen. Gamma 3, 59, 1996
- 80 Geertse TD, Oostveen LJ, Bijkerk KR, van Engen RE, Swinkels MMJ. Results of technical quality control in the Dutch breast cancer screening program. LRCB, Nijmegen, 1999
- 81 Swinkels M, van Engen R, Dagelijkse kwaliteitsbewaking in de Nederlandse borstkankerscreening, Klinische Fysica 1999/3, 9-12, 1999
- 82 LETB. Landelijke evaluatie van bevolkingsonderzoek naar borstkanker in Nederland. Het achtste evaluatierapport, 2000.
- 83 LETB. Landelijke evaluatie van bevolkingsonderzoek naar borstkanker in Nederland. Instituut Maatschappelijke Gezondheidszorg, Erasmus Univ. Rotterdam, 1999
- 84 Hr. J. Fracheboud, arts, LETB, persoonlijke mededeling d.d. 12 mei 2000.
- 85 Brief van Hr. R.E. van Engen, LRCB, d.d. 9 december 1999.
- 86 Gezondheidsraad/Commissie WBO. Wet bevolkingsonderzoek: osteoporose. Rapport 1997-24, Gezondheidsraad, Den Haag, 1997
- 87 Gezondheidsraad/ Commissie WBO. Wet bevolkingsonderzoek: tuberculose. Rapport 1999/01WBO, 1999
- 88 Gezondheidsraad/ Commissie WBO. Wet bevolkingsonderzoek: ERGO. Rapport 1999/03WBO, 1999
- 89 Gezondheidsraad/Commissie WBO. Wet bevolkingsonderzoek: de ziekte van Parkinson. Rapport 1999/06WBO, Gezondheidsraad, Den Haag, 1999
- 90 Zie het verslag van 'het osteoporose debat' van 26 september 1997 op <http://www.medibyte.org/osteoporose/debat.html>, geraadpleegd op 27 april 2000
- 91 Fax van Hr. P. van Gerven, arts, KNCV, d.d. 24 februari 2000
- 92 Hr. van Gerven, KNCV, persoonlijke mededeling d.d. 24 februari 2000
- 93 GGD Flevoland. Jaarverslag 1998
- 94 Hr. H. Kremer, GGD Flevoland, persoonlijke mededeling d.d. 1 februari 2000
- 95 Mw. G. Balten, GGD Flevoland, persoonlijke mededeling d.d. 3 februari 2000
- 96 Mw. M. Bernard, Arbo-dienst KLM, persoonlijke mededeling d.d. 7 maart 2000
- 97 Mw. I. Brouwer, Shell Pernis (ATIS groep), persoonlijke mededeling d.d. 1 maart 2000

- 98 Mw. ing. J. Middelkoop, Ministerie van Defensie / Stralingsbeschermingsdienst, persoonlijke mededeling d.d. 1 januari 2000
- 99 Wet medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen. Wet van 26 februari 1998. Staatsblad 1998/161
- 100 Dekker ALAJ. Onderzoek met mensen: wet medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen, good clinical practice. Klinische Fysica 1999/4, 26-29, 1999
- 101 Staatscourant. Erkenning commissies toetsing protocollen medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen. Staatscourant 222, 15, 1999
- 102 Hr. A. van der Heiden, Ministerie van Justitie / Bureau Justitiële Gezondheidszorg, persoonlijke mededeling d.d. 28 januari 2000
- 103 Brief aan hr. R. Stor, voorzitter van de werkgroep Artikel 22 WZV, Ministerie van VWS, d.d. 20 april 200 met LSO-kenmerk 164/00 LSO Lem/lvl
- 104 Brief aan hr. J. Harmsen, afdeling Informatievoorziening en Automatisering, Prismant, d.d. 21 april 2000 LSO-kenmerk 165/00 LSO Lem/lvl
- 105 E-mail van hr. P. Willekens, Vektis B.V., d.d. 4 februari 2000 met Vektis-kenmerk 00-0292.pw, aangevuld met persoonlijke mededeling van dr. A. de Boo, Vektis B.V., d.d. 22 maart 2000
- 106 Kofler JM, Mohlke ML, Vrieze TJ. Techniques for measuring radiographic repeat rates. Health Phys. 76, 191-194, 1999
- 107 Bruggink GK en Haasken R. Op herhaling: een onderzoek naar de omvang van het aantal herhalingsopnamen bij röntgenonderzoeken in Nederland. Groningen: Stichting IGNN, 1994.
- 108 Brief aan dr. RAMJ Claessens, voorzitter visitatiecommissie NVNG, d.d. 10 maart 2000, met LSO-kenmerk 106/00 LSO Bru/lvl
- 109 Vaas LH, Blaauboer RO, Leenhouts HP. Radiation sources, doses and dose distributions in the Netherlands. Radiat. Prot. Dosim. 36, 89-92, 1991
- 110 Bijlage bij de brief van W. de Vries, secr. NCS d.d. 3 december 1999, Verslag van het overleg RIVM – NCS Platform Radiotherapie d.d. 9 november 1999
- 111 Boersma LJ, van den Brink M, Bruce AM, Shouman T, Gras L, te Velde A; Lebesque JV. Estimation of the incidence of late bladder and rectum complications after high-dose (70-78 GY) conformal radiotherapy for prostate cancer, using dose-volume histograms. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 41, 83-92, 1998
- 112 van Leeuwen FE, Klokman WJ, Stovall M, Hagenbeek A, van den Belt-Dusebout AW, Noyon R, Boice JD Jr, Burgers JM, Somers R. Roles of radiotherapy and smoking in lung cancer following Hodgkin's disease. J. Natl. Cancer Inst. 87, 1530-1537, 1995
- 113 Overleg met Platform Radiotherapie van NCS op 9 november 1999 bij RIVM te Bilthoven
- 114 Brief aan de hoofden van 21 radiotherapie afdelingen, d.d. 2 december 1999, met LSO-kenmerk 962/99 LSO Bru/Lem/ms

- 115 Gezondheidsraad / Commissie Radiotherapie. Ontwikkelingen in de radiotherapie (een behoefteanalyse voor 1995-2010). Gezondheidsraad publicatie 1993/15, Den Haag, 1993
- 116 NVRO / Commissie Actualisatie. Radiotherapie: onze zorg (een actualisatie van de ontwikkelingen in de radiotherapie voor de periode 2000-2010). NVRO, Utrecht, 2000
- 117 Leer JW, van Houtte P, Davelaar J. Indications and treatment schedules for irradiation of benign diseases: a survey. *Radiother Oncol.* 48, 249-257, 1998
- 118 zie <http://www.eortc.be/default.htm>, geraadpleegd op 12 mei 2000
- 119 zie <http://www.kankerbestrijding.nl>, geraadpleegd op 12 mei 2000
- 120 KWF / Signaleringscommissie kanker. Signaleringsrapport kanker 1999. KWF, Amsterdam
- 121 Zie http://www.ikc.nl/ikc_home.html en verder, geraadpleegd op 11 mei 2000
- 122 VvIK / Visser O, Coebergh JWW, Schouten LJ, van Dijck JAAM (editors). Incidence of cancer in the Netherlands 1995. Utrecht, VvIK, 1998
- 123 E-mail van Hr. R. Poos, RIVM/VTV, d.d. 14 februari 2000
- 124 Annals of the ICRP. ICRP publication 44. Protection of the patient in radiation therapy. Pergamon press, Oxford, 1985
- 125 Beentjes LB. Het risico, uitgedrukt in collectieve dosis, ten gevolge van radiotherapie in Nederland. *Klinische Fysica* 1987/3, 116-121, 1987
- 126 UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation. Annex C: Medical radiation exposures. United Nations, New York, 1993
- 127 UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation. Volume I: Sources. Annex D: Medical radiation exposures. United Nations, New York, 2000
- 128 van Leeuwen FE, Klokman WJ, Hagenbeek A, Noyon R, van den Belt-Dusebout AW, van Kerkhoff EHM, van Heerde P, Somers R. Second cancer risk following Hodgkin's disease: a 20-year follow-up study. *J. Clin. Oncol.* 12, 312-325, 1994
- 129 van Leeuwen FE, Klokman WJ, Stovall M, Hagenbeek A, van den Belt-Dusebout AW, Noyon R, Boice Jr. JD, Burgers MV, Somers R. Roles of radiotherapy and smoking in lung cancer following Hodgkin's disease. *J. Natl. Cancer Inst.* 87, 1530-1537, 1995
- 130 Relling MV, Rubnitz JE, Rivera GK, Boyett JM, Hancock ML, Felix CA, Kun LE, Walter AW, Evans WE, Pui C-H. High incidence of secondary brain tumours after radiotherapy and antimetabolites. *Lancet*, 354, 34-39, 1999
- 131 Gershkevitch E, Rosenberg I, Dearnaley DP, Trott KR. Bone marrow doses and leukaemia risk in radiotherapy of prostate cancer. *Radiother Oncol.* 53, 189-197, 1999
- 132 Prof. dr. ir. FE van Leeuwen, persoonlijk onderhoud d.d. 30 september 1999
- 133 Verellen D, Vanhavere F. Risk assessment of radiation-induced malignancies based on whole-body equivalent dose estimates for IMRT treatment in the head and neck region. *Radiother Oncol.* 53, 199-203, 1999

- 134 Broerse JJ, Snijders-Keilholz A, Jansen JT, Zoetelief J, Klein C, Seegenschmiedt MH. Assessment of a carcinogenic risk for treatment of Graves' ophthalmopathy in dependence on age and irradiation geometry. *Radiother Oncol.* 53, 205-208, 1999
- 135 Franken Y, Huyskens ChrJ. Endovasculaire brachytherapie na PTCA: kengetallen voor dosimetrie en stralingsbescherming. *Klinische Fysica* 1999/2, 35-38, 1999
- 136 Dr. V.J. de Ru, voorzitter NVRO, persoonlijk onderhoud d.d. 1 maart 2000
- 137 Hoefnagel CA. Radionuclidetherapie in Nederland. *Tijdschrift voor Nucleaire Geneeskunde* 17, 165-168, 1995.
- 138 VROM, SZW, VWS. Richtlijn radionuclidetherapie Deel I Jodium - 131 - therapie voor schildklierandoeningen. Den Haag, 1996

BIJLAGE I: VERZENDLIJST

- 1 - 10 Directie Curatieve Somatische Zorg van het Ministerie van VWS
- 11 Directeur-Generaal Volksgezondheid van het Ministerie van VWS
- 12 - 14 Inspectie voor de Gezondheidszorg
- 15 Voorzitter van de Gezondheidsraad
- 16 - 25 NCS – Platform Radiotherapie
- 26 - 35 NCS – Platform Radiologie en Nucleaire Geneeskunde
- 36 - 81 Gegevensverstrekkers
- 82 Depot van Nederlandse publicaties en Nederlandse bibliografie
- 83 Directie RIVM
- 84 Directeur Sector Risico's, Milieu en Gezondheid
- 85 Hoofd van het Centrum Volksgezondheid Toekomst Verkenningen
- 86 Hoofd van het Laboratorium voor Stralingsonderzoek
- 87 - 88 Auteurs
- 89 SBD / Voorlichting & Public Relations
- 90 Bureau Rapportenregistratie
- 91 Bibliotheek RIVM
- 92 Bibliotheek van het Laboratorium voor Stralingsonderzoek
- 93 - 97 Bureau Rapportenbeheer
- 98 - 110 Reserve-exemplaren LSO

BIJLAGE II: LIJST VAN AFKORTINGEN

ACTA	Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam
AI/CK/B	ArbeidsInspectie, Centraal Kantoor, afdeling Beschikkingen (kortweg “afdeling Beschikkingen”) van het ministerie van SZW
AZG	Academisch Ziekenhuis Groningen
BCG	<i>Bacille Calmette-Guérin</i>
BMS	BeleidsMonitoring Straling (RIVM-project)
CAG	Coronaire AngioGrafie
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CKVO	Commissie voor Klinisch Vergelijkend Onderzoek
CTG	College Tarieven Gezondheidszorg
CT	ComputerTomografie
CTDI	CT Dosis Index
CSZ	Curatieve Somatische Zorg
DEXA	<i>Dual Energy X-ray Absorption</i>
DOP	Dosis Oppervlakte Product
<i>E</i>	Effectieve dosis
EBMV	Enquête Bijzondere Medische Verrichting
ECG	ElektroCardioGram
EJAZ	Enquête Jaarcijfers Academische Ziekenhuizen
EJZ	Enquête Jaarcijfers Ziekenhuizen
EMG	ElektroMyoGram
EORTC	European Organization for Research and Treatment of Cancer
EPS	Enquête PesoneelsSterkte
FTE	<i>Full Time Equivalent</i>
GGD	Gemeentelijke Gezondheidkundige Dienst
GR	Gezondheidsraad / commissie radiotherapie
HDR	<i>High Dose Rate</i>
ICD	<i>International Classification of Diseases</i>
ICRP	<i>International Commission on Radiological Protection</i>
IKC	Integraal Kanker Centrum
IMRT	<i>Intensity Modulated RadioTherapy</i>
IMS	Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen
IOBT	Intra-Operatieve BrachyTherapie
IORT	Intra-Operatieve RadioTherapie
IRS	Interuniversitair onderzoeksinstituut voor radiopathologie en Stralenbescherming
KAP	<i>Kerma Area Product</i>
KEW	KernEnergieWet
KNCV	de Koninklijke Nederlandse Centrale Vereniging tot bestrijding van tuberculose
KWF	Koningin Wilhelmina Fonds (Nederlandse kankerbestrijding)
LDR	<i>Low Dose Rate</i>
LETB	Landelijk EvaluatieTeam voor bevolkingsonderzoek naar Borstkanker
LMR	Landelijke Medische Registratie
LRCB	Landelijk ReferentieCentrum voor bevolkingsonderzoek op Borstkanker
LSO	Laboratorium voor StralingsOnderzoek

LUMC	Leids Universitair Medisch Centrum
LWK	Lumbale WervelKolom
MCU	Micturating CystoUrethrography
MRI	<i>Magnetic Resonance Imaging</i>
NCS	Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie
NIVEL	Nederlands instituut voor onderzoek van de gezondheidszorg
NMT	Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde
NVNG	Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde
NVRO	Nederlandse Vereniging voor Radiotherapie en Oncologie
NVvR	Nederlandse Vereniging voor Radiologie
NVZ	Vereniging van Ziekenhuizen
NZi	Nederlands Ziekenhuisinstituut (nu: Prismant)
OK	OperatieKamer
PDR	<i>Pulsed Dose Rate</i>
PTCA	Percutane Transluminale Coronaire Angioplastiek (“dotter-behandeling”)
<RIS>	Radiologie InformatieSysteem van de NVvR
RT	RadioTherapie
SD	StandaardDeviatie
SIG	SIG Zorginformatie (nu: Prismant)
SZW	Sociale Zaken en Werkgelegenheid
TBC	TuBerCulose
TIPS	<i>Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt</i>
UMCN	Universitair Medisch Centrum Nijmegen
UNSCEAR	<i>United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation</i>
VAZ	Vereniging van Academische Ziekenhuizen
VCR	Afdeling Vergunningen en Collectieve Regelingen van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
VvIK	Vereniging van Integrale Kankercentra
WBMV	Wet op de Bijzondere Medische Verrichtingen
WBO	Wet op het BevolkingsOnderzoek
WMOM	Wet medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen
WZV	Wet ZiekenhuisVoorzieningen
ZIS	ZiekenhuisInformatieSysteem

BIJLAGE III: JAARENQUÊTES: HUIDIGE OPZET EN GEWENSTE AANVULLING

Onderstaande lijst is een combinatie van in actuele of vroegere versies van de NZi-enquêtes gestelde vragen en van vragen waaraan behoefte is bij een op te zetten IMS. In de laatste 5 kolommen is met zwart aangegeven of het gegeven werd opgevraagd in de Enquête Jaarcijfers Ziekenhuizen in 1997, in de Enquête Jaarcijfers Academische Ziekenhuizen van 1997 en 1996, in de Enquête Bijzondere Medische Verrichtingen van 1997 en in de Enquête PersoneelsSterkte van 1997. Voor de academische enquêtes zijn twee jaren meegenomen omdat sinds 1997 een groot aantal gegevens niet meer worden opgevraagd. Zo wordt bijvoorbeeld sinds 1997 van academische ziekenhuizen geen informatie meer verzameld van afdelingen nucleaire geneeskunde en over hartcatheterisaties. Hoewel in de pilotstudie geen informatie is verzameld en geanalyseerd over personeel, is dat in deze bijlage wel meegenomen, omdat in overleg met vertegenwoordigers van beroepsgroepen naar voren kwam dat deze informatie eveneens gewenst is.

Omschrijving gewenste informatie	E J Z 9 7	E J A Z 9 7	E J A Z 9 6	E B M V 9 7	E P S 9 7
Capaciteit					
Aantal bedden (erkend / gemiddeld aanwezig)					
Aantal opgenomen patiënten					
Aantal verpleegdagen					
Aantal dagverpleegdagen					
Aantal polikliniekbezoeken (eerste en herhaling)					
Röntgen (en overige diagnostiek)					
Beschikt het ziekenhuis over een eigen röntgenafdeling?					
Aantal röntgenkamers in het ziekenhuis					
Aantal vaste röntgentoestellen					
Aantal mobiele röntgentoestellen					
Aantal digitale röntgenapparaten					
Aantal röntgentoestellen buiten röntgenafdeling					
Totaal aantal röntgenonderzoeken (excl. CT en hartcatheterisaties)					
aantal X-thorax onderzoeken					
aantal onderzoeken d.m.v. opnamen in en buiten de bucky					
aantal angiografieën en interventies vaten					
aantal doorlichting, buckycontrast en overige interventies					
aantal overige onderzoeken buiten röntgenafdeling					
Aantal vaste CT-scanners					
Aantal mobiele CT-scanners					
Totaal aantal CT-onderzoeken					
aantal schedel CT scans					
aantal thorax CT scans					
aantal abdomen CT scans					
aantal bekken CT scans					
aantal lumbale wervelkolom CT scans					

Aantal orthovolt therapie zittingen					
Aantallen oude en nieuwe patiënten orthovolt therapie					
Aantal megavolt therapie behandelingen (series)					
Aantal megavolt therapie zittingen					
Aantallen oude en nieuwe patiënten megavolt therapie					
Aantal brachytherapie behandelingen (series)					
Aantal brachytherapie zittingen					
Aantallen oude en nieuwe patiënten brachytherapie					
Aantallen behandelingen volgens NVRO-definitie (T1-T4, B1-B4)					
Aantallen patiënten en zittingen intra-operatieve radiotherapie					
Aantallen patiënten en zittingen intra-operatieve brachytherapie					
Aantallen patiënten en zittingen stereotactische bestraling					
Personeel (omgerekend in FTE's)					
Cardiologen					
Radiodiagnosten / radiologen					
Radiotherapeuten					
Nucleair geneeskundigen					
Tandarts-specialisten voor mondziekten en kaakchirurgie					
Tandarts-specialisten voor dentomaxillaire orthopedie					
Tandartsen					
Klinisch fysici					
Radiologisch laboranten röntgendiagnostiek					
Laboranten hartcatheterisatie					
Radiologisch laboranten nucl. geneesk. / medisch nucleair werkers					
Radiologisch laboranten radiotherapie					
Klinisch fysisch medewerkers					
Versnellertechnici (radiotherapie)					
Moulagetechnici (radiotherapie)					

BIJLAGE IV: MODELVERGUNNINGEN KERNENERGIEWET

In deze bijlage wordt een indruk gegeven van registratie en rapportage waartoe ziekenhuizen volgens de vergunning verplicht zijn, voor zover deze gegevens mogelijk zijn voor een IMS. De tekst is overgenomen uit het document "Modelvergunning Kernenergiewet" van de Arbeidsinspectie [58]. Commentaar en/of uitleg is *cursief* weergegeven.

MODELVERGUNNING 10:

Gebruik van röntgentoestellen in ziekenhuizen

Vergunning van een toestel van een bepaald merk en type met een gespecificeerde maximale buisspanning (kV). Volgens deze modelvergunning hoeft geen aparte registratie of melding hiervan plaats te vinden.

MODELVERGUNNING 10 V:

Verzamelvergunning voor gebruik van röntgentoestellen in ziekenhuizen

...

In een register dient aantekening te worden gehouden van alle aanwezige toestellen, gespecificeerd naar:

- merk, type en bouwjaar van de generator,
- maximale buisspanning van de generator, en
- de plaats en aard van de toepassing.

...

In het eerste kwartaal van ieder jaar dient de coördinerend deskundige over het voorafgaande jaar in een jaarverslag te rapporteren aan de vergunninghouder. Het jaarverslag bevat een opsomming van de activiteiten in dat jaar in het kader van de stralenbescherming en van de resultaten daarvan.

In deze opsomming komt in ieder geval een overzicht voor van:

- alle aanwezige toestellen, gespecificeerd naar merk, type en bouwjaar van de generator, maximale buisspanning van de generator, en de plaats en de aard van de toepassing;
- wijzigingen van de situatie, binnen het kader van de vergunning;

...

MODELVERGUNNING 12:

Mobiel medisch gebruik van röntgentoestellen

Vergunning van een mobiel toestel van een bepaald merk en type met een gespecificeerde maximale buisspanning (kV).

In een afzonderlijk register dient aantekening te worden gehouden van elke toepassing, onder vermelding van:

- de plaats van de toepassing,
- de datum en het tijdstip van aanvang respectievelijk beëindiging van de toepassing,
- de tijdsduur (=stralingsduur) van de toepassing, en
- de naam van degene die met het onderzoek is belast.

...

MODELVERGUNNING 17 V:**Ziekenhuis met röntgen en nucleaire geneeskunde met beperkt therapie***en***MODELVERGUNNING 18 V:****Ziekenhuis met röntgen en nucleaire geneeskunde met therapie en radiotherapie***en***MODELVERGUNNING 19:****Complexvergunning**

...

In een register dient aantekening te worden gehouden van alle aanwezige toestellen, gespecificeerd naar:

- merk, type en bouwjaar van de generator en van het aangesloten statief, en
- maximale buisspanning van de generator, en
- de plaats en aard van de toepassing.

...

In het eerste kwartaal van ieder jaar dient de coördinerend deskundige over het voorafgaande jaar in een jaarverslag te rapporteren aan de vergunninghouder. Het jaarverslag bevat een opsomming van de activiteiten in dat jaar in het kader van de stralenbescherming en van de resultaten daarvan.

In deze opsomming komt in ieder geval een overzicht voor van:

- de totaal aanwezige hoeveelheid radioactieve stoffen in verspreidbare vorm en ingekapselde bronnen op 31 december van dat jaar gespecificeerd naar nuclide en activiteit;
- alle aanwezige toestellen, gespecificeerd naar merk, type en bouwjaar van de generator en van het aangesloten statief, maximale buisspanning van de generator, en de plaats en aard van de toepassing;
- de in dat jaar gebruikte radioactieve stoffen, kwalitatief en kwantitatief;

...

Volgens de modelvergunning zijn alleen de houders van een complexvergunning verplicht dit jaarverslag op te sturen naar de Arbeidsinspectie. Doorgaans is voor de röntgentoestellen die in een verzamelvergunning zijn opgenomen in de vergunning de verplichting opgenomen jaarlijks een afschrift van het register met toestellen te sturen naar (o.a.) de Arbeidsinspectie en naar de Inspectie voor de Gezondheidszorg.

BIJLAGE V: VOORSTEL ENQUÊTE NUCLEAIRE GENEESKUNDE

Hieronder staat een voorstel voor een enquête voor afdelingen nucleaire geneeskunde die in de informatiebehoefte van het IMS voorziet.

Onderzoek	Radiofarmacon	Jaartotaal aantal onderzoeken	Standaard toegediende activiteit (MBq)	Jaartotaal aantal toedieningen (1)
Skelet	Tc-99m fosfonaat			
Myocard	Tl-201 chloride			
	Tc-99m MIBI			
	Tc-99m tetrofosmine			
Hartfunctie	Tc-99m erythrocyten			
Longperfusie	Tc-99m-MAA			
Longventilatie	Kr-81m		(2)	
	Tc-99m aerosolen			
Schildklierscan	Tc-99m pertechnetaat			
	I-123 jodide			
Schildklier uptake	I-131			
	I-123			
Nierfunctie	Tc-99m-MAG3			
	123I-hippuran			
Maagontlediging	Tc-99m-colloid			
Lever/Milt	Tc-99m-colloid			
Hersenen	HMPAO spect			
	I-123 IBZM			
Tumor/Infectie lokalisatie	Ga-67			
	Tl-201			
	I-123 jodide			
	I-131 jodide			
	In-111 leucocyten			
	Tc-99 leucocyten			
	HIG, I123-MIBG			
PET	FDG			
Botdichtheidsmeting	DEXA		nvt	nvt
Overige onderzoeken	(3)			

(Voor opmerkingen (1) -(3) zie volgende pagina)

(1) Indien verschillend van aantal onderzoeken, bijvoorbeeld bij meerdaagse onderzoeken (controles). Het product van de opgegeven activiteit en het aantal toedieningen dient overeen te komen met de totale aan patiënten toegediende activiteit voor dat onderzoek in dat jaar. Wordt voor een myocardonderzoek bijvoorbeeld 150 MBq toegediend in rust en vervolgens 450 MBq bij inspanning, dan is hier het aantal toedieningen 2x zo groot als het aantal onderzoeken, met een (gemiddelde) standaard activiteit van $(150+450)/2 = 300$ MBq.

(2) I.p.v. MBq het aantal counts en het aantal counts per view opgeven.

(3) S.v.p. onderzoek en radiofarmacon specificeren.

Therapie	Radiofarmacon	Standaard toegediende activiteit (4)	Jaartotaal aantal verrichtingen
Schildklier (hyperthyroïdie) (carcinoom)	I-131	(5)	
	I-131	(5)	
Botmetastasen	Sr-89		
	Re-186		
Radiosynoviorthesis	Y-90		
	Re-186		
	Er-169		
Polycythaemia vera	P-32		
Pleuritis / peritonitis	P-32		
Overige therapieën (6)			

(4) Indien de standaard activiteit per lichaamsgewicht wordt bepaald (of op een andere manier), s.v.p. MBq/kg (e.d.) invullen.

(5) Of berekende dosis.

(6) S.v.p. therapie en nuclide specificeren.

Kinderen
Hoe wordt de toegediende activiteit bij kinderen gecorrigeerd (met gewicht, leeftijd, ...)?

BIJLAGE VI: GEGEVENS UIT JAARVERSLAGEN EN MEEGELEVERDE INFORMATIE

In onderstaande tabel staat welke gegevens van hoeveel afdelingen verkregen zijn, uit de jaarverslagen en overige gegevens die zijn meegestuurd n.a.v. schriftelijk verzoek om informatie [114]. In totaal hebben 19 van de 21 RT afdelingen informatie opgestuurd, de gegevens betreffen aantallen, tenzij anders vermeld.

Gegeven	Aantal RT afdelingen
Megavolttherapie	
linac's	19
patiënten	4
series	17
zittingen	19
velden	16
Brachytherapie	
toestellen	17
LDR toestellen	14
HDR toestellen	13
PDR toestellen	3
patiënten	4
applicaties / behandelingen	15
fracties	4
Orthovolt- / contacttherapie	
toestellen	12
patiënten	3
series	7
zittingen	10
velden	3
Oogapplicator	
toestellen	3
patiënten	4
Simulator / lokalisator	
simulatoren / lokalisatoren	17
zittingen	17
Computertomografie	
(plannings-) CT-scans	10
Typen behandelingen volgens NVRO-definitie	
behandelingen T1-T4, B1-B4	5
Indeling naar tumorlokalisatie	
volgens ICD codering	14
volgens andere codering	4
mannen en vrouwen apart	5
Gegevens over patiënten	
nieuwe patiënten	13

bestraalde nieuwe patiënten	11
herhalingspatiënten (totaal)	13
oude herhalingspatiënten	3
nieuwe herhalingspatiënten	3
consulten zonder RT	10
alle bestraalde patiënten	14
curatief bestraalde patiënten (aantal of percentage)	5
geslachtsverdeling	8
leeftijdsverdeling	9
radiotherapie bij kinderen	1
deelname aan klinische trials	7
jaarlijks aantal patiënten in trials	4
nieuwe patiënten met benigne tumoren (aantal of percentage)	7
bestraalde patiënten met benigne tumoren (aantal of percentage)	6