



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**Inventarisatie van het gebruik van
Diagnostische Referentieniveaus voor
röntgenonderzoeken in Nederland**
Update van RIVM briefrapport 080129001/2013KRW

RIVM-briefrapport 2020-0030
M. Velsma | I.R. de Waard



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**Inventarisatie van het gebruik van
Diagnostische Referentieniveaus voor
röntgenonderzoeken in Nederland**

Update van RIVM briefrapport 080129001/2013

RIVM-briefrapport 2020-0030
M. Velsma | I.R. de Waard

Colofon

© RIVM 2020

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2020-0030

M. Velsma (auteur), RIVM
I.R. de Waard (auteur), RIVM

Contact:
Ischa de Waard
M&V\Veiligheid\Advisering Beleid en Inspectie
Ischa.de.waard@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de Inspectie
Gezondheidszorg en Jeugd

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Inventarisatie van het gebruik van Diagnostische Referentieniveaus voor röntgenonderzoeken in Nederland

Om ziekten op te sporen en te behandelen kan straling worden gebruikt. Om de nadelen daarvan kleiner te maken is het belangrijk de dosis zo laag mogelijk te houden. Daarom zijn voor elf medische onderzoeken bepaald welke dosis voor ziekenhuizen haalbaar moeten zijn per onderzoek. Dit noemen we diagnostische referentieniveaus. Ziekenhuizen in Nederland moeten de gebruikte dosis vergelijken met deze referentieniveaus.

Uit onderzoek van het RIVM blijkt dat de meeste ziekenhuizen deze meting uitvoeren. En daar ook de extra waarde van zien. Zij vergelijken de dosis meestal zorgvuldig, al gebruiken ze daar niet altijd de geadviseerde aanpak voor.

De referentieniveaus zijn afgesproken in 2012. Door nieuwe techniek verbetert de beeldkwaliteit. Hierdoor kan met een lagere dosis een beeld van goede kwaliteit worden gemaakt. Daarom is het nuttig om nieuwe, lagere, referentieniveaus af te spreken. Dit zou ziekenhuizen kunnen aanmoedigen om de gebruikte dosis nog lager te krijgen.

Uit het overzicht blijkt ook dat ziekenhuizen voor meer typen onderzoeken referentieniveaus willen hebben. In andere landen binnen Europa is dat (vaak) al zo.

De ziekenhuizen wensen een nieuwe aanpak om de dosis voor onderzoeken bij kinderen te vergelijken met de afgesproken referentieniveaus. De richtlijn adviseert nu om het referentieniveau te vergelijken met een gemiddelde dosis van 20 patiëntjes uit dezelfde leeftijdsgroep. Maar in de meeste ziekenhuizen zijn niet genoeg gegevens om de dosis zorgvuldig te vergelijken met het referentieniveau. Dit komt door het kleine aantal kinderen dat deze ziekenhuizen onderzoeken.

Voor dit onderzoek hebben 22 van de 30 aangeschreven ziekenhuizen meegewerkt. Het RIVM vroeg hen hoe ze de diagnostisch referentieniveaus gebruiken. Ook vroegen we wat hun wensen zijn voor het gebruik van de diagnostische referentieniveaus.

Kernwoorden: stralingsdosis, stralingsbescherming, diagnostisch referentieniveau, medische stralingsonderzoeken, röntgenonderzoek, patiënten.

Synopsis

A survey of the use of Diagnostic Reference Levels for x-ray examinations in the Netherlands.

Radiation can be used to diagnose and treat illnesses. In order to limit the disadvantages of such techniques, it is important to minimize the radiation dose used. That is why, for 11 medical procedures, it is determined which dose should be achievable for hospitals per procedure. These are called diagnostic reference levels. Hospitals in the Netherlands are required to compare the dose used with these reference levels.

A study carried out by RIVM indicates that most hospitals perform this comparison. And they are also aware of the added value. They generally compare the dose carefully, although they do not always use the recommended approach.

The reference levels were determined in 2012. Due to technical developments, the image quality has increased. This allows a good quality image to be made with a lower dose. It would therefore be useful to determine new reference levels. This could encourage hospitals to further reduce the dose used.

The research also shows that hospitals wish to have reference levels for more types of examinations. That is (often) already the case in other countries in Europe.

The hospitals prefer a new approach when it comes to comparing the dose for children. The guideline recommends now to compare the reference level with an average dose for 20 young patients from the same age group. But in most hospitals there is insufficient data available to carefully compare the dose with the reference level for children. This is because these hospitals examine relatively few children.

22 of the 30 hospitals contacted participated in the study. They were asked how they make use of the diagnostic reference levels and what their wishes are.

Keywords: radiation dose, diagnostic reference levels, medical radiation procedures, x-ray examination, patient.

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

- 1.1 Aanleiding — 11
- 1.2 Doel — 11
- 1.3 Methode — 11
- 1.4 Leeswijzer — 12

2 Wet- en regelgeving en achtergrond — 13

- 2.1 Achtergrond — 13
- 2.2 Wet- en regelgeving — 13

3 De enquête — 15

4 Resultaten — 17

- 4.1 Plaats van DRN's in het kwaliteitsborgingsysteem, uitvoeren kwaliteitscontrole en dosismetingen — 17
- 4.2 Toepassing DRN's per modaliteit bij volwassenen — 20
 - 4.2.1 Mammografie — 20
 - 4.2.2 Computertomografie — 21
 - 4.2.3 Coronaire angiografie — 23
 - 4.2.4 Conventionele radiologie — 24
- 4.3 Toepassing DRN's per verrichting bij kinderen — 25
 - 4.3.1 X-thorax AP/PA kind — 26
 - 4.3.2 X-abdomen AP kind — 27
 - 4.3.3 Mictie Cysto-Urethrogram kind — 28
 - 4.3.4 CT hoofd kind — 29
- 4.4 Samenvatting van de resultaten over de toepassing van de DRN's — 30
- 4.5 Redenen waarom DRN's niet gehanteerd worden bij kinderverrichtingen — 34
- 4.6 Overige vragen — 35
- 4.7 Vergelijking met 2013 — 38

5 Het gebruik van DRN's in omliggende landen. — 41

6 Discussie — 47

7 Conclusie en aanbevelingen — 49

8 Bibliografie — 51

Bijlage I Enquête "Inventarisatie van de implementatie van Diagnostische Referentie Niveaus" — 53

Bijlage II geadviseerde leeftijdsindelingen bij kinderen door Europese commissie — 83

Bijlage III Grafieken vergelijking van de Nederlandse DRN's en streefwaarde voor volwassenen met DRN's in omliggende landen. — 84

Bijlage IV Grafieken vergelijking van de Nederlandse DRN's en streefwaarde voor kinderen met DRN's in omliggende landen — 87

Samenvatting

Medio 2012 zijn door de Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie (NCS) diagnostische referentie niveaus (DRN's) vastgesteld. Deze DRN's betreffen een praktische, meetbare maat voor de stralingsblootstelling voor een aantal medische verrichtingen waarbij röntgenstraling wordt gebruikt. De DRN's zijn bedoeld als indicatie voor een aanvaardbare dosis waarmee een diagnostisch radiologisch beeld kan worden verkregen voor een standaard patiënt. Naast de DRN's worden ook streefwaarden vermeld in het NCS rapport. De streefwaarden zijn referentieniveaus voor een geoptimaliseerde klinische praktijk waarbij gebruik wordt gemaakt van moderne apparatuur. Bij de streefwaarde ligt het referentieniveau lager dan bij de DRN's. De Inspectie voor de Gezondheidszorg en Jeugd (IGJ) heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) gevraagd om na te gaan hoe het staat met het gebruik van de DRN's in de praktijk, wat de uitgedeelde doses zijn en of de gehanteerde DRN's nog actueel zijn. Tevens is gevraagd de toepassing van Nederlandse DRN's te vergelijken met de DRN's van omliggende landen met een gelijk niveau van zorgverlening.

Ter beantwoording van de vragen van IGJ is een enquête gestuurd naar 30 ziekenhuizen. De enquête is ingevuld door tweeëntwintig ziekenhuizen. Alle ziekenhuizen zijn bekend met de DRN's en de richtlijn van de NCS. Van deze tweeëntwintig ziekenhuizen zijn er achttien ziekenhuizen die DRN's toepassen bij één of meerdere verrichtingen. De wijze waarop met de DRN's wordt omgegaan, verschilt per ziekenhuis. Zo zijn er verschillen in de toetsing van de uitgedeelde dosis aan de DRN's. In de meeste gevallen wordt een gemiddelde of mediane uitgedeelde dosis bepaald van een populatie patiënten en met het DRN vergeleken. Naarmate er meer patiënten worden meegenomen zal de dosis meer in de buurt komen van een dosis voor een standaard patiënt. Dit is echter niet volgens het door de NCS voorgestelde protocol waarbij er (voor de meeste DRN's) 20 metingen gedaan worden. Vervolgens wordt geïnterpoleerd om een dosiswaarde voor een gewicht van een standaardpatiënt af te leiden. In die gevallen waar ziekenhuizen dosisgegevens hebben ligt bij bijna alle ziekenhuizen de laatst getoetste waarde onder het DRN en in de meeste gevallen ook onder de streefwaarde.

82% van de respondenten geeft aan behoefte te hebben aan geactualiseerde DRN's en 55% geeft aan behoefte te hebben aan een nieuwe methode voor het toetsen van dosisinformatie aan het DRN. 63% van de respondenten vindt het aantal verrichtingen waarvoor DRN's zijn vastgesteld te laag. In Nederland zijn op dit moment DRN's vastgesteld voor 11 verrichtingen. Deze DRN's zijn vastgesteld in 2012 en sindsdien niet meer herzien. In de omliggende landen zijn voor veel meer verrichtingen DRN's vastgesteld. Daarnaast zijn de DRN's in de meeste van deze landen een of meerdere keren in de afgelopen 5 jaar geactualiseerd of uitgebreid. Het lijkt er op dat in deze landen meer vordering is in het verzamelen van dosisgegevens door toezichthoudende instanties.

Bij verrichtingen bij kinderen is er maar een beperkt aantal ziekenhuizen dat de DRN's toepast. De grootste belemmering hiervoor is het aantal patiëntjes dat nodig is om te toetsen aan het DRN en de indeling van de categorieën van de DRN's voor verrichtingen bij kinderen. Diverse ziekenhuizen geven aan dat voor de verrichtingen bij kinderen in de praktijk het toetsen een probleem is, omdat ze maar zelden kinderen onderzoeken. Omdat kinderen een groter risico lopen bij blootstelling aan röntgenstraling is het belangrijk om de dosis te optimaliseren. In Finland wordt hiervoor gebruik gemaakt van een DRN curve, waarbij de dosis is uitgezet tegen het gewicht. Ziekenhuizen zijn dan niet meer afhankelijk van de categorieën en het aantal patiënten per categorie. Het vaststellen van DRN's op basis van gewicht is nauwkeuriger dan het vaststellen van DRN's op basis van leeftijd. Bij een groep kinderen met dezelfde leeftijd is de variatie in de gebruikte dosis bij een onderzoek groter dan bij een groep kinderen met hetzelfde gewicht.

Het voorliggende rapport is een vervolgonderzoek op het rapport 'Inventarisatie van het gebruik van Diagnostische Referentieniveaus voor röntgenstraling in Nederland', dat het RIVM in 2013 heeft gepubliceerd. De verschillen in de implementatie en het gebruik van de DRN's zijn in het algemeen klein ten opzichte van 2013. Gezien de grootte van beide steekproeven kunnen we niet vaststellen of er significante verschillen in uitkomsten zijn tussen toen en nu.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Medio 2012 heeft de Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie een rapport (NCS rapport 21) uitgebracht over diagnostische referentie niveaus (DRN's) [1]. Hierin zijn DRN's vastgesteld voor elf verrichtingen. De werkzaamheden werden uitgevoerd op verzoek van het ministerie van volksgezondheid, welzijn en sport (VWS). De DRN's betreffen een praktische, meetbare maat voor de stralingsblootstelling (in het vervolg kortweg dosis genoemd) voor een aantal medische verrichtingen waarbij röntgenstraling wordt gebruikt. De DRN's zijn bedoeld als indicatie voor een aanvaardbare dosis waarmee voldoende beeldkwaliteit kan worden verkregen voor het stellen van een diagnose bij een standaard patiënt. De DRN's zijn een middel waarmee afdelingen relatief eenvoudig kunnen nagaan of patiënten die om medische reden blootgesteld worden aan straling een acceptabele dosis ontvangen. Dit is belangrijk omdat straling lichaamscellen en weefsel kan beschadigen.

Het voorliggende rapport is een vervolgonderzoek op het RIVM-rapport 'Inventarisatie van het gebruik van Diagnostische Referentieniveaus voor röntgenstraling in Nederland' gepubliceerd in 2013 [2]. In dit rapport werd geconcludeerd dat deze nog weinig gebruikt werden.

1.2 Doel

De Inspectie voor de Gezondheidszorg en Jeugd (IGJ) heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) gevraagd om na te gaan hoe het staat met het gebruik van de DRN's in de praktijk, wat de uitgedeelde doses zijn en of de gehanteerde DRN's nog actueel zijn. Tevens wordt gevraagd het gebruik van de Nederlandse DRN's te vergelijken met de DRN's van omliggende landen met een gelijk niveau van zorgverlening. In Nederland zijn alleen DRN's voor radiologische verrichtingen opgesteld, exclusief nucleair geneeskundige. Daarom richt dit onderzoek zich voornamelijk op de radiologische verrichtingen.

1.3 Methode

De onderzoeker van het RIVM heeft in samenspraak met enkele RIVM-experts een vragenlijst opgesteld in het platform FormDesk (zie bijlage I). De link naar dit formulier is per e-mail verzonden naar 30 ziekenhuisconcerns die in een semi-random steekproef zijn geselecteerd. Dit wordt toegelicht in hoofdstuk 3. Om de vragenlijsten aan de juiste persoon te kunnen voorleggen is eerst telefonisch contact gelegd. 22 ziekenhuizen hebben de enquête ingevuld en geretourneerd. De ontvangen enquêtes zijn vervolgens in Microsoft Excel¹ geïmporteerd en geanalyseerd. De uitkomsten van deze analyse zijn in dit rapport samengevat.

Om een vergelijking te maken tussen de bestaande DRN's in Nederland en de DRN's in het buitenland is gekeken naar beschikbare literatuur. De bestaande DRN's in Nederland zijn vergeleken met de DRN's die recent

¹ Microsoft Excel office 365

zijn gepubliceerd in omliggende landen en de DRN's voor kinderen die zijn opgesteld door de Europese Commissie [3].

1.4 Leeswijzer

Dit briefrapport is als volgt opgebouwd: In hoofdstuk 2 wordt uitleg gegeven over de wet- en regelgeving en de achtergrond van DRN's. In hoofdstuk 3 wordt uitgelegd hoe de enquête tot stand is gekomen. In hoofdstuk 4 worden de ingevulde enquêteformulieren geanalyseerd; in hoofdstuk 5 wordt een vergelijking gemaakt tussen de opgestelde DRN's in Nederland met de DRN's in het buitenland en in hoofdstuk 6 worden de resultaten bediscussieerd. Ten slotte worden daar in hoofdstuk 7 conclusies uit getrokken en worden aanbevelingen gedaan.

2 Wet- en regelgeving en achtergrond

2.1 Achtergrond

DRN's werden begin jaren negentig voor het eerst geïntroduceerd door het Verenigd Koninkrijk. Met behulp van referentieniveaus probeerde men de ongewenste spreiding van de patiëntendosis van een gelijke diagnostische verrichting binnen verschillende ziekenhuizen te beperken. De International Commission on Radiological Protection (ICRP) publiceerde in 2001 praktische richtlijnen voor het vaststellen van DRN's. Sinds de invoering van DRN's is bewezen dat het een effectief middel is voor het optimaliseren van de patiëntendosis voor radiodiagnostische onderzoeken [4]. Internationaal zijn er in steeds meer landen DRN's vastgesteld, uitgebreid en/of ge-update. Daarnaast is door de ICRP in 2017 een rapport gepubliceerd met uitgebreidere/herziene richtlijnen voor het opstellen en gebruik van DRN's [4].

Radiologische beeldvorming bij kinderen neemt de afgelopen jaren toe [5]. In vergelijking met volwassenen hebben kinderen een hogere kans op schadelijke effecten van ioniserende straling. Dit komt doordat kinderen over meer snel delend weefsel beschikken en omdat hun levensverwachting langer is. Daardoor hebben de effecten meer tijd om op te treden. Recentelijk is door de Europese Commissie het rapport "European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging" gepubliceerd. De Europese commissie raadt sterk aan om adequate DRN's vast te stellen met betrekking tot kinderradiologie [3].

Het platform "Stralingsbescherming in het ziekenhuis" van de NCS heeft in 2012 een rapport uitgebracht over DRN's in Nederland. Hierin zijn DRN's vastgesteld voor zeven radiologische verrichtingen bij volwassenen (mammografie, CTA-thorax, CT-abdomen, X-thorax PA en X-bekken AP, diagnostische CT coronaire angiografie, diagnostische conventionele coronaire angiografie) en voor 4 verrichtingen bij kinderen (X-thorax AP/PA, X-abdomen AP, CT-hoofd, Mictie Cysto-Urethrogram) [1]. Naast de DRN's worden ook streefwaarden vermeld in het NCS rapport. De streefwaarden zijn referentieniveaus voor een geoptimaliseerde klinische praktijk waarbij gebruik wordt gemaakt van moderne apparatuur. Bij de streefwaarde ligt het referentieniveau lager dan bij de DRN's.

2.2 Wet- en regelgeving

In Nederland is het gebruik van DRN's opgenomen in het besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs).

artikel 8.3 (optimalisatie medische blootstelling)

4. Onze Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport bevordert de vaststelling, de regelmatige herziening en het gebruik van diagnostische referentieniveaus voor radiodiagnostisch onderzoek, indien gepast voor interventieradiologische procedures, en de beschikbaarheid van richtlijnen op dit gebied.

Artikel 8.8 (klinisch fysicus)

1. De klinisch fysicus:

- a. treedt op inzake aangelegenheden betreffende stralingsfysica of brengt daarover specialistisch advies uit met het oog op de uitvoering van de bepalingen van dit hoofdstuk en van [artikel 4.27, derde lid, onderdeel b](#);
- b. werkt samen en onderhoudt contact met de stralingsbeschermingsdeskundige.

2 Afhankelijk van de medisch-radiologische handeling, neemt de klinisch fysicus de verantwoordelijkheid voor de dosimetrie op zich, met inbegrip van fysische metingen voor de beoordeling van de door de patiënt en andere personen die een medische blootstelling ondergaan ontvangen dosis, adviseert hij over medisch-radiologische apparatuur en draagt hij in het bijzonder bij tot:

- a. optimalisatie van de stralingsbescherming van patiënten en andere personen die een medische blootstelling ondergaan, met inbegrip van de toepassing en het gebruik van diagnostische referentieniveaus;

Artikel 8.14 (procedures)

1 De ondernemer draagt ervoor zorg dat:

- c passende controle wordt uitgevoerd en zo nodig passende maatregelen worden getroffen bij een stelselmatige overschrijding van de diagnostische referentieniveaus;

3 De enquête

De volledige enquête is weergegeven in bijlage I. Zoals aangegeven is de inhoud opgesteld in samenspraak met enkele RIVM collega's en ter informatie voorgelegd aan de IGJ. De opbouw van de enquête is als volgt: de enquête begint met een korte inleiding over DRN's en het doel van de vragenlijst. Daarin wordt ook uitgelegd dat de enquête in opdracht van de IGJ wordt uitgevoerd door het RIVM. Dan volgt een eerste blok vragen ter identificatie van de respondent en het ziekenhuis. Vervolgens wordt in een tweede vragenblok geïnformeerd naar de plaats van de DRN's in het kwaliteitsborgingssysteem van het ziekenhuis en of er dosismetingen en routinematige kwaliteitscontroles worden uitgevoerd. Hierna volgen de vragen over de toepassing van DRN's. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen DRN's voor volwassenen en kinderen. Bij volwassenen wordt per modaliteit waarvoor DRN's zijn opgesteld gevraagd naar de toepassing: mammografie, computer tomografie (CT), conventionele radiologie en coronaire interventie radiologie. Bij kinderradiologie wordt dit voor iedere verrichting waarvoor een DRN is opgesteld afzonderlijk gevraagd. Indien op een modaliteit of kinderverrichting in het ziekenhuis geen DRN's worden gehanteerd, hoeven de vragen die betrekking hebben op deze modaliteit of verrichting niet beantwoord te worden. In het laatste blok vragen wordt gevraagd naar de mening over de DRN's en de toepassing hiervan.

De enquête is op 30 juli 2019 verstuurd naar stralingsdeskundigen van 30 ziekenhuizen in Nederland. De selectie ziekenhuisconcerns is gemaakt op basis van de aangeleverde gegevens binnen de jaarrapportage Maatschappelijke Verantwoording (DigiMV). Hierbij is een weging toegepast met het aantal verrichtingen op jaarbasis van de onderzoeken waarvoor DRN's zijn vastgesteld. Er is een semi-random steekproef genomen waarbij er een verdeling was tussen zelfstandige behandelcentra (ZBC), kleine klinieken, algemene, top klinische en academische instellingen (zie Tabel 1). Omdat in 2018 een aantal ziekenhuizen heeft meegewerkt aan het invullen van een vragenlijst voor een ander onderzoek over dosisoptimalisatie vanuit de IGJ, is de selectie zo gemaakt dat deze ziekenhuizen op korte termijn niet opnieuw een vragenlijst krijgen toegestuurd. Alle ziekenhuizen kregen in eerste instantie tot 20 september 2019 de tijd om de enquête te retourneren. Op 30 augustus 2019 is een herinnering gestuurd vanwege de tussenliggende vakantieperiode. Uiteindelijk hebben 22 ziekenhuizen de enquête ingevuld en geretourneerd.

Tabel 1 Verdeling van de ziekenhuisconcerns die de DRN enquête hebben ontvangen en het aantal ziekenhuizen dat de enquête heeft ingevuld en verstuurd naar het RIVM vergeleken met de verdeling in 2013.

	Respons Enquête 2019	Respons Enquête 2013
Academische ziekenhuizen	5 van de 6 (83%)	3 (100%)
Top klinische ziekenhuizen	6 van de 7 (86%)	3 (100%)
Algemene ziekenhuizen	9 van de 14 (64%)	14 (100%)
Zelfstandige behandelcentra	2 van de 3 (67%)	0 (100%)
Totaal	22 van de 30 (73%)	20 (100%)

4 Resultaten

Zoals aangegeven hebben 22 van de 30 ziekenhuizen een ingevulde enquête teruggezonden naar het RIVM. Alle ziekenhuizen hebben de vraag of ze bekend zijn met rapport 21 van de NCS "Diagnostische referentieniveaus in Nederland met "Ja" beantwoord. Dit houdt in dat alle deelnemende ziekenhuizen bekend zijn met het begrip DRN, weten dat er DRN's zijn vastgesteld, weten voor welke verrichtingen er DRN's zijn vastgesteld en op de hoogte zijn van de getalsmatige waarden van die DRN's. Alle resultaten over de toepassing van DRN's bij volwassenen en kinderen zijn samengevat in een tabel in paragraaf 4.4.

4.1 Plaats van DRN's in het kwaliteitssysteem, uitvoeren kwaliteitscontrole en dosismetingen

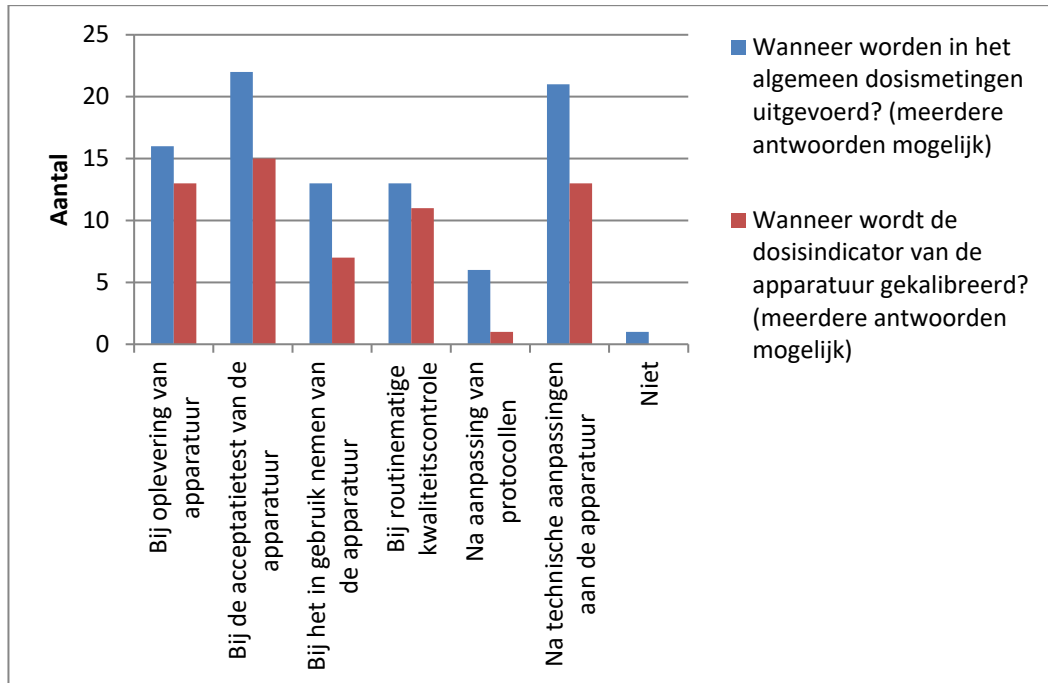
Bij röntgentoestellen dient te worden gecontroleerd of de specificaties voldoende zijn om bij een zo laag mogelijke dosis de benodigde beeldkwaliteit te bereiken. Hiervoor worden op meerdere momenten controles uitgevoerd. De DRN's kunnen binnen het kwaliteitssysteem helpen met het opsporen van röntgentechnieken en -toestellen waarbij extra inspanning geleverd moet worden om te komen tot een optimale dosis waarbij de beelden van voldoende diagnostische kwaliteit dienen te zijn.

4.1.1 *Kwaliteitssysteem*

Tweeëntwintig ziekenhuizen geven aan gebruik te maken van een kwaliteitssysteem. De volgende kwaliteitssystemen worden gehanteerd binnen ziekenhuizen: Nederlands Instituut voor Accreditatie in de Zorg (NIAZ, 27%), Joint Commission International (JCI, 18%), Internationale Organisatie voor Standaardisatie (ISO, 9%). De andere ziekenhuizen (45%) noemden een kwaliteitssysteem dat gebruikt wordt binnen de afdeling: de Quality Control-light (QC-light), de kernenergiewet (KEW) en protocollen van de Nederlandse Vereniging voor Klinisch Fysica (NVKF). Het gegeven antwoord is afhankelijk vanuit welk perspectief de respondent de vraag heeft beantwoord. Sommige ziekenhuizen hebben de vraag vanuit een afdeling en andere vanuit een ziekenhuis perspectief beantwoord. Van de tweeëntwintig ziekenhuizen maken bij veertien ziekenhuizen de DRN's deel uit van het kwaliteitssysteem (64%).

Alle tweeëntwintig ziekenhuizen voeren dosismetingen uit en bij allen wordt de dosisindicator van de apparatuur gekalibreerd. Het gaat hier om algemene dosis metingen die worden uitgevoerd om de apparatuur te controleren. Deze dosis metingen worden niet gebruikt voor het toetsen met de DRN's. De metingen worden vrijwel altijd bij de acceptatie van de apparatuur uitgevoerd, maar vaak ook bij periodieke kwaliteitscontroles of na een technische aanpassing van de apparatuur. In Figuur 1 is weergegeven wanneer ziekenhuizen dosismetingen uitvoeren en wanneer de dosisindicator van de apparatuur gekalibreerd wordt. Zeven ziekenhuizen voeren de dosismetingen uit op minimaal vijf verschillende momenten. Bij één ziekenhuis worden dosismetingen alleen bij de acceptietest van de apparatuur uitgevoerd. Bij zes

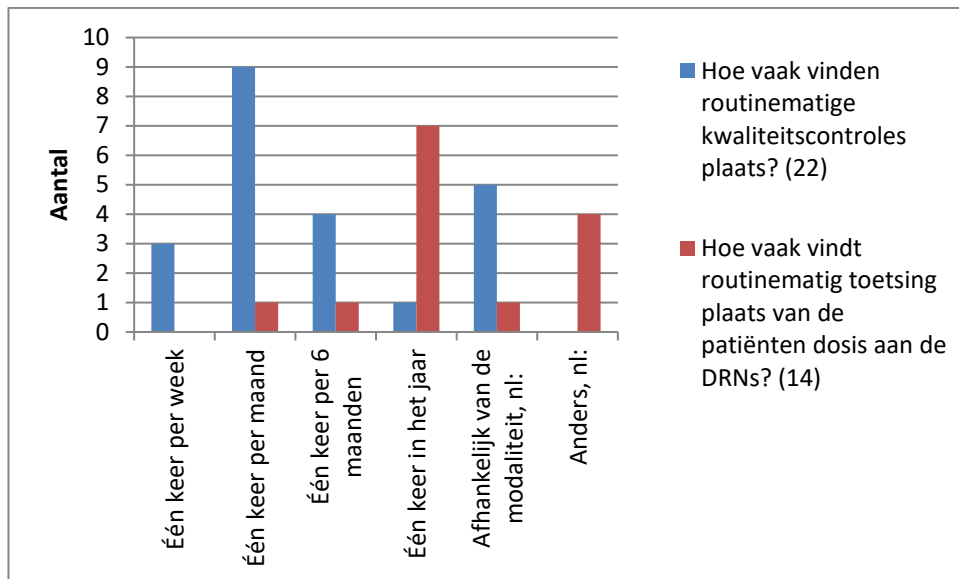
ziekenhuizen worden de dosisindicatoren op vier of meer momenten gekalibreerd en bij drie ziekenhuizen is dit maar op één moment.



Figuur 1 Momenten waarop dosismetingen worden uitgevoerd en wanneer de dosisindicator gekalibreerd wordt.

4.1.2 Kwaliteitscontrole van de apparatuur

In alle ziekenhuizen worden periodieke kwaliteitscontroles uitgevoerd. Bij twintig van de tweeëntwintig ziekenhuizen wordt gebruik gemaakt van het QC light protocol. Andere antwoorden zijn 'all in contract met de leverancier' en fantoommetingen. Bij een aantal ziekenhuizen wordt het QC light protocol gecombineerd met één of meer andere kwaliteitscontroles. Deze methodes zijn fantoommetingen (10), een eigen protocol (8) en controles tijdens het onderhoud van de leverancier (3). De frequentie waarin periodieke kwaliteitscontroles uitgevoerd worden varieert per ziekenhuis van één keer in de week tot één keer per jaar. Daarnaast kan de frequentie afhankelijk zijn van de modaliteit. Zie ook Figuur 2.

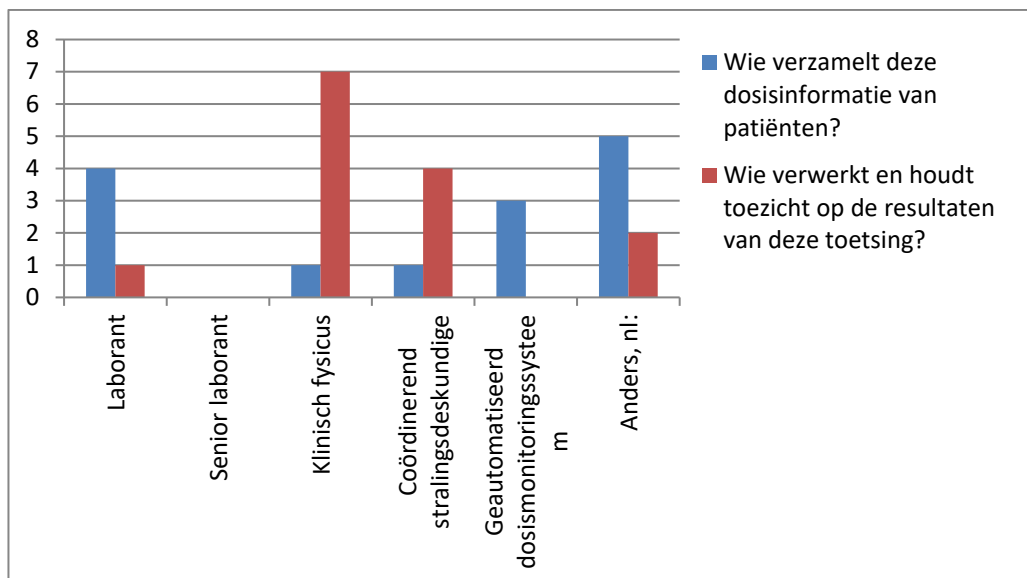


Figuur 2 De frequentie van het uitvoeren van routinematige kwaliteitscontroles en het toetsen van de patiëntendosis aan DRN's. In het totaal hebben veertien ziekenhuizen antwoord gegeven op de vraag hoe vaak routinematig toetsing plaatsvindt van de patiëntendosis aan de DRN's.

In vijftien ziekenhuizen van de tweeëntwintig worden de kwaliteitscontroles uitgevoerd door de Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundige (MBB'er) (9) of het kwaliteitscontroleteam (QC-team) (6). Zeven ziekenhuizen hebben een ander antwoord ingevuld. Hier wordt de kwaliteitscontrole uitgevoerd door een combinatie van MBB'er en klinisch fysicus, technicus van de leverancier of kwaliteitscoördinator van de radiologie. Op de vraag "Wie houdt toezicht en verwerkt de resultaten van de kwaliteitscontrole?" geven dertien ziekenhuizen aan dat de klinisch fysicus dat doet en vier ziekenhuizen geven aan dat het QC team dat doet. Andere gegeven antwoorden zijn: de coördinerend stralingsdeskundige (1), de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (1), iedereen (1) en de MBB'er (1).

4.1.3 Toetsing van de dosis aan het DRN.

Bij veertien van de tweeëntwintig ziekenhuizen vindt er routinematig toetsing plaats van de door patiënten ontvangen dosis aan de DRN's. De frequentie van deze toetsing varieert van maandelijks tot één keer per twee jaar (Figuur 2). Een overzicht van wie verantwoordelijk is voor het uitvoeren, toezicht houden en verwerken van de resultaten wordt weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 De verantwoordelijke voor het uitvoeren, toezicht houden en verwerken van de resultaten van de routinematige toetsing van de patiëntendosis met het DRN. Indien het antwoord "Anders, nl:" wordt gegeven wordt het kwaliteitsteam (2), toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (3) genoemd bij het verzamelen van de data. Bij het verwerken en toetsen wordt de samenwerking van de klinisch fysicus en coördinerend stralingsdeskundige genoemd (2).

4.2 Toepassing DRN's per modaliteit bij volwassenen

Van de tweeëntwintig ziekenhuizen zijn er vier ziekenhuizen die voor geen enkele verrichting DRN's hanteren. Waarvan één zelfstandig behandelcentrum, één academisch ziekenhuis en twee algemene ziekenhuizen. De resultaten van dit hoofdstuk zijn samengevat in een tabel in paragraaf 4.4.

4.2.1 Mammografie

Van de achttien ziekenhuizen die het DRN gebruiken hanteren veertien ziekenhuizen DRN's voor mammografie. Bij zes ziekenhuizen is er een protocol waarin de DRN's zijn opgenomen. Van de veertien ziekenhuizen wordt in negen ziekenhuizen de gemiddelde glandulaire dosis (GGD) afgeleid uit dosismetingen met PMMA fantomen van verschillende diktes en met de DRN vergeleken. Dit is conform de procedure beschreven in het NCS rapport [1]. De andere methodes die worden gebruikt zijn:

- Er wordt een gemiddelde uitgerekend voor verschillende borstdiktes en met het DRN vergeleken (2)
- Er wordt een mediane waarde berekend voor verschillende borstdiktes en met het DRN vergeleken (1)
- De GGD waarde wordt afgelezen van het toestel bij slechts één dikte van 5 cm PMMA en met het DRN vergeleken. (1)
- Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken (1)

Van veertien ziekenhuizen die het DRN gebruiken geven zes ziekenhuizen aan de dosisindicatie van de mammograaf te gebruiken, één ziekenhuis rekent deze dosisindicatie om, twee ziekenhuizen geven aan de dosisindicatie van de apparatuur helemaal niet te gebruiken, vier ziekenhuizen gebruiken een aparte dosimeter, bij één ziekenhuis wordt

de dosis zowel gemeten als afgelezen. Bij dertien van de veertien ziekenhuizen wordt ook de borstdikte geregistreerd.

Tien van de veertien ziekenhuizen geven aan geen overschrijding van het DRN te hebben geconstateerd. Bij ziekenhuizen waar wel overschrijding geconstateerd is, heeft er nader onderzoek plaatsgevonden. Dit nader onderzoek bestond het vaakst uit het nakijken van de apparatuur en het nakijken van de apparatuur samen met de fabrikant, daarna het optimaliseren van het protocol en één keer is geen nader onderzoek uitgevoerd. Indien overschrijding geconstateerd is, was de meest voorkomende oorzaak dat de apparatuur niet goed was afgesteld. Andere oorzaken waren verouderde technieken van de apparatuur, niet optimaal ingestelde parameters en éénmaal is aangegeven dat het niet mogelijk was om de dosis te verlagen omdat anders de gewenste beeldkwaliteit niet zou worden gehaald.

Om te kijken of de dosiswaarden van ziekenhuizen boven of onder de DRN's en streefwaarden liggen hebben we in de enquête gevraagd naar de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN. De antwoorden zijn weergegeven in Tabel 2. Niet alle ziekenhuizen hebben dosisgegevens ingevuld of dosisgegevens voor een beperkt aantal borstdiktes.

Tabel 2 Aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld voor mammografie onderzoeken (n). Hieruit is het 75^{ste} percentiel (P75), gemiddelde (gem) en de mediaan bepaald. Daarnaast is gekeken naar het aantal ziekenhuizen dat boven de huidige DRN en streefwaarde in Nederland uitkomt.

	aantal (n)	P75	gem	mediaan	DRN	Streefwaarde	Aantal > DRN	Aantal > streefwaarde
GGD bij 3cm PMMA (mGy)	10	1,1	0,92	0,85	1,5	1	0	3
GGD bij 5 cm PMMA (mGy)	12	1,8	1,70	1,66	3	2,4	0	1
GGD bij 7cm PMMA (mGy)	11	3,3	3,00	2,79	6,5	5,1	0	1

4.2.2 Computertomografie

Van de achttien ziekenhuizen die het DRN gebruiken hanteren vijftien ziekenhuizen DRN's voor CT-onderzoeken. Bij acht ziekenhuizen is er een protocol waarin de DRN's zijn opgenomen. Van de achttien ziekenhuizen wordt in vier ziekenhuizen bij een verdeling van meerdere patiënten met behulp van intra en extrapolatie de dosiswaarde voor een standaard patiënt berekend en met het DRN vergeleken. Dit is conform de procedure beschreven in het NCS rapport [1]. De andere methodes die worden gebruikt zijn:

- Van een patiëntenpopulatie wordt de gemiddelde waarde vergeleken met het DRN (5)
- Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De gemiddelde waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken (2)
- Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De mediane waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken (1)
- Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken (1)

- Automatisch of soms manueel wordt de mediaan of gemiddelde van een groep patiënten vergeleken met het DRN (1)
- Minimaal 20 patiënten voor enkele protocollen worden jaarlijks vergeleken met het DRN (1)

Van vijftien ziekenhuizen die het DRN voor CT-onderzoeken gebruiken wordt bij dertien ziekenhuizen de dosis lengte product (DLP) en de computer tomografie dosis index (CTDI) afgelezen van de scanner. Bij één ziekenhuis wordt de dosisindicatie met een aparte dosimeter bepaald en bij één ziekenhuis wordt dosisindicator van de apparatuur helemaal niet gebruikt. Van de vijftien ziekenhuizen geven twee ziekenhuizen in een opmerking aan dat de dosisgegevens geautomatiseerd verzameld worden met een dosisregistratiesysteem. Bij acht ziekenhuizen wordt het gewicht van de patiënt geregistreerd.

Bij tien van de vijftien ziekenhuizen is geen overschrijding van het DRN geconstateerd. Bij de vijf ziekenhuizen waar wel overschrijding is geconstateerd heeft nader onderzoek plaatsgevonden. Dit nader onderzoek bestond het vaakst uit het optimaliseren van het protocol, daarna het nakijken van de apparatuur en het nakijken van de apparatuur samen met de fabrikant. Indien er overschrijding geconstateerd is, was de meest voorkomende oorzaak dat de parameters van het protocol niet optimaal waren ingesteld. Andere oorzaken waren: afstelling van de apparatuur, verouderde techniek van de apparatuur. Daarnaast was na onderzoek bij drie ziekenhuizen het niet mogelijk om de dosis te verlagen omdat anders de gewenste beeldkwaliteit niet zou worden gehaald.

Om te kijken of de dosiswaarden van ziekenhuizen boven of onder de DRN's en streefwaarde liggen hebben we in de enquête gevraagd naar de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN. De antwoorden zijn weergegeven in Tabel 3. Een aantal ziekenhuizen heeft geen dosiswaarde ingevuld of dosisgegevens voor een beperkt aantal onderzoeken. Bij één ziekenhuis kwam bij de laatste toetsing de DLP van de CTA pulmonalis boven het DRN uit.

Tabel 3 Aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld voor CT onderzoeken (n). Hieruit is het 75^{ste} percentiel (P75), gemiddelde (gem) en de mediaan bepaald. Daarnaast is gekeken naar het aantal ziekenhuizen dat boven de huidige DRN en streefwaarde in Nederland uitkomt.

	Aantal (n)	P75	gem	mediaan	DRN	Streefwaarde	Aantal > DRN	Aantal > streefwaarde
CT abdomen DLP (mGy*cm)	14	467	410	372	700	400	0	6
CT abdomen CTDI (mGy)	13	9	7,8	7,2	15	8	0	5
CTA pulmonalis DLP (mGy*cm)	13	267	215	209	350	200	1	8
CTA pulmonalis CTDI (mGy)	11	6,6	5,4	5,6	10	6	0	4
CTA hart DLP (mGy*cm)	9	196	172	189	1000	300	0	0
CTA hart CTDI (mGy)	8	14,6	14,3	11,6	80	25	0	1

4.2.3 *Coronaire angiografie*

Van de achttien ziekenhuizen die het DRN gebruiken hanteren tien ziekenhuizen DRN's voor coronaire angiografie (CAG). Bij zes ziekenhuizen is er een protocol waarin het DRN is opgenomen.

Van de tien ziekenhuizen wordt in twee ziekenhuizen bij een patiënten populatie de mediane waarde vergeleken met het DRN. Bij één van deze ziekenhuizen worden de dosisgegevens van een grote groep patiënten geautomatiseerd verzameld. Dit is conform de procedure beschreven in het NCS rapport [1]. De procedure wijkt hier af van andere verrichtingen bij volwassenen omdat bij deze specifieke verrichting de DOP-waarde matig tot slecht gecorreleerd is met het gewicht. De andere methodes die worden gebruikt zijn:

- verdeling van meerdere patiënten met behulp van intra- en extrapolatie de dosiswaarde voor een standaard patiënt berekend en met het DRN vergeleken (2)
- Van een patiënten populatie wordt de gemiddelde waarde vergeleken met het DRN (3)
- Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken (1)
- Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De gemiddelde waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken (2)

Van tien ziekenhuizen die het DRN gebruiken voor CAG wordt bij negen ziekenhuizen de DOP waarde afgelezen van het röntgentoestel, waarbij in één ziekenhuis de dosiswaarde wordt afgelezen uit het dosisrapport en twee ziekenhuizen halen de dosiswaarde uit het dosisregistratiesysteem. Het gewicht van de patiënt wordt geregistreerd bij drie ziekenhuizen.

Bij zeven van de tien ziekenhuizen waar de DRN voor CAG wordt gebruikt is geen overschrijding van het DRN geconstateerd. Bij de drie ziekenhuizen waar wel overschrijding is geconstateerd heeft nader onderzoek plaatsgevonden. Hierbij is het protocol geoptimaliseerd, de apparatuur nagekeken en bij een aantal ziekenhuizen werd de

apparatuur nagekeken samen met de fabrikant. In één ziekenhuis wordt er nader onderzoek gedaan waarom de dosis hoger is uitgevallen aan de hand daarvan wordt bekeken of het een terugkerend of een eenmalig incident is. In dit ziekenhuis worden individuele verrichtingen met het DRN vergeleken. Indien er overschrijding geconstateerd is waren de meest voorkomende oorzaken het afstellen van de apparatuur en/of het instellen van de parameters van het protocol. Een andere oorzaak is de verouderde techniek van de apparatuur. Daarnaast was na onderzoek bij drie ziekenhuizen het niet mogelijk om de dosis te verlagen omdat anders de gewenste beeldkwaliteit niet zou worden gehaald.

Om te kijken of de dosiswaarde van ziekenhuizen boven of onder het DRN en de streefwaarde ligt hebben we in de enquête gevraagd naar de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN. De antwoorden zijn weergegeven in Tabel 4. Niet alle ziekenhuizen hebben dosis gegevens ingevuld. Twee waarden zijn buiten beschouwing gelaten door foutief invullen.

Tabel 4 Aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld voor het onderzoek CAG (n). Hieruit is het 75^{ste} percentiel (P75), gemiddelde (gem) en de mediaan bepaald. Daarnaast is gekeken naar het aantal ziekenhuizen dat boven de huidige DRN en streefwaarde in Nederland uitkomt.

	Aantal (n)	P75	gem	mediaan	DRN	Streef-waarde	Aantal > DRN	Aantal > streefwaarde
CAG DOP ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	7	4200	3044	2373	8000	3000	0	4

4.2.4 Conventionele radiologie

Van de achttien ziekenhuizen hanteren zeventien ziekenhuizen DRN's voor conventionele radiologie. Bij negen ziekenhuizen is er een protocol waarin het DRN is opgenomen. Van de zeventien ziekenhuizen wordt in vier ziekenhuizen bij een verdeling van meerdere patiënten met behulp van intra en extrapolatie de dosiswaarde voor een standaard patiënt berekend en met het DRN vergeleken. Dit is conform de procedure beschreven in het NCS rapport [1]. De andere methodes die worden gebruikt zijn:

- Van een patiënten populatie wordt de gemiddelde waarde vergeleken met het DRN (6)
- Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De gemiddelde waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken (2)
- Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De mediane waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken (2)
- Het 75th percentiel van een populatie wordt vergeleken met het DRN (1)
- Automatische of soms manueel wordt de mediaan of gemiddelde van een groep patiënten vergeleken met het DRN (1)
- Minimaal 20 patiënten voor enkele protocollen worden jaarlijks vergeleken met het DRN (1)

Van de zeventien ziekenhuizen die DRN's gebruiken voor de conventionele radiologie wordt bij vijftien ziekenhuizen de DOP-waarde van het röntgentoestel afgelezen, bij één ziekenhuis wordt de dosis met

een aparte dosimeter bepaald en één ziekenhuis geeft aan de dosisindicatie van de apparatuur helemaal niet te gebruiken. Het gewicht van de patiënt wordt geregistreerd bij zes ziekenhuizen.

Bij twaalf van de zestien ziekenhuizen is geen overschrijding van het DRN geconstateerd. Bij de vier ziekenhuizen waar wel overschrijding is geconstateerd heeft nader onderzoek plaatsgevonden. Dit nader onderzoek bestond het vaakst uit het optimaliseren van het protocol. Verder werd de apparatuur nagekeken en/of de apparatuur nagekeken samen met de fabrikant. Bij één ziekenhuis wordt nagegaan of de overschrijding incidenteel is of vaker voorkomt. Aan de hand daarvan wordt actie ondernomen. Indien er overschrijding geconstateerd is, was de meest voorkomende oorzaak niet optimaal ingestelde parameters. Andere oorzaken waren niet goed afgestelde apparatuur en/of verouderde techniek van de apparatuur. Daarnaast was na onderzoek bij twee ziekenhuizen het niet mogelijk om de dosis te verlagen omdat anders de gewenste beeldkwaliteit niet zou worden gehaald.

Om te kijken of de dosiswaarde van ziekenhuizen boven of onder het DRN en de streefwaarde ligt hebben we in de enquête ziekenhuizen gevraagd naar de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN. De antwoorden zijn weergegeven in Tabel 5. Niet alle ziekenhuizen hebben dosisgegevens ingevuld.

Tabel 5 Aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld voor conventionele radiologieonderzoeken (n). Hieruit is het 75^{ste} percentiel (P75), gemiddelde (gem) en de mediaan bepaald. Daarnaast is gekeken naar het aantal ziekenhuizen dat boven de huidige DRN en streefwaarde in Nederland uitkomt.

	Aantal (n)	P75	gem	mediaan	DRN	Streef-waarde	Aantal > DRN	Aantal > streefwaarde
X-thorax PA ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	16	5	4,54	4,85	12	6		2
X-abdomen AP ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	15	120	102,63	102,62	300	150		2

4.3 Toepassing DRN's per verrichting bij kinderen

Aan alle tweeëntwintig ziekenhuizen is gevraagd om een schatting te maken van het aantal onderzoeken dat per verrichting wordt uitgevoerd. Echter is dit niet consequent ingevuld. Er waren ziekenhuis die hier geen schatting hebben gemaakt maar wel DRN's hanteren en andersom. De zes ziekenhuizen die wel een schatting hebben gemaakt varieerden de aantal van 10 tot 200 verrichtingen. Drie tot acht ziekenhuizen passen de DRN's voor kinderverrichtingen toe. De redenen die ziekenhuizen geven voor het niet toepassen van de diagnostische referentie niveaus worden besproken in paragraaf 4.5. Bij verrichtingen van de romp (x-thorax, x-abdomen en MCUG) wordt bij geen van de tweeëntwintig ziekenhuizen het gewicht van de patiënt genoteerd. Bij de verrichting van het hoofd (CT-hoofd) noteren twee van de tweeëntwintig ziekenhuizen het gewicht. De resultaten van dit hoofdstuk zijn samengevat in een tabel in paragraaf 4.4.

4.3.1 *X-thorax AP/PA kind*

Van de 22 ziekenhuizen hanteren zes ziekenhuizen het DRN voor de verrichting x-thorax AP/PA bij kinderen. Bij één ziekenhuis is het DRN opgenomen in een protocol. Van de zes ziekenhuizen wordt bij één ziekenhuis een mediane waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken en bij twee ziekenhuizen wordt een gemiddelde waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken. Beide methodes zijn conform de procedure beschreven in het NCS rapport [1]. De andere methodes die worden gebruikt zijn:

- Gelijke verrichtingen worden gemiddeld en met het DRN vergeleken (1)
- Automatische of soms manueel wordt de mediaan of het gemiddelde vergeleken met het DRN (1)
- De dosis bij het protocol voor een handmatige belichting wordt berekend en vergeleken met het DRN (1)

Van de zes ziekenhuizen die het DRN hanteren wordt bij vier ziekenhuizen de DOP-waarde van het röntgentoestel afgelezen, één ziekenhuis geeft aan de dosisindicatie van de apparatuur helemaal niet te gebruiken en één ziekenhuis geeft aan de dosis te meten met een dosisindicator of de DOP-waarde van het röntgentoestel af te lezen.

Bij drie van de zes ziekenhuizen is geen overschrijding van het DRN geconstateerd. Bij ziekenhuizen waar wel overschrijding is geconstateerd heeft nader onderzoek plaats gevonden. Hierbij wordt het protocol geoptimaliseerd, de apparatuur wordt nagekeken en de apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant. Indien er overschrijding geconstateerd is was hiervan de oorzaak: de instellingen van de parameters van het protocol. Daarnaast was na onderzoek bij één ziekenhuis het niet mogelijk om de dosis te verlagen omdat anders de gewenste beeldkwaliteit niet zou worden gehaald.

Om te kijken of de dosiswaarde van ziekenhuizen boven of onder de DRN en streefwaarde ligt hebben we in de enquête ziekenhuizen gevraagd naar de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN. De antwoorden zijn weergegeven in Tabel 6. Slechts enkele ziekenhuizen hebben dosisgegevens ingevuld. Onderstaande 75^{ste} percentiel, de mediaan en het gemiddelde zijn wellicht niet representatief voor de Nederlandse ziekenhuizen gezien het geringe aantal datapunten. Bij de X-thorax AP/PA neonat komt één ziekenhuis boven het DRN uit.

Tabel 6 Aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld voor het onderzoek X-thorax AP/PA kind (n). Hieruit is het 75^{ste} percentiel (P75), gemiddelde (gem) en de mediaan bepaald. Daarnaast is gekeken naar het aantal ziekenhuizen dat boven het huidige DRN en de streefwaarde in Nederland uitkomt.

	Aantal (n)	P75	Gem	mediaan	DRN	Streefwaarde	Aantal > DRN	Aantal > streefwaarde
X-thorax AP/PA Neonaat ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	3	1,3	0,97	0,61	1,5	0,75	1	1
X-thorax AP/PA 1 jaar ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	3	1,06	0,94	1	2	1	0	1
X-thorax AP/PA 5 jaar ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	4	1,8	1,60	1,25	5	2,5	0	1

4.3.2 X-abdomen AP kind

Van de tweeëntwintig ziekenhuizen hanteren zeven ziekenhuizen het DRN voor de verrichting x-abdomen AP bij kinderen. Bij één ziekenhuis is het DRN opgenomen in een protocol. Van de zeven ziekenhuizen wordt bij één ziekenhuis een mediane waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken en bij één ziekenhuis wordt een gemiddelde waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken. Beide methodes zijn conform de procedure beschreven in het NCS rapport [1]. De andere methodes die worden gebruikt zijn:

- Gelijke verrichtingen worden gemiddeld en met het DRN vergeleken (1)
- Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken (1)
- Automatische of soms manueel wordt de mediaan of het gemiddelde vergeleken met het DRN (1)
- De dosis bij het protocol voor een handmatige belichting wordt berekend en vergeleken met het DRN (1)

Van de zeven ziekenhuizen die het DRN hanteren wordt bij vijf ziekenhuizen de DOP-waarde van het röntgentoestel afgelezen, één ziekenhuis geeft aan dosisindicatie van de apparatuur helemaal niet te gebruiken en één ziekenhuis geeft aan de dosis te meten met een dosisindicator of de DOP-waarde van het röntgentoestel af te lezen.

Bij drie van de zeven ziekenhuizen is geen overschrijding van het DRN geconstateerd. Bij één ziekenhuis is dit antwoord niet ingevuld. Bij de drie ziekenhuizen waar wel overschrijding is geconstateerd heeft er nader onderzoek plaats gevonden. Hierbij wordt het protocol geoptimaliseerd, de apparatuur wordt nagekeken en de apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant. Indien er overschrijding geconstateerd is waren hiervan de oorzaken: afstelling van de apparatuur, instellingen van de parameters van het protocol en/of verouderde techniek van de apparatuur. Daarnaast was na onderzoek bij één ziekenhuis het niet mogelijk om de dosis te verlagen omdat anders de gewenste beeldkwaliteit niet zou worden gehaald.

Om te kijken of de dosiswaarde van ziekenhuizen boven of onder het DRN en de streefwaarde ligt hebben we in de enquête ziekenhuizen gevraagd naar de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN. De antwoorden zijn weergegeven in Tabel 7. Ook hier hebben slechts enkele ziekenhuizen dosisgegevens ingevuld. Onderstaande 75^{ste} percentiel, de mediaan en het gemiddelde zijn wellicht niet representatief voor de Nederlandse ziekenhuizen gezien het geringe aantal datapunten.

Tabel 7 Aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld voor het onderzoek X-abdomen kind AP (n). Hieruit is het gemiddelde (gem) en de mediaan bepaald (en P75). Daarnaast is gekeken naar het aantal ziekenhuizen dat boven het huidige DRN en de streefwaarde in Nederland uitkomt.

	Aantal (n)	P75	Gem	mediaan	DRN	Streefwaarde	Aantal > DRN	Aantal > streefwaarde
X-abdomen AP Neonaat ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	3	0,8	0,58	0,53	1,5	0,75	0	1
X-abdomen AP 1 jaar ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	3	2,4	1,87	1,72	10	5	0	0
X-abdomen AP 5 jaar ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	4	19,4	5,72	2,3	25	12,5	0	1

4.3.3 Mictie Cysto-Urethrogram kind

Van de tweeëntwintig ziekenhuizen hanteren drie ziekenhuizen het DRN voor de verrichting mictie cysto-utrothrogram (MCUG) bij kinderen. Bij één ziekenhuis is het DRN opgenomen in een protocol. Van de drie ziekenhuizen wordt in één ziekenhuis een mediane waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken en bij één ziekenhuizen wordt een gemiddelde waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken. Beide methodes zijn conform de procedure beschreven in het NCS rapport [1]. De andere methode die wordt gebruikt is:

- Automatisch, of soms manueel, wordt de mediaan of het gemiddelde vergeleken met het DRN (1)

Van de drie ziekenhuizen die het DRN hanteren voor MCUG wordt bij één ziekenhuis de DOP-waarde van het röntgentoestel afgelezen, één ziekenhuis geeft aan de dosisindicatie van de apparatuur helemaal niet te gebruiken en één ziekenhuis geeft aan de dosis te meten met een dosisindicator of de DOP-waarde van het röntgentoestel af te lezen.

Bij één van de drie ziekenhuizen is geen overschrijding van het DRN geconstateerd. Bij ziekenhuizen waar wel overschrijding is geconstateerd heeft er nader onderzoek plaats gevonden: Hierbij wordt het protocol geoptimaliseerd, de apparatuur wordt nagekeken en de apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant. Indien er overschrijding geconstateerd is waren hiervan de oorzaken: Afstelling van de apparatuur, instellingen van de parameters van het protocol en/of verouderde techniek van de apparatuur. Daarnaast was na onderzoek bij één ziekenhuis het niet mogelijk om de dosis te verlagen omdat anders de gewenste beeldkwaliteit niet zou worden gehaald.

Om te kijken of de dosiswaarde van ziekenhuizen boven of onder de DRN en streefwaarde ligt hebben we in de enquête ziekenhuizen gevraagd naar de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN. De antwoorden zijn weergegeven in Tabel 8. Het aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld is zeer beperkt. Onderstaande 75^{ste} percentiel, de mediaan en het gemiddelde zijn wellicht niet representatief voor de Nederlandse ziekenhuizen gezien het geringe aantal datapunten.

Tabel 8 Aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld voor het onderzoek MCUG bij kinderen (n). Hieruit is het 75^{ste} percentiel (P75), het gemiddelde (gem) en de mediaan bepaald. Daarnaast is gekeken naar het aantal ziekenhuizen dat boven het huidige DRN en de streefwaarde in Nederland uitkomt.

	Aantal (n)	P75	Gem	mediaan	DRN	Streefwaarde	Aantal > DRN	Aantal > streefwaarde
MCUG Neonaat ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	1	1	1	1	30	10	0	0
MCUG 1 jaar ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	1	2,4	2,4	2,4	70	20	0	0
MCUG 5 jaar ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	2	15,5	11,05	11,05	80	60	0	0

4.3.4 CT hoofd kind

Van de tweeëntwintig ziekenhuizen hanteren acht ziekenhuizen het DRN voor de verrichting CT hoofd bij kinderen. Bij drie ziekenhuizen is het DRN opgenomen in een protocol. Van de acht ziekenhuizen wordt bij drie ziekenhuizen een gemiddelde waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken. Deze methode is conform de procedure beschreven in het NCS rapport [1]. De andere methodes die worden gebruikt zijn:

- Gelijke verrichtingen worden gemiddeld en met het DRN vergeleken (2)
- Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken (1)
- Automatische of soms manueel wordt de mediaan of gemiddelde vergeleken met het DRN (1)
- Automatische verzamelde dosisgegevens worden geïnterpoleerd naar leeftijd en vergeleken met het DRN (1)

Van de acht ziekenhuizen die het DRN hanteren worden bij zeven ziekenhuizen de DLP en CTDI van de scanner afgelezen. Eén ziekenhuis geeft aan de dosisindicatie van de apparatuur helemaal niet te gebruiken.

Bij twee van de acht ziekenhuizen is geen overschrijding van het DRN geconstateerd. Bij ziekenhuizen waar wel overschrijding is geconstateerd heeft er nader onderzoek plaats gevonden. Dit onderzoek bestaat in de meeste gevallen uit het optimaliseren van het protocol. Daarnaast wordt de apparatuur nagekeken en de apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant. Indien er overschrijding geconstateerd is waren hiervan de oorzaken: Afstelling van de apparatuur, instellingen van de parameters van het protocol en/of verouderde techniek van de apparatuur. Daarnaast was na onderzoek

bij twee ziekenhuizen het niet mogelijk om de dosis te verlagen omdat anders de gewenste beeldkwaliteit niet zou worden gehaald.

Om te kijken of de dosiswaarde van ziekenhuizen boven of onder de DRN en streefwaarde ligt hebben we in de enquête ziekenhuizen gevraagd naar de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN. De antwoorden zijn weergegeven in Tabel 9. Niet alle ziekenhuizen hebben dosis gegevens ingevuld. Bij enkele categorieën is het aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld zeer beperkt. Onderstaande 75^{ste} percentiel, de mediaan en het gemiddelde zijn wellicht niet representatief voor de Nederlandse ziekenhuizen gezien het geringe aantal datapunten.

Tabel 9 Aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld voor het onderzoek CT hoofd kind (n). Hieruit is het 75^{ste} percentiel (P75), het gemiddelde (gem) en de mediaan bepaald. Daarnaast is gekeken naar het aantal ziekenhuizen dat boven het huidige DRN en de streefwaarde in Nederland uitkomt.

	Aantal (n)	P75	Gem	mediaan	DRN	Streefwaarde	Aantal > DRN	Aantal > streefwaarde
CT hoofd DLP Neonaat (mGy*cm)	1	223,9	223,9	223,9	240	180	0	1
CT hoofd CTDI Neonaat (mGy)	2	14,1	13,56	13,56	20	15	0	0
CT hoofd DLP 1 jaar (mGy*m)	1	276,8	276,8	276,8	300	240	0	1
CT hoofd CTDI 1 jaar (mGy)	2	15,9	15,84	15,84	25	20	0	
CT hoofd DLP 5 jaar (mGy*cm)	3	358	325,27	351	420	300	0	2
CT hoofd CTDI 5 jaar (mGy)	4	22,5	20,57	20,19	35	25	0	1
CT hoofd DLP 10 jaar (mGy*cm)	3	340,8	306,16	274,6	600	420	0	0
CT hoofd CTDI 10 jaar (MGy)	4	23,3	26,72	12,8	50	35	0	0

4.4 Samenvatting van de resultaten over de toepassing van de DRN's

Indien er ingegaan wordt op de toepassing van de DRN's zijn er achttien ziekenhuizen die DRN's hanteren voor één of meerdere verrichtingen. In vergelijking met het aantal ziekenhuizen dat de DRN's voor de verrichtingen bij volwassenen gebruikt, is het aantal ziekenhuizen dat de DRN's voor verrichtingen bij kinderen gebruikt beperkt. De redenen die ziekenhuizen geven voor het niet toepassen van de diagnostische referentie niveaus bij kinderen worden besproken in paragraaf 4.5.

De wijze waarop de uitgedeelde dosis getoetst wordt met het DRN verschilt per ziekenhuis. De meeste ziekenhuizen maken hierbij niet gebruik van het protocol voorgesteld door de NCS, waarbij (voor de meeste DRN's) 20 metingen gedaan moeten worden en vervolgens wordt geïnterpoleerd om een waarde voor een standaardpatiënt af te leiden. De meeste ziekenhuizen vergelijken de gemiddelde of mediane uitgedeelde dosis van meerdere patiënten met het DRN. Naarmate er

meer patiënten worden meegenomen zal de dosis in de buurt komen van een dosis voor een standaard patiënt [6]. Een enkele keer wordt de dosis van een individuele verrichting met het DRN vergeleken. Het gewicht wordt niet bij alle ziekenhuizen geregistreerd en het DRN is niet altijd opgenomen in een protocol.

Bij het overschrijden van het DRN heeft er in ziekenhuizen nader onderzoek plaatsgevonden. Dat onderzoek heeft in de meeste gevallen geleid tot dosisoptimalisatie. Eén tot drie keer is aangegeven dat de dosis niet verder geoptimaliseerd kan worden omdat anders de gewenste beeldkwaliteit niet zou worden gehaald. Slechts twee keer wordt het diagnostische referentie niveau overschreden. Een overzicht van de resultaten is weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 Het aantal keer dat een antwoord is ingevuld bij een vraag in de 22 geretourneerde enquêtes. 1) Bij de kinderprotocollen is aan alle ziekenhuizen gevraagd of er gewicht genoteerd wordt bij de verrichtingen en of het DRN in een protocol is opgenomen.

	Mammografie	Computer tomografie	Coronair angiografie	Bucky	X-thorax kinderen	X-abdomen kinderen	Mictie cysto-urethrogram kinderen	CT-hersenen kinderen
Worden de DRN's gehanteerd?								
Ja	14	15	10	17	6	7	3	8
Nee	7	7	12	5	16	15	19	14
Is er een protocol waarin de DRN's zijn opgenomen? ¹								
Ja	6	8	6	9	1	1	1	3
Nee	7	6	4	8	21	21	21	19
Hoe wordt met de DRN's omgegaan?								
Conform NCS	9	4	2	4	3	2	2	3
Andere methode dan NCS	3	10	8	13	3	5	1	5
Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken	0	1	1	0	0	0	0	1
Wordt het gewicht/borstdikte van de patiënt geregistreerd? ¹								
Ja	13	8	3	6	0	0	1	2
Nee	1	7	7	11	22	22	21	20
Hoe wordt de dosisindicatie van de apparatuur vergeleken met de DRN?								
Niet	2	1	1	1	1	1	1	1
De dosisindicatie van de apparatuur wordt afgelezen	6	13	9	15	4	5	1	7
De dosisindicatie van de apparatuur wordt omgerekend	1	0	0	0	0	0	0	0
De dosis wordt met een aparte dosimeter bepaald	4	1	0	1	0	0	0	0

	Mammografie	Computer tomografie	Coronair angiografie	Bucky	X-thorax kinderen	X-abdomen kinderen	Mictie cystourethrogram kinderen	CT-hersenen kinderen
Anders, nl:	1	0	0	0	1	1	1	0
Wat voor nader onderzoek vindt plaats als de dosis hoger is dan het DRN? (De respondenten konden meerdere antwoorden invullen)								
Geen	1	0	0	0	0	0	0	0
Het protocol wordt geoptimaliseerd	3	7	4	6	2	2	2	6
De apparatuur wordt nagekeken	6	2	3	3	1	1	1	1
De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant	4	2	3	3	1	1	1	1
Geen overschrijding geconstateerd	10	10	7	12	3	3	1	2
Anders, nl:	1	2	1	2	2	2	1	1
Indien overschrijding(en) geconstateerd worden wat zijn daarvan de oorzaken? (De respondenten konden meerdere antwoorden invullen)								
De parameters van het protocol waren niet optimaal ingesteld	2	7	5	3	2	2	1	5
De techniek van de apparatuur is verouderd	3	4	5	2	0	1	1	3
De apparatuur was niet goed afgesteld	5	3	3	3	0	1	1	1
Na onderzoek bleek dat het niet mogelijk is om de dosis te verlagen omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit	1	3	3	2	1	1	1	2
Anders, nl:	1	1	0	2	1	1	1	1

4.5 Redenen waarom DRN's niet gehanteerd worden voor verrichtingen bij kinderen

Zowel bij kinderen als volwassenen hanteren niet alle ziekenhuizen de DRN's. In vergelijking met volwassenen hebben kinderen een groter kans op schadelijke effecten van ioniserende straling. Dit komt doordat kinderen over meer snel delend weefsel beschikken en omdat hun levensverwachting langer is, waardoor effecten meer tijd hebben om op te treden. En tijdens de enquête in 2013 kwam naar voren dat voor de verrichtingen bij kinderen het vaak moeilijk was om de DRN's te gebruiken. Indien in deze enquête werd ingevuld dat de DRN's voor kinderen niet toegepast worden is gevraagd naar de reden hiervan.

In paragraaf 4.3 komt naar voren dat ook in 2019 slechts enkele ziekenhuizen de DRN's hanteren voor verrichtingen bij kinderen. De ziekenhuizen geven als reden dat er te weinig verrichtingen uitgevoerd worden om de dosis te kunnen toetsen aan het DRN (zie Tabel 11). Eén ziekenhuis geeft aan dat het systeem van de apparatuur voor de MCUG bij kinderen te oud is om te kunnen aansluiten op het dosisregistratiesysteem.

Tabel 11 Overzicht van het aantal ziekenhuizen dat geen DRN hanteert, het aantal ziekenhuizen dat als reden geeft dat er te weinig verrichtingen uitgevoerd worden om de dosis te kunnen toetsen aan het DRN en het aantal ziekenhuizen dat een schatting heeft gemaakt van het aantal verrichtingen.

	Aantal ziekenhuizen van de 22 geënquêteerde ziekenhuizen waar geen DRN wordt gehanteerd	Aantal ziekenhuizen waarbij als reden wordt gegeven dat er te weinig verrichtingen worden uitgevoerd
X-thorax AP/PA	16	10
X-abdomen AP	15	9
MCUG kind	19	11
CT hoofd kind	14	9

Door enkele ziekenhuizen wordt een andere reden gegeven waarom DRN's niet gehanteerd worden voor verrichtingen bij kinderen. Zo geven twee ziekenhuizen aan dat de indeling van de DRN's voor kinderen niet overeenkomt met de indeling van kinderprotocollen in het ziekenhuis. In deze ziekenhuizen zijn de meeste protocollen ingedeeld op basis van gewicht. Terwijl bij de DRN's uitgegaan wordt van leeftijdscategorieën. Daarnaast is de populatie kinderen die precies in de leeftijdscategorie van de DRN's valt te klein. In het rapport van de NCS worden geen leeftijdsintervallen gehanteerd maar discrete leeftijden. Verder wordt door een enkel ziekenhuis als reden gegeven: "we zien het nut er niet van in en kunnen onze tijd beter besteden", "niet bekend met de DRN's voor kinderen" en "bij de eerste toetsing lagen de toegepaste doses allen onder de DRN's".

Eén ziekenhuis ziet meerwaarde in een lokaal initiatief waarbij de dosiswaarde getoetst worden aan lokale DRN's die zijn opgesteld in samenwerking met drie omliggende ziekenhuizen. In dit ziekenhuis wordt de dosiswaarde voor prematuren (waarbij een lagere dosis wordt gebruikt dan bij neonaten) getoetst aan Belgische en Duitse DRN's voor

prematuren. Bij alle andere ziekenhuizen wordt geen gebruik gemaakt van een andere methode voor het toetsen van de dosis bij kinderen.

4.6 Overige vragen

Aan het einde van de enquête is gevraagd naar de mening van de geënquêteerde over de DRN's. Alle tweeëntwintig ziekenhuizen hebben deze vragen ingevuld. Eénentwintig geënquêteerden vinden het een goed idee dat er DRN's zijn vastgesteld. Eén persoon geeft aan: "in Nederland (en in ons ziekenhuis) wordt apparatuur tijdig vervangen en zorgen we op andere manieren voor goed gebruik en ALARA. DRN's zijn dus weer een manier om extra administratie toe te voegen en daar willen wij voor waken".

Veertien ziekenhuizen vinden het aantal DRN's te weinig. Ze missen op dit moment DRN's voor meerdere veelvoorkomende verrichtingen op de CT, radiologische interventies en/of röntgenopnamen. Hierbij worden verrichtingen genoemd als CT hoofd bij volwassenen, röntgenfoto's van de wervelkolom, pols, enkel en één ziekenhuis noemt de EVAR (endo vasculair aorta repair) procedure. Zeven ziekenhuizen geven aan dat het aantal DRN's nu goed is. Hiervoor is de voornaamste reden: indien er geen gebruik wordt gemaakt van een dosisregistratiesysteem zal bij toename van het aantal DRN's de hoeveelheid werk om dosisgegevens te toetsen aan het DRN toenemen.

Vijf ziekenhuizen geven aan ook gebruik te maken van lokale, internationale of Europese DRN's. De reden hiervoor is dat er geen DRN's voor deze verrichtingen beschikbaar zijn in Nederland of omdat de DRN's die zijn opgesteld door de NCS te hoog zijn, aangezien ze al verouderd zijn. Er wordt gebruik gemaakt van DRN's die beschikbaar zijn in Duitsland, Engeland, Ierland, Zweden en de lokale DRN's die in het Eurosafe project² worden verzameld. Verder worden in één ziekenhuis lokale DRN's opgesteld voor gebruik bij CT-onderzoeken.

Acht ziekenhuizen hebben niet eerder meegewerkt aan een DRN project. De ziekenhuizen die wel aan een DRN project hebben meegewerkt zijn betrokken (geweest) bij de volgende projecten: Pilotproject en/of vervolgpilotproject dosismetingen uitgevoerd door MBRT opleidingen in samenwerking met het RIVM (11), het opstellen van het NCS rapport (4) of EUCLID³. (1). Één ziekenhuis weet niet zeker of ze eerder hebben meegewerkt aan een project. Er lijkt een klein verschil te zijn in ziekenhuizen die hebben meegewerkt aan een DRN project en ziekenhuizen die dat niet hebben gedaan. Dit is echter niet significant.

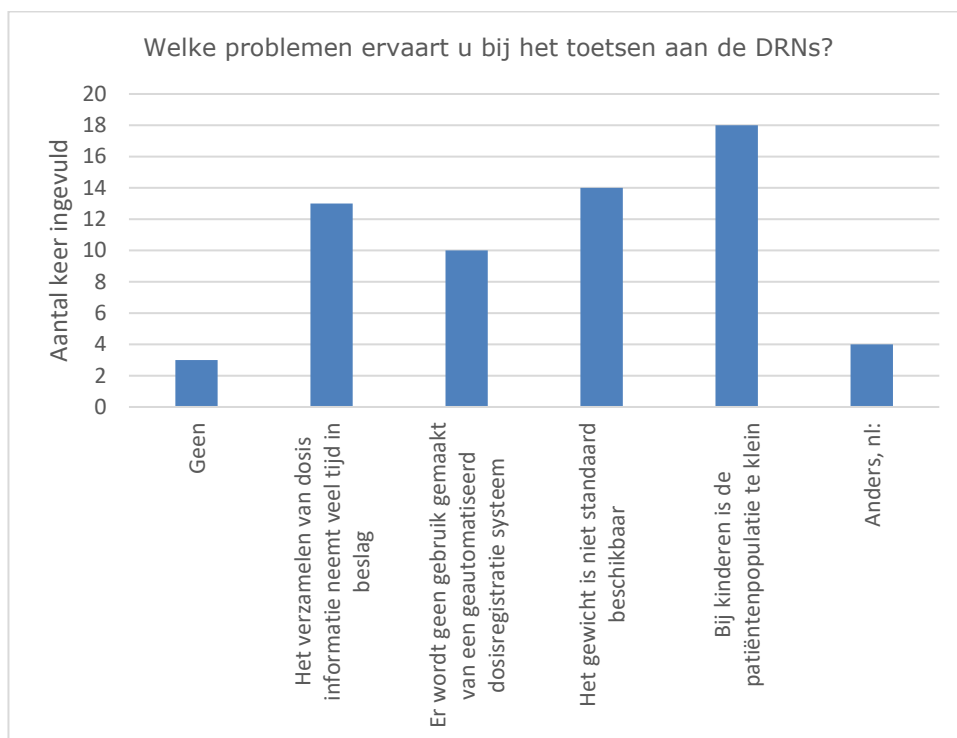
In Figuur 4 is weergegeven welke problemen respondenten ervaren bij het toetsen aan de DRN's. Van de dertien ziekenhuizen die vinden dat het verzamelen van dosisinformatie veel tijd beslag neemt maken 10 ziekenhuizen geen gebruik van een dosisregistratiesysteem. Ziekenhuizen die wel gebruik maken van een dosisregistratie geven aan dat bij het gebruik van een dosisregistratiesysteem het filteren van deze gegevens tot bruikbare informatie veel tijd in beslag neemt.

² Zie voor uitleg hoofdstuk 5

³ Zie voor uitleg hoofdstuk 5

Onderzoeken worden vaak gecombineerd waardoor de gegevens 'vervuld' in het dosisregistratiesysteem terecht komen.

De ziekenhuizen die geen gebruik maken van een dosisregistratiesysteem geven hiervoor de volgende redenen: zeven ziekenhuizen geven aan dat de aanschafprijs te hoog is, twee ziekenhuizen dat er onvoldoende capaciteit is om het systeem in te voeren en/of bij te houden en drie ziekenhuizen dat het halen van de juiste dosiswaarden uit systemen (bijv. apparatuur, Radiologisch Informatiesysteem (RIS) of een Picture Archiving and Communication System (PACS)) niet altijd goed mogelijk is. Andere redenen zijn: dat de workflow niet meegenomen wordt in een dosisregistratiesysteem of omdat een ziekenhuis tot op heden nog onvoldoende aandacht heeft voor dosisregistratiesystemen en de compatibiliteit van deze systemen met oudere apparatuur niet mogelijk is. Daarnaast zijn twee ziekenhuizen op dit moment bezig met de implementatie van een dosisregistratiesysteem.

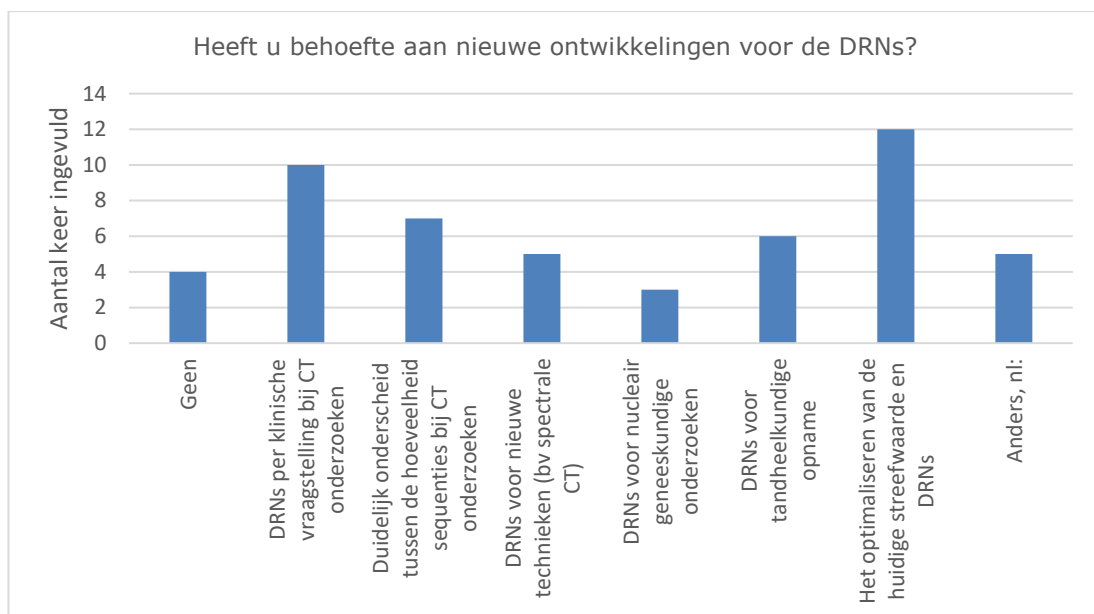


Figuur 4 Een overzicht van de problemen die respondenten ervaren bij het toetsen aan de DRN's. Indien het ziekenhuizen anders hebben ingevuld hebben ze problemen met het filteren van de informatie in een dosisregistratiesysteem. Respondenten konden meerdere antwoorden invullen bij deze vraag.

Op de vraag of mensen behoefte hebben aan een nieuwe methode voor het toetsen van dosisinformatie aan DRN's geven 10 ziekenhuizen aan hier geen behoefte aan te hebben. De andere 12 ziekenhuizen hebben behoefte aan:

- Het meenemen van meerdere factoren bij interventie radiologische onderzoeken (5).
- Het gebruik van een DRN curve (dosis uitgezet tegen gewicht) voor radiologische onderzoeken bij kinderen (6)

- Het toetsen van de mediane waarde van grote groepen patiënten aan het DRN (4).
- Anders, nl: het gebruik van fantoommetingen i.p.v. gewicht, DRN's gecombineerd met opname parameters die de DRN veel beïnvloeden zoals aantal mm koper of tin. Protocol voor het toetsen van DRN's met dosisregistratiesoftware, een beschrijving van de bijbehorende beeldkwaliteit en/of tijdsduur van de doorlichting en als laatste wordt opgemerkt door één ziekenhuis dat het gaat om diagnostische referentie niveaus en interventies vrijwel altijd therapeutisch zijn.



Figuur 5 Een overzicht van de behoefte van respondenten aan nieuwe ontwikkelingen voor de DRN's. Respondenten konden meerdere antwoorden invullen bij deze vraag.

In Figuur 5 is de behoefte van de respondenten aan nieuwe ontwikkelingen voor de DRN's weergegeven. Meerdere respondenten geven aan DRN's op te stellen per klinische vraagstelling bij CT onderzoeken. In de richtlijn van de NCS wordt aangegeven bij welke klinische indicatie de DRN van toepassing is. Andere antwoorden die door een enkel ziekenhuis worden gegeven zijn: Geoptimaliseerde DRN's voor kinderen met handvatten voor het optimaliseren en opstellen van protocollen, het vaststellen van DRN's voor veel verrichtingen zodat ziekenhuizen zelf kunnen kijken welke DRN's het beste aansluiten bij de eigen praktijk en "afstappen van surrogaat parameters zoals leeftijd en gewicht van de patiënt en gebruik maken van meer toepassing zijnde parameters die ook makkelijker automatisch kunnen worden bepaald en opgeslagen (zoals waterequivalente diameter bij CT en equivalente waterdikte bij interventies)."

Negen ziekenhuizen geven aan geen behoefte te hebben aan bijscholing over de DRN's. Indien er wel behoefte is aan bijscholing dan is dit bij het herzien van de DRN's (9), als achtergrond informatie (4) of over hoe DRN's te gebruiken in de praktijk (4).

4.7 Vergelijking met 2013

In 2013 is door het RIVM een rapport gepubliceerd over de implementatie van DRN's. Het aantal ziekenhuizen dat heeft deelgenomen aan de enquête in 2013 is vergelijkbaar met de respons van de enquête voor dit rapport. Zowel in 2013 als in 2019 is bij de selectie van ziekenhuizen rekening gehouden met de verdeling van academisch, top klinische en algemene ziekenhuizen (zie Tabel 1). In deze paragraaf van hoofdstuk vier worden de conclusies van 2013 vergeleken met de resultaten van dit rapport.

Bekendheid DRN's

Zowel in 2013 als in 2019 zijn alle ziekenhuizen bekend met de DRN's.

Kwaliteitssysteem

In 2013 heeft 55% van de ziekenhuizen de DRN's opgenomen in een kwaliteitssysteem. In 2019 heeft 63,6% van de ziekenhuizen de DRN's opgenomen in een kwaliteitssysteem. Dit zijn zowel kwaliteitssystemen binnen het ziekenhuis (bv. ISO en NIAZ) als binnen de afdeling (bv. QC-light en NVKF protocollen).

Dosismetingen

In 2013 verrichten alle ziekenhuizen dosismetingen, maar de frequentie en de uitvoerder verschillen van ziekenhuis tot ziekenhuis. In 2019 vinden bij 22 ziekenhuizen algemene dosismetingen plaats. Daarnaast vindt bij 14 van de 22 ziekenhuizen routinematige toetsing plaats van de patiëntendosis aan de DRN's. Dit is niet specifiek gevraagd in 2013.

Toepassing van DRN's per verrichting bij volwassenen

Zowel in 2013 als 2019 geldt dat voor alle verrichtingen bij volwassenen de DRN's vaak gebruikt worden, maar meestal niet in een protocol zijn opgenomen. Bij mammografie is het aantal ziekenhuizen dat dosisgegevens heeft ingevuld in 2019 gestegen t.o.v. 2013 (zie Tabel 12).

Toepassing van DRN's per verrichtingen bij kinderen

Zowel in 2013 als 2019 is het voor de verrichtingen bij kinderen vaak moeilijk om de DRN's te gebruiken omdat de meeste ziekenhuizen te weinig kinderen krijgen om aan de DRN's te kunnen toetsen.

Methode van toetsen

In 2013 bestaan er tussen de ziekenhuizen die toetsen aan het DRN's grote verschillen in de wijze waarop dit gebeurt. In 2019 wordt in de meeste gevallen de gemiddelde of mediane uitgedeelde dosis van een patiëntenpopulatie vergeleken met het DRN. Naarmate er meer patiënten worden meegenomen zal de dosis meer in de buurt komen van een dosis voor een standaard patiënt [6]. Zowel in 2013 als in 2019 wordt in veel gevallen het gewicht van de patiënten niet meegenomen en vindt de vergelijking met het DRN vaak niet plaats conform de NCS richtlijn Volgens het door de NCS voorgestelde protocol moeten (voor de meeste DRN's) 20 metingen gedaan worden. Vervolgens wordt geïnterpoleerd om een dosiswaarde voor een gewicht van een standaardpatiënt af te leiden. In 2019 wordt meer gebruik gemaakt van dosisregistratiesystemen bij het toetsen van de dosis aan het DRN.

De uitgedeelde dosis

In de meeste gevallen lijken de DRN's en vaak ook de streefwaarden te worden gehaald. Daar waar dit niet het geval is, ligt dat vaak aan het gewicht van de patiënt of de complexe procedure. In enkele gevallen is het protocol niet in orde of moeten nader klinisch fysisch onderzoek nog een oorzaak uitwijzen. Op twee verrichtingen na halen alle ziekenhuizen het DRN in 2019 (zie Tabel 12). De streefwaarde halen een groot aantal ziekenhuizen bij de meeste verrichtingen.

Tabel 12 Vergelijking resultaten 2013 en 2019. In 2013 hebben 20 zorginstellingen de enquête ingevuld. In 2019 hebben 22 ziekenhuizen de enquête ingevuld. "#" = het aantal ziekenhuizen, cf. NCS = conform NCS methode. 1) Eén keer DLP te hoog maar CTDI wel onder het DRN. 2) Het aantal is afhankelijk van de categorie. 3) Voor de categorie neonat één keer de laatst getoetste dosis boven het DRN

Verrichting	% met DRN		# met DRN		# cf. NCS		# DRN in Protocol		# Gewicht/Borstdikte genoteerd		2013		2019	
	2013	2019	2013	2019	2013	2019	2013	2019	2013	2019	#dosis	#<DRN	#dosis	#<DRN
Mammografie	65%	63%	13	14	6	9	4	6	n.b.	13	5	4	13	13
CT abdomen	75%	68%	15	15	3	4	7	8	5	8	13	13	14	14
CTPA thorax	70%		14		3		6		4		13	12	13	12 ¹
CTCA	35%		7		1		5		3		6	6	9	9
CAG	55%	45%	11	10	3	2	5	6	6	3	9	9	8	8
X-thorax PA	80%	77%	16	17	3	4	7	9	5	6	14	13of14	16	16
X-bekken AP	70%		14		3		7		6		13	13	15	15
X-thorax kind/	30%	27%	6	6	1	3	3	1	2	0	5	5	3-4 ³	3-4 ^{2,3}
X-abdomen kind	25%	32%	5	7	1	2	2	1	2	0	3	3	3-4 ³	3-4 ²
MCUG kind	25%	14%	5	3	1	2	1	1	1	0	3	3	1-2 ³	1-2 ²
CT hoofd kind	25%	36%	5	8	1	3	2	3	1	2	4	3	1-4 ³	1-4 ²

5 Het gebruik van DRN's in omliggende landen.

De DRN's zijn een praktisch instrument voor het optimaliseren van de stralingsblootstelling bij medische verrichtingen. Voor het vaststellen van het DRN kan gebruik gemaakt worden van verschillende methodes. In Nederland is gebruik gemaakt van verzamelde dosisgegevens binnen het demonstratieproject [1]. Hiervoor zijn in 2008 dosisgegevens verzameld van radiologische verrichtingen bij meerdere ziekenhuizen. Daarnaast is gebruik gemaakt van opinies van experts en resultaten in het buitenland. In bijlage III en IV worden in grafieken de DRN's en streefwaarden in Nederland vergeleken met de DRN's in de omliggende landen, de Europese DRN's voor verrichtingen bij kinderen, het 75^{ste} percentiel van de ingevulde dosiswaarde in deze enquête en de resultaten van de analyse van het DRN project uitgevoerd in opdracht van het RIVM door drie hogescholen [7]. In dit hoofdstuk worden het gebruik en de toepassing van Nederlandse DRN's vergeleken met DRN's van omliggende landen met een gelijk niveau van zorgverlening, ICRP-135 en de Europese richtlijnen voor DRN's voor verrichtingen bij kinderen.

De ICRP heeft recent aanvullende adviezen gegeven voor het vaststellen van de DRN's [4]. Eén van deze adviezen is het vaststellen van een DRN op basis van het 75^{ste} percentiel van een verdeling van de mediane toegediende dosis voor een verrichting in ziekenhuizen. In België wordt deze methode gebruikt bij het vaststellen van de meeste DRN's [8]. In Duitsland zijn de DRN's vastgesteld op basis van de 75^{ste} percentiel van alle beschikbare dosisgegevens per verrichting [9]. Bij deze methoden is het mogelijk om af te stappen van het meenemen van het gewicht voor het bepalen van de mediane toegediende dosis door ziekenhuizen. De ICRP schijft dat bij het verzamelen van dosisgegevens van een groot aantal patiënten (>100) de restrictie van het gewicht losgelaten kan worden. Het gebruik van dosisregistratiesystemen geeft meer mogelijkheden om van een groot aantal patiënten dosisgegevens te verzamelen[4].

Volgens de ICRP zouden na de eerste keer dat er DRN's zijn vastgesteld deze eens in de 3-5 jaar moeten worden herzien [4]. In een aantal omliggende landen zijn de DRN's na invoering al een keer geactualiseerd. In de meeste landen heeft dit niet plaatsgevonden binnen een termijn van 3-5 jaar. In Duitsland zijn in 2016 nieuwe DRN's vastgesteld. Daarbij zijn de waarden gemiddeld met 20% is gedaald ten opzichte van de DRN's uit 2010. Medische autoriteiten in Duitsland verzamelen steekproefsgewijs dosisinformatie van bestaande DRN's tijdens de routinematige kwaliteitscontroles. Deze dosisinformatie wordt gerapporteerd aan de Bundesanstalt für Strahlenschutz (BfS). Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van enquêtering of bestaande dosisinformatie van nationale wetenschappelijke onderzoeken [9]. In België evalueert de FANC de DRN's één keer in het jaar voor de CT-verrichtingen en één keer per drie jaar voor overige radiologische verrichtingen. Ziekenhuizen zijn in België verplicht om dosisgegevens aan de FANC aan te leveren. De participatie van Belgische ziekenhuizen voor het aanleveren van

dosisgegevens was in 2017 90% [8]. In Engeland zijn de DRN's de afgelopen vijf jaar niet herzien [10].

In Nederland zijn er voor elf verrichtingen DRN's vastgesteld. In de omliggende landen zijn voor meer verrichtingen DRN's vastgesteld [9]. Public Health England (PHE) heeft recent DRN's opgesteld voor de Conebeam CT en planning CT radiotherapie [10]. In Duitsland zijn in 2016 voor negen interventie procedures en tien CT-verrichtingen nieuwe DRN's opgesteld [9]. Daarnaast adviseert de ICRP om CT-verrichtingen in te delen op klinische vraagstelling of lichaamsregio. Dit wordt in meerdere landen toegepast. In Tabel 13 staat een overzicht van het aantal DRN's in omliggende landen en hoe deze zijn ingedeeld.

Interventie radiologie kan worden toegepast als therapeutische behandeling en als diagnostisch onderzoek. In beide gevallen adviseert de ICRP de term 'diagnostisch' referentie niveau te hanteren⁴. Voor het vaststellen van een DRN adviseert de ICRP om gegevens van alle uitgevoerde procedures mee te nemen. De uitgedeelde dosis bij een interventie procedure is afhankelijk van de complexiteit van het onderzoek. Hierbij spelen meerdere factoren een rol. Daarom is het advies om een overweging te maken voor het vaststellen van een complexiteitsfactor. Deze kan dan toegepast worden voor het vergelijken van de uitgedeelde dosis met het DRN. In Spanje zijn complexiteitscriteria ontwikkeld voor zeven therapeutische interventie procedures. Hiermee is het mogelijk om onderscheid te maken tussen laag, gemiddeld en hoog complexe onderzoeken. Er is een voorstel gedaan om deze criteria toe te passen voor de DRN's [11]. In Frankrijk zijn referentie niveaus opgesteld voor vijftien procedures. Hierbij is het 75^{ste} percentiel bepaald van de verkregen dosisgegevens. Voor vier procedures zijn de DRN's vastgesteld op basis van de complexiteit van de behandeling [12]. In Engeland en Duitsland is alleen een DRN gepubliceerd. In Finland wordt naast het DRN ook de gemiddelde doorlichttijd gepubliceerd [13]. Jaarlijks toetst België de verkregen dosis waarde met de 'trigger levels' om deterministische effecten van blootstelling tijdens interventie procedures te vermijden [8].

De Europese Commissie (EC) heeft richtlijnen opgesteld voor DRN's bij kinderen. Hierin wordt sterk geadviseerd om DRN's vast te stellen op basis van adequate nationale dosisinformatie. Een ander advies is om DRN's op te stellen voor verrichtingen die bijdragen aan een hoge collectieve dosis. Dit kunnen onderzoeken zijn die veel voorkomen of onderzoeken die minder voorkomen maar gebruik maken van een hoge dosis. In de richtlijnen is een lijst opgenomen met radiologische, fluoroscopische- en CT-verrichtingen waarvoor geadviseerd wordt om DRN's vast te stellen. DRN's dienen ingedeeld te worden op gewicht bij verrichtingen van het lichaam en op leeftijd bij verrichtingen van het hoofd. Zolang deze gegevens nog niet beschikbaar zijn komt de EC met een relatie tussen leeftijd en gewicht. Daarnaast geven ze een advies voor de indeling van de gewichtsklassen [3] (bijlage II). In Duitsland en België zijn de DRN's voor kinderen bij verrichtingen van het lichaam ingedeeld op leeftijd en gewicht (zie Tabel 13). Deze DRN's zijn respectievelijk in 2016 en 2017 herzien. Hierbij is het aantal ingestuurde

⁴ De afkorting TRL 'therapeutische referentie niveau' en IRL 'interventie referentie niveau' worden al gebruikt.

dosisgegevens beperkt. Daarom was er voor de kinderverrichtingen onvoldoende data om voor alle onderzoeken en gewichtsklassen DRN's te bepalen [14, 15]. Een andere methode voor het gebruik van DRN's bij kinderverrichtingen is het opstellen van een DRN curve [3, 16]. Hierbij wordt de dosis uitgezet tegen het gewicht. Op dit moment wordt dit toegepast in Finland [17, 18]. Als laatste heeft de Europese Commissie op basis van de beschikbare Nationale DRN's, Europese DRN's vastgesteld voor een aantal verrichtingen.

Eurosafe⁵ is op dit moment bezig met het uitvoeren het project EUCLID. Het doel van dit project is het stimuleren van nationale en lokale inspanningen voor DRN's. Een onderdeel van dit project is het verstrekken van up-to-date klinische DRN's voor belangrijke röntgenonderzoeken vanuit stralingsbescherming perspectief in Europa. Meerdere Europese landen zijn aangesloten bij dit project.

⁵ Eurosafe is een initiatief van de European society of radiology voor het promoten van kwalitatief en veilig medische beeldvorming.

Tabel 13 Het aantal verrichtingen waarvoor DRN's beschikbaar zijn in omliggende landen per modaliteit en de indeling van deze DRN. Overige verrichtingen zijn bijvoorbeeld tandarts opname (excl. Conebeam CT) en de plannings CT bij de radiotherapie. 2) In Finland zijn 7 DRN's vastgesteld met de indeling klinische indicatie en 6 DRN's met de indeling scanregio.

			Engeland (PHE) [10]	België (FANC) [15]	Duitsland (BfS) [14]	Finland (STUK) [13, 17-22]	Europese commissie PiDRL [3]	Nederland
Computer tomografie	volwassenen	aantal	13	10	20	7/6		3
		indeling	Klinische indicatie/scanre gio	Verrichting	Verrichting (indicatie)	Klinische indicatie/scanre gio ²		Scanregio (klinische indicatie)
	kinderen	aantal	1	5	3	4	3	1
		indeling	Leeftijd (hoofd)	Leeftijd	gewicht Leeftijd (hoofd)	DRNcurve (dosis als functie van gewicht) en leeftijd (CT hoofd)	Gewicht Leeftijd (hoofd)	Leeftijd
Conventioneel	volwassenen	aantal	16	5	12	6		2
		indeling	Verrichting (richting)	Enkelvoudig/me ervoudig	Verrichting (richting)	Verrichting (richting)		Verrichting (richting)
	kinderen	aantal	0	3	6	1	6	2
		indeling		Leeftijd en gewicht	Leeftijd en gewicht	DRNcurve (dosis als functie van gewicht)	Gewicht Leeftijd (hoofd)	Leeftijd
Interventie/ Fluoroscopie	volwassenen	aantal	22 fluoroscopie, 7 IR		6	5		1
		indeling	Procedure		Procedure	Procedure		Procedure
	kinderen	aantal	3		1		1	1
		indeling	leeftijd		Leeftijd en gewicht		gewicht	Leeftijd

			Engeland (PHE) [10]	België (FANC) [15]	Duitsland (BfS) [14]	Finland (STUK) [13, 17-22]	Europese commissie PiDRL [3]	Nederland
Nucleair geneeskunde	volwassenen	aantal			8			0
		indeling			Orgaan verrichting			
	kinderen	aantal			8			0
		indeling			Een factor van de volwassen activiteit			
Mammografie	volwassenen	aantal	1	1	1	1		1
		indeling	Borstdikte			-		Dikte PMMA fantom
Conebeam CT	Volwassenen	aantal	1			4		0
		indeling	Klinische indicatie			Klinische indicatie		
	Kinderen	Aantal	1			1		
		Indeling	Klinische indicatie			Klinische indicatie		
Overig			11					
Totaal	volwassenen	aantal	70	15	47	22		7
	Kinderen	aantal	5	8	18	7		4

6 Discussie

De enquête is beantwoord door een selectie van de ziekenhuizen in Nederland. Dit geeft een goede indicatie maar geen volledig beeld van de Nederlandse situatie.

Optimalisatie is belangrijk binnen de stralingsbescherming. Een DRN is een praktisch instrument dat volgens het Bbs gebruikt moet worden bij de optimalisatie. In Artikel 8.8 van het Bbs staat dat de klinisch fysicus in het bijzonder bijdraagt tot de optimalisatie van de stralingsbescherming van patiënten en andere personen die een medische blootstelling ondergaan, met inbegrip van de toepassing en het gebruik van diagnostische referentieniveaus.

In artikel 8.8 van het Bbs staat ook dat bij de optimalisatie van de stralingsbelasting van patiënten en andere personen die een medische blootstelling ondergaan de DRN's gebruikt en toegepast moeten worden. In het besluit wordt geen uitsluitend gegeven op welke wijze dit gedaan moet worden. Er is door de NCS een richtlijn opgesteld. Uit de resultaten van de enquête blijkt dat er maar een beperkt aantal ziekenhuizen de DRN's toetsen conform de methode van de NCS. Volgens het door de NCS voorgestelde protocol moeten (voor de meeste DRN's) 20 metingen gedaan worden. Vervolgens wordt geïnterpoleerd om een dosiswaarde voor een gewicht van een standaardpatiënt af te leiden. De meeste ziekenhuizen vergelijken de gemiddelde of mediane uitgedeelde dosis van een meerdere patiënten met het DRN. Naarmate er meer patiënten worden meegenomen zal de dosis meer in de buurt komen van een dosis voor een standaard patiënt.

Bij de toepassing van DRN's zijn er ziekenhuizen die gebruik maken van een goed geïmplementeerd geautomatiseerd systeem, ziekenhuizen die de benodigde gegevens niet direct beschikbaar hebben en ziekenhuizen die de benodigde tijd niet in verhouding vinden met de gebruikte methode. Een mogelijkheid is het loslaten van gewicht bij het toetsen van de uitgedeelde dosis aan het DRN. Conform het advies van de ICRP zou bij een patiëntengroep groter dan 100 het gewicht losgelaten kunnen worden.

Sinds 2013 lijkt weinig veranderd te zijn in de toepassing en implementatie van DRN's. De Nederlandse DRN's zijn in 2012 gepubliceerd en gebaseerd op data van 2008. Sindsdien zijn er vele dosis besparende technieken geïntroduceerd [23]. De huidige DRN waarden kunnen hierdoor te hoog liggen [7]. Indien de uitgedeelde dosis in ziekenhuizen makkelijk onder het DRN blijft liggen wordt er wellicht geen urgentie gevoeld om de dosis te optimaliseren en kan toetsing als niet zinvol worden ervaren. Indien er DRN's beschikbaar zouden zijn voor meerdere klinische vraagstellingen zou het toetsen van de dosis met aan het DRN een nauwkeurigere hulpmiddel voor de optimalisatie van de patiëntendosis. De ICRP adviseert ook om voor meerdere klinische vraagstelling DRN's beschikbaar te hebben.

Drie tot acht van de tweeëntwintig ziekenhuizen hanteren DRN's voor verrichtingen bij kinderen. Waarvan één tot drie ziekenhuizen de laatst getoetste dosis heeft ingevuld. De redenen voor het niet toetsen van de dosis voor verrichtingen bij kinderen aan het DRN zijn: omdat de populatie kinderen dat voor onderzoek komt klein is. Daarnaast is de populatie kinderen te klein indien ze ingedeeld worden in de categorieën zoals vastgesteld in de richtlijn van de NCS. Om de dosis aan het DRN te toetsen zijn per categorie (neonaten, 1-jarigen, 5-jarigen en voor CT 10-jarigen) 20 patiëntjes nodig die dezelfde verrichting ondergaan. Het NCS rapport merkt hierover op: "Soms zal het moeilijk zijn informatie voor een groep van 20 patiënten per leeftijdscategorie te 'verzamelen'. Voor die gevallen wordt geadviseerd de toetsing uit te voeren met kleinere aantallen met in achtneming van de beperkingen (onzekerheden) die dit met zich meebrengt" [1]. Dit lost het probleem echter niet op voor die categorieën die slechts een paar patiëntjes omvatten. Een oplossing zou kunnen zijn om een DRN curve op te stellen. Waarbij de dosis wordt uitgezet tegen het gewicht [3, 16].

De toepassing van dosisregistratiesystemen geeft nieuwe mogelijkheden voor het toetsen en vaststellen van DRN's. Echter heeft het nog geen vaste plaats in de praktijk (paragraaf 4.6). De redenen hiervoor zijn de aanschafprijs, onvoldoende capaciteit om het systeem in te voeren en/of bij te houden en omdat het registreren van de informatie uit systemen niet altijd mogelijk is.

Een meerderheid van de ziekenhuizen vindt het aantal verrichtingen waarvoor DRN's zijn vastgesteld te laag (63%). Daarnaast zijn er ziekenhuizen die het aantal DRN's op dit moment in verhouding vinden met de tijd dat ze besteden aan het toetsen van de dosis aan de DRN's. In de landen om ons heen zijn er meer DRN's, ook voor nieuwere modaliteiten en interventies. Daarnaast zijn er ziekenhuizen die vooroplopen bij het toepassen van de DRN's en ziekenhuizen die er minder prioriteit aan geven. Gezien er sinds 2013 weinig is veranderd wat betreft de toepassing van DRN's kan ook de vraag gesteld worden of DRN's voor meer verrichtingen, interventies en eventueel nieuwe modaliteiten als nucleair geneeskunde wel (juist) toegepast gaan worden in de praktijk.

In omliggende landen zijn voor meer verrichtingen DRN's vastgesteld dan in Nederland. Daarnaast zijn de meeste DRN's na invoering al één of meer keer geactualiseerd. Het lijkt er op dat in deze landen meer vordering is in het verzamelen van dosisgegevens. Artikel 8.3.4 van het Bbs stelt dat onze minister van volksgezondheid, welzijn en sport de vaststelling, de regelmatige herziening en het gebruik van DRN's voor radiodiagnostisch onderzoek, indien gepast voor interventie radiologische procedures, en de beschikbaarheid van richtlijnen op dit gebied bevordert.

7 Conclusie en aanbevelingen

Alle ziekenhuizen geven aan bekend te zijn met de richtlijn beschreven in NCS rapport 21. Iets meer dan 80% van deze ziekenhuizen gebruiken DRN's voor alle of enkele verrichtingen. Bij verrichtingen voor volwassenen worden DRN's vaak gebruikt. De methode van toetsen is verschillend per ziekenhuis. In de meeste ziekenhuizen wordt de gemiddelde of mediane uitgedeelde dosis van een patiëntenpopulatie vergeleken met het DRN. Naarmate er meer patiënten worden meegenomen zal de dosis meer in de buurt komen van een dosis voor een standaard patiënt. Echter is dit voor de meeste DRN's niet conform de opgestelde richtlijn van de NCS.

Voor verrichtingen bij kinderen is er maar een beperkt aantal ziekenhuizen dat de DRN's toepast. De grootste belemmering hiervoor is de indeling van de categorieën en de kleine patiëntenpopulatie kinderen dat een onderzoek ondergaat op de radiologie. Omdat kinderen een groter risico lopen bij blootstelling aan ioniserende straling is het juist voor deze groep belangrijk om de dosis te optimaliseren.

Bij bijna alle ziekenhuizen ligt de laatst getoetste waarde onder het DRN. Twee keer komt de laatst getoetste waarde boven het DRN uit. Eén keer bij de X-thorax AP/PA Neonaat en één keer de DLP van de CTA pulmonalis. Het 75^{ste} percentiel van de opgegeven getoetste dosis ligt onder het diagnostisch referentie niveau. De huidige DRN's liggen hoger dan de dosis toegepast in ziekenhuizen. Een mogelijke oorzaak hiervan kan zijn dat de DRN's voor het laatst zijn vastgesteld in 2012 en de dosiswaarden niet meer actueel zijn.

Artikel 8.8 tweede lid onder a van het Bbs stelt dat de klinisch fysicus bijdraagt aan de optimalisatie van de stralingsbescherming van patiënten en andere personen die een medische blootstelling ondergaan, met inbegrip van de toepassing en het gebruik van diagnostische referentieniveaus. Bij het overschrijden van het DRN heeft er in ziekenhuizen nader onderzoek plaatsgevonden. Dat onderzoek heeft in de meeste gevallen geleid tot dosisoptimalisatie. Het herzien van de huidige DRN's, uitbreiden van het aantal verrichtingen waarvoor de DRN's zijn opgesteld en een nieuwe methode voor het toetsen van de dosis aan DRN's kunnen een bijdrage leveren om van de DRN's een effectiever stralingsbeschermingsmiddel te maken.

81% van de respondenten geeft aan behoefte te hebben aan nieuwe ontwikkeling voor de DRN's en 55% geeft aan behoefte te hebben aan een nieuwe methode voor het toetsen van dosisinformatie aan het DRN. Men heeft voornamelijk behoefte aan geoptimaliseerde streefwaarden en DRN's en een nieuwe methode voor het toetsen van uitgedeelde dosis voor verrichtingen bij kinderen aan het DRN. Daarnaast is er ook behoefte aan een toetsing van de dosis aan de DRN's waarbij gewicht niet wordt meegenomen en het toetsen van de uitgedeelde dosis aan DRN's voor meerdere klinische indicaties.

De verschillen in de implementatie en het gebruik van de DRN's zijn in het algemeen klein ten opzichte van 2013. Gezien de grootte van beide steekproeven kunnen we niet vaststellen of er iets significant is gewijzigd. Zowel in 2013 als in 2019 toetsen de meeste ziekenhuizen de uitgedeelde dosis met de DRN's voor volwassenen. Echter toetst maar een klein aantal ziekenhuizen dit conform de richtlijn van de NCS. Voor zowel 2013 als voor 2019 is een mogelijk oorzaak dat in de praktijk voor de meeste verrichtingen niet standaard het gewicht van de patiënt beschikbaar is. Verder gebruikt zowel in 2013 als 2019 een beperkt aantal ziekenhuizen de DRN's voor verrichtingen bij kinderen. Hiervoor wordt in beide jaren als reden gegeven dat het aantal kinderen dat een radiologisch onderzoek ondergaat te klein is om te toetsen met het DRN.

In de landen om ons heen worden regelmatig dosiswaarden opgevraagd bij ziekenhuizen door toezichthoudende instanties. Dit leidt tot meer aandacht voor DRN's en de mogelijkheid om regelmatig de DRN's te updaten. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de methode geadviseerd door de ICRP. Daarmee worden de DRN's als 75^{ste} percentiel waarde vastgesteld. Sinds het vaststellen van de DRN's in Nederland is de techniek van radiologisch onderzoeken verbeterd. Hierdoor kan een goede beeldkwaliteit behaald worden met een lagere dosis. De DRN's in Nederland zijn in 2012 vastgesteld en nog niet aangepast op deze ontwikkelingen. Ook zijn in omliggende landen de meeste DRN's na invoering al één of meer keer in de afgelopen 5 jaar geactualiseerd en zijn voor meer verrichtingen DRN's vastgesteld dan in Nederland.

8 Bibliografie

1. Veldkamp, W.J.H., A. Becht, and e. al., *Diagnostische referentieniveaus in Nederland*. 2012, NCS: Delft.
2. Bijwaard, H., *Inventarisatie van het gebruik van Diagnostische Referentieniveaus voor röntgenstraling in Nederland*. 2013, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. p. 42.
3. Commission, E., *European Guidelines on Diagnostic Reference Levels for Paediatric Imaging*. 2018, Luxembourg: Publications Office of the European Union. 122.
4. Clement, C.H., H. Ogino, and E. al, *ICRP 135: Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging*. 2017: p. 144.
5. Bijwaard, H. and D. valk, *Radiologisch onderzoek bij kinderen – Inventarisatie van de Nederlandse praktijk met de focus op dosisreducerende maatregelen*. 2014, RIVM. p. 46.
6. Bijwaard, H., et al., *Analysis of radiation exposure data from common radiological procedures in Dutch hospitals*. Radiography (Lond), 2020.
7. Bijwaard, H., et al., *Analysis of radiation exposure data from common radiological procedures in Dutch hospitals*. Radiography, 2019.
8. Vanaudenhove, T. and K. Slambrouck, van., *Nationale diagnostische referentieniveaus in de radiologie*. 2018, Federaal agentschap voor nucleaire controle: Brussel. p. 44.
9. Schegerer, A., et al., *Diagnostic Reference Levels for Diagnostic and Interventional X-Ray Procedures in Germany: Update and Handling*. Rofo, 2019. **191**(8): p. 739-751.
10. (PHE), P.H.E. *National Diagnostic Reference Levels (NDRLs)*. 2019 19-8-2019 [cited 2019 25-11]; Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl>.
11. Ruiz-Cruces, R., et al., *Diagnostic reference levels and complexity indices in interventional radiology: a national programme*. Eur Radiol, 2016. **26**(12): p. 4268-4276.
12. Etard, C., et al., *Patient dose in interventional radiology: a multicentre study of the most frequent procedures in France*. Eur Radiol, 2017. **27**(10): p. 4281-4290.
13. (STUK), S. *Reference levels for the patient's radiation exposure in cardiology*. 2016 20-12-2016 [cited 2019 25-11]; Available from: <https://www.stuk.fi/documents/88234/1106801/Decision-15-3020-2015-Reference-levels-for-the-patients-radiation-exposure-20122016.pdf/18940d29-67bb-eb75-66ae-ae037b699779>.
14. (BfS), B.f.S. *Diagnostic reference levels*. 2016 14-11-2019 [cited 2019 25-11]; Available from: <https://www.bfs.de/EN/topics/ion/medicine/diagnostics/reference-levels/reference-levels.html>.
15. (FANC), F.a.v.n.c. *Diagnostische referentieniveaus in de radiologie* 2018 [cited 2019 25-11]; Available from: <https://fanc.fgov.be/nl/professionelen/medische-professionelen/radiologische-toepassingen/drn>.

16. Bijwaard, H., J. Effing, and L. Boudewijns-schoonderbeek, *Een curve als Diagnostisch Referentie Niveau (DRN) voor X-abdomen bij kinderen*. NVMBR Magazine, 2018. **2**.
17. (STUK), S. *Reference levels for the patient's radiation exposure for paediatric CT scans*. 2015 25-5-05-2015 [cited 2019 25-11]; Available from:
https://www.stuk.fi/documents/88234/1106801/Decision_9_3020_2015_Reference_levels_for_the_patients_radiation_exposure_for_paediatric_CT_scans_25_5_2015.pdf/5a6b82d4-c2f5-4abd-ac36-5828afc21a19.
18. (STUK), S. *Reference levels for the patient's radiation exposure for conventional paediatric X-ray examinations*. 2018 5-04-2018 [cited 2019 25-11]; Available from:
<https://www.stuk.fi/documents/88234/1106801/Decision-6-3020-2018-Reference-levels-conventional-paediatric-X-ray-examinations+.pdf/af94fe08-1238-c966-2d30-df6b17d5f08d>.
19. Jarvinen, H., et al., *Indication-based national diagnostic reference levels for paediatric CT: a new approach with proposed values*. Radiat Prot Dosimetry, 2015. **165**(1-4): p. 86-90.
20. (STUK), S. *Reference levels for the patient's radiation exposure for conventional X - ray examinations of adults*. 2017 15-5-2017; Available from:
<https://www.stuk.fi/documents/88234/1106801/Decision-11-3020-2017-reference-levels-conventional-x-ray-adults.pdf/663744a3-98ef-87c2-9d59-515fa4c5bb88>.
21. (STUK), S. *Reference levels for patient radiation exposure in cone-beam computer tomography examinations of adults' head region*. 2016 7-11-2016 [cited 2019 25-11]; Available from:
<https://www.stuk.fi/documents/88234/1106801/Decision-12-3020-2016-Reference+levels+for+patient+radiation+exposure+in+cone-beam+computed+tomography+examinations+of+adults'+head+region/613b08e5-12cf-c107-1d95-034bc196343c>.
22. (STUK), S., *Reference levels for patient radiation exposure in computed tomography examinations of adults*. 2013.
23. Boudewijns, L.H.A. and I.R.d. Waard, *Optimalisatie stralingsblootstelling CT-verrichtingen*. 2019, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: Bilthoven. p. 51.

Bijlage I Enquête "Inventarisatie van de implementatie van Diagnostische Referentie Niveaus"

In 2013 heeft het Rijkinstituut voor Volksgezond en Milieu (RIVM) een rapport gepubliceerd over de implementatie van DRN's. In dit rapport werd geconcludeerd dat deze nog weinig gebruikt werden. Het RIVM is gevraagd door de inspectie van Gezondheidszorg en Jeugd (IGJ) om een nieuwe inventarisatie te doen naar het gebruik van de beschikbare DRN's op de afdelingen.

Medio 2012 zijn door de Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie (NCS) zogenaamde diagnostische Referentie niveaus (DRN's) vastgesteld. Deze DRN's betreffen de stralingsblootstelling (dosis) voor een aantal medische verrichtingen waarbij röntgenstraling wordt gebruikt.

Het doel van deze enquête is inzicht te verkrijgen in de mate van implementatie van de vastgestelde DRN's op afdelingen radiologie in Nederlandse ziekenhuizen. Waarbij het gebruik van DRN's in de kinderradiologie onderdeel is. Omdat dit een risicopopulatie betreft. De enquête wordt uitgevoerd en geanalyseerd door het rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu (RIVM) in opdracht van de IGJ.

Voor eventuele vragen kunt u zich richten tot de afzender van deze enquête.

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
A1	Naam	Tekstveld	
A2	Telefoonnummer	Tekstveld	
A3	E-mailadres*	Tekstveld	
A4	Functie in organisatie	Tekstveld	
A5	Afdeling	Tekstveld	
A6	Naam van ziekenhuis	Tekstveld	
A7	Locatie ziekenhuis	Tekstveld	
A8	Invuldatum	Tekstveld	
K1	Bent u bekend met het rapport 21 van de NCS: "Diagnostische referentieniveaus in Nederland"?	Ja Nee	

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
K2	Welk kwaliteitssysteem wordt er gehanteerd op de afdeling?	* Geen NIAZ KEW ISO NVKF WAD-protocollen Anders, nl:	
K2a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag K2 = anders nl;
K3	Maken DRN's deel uit van het kwaliteitssysteem?	Ja Nee	
K4	Wanneer worden in het algemeen dosismetingen uitgevoerd? (meerdere antwoorden mogelijk)	Bij oplevering van apparatuur Bij de acceptatietest van de apparatuur Bij het in gebruik nemen van de apparatuur Bij routinematige kwaliteitscontrole Na aanpassing van protocollen Na technische aanpassingen aan de apparatuur Niet	
K5	Wanneer wordt de dosisindicator van de apparatuur gekalibreerd? (meerdere antwoorden mogelijk)	Bij oplevering van apparatuur Bij de acceptatietest van de apparatuur Bij het in gebruik nemen van de apparatuur Bij routinematige kwaliteitscontrole Na aanpassing van protocollen Na technische aanpassingen aan de apparatuur Niet	

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
K6	Hoe vinden routinematige kwaliteitscontroles plaats? (meerdere antwoorden mogelijk)	Fantommetingen QC light Eigen protocol Anders, nl:	
K6a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag K6 = Anders nl;
K7	Hoe vaak vinden routinematige kwaliteitscontroles plaats?	* Één keer per week Één keer per maand Één keer per 6 maanden Één keer in het jaar Afhankelijk van de modaliteit, nl:	
K7a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag K7 = Anders nl:
K8	Wie verricht de kwaliteitscontrole?	* Laborant QC-team Senior laborant Klinisch fysicus/Coördinerend stralingsdeskundige Anders, nl:	
K8a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag K8 = Anders, nl:
K9	Wie verwerkt en houdt toezicht op de resultaten van de kwaliteitscontrole?	* Laborant QC-team Senior laborant Klinisch fysicus/Coördinerend stralingsdeskundige Anders, nl:	
K9a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag K9 = Anders, nl:

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
K10	Vindt er routinematig een toetsing van dosisinformatie van Patiënten aan de DRN's plaats?	Ja Nee	
K11	Hoe vaak vindt deze toetsing plaats?	* Één keer per week Één keer per maand Één keer per 6 maanden Één keer in het jaar Afhankelijk van de modaliteit, nl: Anders, nl:	Alleen getoond indien vraag K10 = Ja
K11a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag K10 = Ja en K11 = anders, nl:
K12	Wie verzamelt deze dosisinformatie van patiënten?	* Laborant Senior laborant Klinisch fysicus Coördinerend stralingsdeskundige Geautomatiseerd dosismonitoringssysteem Anders, nl:	Alleen getoond indien vraag K10 = Ja
K12a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag K10 = Ja en K12 = anders, nl:
K13	Wie verwerkt en houdt toezicht op de resultaten van deze toetsing?	* Laborant Senior laborant Klinisch fysicus Coördinerend stralingsdeskundige Geautomatiseerd dosismonitoringssysteem Anders, nl:	Alleen getoond indien vraag K10 = Ja
K13a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag K10 = Ja en K13 = anders, nl:

Toepassingen van DRN's bij mammografie

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
M1	Worden voor mammografie de DRN's gehanteerd?	Ja Nee	
Indien u antwoord op bovenstaande vraag nee is kunt u verder naar de volgende pagina			
M2	Is er voor de mammografie een protocol waarin de DRN's zijn opgenomen?	Ja Nee	Alleen ontgrendeld indien vraag M1 = Ja
M3	Hoe wordt er met de DRN's voor de mammografie omgegaan?	* De GGD wordt afgeleid uit dosismetingen met PMMA fantomen van verschillende diktes en met de DRN vergeleken Gelijke verrichtingen worden gemiddeld en met het DRN vergeleken Er wordt een mediane waarde bepaald voor gelijke verrichtingen en met het DRN vergeleken Er wordt een gemiddelde uitgerekend voor verschillende borstdiktes en met het DRN vergeleken Er wordt een mediane waarde berekend voor verschillende borstdiktes en met het DRN vergeleken anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag M1 = Ja
M3a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag M3 = Anders, nl:
M4	Wordt de borstdikte van de patiënt ook geregistreerd?	Ja Nee	Alleen ontgrendeld indien vraag M1 = Ja
M5	Hoe wordt dosisindicatie van de apparatuur vergeleken met het DRN?	* Niet De dosis wordt met een aparte dosimeter bepaald De dosisindicatie van de mammograaf wordt afgelezen De dosisindicatie van de mammograaf wordt omgerekend Anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag M1 = Ja
M5a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag M5 = Anders, nl:

Nr.	Vraag	Antwoordopties		Afhankelijkheden
M6	Wat voor nader onderzoek vindt plaats als de dosis hoger is dan het DRN? (meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Geen overschrijding geconstateerd Anders, nl:		Alleen ontgrendeld indien vraag M1 = Ja
M6a		Tekstveld		Alleen getoond indien vraag M6 = Anders, nl:
M61	Indien er overschrijdingen geconstateerd worden wat zijn daarvan de oorzaken? (meerdere antwoorden mogelijk)	De parameters van het protocol waren niet optimaal ingesteld De techniek van de apparatuur is verouderd De apparatuur was niet goed afgesteld Na onderzoek bleek dat het niet mogelijk is om de dosis te verlagen omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit Anders, nl:		Alleen Getoond indien vraag M6 = Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Anders, nl:
M61a		Tekstveld		Alleen getoond indien vraag M61 = Anders, nl:
		GGD	Eenheid	
7.1	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan de DRN's bij 3cm ?	Cijferveld	Tekstveld	
7.2	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan de DRN's bij 5cm ?	Cijferveld	Tekstveld	
7.3	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan de DRN's bij 7cm ?	Cijferveld	Tekstveld	

Toepassing van DRN's bij computer Tomografie

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
CT1	Worden voor computer tomografie de DRN's gehanteerd?	Ja Nee	
Indien u antwoord op bovenstaande vraag nee is kunt u verder naar de volgende pagina			
CT2	Is er voor de Computer Tomografie een protocol waarin de DRN's zijn opgenomen?	Ja Nee	Alleen ontgrendeld indien vraag CT1 = Ja
CT3	Hoe wordt met de DRN's voor Computer Tomografie omgegaan?	* Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken Van een patiënten populatie wordt de mediane waarde vergeleken met het DRN Van een patiënten populatie wordt de gemiddelde waarde vergeleken met het DRN Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De gemiddelde waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De mediane waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken Bij een verdeling van meerdere patiënten wordt met behulp van intra en extrapolatie de dosiswaarde voor een standaard patiënt berekend en met het DRN vergeleken Anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag CT1 = Ja
CT3a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag CT3 = Anders, nl:
CT4	Wordt het gewicht van de patiënt geregistreerd?	Ja Nee	Alleen ontgrendeld indien vraag CT1 = Ja

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden			
CT5	Hoe wordt de dosisindicatie van de apparatuur vergeleken met de DRN?	* Niet De DLP en CTDI worden van de scanner afgelezen De dosisindicaties van de scanner worden omgerekend De dosis wordt met een aparte dosimeter bepaald Anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag CT1 = Ja			
CT5a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag CT5 = Anders, nl:			
CT6	Wat voor nader onderzoek vindt plaats als de dosis hoger is dan het DRN? (meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Geen overschrijding geconstateerd Anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag CT1 = Ja			
CT6a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag CT6 = Anders, nl:			
CT61	Indien er overschrijdingen geconstateerd worden wat zijn daarvan de oorzaken?	De parameters van het protocol waren niet optimaal ingesteld De techniek van de apparatuur is verouderd De apparatuur was niet goed afgesteld Na onderzoek bleek dat het niet mogelijk is om de dosis te verlagen omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit Anders, nl:	Alleen getoond indien vraag CT6 = Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Anders, nl:			
CT61a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag CT61 = Anders, nl:			
		DLP	Eenheid	CTDI	Eenheid	
7	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van CT abdomen ?	Tekstveld	Tekstveld	Tekstveld	Tekstveld	Alleen ontgrendeld indien vraag CT1 = Ja

Nr.	Vraag	Antwoordopties				Afhankelijkheden
8	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van CTA pulmonalis ?	Tekstveld	Tekstveld	Tekstveld	Tekstveld	
9	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van CT coronaire angiografie (CTCA) ?	Tekstveld	Tekstveld	Tekstveld	Tekstveld	

Toepassingen van DRN's bij diagnostische coronaire angiografie (CAG)

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
CAG1	Worden voor diagnostische coronaire angiografie de DRN's gehanteerd?	Ja Nee	
Indien u antwoord op bovenstaande vraag nee is kunt u verder naar de volgende pagina			
CAG2	Is er voor de diagnostische coronaire angiografie een protocol waarin de DRN's zijn opgenomen?	Ja Nee	Alleen ontgrendeld indien vraag CAG1 = Ja
CAG3	Hoe wordt met de DRN's voor diagnostische coronaire angiografie omgegaan?	* Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken Van een patiënten populatie wordt de mediane waarde vergeleken met het DRN Van een patiënten populatie wordt de gemiddelde waarde vergeleken met het DRN Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De gemiddelde waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De mediane waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken Bij een verdeling van meerdere patiënten wordt met behulp van intra en extrapolatie de dosiswaarde voor een standaard patiënt berekend en met het DRN vergeleken Anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag CAG1 = Ja
CAG3a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag CAG3 = Anders, nl:
CAG4	Wordt het gewicht van de patiënt geregistreerd?	Ja Nee	Alleen ontgrendeld indien vraag CAG1 = Ja

Nr.	Vraag	Antwoordoptyes	Afhankelijkheden
CAG5	Hoe wordt de dosisindicatie van de apparatuur vergeleken met de DRN?	* Niet De DOP waarde wordt van het röntgentoestel afgelezen De dosisindicaties van de scanner worden omgerekend De dosis wordt met een aparte dosimeter bepaald Anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag CAG1 = Ja
CAG5a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag CAG5 = Anders, nl:
CAG6	Wat voor nader onderzoek vindt plaats als de dosis hoger is dan het DRN? (meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Geen overschrijding geconstateerd Anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag CAG1 = Ja
CAG6a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag CAG6 = Anders, nl:
CAG61	Indien er overschrijdingen geconstateerd worden wat zijn daarvan de oorzaken? (meerdere antwoorden mogelijk)	De parameters van het protocol waren niet optimaal ingesteld De techniek van de apparatuur is verouderd De apparatuur was niet goed afgesteld Na onderzoek bleek dat het niet mogelijk is om de dosis te verlagen omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit Anders, nl:	Alleen getoond indien vraag CAG6 = Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Anders, nl:
CAG61a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag CAG61 = Anders, nl:
		DOP	
		Eenheid	

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
7	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van diagnostische coronaire angiografie ?	Tekstveld Tekstveld	

Toepassingen van DRN's bij conventionele röntgenopname

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
X1	Worden voor conventionele röntgenopname de DRN's gehanteerd?	Ja Nee	
Indien u antwoord op bovenstaande vraag nee is kunt u verder naar de volgende pagina			
X2	Is er voor de conventionele röntgenopname een protocol waarin de DRN's zijn opgenomen?	Ja Nee	Alleen ontgrendeld indien vraag X1 = Ja
X3	Hoe wordt met de DRN's voor conventionele röntgenopname omgegaan?	* Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken Van een patiënten populatie wordt de mediane waarde vergeleken met het DRN Van een patiënten populatie wordt de gemiddelde waarde vergeleken met het DRN Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De gemiddelde waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken Geautomatiseerd worden dosisgegevens verzameld van een grote groep patiënten. De mediane waarde wordt bepaald en met het DRN vergeleken Bij een verdeling van meerdere patiënten wordt met behulp van intra en extrapolatie de dosiswaarde voor een standaard patiënt berekend en met het DRN vergeleken Anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag X1 = Ja
X3a		Tekstveld	Alleen getoond indien vraag X3 = Anders, nl:

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
X4	Wordt het gewicht van de patiënt geregistreerd?	Ja nee	Alleen ontgrendeld indien vraag X1 = Ja
X5	Hoe wordt de dosisindicatie van de apparatuur vergeleken met de DRN?	* Niet De DOP-waarde wordt van het röntgentoestel afgelezen De dosisindicatie van de scanner worden omgerekend De dosis wordt met een aparte dosimeter bepaald Anders, nl:	Alleen ontgrendeld indien vraag X1 = Ja
X5a		tekstveld	Alleen getoond indien vraag X5 = Anders, nl:
X6	Wat voor nader onderzoek vindt plaats als de dosis hoger is dan het DRN? (meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Geen overschrijding geconstateerd Anders, nl:	
X6a		Tekstveld	Alleen getoond indien X6 = Anders, nl:
X61	Indien er overschrijdingen geconstateerd worden wat zijn daarvan de oorzaken? (meerdere antwoorden mogelijk)	De parameters van het protocol waren niet optimaal ingesteld De techniek van de apparatuur is verouderd De apparatuur was niet goed afgesteld Na onderzoek bleek dat het niet mogelijk is om de dosis te verlagen omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit Anders, nl:	Alleen getoond indien vraag X6 = Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Anders, nl:
X61a		Tekstveld	Alleen getoond indien X61 = Anders, nl:
		DOP	Eenheid

Nr.	Vraag	Antwoordopties		Afhankelijkheden
7	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van X-Thorax AP ?	Tekstveld	Tekstveld	
8	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van X-bekken AP ?	Tekstveld	Tekstveld	

Toepassing van DRN's bij röntgenonderzoeken van kinderen

Nr.	vraag	Antwoordopties				Afhankelijkheid
		X-thorax AP/PA	X-abdomen AP	MCUG	CT-hoofd	
KI1.	Bij welke verrichting wordt er voor röntgenopname bij kinderen de DRN's gehanteerd?	Wel/niet	Wel/niet	Wel/niet	Wel/niet	
KI2.	Bij welke verrichtingen is er voor de röntgenopname bij kinderen een protocol waarin de DRN's zijn opgenomen?	Wel/niet	Wel/niet	Wel/niet	Wel/niet	
KI3.	Bij welke verrichtingen wordt het gewicht van de kinderen geregistreerd?	Wel/niet	Wel/niet	Wel/niet	Wel/niet	
KI4.	Geschat aantal verrichtingen bij kinderen per jaar	Cijferveld	Cijferveld	Cijferveld	Cijferveld	

Toepassing van DRN's bij X-thorax AP/PA kind indien KI1 X-thorax AP/PA = niet geselecteerd

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
XthKiB5	Waarom worden de DRN's niet gehanteerd voor X-thorax AP/PA kind?	Er worden te weinig verrichtingen uitgevoerd om de dosis te kunnen toetsen aan de DRN's Er wordt gebruik gemaakt van een andere methode voor het toetsen van de dosis bij kinderen Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 X-thorax AP/PA = niet geselecteerd.
XthKiB5a		tekstveld	alleen getoond indien XthKiB5 = Anders: nl,
XthKiB6	Van welke methode maakt u gebruik? Hoe wordt deze methode toegepast?	Van welke methode maakt u gebruik? Hoe wordt deze methode toegepast?	Alleen getoond indien XthKiB5 = Er wordt gebruik gemaakt van een andere methode voor het toetsen van de dosis bij kinderen

Nr.	vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheid
XthKiA5	Voor welke leeftijdscategorieën worden voldoende verrichtingen X-thorax AP/PA kind uitgevoerd om de dosis te toetsen met het DRN?	Neonaat 1 jaar 5 jaar	alleen getoond indien KI1 X-thorax AP/PA = geselecteerd.
XthKiA6	Hoe wordt met de DRN's voor X-thorax AP/PA kind omgegaan?	* Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken Gelijke verrichtingen worden gemiddeld en met het DRN vergeleken Er wordt een mediane waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken Er wordt een gemiddelde uiterekend voor aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 X-thorax AP/PA = geselecteerd.

Nr.	vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheid
XthKiA6a		tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag XthKiA6 = Anders. NI:
XthKiA7	Hoe wordt de dosisindicatie van de apparatuur vergeleken met de DRN?	* Niet De DOP-waarde wordt van het röntgentoestel afgelezen De dosisindicatie van de scanner worden omgerekend De dosis wordt met een aparte dosimeter bepaald Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 X-thorax AP/PA = geselecteerd.
XthKiA7t			Alleen getoond indien bij vraag XthKiA7 = Anders. NI:
XthKiA8	Wat voor nader onderzoek vindt plaats als de dosis hoger is dan het DRN? (meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Geen overschrijding geconstateerd Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 X-thorax AP/PA = geselecteerd.
XthKiA8a			Alleen getoond indien bij vraag XthKiA8 = Anders. NI:

Nr.	vraag	Antwoordopties		Afhankelijkheid
XthKiA81	Indien er overschrijdingen geconstateerd worden wat zijn daarvan de oorzaken? (meerdere antwoorden mogelijk)	De parameters van het protocol waren niet optimaal ingesteld De techniek van de apparatuur is verouderd De apparatuur was niet goed afgesteld Na onderzoek bleek dat het niet mogelijk is om de dosis te verlagen omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit Anders, nl:		Alleen getoond indien vraag XthKiA8 = Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Anders, nl:
XthKiA81a		tekstveld		Alleen getoond indien bij vraag XthKiA81 = Anders. nl:
		DOP	Eenheid	
9	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van X-Thorax AP/PA kind Neonaat?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag XthKiA5 = Neonaat
10	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van X-Thorax AP/PA kind 1 jaar?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag XthKiA5 = 1 jaar
11	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van X-Thorax AP/PA kind 5 jaar?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag XthKiA5 = 5 jaar

Toepassing van DRN's bij X-abdomen AP/PA kind indien KI1 X-abdomen AP/PA = niet geselecteerd

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
XabdKiB5	Waarom worden de DRN's niet gehanteerd voor X-abdomen AP kind?	Er worden te weinig verrichtingen uitgevoerd om de dosis te kunnen toetsen aan de DRN's Er wordt gebruik gemaakt van een andere methode voor het toetsen van de dosis bij kinderen Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 X-abdomen AP = niet geselecteerd.
XabdKiB5a		tekstveld	alleen getoond indien XabdKiB5 = Anders: nl,
XabdKiB6	Van welke methode maakt u gebruik? Hoe wordt deze methode toegepast?	Van welke methode maakt u gebruik? Hoe wordt deze methode toegepast?	Alleen getoond indien XabdKiB5 = Er wordt gebruik gemaakt van een andere methode voor het toetsen van de dosis bij kinderen

Toepassing van DRN's bij X-abdomen AP/PA kind indien KI1 X-abdomen AP/PA = geselecteerd

Nr.	vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheid
XabdKiA5	Voor welke leeftijdscategorieën worden voldoende verrichtingen X-abdomen AP kind uitgevoerd om de dosis te toetsen met het DRN?	Neonaat 1 jaar 5 jaar	alleen getoond indien KI1 X-abdomen AP = geselecteerd.
XabdKiA6	Hoe wordt met de DRN's voor X-abdomen AP kind omgegaan?	* Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken Gelijke verrichtingen worden gemiddeld en met het DRN vergeleken Er wordt een mediane waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken Er wordt een gemiddelde uitgerekend voor aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 X-abdomen AP = geselecteerd.

Nr.	vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheid
XabdKiA6a		tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag XabdKiA6 = Anders. nl:
XabdKiA7	Hoe wordt de dosisindicatie van de apparatuur vergeleken met de DRN?	* Niet De DOP-waarde wordt van het röntgentoestel afgelezen De dosisindicatie van de scanner worden omgerekend De dosis wordt met een aparte dosimeter bepaald Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 X-abdomen AP = geselecteerd.
XabdKiA7a			Alleen getoond indien bij vraag XabdKiA7 = Anders. nl:
XabdKiA8	Wat voor nader onderzoek vindt plaats als de dosis hoger is dan het DRN? (meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Geen overschrijding geconstateerd Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 X-abdomen AP = geselecteerd.
XabdKiA8a			Alleen getoond indien bij vraag XabdKiA7 = Anders. nl:

Nr.	vraag	Antwoordopties		Afhankelijkheid
XabdKiA81	Indien er overschrijdingen geconstateerd worden wat zijn daarvan de oorzaken? (meerdere antwoorden mogelijk)	De parameters van het protocol waren niet optimaal ingesteld De techniek van de apparatuur is verouderd De apparatuur was niet goed afgesteld Na onderzoek bleek dat het niet mogelijk is om de dosis te verlagen omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit Anders, nl:		Alleen getoond indien vraag XabdKiA8 = Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Anders, nl:
XabdKiA81a		tekstveld		Alleen getoond indien bij vraag XabdKiA81 = Anders. nl:
		DOP	Eenheid	
9.1	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van X-Abdomen AP kind Neonaat?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag XabdKiA5 = Neonaat
9.2	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van X-abdomen AP kind 1 jaar?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag XabdKiA5 = 1 jaar
9.3	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van X-abdomen AP kind 5 jaar?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag XabdKiA5 = 5 jaar

Toepassing van DRN's bij mictie cysto urehrogram (MCUG) kind indien KI1 MCUG = niet geselecteerd

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
McugKiB5	Waarom worden de DRN's niet gehanteerd voor MCUG kind?	Er worden te weinig verrichtingen uitgevoerd om de dosis te kunnen toetsen aan de DRN's Er wordt gebruik gemaakt van een andere methode voor het toetsen van de dosis bij kinderen Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 MCUG = niet geselecteerd.
McugKiB5a		tekstveld	alleen getoond indien McugKiB5 = Anders: nl,
McugKiB6	Van welke methode maakt u gebruik? Hoe wordt deze methode toegepast?	Van welke methode maakt u gebruik? Hoe wordt deze methode toegepast?	Alleen getoond indien McugKiB5 = Er wordt gebruik gemaakt van een andere methode voor het toetsen van de dosis bij kinderen

Toepassing van DRN's bij mictie cysto urehrogram (MCUG kind) indien KI1 MCUG AP/PA = geselecteerd

Nr.	vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheid
McugKiA5	Voor welke leeftijdscategorieën worden voldoende verrichtingen MCUG kind uitgevoerd om de dosis te toetsen met het DRN?	Neonaat 1 jaar 5 jaar	alleen getoond indien KI1 MCUG = geselecteerd.
McugKiA6	Hoe wordt met de DRN's MCUG kind omgegaan?	* Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken Gelijke verrichtingen worden gemiddeld en met het DRN vergeleken Er wordt een mediane waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken Er wordt een gemiddelde uitgerekend voor aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 MCUG = geselecteerd.

Nr.	vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheid
McugKiA6a		tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag McugKiA6 = Anders. nl:
McugKiA7	Hoe wordt de dosisindicatie van de apparatuur vergeleken met de DRN?	* Niet De DOP-waarde wordt van het röntgentoestel afgelezen De dosisindicatie van de scanner worden omgerekend De dosis wordt met een aparte dosimeter bepaald Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 MCUG = geselecteerd.
McugKiA7a			Alleen getoond indien bij vraag McugKiA7 = Anders. nl:
McugKiA8	Wat voor nader onderzoek vindt plaats als de dosis hoger is dan het DRN? (meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Geen overschrijding geconstateerd Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 MCUG = geselecteerd.
McugKiA8a			Alleen getoond indien bij vraag McugKiA8 = Anders. nl:

Nr.	vraag	Antwoordopties		Afhankelijkheid
McugKiA81	Indien er overschrijdingen geconstateerd worden wat zijn daarvan de oorzaken? (meerdere antwoorden mogelijk)	De parameters van het protocol waren niet optimaal ingesteld De techniek van de apparatuur is verouderd De apparatuur was niet goed afgesteld Na onderzoek bleek dat het niet mogelijk is om de dosis te verlagen omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit Anders, nl:		Alleen getoond indien vraag McugKiA8 = Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Anders, nl:
McugKiA81a		tekstveld		Alleen getoond indien bij vraag McugKiA81 = Anders. nl:
		DOP	Eenheid	
9.1	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van MCUG kind Neonaat?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag McugKiA5 = Neonaat
9.2	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van MCUG kind 1 jaar?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag McugKiA5 = 1 jaar
9.3	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van MCUG kind 5 jaar?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag McugKiA5 = 5 jaar

Toepassing van DRN's bij mictie cysto urehrogram (MCUG) kind indien KI1 MCUG = niet geselecteerd

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
CTHoKiB5	Waarom worden de DRN's niet gehanteerd voor CT hoofd kind?	Er worden te weinig verrichtingen uitgevoerd om de dosis te kunnen toetsen aan de DRN's Er wordt gebruik gemaakt van een andere methode voor het toetsen van de dosis bij kinderen Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 CT hoofd = niet geselecteerd.
CTHoKiB5a		tekstveld	alleen getoond indien CTHoKiB5 = Anders: nl,
CTHoKiB6	Van welke methode maakt u gebruik? Hoe wordt deze methode toegepast?	Van welke methode maakt u gebruik? Hoe wordt deze methode toegepast?	Alleen getoond indien CTHoKiB5 = Er wordt gebruik gemaakt van een andere methode voor het toetsen van de dosis bij kinderen

Toepassing van DRN's bij mictie cysto urehrogram (MCUG kind) indien KI1 MCUG AP/PA = geselecteerd

Nr.	vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheid
CTHoKiA5	Voor welke leeftijdscategorieën worden voldoende verrichtingen CT hoofd uitgevoerd om de dosis te toetsen met het DRN?	Neonaat 1 jaar 5 jaar 10 jaar	alleen getoond indien KI1 CT hoofd = geselecteerd.
CTHoKiA6	Hoe wordt met de DRN's MCUG kind omgegaan?	* Individuele verrichtingen worden met het DRN vergeleken Gelijke verrichtingen worden gemiddeld en met het DRN vergeleken Er wordt een mediane waarde bepaald voor een aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken Er wordt een gemiddelde uitgerekend voor aantal patiënten per categorie en met het DRN vergeleken Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 CT hoofd = geselecteerd.
CTHoKiA6a		tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag CTHoKiA6 = Anders. nl:
CTHoKiA7	Hoe wordt de dosisindicatie van de apparatuur vergeleken met de DRN?	* Niet De DOP-waarde wordt van het röntgentoestel afgelezen De dosisindicatie van de scanner worden omgerekend De dosis wordt met een aparte dosimeter bepaald Anders, nl:	alleen getoond indien KI1 CT hoofd = geselecteerd.
CTHoKiA7a		Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag CTHoKiA7 = Anders. nl:

Nr.	vraag	Antwoordopties		Afhankelijkheid
CTHoKiA8	Wat voor nader onderzoek vindt plaats als de dosis hoger is dan het DRN? (meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Geen overschrijding geconstateerd Anders, nl:		alleen getoond indien KI1 CT hoofd = geselecteerd.
CTHoKiA8a		Tekstveld		Alleen getoond indien bij vraag CThoKiA8a = Anders. nl:
CTHoKiA81	Indien er overschrijdingen geconstateerd worden wat zijn daarvan de oorzaken? (meerdere antwoorden mogelijk)	De parameters van het protocol waren niet optimaal ingesteld De techniek van de apparatuur is verouderd De apparatuur was niet goed afgesteld Na onderzoek bleek dat het niet mogelijk is om de dosis te verlagen omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit Anders, nl:		Alleen getoond indien vraag CThoKiA8 = Het protocol wordt geoptimaliseerd De apparatuur wordt nagekeken De apparatuur wordt nagekeken samen met de fabrikant Anders, nl:
CTHoKiA81a		tekstveld		Alleen getoond indien bij vraag CThoKi81 = Anders. nl:
		DOP	Eenheid	
9.1	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van CT hoofd kind Neonaat?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag CThoKiA5 = Neonaat
9.2	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van CT hoofd kind 1 jaar?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag CThoKiA5 = 1 jaar
9.3	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van CT hoofd kind 5 jaar?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag CThoKiA5= 5 jaar
9.4	Wat was de dosis bij de laatste toetsing aan het DRN van CT hoofd kind 10 jaar?	Tekstveld	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag CThoKiA5 = 10 jaar

Overige vragen over Diagnostische referentieniveaus

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
O1	Vindt u het een goed idee dat er DRN's zijn vastgesteld?	Ja Nee	
O11	Wat zijn u bezwaren tegen de vastgestelde DRN's?	Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag O1 = nee
O2	Wat vindt u van het aantal verrichtingen waarvoor DRN's zijn vastgesteld?	Te weinig want: Goed Te veel want: Geen mening	
O21		tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag O2 = Te weinig want: of O2 = Te veel want:
O3	Maakt u gebruik van lokale, internationale of Europese diagnostische referentie niveaus?	Ja Nee	
O31	Wat is de reden dat u gebruik maakt van andere diagnostische referentie niveaus?	Er zijn geen DRN's voor deze onderzoeken beschikbaar binnen Nederland De DRN's die zijn opgesteld door het NCS zijn te hoog De DRN's die zijn opgesteld door het NCS zijn te laag Anders, nl:	Alleen getoond indien bij vraag O2 = Ja
O31a		Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag O2a = Anders, nl:
O32	Van welke diagnostische referentie niveaus maakt u gebruik?	Tekstveld	

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
O4	Heeft u eerder meegewerkt aan een DRN project? (Meerdere antwoorden mogelijk)	Nee, niet eerder meegewerkt aan een DRN project Pilotproject en/of vervolgproject dosismetingen uitgevoerd door MBRT opleidingen in samenwerking met het RIVM Anders, nl:	
O4a		Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag O4 = Anders, nl:
O5	Welke problemen ervaart u bij het toetsen aan de DRN's? (Meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het verzamelen van dosis informatie neemt veel tijd in beslag Er wordt geen gebruik gemaakt van een geautomatiseerd dosisregistratie systeem Het gewicht is niet standaard beschikbaar Bij kinderen is de patiëntenpopulatie te klein Anders, nl:	
O5a		Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag O4 = Anders, nl
O51	Wat zijn bezwaren voor het gebruik van een automatische dosismonitoringssysteem? Meerdere antwoorden mogelijk	Te hoge aanschafprijs Onvoldoende capaciteit om het systeem in te voeren en/of bij te houden Omdat het halen van de juiste dosiswaarden uit systemen (bijv. apparatuur, PACs, RIS) niet altijd goed mogelijk is Anders, nl:	

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
O51a		Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag O5 = Anders, nl
O6	Heeft u behoefte aan een nieuwe methode voor het toetsen van dosisinformatie aan de DRN's? (Meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Het gebruik meenemen van meerdere factoren bij interventie radiologische onderzoeken Het gebruik van een DRNcurve (gewicht uitgezet tegen de dosis) voor radiologische onderzoeken bij kinderen Het toetsen van de mediaan waarde van een grote groep patiënten met de DRN's Anders, nl:	
O6a		Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag O6 = Anders, nl
O7	Heeft u behoefte aan nieuwe ontwikkelingen voor de DRN's? (Meerdere antwoorden mogelijk)	Geen DRN's per klinische vraagstelling bij CT onderzoeken Duidelijk onderscheid tussen de hoeveelheid sequenties bij CT onderzoeken DRN's voor nieuwe technieken (bv spectrale CT) DRN's voor nucleair geneeskundige onderzoeken DRN's voor tandheelkundige opname Het optimaliseren van de huidige streefwaarde en DRN's Anders, nl:	

Nr.	Vraag	Antwoordopties	Afhankelijkheden
07a		Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag 08 = Anders, nl
08	Wat voor behoefte heeft u aan bijscholing over DRN's? (Meerdere antwoorden mogelijk)	Geen Alleen bij het herzien van de DRN's Achtergrondinformatie Informatie over hoe DRN's te gebruiken in de praktijk Anders, nl:	
08a		Tekstveld	Alleen getoond indien bij vraag 09 = Anders, nl
9	Heeft u nog aanvullende opmerkingen?	Tekstveld	

Bijlage II geadviseerde leeftijdsindelingen bij kinderen door Europese commissie

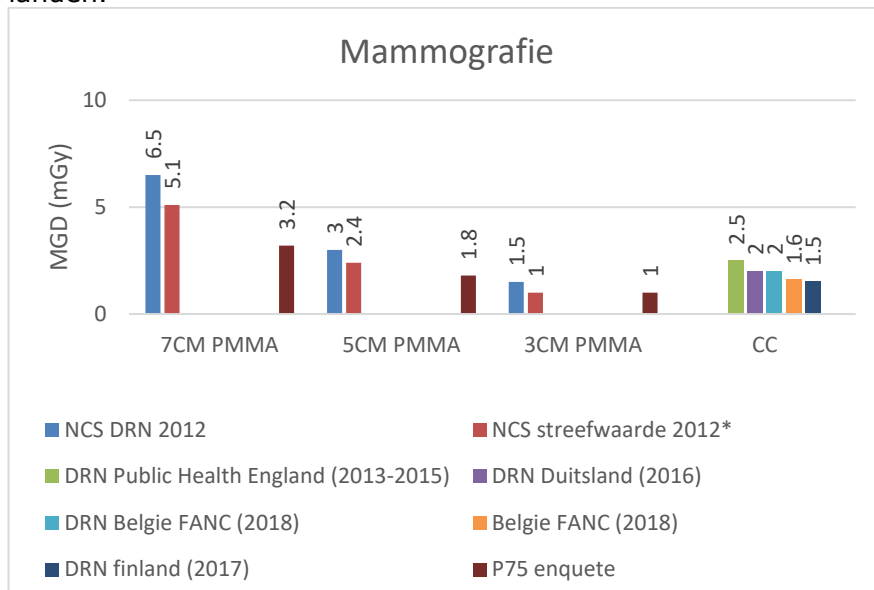
Aanbevolen lichaamsgewichtinterval voor verrichtingen van het lichaam	Aanbevolen leeftijdsinterval voor verrichtingen van het hoofd
<5kg	0-<3 maanden
5-<15kg	3 maanden - < 1 jaar
15-<30kg	1-6 jaar
30-<50kg	≥ 6 jaar
50-<80kg	

Gelijkwaardigheid van gewicht en leeftijdsgroepen voor het vergelijken van op gewicht gebaseerde DRN's met op leeftijd gebaseerde DRN's

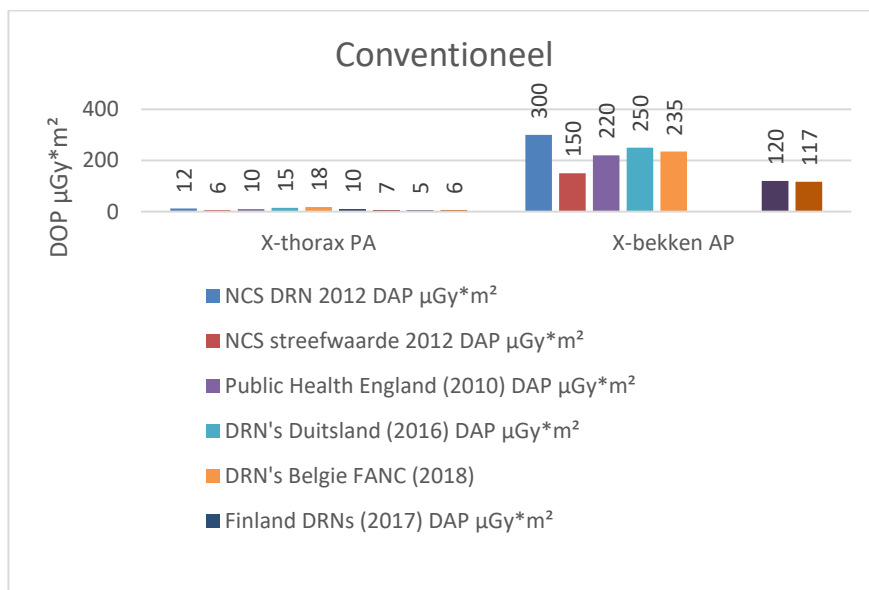
beschrijving	gewichtinterval	leeftijdsinterval	meest gebruikt leeftijden voor NDRLs
Neonaat	< 5 kg	1 maand	0 jaar
Zuigeling, peuter, jonge kinderjaren	5 - < 15 kg	1 maand - 4 jaar	1 jaar
Midden kinderjaren	15 - <30 kg	4 - 10 jaar	5 jaar
Begin adolescentie	30 - < 50 kg	10 - 14 jaar	10 jaar
Laat adolescentie	50 - < 80kg	14-18 jaar	15 jaar

Bijlage III Grafieken vergelijking van de Nederlandse DRN's en streefwaarde voor volwassenen met DRN's in omliggende landen.

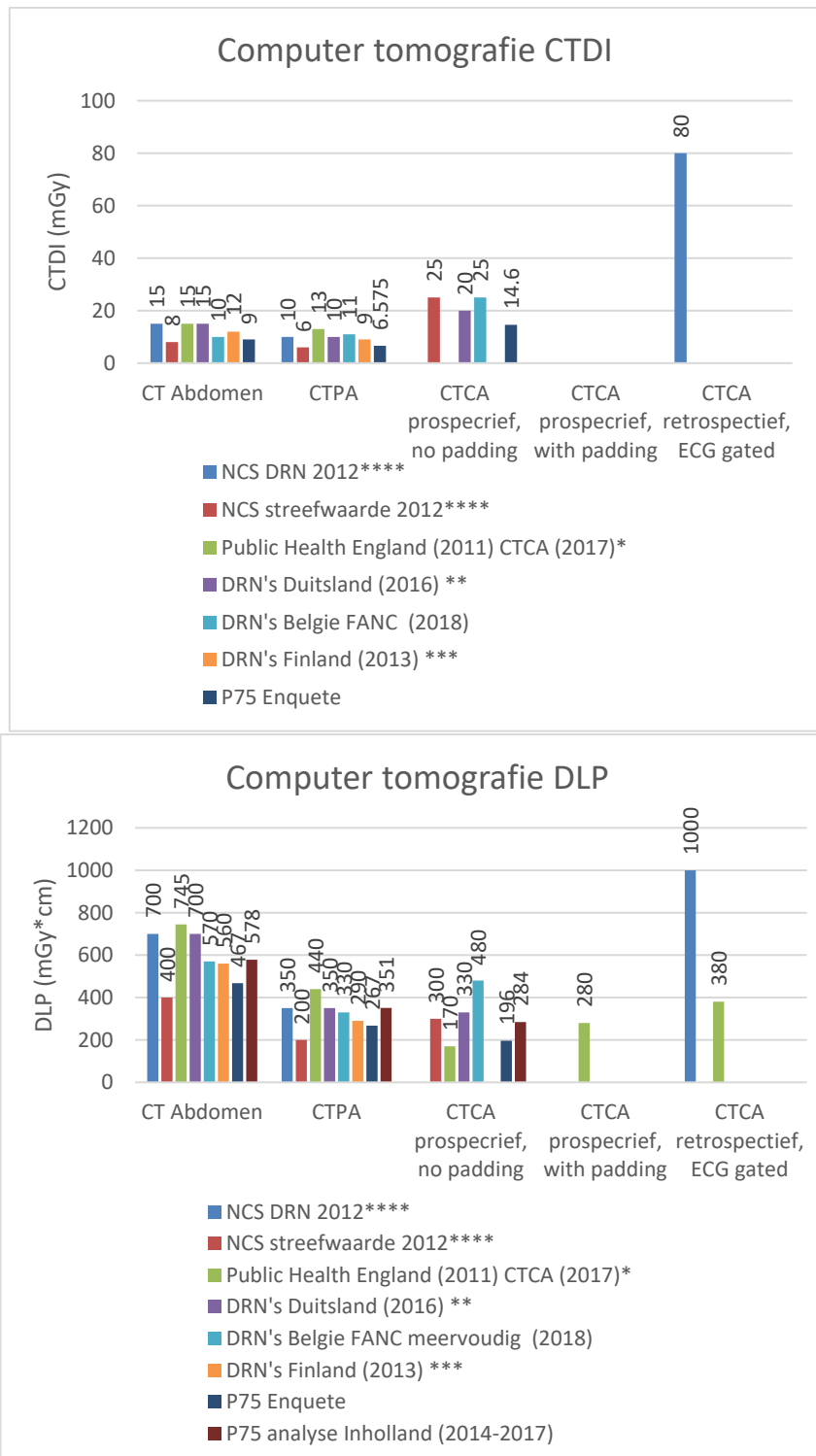
Ieder land heeft een eigen indeling voor DRN's waardoor dit een globaal overzicht geeft van de DRN's in vergelijking met de DRN's in omliggende landen.



Figuur 6 Globaal overzicht van de DRN's voor mammografie in Nederland en omliggende landen. *) De streefwaarden hebben uitsluitend betrekking op digitale mammografie of digitale röntgenopnamen (DR), ze zijn niet van toepassing op fosforplaten (CR) of film scherm combinaties.

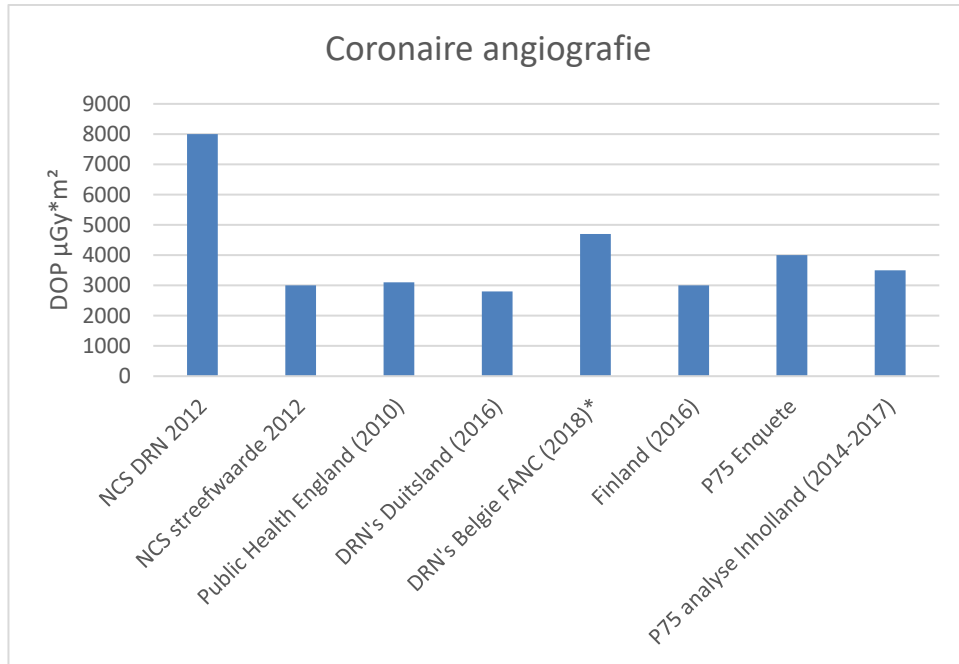


Figuur 7 Overzicht DRN's conventioneel in Nederland en omliggende landen.



Figuur 8 Globaal overzicht van de DRN's (CTDI en DLP) bij CT opname in Nederland en omliggende landen. *) De DRN van CT abdomen is voor de indicatie abces. **) De DRN van CT abdomen is voor de lichaamsregio abdomen en bekken (dome of the diaphragm/symfyse). De DRN bij CTPA is voor lichaamsregio CT thorax (cervical vertebral body 7/adrenal glands). Dus niet specifiek voor Pulmonaal arteriën ***) De DRN bij CTPA is voor lichaamsregio CT thorax (Daarnaast is er een DRN voor de indicatie longtumor. CTDI: 11 DLP:430)

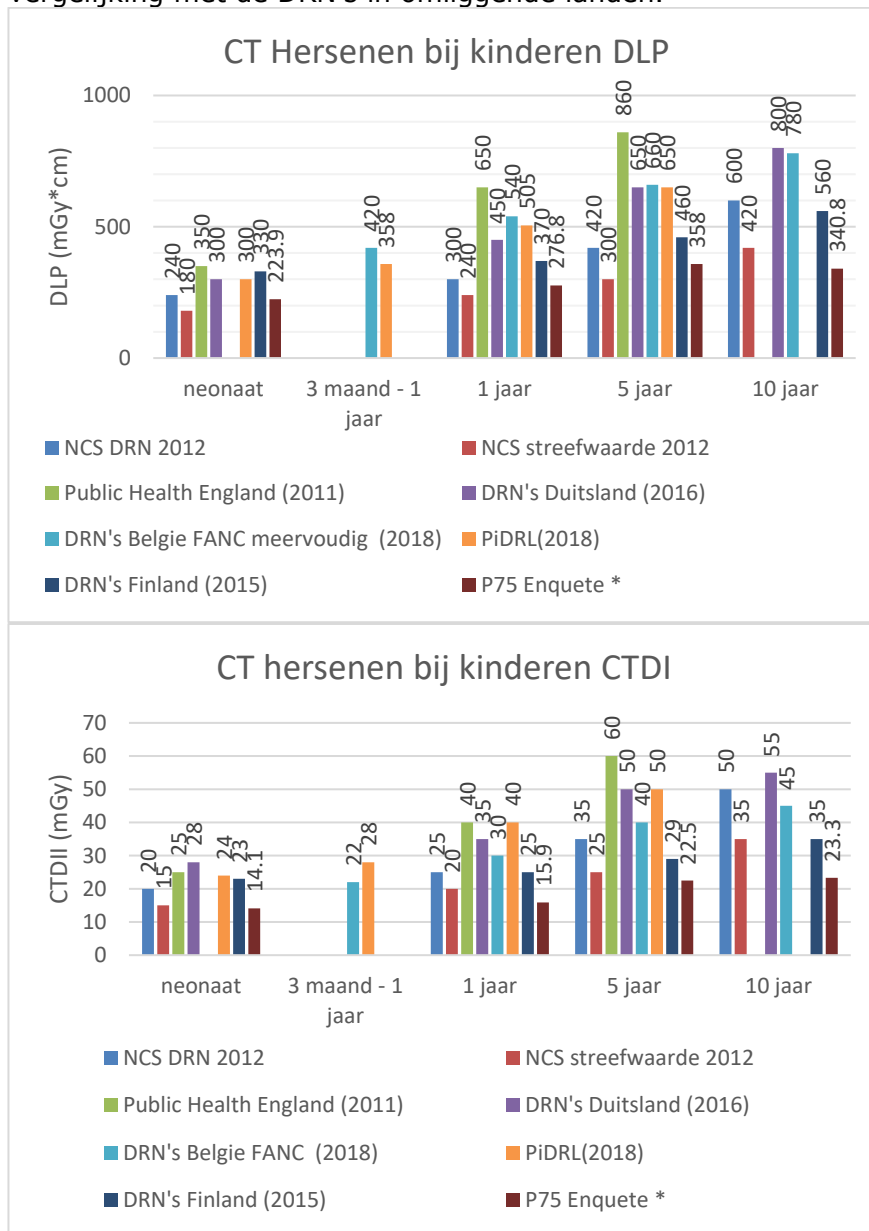
****) Diagnostisch referentieniveau voor spiraal CT met een retrospectieve ECG gated reconstructie zonder modulatie van de buisstroom; streefwaarde voor prospectief ECG getriggerde step and shoot of spiral acquisitie



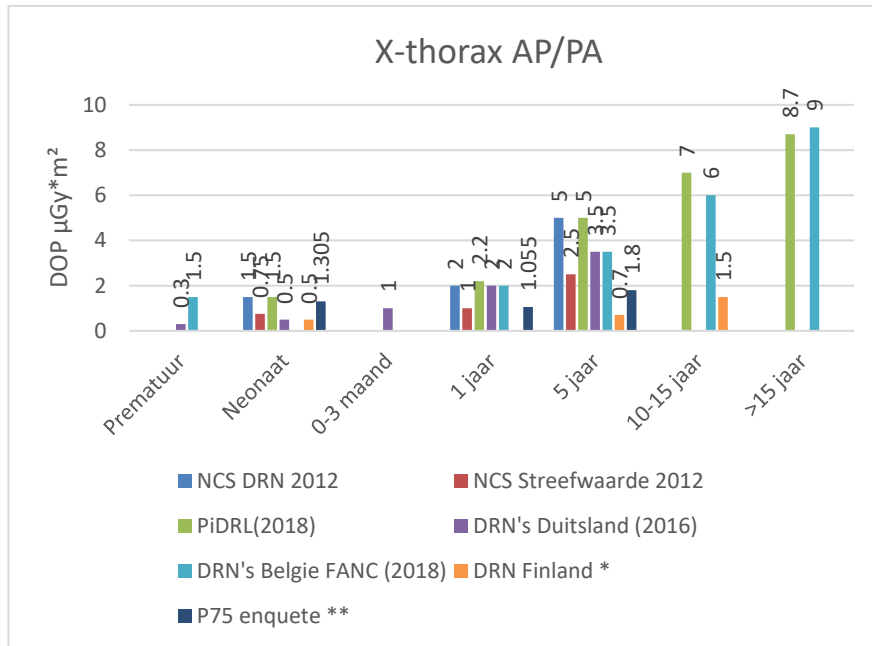
Figuur 9 Globaal overzicht van de DRN's opname in Nederland en omliggende landen. *)Deze waarde is niet gepubliceerd op de webpagina van België, maar komt uit het patiëntendosimetrie verslag van 2017.

Bijlage IV Grafieken vergelijking van de Nederlandse DRN's en streefwaarde voor kinderen met DRN's in omliggende landen

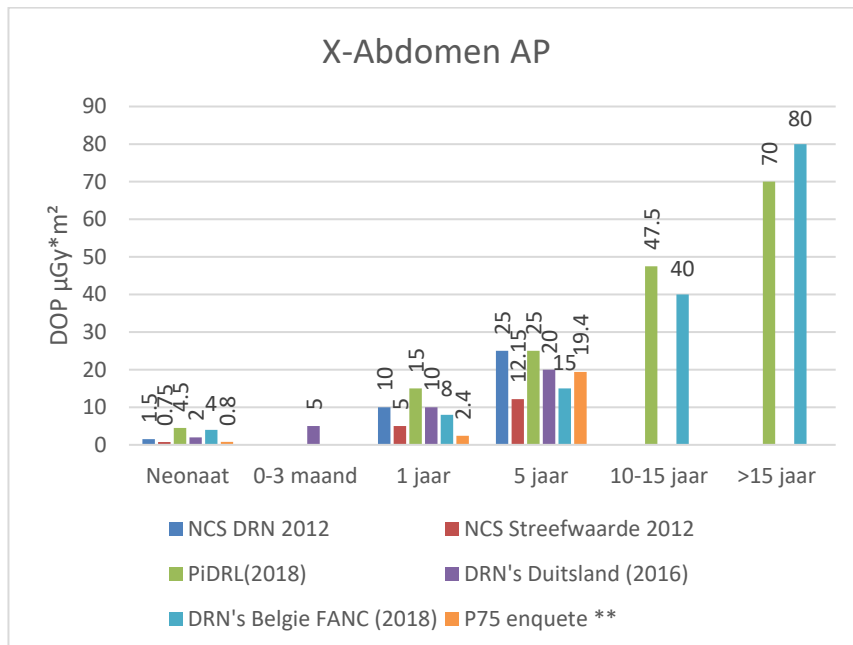
Ieder land heeft eigen categorieën voor het indelen van de DRN's waardoor dit een globaal overzicht geeft van de DRN's voor kinderen in vergelijking met de DRN's in omliggende landen.



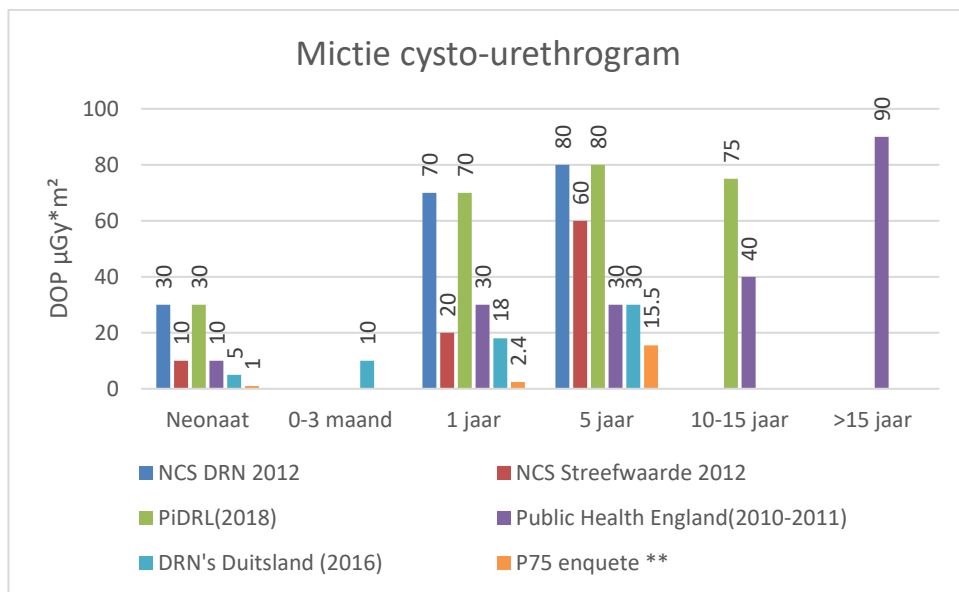
Figuur 10 Globaal overzicht van de DRN's voor CT hersenen voor kinderen (CTDI en DLP). *) Het 75^{ste} percentiel uit deze enquête is wellicht niet representatief voor de Nederlandse ziekenhuizen gezien het geringe aantal datapunten (Neonaten $N_{dlp}=1$ $N_{ctdi}=2$, 1jaar $N_{dlp}=1$ $N_{ctdi}=2$, 5jaar $N_{dlp}=3$ $N_{ctdi}=4$, 10jaar $N_{dlp}=3$ $N_{ctdi}=4$).



Figuur 11 Globaal overzicht van de DRN's bij kinderen voor X-thorax AP/PA. *) Het 75^{ste} percentiel uit deze enquête is wellicht niet representatief voor de Nederlandse ziekenhuizen gezien het geringe aantal datapunten (Neonaten N=3, 1 jaar N=3, 5 jaar N=4).



Figuur 12 Globaal overzicht van de DRN's bij kinderen voor X-abdomen AP. **) Het 75^{ste} percentiel uit deze enquête is wellicht niet representatief voor de Nederlandse ziekenhuizen gezien het geringe aantal datapunten (Neonaten N=3, 1 jaar N=3, 5 jaar N=4).



*Figuur 13 Globaal overzicht van de DRN's bij kinderen voor X-thorax AP/PA en X-abdomen AP. *) De dosisgegevens zijn voor de bijbehorende gewichten uit de DRNcurve gehaald. **) Het 75^{ste} percentiel uit deze enquête is wellicht niet representatief voor de Nederlandse ziekenhuizen gezien het geringe aantal datapunten (Neonaten N=1, 1 jaar N=1, 5 jaar N=2).*

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag