

STRALINGSHYGIËNISCHE RISICOANALYSE

Dental Network Capelle Centrum

Duikerlaan 262

2903 AC Capelle aan den IJssel



Sentix Dental Support Services BV
Noorderstraat 388a
9611 AW Sappemeer

T 0598-851848 E contact@sentix.nl
W www.sentix.nl KvK 70567166

Inleiding

Dental Network Capelle Centrum beschikt over zes behandelkamers en een röntgenruimte met röntgentoestellen. Voor de risicoanalyse relevante ruimten zijn in de plattegrond aangegeven met de posities:

- Behandelkamer 1
- Behandelkamer 2 (intra-oraal)
- Behandelkamer 3 (intra-oraal)
- Behandelkamer 4 (intra-oraal)
- Behandelkamer 5
- Behandelkamer 6 (intra-oraal)
- Behandelkamer 7 (intra-oraal)
- Behandelkamer 8 (intra-oraal)
- Röntgenruimte (OPG)
- Wachtruimte
- Backoffice
- Sterilisatie
- Kantoor
- Receptie
- Pantry
- Kleedkamer
- Overige ruimtes
- Terreingrens (T)

Samenvatting

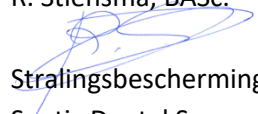
<i>Positie</i>	<i>Jaardosis (theoretisch maximum)</i>
Tandarts (en assistente) - regulier	0,15 mSv
Wachtruimte	0,021 mSv
Backoffice	0,0018 mSv
Behandelkamer 4	0,19 mSv
Sterilisatie	0,19 mSv
Kantoor	0,19 mSv
Receptie	< 0,19 mSv
Pantry	< 0,19 mSv
Kleedkamer	< 0,19 mSv
Overige ruimtes	< 0,19 mSv
Terreingrens (ID)	0,38 µSv
Voorziene onbedoelde handelingen	0,0024 mSv

Uitgangspunten voor de risicoanalyse

- Alle toestellen bevatten 2 mm Al-filtratie
- Volledige bezetting van alle röntgenkamers
- Samenstelling en wanddikte binnenmuren: 7 cm steen/10 mm glas
- Samenstelling en wanddikte buitenmuren: 9 mm dubbelglas/20 cm baksteen

De uitkomsten van de gemaakte berekeningen zijn bepaald aan de hand van de meest risicovolle situatie denkbaar binnen de praktijk. Dit betekent dat een aantal berekeningen vereenvoudigd zijn naar de meest conservatieve situatie.

R. Stiensma, BASc.


Stralingsbeschermingsdeskundige

Sentix Dental Support Services BV

25 februari 2020

1. Risico-identificatie

a. Welke handeling met straling wordt uitgevoerd?

Binnen Dental Network Capelle Centrum verrichten de tandarts (en assistente) beroepsmatige handelingen met röntgentoestellen, ten behoeve van medische diagnostiek.

b. Welke deelhandelingen worden uitgevoerd?

De te onderscheiden deelhandelingen zijn:

- Positioneren röntgentoestel ten opzichte van de patiënt (geen straling)
- Maken opname, tandarts (en assistente) nemen afstand en stellen zich indien mogelijk op achter scheidingswand (straling)
- Beoordeling opname (geen straling)

c. Wat zijn de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

1. Een voorziene onbedoelde gebeurtenis binnen de tandartspraktijk betreft de aanwezigheid van de tandarts (of assistente) in de röntgenruimte op het moment dat een OPG opname wordt gemaakt.
2. Een andere voorziene onbedoelde gebeurtenis binnen de tandartspraktijk betreft de aanwezigheid van een ledemaat, meest waarschijnlijk een hand, in de primaire röntgenbundel.

d. Wat zijn de eigenschappen van de bron of toestel waarmee de handeling wordt uitgevoerd?

Binnen Dental Network Capelle Centrum worden de handelingen ten behoeve van medische diagnostiek bij patiënten uitgevoerd met de volgende röntgentoestellen:

In behandelkamer 2:	Instrumentarium Focus, max. 70 kilovolt (kV), 1250 opnames/jaar
In behandelkamer 3:	Instrumentarium Focus, max. 65 kV, 1250 opnames/jaar
In behandelkamer 4:	KaVo Focus, max. 70 kV, 1250 opnames/jaar
In behandelkamer 6:	Instrumentarium Focus, max. 65 kV, 1250 opnames/jaar
In behandelkamer 7:	Instrumentarium Focus, max. 65 kV, 1250 opnames/jaar
In behandelkamer 8:	KaVo Focus, max. 70 kV, 1250 opnames/jaar
In röntgenruimte	Morita Veraview IC 5 HD, max. 70 kV, 500 opnames/jaar

e. Hoe vaak wordt de handeling uitgevoerd?

Voor het aantal opnamen per jaar is uitgegaan van het aantal gemaakte opnames in het afgelopen jaar inclusief een marge in geval van overschrijding van dit aantal. In bovenstaand overzicht (1d) is het aantal opnames per jaar per toestel gespecificeerd.

f. Welke personen kunnen blootgesteld worden?

Tijdens het maken van de opname zijn slechts de direct betrokken werknemers aanwezig (tandarts en assistente). Niet-direct betrokken personen zijn alle andere aanwezigen in aanpalende ruimtes (mondhygiënist, baliemedewerkers, administratief personeel, patiënten en passanten).

g. Waar vindt de handeling plaats?

De handelingen vinden plaats binnen Dental Network Capelle Centrum, gevestigd aan de Duikerlaan 262, 2903 AC te Capelle aan den IJssel. In het overzicht onder 1d is gespecificeerd in welke ruimtes de röntgentoestellen zich bevinden.

h. Wat zijn de getroffen maatregelen?

Organisatorisch maatregelen

Binnen de tandartspraktijk is door de ondernemer een Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming (TMS) aangewezen. De TMS ziet toe op voldoende instructie (zowel schriftelijk als mondeling) van medewerkers die met een röntgentoestel werken en het waar mogelijk werken met instelapparatuur. Binnen het contract met Sentix Dental Support Services BV is een stralingsbeschermingsdeskundige betrokken voor het opstellen/toetsen van de risicoanalyse, uitvoering van de kwaliteitscontroles van de röntgenapparatuur en het bijhouden van het KEW-dossier. Daarnaast verzorgt Sentix Dental Support Services BV de bereikbaarheid van een klinisch fysicus.

Technische maatregelen

De röntgenapparatuur wordt volgens de wettelijke vastgestelde periodiciteit (minimaal één keer per jaar) gecontroleerd waarbij de KNMT-Richtlijn Tandheelkundige Radiologie (juli 2018) gehanteerd wordt.

Personele maatregelen

Maatregelen om de blootstelling voor direct betrokken medewerkers te beperken bestaan uit het nemen van afstand tot buiten de ruimte. De tandarts (en assistente) neemt tijdens het maken van de opnames afstand tot de röntgenbuis en verlaat, indien mogelijk, de kamer om vanachter de scheidingswand de röntgentimer te bedienen.

Voor niet-direct betrokken personen bestaan de maatregelen om de blootstelling te beperken uit het nemen van afstand en/of afscherming door scheidende wanden ten opzichte van de ruimtes waar röntgenopnames gemaakt worden.

Bouwkundige maatregelen

In de dosisberekeningen is binnen de huidige situatie gerekend met de actueel aanwezige dikte en samenstelling van wanden. In de evaluatie hiervan is gekeken of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

2. Risicoberekening

a. Hoe kunnen de medewerkers worden blootgesteld aan ioniserende straling?

Medewerkers worden slechts blootgesteld aan stroostraling vanuit de patiënt in de ruimte waar op dat moment de opname wordt gemaakt. Indien er sprake is van belendende ruimte(s) met röntgentoestellen kunnen medewerkers blootgesteld worden aan de primaire bundel vanuit het röntgentoestel in deze ruimte(s).

b. Wat is de dosis door blootstelling in reguliere omstandigheden?

Primaire bundel en stroostralingsbijdrage

Onderstaande aannames met betrekking tot de primaire en secundaire stralingsdosis zijn gebaseerd op de Handreiking Stralingsrisicoanalyse van de KNMT¹.

Bijdrage primaire bundel intra-orale toestellen

Om de bijdrage van de primaire bundel te bepalen wordt uitgegaan van de volgende aannames:

$D_{\text{primaire bundel op 20 cm}}$	: 10 mGy/s op 20 cm van focus
$D_{\text{primaire bundel op 100 cm}}$	: 0,4 mGy/s op 100 cm van focus
$D_{\text{primaire bundel op 100 cm bij belichtingstijd van 200 ms}}$	: 0,08 mGy/opname op 100 cm van focus

Correctiefactoren opnamegeometrie

Links en rechts van patiënt	: 0,35
Achter patiënt	: 0,3

Stroostralingsdosis

Om de stroostralingsbijdrage ten gevolge van het maken van een intra-orale of OPG-opname te bepalen, wordt uitgegaan van de volgende aannames:

$D_{\text{strooi_intra-orale toestellen}}$	: 0,3 µGy/opname op 100 cm van de patiënt
$D_{\text{strooi_OPG-toestel}}$	: 0,6 µGy/opname op 100 cm van de patiënt

¹ E. Berkhout, T. Goedendorp, G.J. van Kalken (2015). Handreiking Stralingsrisicoanalyse. KNMT.
https://www.knmt.nl/sites/default/files/handreiking_stralingsrisicoanalyse.pdf

Gezien het aantal opnames in behandelkamer 6 en de overspraak uit de belendende behandelkamers is de werkplek in behandelkamer 6 de meest belaste positie in de praktijk.

Toestelgegevens: Instrumentarium Focus, max. 70 kV
Aantal opnames: 1250 opnames/jaar

$$E_{tandarts} = 1250 \times 0,0003 \text{ (mSv)} = 0,375 \text{ mSv}$$

- Werkafstand tot patiënt: 1,8 meter
- Scheidende wand 7 cm steen ($T_{70 \text{ kV}}$, 7 cm steen = 0,006).
- Aantal opnames per jaar: 2500 (1250 in kamer 5 en 1250 in kamer 7)
- Primaire bundel op 1,0 meter: 0,08 mSv/opname
- Correctiefactor opnamegeometrie: 0,35

$$E_{kamer\ 6\ agv\ kamer\ 5\ en\ 7} = 2500 \times 0,08 \times \left[\frac{100\ (cm)^2}{180\ (cm)^2} \right] \times 0,006 \times 0,35 = 0,13\ mSv/jaar$$

$$E_{opnamepositie\ agv\ OPG} = 500 \times 0,0006 \times \left[\frac{100\ (cm)^2}{100\ (cm)^2} \right] \times 0,006 = 0,0018\ mSv/jaar$$

6 van 10

Dosis in de wachtruimte

De wachtruimte bevindt zich ten opzichte van de opnameposities in behandelkamers 2 en 3 op minimaal 3,0 meter vanaf de focussen. Tussen de wachtruimte en de behandelkamers bevindt zich een scheidende wand bestaande uit 10 mm glas ($T_{70 \text{ kV}, 10 \text{ mm glas}} = 0,25$). De wachtruimte wordt slechts belast door strooistraling vanuit de patiënt (0,0003 mSv/opname).

Bijdrage behandelkamer 2 en 3 aan wachtruimte:

$$E_{\text{wachtruimte agv behandelkamer 2 en 3}} = 2500 \times 0,0003 \times \left[\frac{100 (\text{cm})^2}{300 (\text{cm})^2} \right] \times 0,25 = 0,021 \text{ mSv/jaar}$$

Dosis in de backoffice

De backoffice bevindt zich ten opzichte van de opnamepositie in de röntgenruimte op 1,0 meter vanaf het focus. Tussen de backoffice en de röntgenruimte bevindt zich een scheidende wand bestaande uit 7 cm steen ($T_{70 \text{ kV}, 7 \text{ cm steen}} = 0,006$). De backoffice wordt slechts belast door strooistraling vanuit de patiënt (0,0006 mSv/opname).

Bijdrage röntgenruimte aan backoffice:

$$E_{\text{backoffice agv röntgenruimte}} = 500 \times 0,0006 \times \left[\frac{100 (\text{cm})^2}{100 (\text{cm})^2} \right] \times 0,006 = 0,0018 \text{ mSv/jaar}$$

Dosis in behandelkamer 4

Behandelkamer 4 bevindt zich ten opzichte van de opnamepositie in behandelkamer 5 op 1,8 meter vanaf het focus. Tussen behandelkamer 4 en behandelkamer 5 bevindt zich een scheidende wand bestaande uit 7 cm steen ($T_{70 \text{ kV}, 7 \text{ cm steen}} = 0,006$). Behandelkamer 4 wordt belast door de primaire bundel vanuit het röntgentoestel (0,08 mSv/opname). De correctiefactor voor de opnamegeometrie van de primaire bundel in deze richting bedraagt 0,35.

Bijdrage behandelkamer 5 aan behandelkamer 4:

$$E_{\text{behandelkamer 4 agv behandelkamer 5}} = 1250 \times 0,08 \times \left[\frac{100 (\text{cm})^2}{180 (\text{cm})^2} \right] \times 0,006 = 0,19 \text{ mSv/jaar}$$

Voor de sterilisatie en het kantoor geldt dezelfde situatie als bovenstaand, omdat deze ruimtes zich op eenzelfde afstand van een behandelkamer bevinden en doordat er zich eenzelfde wand tussen de ruimtes bevindt. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat de blootstelling in deze ruimtes ook maximaal 0,19 mSv/jaar bedraagt.

Voor de overige ruimtes binnen de praktijk (behandelkamer 1 receptie, consultatiekamer, pantry, kleedkamer, etc.) geldt dat deze minder belast is dan de bovenstaande situatie, doordat deze ruimtes zich op een grotere afstand ten opzichte van de behandelkamers/röntgenruimte bevinden en/of doordat er zich meer afscherming in de scheidende wanden bevindt. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat de blootstelling in deze ruimtes ruimschoots minder zal bedragen dan 0,19 mSv/jaar.

Dosis op de terreingrens

De meest belaste terreingrens bevindt zich ter hoogte van de verdieping scheidende vloer van een van de behandelkamers (in alle behandelkamers worden eenzelfde aantal opnames gemaakt en bevindt het toestel zich even ver van de terreingrens). In de behandelkamer bevindt het toestel zich op 1,0 meter van de terreingrens. De toestellen in de overige behandelkamers en de röntgenruimte bevinden zich op een dusdanig grote afstand van de terreingrens dat het cumulatieve effect van deze toestellen verwaarloosbaar is. Afscherming wordt geboden door een kanaalplaatvloer van 10 cm beton ($T_{70 \text{ kV}, 10 \text{ cm beton}} = 0,001$) en de terreingrens wordt slechts belast door stroostraling vanuit de patiënt ($0,3 \mu\text{Sv/opname}$).

De individuele jaardosis op de terreingrens bedraagt daarmee:

$$ID_{\text{terreingrens}} = 1250 \times 0,3 \times \left[\frac{100 (\text{cm})^2}{100 (\text{cm})^2} \right] \times 0,001 = 0,38 \mu\text{Sv/jaar}$$

Op ieder andere positie is de terreingrens minder belast.

c. Wat is de dosis door blootstelling bij en de kans op voorziene onbedoelde gebeurtenis?

Gebeurtenis 1: Aanwezigheid van tandarts (of assistente) in de ruimte op moment van opname

De tandarts (of assistente) bevindt zich tijdens het maken van een opname in de stroostralingsbundel van het röntgentoestel op 100 cm afstand. In de berekening voor de jaardosis van de tandarts (of assistente) wordt van de conservatieve aanname uitgegaan dat deze gebeurtenis twee keer per jaar optreedt terwijl de tandarts (of assistente) zich gedurende een gehele OPG - opname in de ruimte bevindt.

De dosis als gevolg van deze gebeurtenis bedraagt:

$$E_{\text{gebeurtenis 1}} = 2 \times 0,0006 \times \left[\frac{100 (\text{cm})^2}{100 (\text{cm})^2} \right] = 0,0012 \text{ mSv/jaar}$$

Gebeurtenis 2: Aanwezigheid van een ledemaat (een hand) in de primaire röntgenbundel

Een (klein gedeelte van het oppervlak van de) hand bevindt zich tijdens het maken van een opname in de primaire bundel van het röntgentoestel aan het uiteinde van de tubus (oppervlakte tubus = $4 \times 5 \text{ cm} = 20 \text{ cm}^2$) op een afstand van 20 cm vanaf het focus. In de berekening voor de jaardosis van de tandarts (en assistente) wordt van de conservatieve aanname uitgegaan dat deze gebeurtenis één keer per jaar optreedt.

De geabsorbeerde dosis op 100 cm van het focus bedraagt $0,08 \text{ mGy/opname}$. De equivalente huid dosis per opname bedraagt daarmee:

$$H = D_{\text{intree}} \times W_r$$

$$H_{\text{huid}} = 0,08 (\text{mGy}) \times 1 \times \left[\frac{100 (\text{cm})^2}{20 (\text{cm})^2} \right] = 2,0 \text{ mSv}$$

Daarnaast wordt het gehele lichaam blootgesteld aan strooistraling vanuit het ledemaat. De strooistralingsbijdrage bedraagt 0,0003 mSv/opname en de afstand tot het verstrooiend ledemaat wordt gesteld op 0,5 meter. De strooistralingsbijdrage voor deze gebeurtenis bedraagt:

$$E_{strooi} = 0,0003 \text{ (mSv)} \times \left[\frac{100 \text{ (cm)}^2}{50 \text{ (cm)}^2} \right] = 0,0012 \text{ mSv}$$

d. Blijft voor alle blootgestelde personen de totale jaardosis beneden de referentiedosis?

De totale effectieve jaardosis valt voor alle blootgestelde personen boven de referentiedosis (de blootstelling door voorziene onbedoelde handelingen van 0,0024 mSv opgeteld bij de jaardosis ten gevolge van reguliere handelingen voor de tandarts en assistent van 0,15 mSv/jaar valt boven de referentiedosis van 0,1 mSv/jaar).

e. Wat zijn de risico's van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

I. Wat is de effectfactor(Eff)?

Gebeurtenis 1 (effectieve dosis 0,0012 mSv) : Eff = 1

Gebeurtenis 2 (effectieve dosis: 0,0012 mSv & equivalente dosis: 2,0 mSv) : Eff = 3

II. Wat zijn de belastingfactor (B) en de waarschijnlijkheidsfactor (W)?

Beide gebeurtenissen zijn voorziene onbedoelde gebeurtenissen waarvan wordt aangenomen dat ze maximaal één keer per jaar voorkomen bij een toestel dat dagelijks gebruikt wordt en waar gemiddeld 500 opnames/jaar (gebeurtenis 1) en 1250 opnames/jaar (gebeurtenis 2) worden gemaakt

De belastingfactor van gebeurtenis 1 en 2 is daarom: : B = 6

Voor gebeurtenis 1 (kans 1 op 500) is de waarschijnlijkheidsfactor : W = 1

Voor gebeurtenis 2 (kan 1 op 1250) is de waarschijnlijkheidsfactor : W = 1

III. Wat is het risicogetal R?

De risicogetallen zijn hiermee:

Gebeurtenis 1: $R_{\text{gebeurtenis 1}} = 1 \times 6 \times 1 = 6$

Gebeurtenis 2: $R_{\text{gebeurtenis 2}} = 3 \times 6 \times 1 = 18$

3. Risico-evaluatie

a. Wat is de jaardosis voor individuele medewerkers?

De blootstelling door voorziene onbedoelde handelingen (0,0024 mSv) opgeteld bij de jaardosis ten gevolge van reguliere handelingen (0,15 mSv/jaar) leidt tot een theoretisch maximale jaardosis van 0,15 mSv/jaar voor de individuele werknemer.

b. Wat is op basis van de jaardosis voor individuele werknemers de juiste indeling blootgestelde medewerkers en zones?

De blootstelling door voorziene onbedoelde handelingen (0,0024 mSv) opgeteld bij de jaardosis ten gevolge van reguliere handelingen (0,15 mSv/jaar) leidt tot een theoretisch maximale jaardosis van 0,15 mSv/jaar voor de individuele werknemer waarmee de limiet (1 mSv/jaar) voor niet-blootgestelde werknemers niet wordt overgeschreden. Alle individuele werknemers vallen daarmee in de categorie niet-blootgestelde werknemers.

Voor gebeurtenis 1 geldt een risicogetal van 6 en voor gebeurtenis 2 geldt een risicogetal van 18. Daarmee verdient gebeurtenis 2 prioriteit ten opzichte van gebeurtenis 1 en is er in de werkinstructie vastgelegd dat (een deel van) het lichaam zich nooit in het verlengde van de primaire bundel mag bevinden tijdens een opname.

De effectieve dosis in de behandelkamers met röntgentoestellen blijft beneden de 1 mSv/jaar op een afstand van maximaal 1,0 meter vanaf het hoofd van de patiënt waarmee de behandelkamers niet worden beschouwd als bewaakte zone.

De effectieve dosis in de röntgenruimte met de OPG blijft beneden de 1 mSv/jaar op een afstand van maximaal 1,0 meter vanaf het hoofd van de patiënt waarmee deze niet wordt beschouwd als bewaakte zone.

c. Is voldaan aan ALARA?

Invulling aan ALARA is voldaan door het nemen van afstand tot buiten de ruimte en het opstellen achter een scheidende wand.

d. Blijven alle berekende persoonsdosiswaarden beneden de dosislimieten?

Uit de risicoanalyse blijkt dat alle berekende persoonsdosiswaarden beneden de wettelijke jaarlimiet van 1 mSv/jaar voor niet-blootgestelde werknemers en leden van de bevolking valt.

e. Conclusie

De blootstelling door reguliere handelingen van 0,15 mSv per jaar opgeteld bij de jaardosis ten gevolge van voorziene onbedoelde handelingen voor de tandarts en assistent (0,0024 mSv/jaar) leidt tot een blootstelling van minder dan 1 mSv/jaar. De jaardosis is daarmee lager dan de dosislimiet van 1 mSv/jaar die geldt voor niet-blootgestelde werknemers. Daarnaast is de equivalente dosis op de huid vastgesteld (2,0 mSv/jaar) en valt deze onder de 50 mSv/jaar, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van minimaal 1 cm². Ook is de blootstelling in een aantal overige ruimtes vastgesteld. Ook hier is de blootstelling overal lager dan 1 mSv/jaar en valt daarmee beneden de dosislimiet van 1 mSv/jaar voor niet-blootgestelde werknemers en leden van de bevolking. Er hoeven dan ook geen aanvullende maatregelen te worden genomen (ALARA-maatregelen zijn reeds ingevuld door het nemen van afstand tot buiten de ruimte en het opstellen achter een scheidende wand). Er is geen verplichting de medewerkers als blootgestelde werknemers in te delen.

De maximale terreingrensdosis (ID) is vastgesteld op 0,38 µSv/jaar. Dit valt beneden de wettelijke jaarlimiet van het secundaire terreingrensniveau van 10 µSv. ALARA-maatregelen zijn reeds getroffen door de afstand van het toestel tot de terreingrens en de tussenliggende afscherming.