

STRALINGSHYGIËNISCHE RISICOANALYSE

Dental Network Fascinatio
Fascinatio Boulevard 1126
2909 VA Capelle aan den IJssel



Sentix Dental Support Services BV
Noorderstraat 388a
9611 AW Sappemeer

T 0598-851848 / 06-30718761
F 084-0031461 E info@sentix.nl
W www.sentix.nl KvK 51702959

Inleiding

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

- Behandelkamer 1 (intra-oraal)
- Behandelkamer 2 (intra-oraal)
- Behandelkamer 3
- Behandelkamer 4 (intra-oraal)
- Röntgenruimte (OPG)
- Sterilisatie
- Balie
- Wachtruimte
- Terreingrens (T)

Samenvatting

<i>Positie</i>	<i>Jaardosis (theoretisch maximum)</i>
Tandarts (en assistente) - regulier	0,000075 mSv
Sterilisatie	0,00056 mSv
Balie	0,0021 mSv
Wachtruimte	< 0,0021 mSv
Terreingrens	6,69 µSv
Voorziene onbedoelde handelingen	0,024 mSv

Uitgangspunten voor de risicoanalyse

- Alle toestellen bevatten 2 mm Al-filtratie
- Volledige bezetting van alle röntgenkamers
- Samenstelling en wanddikte binnenmuren: 10 mm glas/gips + 1,0 mm lood/10 cm steen
- Samenstelling en wanddikte röntgenruimte: gips/hout + 1,0 mm lood
- 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

28 maart 2019

1. Risico-identificatie

a. Welke handeling met straling wordt uitgevoerd?

Binnen Dental Network Fascinatio 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 ruimte op het moment dat een röntgenopname wordt gemaakt, waarbij de schildklier zich volledig in de primaire röntgenbundel bevindt.

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 Fascinatio worden de handelingen ten behoeve van medische diagnostiek bij patiënten uitgevoerd met de volgende röntgentoestellen:

In behandelkamer 1:	Kodak/Trophy Kodak 2200, max. 70 kilovolt (kV), 3000 opnames/jaar
In behandelkamer 2:	Acteon X-Mind Unity, max. 70 kV, 3000 opnames/jaar
In behandelkamer 4:	Acteon X-Mind Unity, max. 70 kV, 250 opnames/jaar
In röntgenruimte	Morita Veraviewepocs, max. 90 kV, 250 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 Fascinatio, gevestigd aan de Fascinatio Boulevard 1126, 2909 VA 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 foto's 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 strooistraling vanuit de patiënt in de ruimte waar op dat moment de foto 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 strooistralingsbijdrage

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

Strooistralingsdosis

Om de strooistralingsbijdrage 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 2 en de overspraak uit de röntgenruimte is de werkplek in behandelkamer 2 de meest belaste positie in de praktijk.

Behandelkamer 2

Toestelgegevens: Acteon X-Mind Unity, max. 70 kV

Aantal foto's: 3000 opnames/jaar

$D_{\text{strooi}} = H_{\text{strooi}} = 0,3 \text{ } \mu\text{Sv} = 0,0003 \text{ mSv}$ ($H_t = 1$) voor de equivalente dosis ten gevolge van verstrooiing van intra-orale toestellen, op een afstand van 100 cm van de patiënt. Absorptie in kaak en zacht weefsel wordt verwaarloosd en verondersteld wordt dat elk deel van het lichaam van de tandarts aan de stroostraling is blootgesteld. Dan is $E = H_{\text{strooi}}$ de effectieve dosis per foto. De effectieve jaardosis van de tandarts wordt dan:

$$E_{tandarts} = 3000 \times 0,0003 \text{ (mSv)} = 0,9 \text{ mSv}$$

Maatregelen om blootstelling verder te beperken bestaan uit het nemen van afstand tot buiten de ruimte. De tandarts (en assistente) neemt tijdens het maken van de foto's afstand tot de röntgenbuis en verlaat de ruimte om vanachter de scheidingswand de röntgentimer te bedienen. De minimale afstand tot het verstrooiend lichaam bedraagt 2,0 meter. De blootstelling is daarmee een factor 4 lager en bedraagt: 0,225 mSv. Aanvullende afscherming door de scheidende wand bestaande uit gips met daarin aanvullende afscherming in de vorm van 1,0 mm lood reduceert deze blootstelling met ruim een factor 3000 ($T_{70 \text{ kV}, 1,0 \text{ mm lood}} = 0,0003$) waarmee de blootstelling 0,000675 mSv/jaar bedraagt.

Specifieker uitgewerkt met inachtname van overspraak uit de röntgenruimte:

Bijdrage röntgenruimte:

- Werkaafstand tot patiënt: 2,0 meter
- Scheidende wand 2 x 1,0 mm lood ($T_{90 \text{ kV}}$, 2,0 mm lood = 0,0002).
- Aantal opnames per jaar: 250
- Strooistraling op 1,0 meter van patient: 0,0006 mSv/opname

$$E_{\text{behandelkamer 2 agv röntgenruimte}} = 250 \times 0,0006 \times \left[\frac{100 \text{ (cm)}^2}{200 \text{ (cm)}^2} \right] \times 0,0002$$

$$= 0,0000075 \text{ mSv/jaar}$$

De feitelijke blootstelling bedraagt daarmee 0,000075 mSv/jaar.

Dosis bij de sterilisatie

De sterilisatie bevindt zich ten opzichte van de opnamepositie in behandelkamer 1 op 2,1 meter vanaf het focus en ten opzichte van de opnamepositie in de röntgenruimte op 1,3 meter vanaf het focus. Tussen de sterilisatie en behandelkamer 1 bevindt zich een scheidende wand bestaande uit 10 cm steen ($T_{70 \text{ kV}, 10 \text{ cm steen}} = 0,001$) en tussen de sterilisatie en de röntgenruimte bevindt zich een scheidende wand met daarin aanvullende afscherming in de vorm van 1,0 mm lood ($T_{90 \text{ kV}, 1,0 \text{ mm lood}} = 0,004$). De sterilisatie wordt slechts belast door strooistraling vanuit de patiënt voor zowel het intra-orale toestel in behandelkamer 1 (0,0003 mSv/opname) als de OPG in de röntgenruimte (0,0006 mSv/opname).

Bijdrage behandelkamer 1 aan sterilisatie:

$$E_{\text{sterilisatie agv behandelkamer 1}} = 3000 \times 0,0003 \times \left[\frac{100 \text{ (cm)}^2}{210 \text{ (cm)}^2} \right] \times 0,001 = 0,00020 \text{ mSv/jaar}$$

Bijdrage röntgenruimte aan sterilisatie:

$$E_{\text{sterilisatie agv röntgenruimte}} = 250 \times 0,0006 \times \left[\frac{100 \text{ (cm)}^2}{130 \text{ (cm)}^2} \right] \times 0,004 = 0,00036 \text{ mSv/jaar}$$

De feitelijke blootstelling bedraagt daarmee 0,00056 mSv/jaar.

Dosis bij de balie

De balie bevindt zich ten opzichte van de opnamepositie in behandelkamer 1 op 3,0 meter vanaf het focus. Tussen de balie en behandelkamer 1 bevindt zich een scheidende wand bestaande uit 10 mm glas ($T_{70 \text{ kV}, 10 \text{ mm glas}} = 0,25$). De balie wordt slechts belast door strooistraling vanuit de patiënt (0,0003 mSv/opname).

Bijdrage behandelkamer 1 aan balie:

$$E_{\text{balie}} = 250 \times 0,0003 \times \left[\frac{100 \text{ (cm)}^2}{300 \text{ (cm)}^2} \right] \times 0,25 = 0,0021 \text{ mSv/jaar}$$

Voor de wachtruimte geldt dat deze minder belast is dan de bovenstaande situatie, doordat deze ruimte zich op een grotere afstand ten opzichte van behandelkamer 1 bevindt. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat de blootstelling in deze ruimtes ruimschoots minder zal bedragen dan 0,0021 mSv/jaar.

Dosis op de terreingrens

De meest belaste terreingrens bevindt zich ter hoogte van de buitenmuur grenzend aan de noordzijde van behandelkamer 4 (zie plattegrond, punt T). Het toestel bevindt zich hier op 5,6 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 9 mm dubbel glas ($T_{70 \text{ kV}, 9 \text{ mm dubbel glas}} = 0,25$) en de terreingrens wordt belast door de primaire bundel vanuit het röntgentoestel (80,0 μ Sv/opname op 1 meter afstand). De correctiefactor voor de opnamegeometrie van de primaire bundel bedraagt 0,35.

De individuele jaardosis (ID) op deze terreingrens bedraagt daarmee:

$$ID_{\text{terreingrens, behandelkamer 4}} = 3000 \times 80,0 \times \left[\frac{100 \text{ (cm)}^2}{560 \text{ (cm)}^2} \right] \times 0,25 \times 0,35 = 669,64 \text{ } \mu\text{Sv/jaar}$$

Wanneer er gekeken wordt naar de Multifunctionele Individuele Dosis (MID) mag er een correctiefactor van 0,25 gebruik worden. Hiermee bedraagt de dosis op de terreingrens:

$$MID_{\text{terreingrens, behandelkamer 4}} = ID \times 0,25 = 669,64 \times 0,25 = 167,41 \text{ } \mu\text{Sv/jaar}$$

Wanneer er gekeken wordt naar de Actuele Individuele Dosis (AID) en naar de functie van de omgevingsbestemming (parkeerterrein) mag er een correctiefactor van 0,01 worden toegepast. Hiermee bedraagt de dosis op de terreingrens:

$$AID_{\text{terreingrens, behandelkamer 4}} = ID \times 0,01 = 669,64 \times 0,01 = 6,69 \text{ } \mu\text{Sv/jaar}$$

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 foto in de primaire bundel van het röntgentoestel op 100 cm afstand. De schildklier bevindt zich volledig in deze bundel. In de berekening voor de jaardosis van de tandarts (of 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 mGy/opname. Dit is tevens de maximaal mogelijke equivalente schildklierdosis ($H_t = 1$). De effectieve dosis ten gevolge van deze gebeurtenis bedraagt:

$$E_{\text{incident}} = H_{\text{schildklier}} \times W_{\text{schildklier}} = 0,08 \times 0,04 = 0,0032 \text{ mSv}$$

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

Een hand bevindt zich tijdens het maken van een foto in de primaire bundel van het röntgentoestel aan het uiteinde van de tubus op een afstand van 20 cm. 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 mGy/opname. De effectieve huiddosis per foto bedraagt daarmee:

$$E_{\text{huid}} = D_{\text{intree}} \times W_r \times W_{\text{huid}}$$

$$E_{\text{huid}} = 0,08 \text{ (mGy)} \times 1 \times \left[\frac{100 \text{ (cm)}^2}{20 \text{ (cm)}^2} \right] \times 0,01 = 0,020 \text{ mSv}$$

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

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

De effectieve dosis ten gevolge van deze gebeurtenis bedraagt daarmee in totaal 0,024 mSv.

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

De totale effectieve jaardosis valt voor alle blootgestelde personen beneden de referentiedosis (de blootstelling door voorziene onbedoelde handelingen van 0,024 mSv opgeteld bij de jaardosis ten gevolge van reguliere handelingen voor de tandarts en assistent van 0,000075 mSv/jaar valt beneden de referentiedosis van 0,1 mSv/jaar).

3. Risico-evaluatie

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 0,000075 mSv per jaar opgeteld bij de jaardosis ten gevolge van voorziene onbedoelde handelingen voor de tandarts en assistent (0,024 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 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 is vastgesteld op 6,69 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.