

Risico-identificatie en Evaluatie röntgentoestellen Nij Smellinghe Drachten

Vastgesteld: 22 april 2026

De RI&E voor blootstelling aan stralingsdosis bestaat uit twee documenten; RI&E radioactieve stoffen en RI&E röntgentoestellen. Dit document is bedoeld voor medewerkers die handelingen verrichten met röntgentoestellen. De rapportage heeft betrekking op categorie 2A 2; onderzoek van personen op medische indicatie op basis van Bijlage 2.1 van de Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming.

In dit document worden de risico's van de handelingen met röntgentoestellen uitgewerkt en daarmee de blootstelling aan stralingsdosis. In het document wordt gewerkt met referentiegroepen gebaseerd op een nominaal aantal FTE en niet met individuele werknemers. Een medewerker wordt ingedeeld als blootgesteld medewerker als deze werkzaam is in een referentiegroep die gecategoriseerd is als blootgestelde groep.

Voor de bepaling van de individuele jaardosis moet elke afzonderlijke referentiegroepsdosis vermenigvuldigd worden met de arbeidstijdsfractie waarin de medewerker dat jaar werkzaam is.

Als een medewerker ook handelingen uitvoert met radioactieve stoffen zal voor de indeling van de blootstellingscategorie en de bepaling van de individuele jaardosis ook de resultaten van het document RI&E radioactieve stoffen moeten worden meegenomen.

Datum	Opmerking
26-4-2019	CT punctie aangepast: dosis punctie in kamer op 10% van totaal onderzoek gezet. Radioloog aan tafel voor 10% op afstand van 75 cm, overig deel naast de gantry waarbij voor de afscherming een afstand van 4 m is gehanteerd.
21-6-2019	Potentiële risico bucky beperkt op vasthouden patiënt in kamer (2/500 onderzoeken) en doorgerekend met aantal medew/fte. Potentiële risico CT beperkt op vasthouden patiënt in kamer (2/1000 onderzoeken) geprojecteerd op dosis CT abdomen voor alle CT onderzoeken en doorgerekend met aantal medew/fte. Potentiële risico voor binnenlopen kamer (eenmaal per medewerker per categorie) en doorgerekend met aantal medew/fte. Bij Bekken-Heup onderzoek aan tafel regulier 2% en Buikoverzicht 5%
29-4-2020	Aantal handelingen en dosis per handeling geëvalueerd en geactualiseerd o.b.v. uitgevoerde onderzoeken in 2019
8-1-2021	DAP waarden van de doorlichting aangepast aan 2020
29-1-2021	Aanpassing MKA. OPG en Conebeam ruimte gerekend met 1 mm lood. Let wel, de voormalige CBCT kamer waar nu OPG staat heeft 2 mm lood dus meer bescherming dan aangegeven in de risico inventarisatie. Aantallen aangepast aan huidige productie, CBCT max 100 kV ivm nieuw toestel.
8-2-2021	Uitdraai van alle onderzoeken van 2020 met dosisgegevens gemaakt en hiermee daar van toepassing een nieuwe indeling in onderzoeksgroepen gemaakt voor de verschillende modaliteiten. De uitdraai is als los document opgeslagen bij de risico inventarisatie. DLP waarden CT aangepast aan onderzoeken 2020. Voor de laboranten geldt dat de onderzoeken evenredig zijn verdeeld over de CT laboranten. De tweede laborant die bij het onderzoek betrokken is is niet apart meegenomen maar ontvangt o.b.v. aantallen FTE 1/3 van de dosis van een CT laborant. DAP waarden OK, Pijnpoli, Angio Interventie aangepast o.b.v.2020. DAP waarden bucky aangepast o.b.v. 2020. Voor de urologie is een verdeling gemaakt van 15 onderzoeken per jaar op de poli (c.a. 1 onderzoek per maand) en de overige onderzoeken zijn ingedeeld op de OK.
30-6-2021	Toevoeging P.A.anaesthesie medewerker
19-1-2022	Aanpassing CAG en PM (aantallen) en o.b.v. effectieve dosis cardiologen ingedeeld als B werker.
14-9-2022	Aanpassing aantallen en gemiddelde DAP van de pijnpoli. Aanleiding verplaatsing toestel naar andere locatie.

5-7-2023	Aanpassing aantallen en gemiddelde DAP van de traumachirurgische ingrepen. Aanleiding betreft de toename van aantal onderzoeken en uitbreiding traumachirurgen. Aanpassing cardiologie en indeling gemaakt in CAG en PM voor wat betreft de specialisten omdat deze uitsluitend een van beide type onderzoeken uitvoeren.
19-6-2024	Aanpassingen aantal angio MBB'ers, aantal HCK laboranten, aantal CT MBB'ers, DAP OK heup, bovenbeen, bekken; aantal traumachirurgen aangepast van 3 naar 2, omdat 1 traumachirurg beduidend minder OK's doet.
24-6-2024	Aantallen voor CT en bucky nagelopen. Veel aantallen omhoog gezet n.a.v. jaarverslag 2023. Aantal van bucky zaal is juist enorm omlaag gegaan van 1379 naar 820.
8-7-2024	Meer categorieën voor CT toegevoegd. Alle aantallen en DLP's daarop aangepast. Aantal neuro OK medewerkers aangepast van 3 naar 4 (op basis van aantal badges). Aantal MBB'ers gecheckt: ivm parttimefactoren op 25 laten staan. Liever overschatting dan onderschatting in de RIE uitkomsten.
10-7-2024	Aantal CT punctie radiologen gecheckt (blijft 4 omdat punctieradioloog 5 weggaat). Interventieradioloog sonde van 3 naar 2 gedaan ivm uit dienst gaan radioloog die veel onder doorlichting deed.
3-9-2024	Aantallen ERCP aangepast n.a.v. afstemming met MDL arts.
26-2-2025	Jaarlijkse blootstelling van regulier en potentieel samengevoegd in één tabel.
31-3-2025	DAP waarden en aantallen aangepast aan actuele gegevens o.b.v. uitdraai 2024. In het bijzonder voor de doorlichting ook de HSG onderzoeken toegevoegd.
14-4-2025	FTE traumachirurgen aangepast naar 3 (4 traumachirurgen werken samen 13 dagen)
22-4-2026	Geactualiseerd voor alle aanwezige toestellen. DAP CBCT aangepast aan waarde die dezelfde dosis geeft voor strooistraling als de geregistreerde DLP. Uitgangspunt 5 micro Sv/10 mGycm en DLP van 20 mGycm per CBCT.

Door A. Talsma; Klinisch Fysicus en stralingsbeschermingsdeskundige

1. Risico-identificatie.

Te stellen vragen:

- a. Zijn alle bronnen van ioniserende straling en hun eigenschappen geïnventariseerd?

Binnen Nij Smellinghe worden röntgentoestellen gebruikt binnen de afdeling radiologie, op het OK complex, op de pijnpoli en de afdeling MKA-CBT. Daarnaast wordt een mobiel röntgentoestel gebruikt voor het maken van röntgenopnamen van klinische patiënten op zaal.

Een overzicht van alle bronnen staat weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Overzicht bronnen

Categorie	Ruimte	Bron	kVmax
Bucky	D 45	vaste bucky; Digital Diagnost VM	150
	D 55	vaste bucky; Digital Diagnost VM	150
Bucky-zaal	mobiel	mobiele röntgen; DRX DR 7000	150
CT	E 023	CT; Somatom Go All	135
	E 027	CT; Somatom Force	135
DEXA	C 29	DEXA; GE Lunar iDXA	140
Doorlichtkamer	D 16	doorlichtstatief; Multi Diagnost Eleva FD	150
HC-Interventie	D 14	doorlichtstatief; Allura Xper FD20	125
Mammografie	E 060	mammograaf; 3Dimensions	49
	E 59	mammapunctie; 3Dimensions+ Affirm	34
		punctiesysteem; Brevera	50
MKA	P 25	Intraoraal; Heliodont DS	60
	OK	Intraoraal; Heliodont DS	60
	CBT 2	Intraoraal; Heliodont PLUS	60
	CBT 1	Intraoraal; Heliodont PLUS	60
	N 010	OPG; Siemens Sirona	90
MKA Dokkum	N 012	CB CT; Newton GIANO HR 2D & 3D	100
	Donger MKA	OPG; Siemens Sirona	90
		Intraoraal; Heliodont DS	60
OK	OK	C-boog; Veradius NEO	125
	OK/Urologie poli	C-boog; Veradius NEO	125
	Hybride OK	Doorlichtstatief; Azurion	125
PET	PET CT	Biograph mCT 20	125
Pijnpoli	Pijnpoli	C-boog; Arcadis Avantic	125
Poli urologie	Poli urologie	C-boog Wolf Piezolith 3000 plus	125
SPECT CT	SPECT CT	Pro SPECTRA Q3	125

- b. Welke handelingen worden er verricht met deze bronnen?

Het onderzoekenoverzicht staat in Tabel 2. De handelingen ten gevolge van deze onderzoeken door de diverse groepen medewerkers staat in Tabel 3

Tabel 2 Onderzoekenoverzicht.

Categorie	Onderzoek	DOP (mGycm ²)	DLP (mGycm)	Aantal
Bucky	Bekken+heup	680		3960
	Bovenarm	100		350

	Bovenbeen	190	300
	Buikoverzicht	1350	700
	Cervicale wervelkolom	170	475
	Cervivcale wervelkolom	170	400
	Clavicula	40	530
	Elleboog	60	925
	Enkel	100	1627
	Hand	26	2000
	Knie	112	3500
	Lumbale wervelkolom	1250	1500
	Onderarm	90	350
	Onderbeen	220	450
	Pols	21	1500
	Schouder	155	2200
	Sinus	90	255
	Thoracale wervelkolom	520	500
	Thorax	190	8000
	Voet	55	2250
Bucky-zaal	Extremiteit SEH	50	2000
	Thorax-zaal	40	1379
CT	CT Abdomen	372	2645
	CT Angio interventie	375	690
	CT Bekken/heup	369	210
	CT Extremiteit	221	720
	CT Hals	250	52
	CT Hals Thorax Abd.	415	850
	CT Hart	175	330
	CT longembolie	165	528
	CT Punctie	300	122
	CT Schedel	785	2720
	CT Schedel Perfusie	2572	122
	CT Schouder	335	95
	CT Sinus	12	445
	CT Thorax	183	1378
	CT Thorax abdomen	435	1395
	CT Thorax blanco	100	100
	CT Wervelkolom	828	571
	CT Wevelkolom	575	235
	CTA aortaboog en carotiden	1460	400
DEXA	Botdensitometrie	450	1328
Doorlichting	Arthrogram	55	208
	ERCP doorl	3000	125
	Functieonderzoek orthopedie	25	220
	HSG	300	10
	MCG	4000	15
	Nefrostomie e.d.	1420	48

	Slokdarm/maag	6000	196
	Sonde inbrengen	10000	6
	Spuut steroïden inbrengen	50	400
HC-Interventie	Angio	46000	360
	CAG	30000	250
	Pacemaker	6200	80
Mammografie	Mammografie	6000	2500
	Mammografie Punctie	1200	50
MKA	CBCT	1000	400
	Intra oraal	25	1000
	OPG	125	5000
MKA locatie Dokkum	CBCT	1000	500
	Intra oraal	25	800
	OPG	125	2500
OK	Bekken+heup	1200	135
	Bekken+heup ortho	1200	135
	Bekken+heup trauma	1200	73
	EVAR	58000	50
	Extremiteiten	100	325
	Extremiteiten ortho	60	41
	Extremiteiten plastische	60	16
	Extremiteiten trauma	60	205
	Gynaecologie Essure	100	10
	OK angio	15000	90
	OK Stentgraft	22000	50
	Plaatsbepaling LWK	250	200
	Spondylodese	20000	30
	Spondylodese CBCT	25000	30
	Urinewegstelsel	2830	120
PET CT	CT Hals Thorax Abd.	415	300
	CT Thorax abdomen	435	1200
Pijn	Pijn	400	1000
SPECT CT	Nuc Botscan	40	250
	Nuc Myocard	15	250
Urologie poli	ESWL	2830	25
	Urinewegstelsel	2830	15

Tabel 3 Handelingenoverzicht.

Referentiegroep	Categorie	afstand (m)	Handeling
Alg. Chirurg	OK	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Anaesthesie medew.	OK	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
			Uitvoeren van onderzoek vanaf bediening
		2	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		3	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		6	Uitvoeren van onderzoek vanaf bediening
	Urologie poli	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Anaesthesist	Pijn	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Cardioloog CAG	HC-Interventie	1	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Cardioloog PM	HC-Interventie	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Gynaecoloog	Doorlichting	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel

	OK	1	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Laborant	Bucky	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		3	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
	Bucky-zaal	2	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		3	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
	Doorlichting	3	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
	Mammografie	2	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
	OK	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		2	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		2,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
	Pijn	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
	Urologie poli	2	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Laborant angio	HC-Interventie	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		2,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		3	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
	OK	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		2,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		6	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Laborant CT	CT	3	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
			Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
		4	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
Laborant HC	HC-Interventie	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		2,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		3	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
Laborant PET CT	PET CT	2	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
		3	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
MDL arts	Doorlichting	0,6	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
MDL verpleegkundige	Doorlichting	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
MKA medew	MKA	1	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
		2	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
			Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
	MKA locatie Dokkum	1	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
		2	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
			Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
MNW	DEXA	2	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
	SPECT CT	3	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
Neurochirurg	OK	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		0,75	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		6	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Neurochirurg HNP	OK	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
OK medew.	OK	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
OK medew. neuro	OK	1	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		3	Omloop
		6	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
			Omloop
OK medew. vaat	OK	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Orthopeed	OK	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
P.A. Anaesthesie medew.	Doorlichting	0,6	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
	OK	1,5	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
PA urologie	Urologie poli	0,75	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Pacemaker technicus	HC-Interventie	2,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Plastisch Chirurg	OK	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Radioloog	Doorlichting	0,6	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
		3	Uitvoeren onderzoek vanaf bediening
Radioloog CT punctie	CT	0,75	Uitvoeren van onderzoek aan tafel

		4	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Radioloog interventie	Doorlichting	0,6	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
	HC-Interventie	1	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
	OK	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Trauma chirurg	OK	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Urologie Verpl.	Urologie poli	1,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Uroloog	OK	0,75	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
	Urologie poli	0,75	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Vaatchirurg	OK	0,75	Uitvoeren van onderzoek aan tafel
Verpl. specialist orthopedie	Doorlichting	0,5	Uitvoeren van onderzoek aan tafel

- c. Hoeveel handelingen, worden er op jaarbasis verricht en hoeveel en welke werknemers kunnen daarbij blootgesteld worden?

Voor de medewerkers geldt dat deze voor wat betreft de werkzaamheden zijn ingedeeld in een referentiegroep.

Het aantal handelingen op jaarbasis per referentiegroep van medewerkers die wordt blootgesteld staat vermeld in Tabel 3. Een overzicht van het aantal medewerkers per referentiegroep wat handelingen uitvoert met radioactieve stoffen is weergegeven in tabel 4.

NB1: De grootte van de referentiegroep kan afwijken van de aantallen die hier vermeld staan. Er wordt een schatting van de groepsgrootte gemaakt die aangeeft over hoeveel medewerkers de handelingen evenredig zijn verdeeld, zonder daarbij de reguliere blootstelling te onderschatten.

NB2: De groep mdw is de groep niet blootgestelde werknemers die worden blootgesteld aan straling. Denk hierbij aan kantoormedewerkers van kantoren grenzend aan röntgenkamers. De groepsgrootte is niet van invloed op de risico-inventarisatie van deze groep.

Tabel 4 medewerker overzicht (per referentiegroep).

Referentiegroep	Max van # FTE
Alg. Chirurg	7
Anaesthesie medew.	13
Anaesthesist	4
Cardioloog CAG	3
Cardioloog PM	2
Gynaecoloog	2
Laborant	25
Laborant angio	10
Laborant CT	13
Laborant HC	7
Laborant PET CT	8
MDL arts	2
MDL verpleegkundige	5
MKA medew	5
MNW	8
Neurochirurg	2
Neurochirurg HNP	2
OK medew.	11
OK medew. neuro	4

OK medew. vaat	5
Orthopeed	6
P.A. Anaesthesie medew.	13
PA urologie	3
Pacemaker technicus	3
Plastisch Chirurg	2
Radioloog	6
Radioloog CT punctie	4
Radioloog interventie	2
Trauma chirurg	3
Urologie Verpl.	5
Uroloog	3
Vaatchirurg	2
Verpl. specialist orthopedie	3

d. Waar worden de handelingen verricht?

De locaties waar de handelingen worden verricht staan vermeld in tabel 3.

e. Welke blootstellingspaden zijn aan de orde?

De blootstelling betreft hier in principe uitsluitend de effectieve blootstelling en de blootstelling aan de ooglenzen ten gevolge van uitwendige bestraling afkomstig van toestellen.

f. Welke voorziene onbedoelde gebeurtenissen kunnen bijdragen aan de potentiële blootstelling van de werknemers?

Er zijn 2 voorzien onbedoelde gebeurtenissen die kunnen bijdragen aan de potentiële blootstelling van de werknemers:

1. De werknemer loopt de ruimte binnen tijdens het onderzoek en wordt blootgesteld aan de volledige dosis van het onderzoek.
2. De werknemer assisteert bij een opname door de patiënt vast te houden

NB

1. Voor wat betreft het binnenlopen wordt per categorie gerekend met eenmaal per relevante medewerker per jaar waarbij de volledige dosis van het onderzoek wordt vrijgegeven wat op zich al een overschatting is. Voor wat betreft de dosis is per categorie voor één relevant onderzoek gekozen
2. Voor wat betreft het vasthouden wordt in de reguliere werkzaamheden al rekening gehouden met het feit dat het ondersteunen bij het onderzoek regelmatig voorkomt (circa 2% van de onderzoeken bij bucky bekken/heup en bucky buikoverzicht).
3. Voor wat betreft het vasthouden wordt hiervoor per categorie gerekend met het voorkomen van 1 op 500 onderzoeken waarbij het nodig is om een patiënt vast te houden waarbij voor wat betreft de dosis per categorie voor één relevant onderzoek is gekozen

Zie tabel 5 voor een overzicht van de voorzien onbedoelde gebeurtenissen per locatie.

Tabel 5 Potentiële blootstelling per modaliteit

Referentiegroep	Locatie	Handeling
Alg. Chirurg	OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Cardioloog CAG	HCK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Cardioloog PM	HCK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer

Gynaecoloog	Doorlichtkamer	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
	OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Laborant	Bucky	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
		Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij vasthouden patiënt
	Doorlichtkamer	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
	Mammobioptie	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
		Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij vasthouden patiënt
	Mammografie	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
		Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij vasthouden patiënt
	Pijnpoli	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Laborant angio	HCK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Laborant CT	CT	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
		Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij vasthouden patiënt
Laborant HC	HCK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Laborant PET CT	PET CT	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
MDL arts	Doorlichtkamer	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
MKA medew	CBCT-OPG kamer	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
		Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij vasthouden patiënt
	Intraoraal onderzoek	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
		Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij vasthouden patiënt
MNW	Dexa	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
		Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij vasthouden patiënt
	SPECT CT	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Neurochirurg	Hybride OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Neurochirurg HNP	OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
OK medew.	OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
OK medew. neuro	Hybride OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
OK medew. vaat	Hybride OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Orthopeed	OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
PA urologie	Urologie poli	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Plastisch Chirurg	OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Radioloog CT punctie	CT	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Radioloog interventie	Doorlichtkamer	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
	HCK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
	Hybride OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Trauma chirurg	OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Urologie Verpl.	Urologie poli	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Uroloog	OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
	Urologie poli	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Vaatchirurg	Hybride OK	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer
Verpl. specialist orthopedie	Doorlichtkamer	Ontvangen volledige dosis van onderzoek bij binnenlopen kamer

- g. Welke technische en organisatorische maatregelen zijn genomen om de blootstelling van werknemers te voorkomen of, indien dat redelijkerwijs niet mogelijk is, zoveel mogelijk te beperken?

Technische maatregelen m.b.t. beperking van blootstelling bij medewerkers betreft vooral afscherming d.m.v. lood. Voor wat betreft de afscherming d.m.v. lood geldt het volgende:

- Bij de HC interventie en de doorlichting geldt dat er gebruik wordt gemaakt van afscherming d.m.v. loodflappen aan tafel en een mobiel loodscherp aan het plafond wat tegen de patiënt kan worden geplaatst. Deze loodafscherming houdt de directe stroostraling vanuit de patiënt tegen. De volgende aannames worden gedaan:
 - CAG: loodflappen aan tafel en loodscherp altijd toegepast. Reductie in straling 50%.
 - Pacemaker: loodflappen altijd. Reductie in straling 50%
 - Interventie: loodflappen nooit en loodscherp altijd toegepast. Reductie in straling 33%
- Voor alle onderzoeken m.u.v. die van de OK geldt dat er een afgeschermd bediening aanwezig is wat betekent dat daar waar een onderzoek niet aan tafel hoeft te worden uitgevoerd deze vanachter een afgeschermd bediening kan plaatsvinden.
- Bij onderzoeken aan tafel wordt door de medewerkers een loodschort gedragen.

Verder geldt dat voor alle onderzoeken aan tafel zoveel als mogelijk de afstand tussen plaats van binnenkomst van röntgenbundel bij de patiënt en de medewerker zo groot als mogelijk wordt gehouden.

Voor wat betreft de potentiële risico's zoals benoemd in tabel 5 geldt dat deze beperkt worden doordat er altijd een toegangsdeur voor medewerkers is zodat men achter de afgeschermd bediening toegang heeft tot de onderzoekskamer. Bij de klinische toegang van een kamer zal een medewerker d.m.v. beletlicht worden geattendeerd dat er een onderzoek plaatsvindt wat voorkomt dat men binnenloopt tijdens een onderzoek. Daarnaast is deze klinische toegang vaak alleen van binnenuit te openen waardoor er überhaupt vanaf buiten geen toegang kan plaatsvinden.

Op de OK gelden deze maatregelen niet maar daar is door vanuit OK regime de onbedoelde toegang tot een ruimte veelal beperkt.

In het geval dat een patiënt tijdens het onderzoek vastgehouden dient te worden, wordt dit in eerste instantie (waar mogelijk) uitgevoerd door ouders/begeleiders van de patiënt, zodat structurele blootstelling ten gevolge van deze werkzaamheden voor de werknemer beperkt blijft.

Tot slot geldt dat de meeste kamers zijn voorzien van 2 mm loodequivalent wat betekent dat de straling buiten de kamer beperkt is. Op de OK, MKA (m.u.v. CB CT ruimte) en de pijnpoli geldt dat de ruimten daar zijn ingericht met 5cm gips in de wanden.

2. Bepaling van de blootstelling.

Te stellen vragen:

a. Wat is de reguliere blootstelling van de werknemers?

Voor alle reguliere handelingen is de effectieve dosis en de extremiteiten dosis berekend op jaarbasis per medewerker. Hierbij is de totale dosis steeds gedeeld door het aantal medewerkers per categorie. Aanvullend is voor de doorlichting en de HC-interventie ook de ooglensdosis van de specialist berekend. De betreffende blootstelling is weergegeven in tabel 6.

Opmerking:

De geschatte dosis van tabel 6 maakt gebruik van de DAP of DLP waarden zoals weergegeven in tabel 2.

Tabel 6 Geschatte effectieve jaardosis ten gevolge van reguliere handelingen.

Som van D (mSv)		Risico		
Referentiegroep	Blootstelling	Potentieel	Regulier	Eindtotaal
Alg. Chirurg	Effectief	0,0	0,1	0,1
	Ooglens		0,1	0,1
Anaesthesie medew.	Effectief		0,1	0,1
	Effectief		2,0	2,0
Cardioloog CAG	Effectief	0,0	5,6	5,6
	Ooglens		3,8	3,8
Cardioloog PM	Effectief	0,1	2,2	2,3
	Ooglens		2,3	2,3
Gynaecoloog	Effectief	0,0	0,0	0,0
	Ooglens		0,0	0,0
Laborant	Effectief	0,1	0,3	0,3
Laborant angio	Effectief	0,0	2,8	2,8
Laborant CT	Effectief	0,3	0,0	0,3
Laborant HC	Effectief	0,0	1,5	1,5
Laborant PET CT	Effectief	0,0	0,0	0,0
MDL arts	Effectief	0,0	2,3	2,3
	Ooglens		2,3	2,3
MDL verpleegkundige	Effectief		0,1	0,1
MKA medew	Effectief	0,1	0,0	0,1
MNW	Effectief	0,0	0,1	0,1
Neurochirurg	Effectief	0,1	5,7	5,8
	Ooglens		3,8	3,8
Neurochirurg HNP	Effectief	0,0	0,5	0,5
	Ooglens		0,5	0,5
OK medew.	Effectief	0,0	0,1	0,1
OK medew. neuro	Effectief	0,0	0,5	0,5
OK medew. vaat	Effectief	0,0	1,1	1,1
Orthopeed	Effectief	0,0	0,5	0,5
	Ooglens		0,1	0,1
P.A. Anaesthesie medew.	Effectief		0,8	0,8
PA urologie	Effectief	0,0	0,2	0,2
	Ooglens		0,2	0,2

Pacemaker technicus	Effectief		0,1	0,1
Plastisch Chirurg	Effectief	0,0	0,0	0,0
	Ooglens		0,0	0,0
Radioloog	Effectief		0,2	0,2
Radioloog CT punctie	Effectief	0,0	0,7	0,7
	Ooglens		0,3	0,3
Radioloog interventie	Effectief	0,9	43,6	44,5
	Ooglens		29,6	29,6
Trauma chirurg	Effectief	0,0	0,8	0,8
	Ooglens		0,8	0,8
Urologie Verpl.	Effectief	0,0	0,0	0,0
Uroloog	Effectief	0,0	1,0	1,1
	Ooglens		1,1	1,1
Vaatchirurg	Effectief	0,5	11,0	11,5
	Ooglens		7,4	7,4
Verpl. specialist orthopedie	Effectief	0,0	0,1	0,1

b. Wat is de potentiële blootstelling van de werknemers?

De potentiële blootstelling per referentiegroep is weergegeven in tabel 6, het betreft hier uitsluitend effectieve dosis.

c. Wat is de kans op het zich voordoen van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen.

Voor wat betreft het binnenlopen wordt per categorie gerekend met eenmaal per relevante medewerker per jaar waarbij de volledige dosis van het onderzoek wordt vrijgegeven wat op zich al een overschatting is. Voor wat betreft de dosis is per categorie voor één relevant onderzoek gekozen

Voor wat betreft het vasthouden wordt hiervoor per categorie gerekend met het voorkomen van 1 op 500 onderzoeken waarbij het nodig is om een patiënt vast te houden waarbij voor wat betreft de dosis per categorie voor één relevant onderzoek is gekozen

Het kan voorkomen dat een medewerker tijdens een CT onderzoek een patiënt moet begeleiden (bijv. IC verpleegkundige) tijdens de scan. De afstand zal dan, zeker tijdens de scan, zo groot mogelijk worden genomen. De afstand waarmee voor de CT in tabel 6 is gewerkt bedraagt 1 meter maar in de praktijk zal deze veelal groter zijn of zal de medewerker in de schaduw van de gantry gaan staan waar de blootstelling een stuk lager zal zijn. Tevens zal de medewerker die deze deelhandeling uitvoert gebruik maken van een persoonlijke beschermingsmiddel om de blootstelling sterk te reduceren.

d. Wat is het effect van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Voor de persoonlijke beschermingsmiddelen kunnen twee typen worden genoemd.

-afscherming aan tafel; dit betreft bij onderzoeken aan tafel veelal loodafscherming van de strooistraling aan de bron, loodscherm en loodflappen aan tafel die bij goed gebruik in de praktijk al snel reductie in straling met een factor 2 of meer geven (ref 2,3) . In de uitwerking van de risico inventarisatie is voor de ruimten waar gewerkt wordt met vaste afscherming aan tafel hiervoor een correctie meegenomen. Op de hybride OK wordt voor wat betreft de anesthesie medewerkers tijdens doorlichting gebruik gemaakt van een mobiel loodscherm. -persoonlijke afscherming; medewerkers die regulier handelingen aan tafel uitvoeren zullen in de praktijk een loodschort dragen, een schildklierkraag en daar waar nodig een loodbril. Deze maatregel maakt dat de ontvangen stralingsdosis met een factor 5 wordt gereduceerd.

Voor medewerkers die geen handelingen uitvoeren is tot slot uitgerekend wat de ontvangen dosis buiten de ruimte van een stralingsbron zal zijn. Hiervoor is per locatie, zie tabel 1, de jaarlijkse dosis buiten de ruimte berekend waarbij een afstand van 2 meter vanaf de bron tot aan de ander zijde van de ruimte is aangenomen. De berekende jaardosis buiten de ruimte is weergegeven in tabel 7 waarbij moet worden bedacht alle onderzoeken binnen een categorie evenredig zijn verdeeld over het aantal kamers binnen deze categorie. Direct naast OK ruimten en of de CT ruimte bevinden zich geen aangrenzende locaties waar een medewerker continu aanwezig is, bijv. kantoor etc. zodat de blootstelling aan deze categorie medewerkers ruim beneden de blootstellingsgrens van 1 mSv ligt.

Tabel 7 Jaardosis buiten de ruimte per modaliteit

Categorie	Locatie	Som van D (μSv)
Bucky	Bucky	1
Bucky-zaal	Zaal	23
CT	CT	74
DEXA	Dexa	0
Doorlichting	Doorlichtkamer	0
HC-Interventie	HCK	1
Mammografie	Mammografie	0
	Mammobioptie	0
MKA	Intraoraal onderzoek	5
	CBCT-OPG kamer	9
MKA locatie Dokkum	Intraoraal onderzoek	0
	CBCT-OPG kamer	10
OK	OK orthopedie	11
	OK trauma	6
	OK plast. chir.	0
	OK gynaecologie	0
	OK neuro chir.	7
	OK urologie	93
	Hybride OK	0
PET CT	PET CT	0
Pijn	Pijnpoli	107
SPECT CT	SPECT CT	0

3. Risico-evaluatie

Wordt voldaan aan het bij of krachtens het besluit gestelde met betrekking tot:

a. de basisprincipes met betrekking tot rechtvaardiging en optimalisatie;

Er zijn voldoende maatregelen getroffen (afscherming zowel m.b.t. werken achter afgeschermd ruimte als afscherming ruimten, afscherming aan tafel bij doorlichting en HC interventie, afscherming d.m.v. kleding, afstand en verdeling werkzaamheden over meerdere personen) om de te ontvangen dosis van de medewerkers te reduceren dan wel te beperken.

b. de dosislimieten;

Voor niet blootgestelde medewerkers geldt een limiet van 1 mSv effectief, 50 mSv equivalent voor de huid en 50 mSv equivalent voor de extremiteiten. Voor blootgestelde medewerkers type A geldt een ondergrens van 6 mSv effectief, 15 mSv equivalent voor de ooglenzen, 150 mSv equivalent voor de huid en 150 mSv equivalent voor de extremiteiten. Overige blootgestelde medewerkers worden ingedeeld als type B.

c. de dosisbeperkingen;

Voor alle blootgestelde medewerkers type B wordt eenmalig een waarde van 1/6 (2 maanden) van de in de RI&E vastgestelde jaarlijkse blootstelling in de betreffende referentiegroep gehanteerd. Deze dosisbeperking geldt als optimalisatie instrument en voor het operationeel bewaken van de medewerker. Bij een maandelijkse dosisuitslag van de stralingsbadge die hoger is dan deze waarde wordt een nadere analyse uitgevoerd.

Van alle blootgestelde medewerkers wordt jaarlijks in het jaarverslag de totale stralingsdosis gerapporteerd en bij significante afwijkingen t.o.v. vorige jaren dan wel t.o.v. collega's uit dezelfde referentiegroep zal nadere analyse worden uitgevoerd. Op dit moment zal ook per referentiegroep dan wel per individuele medewerker de dosisbeperking worden aangepast.

d. de identificatie van blootgestelde werknemers op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling;

Werknemers worden ingedeeld als blootgesteld medewerker op basis van de resultaten van tabel 6 en de geldende dosislimieten. Deze indeling is ongeacht de arbeidsfactor waarmee de medewerkers werkzaam zijn op de afdeling.

e. de indeling van blootgestelde werknemers in categorie A of B op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling;

Er is de volgende indeling gemaakt voor blootgestelde medewerkers:

- Blootgestelde medewerkers categorie B:
 - Cardioloog CAG, Cardioloog PM
 - Laborant Angio
 - Laborant HC
 - Anesthesist
 - MDL arts
 - Uroloog
 - P.A. anesthesie medewerker
 - OK medewerker neurochirurgie en vaatchirurgie
- Blootgestelde medewerkers categorie A:
 - Interventie radioloog
 - Neurochirurg
 - Vaatchirurg

NB1

Uit de risico-inventarisatie blijkt dat de limiet van 20 mSv voor zowel de ooglensdosis als de effectieve dosis voor de interventieradiologen ruim wordt overschreden. De verwachting en ervaring is dat de daadwerkelijke blootstelling fors lager zal zijn dan deze schatting, maar juist door deze personen in te delen als categorie A medewerker kan dit goed gemonitord worden, zodat de geldende dosislimieten niet worden overschreden.

NB2

De limieten voor jaarlijkse blootstelling betreffen effectieve dosis. In de risico inventarisatie worden persoonlijke dosisbeschermingsmaatregelen niet meegenomen. Het dragen van een goed passende loodjas geeft voor de effectieve dosis een reductie met een factor 5 van de in dit document genoemde dosiswaarden.

f. de identificatie en indeling van ruimten in gecontroleerde zone of bewaakte zone;

Op basis van de jaarlijkse blootstelling, zie tabel 6, zal de HC Interventie ruimte en de ruimte van de hybride OK worden ingedeeld als gecontroleerde zone en de overige röntgenkamers op radiologie, de PET CT ruimte op nucleair en de CBCT en OPG ruimten op MKA worden ingedeeld als bewaakte zone.

g. de noodzaak tot actualisering van getroffen maatregelen.

De risico inventarisatie is overeenkomend met de actuele werkzaamheden. Bij wijziging van de werkzaamheden en of uitbreiding in aantal handelingen zal de risico inventarisatie worden aangepast. Tot slot zal jaarlijks na het opstellen van het jaarverslag het aantal handelingen zoals opgenomen in de risico inventarisatie worden geactualiseerd.

Referenties:

- 1) Het monitoren van de ooglenjsaardosis op basis van het dosisoppervlakte product voor interventieradiologen en interventiecardiologen; R.A.A. (Relinde) Damveld, NtVS jaargang 8 nummer 3.
- 2) Impact of a lead glass screen on scatter radiation to eyes and hands in interventional cardiologists Micha Maeder MD et al; 07 November 2005 <https://doi.org/10.1002/ccd.20457>
- 3) Significant reduction of radiation exposure to operator and staff during cardiac interventions by analysis of radiation leakage and improved lead shielding
Eberhard Kuon et al The American Journal of Cardiology Volume 89, Issue 1, 1 January 2002, Pages 44-49