

Bijlage 11 Risico-inventarisatie en -evaluaties

Rb-82			Generieke informatie				
Scenario	Toelichting	Aantal handelingen per jaar [#]	Duur handeling [h]	Activiteit Rb-82 [GBq]	Dosis tempo γ onafgeschermd [mS/h @ 1m]	Dosis tempo β onafgeschermd [mS/h @ 10cm]	
A. Elutie	Eluieren van Rb-82	2000	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
A. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel						
A. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel						
A. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Mogelijk	1	0:01	1,1	1,03E-03	2,79E-01	
A. VOG4 Bron uit afscherming	Mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
A. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	Theoretisch mogelijk (bv--> 0,01%)	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
A. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	Theoretisch mogelijk (door handschoen, bv--> 0,01%)	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
A. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	Theoretisch mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
A. VOG8 Emersie	Niet reel						
A. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Theoretisch mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
B. Toediening	Toedienen van Rb-82	2000	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
B. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel						
B. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel						
B. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
B. VOG4 Bron uit afscherming	Mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
B. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	Theoretisch mogelijk (bv--> 0,01%)	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
B. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	Theoretisch mogelijk (door handschoen, bv--> 0,01%)	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
B. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	Theoretisch mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
B. VOG8 Emersie	Niet reel						
B. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Theoretisch mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
C. QC	QC werkzaamheden	2000	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
C. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel						
C. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel						
C. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
C. VOG4 Bron uit afscherming	Mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
C. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	Theoretisch mogelijk (bv--> 0,01%)	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
C. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	Theoretisch mogelijk (door handschoen, bv--> 0,01%)	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
C. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	Theoretisch mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
C. VOG8 Emersie	Niet reel						
C. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Theoretisch mogelijk	1	0:01	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
D. PET Scan	Scannen van Patient	2000	0:15	1,1	2,06E-01	5,58E+01	
D. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. Opslag	Opslag eindproducten en afval (praktisch hele batch)	1	8760:00	0	0,00E+00	0,00E+00	
D. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
D. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
E. Verwerking van radioactieve reststoffen	Verwerking van afval (praktisch hele 1000/12 batches)	52	1:00	0	0,00E+00	0,00E+00	
E. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
E. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
E. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
E. VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
E. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
E. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
E. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
E. VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
E. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
F. Onderhoud/Schoonmaak	In principe geen activiteit (mogelijk rest activiteit/spill)	52	1:00	0	0,00E+00	0,00E+00	
F. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
F. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
F. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
F. VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
F. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
F. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
F. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
F. VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
F. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte halfwaardetijd)						
TOTAAL REGULIER		-	-	-	-	-	
TOTAAL VOORZIENEN ONBEDOELDE GEBEURTENIS		-	-	-	-	-	
TOTAAL		-	-	-	-	-	

Rb-82	Cumulative dosis		Cumulative dosis		Cumulative dosis		Cumulative dosis		Cumulative dosis				
	Externe bestraling		Externe bestraling		Externe bestraling		Externe bestraling		Externe bestraling				
	effectieve dosis	Afstand	Toelichting afscherping	Afscherping Pb	Dosis tempo α afgeschermd	Dosis tempo β afgeschermd	equivalente dosis ooglenz	Afstand	Toelichting afscherping	Afscherping Pb	Dosis tempo α afgeschermd	Dosis tempo β afgeschermd	equivalente dosis hoofd/ extremiteiten
Scenario	[mSv]	[m]		[cm]	[mS/h @ week afstand]	[mS/h @ week afstand]	[mSv]	[m]		[cm]	[mS/h @ week afstand]	[mS/h @ week afstand]	[mSv]
A. Etate	6,857E+00	110	Beta afscherping	0	1,700E-01	0,000E+00	5,667E+00	20	Beta afscherping	0	5,143E+00	0,000E+00	1,714E+02
A. VO01 Besmetting/ijl 100%													0,000E+00
A. VO02 Besmetting/ijl 50%													0,000E+00
A. VO03 Besmetting/ijl 0,5%	2,332E-05	110	Geen afscherping	0	4,250E-06	1,152E-03	1,928E-05	20	Geen afscherping	0	1,286E-04	3,486E-02	5,831E-04
A. VO04 Bron uit afscherping	9,329E-01	110	Geen afscherping	0	1,700E-01	4,009E+01	7,730E-01	20	Geen afscherping	0	5,143E+00	1,194E+03	2,332E+01
A. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)													0,000E+00
A. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)													0,000E+00
A. VO07 Inwendige besmetting door injectie													0,000E+00
A. VO08 Emersie													0,000E+00
A. VO09 Huidbesmetting 0,01%													0,000E+00
B. Toeliening	6,857E+00	110	Beta afscherping	0	1,700E-01	0,000E+00	5,667E+00	100	Beta afscherping	0	2,057E-01	0,000E+00	6,857E+00
B. VO01 Besmetting/ijl 100%													0,000E+00
B. VO02 Besmetting/ijl 50%													0,000E+00
B. VO03 Besmetting/ijl 0,5%	4,665E-03	110	Geen afscherping	0	8,500E-04	2,305E-01	3,855E-03	100	Geen afscherping	0	1,039E-01	2,789E-01	4,665E-03
B. VO04 Bron uit afscherping	9,329E-01	110	Geen afscherping	0	1,700E-01	4,009E+01	7,730E-01	100	Geen afscherping	0	2,057E-01	5,177E+01	9,329E-01
B. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)													0,000E+00
B. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)													0,000E+00
B. VO07 Inwendige besmetting door injectie													0,000E+00
B. VO08 Emersie													0,000E+00
B. VO09 Huidbesmetting 0,01%													0,000E+00
C. IC	1,714E+00	210	Beta afscherping	0	4,664E-02	0,000E+00	1,555E+00	50	Beta afscherping	0	8,228E-01	0,000E+00	2,714E+01
C. VO01 Besmetting/ijl 100%													0,000E+00
C. VO02 Besmetting/ijl 50%													0,000E+00
C. VO03 Besmetting/ijl 0,5%	1,166E-03	210	Geen afscherping	0	2,332E-04	6,323E-02	1,058E-03	50	Geen afscherping	0	4,114E-03	1,115E+00	1,866E-02
C. VO04 Bron uit afscherping	2,332E-01	210	Geen afscherping	0	4,664E-02	1,265E+01	2,115E-01	50	Geen afscherping	0	8,228E-01	2,311E+02	2,332E-01
C. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)													0,000E+00
C. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)													0,000E+00
C. VO07 Inwendige besmetting door injectie													0,000E+00
C. VO08 Emersie													0,000E+00
C. VO09 Huidbesmetting 0,01%													0,000E+00
D. PET Scan	1,714E+00	210	Beta afscherping	0	4,664E-02	0,000E+00	1,555E+00	200	Beta afscherping	0	5,143E-02	0,000E+00	1,714E+00
D. VO01 Besmetting/ijl 100%													0,000E+00
D. VO02 Besmetting/ijl 50%													0,000E+00
D. VO03 Besmetting/ijl 0,5%													0,000E+00
D. VO04 Bron uit afscherping													0,000E+00
D. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)													0,000E+00
D. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)													0,000E+00
D. VO07 Inwendige besmetting door injectie													0,000E+00
D. VO08 Emersie													0,000E+00
D. VO09 Huidbesmetting 0,01%													0,000E+00
D. Opslag	0,000E+00	110	Beta afscherping & loden afscherping	0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	100	Beta afscherping & loden afscherping	0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VO01 Besmetting/ijl 100%													0,000E+00
D. VO02 Besmetting/ijl 50%													0,000E+00
D. VO03 Besmetting/ijl 0,5%													0,000E+00
D. VO04 Bron uit afscherping													0,000E+00
D. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)													0,000E+00
D. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)													0,000E+00
D. VO07 Inwendige besmetting door injectie													0,000E+00
D. VO08 Emersie													0,000E+00
D. VO09 Huidbesmetting 0,01%													0,000E+00
E. Verwerking van radioactieve reststoffen	0,000E+00	60	Geen afscherping	0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	20	Geen afscherping	0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. VO01 Besmetting/ijl 100%													0,000E+00
E. VO02 Besmetting/ijl 50%													0,000E+00
E. VO03 Besmetting/ijl 0,5%													0,000E+00
E. VO04 Bron uit afscherping													0,000E+00
E. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)													0,000E+00
E. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)													0,000E+00
E. VO07 Inwendige besmetting door injectie													0,000E+00
E. VO08 Emersie													0,000E+00
E. VO09 Huidbesmetting 0,01%													0,000E+00
F. Onderhoud/Schoonmaak	0,000E+00	80	Geen afscherping	0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	50	Geen afscherping	0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. VO01 Besmetting/ijl 100%													0,000E+00
F. VO02 Besmetting/ijl 50%													0,000E+00
F. VO03 Besmetting/ijl 0,5%													0,000E+00
F. VO04 Bron uit afscherping													0,000E+00
F. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)													0,000E+00
F. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)													0,000E+00
F. VO07 Inwendige besmetting door injectie													0,000E+00
F. VO08 Emersie													0,000E+00
F. VO09 Huidbesmetting 0,01%													0,000E+00
TOTAAL REGULER	1,714E+01	-	-	-	4,333E-01	0,000E+00	1,444E+01	-	-	-	6,222E+00	0,000E+00	2,074E+02
TOTAAL VOORZIEKEN ONBEOELDE GEBURTENIS	2,105E+00	-	-	-	-	-	1,739E+00	-	-	-	-	-	2,801E+01
TOTAAL	1,929E+01	-	-	-	-	-	1,628E+01	-	-	-	-	-	2,354E+02

Rb-82					Persoonsdosis			Externe bestraling	
Scenario	Afdeling	Aantal personen	Aantal personen tegelijkertijd aanwezig	Aantal personen	effectieve dosis			Ingestie	Inhalatie
					effectieve dosis	equivalente dosis ooglens	equivalente dosis huid/extremiteten	effectieve dosis	effectieve dosis
					[mSv per persoon per ja ⁻¹]	[mSv per persoon per ja ⁻¹]	[mSv per persoon per ja ⁻¹]	[mSv per persoon per ja ⁻¹]	[mSv per persoon per ja ⁻¹]
A. Elutie									
A. VOG1 Besmetting/spill 100%	NG	8	1	1	8,571E-01	7,083E-01	2,143E+01	0,000E+00	0,000E+00
A. VOG2 Besmetting/spill 50%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	NG	1	1	1	2,332E-05	1,928E-05	5,831E-04	0,000E+00	0,000E+00
A. VOG4 Bron uit afscherming	NG	1	1	1	9,329E-01	7,710E-01	2,332E+01	0,000E+00	0,000E+00
A. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A. VOG8 Emersie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B. Toediening									
B. VOG1 Besmetting/spill 100%	NG	8	1	1	8,571E-01	7,083E-01	8,571E-01	0,000E+00	0,000E+00
B. VOG2 Besmetting/spill 50%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	NG	1	1	1	4,665E-03	3,855E-03	4,665E-03	0,000E+00	0,000E+00
B. VOG4 Bron uit afscherming	NG	1	1	1	9,329E-01	7,710E-01	9,329E-01	0,000E+00	0,000E+00
B. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B. VOG8 Emersie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C. QC									
C. VOG1 Besmetting/spill 100%	NG	8	1	1	2,143E-01	1,943E-01	3,428E+00	0,000E+00	0,000E+00
C. VOG2 Besmetting/spill 50%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	NG	1	1	1	1,166E-03	1,058E-03	1,866E-02	0,000E+00	0,000E+00
C. VOG4 Bron uit afscherming	NG	1	1	1	2,332E-01	2,115E-01	3,732E+00	0,000E+00	0,000E+00
C. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C. VOG8 Emersie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. PET Scan									
D. VOG1 Besmetting/spill 100%	NG	8	1	1	2,143E-01	1,943E-01	2,143E-01	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG2 Besmetting/spill 50%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG4 Bron uit afscherming	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG8 Emersie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. Opslag									
D. VOG1 Besmetting/spill 100%	NG	8	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG2 Besmetting/spill 50%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG4 Bron uit afscherming	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG8 Emersie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. Verwerking van radioactieve reststoffen									
E. VOG1 Besmetting/spill 100%	NG	8	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. VOG2 Besmetting/spill 50%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. VOG4 Bron uit afscherming	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. VOG8 Emersie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. Onderhoud/Schoonmaak									
F. VOG1 Besmetting/spill 100%	NG	8	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. VOG2 Besmetting/spill 50%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. VOG4 Bron uit afscherming	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. VOG5 Inwendige besmetting door inhalatie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. VOG6 Inwendige besmetting door ingestie (0,01%)	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. VOG7 Inwendige besmetting door injectie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. VOG8 Emersie	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	NG	1	1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
TOTAAL REGULIER					2,143E+00	1,805E+00	2,593E+01	0,000E+00	0,000E+00
TOTAAL VOORZIENING ONBEDOELDE GEBEURTENIS					2,105E+00	1,759E+00	2,801E+01	0,000E+00	0,000E+00
TOTAAL					4,248E+00	3,564E+00	5,394E+01	0,000E+00	0,000E+00
					Eis < 20 mSv/	Eis < 20 mSv/	Eis < 500 mSv/	Eis < 20 mSv/	Eis < 20 mSv/
					DOSIS OK	DOSIS OK	DOSIS OK	DOSIS OK	DOSIS OK

RIE beeldvormende afdeling 2021

RIE beeldvormende afdeling 2021	1
Voorwoord	2
Nucleaire Geneeskunde	3
<i>Methode 1 NCS excel medewerkers dosis</i>	3
<i>Methode 2 RIVM</i>	3
Stap 1. Risico-identificatie	3
Stap 2. Risicoberekening	5
Stap 3. Risico-evaluatie	9
<i>Methode 3 TLD</i>	10
Eindconclusie	11
<i>Medewerkers:</i>	11
<i>Ruimtes:</i>	11
Radiologie + kaak + urologie + OK	13
<i>Inleiding</i>	13
<i>Methode 1 NCS excel medewerkers dosis</i>	13
<i>Methode 2 RIVM</i>	14
<i>Alle medewerkers, die met röntgen toestellen werken</i>	14
Stap 1. Risico-identificatie	14
Stap 2. Risicoberekening	18
Stap 3. Risico-evaluatie	21
Methode 3 TLD	24
TLD uitslagen	24
Discussie	24
Eindconclusie	26
<i>Medewerkers:</i>	26
<i>Ruimtes:</i>	26
Bijlage 1; Gebruikte afkortingen;	28
Bijlage 2; berekening kwantitatieve dosis bij voorzien onbedoelde gebeurtenis	29
Bijlage 3; Voorbeeld werkprotocol van de angiokamer	30
Bijlage 4: Berekeningen voor angiolaborant	32

Voorwoord

In het Laurentius ziekenhuis Roermond (LZR) wordt op verschillende manieren naar stralingsdoses gekeken. In principe worden drie methoden gebruikt;

1. Ten eerste gebruikte methode, het rekenmodel van de NCS, richt zich vooral op risicoanalyse van *personen* en is meer kwantitatief van aard. Beide bovenstaande methodes zijn prospectief, zodat risico's van handelingen bepaald kunnen worden *voordat* deze plaatsvinden.
2. Ten tweede de "RIVM leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen". Deze methode legt vooral de nadruk op risicoanalyse van *kamers* waar gebruik wordt gemaakt van straling en is vooral kwalitatief van aard (aan te vullen met cijfers).
3. Een derde door ons gebruikte methode is persoonsdosimetrie met behulp van TLDs, deze methode is strikt retrospectief, en dient meer als check dan als officiële RIE

De belangrijkste reden om deze methodes te combineren is als volgt; in ons ziekenhuis werken de medewerkers op verschillende kamers. Uiteindelijk willen we in deze totale RIE op 2 niveaus de risico m.b.t. straling inventariseren:

- ➔ **Individuele medewerkers**
- ➔ **Kamers op de afdeling beeldvormende technieken.**

Nucleaire Geneeskunde

Er is eind 2013 een nieuwe RIE uitgevoerd volgens de nieuwe richtlijnen van de Nederlandse commissie voor stralingsdosimetrie (NCS)¹. Er zijn hiervoor excel files gebruikt van de NCS². Deze excel files zijn aangepast aan de situatie van het LZR, waarbij rekening is gehouden met het gebruik van F-18 Fluoro-2-Deoxyglucose (F-18 FDG) onderzoek. In 2010-2013 werd onderzoek met F-18 FDG door LZR laboranten uitgevoerd in VieCuri. In het eerste kwartaal van 2017 komt er een PET-CT in het Laurentius Ziekenhuis. De RIE heeft hier rekening meegehouden.

Methode 1 NCS excel medewerkers dosis

Er wordt jaarlijks een RIE uitgevoerd van de NCS rekenmodel. Dit is erg eenvoudig bij te werken door de getallen en eventueel gewijzigde bezigheden te verwerken.

In het document: "LZR_RIE_NG_2017.doc" zijn de volledige berekeningen terug te vinden.

Hieronder de samenvatting:

Totaal nucleair geneeskundig medewerker: **2 mSv/jaar/nucleair geneeskundig medewerker**

Standaard = 1,59 mSv, incidenteel = 0,41mSv.

Opmerking: Waarvan ongeveer 1,2 mSv hiervan wordt veroorzaakt door het gebruik van FDG. De verwachte badge uitslag van de afgelopen jaren zal **0,8 mSv** moeten zijn.

Totaal nucleair geneeskundige: **1,904 mSv/jaar/nucleair geneeskundige.**

Standaard = 15,75 µSv, incidenteel 1,9mSv

Opmerking: Hierbij moet worden gezegd dat hiervan 1,851 door beta straling incidenten komt en dit dus niet op de TLD badge te verwachten is. De verwachte badge dosis is = **0,09 mSv/jaar/NG**

Methode 2 RIVM

Inleiding

In het kader van het Besluit Stralingsbescherming dient een risicoanalyse gemaakt te worden bij stralingstoepassingen. De RIVM uitgegeven document "leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen". Deze leidraad is gebaseerd op ISO norm 31000. Bij de afdeling Nucleaire Geneeskunde worden verschillende nucliden gebruikt op verschillende kamers.

Stappenplan

De risicoanalyse vindt in 3 stappen plaats, eerst een risico-identificatie, gevolgd door een risicoberekening en als laatste een risico-evaluatie. Binnen deze 3 stappen zal weer onderverdeeld worden in diverse sub onderwerpen, zoals hieronder beschreven.

Stap 1. Risico-identificatie

a. Welke handeling met straling wordt uitgevoerd?

Met behulp van een radioactieve stoffen worden beelden gegenereerd of wordt er therapie toegepast.

b. Welke deelhandelingen kunnen worden onderscheiden?

Er zijn enkele diagnostische en therapeutische doeleinden. Dit is afhankelijk van het desbetreffende radioactieve stof.

c. Wat zijn de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

In de NCS excels zijn enkele voorziene onbedoelde gebeurtenissen beschreven. Hieronder verstaat men:

- Prikincident
- Besmetting
- Opruimen besmetting
- Vallen van een spuit
- GE geleverde spuiten nameten, door mogelijke verdenking
- Langer een ingespoten patiënt bijstaan doordat patiënt ondersteuning nodig heeft

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

Het betreft verschillende radioactieve stoffen. In de Excel NCS is met alle verschillende stoffen rekening gehouden.

e. Hoe vaak wordt de handeling uitgevoerd?

Dit verschilt per radioactieve stof en per soort onderzoek. Dit overzicht is in de excel NCS meegenomen bij de berekening van de mogelijke dosis, zonder de incidenten meegenomen. Van GE worden alle radioactieve stoffen ontvangen.

- Er zijn ongeveer 600 PET-CT's te verwachten ieder jaar.
- Ongeveer 20 capsules I-131 therapie
- Therapie Sr-89 of Sm-153 is maar enkel keren per jaar te verwachten.

Onderstaande radioactieve stoffen worden geleverd door GE, maar worden in het C-lab worden uitgekapt en in eigen loodkistjes geplaatst

- Tc99 wordt in verschillende activiteiten voor verschillende doeleinden toegediend.
- I-123 wordt in verschillende activiteiten voor verschillende doeleinden toegediend.
- In-111 zijn er maar enkele per jaar

Radiofarmacon	gem. activiteit	aantal handelingen per jaar
	(MBq)	(#jaar)
Tc-99m-HSA	500	409
Tc-99m-kefonaat	500	1685
Tc-99m-pertechnelaat	180	137
Tc-99m-tetrofosmine	400	2411
Tc-99m-Macroalib	150	76
Tc-99m-examelazime	350	2
Tc-99m-sestambi	500	21
Tc-99m-DMSA	100	26
Tc-99m-MAG3	60	146
Tc-99m-nanocolloid	100	355
In-111 pentetrotide	200	3
I-123-natriumjodide	20	71
I-123-Joflupaan	180	67
I-123-MIBG	300	2

- Kwaliteit controles met niet open bronnen, zoals Co-57 floodsource, Ge-68 bronnen.

f. Welke personen kunnen bij de handeling blootgesteld worden?

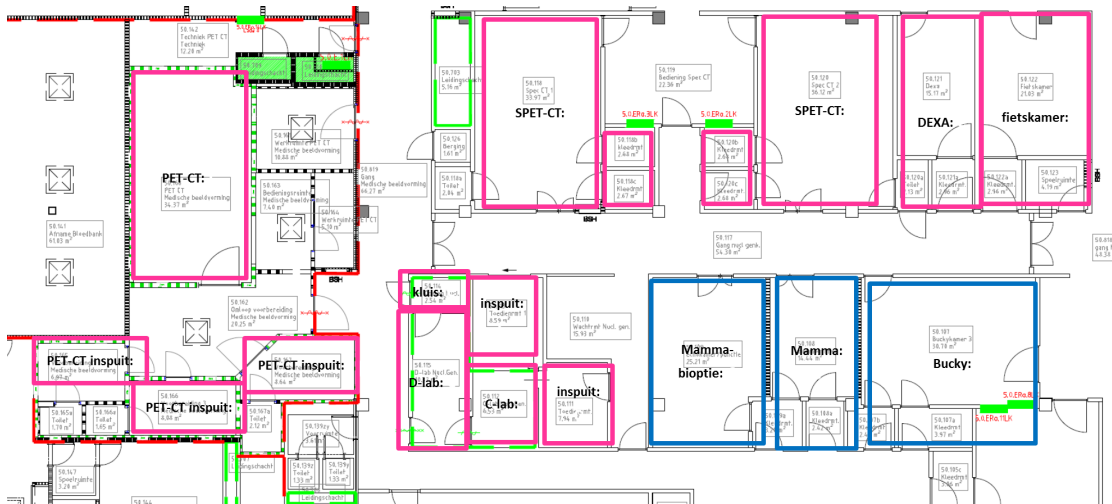
De direct betrokken werknemers zijn:

- Nucleair geneeskundig medewerkers
- Nucleair geneeskundige

g. Waar vindt de handeling plaats?

De handelingen vinden plaats in verschillende kamers:

- Laboratorium C-D en kluis
- Inspuitkamers
- SPECT-CT (2x)
- PET-CT (komt er eerste kwartaal 2017)
- Fietskamer
- DEXA



h. Wat zijn de getroffen maatregelen?

De medewerkers in de verschillende kamer werken m.b.v. protocollen. In deze protocollen is het volgende beschreven:

Laboratorium:

- Er worden handschoenen aangetrokken om besmetting te voorkomen
- Uitpakken gebeurt achter loodglas.

Andere ruimtes algemeen:

- Beperk zoveel mogelijk de tijd die je bent blootgesteld aan radioactieve straling.
- Houd de afstand tussen jou en de bron zo groot mogelijk (gebruik zo mogelijk een werktang).
- Maak bij het werken met radionucliden zoveel mogelijk gebruik van afscherming.
- Draag altijd handschoenen bij het werken met radionucliden.
- Gebruik bij het toedienen van injecties altijd een loodhuls.
- Draag altijd de op naam gestelde TLD-batches, deze worden iedere maand vervangen.
- Eten, drinken en roken is strikt verboden in de genoemde ruimtes.
- Behandel materiaal afkomstig van de patiënt als radioactief materiaal: zorg voor handschoenen, voorkom besmetting en zorg zo nodig voor afscherming.

Toedienen niet-veilige naalden:

Het ziekenhuis heeft ene beleid waarin altijd gewerkt moet worden met veilige naalden. Er is wegens een vergrote kans op besmettingen in een RIE aangetoond dat het risico van prikincidenten opweegt tegen de zeer vergrote kans op besmettingen met radioactief materiaal. Vanwege deze niet-veilige naalden, is er een vergrote kans op prikincidenten. De maatregel die hiervoor getroffen is dat er een beleid is dat recappen met 1 hand moet plaatsvinden. Er zijn in de afgelopen 10 jaar geen prikincidenten geweest.

Stap 2. Risicoberekening

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

Ze worden blootgesteld aan de ioniserende straling bij klaarmaken, toedienen en bij assistentie/uitleg van de patiënt.

b. Wat is de dosis door blootstelling ten gevolge van de handeling in reguliere omstandigheden?

Bij reguliere handelingen zal de dosis de 1 mSv (per jaar) grens met grote waarschijnlijkheid overschreden worden. In enkele, maar zeker niet alle gevallen zal de 6 mSv (per jaar) grens overschreden worden.

	Jaarlijkse dosis (mSv) NCS rekenmodel
Nucleair geneeskundig medewerker	1,59 mSv
Nucleair geneeskundige	15,75 μSv

c. Wat zijn de doses door blootstelling ten gevolge van en de kansen op voorkomen van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

De doses die te verwachten zijn bij bovengenoemde voorziene onbedoelde gebeurtenissen zullen klein zijn per voorkomen. De belangrijkste en waarschijnlijk meest voorkomende is dat er extra assistentie nodig is bij een patiënt die net de radioactieve stof heeft toegediend gekregen. Bij de nucleair geneeskundige heeft het mogelijke incident van een prikincident met een radioactieve stof die beta straling uitzend de grootste impact. Dit is een zeer onwaarschijnlijke gebeurtenis en is nog nooit voorgekomen in het Laurentius Ziekenhuis. Deze gebeurtenis is echter wel een voorzien onbedoelde gebeurtenis. Echter is deze dosis niet meetbaar op de TLD badge, dus kan er geen vergelijking plaatsvinden met de TLD-badge uitslag.

Nucleair geneeskundig medewerkers

- A. In totaal kan een nucleair geneeskundig medewerker aan incidenten een externe dosis van $= 0,922/5 = \mathbf{0,1844 \text{ mSv/jaar/medewerker}}$ ontvangen.
- B. Inwendige besmetting door prikincidenten van 1 mSv/jaar wordt voor het grootste gedeelte door de nucleair geneeskundige ontvangen: 0,93mSv. De andere 0,072 wordt door nucleair geneeskundig medewerkers ontvangen: $0,072/5 = \mathbf{0,0144 \text{ mSv/jaar/medewerker}}$
- C. Inhalatie bij standaard werk en bij incidenten is voor de nucleair geneeskundig medewerker $= 1,46 \cdot 10^{-2} / 5 = \mathbf{2,92 \cdot 10^{-3} \text{ mSv/jaar/medewerker}}$
- D. Incidenten huiddosis door huidbesmetting, van de 286 mSv huiddosis wordt het grootste gedeelte door de nucleair geneeskundige ontvangen, omdat zij diegene zijn die de therapeutische radionucliden toedienen. 276,6 mSv nucleair geneeskundige, 9,8 mSv nucleair geneeskundig medewerker. De huiddosis door besmettingen opruimen is 77,4. De huiddosis* weegfactor 0.01 is de equivalente dosis. In totaal $= (77,4+9,8) \cdot 0.01 = 0,87/5 = \mathbf{0,174 \text{ mSv/jaar/medewerker}}$.

Nucleair geneeskundige

- A. In totaal kan een nucleair geneeskundige aan incidenten een externe dosis van $0,062/2 = \mathbf{0,031 \text{ mSv/jaar/NG}}$ ontvangen.
- B. Inwendige besmetting met prikincidenten voor nucleair geneeskundige $= 0,93/2 = \mathbf{0,465 \text{ mSv/jaar/NG}}$
- C. Inhalatie bij standaard werk en bij incidenten is voor de nucleair geneeskundig medewerker $= 1,51 \cdot 10^{-2} / 2 = \mathbf{7,55 \cdot 10^{-3} \text{ mSv/jaar/medewerker}}$
- D. De incidentele huiddosis door inwendige besmetting zorgt voor een incidentele effectieve dosis van $(276,6 \cdot 0,01 \text{ weegfactor}) 2,77 \text{ mSv/jaar}$. Is een totale effectieve dosis van $2,77/2 = \mathbf{1,385 \text{ mSv/jaar/NG}}$.

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

Alle betrokken medewerkers zullen de referentiedosis van 6mSv niet overschrijden.
De badge uitslagen laten dit ook zien, zie methode 3.

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

In de RIE excels van de NG

Nucleair geneeskundig medewerker

Prikincident:

- Een prikincident kan voor een nucleair medewerker plaatsvinden bij diagnostische beeldvorming.
- De effectieve dosis is maximaal 0,04 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 3 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 0,5 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit is in de afgelopen jaren ooit 1 medewerker 1 keer voorgekomen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is zeker denkbaar.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 3 * 0,5 * 1 = 1,5$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Besmetting:

- Een besmetting kan voor een nucleair medewerker plaatsvinden bij bereiding of bij injecteren.
- De huiddosisdosis is maximaal 3,2 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 3 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit gebeurt wel eens, dit is echter minder dan jaarlijks gebeurd de afgelopen jaren.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is ongewoon dat dit gebeurt, maar zou kunnen voorkomen

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 3 * 1 * 3 = 9$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Opruimen besmetting:

- Een besmetting opruimen kan plaatsvinden op elke plek waar een besmetting heeft plaatsgevonden.
- De huiddosisdosis is maximaal 50 mSv per gebeurtenis (enkel bij therapeutische nuclide zo hoog, bij diagnostische nuclide een factor 10 lager) kan een effectfactor (Eff) van 7 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit gebeurt wel eens, dit is echter minder dan jaarlijks gebeurd de afgelopen jaren.

- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar zou kunnen voorkomen

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 7 * 1 * 1 = 7$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Vallen van een I-131 spuit:

- I-131 capsule zou kunnen vallen.
- De huiddosis is maximaal <1 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 1 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit is nog nooit gebeurd.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar zou kunnen voorkomen

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 1 * 1 * 1 = 1$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

GE geleverde spuiten nameten, door mogelijke verdenking:

- De GE spuiten zijn medicamenten en moeten volgens strenge regels worden gemaakt. De kans dat de activiteit niet klopt is zeer klein, maar indien men een mogelijke reden heeft de activiteit niet te vertrouwen zal er incidenteel gemeten worden.
- De effectieve dosis is maximaal 0,6 mSv per gebeurtenis (10 spuitjes nameten) kan een effectfactor (Eff) van 7 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van een te verwachten mogelijk jaarlijks voorkomen. Dit gebeurt nu bij Tc99 nooit, maar bij FDG weten we dit nog niet.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat de activiteit echt niet correct is, maar zeker bij de start van de PET-CT is het wel denkbaar dat er een twijfel ontstaat of een extra zekerheid gewenst is.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 7 * 1 * 3 = 21$$

Het risicogetal is net boven de 20, waardoor dit punt extra aandacht vereist.

Er zijn voorzorgsmaatregelen besteld. Er zal in de LAF-kast extra loodvoorziening geplaatst worden, waardoor de dosisbelasting drastisch afneemt.

Langer een ingespoten patiënt bijstaan:

- Patiënten hebben wat uitleg nodig op moment dat ze op de PET-CT tafel gaan liggen. Sommige patiënten zullen meer tijd vragen van de laborant of zullen door angst enige tijd mentaal ondersteunt moeten worden max 1 uur.
- De effectieve dosis is maximaal 0,017 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 3 worden toegekend.

- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van een te verwachten mogelijk jaarlijks voorkomen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat de ondersteuning 1 uur extra gaat zijn.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 3 * 1 * 3 = 9$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk. Er zijn wel voorzorgsmaatregelen besteld. Omdat 1 uur ondersteuning erg weinig zal voorkomen, maar de ondersteuning die iets langer is dan de standaard 3 min is wel groeter. Er is om die reden een loodscherp besteld die gebruikt kan worden in de PET-CT ruimte.

Nucleair geneeskundige

Prikincident:

- Een prikincident kan voor een nucleair geneeskundige plaatsvinden bij diagnostische beeldvorming.
- De effectieve dosis is maximaal 0,9 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 7 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 0,5 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit is nog nooit voorgekomen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 0,5 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is niet uit te sluiten.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 7 * 0,5 * 0,5 = 1,75$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Besmetting:

- Een besmetting kan voor een nucleair geneeskundige plaatsvinden bij het injecteren van therapeutische nucliden.
- De huiddosisdosis is maximaal 277 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 40 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 0,5 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit is nog nooit voorgekomen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 0,5 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is niet uit te sluiten.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 40 * 0,5 * 0,5 = 10$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Stap 3. Risico-evaluatie

a. Wat is de jaardosis voor individuele werknemers?

	Jaarlijkse dosis (mSv) NCS rekenmodel
Nucleair geneeskundig medewerker	1,59 + 0,41 = 2 mSv
Nucleair geneeskundige	15,75 µSv + 1,9 mSv = 1,9 mSv

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

Medewerkers

Direct betrokken medewerkers dienen ingedeeld te worden als “niet-blootgestelde”, categorie A of B medewerker. Dit gebeurt aan de hand van de jaarlijkse RIE excel berekening plus voorzien onbedoeld d.m.v. de RIAS methode.

Zone

De ruimte dient als een bewaakte zone te worden ingedeeld als er categorie B medewerkers werken. De ruimte dient als een gecontroleerde zone te worden ingedeeld als er categorie A medewerkers werken.

Functie	kamer	totaal RIAS (mSv)	kamer indeling	indeling medewerker
Nucleair geneeskundig medewerker	Alle inspuitkamers, laboratorium en modaliteiten kamer	2	bewaakt	Categorie B
Nucleair geneeskundige	Alle inspuitkamers	1,9	bewaakt	Categorie B

c. Is voldaan aan ALARA?

De risico's en de doses die daarbij horen (zowel de daadwerkelijk gemeten als theoretisch berekende) zijn zo laag als redelijkerwijs mogelijk is. Dus er is voldaan aan ALARA.

Er zijn enkele voorzorgsmaatregelen genomen, die afgewogen zijn volgens het ALARA principe en waarbij de stralingsbeschermende werking opwoog tegen de financiële aspecten, zoals bv het extra verrijdbare loodschermb in de PET-CT ruimte.

d. Blijven alle berekende persoonsdosiswaarden beneden de dosislimieten?

De theoretische, berekende waarden blijven onder de dosislimieten van 6mSv (voor B) 20mSv (voor A) blootgestelde medewerkers. De daadwerkelijke, gemeten waarden blijven ook onder deze limiet, op het moment van publicatie van dit document.

Er is door het Laurentius ziekenhuis een maandelijkse alarmgrens bij NRG gesteld van 1mSv voor alle medewerkers. Indien er iemand boven deze grens komt, krijgt de toezichthoudend stralingsdeskundige van de radiologie een bericht. Op deze manier wordt tussentijds de dosis in de gaten gehouden.

De badge uitslagen laten dit ook zien, zie methode 3.

Methode 3 TLD

Van de afgelopen jaren zijn de badge uitslagen bekeken. Er is duidelijk zichtbaar wanneer de nucleair geneeskundig medewerkers zijn begonnen met het toedienen van F-18 FDG in VieCuri. Dit was in

2010. Vanaf januari is dit helemaal niet meer voorgekomen. Vanaf begin 2016 zal er een PET-CT in Laurentius Ziekenhuis komen. Deze zal voor een aanzienlijke stijging gaan zorgen voor de nucleair geneeskundig medewerkers.

	RIE verwacht op badge	RIE	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Nucleair geneeskundig medewerker		2	0,60	0,59	0,64	1,19	1,57	1,17	0,60
Nucleair geneeskunde	0,09	1,9		0,00	0,01	0,06	0,23	0,29	0,21

Tabel 1: badge uitslagen en de berekening van het RIE model.

Eindconclusie

Medewerkers:

De gemeten dosis die medewerkers ontvangen hebben komt overeen met de RIE methode uit 2013. De verandering van de komst van de PET-CT in 2017 zal een stijging in dosis laten zien zoals nu bepaald met de 3 bovengenoemde methoden.

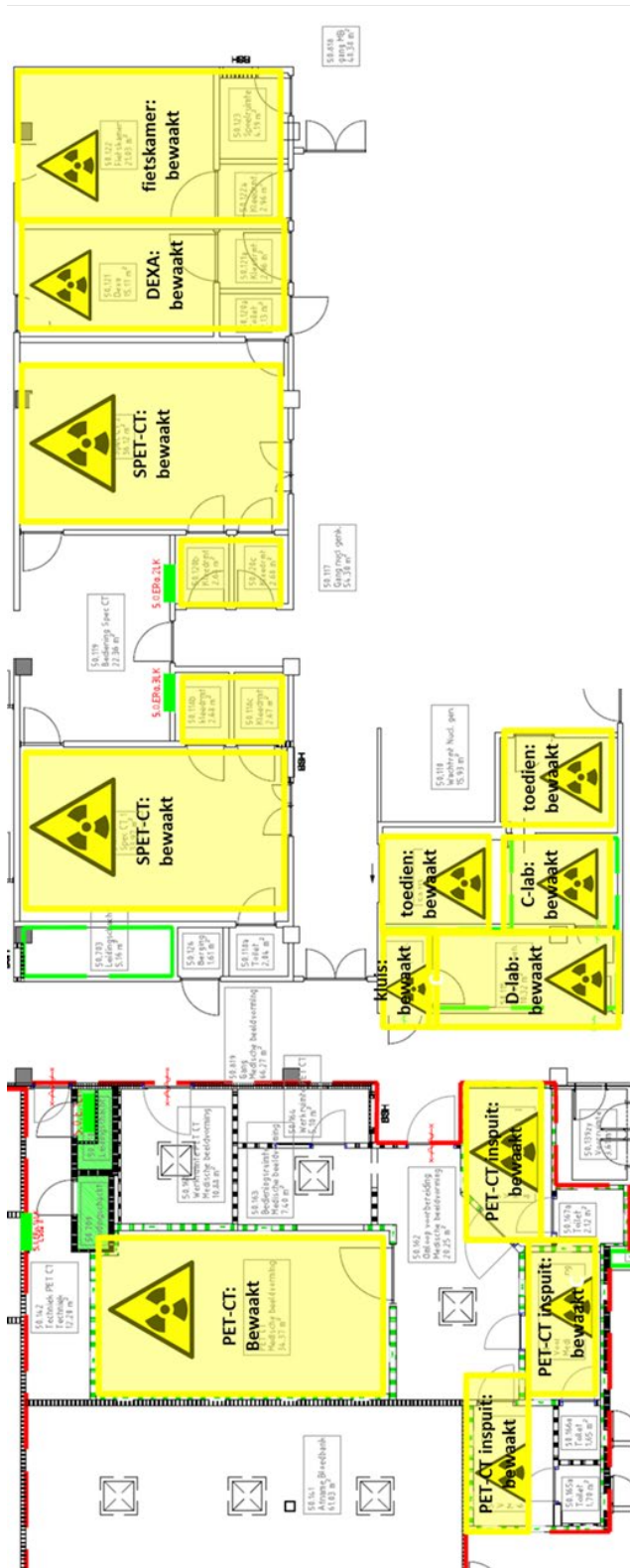
De dosis zal groter zijn dan 1 mSv en kleiner dan 6mSV

➔ Alle medewerkers zijn blootgestelde medewerkers categorie B

Ruimtes:

In geen enkele ruimte zal de medewerker meer dan 6mSv oplopen.

➔ Alle ruimtes waar straling te verwachten is zijn bewaakte ruimtes. (zie figuur 1)



Figuur 1: ruimteindeling afdeling Nucleaire geneeskunde

Radiologie + kaak + urologie + OK

Inleiding

Op verschillende afdelingen worden röntgentoestellen gebruikt.

Alle afdelingen en de medewerkers waar deze röntgentoestellen worden gebruikt zijn meegenomen in deze Risicoinventarisatie.

De belangrijkste veranderingen ten opzichte van de vorige RIE zijn:

- Geen EVARs meer (door vaatchirurg)
- Extra interventieradioloog (3 ipv 2)
- Radiologen voeren nagenoeg geen doorlichtingen meer uit op de MP kamer

Methode 1 NCS Excel medewerkers dosis

In de berekeningen wordt onderscheid gemaakt tussen bediening van verschillende apparatuur. Buckyapparatuur, kaakopnameapparatuur en CT vinden altijd achter een loodschot plaats (telecom). Bij mobiele apparatuur wordt onderscheid gemaakt tussen apparatuur voor mobiele opname en mobiele doorlichting (BV), welke bediend worden terwijl men zich in de desbetreffende ruimte bevindt. Bij Cardiologie, interventie en doorlichting wordt uitgegaan van drie mogelijke situaties; ofwel men bedient de apparatuur van achter een loodschot (telecom), of een werknemer assisteert de uitvoerend specialist en bevindt zich in de ruimte, of een werknemer doet de omloop, waarbij hij/zij zich afwisselend achter het loodschot en in de ruimte bevindt.

Persoonlijke beschermingsmiddelen zijn in de berekeningen buiten beschouwing gelaten sinds de NCS 2017. In de tabel 1 is ook de berekening met persoonsbescherming zichtbaar.

Enkele opmerkingen:

- De NCS is uitgevoerd per werknemer op basis van een fulltime medewerker.
- Alle excels hiervan zijn terug te vinden in het KEW dossier op de U:/schijf
- Het aantal procedures is aangepast naar de productiecijfers van 2020.

Functie	RIE 2020 (mSv) -PBM	RIE 2020 (mSv) +PBM	RIE 2017 (mSv) -PBM	RIE 2017 (mSv) +PBM
Interventieradioloog	11.9	2.4	16.9	3.4
Angiografielaborant	5.47	1.14	4.45	0.89
Cardioloog	6.6	1.3	8.5	1.7
Vaatchirurg	0.8	0.2	2.1	0.4
OK assistent (vaat)	0.26	0.05	0.31	0.06
Radioloog	0.3	0.1	0.9	0.2
MBB'er conventioneel	0.15	0.09	0.19	0.03
Pijnbestrijder	2.8	0.6	2.6	0.5
Pijnverpleegkundige	0.76	0.15	0.57	0.11
Uroloog	0.8	0.2	0.6	0.1
Urologisch VPK (polikl.)	0.04	0.01	0.02	0.01
MDL arts	1.4	0.3	1	0.2
Functielaborant (MDL)	0.24	0.05	0.1	0.02
Gynaecoloog	1.2	0.2	1.2	0.2
Echolaborant	0.18	0.01	0.18	0.01
Orthopeed	0.4	0.1	0.2	0.04
Chirurg	0.3	0.1	0.3	0.1
OK assistent (alg)	0.19	0.04	0.19	0.04
CT/MRI laborant	0.13	0.09	0.13	0.09
Longarts	0.1	0.03	0.1	0.03
Mammografie laborant	0.18	0.04	0.18	0.04

Tabel 1: NCS gegevens uit 2020 vergeleken met NCS berekeningen van 2017 met en zonder persoonlijke beschermingsmaatregelen

Method 2 RIVM

Inleiding

In het kader van het Besluit Stralingsbescherming dient een risicoanalyse gemaakt te worden bij stralingstoepassingen. De Arbeidsinspectie adviseert om hierbij gebruik te maken van de door het RIVM uitgegeven document "leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen". Deze leidraad is gebaseerd op ISO norm 31000.

Stappenplan

De risicoanalyse vindt in 3 stappen plaats, eerst een risico-identificatie, gevolgd door een risicoberekening en als laatste een risico-evaluatie. Binnen deze 3 stappen is een onderverdeling in diverse sub onderwerpen.

In deze RIVM methode zullen alle medewerkers, die met röntgentoestellen werken, worden meegenomen.

Alle medewerkers, die met röntgentoestellen werken

Stap 1. Risico-identificatie

i. Welke handeling met straling wordt uitgevoerd?

Er worden opnames, doorlichting, interventies, CT en mobiel opnames en doorlichting.

j. Welke deelhandelingen kunnen worden onderscheiden?

De deelhandelingen verschilt bij ieder specialisme/medewerker.
Zie tabel bij punt m.

k. Wat zijn de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

Menselijke fouten die mogelijk gemaakt kunnen worden zijn; werknemers die zonder loodjas de kamer betreden waarin op dat moment doorlicht wordt of medewerkers die per ongeluk op het doorlichtvoetpedaal gaan staan terwijl er iemand zich in de kamer bevindt. Er is ook een mogelijkheid dat het systeem faalt, waarbij men kan denken aan een doorlichtsysteem dat blijft stralen nadat de doorlichtknop/voetpedaal is losgelaten.

Hieronder enkele voorbeelden:

1. Patiënt onwel/reanimatie; laborant loopt zonder loodjas de ruimte binnen terwijl er doorlicht wordt (of foto's/CT gemaakt).
2. Een (relatief zwaar) object valt op het voetpedaal, het apparaat blijft stralen. Hiervan niet op de hoogte loopt iemand onbeschermd de ruimte binnen.
3. Doorlichtaanduiding (knipperlicht) defect, waardoor iemand (onbeschermd) de ruimte binnenloopt terwijl er doorlicht (of foto's gemaakt) wordt.
4. Loodafscherming aan plafond of aan de tafel wordt niet gebruikt.
5. Scheur in lood van een loodjas (deel afgebrokkeld), ondanks jaarlijkse controle; werkzaamheden gaan door, waardoor dosis.
6. Verkeerde instelling wordt gebruikt bij doorlichting, opname maken.

Deze voorzien onbedoelde gebeurtenissen kunnen in 2 categorieën worden ingedeeld.

- Geen loodafscherming tijdens gebruik ioniserende straling. Nr 1,2,3,4,5. Hiervan is nr 4 minder ernstig dan helemaal geen loodafscherming, want er zal te allen tijde een loodjas gedragen worden. Deze voorziene onbedoelde gebeurtenis zal hierdoor overschat worden.
- Andere instelling (nr 6)

Voor enkele voorziene onbedoelde gebeurtenissen zal deze omschrijving een overschatting geven.

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

Het betreft verschillende röntgentoestellen. Alle systemen hebben een maximale buisspanning van 150 kV.

Kamer	Röntgentoestel	Wordt gebruikt op
Kamer 6 (Angio)	Angiokamer	
Kamer 5 (MP)	Multipurpose	
	C-boog	OK, pijnpoli en poli Urologie
Bucky kamers (n=3)	Bucky	
Poli kamer urologie	Uroscoop	Vervallen in 2020. Lees: C boog

Tabel 2: Gegevens over toestellen en gebruik

m. Hoe vaak wordt de handeling uitgevoerd?

Dit is wisselend per specialisme/medewerker, zie NCS sheets.

Hieronder in de tabel een overzicht van medewerker specialisme, de toestellen die ze gebruiken, de handelingen die worden uitgevoerd, maximale DOP en aantallen per jaar of per medewerker.

Functie	Toestel	uitvoering	DOP (mGycm2)	aantallen
Interventieradioloog	Bucky, mammo, CT, Multipurpose en Angiokamer	naast onderzoeken van radioloog ook Interventies op de Angiokamer	maximaal 30.000 voor interventies	700-800 interventies per 3 interventie radiologen
Angiografielaborant	Angiokamer, bucky, C-boog	Alle interventies van de interventieradioloog en de onderzoeken van de cardioloog op de angiokamer	maximaal 25.000/30.000	assisteren bij cardio (750) en bij interventies (700-800)
Cardioloog	Angiokamer	Pacemakers en CAG	10.000, 25.000	150 ICD, 600 CAG
Vaatchirurg	C-boog	EVAR	50.000	20 EVAR's per jaar per chirurg
OK assistent (vaat)	C-boog	orthopedische en chirurgische procedures op de OK incl EVAR	50.000	8 EVAR's per jaar per assistent
Radioloog	Bucky, mammo, CT, Multipurpose	diagnostische onderzoeken arthro en enkele Interventies arthrogram, cholangiografie via T-drain, traanbuis opspuitingen. Telecom: Oesophagus, Defaecografie, ERCP, HSG, colon, rectuminloop	Maximaal 15.000	per radioloog ongeveer 40 doorlichting, 40 CT's
MBBer conventioneel	bucky, C-boog	bucky opnames en C-boog OK	1000 bij bucky, 20.000 bij doorlichting	10.000 bucky opnames - 200 doorlichting
Pijnbestrijder (anesthesist)	C-boog	pijnbestrijding procedures.	1.000	1.200
Pijnverpleegkundige	C-boog	pijnbestrijding procedures.	1.000	1.200
Uroloog	uroscoop, C-boog	URS, mictiecystogram en aanprikken nier	10.000 op poli, 7.500 URS OK	30 op poli/ 50 URS
Urologisch VPK (polikl.)	uroscoop	mictiecystogram en aanprikken nier	10.000 op poli	30 op poli
MDL arts	Multipurpose	ERCP	maximaal 30.000	200 ERCP's
Funcielaborant (MDL)	Multipurpose	ERCP	maximaal 30.000	200 ERCP's
Gynaecoloog	Multipurpose	HSG	maximaal 30.000	30 HSG's
Echolaborant	bucky, C-boog	klein gedeelte Bucky en C-boog OK onderzoeken	1.000 bij bucky	2.000 bucky opnames
Orthopeed	C-boog	orthopedische ingrepen	maximaal 1.000	100-120 per orthopeed
Chirurg	C-boog	chirurgische ingrepen zoals aanbrengen port-a-cath. Geen EVAR	maximaal 20.000	20-30 per chirurg
OK assistent (alg.)	C-boog	orthopedische en chirurgische procedures op de OK (behalve EVAR)	maximaal 20.000	80 per assistent
CT/MRI laborant	bucky, C-boog, CT	CT-MRI opnames en ook een klein gedeelte Bucky en C-boog OK onderzoeken	1.000 bij bucky	2.000 bucky opnames
Longarts	Multipurpose	sniff test	maximaal 30.000	10-15 per jaar
Mammografie laborant	Mammografie	mammografie opnames	1.000 bij bucky	2.000 bucky opnames

Tabel 3: Gegevens over werknemer en gebruik van welke apparatuur bij welke onderzoeken. De aantallen van de procedures per medewerker of per jaar en de gemiddelde DOP.

n. Welke personen kunnen bij de handeling blootgesteld worden?

De direct betrokken werknemers zijn:

- Interventieradioloog
- Angiografielaborant
- Cardioloog
- Vaatchirurg
- OK assistent (vaat)
- Radioloog
- MBBer conventioneel
- Pijnbestrijder (anesthesist)
- Pijnverpleegkundige
- Uroloog
- Urologisch VPK (polikl.)
- MDL arts
- Functielaborant (MDL)
- Gynaecoloog
- Echolaborant
- Orthopeed
- Chirurg
- OK assistent (alg.)
- CT/MRI laborant
- Longarts
- Mammografie laborant

Deze medewerkers zijn ingedeeld als blootgestelde medewerkers, categorie A of B of niet blootgestelde werknemers.

o. Waar vindt de handeling plaats?

De handelingen vinden plaats in röntgenkamers, op de pijnbehandeling op de poli urologie en op de operatiekamers. Zie tabel onder punt e onder stap1.

p. Wat zijn de getroffen maatregelen?

De medewerkers in bv de angiokamer werken m.b.v. protocollen. In deze protocollen is het volgende beschreven (Zie verder bijlage voor een voorbeeld van een daadwerkelijk werkprotocol van de angiokamer):

Enkele standaard ALARA aspecten vermeld in veel protocollen:

- medewerkers zullen de doorlichttijd zoveel mogelijk beperken.
- medewerkers zullen zoveel mogelijk de veldgrootte beperken.
- centrering van het röntgenbeeld is zonder doorlichting mogelijk
- alle medewerkers binnen de behandelruimte dragen loodjassen.
- alleen indien strikt noodzakelijk bevinden medewerkers zich in de ruimte bij de patiënt en houden dan zoveel mogelijk afstand.

Enkele specifiek Angiokamer of MP:

- medewerkers gebruiken het opslaan van doorlichtbeeldjes of het gebruik van “overlay-ref” functie als alternatief voor single shot opnames of roadmap.
- medewerkers zullen voor zover mogelijk het kV maximaliseren en het mA minimaliseren.
- men werkt met “low dose” doorlichting met een gering aantal doorlichtpulsen per seconde.
- omloop medewerkers bevinden zich tijdens doorlichting achter het loodschot
- de loodflappen die bevestigd zijn aan de behandelafel worden te allen tijde gebruikt.

- het verplaatsbaar loodschermb dat zich aan het plafond bevindt wordt gebruikt indien dit niet de voortgang van het onderzoek belemmert.

Radiologische laboranten (angio, CT, MRI en bucky):

Het is de taak van de medewerkers om een goed optimum te vinden tussen beeldkwaliteit en stralingshygiëne. Hierbij wordt het ALARA principe gehandhaafd. De medewerkers hebben onderwijs ontvangen om deze optimalisering uit te voeren. Bij twijfel kan de toezichthoudend of coördinerende stralingsdeskundige om advies gevraagd worden.

Stap 2. Risicoberekening

f. Hoe kunnen de werknemers worden blootgesteld aan ioniserende straling?

Het blootstellingspad zal in zijn geheel lopen in de vorm van externe fotonenstraling. Strooistraling van de patiënt is de grootste factor.

g. Wat is de dosis door blootstelling ten gevolge van de handeling in reguliere omstandigheden?

De RIE Excel die is uitgevoerd voor alle medewerkers geeft een berekening van de dosis bij reguliere handelingen. Hierbij zijn vaak al overschattingen gebruikt.

h. Wat zijn de doses door blootstelling ten gevolge van en de kansen op voorkomen van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

De doses die te verwachten zijn bij bovengenoemde voorziene onbedoelde gebeurtenissen zullen klein zijn per voorkomen. Per gebeurtenis is dit kleiner dan 0,3 mSv, (uitzondering is een heel onderzoek bij de CT assisteren, zie onderstaande tabel)

De belangrijkste en waarschijnlijk meest voorkomende is een voorziene onbedoelde gebeurtenis uit de categorie "Geen loodafscherming tijdens gebruik ioniserende straling".

Alle voorziene onbedoelde gebeurtenissen zijn berekend aan de hand van de NCS excel. En voor iedere berekening zijn de gegevens aangepast voor de betreffende werknemer qua afstand, DOP, gebruikte toestel en duur van de gebeurtenis. In bijlage 2 is een voorbeeld te zien van een van de berekende voorziene onbedoelde gebeurtenis.

Voorziene onbedoelde gebeurtenissen			
Verkeerde instelling gebruikt	mSv	Ruimte binnenlopen, zonder loodjas	mSv
Laborant			
Tijdens bucky werkzaamheden	0,00	Tijdens bucky werkzaamheden	0,03
Tijdens CT	0,00	Tijdens CT (heel onderzoek vasthouden)	0,86
Tijdens mobiele opname	0,00	Tijdens mobiele opname	0,02
Tijdens mobiele doorlichting	0,02	Tijdens mobiele doorlichting	0,01
Tijdens Cardiologie assisteren	0,03	Tijdens Cardiologie assisteren	0,02
Tijdens Cardiologie omloop	0,01	Tijdens Cardiologie omloop	0,01
Tijdens interventie assisteren	0,04	Tijdens interventie assisteren	0,02
Tijdens interventie omloop	0,02	Tijdens interventie omloop	0,01
Tijdens doorlichting (MP)	0,02	Tijdens doorlichting (MP)	0,02
Specialist			
Tijdens CT	0,01	Tijdens CT (binnenlopen)	0,01
Operatie, extremiteiten	0,00	Operatie, extremiteiten	0
Operatie, bekken/buik	0,07	Operatie, bekken/buik	0,04
Operatie, EVAR	0,22	Operatie, EVAR	0,11
Tijdens doorlichting	0,11	Tijdens doorlichting	0,03
Uitvoeren CAG	0,13	Uitvoeren CAG	0,07
Uitvoeren PM	0,04	Uitvoeren PM	0,02
Interventie, abdomen	0,11	Interventie, abdomen	0,06

Tabel 4: Berekeningen van stralingsdosis van voorziene onbedoelde gebeurtenissen. Per incident berekent.

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

Om het risico van voorziene onbedoelde gebeurtenissen te kwantificeren wordt gebruik gemaakt van de Fine-Kinney methode.

De bovenstaande gebeurtenissen worden in 4 categorieën verdeeld.

1. Tijdens Bucky werkzaamheden
2. Tijdens CT werkzaamheden
3. Tijdens doorlichtprocedures Angiokamer/Multipurpose
4. Tijdens doorlichting op de OK

Van ieder van de 4 categorieën is de gebeurtenis waarbij de hoogste stralingsbelasting is berekend, meegenomen om een risico-inschatting te maken.

Categorie 1:

- Tijdens bucky werkzaamheden.
- Gezien de lage effectieve dosis kan een effectfactor (Eff) van 3 worden toegekend. (maximale dosis per gebeurtenis is 0,03mSv)
- De belastingfactor (B) bedraagt 2 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Maar omdat dit toch 5 keer per jaar zal zijn is voor maandelijks gekozen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is mogelijk en aangezien we verwachten dat het maximaal 5 x per jaar voorkomt is het dus ongewoon.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 3 * 2 * 3 = 18$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Categorie 2:

- Tijdens CT werkzaamheden
- Gezien de effectieve dosis van bijna 1 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 7 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de zeer lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is zeker denkbaar.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 7 * 1 * 1 = 7$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Categorie 3:

- Tijdens doorlicht werkzaamheden
- De dosis is maximaal 0,13 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 5 worden toegekend. Dit komt enkel voor bij de cardioloog bij een verkeerde instelling.
- De belastingfactor (B) bedraagt 2 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Maar omdat dit toch 5 keer per jaar zal zijn is voor maandelijks gekozen
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is zeker denkbaar.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 5 * 2 * 1 = 10$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Categorie 4:

- Tijdens doorlicht werkzaamheden op de OK
- De dosis is maximaal 0,22mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 5 worden toegekend. Dit komt enkel voor bij de vaatchirurg bij een verkeerde instelling.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. De EVAR procedures zijn er <50 per jaar.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is zeer ongewoon dat dit gebeurt.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 5 * 1 * 3 = 15$$

Gezien het risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

- ➔ Alle risicogetallen komen niet boven de 20.
Er zijn geen directe acties noodzakelijk. Eventuele additionele maatregelen zouden zich moeten richten op de gebeurtenissen van categorie 1 en 4.

Stap 3. Risico-evaluatie

a. Wat is de jaardosis voor individuele werknemers?

De voorziene onbedoelde gebeurtenis: geen persoonsbescherming aan:

Waarschijnlijk komt deze voorziene onbedoelde gebeurtenis maximaal 1 keer per jaar voor, maar dit kan vaker voorkomen, dus is rekening gehouden met 5 x per werknemer.

De voorziene onbedoelde gebeurtenis: foute instelling:

Deze gebeurtenis zal minder dan 1 keer per jaar voorkomen, ook dit is bij de berekening 5 maal meegerekend. Uitzondering is Urologie, omdat er maar zo weinig onderzoeken zijn, dat er maar 1 maal gerekend wordt. Ook bij CT het assisteren van geheel CT onderzoek bij de patiënt is zo zeldzaam, dat het 1 keer per jaar is meegerekend.

Opmerking: De RIE excel is al een berekening zonder persoonsbescherming.

De voorziene onbedoelde gebeurtenissen, die betrekking hebben op het niet dragen van persoonsbeschermingsmiddelen zoals een loodjas, zitten dus eigenlijk al opgenomen in de RIE. We hebben de losse voorziene onbedoelde gebeurtenissen, waarbij geen persoonsbescherming wordt gedragen toch meegenomen in de berekening van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen.

Functie	NCS 2020 (mSv)	Totaal RIAS 2020 (mSv)
Interventieradioloog	11.9	18.45
Angiografielaborant	5.47	5.25
Cardioloog	6.6	9.8
Vaatchirurg	0.8	1.0
OK assistent (vaat)	0.26	0.36
Radioloog	0.3	1
MBB'er conventioneel	0.15	0.34
Pijnbestrijder	2.8	3.3
Pijnverpleegkundige	0.76	0.72
Uroloog	0.8	0.71
Urologisch VPK (polikl.)	0.04	0.06
MDL arts	1.4	1.85
Functioneel laborant (MDL)	0.24	0.3
Gynaecoloog	1.2	2.05
Echolaborant	0.18	0.33
Orthopeed	0.4	0.2
Chirurg	0.3	0.3
OK assistent (alg)	0.19	0.44
CT/MRI laborant	0.13	0.99
Longarts	0.1	0.1
Mammografie laborant	0.18	0.33

Tabel 5: NCS 2020 in vergelijking met RIAS 2020 (is NCS + voorzien onbedoeld)

Wat is op basis van de jaardosis voor individuele werknemers de juiste indeling blootgestelde werknemers en zone?

Medewerkers

Direct betrokken medewerkers dienen ingedeeld te worden als “niet-blootgestelde”, categorie A of B medewerker. Dit gebeurt aan de hand van de jaarlijkse RIE Excel berekening plus voorzien onbedoeld d.m.v. de RIAS methode.

Er is voor gekozen om de indeling van de medewerker op rol- of functieniveau te doen. Hierbij kan het zo zijn dat medewerkers die niet fulltime deze rol vervullen (bijvoorbeeld door parttime werken of het vervullen van managementfuncties) zwaarder ingedeeld worden dan dat strikt noodzakelijk is.

Beleid Laurentius Ziekenhuis:

Werknemers zullen in de categorie “niet-blootgestelde werknemer” worden ingedeeld wanneer kan worden aangetoond, met een Risico Inventarisatie en Evaluatie (RIE) en met historische badge uitslagen, dat de **jaardosis lager is dan 0,5mSv**.

	Categorie		
	A	B	Niet-blootgestelde werknemer
<ul style="list-style-type: none"> - effectieve dosis > 6 mSv/jaar, of - equivalente orgaandosis > 150 mSv/jaar, of - equivalente ooglensdosis > 45 mSv/jaar. 	X		
<ul style="list-style-type: none"> - effectieve dosis > 1 mSv/jaar en ≤ 6 mSv/jaar, of - equivalente dosis > 50 mSv/jaar en ≤ 150 mSv/jaar, of - equivalente ooglensdosis > 15 mSv/jaar en ≤ 45 mSv/jaar. 		X	
<ul style="list-style-type: none"> - effectieve dosis ≤ 0,5 mSv/jaar, en - effectieve dosis ≤ 0,2 mSv /kwartaal 			X

Zone

De ruimte dient als een bewaakte zone te worden ingedeeld als een medewerker in deze ruimte meer dan 1 mSv kan oplopen. De ruimte dient als een gecontroleerde zone te worden ingedeeld als een medewerker in deze ruimte meer dan 6 mSv kan oplopen.

Uitzondering is de Multipurpose kamer (kamer 5). In deze ruimte kan een werknemer volgens de berekeningen niet meer dan 6mSV oplopen. Echter is kamer 5 ook de reserve angiokamer en dan zouden er wel medewerkers zijn die in die kamer meer dan 6mSv ontvangen. Kamer 5 wordt daarom ook als gecontroleerde kamer geclassificeerd.

Zie tabel 6b en figuur 1 voor de indeling van de kamer.

Functie	totaal RIAS (mSv)	indeling medewerker
Interventieradioloog	18,45	Categorie A
Angiografielaborant	5,25	Categorie B
Cardioloog	9,8	Categorie A
Vaatchirurg	2,43	Categorie B
OK assistent (vaat)	0,36	
Radioloog	1	Categorie B
MBBer conventioneel	0,34	
Pijnbestrijder (anesthesist)	3,3	Categorie B
Pijnverpleegkundige	0,72	Categorie B
Uroloog	0,71	Categorie B
Urologisch VPK (polikl.)	0,06	
MDL arts	1,85	Categorie B
Functielaborant (MDL)	0,3	
Gynaecoloog	2,05	Categorie B
Echolaborant	0,33	
Orthopeed	0,2	
Chirurg	0,3	
OK assistent (alg.)	0,44	
CT/MRI laborant	0,99	Categorie B
Longarts	0,1	
Mammografie laborant	0,33	

Tabel 6a: Gegevens over werknemer, RIAS en medewerker indeling

kamer	kamer indeling
kamer 6	gecontroleerd
kamer 5	gecontroleerd
OK	bewaakt
alle rontgenkamers	bewaakt
Pijnbehandeling	bewaakt
Kamer urologie	bewaakt
CT	bewaakt

Tabel 6b: Gegevens over kamer en kamer indeling

b. Is voldaan aan ALARA?

De risico's en de doses die daarbij horen (zowel de daadwerkelijk gemeten als theoretisch berekende) zijn zo laag als redelijkerwijs mogelijk is. Dus er is voldaan aan ALARA.

c. Blijven alle berekende persoonsdosiswaarden beneden de dosislimieten?

De theoretische, berekende, waarden blijven onder de 20mSv blootgestelde medewerkers. De daadwerkelijke, gemeten, waarden blijven ook onder deze limiet, op het moment van publicatie van dit document.

De badge uitslagen laten dit ook zien, zie methode 3.

Methode 3 TLD

TLD uitslagen

Het daadwerkelijk ontvangen dosis, kan via een de TLD-badges worden bekeken. De TLD badge uitslagen worden jaarlijks vergeleken met de RIAS rekenmodel.

De gemiddelde TLD badge uitslagen van 2016-2020 zijn er naast gezet. Er is gemiddeld over alle medewerkers met dezelfde functie en dit over alle jaren.

Een jaarlijkse check van NCS/RIAS rekenmodel en badge uitslagen zorgt voor een optimaal beeld van gebruik van röntgen en de stralingsbelasting voor de werknemers. En is met name bedoeld om te zien of er geen zeer afwijkende waarde gemeten worden.

Uit de vergelijking van de afgelopen 3 jaar en de uitgevoerde RIE/ RIAS van 2020 zijn geen extreme verschillen te zien. En de TLD waarde zijn nooit hoger dan de RIE.

Functie	NCS 2021 (mSv)	Totaal RIAS 2021 (mSv)	Badge uitslag 2016-2020
Interventieradioloog	11.9	18.45	8.5
Angiografielaborant	5.47	5.25	2.31
Cardioloog	6.6	9.8	7.58
Vaatchirurg	0.8	2.43	0.01
OK assistent (vaat)	0.26	0.36	
Radioloog	0.3	1	0.01
MBB'er conventioneel	0.15	0.34	
Pijnbestrijder	2.8	3.3	4.9
Pijnverpleegkundige	0.76	0.72	
Uroloog	0.8	0.71	0.01
Urologisch VPK (polikl.)	0.04	0.06	
MDL arts	1.4	1.85	0.13
Functioneel laborant (MDL)	0.24	0.3	
Gynaecoloog	1.2	2.05	
Echolaborant	0.18	0.33	
Orthopeed	0.4	0.2	
Chirurg	0.3	0.3	
OK assistent (alg)	0.19	0.44	
CT/MRI laborant	0.13	0.99	
Longarts	0.1	0.1	
Mammografie laborant	0.18	0.33	

Tabel 7: Gegevens NCS en RIAS 2020 versus gemiddelde TLD-badge per medewerker over de afgelopen 3 jaar

Discussie

Methode 3 wordt altijd gebruikt om te zien of de risico-inventarisatie en de berekening van voorziene onbedoelde gebeurtenissen kloppen met de werkelijkheid. Dit gebeurt om te voorkomen dat we grote aspecten over het hoofd hebben gezien in de RIAS.

De RIAS berekening is in alle gevallen hoger dan de gemeten dosis. Dit geeft in ieder geval aan dat er in de RIAS geen onderschatting is gemaakt.

Bij enkele medewerkers komt de RIAS niet heel goed overeen met TLD-badge uitslag. Er zijn meerdere redenen die dit verschil veroorzaken.

De redenen waarom de echte badge dosis lager is, kunnen verschillende zijn:

- De RIAS houdt rekening met een gemiddelde DOP, maar deze is altijd naar boven afgerond of soms zelfs de maximale DOP. Dit levert dus een overschatting op
- Bij medewerkers die een variatie van procedures uitvoeren is de hoogste DOP genomen.
- De afstand van medewerker tot aan het toestel is onderschat. De afstand die minimaal kan voorkomen wordt meegenomen. Alle medewerkers zijn er bewust van de ALARA principes en zullen afstand nemen zodra ze dit kunnen.
- De voorziene onbedoelde gebeurtenis: zonder persoonsbeschermingsmiddelen de ruimte betreden is in sommige gevallen al meegenomen in de standaard RIE, omdat in de RIE geen berekening van persoonsbeschermingsmiddelen mag worden meegenomen.
- De RIAS is voor 1fte. De badge uitslagen zijn gemiddeld van alle personen, ook de parttimers.

Ondanks dat er verschillen in TLD en RIAS zijn is het toch van belang om de TLD-badge uitslagen worden vergeleken met de RIAS als een extra check.

- ➔ De gemiddeld TLD-badge uitslagen van 2017-2020 komen, met bovengenoemde punten in ogenschouw nemend, goed overeen met de RIAS.

Eindconclusie

Medewerkers:

De dosis die medewerkers ontvangen is vooral het gevolg van bedoelde werkzaamheden en onbedoelde, voorziene gebeurtenissen. Door zich te houden aan de beschreven protocollen kan veilig gewerkt worden. Door een veelvoud aan maatregelen wordt voldaan aan de 3 pijlers van stralingshygiëne;

- het rechtvaardigingsprincipe
- het ALARA principe
- dosislimieten.

De RIAS methode laat enkele verschillen zien t.o.v. de RIE uit 2017. De veranderingen zijn te verklaren door:

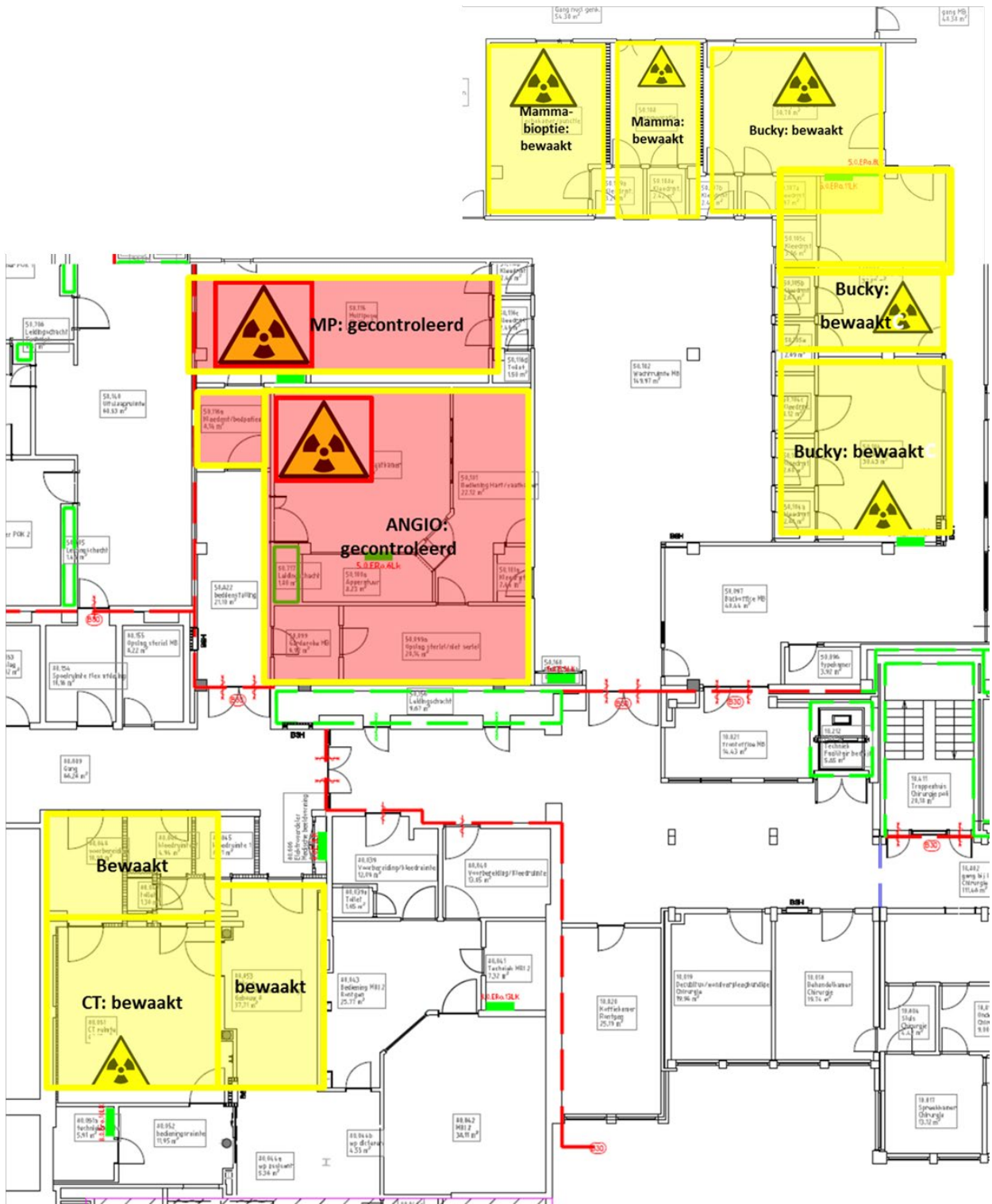
- ???

→ Alle medewerkers zijn opnieuw ingedeeld aan de hand van de RIAS (zie tabel 6).

Ruimtes:

Alle ruimtes zijn ingedeeld m.b.v. de RIAS. In Tabel 6 is de indeling te zien.

→ Er zijn maar 2 gecontroleerde ruimtes. Dit betreft de Angiokamer en de Multipurpose. Dit zijn beide doorlichtkamers.



Figuur 1: ruimteindeling afdeling radiologie

Bijlage 1; Gebruikte afkortingen;

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
B	Belastingfactor
CAG	CardioAngioGrafie (hartkatherisatie)
DSA	Digitale Subtractie Analyse
Eff	Effectfactor
ISO	International Organization for Standardization
kV	kiloVolt
LZR	Laurentius Ziekenhuis Roermond
mA	milliAmpere
mSv	milliSievert
PM	Pacemaker (implantatie)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
TLD	ThermoLuminescentieDosimeter
μ Sv	microSievert
W	Waarschijnlijkheidsfactor

Bijlage 2; berekening kwantitatieve dosis bij voorzien onbedoelde gebeurtenis

Overzicht		Taascategorie	Werkzaamheid	Tijdsinbeling %	Tijdsinbeling taascategorie	# verrichtingen per dag per kamer mogelijk	# verrichtingen Fulltimer	# Verrichtingen werknemer	Gebruik loodschoot	Correctiefactor loodschoot	Dosis gemiddeld onbedoeld of afgesloten inclusief bouwkundige afscherming (mSv)	Dosis per jaar (mSv)	Dosis per jaar gecorrigeerd voor eventueel loodschoot (mSv)	Totale dosis
Laborant alleen VOG		Bucky	Telecom	1%	1	200	2	nee	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale dosis mSv		0,11												
Maximale Fine-kinney factor		2												
Deeltijdfactor %		100%												
		Kaakopnameapparatuur	OPG CBCT	0% 100%	5 10	1000 2000	0 0	nee nee	1 1	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00
		CT	Telecom	1%	1	200	2	nee	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Mobiele opname	Bediening	1%	1	200	2	nee	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Mobiele doorlichting	Bediening	1%	1	200	2	nee	1	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
		Cardiologie	Telecom Assisteren Omloop	2% 60% 20%	3	600 600 600	7 2 2	nee nee nee	1 1 1	0,00 0,01 0,00	0,00 0,03 0,01	0,00 0,03 0,01	0,00 0,03 0,01	0,04
		Interventie	Telecom Assisteren neuro Assisteren abdomen Omloop	2% 0% 50% 50%	1	200 200 200 200	0 0 2 2	nee nee nee nee	1 1 1 1	0,00 0,02 0,02 0,01	0,00 0,00 0,04 0,02	0,00 0,00 0,04 0,02	0,00 0,00 0,04 0,02	0,06
		Doorlichting	Telecom Assisteren Omloop	1% 50% 0% 50%	2	400 400 400	2 0 2	nee nee nee	1 1 1	0,00 0,02 0,01	0,00 0,00 0,01	0,00 0,00 0,02	0,00 0,00 0,02	0,02
		Overige werkzaamheden		91%										
		Totaal %		100%										
Medisch specialist alleen VOG		Mobiele doorlichting	Uitvoeren Extremitetten Uitvoeren Bekken/Buik Uitvoeren EVAR	3% 34% 33% 33%	1 1 1	200 200 200	2 2 2	nee nee nee	1 1 1	0,00 0,04 0,11	0,00 0,07 0,22	0,00 0,07 0,22	0,29	
Totale dosis (mSv)		0,6												
Maximale Fine-kinney factor		2												
Deeltijdfactor		100%												
		CT	Telecommando Uitvoeren interventie	1% 0% 100%	50 1	10000 200	0 2	nee nee	1 1	0,00 0,01	0,00 0,01	0,00 0,01	0,01	
		Cardiologie	Uitvoeren CAG Uitvoeren PCI Uitvoeren ICD	2% 0% 50%	1 1 1	200 200 200	2 0 2	nee nee nee	1 1 1	0,07 0,00 0,02	0,13 0,00 0,04	0,13 0,00 0,04	0,18	
		Interventie	Uitvoeren Neuro Uitvoeren Abdomen	1% 0% 100%	1 1	200 200	0 2	nee nee	1 1	0,06 0,06	0,00 0,11	0,00 0,11	0,11	
		Doorlichting	Telecommando Interventie	2% 50% 50%	1 1	200 200	2 2	nee nee	1 1	0,00 0,06	0,00 0,11	0,00 0,11	0,00 0,11	
		Overige werkzaamheden		91%										
		Totaal %		100%										

Bijlage 3; Voorbeeld werkprotocol van de angiokamer

Doel

Veilig werken in de angiokamer

Inleiding

Binnen de angiokamer van de afdeling Radiologie worden diverse onderzoeken uitgevoerd.

De cardiologen voeren hier hartkatheterisaties, pacemaker- en reveal implantaties uit.

De interventie radioloog voert hier DSA onderzoeken van de buik- en beenvaten en shunt onderzoek uit. Deze onderzoeken worden meestal gecombineerd met een dotterprocedure, stentplaatsing of embolisatie.

Al deze onderzoeken gaan gepaard met een hogere stralingsbelasting dan het maken van röntgenfoto's op de buckykamers. Soms zullen één of meerdere medewerkers zich tijdens de doorlichting in de kamer moeten bevinden in plaats van achter het loodschot.

Maatregelen die de dosis voor de patiënt verlagen zullen in de regel ook de dosis voor de medewerkers verlagen. Dit omdat medewerkers met name strooistraling uit de patiënt ontvangen.

Daarnaast zijn er nog enkele maatregelen die alleen de dosis voor de medewerkers verlagen.

Er wordt gewerkt volgens het ALARA principe.

Werkwijze

Handelen van de laborant

- Verrichten van voorbereidende handelingen voor wat betreft de apparatuur; deze aanzetten en in de juiste positie plaatsen.
- Klaarzetten en gebruiksklaar maken van overige benodigdheden voor het desbetreffende onderzoek.
- Controleren van geboortedatum en eventuele zwangerschap.
- Voorlichten van de patiënt over het te ondergaan onderzoek.
- Positioneren van de patiënt op de röntgentafel.
- Patiënt aansluiten aan het ECG en de pulsoxymeter.
- Steriel klaarleggen van de benodigde materialen.
- Steriel afdekken van de patiënt.
- Bij onderzoeken door de radioloog: deze naar de angiokamer roepen en assisteren.
- Bij onderzoeken door een cardioloog: deze naar de angiokamer roepen en assisteren.
- Nazorg verlenen aan de patiënt. De patiënt gaat daarna naar de verpleegafdeling terug. Indien er bijzonderheden zijn wordt dit zowel schriftelijk als mondeling doorgegeven aan de verpleegafdeling.

De digitale beelden en een "exam protocol" (dosisrapportage) worden doorgestuurd en gearhiveerd in het PACS. Wat betreft de cardiologische onderzoeken, deze worden tevens doorgestuurd naar Prosolve. De verantwoordelijke laborant controleert of de beelden juist in PACS zijn aangekomen en beëindigt aansluitend het onderzoek door de patiënt in chipsoft door te schuiven van het "oproep" scherm naar het "gereed" scherm, zodat het onderzoek voor verslaglegging in het vakje van de radioloog terecht komt.

Nazorg

- De punctieplaats comprimeren tot er hemostase is ontstaan. De laborant verbindt de punctieplaats en geeft de patiënt instructies. Na een CAG heeft de patiënt 8 uur bedrust, na een DSA zonder dotterprocedure 6 uur bedrust, en na een DSA met dotterprocedure minimaal 8 uur bedrust (meestal tot de volgende morgen, omdat deze onderzoeken alleen 's middags plaatsvinden).
- De patiënt moet plat blijven liggen tijdens de bedrust. Indien er een bloeding optreedt moet meteen de verpleging gewaarschuwd worden.
- De patiënt gaat daarna naar de verpleegafdeling terug. Indien er bijzonderheden zijn wordt dit zowel schriftelijk als mondeling doorgegeven aan de verpleegafdeling.

Straling hygiënische maatregelen voor de patiënt

- Beperking van de doorlichttijd is een heel belangrijke parameter. In de praktijk zal deze meestal bepaald worden door de medicus. De radiologiemedewerker dient er op toe te zien dat de doorlichttijd geen excessieve vormen aanneemt.
- Diafragmeren: zo veel mogelijk de veldgrootte beperken. Dit kan al voorafgaand aan de doorlichting.
- Het opslaan van een doorlichtbeeldje via SM (Store Monitor) of het gebruiken van de "overlay-ref" functie is bij sommige onderzoeken een bruikbaar alternatief voor een single-shot röntgenopname of een roadmap. Mits deze werkwijze het stellen van een diagnose niet belemmert, levert dit een flinke dosisbesparing op voor de patiënt.
- Verhoging van het kV en verlaging van het mA dragen bij aan het verlagen van de dosis van de patiënt.
- Het is mogelijk het aantal doorlichtpulsjes per seconde te verlagen. Minder pulsjes betekent een lagere dosis voor de patiënt. In principe wordt er alleen nog maar met Low Dose doorlichting gewerkt indien dit niet het onderzoek belemmert.
- Centrerings van het röntgenbeeld is zonder doorlichting mogelijk, wat leidt tot een beperking van dosis voor de patiënt.

Straling hygiënische maatregelen voor de werkers

- De omloop medewerkers bevinden zich tijdens doorlichting achter het loodschot. Alleen indien noodzakelijk bevinden medewerkers zich dan in de ruimte bij de patiënt. De assisterend medewerker houdt zo veel mogelijk afstand.
- De radiodiagnostisch laborant ziet erop toe dat alle medewerkers binnen de behandelruimte loodjassen dragen.
- De radiodiagnostisch laborant ziet erop toe dat alle aanwezigen binnen de behandelruimte zoveel mogelijk afstand tot de patiënt bewaren.
- De loodflappen die bevestigd zijn aan de tafel dienen te allen tijde gebruikt te worden, om straling vanuit de röntgenbuis te beperken.
- Het loodscherm dat bevestigd is aan het plafond dient, indien het niet de voortgang van het onderzoek belemmert, gebruikt te worden om de strooistraling die vanuit de patiënt ontstaat voor de medewerkers te beperken.

Hygiënische maatregelen binnen de ruimte

- Er geldt een uniforme kledingwijze in de angiokamer. Er dienen groene pakken en klompen gedragen te worden waarmee men de röntgenafdeling niet mag verlaten. Voor gasten zijn er schoenhoesjes aanwezig. Bij het verlaten van de afdeling dient men zich om te kleden.

- Binnen de angiokamer dient te allen tijde een mutsje en mondmasker gedragen te worden. Na iedere ingreep dienen mutsen en mondmaskers vervangen te worden. Indien er geen steriele spullen geopend zijn en achter het loodscherp mag het mondmasker afgezet worden.
 - Tijdens werkzaamheden mogen geen sieraden gedragen worden.
 - Voorafgaande aan ieder onderzoek dienen de specialist en de assisterend laborant de handen te desinfecteren volgens het pre-operatieve handhygiëne protocol zoals dat binnen het ziekenhuis gehanteerd wordt.
 - De voorraad van materialen is opgeborgen in gesloten kasten, die zich in de voorbereidingsruimte bevinden.
- Veiligheid voor de patiënt
- De patiënt mag nooit alleen gelaten worden in de angiokamer. Er dient altijd een laborant aanwezig te zijn, zolang de patiënt aanwezig is.
 - Tijdens ieder onderzoek moet de patiënt aangesloten zijn aan het ECG en de pulsoxymeter, zodat monitoring van de basis functies plaats vindt.
 - Er mogen geen grove en onverwachte bewegingen met de apparatuur worden uitgevoerd, zolang er zich een patiënt op de onderzoekstafel bevindt.
 - Men dient bedacht te zijn op mogelijke contrastreacties. Een "noodpakket" om heftige reacties te behandelen dient in de kamer aanwezig te zijn.

Complicaties

In geval van reanimatie, nummer 2225 bellen

Toepassingsgebied

Afdeling Radiodiagnostiek van het Laurentius ziekenhuis

Verantwoordelijkheden en bevoegdheden

De verantwoordelijkheid voor het handhaven van de stralingshygiëne zal vooral bij de radiodiagnostisch laborant en uitvoerend specialist (arts) liggen, beiden dienen een bevoegdheid op het gebied van stralingshygiëne te hebben van minimaal niveau 4A (in het geval van de medicus: "deskundigheidsniveau 4A voor medisch specialisten", ook wel niveau 4M genoemd).

Bijlage 4: Berekeningen voor angiolaborant

50% Cardiologie

50% assisteren

25000 mGycm², 300 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand

Resulteert in: $1.5 * 10^{-1}$ mGy (op 1m (bij 311 mAs))

25% omloop

10000 mGycm², 300 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 4.0m afstand

Resulteert in: $1.5 * 10^{-1}$ mGy (op 1m (bij 311 mAs))

25% telecommando

10000 mGycm², 300 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 4.0m afstand

Resulteert in: $1.5 * 10^{-1}$ mGy (op 1m (bij 311 mAs))

Correctie voor afstand (4m) en Pb (2mm)

600 CAG pj, geen PCI

40% Interventie

50% assisteren

10000 mGycm², 600 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand

Resulteert in: $4.82 * 10^{-2}$ mGy (op 1m (bij 307 mAs))

25% omloop

30000 mGycm², 600 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand

Resulteert in: $1.45 * 10^{-1}$ mGy (op 1m (bij 921 mAs))

25% telecommando

30000 mGycm², 600 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 4.0m afstand

Resulteert in: $1.45 * 10^{-1}$ mGy (op 1m (bij 921 mAs))

Correctie voor afstand (4m) en Pb (2mm)

Alleen abdomen, geen neuro, 1000 DSA/interventie pj

5% mobiele doorlichting (OK)

1/3 extremiteiten

600 mGycm², 100 cm² FOV, 70 kV, 3.3 mA, 3.0m afstand

Resulteert in: $2.58 * 10^{-3}$ mGy (op 1m (bij 1 mAs))

1/3 bekken/buik

20000 mGycm², 800 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 3.0m afstand

Resulteert in: $9.56 * 10^{-2}$ mGy (op 1m (bij 2 mAs))

1/3 EVAR

60000 mGycm², 400 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 3.0m afstand

Resulteert in: $2.87 * 10^{-1}$ mGy (op 1m (bij 12 mAs))

5% doorlichting (MP)

95% hiervan telecommando

10000 mGycm², 600 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand

Resulteert in: $4.82 * 10^{-2}$ mGy (op 1m (bij 307 mAs))

Correctie voor afstand (2m) en Pb (2mm)

5% interventie

30000 mGycm², 600 cm² FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand

Resulteert in: $1.45 * 10^{-1}$ mGy (op 1m (bij 921 mAs))