

Praktijkrichtlijn Stralingsbescherming Niet-destructief Onderzoek

KINT Commissie Stralingsbescherming NDO

1e Uitgave, November 2019



Praktijkrichtlijn Stralingsbescherming Niet-Destructief Onderzoek

Voorwoord

In 1996 werd onder de vlag van de Nederlandse Vereniging voor Kwaliteit, Inspectie en Niet-Destructieve Technieken (KINT) een branchecommissie opgericht, waarin vier grote bedrijven, werkzaam in het Niet-Destructief Onderzoek (NDO) vertegenwoordigd waren.

De KINT-branchecommissie trad op als aanspreekpunt voor de vier bedrijven naar de overheid, in het begin vooral in verband met de introductie in de Nederlandse wetgeving van internationale richtlijnen op het gebied van transport van radioactieve stoffen. Later kwamen zaken als de naleving van de wetgeving aan de orde.

Om te komen tot een hoger niveau van naleving, is besloten te streven naar een praktijkrichtlijn. De wens van de overheid was daarbij om een breed draagvlak voor deze praktijklijn te krijgen met één aanspreekpunt binnen de NDO-beroepsgroep. Het bredere draagvlak was ook de wens van de vier oorspronkelijke brancheleden.

Vereniging KINT is vanuit haar rol als onafhankelijk platform binnen de NDO-en inspectie beroepsgroep, met een lange historie van actieve participatie in de ondersteuning van regelgeving gevraagd hier het voortouw te nemen.

Op 10 juli 2015 is daarom door een aantal initiatiefnemers en het dagelijks bestuur van KINT, de KINT-commissie "Stralingsbescherming NDO" opgericht. Deze KINT-commissie heeft tot doel het veilig werken met ioniserende straling binnen de NDO-branche te bevorderen, door een breder draagvlak en gelijk speelveld te creëren voor stralingsbescherming binnen de beroepsgroep en via heldere kanalen te communiceren met de overheid.

De implementatie van de IAEA "Specific Safety Guide SSG-11", rekening houdend met de reeds bekende knelpunten voor de Nederlandse praktijk en het opstellen van eindtermen voor de opleiding toezichthoudend medewerker stralingsbescherming in het NDO (TMS), zijn gedefinieerd als initiële doelstellingen voor de commissie. Over beide onderwerpen is overleg gevoerd met de overheid, met name met de nieuw opgerichte Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) en de Directie Gezond en Veilig Werken van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

Deze Praktijkrichtlijn Stralingsbescherming Niet-Destructief Onderzoek is tot stand gekomen binnen de werkgroep SSG-11 van de KINT Commissie Stralingsbescherming NDO.

De werkgroep bestond uit verantwoordelijke stralingsbeschermingsdeskundigen van Nederlandse NDO-ondernemingen, met specifieke kennis van industriële radiografie.

Bij het vertalen naar de Nederlandse situatie is rekening gehouden met de Nederlandse wet- en regelgeving en de knelpunten die de commissie met de overheid heeft besproken.

Deze Praktijkrichtlijn is het resultaat van veel discussie, uitwisseling van ervaring en standpunten van partijen, werkzaam in het Niet-Destructief Onderzoek. Zowel binnen de werkgroep die inhoudelijk zorg gedragen heeft voor de totstandkoming van dit document, als in de overkoepelende KINT Commissie Stralingsbescherming NDO is gebleken dat het onafhankelijke platform dat KINT is, een belangrijke bijdrage heeft kunnen leveren aan een brede consensus over deze Praktijkrichtlijn.

Namens het bestuur van Vereniging KINT wil ik hier een woord van dank uitspreken voor de inzet van de voorzitter en leden van de werkgroep, die met grote vasthoudendheid, op basis van wederzijds vertrouwen en respect gewerkt hebben aan dit project. Gebaseerd op de positieve samenwerking is de verwachting dat de commissie en werkgroep een blijvende bijdrage zullen gaan leveren aan de optimalisatie van het veilig en efficiënt werken met ioniserende straling, zoals het actueel houden van de Praktijkrichtlijn, gebaseerd op terugkoppeling uit het werkveld, maar ook door gezamenlijke studies of projecten.

Namens Vereniging KINT,

Jan Verkooijen, Voorzitter

Inhoudsopgave

1	Introductie	7
1.1	Toepassing	7
1.2	Risico	7
1.3	Wet- en regelgeving	7
1.4	Deze richtlijn	7
1.5	Toepassingsgebied	8
2	Taken en verantwoordelijkheden	8
2.1	Eindverantwoordelijkheid	8
2.2	Het NDO-bedrijf	8
2.3	Het beheersen van de stralingsveiligheid en de veiligheidscultuur	8
2.4	Het stralingsbeschermingsprogramma	9
2.5	Het managementsysteem	9
2.6	Voorzieningen en middelen	9
2.7	Competentie	9
2.8	Kennisgeving aan en toestemming van het bevoegd gezag	9
2.9	Stralingsbeschermingsdeskundige	10
2.10	Toeziend medewerker stralingsbescherming	10
2.11	Radiograaf	11
2.12	Tijdelijk ingehuurd personeel	12
2.13	De Opdrachtgever	12
3	Risico Inventarisatie en Evaluatie (RI&E) voor werknemers	13
3.1	Algemeen	13
3.2	RI&E eerste gebruik	13
3.3	Methode van RI&E	13
3.4	Risicobeheersing	14
3.5	Evaluatie van de RI&E	14
4	Stralingsbeschermingsprogramma	14
4.1	Doel en omvang	14
4.2	Structuur en inhoud	15
4.3	Managementstructuur en beleid	15
4.4	Toewijzen van verantwoordelijkheden	15
4.5	Programma voor opleiding en training	16
4.6	Lokale regels en toezicht	16
4.7	Vaststellen van de gecontroleerde zone	16
4.8	Monitoringsprogramma	16
4.9	Individuele dosismonitoring	17
4.10	Medisch toezicht	17
4.11	Noodplan	17

4.12	Periodieke controle en herziening	17
4.13	Procesverbetering.....	17
4.14	Vastlegging veiligheidsbeoordeling	18
4.15	Evaluatie Stralingsbeschermingsprogramma	18
5	Opleiding, training en vakbekwaamheid	18
5.1	Stralingsbeschermingsdeskundige.....	18
5.2	Toezichthoudend medewerker stralingsbescherming en radiograaf.....	19
5.3	Vakbekwaamheid	19
5.4	Bedrijfseigen instructie	19
5.5	Herhalingstraining - algemeen.....	19
5.6	Herhalingstraining - Bedrijfseigen instructie	19
5.7	Herhalingstraining opleiding toezichthoudend medewerker.....	20
6	Meetinstrumenten en dosimetrie	20
6.1	Medisch toezicht.....	20
6.2	Dosisevaluatie	20
6.3	Vereiste meetinstrumenten.....	20
6.4	Persoonlijk dosiscontrolemiddel	20
6.5	Direct afleesbare dosimeter	21
6.6	Alarm monitor	21
6.7	Surveymeter	21
6.8	Selecteren van meetinstrumenten.....	21
6.9	Controle en verificatie van meetinstrumenten	22
6.10	Registraties monitoring en dosimetrie	22
7	Monitoring van werklocaties	22
7.1	Beoordeling en controlemetingen van de werklocatie	22
7.2	Blootstelling van de omgeving.....	22
7.3	Registratie opnames en aanvullende maatregelen	24
8	Beheer van radioactieve bronnen.....	24
8.1	Noodzaak voor effectief beheer.....	24
8.2	Beveiliging	24
8.3	Periodieke inventarisatie	24
8.4	Meldingsplicht bij vermissing	25
9	Stralingsbronnen voor industriële radiografie	25
9.1	Algemeen.....	25
9.2	Gammagrafie - Radioactieve bronnen, broncontainers en hulpapparatuur	25
9.2.1	Ingekapselde radioactieve bronnen.....	26
9.2.2	Broncontainers.....	27
9.2.3	Hulpapparatuur	28
9.2.4	Collimators	28
9.2.5	Bronwisselapparaten en opslagcontainers.....	28

9.2.6	Opslag van radioactieve stoffen	29
9.2.7	Inspectie en onderhoud	29
9.2.8	Routine-inspecties	29
9.2.9	Onderhoudsprogramma	30
9.3	Röntgentoestellen	31
9.3.1	Elektrische veiligheid	31
9.3.2	Kabellengte	31
9.3.3	Collimators en filters	31
9.3.4	Bedieningspaneel	31
9.3.5	Röntgentoestel	32
9.3.6	Gepulseerde Röntgenstraling	32
9.3.7	Inspectie en onderhoud van Röntgenapparatuur	32
9.3.8	Routine inspecties	32
9.3.9	Onderhoud	33
10	Radiografie in stralingsbunkers	33
10.1	Definitie	33
10.2	Voorkeur gebruik stralingsbunkers	33
10.3	Ontwerp en afscherming	34
10.4	Ingebruikname	35
10.5	Gecontroleerde zone	36
10.6	Veiligheids- en waarschuwingssystemen	36
10.6.1	Toegangsbeperking	36
10.6.2	Waarschuwingssignalen en mededelingen	36
10.7	Procedures voor radiografie	36
11	Industriële radiografie op locatie	37
11.1	Algemeen	37
11.2	Vorbereiding voor industriële radiografie op locatie	37
11.3	Samenwerking met de opdrachtgever	37
11.4	Afzetting van de gecontroleerde zone	38
11.5	Waarschuwingssignalering	38
11.6	Instructies	39
11.7	Het bewaken van de afzetting	39
11.8	Additionele voorzorgsmaatregelen voor radiografie op locatie	39
11.9	Tijdelijke dosistempri	40
11.10	De opslag van bronnen op wisselende locaties	40
11.11	Het afronden van de werkzaamheden en het demobiliseren van de bron	40
11.12	Aanvullende maatregelen röntgenwerkzaamheden	40
11.13	Versnellers	40
12	Transport van radioactieve bronnen	40
12.1	Vervoer binnen een werklocatie	40

12.2	Vervoer naar een andere werklocatie	41
13	Stralingsincidenten en noodsituaties	42
13.1	Algemeen.....	42
13.2	Meldingsplicht stralingsincidenten	42
13.3	Ontwikkeling van noodplannen.....	42
13.4	Mogelijke noodsituaties	43
13.5	Inhoud van het noodplan	43
13.6	Hulpmiddelen voor noodsituaties	44
13.7	Specifieke noodprocedures	44
13.7.1	Radioactieve bronnen.....	44
13.7.2	Röntgenbuizen.....	45
13.8	Training voor de berging van radioactieve bronnen	46
13.9	Periodieke beoordeling van het noodplan	46
13.10	Rapportage	46

1 Introductie

1.1 Toepassing

De toepassing van ioniserende straling brengt veel voordelen voor de mensheid, zoals bij de energieopwekking, in de gezondheidszorg, industrie en landbouw. Een van de langst bekende toepassingen is het gebruik van niet-destructief onderzoek (NDO). Industriële radiografie biedt de mogelijkheid om de integriteit van apparatuur en constructies zoals vaten, leidingen, lassen, gietstukken en vele andere objecten vast te stellen. De constructieve veiligheid van deze apparatuur en constructies beïnvloedt niet alleen de veiligheid en kwaliteit van de producten, maar ook de bescherming van werknemers, derden en het milieu.

1.2 Risico

Industriële radiografie brengt minimale risico's met zich mee, mits het op een veilige wijze wordt toegepast. Echter, ervaring leert dat incidenten met industriële bronnen soms hebben geleid tot hoge doses voor blootgestelde werknemers, met serieuze gevolgen voor hun gezondheid zoals bijvoorbeeld acute huidschade.

Ook hebben derden een significante dosis ontvangen als gevolg van het onjuiste gebruik of beheer van radioactieve bronnen voor industriële radiografie. Het gebruik van gecorrodeerde of beschadigde bronnen heeft tevens geleid tot besmetting van personen en het milieu. Industriële radiografie wordt vaak uitgevoerd onder moeilijke omstandigheden, zoals in besloten ruimtes of bij extreme hitte of kou. Werken onder zulke ongunstige omstandigheden kan leiden tot situaties waarbij het toepassen van het ALARA-principe, het zo laag mogelijk houden van de doses, op de proef gesteld wordt. Al deze aspecten onderschrijven de noodzaak voor het management om in hun bedrijven een veiligheidscultuur uit te dragen, om te verzekeren dat veiligheid op de eerste plaats komt.

1.3 Wet- en regelgeving

Deze leidraad is in overeenstemming met de Nederlandse wet- en regelgeving op het gebied van stralingsveiligheid en is bedoeld om eenduidige werkwijzen te beschrijven zodat aan de wet wordt voldaan. Tenzij anders aangegeven, wordt de Nederlandse terminologie en de definities uit vergunningen en wet- en regelgeving aangehouden.

1.4 Deze richtlijn

De basis voor het document is de *IAEA Specific Safety Guide 11 "Radiation Safety in Industrial Radiography" (SSG-11)*.

Doel van dit document is het geven van een kader voor een veilige uitvoering van industriële radiografie, op basis van de SSG-11 en conform nationale wet- en regelgeving. Dit geeft een goede invulling van het ALARA-principe en voorkomt incidenten.

Dit document is tot stand gekomen in de Werkgroep Implementatie SSG-11 van de KINT-commissie Stralingsbescherming NDO, in samenwerking met het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) en de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS). Het moet gezien worden als handreiking waarin wettelijke regels worden vertaald naar de praktijk. In alle gevallen geldt echter dat vigerende wet- en regelgeving leidend is en dat daarop zal worden getoetst tijdens handhaving.

Deze richtlijn is gericht op alle bij de uitvoering van industriële radiografie betrokkenen waaronder ook de opdrachtgever. Het document kan daarbij van waarde zijn voor ontwerpers en producenten van apparatuur en voorzieningen voor industriële radiografie.

1.5 Toepassingsgebied

Deze richtlijn is gericht op stralingsveiligheid bij de uitvoering van industriële radiografie. Hierin is begrepen het werken met röntgentoestellen en gammabronnen. Het omvat handelingen, in of buiten afgeschermd werkruimten ('stralingsbunkers'), op zowel eigen locaties als locaties van derden. Dit document richt zich niet op de kwaliteit van de opnamen.

Speciale onderzoeken zoals onderwater gammaradiografie of neutron radiografie vallen niet binnen het hier bedoelde toepassingsgebied en worden hier niet behandeld. De algemene principes van stralingsveiligheid zijn onverkort van toepassing, waaronder het toepassen van adequate afscherming en het zekerstellen dat de doses beperkt worden volgens het ALARA-principe.

Het gebruik van toepassingen voor meet- en regeltechniek, kwaliteitscontrole van producten, screening van personen, bagage, post, lading, voertuigen ten behoeve van beveiliging valt tevens buiten het bestek van dit document.

2 Taken en verantwoordelijkheden

2.1 Eindverantwoordelijkheid

De eindverantwoordelijkheid voor stralingsveiligheid ligt bij de juridische entiteit, die in het bezit is van een kernenergielovvergunning voor de uitvoering van industriële radiografie.

Specifieke taken en verantwoordelijkheden bij de uitvoering van industriële radiografie liggen bij de bestuurder, het management, de stralingsbeschermingsdeskundige, de toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming, de radiograaf en de assistent. De diverse functies worden nader toegelicht in de volgende paragrafen en in de appendix.

Ook de opdrachtgever en degene die verantwoordelijk is voor de locatie hebben een rol om het werk verantwoord en veilig uit te laten voeren. Deze zijn gehouden tot medewerking aan de met het oog op stralingsbescherming voor die handelingen gestelde regels en voorschriften. Eventueel gemaakte samenwerkingsafspraken dienen door alle partijen geaccepteerd te worden.

2.2 Het NDO-bedrijf

In dit document wordt de uitvoerende organisatie aangeduid als het Niet-Destructief Onderzoek (NDO-)bedrijf.

2.3 Het beheersen van de stralingsveiligheid en de veiligheidscultuur

De bestuurder van het NDO-bedrijf is verantwoordelijk voor het vaststellen en implementeren van de benodigde technische en organisatorische maatregelen om de veiligheid te waarborgen en te voldoen aan wet- en regelgeving. De organisatie dient daartoe te beschikken over voldoende deskundigheid. Deskundigheid kan eventueel extern worden ingehuurd mits de veiligheid voldoende gewaarborgd is. Het NDO-bedrijf blijft te allen tijde hoofdverantwoordelijk.

De bestuurder dient toe te zien op de stralingsveiligheid binnen de organisatie en zeker te stellen dat er wordt voldaan aan wet- en regelgeving. De bestuurder dient zeker te stellen dat procedures geïmplementeerd zijn om eigen personeel, derden en het milieu te beschermen. Deze procedures dienen ter beschikking te staan aan alle medewerkers van het bedrijf en de overheid.

Van de bestuurder en het management wordt verwacht dat zij de veiligheidscultuur in het bedrijf uitdragen, waarbij geen ruimte is voor gelatenheid of onverschilligheid. Zij sporen hun medewerkers aan om tijdens de uitvoering alert en kritisch te blijven op zowel algemene- als ook stralingsveiligheid. Afwijkingen of verbeter suggesties dienen gemeld te worden om zodoende een lerende organisatie te zijn.

Organisaties met een goede veiligheidscultuur zoeken bij incidenten niet naar de schuldvraag maar leren continu van hun fouten. Het aansporen om elkaar aan te spreken en het stellen van vragen over de gekozen werkwijzen is van groot belang. Het incidentenonderzoek dient aan te tonen welke achterliggende oorzaken er aan het incident hebben bijgedragen. Op basis daarvan worden passende correctieve en preventieve maatregelen genomen.

2.4 Het stralingsbeschermingsprogramma

De uitvoerende organisatie dient een stralingsbeschermingsprogramma te ontwikkelen, te documenteren en te implementeren. Hierin dienen de stralingsbeschermingsmaatregelen, de risicoanalyse en de wijze van implementeren van de maatregelen beschreven te worden. Details over het stralingsbeschermingsprogramma zijn te vinden in hoofdstuk 3 en 4.

2.5 Het managementsysteem

Het NDO-bedrijf dient een managementsysteem te ontwikkelen, te implementeren en continu te verbeteren waarin de verantwoordelijkheden van alle betrokken personen, de vereisten voor de organisatie, de eisen aan het personeel en de uitrusting beschreven staan. Het managementsysteem moet worden gebaseerd op nationale of internationale normen. Het stralingsbeschermingsprogramma dient integraal onderdeel uit te maken van het managementsysteem. Routine-inspecties, audits en controles zijn een onderdeel van het managementsysteem.

2.6 Voorzieningen en middelen

Het NDO-bedrijf moet zeker stellen dat geschikte voorzieningen en middelen ter beschikking worden gesteld om industriële radiografie op veilige wijze en in overeenstemming met wet- en regelgeving uit te kunnen voeren. Radiografie apparatuur dient voorzien te zijn van beveiligingsmiddelen en waarschuwingssignalering. Voor de veilige uitvoering van industriële radiografie dient voldoende vakbekwaam personeel beschikbaar te zijn. Het personeel dient te beschikken over adequate middelen, zoals stralingsmonitoren, om de werkzaamheden veilig uit te kunnen voeren.

2.7 Competentie

Uitvoerende organisaties moeten zeker stellen dat iedereen die industriële radiografie werkzaamheden uitvoert of daarbij direct betrokken is over de juiste competenties beschikt. Zij dienen daartoe op een adequate wijze opgeleid of geïnstrueerd te zijn, zoals omschreven in het hoofdstuk Training en kwalificatie. Afhankelijk van het type vergunning en de omvang van het NDO-bedrijf bestaan voor functies binnen de stralingsbescherming verschillen in het benodigde opleidingsniveau. Daarnaast kunnen verschillen bestaan tussen functies gebaseerd op vakinhoudelijke dan wel stralingsbescherming gerelateerde competenties. In de bijlagen is een tabel opgenomen waarin voor de verschillende functies binnen stralingsbescherming in het NDO de vereisten voor het opleidingsniveau aangegeven zijn.

2.8 Kennisgeving aan en toestemming van het bevoegd gezag

Het NDO-bedrijf dient op verzoek van het bevoegd gezag aan te geven waar en wanneer er gewerkt gaat worden met ioniserende straling.

Het NDO-bedrijf dient de volgende vergunningen aan te vragen:

- een Kernenergiewet-vergunning voor de te verrichten handelingen met bronnen van ioniserende straling;
- een vergunning voor de in-, uit- en vervoer van aanwezige hoogactieve bronnen;

Daarnaast dienen de volgende kennisgevingen/aanvragen te worden gedaan:

- een aanvraag inzake de overbrenging van ingekapselde bronnen tussen EU-lidstaten (Euratom 1493/93);
- ingebruikname of afvoer van hoogradioactieve bronnen;
- een periodieke aangifte van de (verarmd) uraniumbalans aan Euratom;
- kennisgeving van het vervoer, invoer, uitvoer of doorvoer van verarmd uranium als afscherming in een transportverpakking.

Indien de betreffende handeling of apparatuur niet wordt toegepast door de betreffende organisatie vervalt logischerwijs de verplichting tot kennisgeving of het aanvragen van een vergunning.

Voor het aanvragen van een vergunning is het noodzakelijk dat het NDO-bedrijf over personeel beschikt met voldoende kennis van stralingsveiligheid. Hoewel industriële radiografie is opgenomen in de lijst met gerechtvaardigde toepassingen dienen alternatieven overwogen te worden.

2.9 Stralingsbeschermingsdeskundige

Het NDO-bedrijf dient advies in te winnen bij een stralingsbeschermingsdeskundige om te voldoen aan wet- en regelgeving en bij het ontwerpen van stralingsfaciliteiten en afschermingsmaatregelen. De verantwoordelijkheid voor de juiste invulling van de maatregelen blijft echter bij het NDO-bedrijf liggen.

De taken van de stralingsbeschermingsdeskundige zijn vastgelegd in wetgeving.

Stralingsbeschermingsdeskundigen hoeven niet in dienst te zijn van het NDO-bedrijf. Zij mogen ingehuurd worden voor een specifiek project. Het enige criterium is dat de deskundige voldoet aan de eisen die aan zijn kwalificatie gesteld zijn.

De stralingsbeschermingsdeskundige dient nauw samen te werken met de toezichthoudend medewerker(s) stralingsbescherming.

2.10 Toezichthoudend medewerker stralingsbescherming

Het NDO-bedrijf moet ten minste één werknemer aanwijzen als toezichthoudend medewerker stralingsbescherming die van dag tot dag toeziet op het veilig werken met ioniserende straling en de naleving van richtlijnen en procedures. Deze toezichthoudend medewerker stralingsbescherming heeft minimaal de volgende taken:

- a) het erop toezien dat bij de operationele handelingen wordt voldaan aan alle wettelijke eisen;
- b) het voeren van een goede bronadministratie;
- c) controle en onderhoud van de technische maatregelen, veiligheidsvoorzieningen en waarschuwingmiddelen;
- d) het erop toezien dat de regels voor het betreden van gecontroleerde zones worden nageleefd;
- e) het opzetten en onderhouden van een persoonlijk dosimetriesysteem inclusief het controleren van de ontvangen persoonsdoses;

- f) het zekerstellen dat radiografen en assistent radiografen voldoende opleiding hebben genoten op het gebied van stralingsveiligheid en het gebruik van de apparatuur. Daarnaast moeten zij regelmatig worden bij- en nageschoold;
- g) het opstellen van noodplannen en het regelmatig toetsen of deze werken;
- h) het toezicht houden op de voorzieningen voor omgevingsdosimetrie;
- i) het opstellen, uitgeven en het periodiek toetsen van de stralingsveiligheidsinstructies;
- j) het onderzoeken van doses die hoger zijn dan verwacht;
- k) het onderzoeken en rapporteren van ongevallen en incidenten;
- l) het samenwerken met en onderhouden van contact met de stralingsbeschermingsdeskundige.

Het aantal en het niveau van de toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming hangt af van de grootte van de organisatie en de eisen die de bevoegde autoriteit daaraan stelt. Dit hangt af van de hoeveelheid bronnen, de aard en zwaarte van de toepassingen en het aantal locaties waar gewerkt wordt.

De toezichthoudend medewerker stralingsbescherming dient in dienst te zijn bij het NDO-bedrijf, moet voldoende ervaring hebben met radiografie en moet vrij zijn om toe te zien op de werkzaamheden. Het NDO-bedrijf dient hem of haar voldoende tijd, bevoegdheden en middelen te geven om de functie naar behoren in te kunnen vullen. De toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming zijn geautoriseerd door de bestuurder om werkzaamheden stil te leggen indien zij van mening zijn dat de veiligheid of gezondheid van personen in het geding is.

De functie van toezichthoudend medewerker stralingsbescherming kan gecombineerd worden met de functie van stralingsbeschermingsdeskundige.

2.11 Radiograaf

Hoewel de eindverantwoordelijkheid voor het veilig werken met ioniserende straling bij het NDO-bedrijf ligt, is met name ter plaatse van de uitvoering van industriële radiografie aandacht nodig voor stralingsbescherming. Daartoe moet op elke locatie waar industriële radiografie plaatsvindt per bron een operationele medewerker aanwezig zijn die is aangewezen om toezicht te houden. Deze toezichthoudend medewerker zal voorts in deze richtlijn als radiograaf worden aangeduid. De term radiograaf heeft in deze context geen betrekking op de vakbekwaamheidskwalificaties, echter wel op de lokale toezichthoudende taken in het kader van stralingsbescherming.

De radiograaf is verantwoordelijk voor een veilige uitvoering van de radiografie werkzaamheden op de betreffende locatie. Daarvoor dient hij ten aanzien van de stralingsbescherming de leiding te hebben over de betrokken assistent radiografen.

De radiografen en assistent radiografen moeten:

- a) de werkzaamheden uitvoeren conform de procedures en regels;
- b) hun persoonlijke dosimeter op een vaste plaats op hun lichaam dragen tijdens de uitvoering van radiografiewerkzaamheden of het manipuleren van de bron;
- c) stralingsmonitoren op een correcte en systematische wijze gebruiken;
- d) medewerking verlenen aan de stralingsbeschermingsdeskundige en de toezichthoudend medewerker(s) stralingsbescherming;
- e) deelnemen aan stralingsveiligheidsopleidingen;
- f) zich onthouden van elk opzettelijk optreden dat zichzelf of anderen in strijd brengt met de wettelijke of bedrijfseigen voorschriften.

Stralingsveiligheid dient onderdeel te zijn van de dagelijkse werkroutine.

Radiografen hebben ook een verantwoordelijkheid om de blootstelling aan ioniserende straling van zichzelf en andere personen tot een minimum te beperken.

De radiograaf moet de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming onverwijld informeren in geval van een stralingsincident of bij omstandigheden die kunnen leiden tot een hogere dosis dan normaal. Dit kan bijvoorbeeld zijn de slechte werking van monitors, waarschuwingssignalen of andere systemen.

2.12 Tijdelijk ingehuurd personeel

Het NDO-bedrijf dient hetzelfde niveau van bescherming en veiligheid te garanderen voor tijdelijk ingehuurd personeel als voor het eigen personeel. Zij worden ingedeeld als A-werknemer met alle daarbij horende eisen.

Het NDO-bedrijf dient voor tijdelijk ingehuurd personeel extra aandacht te schenken aan:

- a) het verkrijgen van inzicht in de eerder ontvangen dosis;
- b) het vaststellen dat een keuring heeft plaatsgevonden door een erkend stralingsarts;
- c) het geven van instructie over de in Nederland geldende stralingsveiligheidsregels;
- d) het vaststellen dat voldoende opleiding is genoten voor de taak;
- e) het verstrekken van alle relevante procedures en instructies in een taal die hen eigen is.

Het achterhalen van dosishistorie kan door opvragen bij de (laatst bekende) werkgever of voor buitenlands personeel bij de betreffende buitenlandse autoriteiten. Indien de dosisgegevens op deze wijze niet verkregen kunnen worden mag er ook gewerkt worden met een door de ingehuurde of externe werker ondertekende vragenlijst. De stralingsbeschermingsdeskundige beoordeelt de dosisgeschiedenis en bepaalt of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn voor de stralingsbescherming van de werker.

Bij vertrek van de werker zullen op zijn verzoek door de stralingsbeschermingsdeskundige zijn verzamelde gegevens aan hem verstrekt worden.

2.13 De Opdrachtgever

De opdrachtgever is de organisatie of persoon die het NDO-bedrijf inhuurt voor industriële radiografie. De opdrachtgever mag alleen bedrijven inhuren die een KEW-vergunning hebben voor de uitvoering van industriële radiografie.

De opdrachtgever dient het NDO-bedrijf voldoende tijd te geven om de werkzaamheden te plannen en op veilige wijze uit te kunnen voeren.

De opdrachtgever mag geen contractuele verplichtingen in een overeenkomst opnemen die het veilig werken met ioniserende straling belemmeren. Het veilig werken met ioniserende straling en voldoen aan wet- en regelgeving prevaleert te allen tijde boven commerciële belangen. De opdrachtgever en locatieverantwoordelijke zijn gehouden tot medewerking aan de met het oog op stralingsbescherming voor die handelingen gestelde regels en voorschriften. Dit bestaat minimaal uit coördinatie van de werkzaamheden en ervoor zorgen dat er afspraken worden gemaakt met alle partijen op zijn terrein. Dit minimaliseert de blootstelling van werknemers en beperkt de locatie specifieke gevaren voor radiografen. Vooral bij het inschakelen van meerdere NDO-bedrijven is een goede coördinatie van belang. Een werkvergunningstelsel kan hierbij raadzaam zijn.

De opdrachtgever en locatieverantwoordelijke zijn verantwoordelijk voor het aanbieden van een veilige werkomgeving voor de radiografen zoals het voorzien in stellingen, verlichting en gasmetingen in besloten ruimten, putten en sleuven. De opdrachtgever is ook verantwoordelijk voor het geven van instructie over de risico's op de werkplek en het geven van de benodigde trainingen.

Radioactieve bronnen mogen alleen bij de opdrachtgever worden opgeslagen in daarvoor geschikte ruimtes waarvoor de bevoegde autoriteit een vergunning heeft afgegeven. Regels voor de toegangsrechten van een bergplaats moeten helder worden afgesproken. Bronnen mogen nooit worden achtergelaten bij de opdrachtgever indien dit niet vergund is.

3 Risico Inventarisatie en Evaluatie (RI&E) voor werknemers

3.1 Algemeen

Het uitvoerende bedrijf moet voor elk type bron en voor elke handeling, een RI&E uitvoeren en vastleggen. Voor meerdere bronnen en toestellen van hetzelfde type binnen één handeling kan volstaan worden met één generieke RI&E. De eerste, primaire RI&E bepaalt welke beheersmaatregelen gebruikt moeten worden en dient ter bevestiging dat alle factoren die invloed hebben op bescherming en veiligheid zijn meegenomen in de evaluatie. De RI&E dient voorts:

- op schrift gesteld te zijn;
- beoordeeld te zijn door een stralingsbeschermingsdeskundige;
- vastgelegd te zijn in het managementsysteem.

Opmerking: De Leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen, uitgegeven door het RIVM als Rapport 620850001/2010 (of eventuele latere handreikingen) kan hierbij nuttig zijn.

3.2 RI&E eerste gebruik

Voorafgaand aan de ontvangst en het eerste gebruik van een bron van ioniserende straling moet een RI&E worden uitgevoerd. Het uitvoerende bedrijf moet voldoende tijd inplannen voor het uitvoeren van de veiligheids- en beschermingsmaatregelen voorafgaand aan het gebruik. Een nieuwe RI&E is niet noodzakelijk indien het gaat om vervanging door een soortgelijke bron.

3.3 Methode van RI&E

Bronnen voor industriële radiografie produceren hoge dosistemp. De inzet van deze bronnen moet daarom aan een uitgebreide en grondige RI&E worden onderworpen. Hierbij moeten routinematige handelingen en voorziene onbedoelde gebeurtenissen die bijdragen aan potentiële blootstelling van werknemers worden meegenomen.

De RI&E bestaat uit de volgende 3 stappen:

1. een risico identificatie;
2. bepaling van blootstelling;
3. een risico evaluatie.

en omvat minimaal de volgende onderdelen

- a) een afweging van de dosistemp van zowel afgeschermd als niet-afgeschermd bronnen van ioniserende straling;
- b) een afweging van de potentiële bestraling van radiografen, assistent radiografen, en overige werknemers, en voor meerdere scenario's waaronder het normale gebruik alsmede voorziene onbedoelde gebeurtenissen;
- c) de grenzen en technische condities waarbinnen stralingsbronnen mogen worden ingezet;

- d) de wijze waarop installaties, systemen en componenten, maar ook veiligheids- en beschermingsprocedures kunnen falen of anderzijds kunnen leiden tot een onbedoelde blootstelling en de consequenties van zulk falen;
- e) de wijze waarop externe factoren invloed kunnen hebben op veiligheid en bescherming;
- f) de wijze waarop bedieningsfouten en menselijk falen invloed kunnen hebben op veiligheid en bescherming;
- g) een evaluatie van de implicaties van voorgestelde veranderingen op veiligheid en bescherming;

3.4 Risicobeheersing

De uitkomst van de RI&E moet een basis geven voor de besluitvorming in relatie tot:

- a) de technische beheersmaatregelen vereist voor veiligheid en bescherming;
- b) de ontwikkeling van werkinstructies voor radiografen;
- c) het aanwijzen van gecontroleerde en bewaakte zones;
- d) het indelen van blootgestelde werknemers in categorie A of B;
- e) de vereiste maatregelen om de waarschijnlijkheid van optreden van voorziene, onbedoelde gebeurtenissen te minimaliseren en de benodigde noodapparatuur om de gevolgen te beperken;
- f) een noodplan, waarin de vereiste maatregelen en middelen om blootstelling van mens en milieu te beperken ten tijde van een incident zijn beschreven.

3.5 Evaluatie van de RI&E

De RI&E moet minimaal eenmaal per vijf jaar geëvalueerd worden en waar nodig worden herzien. Voorts dient het document te worden herzien indien:

- a) de veiligheid in het geding kan komen ten gevolge van veranderingen aan faciliteiten of procedures, of door aanschaf van nieuwe bronnen met andere specifieke eigenschappen;
- b) de operationele ervaring, onderzoek naar noodgevallen en/of incidenten, falen en fouten erop wijzen dat huidige veiligheidsmaatregelen inadequaaf of niet effectief zijn;
- c) een significante verandering in de van toepassing zijnde en relevante richtlijnen, normen of wetgeving optreedt.

4 Stralingsbeschermingsprogramma

4.1 Doel en omvang

Het stralingsbeschermingsprogramma is een belangrijke factor ter ontwikkeling en behoud van een goede veiligheidscultuur binnen het NDO-bedrijf en moet minimaal de volgende zaken bevatten:

- de management- en organisatiestructuur
- beleid
- taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden
- procedures

Het geheel heeft als doel om de gevaren van blootstelling aan ioniserende straling te beheersen, de beheersmaatregelen te optimaliseren, het oplopen van stralingsdoses te voorkomen of beperken en het optreden van stralingsincidenten en de gevolgen daarvan te voorkomen.

Het stralingsbeschermingsprogramma moet specifiek zijn voor de betreffen het NDO-bedrijf. Het moet de complexiteit en risico's verbonden aan de geplande handelingen omvatten.

Daarbij moet het gebaseerd zijn op de RI&E van het bedrijf en moet het naast de geplande werkzaamheden voorziene onbedoelde gebeurtenissen behandelen.

De zaken welke hier behandeld worden zijn van toepassing op reguliere handelingen met toestellen en gammabronnen. Overige handelingen vereisen mogelijk additionele beheersmaatregelen en een aangepast stralingsbeschermingsprogramma.

4.2 Structuur en inhoud

Het stralingsbeschermingsprogramma dient die zaken te omvatten die bijdragen aan de bescherming en veiligheid. De structuur en inhoud van dit programma moet schriftelijk, in voldoende detail zijn vastgelegd. Het programma moet de volgende essentiële elementen bevatten:

- a) de management structuur en beleidsverklaringen;
- b) de toewijzing van individuele taken, bevoegdheden, verantwoordelijkheden en middelen wat betreft stralingsveiligheid;
- c) onderricht en instructie over de aard van de stralingsrisico's, stralingsbescherming en veiligheid;
- d) regels en supervisie;
- e) indelen van gecontroleerde en bewaakte zones;
- f) voorzieningen voor dosismonitoring van werknemers en werkplekken. Hieronder vallen ook de aanschaf en het onderhoud van stralingsmeetapparatuur;
- g) het medische toezicht;
- h) een beheerssysteem om alle relevante informatie in vast te leggen m.b.t. het beheersen van de opgelopen stralingsdoses, genomen besluiten omtrent stralingsbescherming en stralingsveiligheid, en het monitoren van individuen;
- i) noodplannen;
- j) beveiliging van de bronnen
- k) de methoden om periodiek de werking van het stralingsbeschermingsprogramma te controleren en eventueel te herzien;
- l) het kwaliteitsbeleid en de procesverbetering.

4.3 Managementstructuur en beleid

Het stralingsbeschermingsprogramma dient een beschrijving van de managementstructuur te bevatten voor dat deel dat betrokken is bij de stralingsveiligheid. Deze structuur, welke in de vorm van een organogram mag zijn, moet de namen voeren van de degenen, eindverantwoordelijk voor de stralingsveiligheid en van de verschillende overige verantwoordelijken. Het organogram moet duidelijk de lijn laten zien vanaf de radiograaf tot aan de verantwoordelijk manager met alle verschillende tussenstations. Ook de positie van de stralingsbeschermingsdeskundige en de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming moet helder zijn aangegeven. Als het bedrijf meerdere vestigingen/afdelingen heeft moet het organogram de verantwoordelijken voor elke locatie/afdeling beschrijven.

Het stralingsbeschermingsprogramma dient een beleidsverklaring van de bestuurder te omvatten waarin de betrokkenheid van het management om de stralingsdoses zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden wordt verwoord en waarin wordt gewezen op een streven naar een optimale veiligheidscultuur.

4.4 Toewijzen van verantwoordelijkheden

De bestuurder legt binnen zijn organisatie de verantwoordelijkheden vast voor de activiteiten die de gehele levenscyclus van de bronnen omvatten, vanaf het bestellen van de bronnen, de opslag, het gebruik tot en met de afvoer ervan. De functies waaraan verantwoordelijkheden worden toegewezen moeten de verantwoordelijk manager, de

stralingsbeschermingsdeskundige, de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming, de radiograaf en andere betrokkenen, als beschreven in hoofdstuk 2 omvatten. Indien radiografie wordt uitgevoerd op het terrein van een opdrachtgever is de opdrachtgever, en niet alleen het NDO-bedrijf, verantwoordelijk voor een deel van de veiligheidseisen (bv. het verschaffen van informatie met betrekking tot locatie-specifieke risico's en veiligheidseisen). Het NDO-bedrijf moet minimaal één persoon de verantwoordelijkheid geven om contact te onderhouden met de opdrachtgever met als doel de risico's op locatie te identificeren, de lokale regels te bespreken en veiligheidsinformatie uit te wisselen.

4.5 Programma voor opleiding en training

Het stralingsbeschermingsprogramma moet de gehele omvang van opleiding en het voorlichtingsprogramma in stralingsbescherming en stralingsveiligheid beschrijven voor alle medewerkers, die direct betrokken zijn bij radiografie en eventuele noodhandelingen (zie hoofdstuk 5). Het dient tevens een bewustzijnscurso te bevatten voor andere (niet-operationele) betrokken werknemers zoals bijvoorbeeld managers, trainees, schoonmakers en onderhoudspersoneel dat een (kleine) stralingsdosis zou kunnen oplopen tijdens hun werkzaamheden.

Bewijs van het gehouden onderricht en de gegeven instructies dient voor een door de bestuurder vastgestelde tijdsduur worden bewaard.

4.6 Lokale regels en toezicht

Het NDO-bedrijf stelt duidelijke werkvoorschriften op in een taal die begrijpelijk is voor de medewerkers en verschaft deze aan alle betrokkenen. Deze werkvoorschriften moeten alle procedures omvatten die betrekking hebben op de handelingen met bronnen van ioniserende straling waarbij er een risico op blootstelling bestaat. Voorbeelden hiervan zijn:

- routinematige werkzaamheden
- bronwissel
- transport

De werkvoorschriften zijn een belangrijke maatregel om blootstelling aan straling te voorkomen en/of beperken. Ze moeten voldoende informatie bieden aan de medewerkers om hun handelingen veilig, en volgens de wettelijke regels, uit te kunnen voeren. Het NDO-bedrijf moet ervoor zorgen dat alle betrokkenen de werkvoorschriften kennen en begrijpen. Een kopie ervan moet worden verstrekt aan alle radiografen, assistent radiografen en personen die hieraan leidinggeven of toezicht houden. Er dient altijd een kopie van het deze werkvoorschriften in de buurt van de werkzaamheden aanwezig te zijn. Sommige opdrachtgevers beschikken zelf ook over locatie-specifieke regels waar men zich aan dient te houden tijdens het werk op hun terrein.

4.7 Vaststellen van de gecontroleerde zone

Het stralingsbeschermingsprogramma dient te beschrijven hoe gecontroleerde zones worden ingesteld bij de uitvoering van industriële radiografie. De gecontroleerde zones dienen te worden toegepast om blootstelling te beperken. Nadere voorschriften staan beschreven in hoofdstuk 10 en 11.

4.8 Monitoringsprogramma

Het stralingsbeschermingsprogramma beschrijft de selectie, verificatie, onderhoud en testen van de stralingsmeetapparatuur gebruikt als surveymeter. Er dient tevens beschreven te worden hoe deze apparatuur moet worden toegepast waarbij specificaties worden gegeven zowel voor werkzaamheden in stralingsbunkers als buiten deze stralingsbunkers. Van de uitkomsten van deze metingen hoeft geen administratie te worden bijgehouden.

Het stralingsbeschermingsprogramma moet weergeven hoeveel surveymeters er tijdens de werkzaamheden beschikbaar zijn en gebruikt worden. Het minimumaantal betreft 1 monitor per toegepaste bron van ioniserende straling. Zie tevens hoofdstuk 7.

Het stralingsbeschermingsprogramma moet referentiewaarden geven voor maximaal toegestane dosistempo-waarden bij specifieke handelingen.

4.9 Individuele dosismonitoring

Het stralingsbeschermingsprogramma moet beschrijven dat alle blootgestelde werknemers een persoonlijk dosiscontrolemiddel moeten dragen, hoe zij deze moeten dragen, de hiervoor vastgestelde draagperiode en hoe de dosis geregistreerd wordt. De dosimetriedienst dient erkend te zijn door de bevoegde autoriteit. Dosismetresultaten dienen periodiek te worden gecontroleerd door, of onder toezicht van, de stralingsbeschermingsdeskundige om doses te identificeren die hoger zijn dan gebruikelijk. Tevens dient beschreven te staan dat alle blootgestelde werknemers een persoonlijke direct-aflaesbare dosismeter moeten dragen.

4.10 Medisch toezicht

Het stralingsbeschermingsprogramma moet het medisch toezicht op de blootgestelde werknemers omschrijven. Hierbij is het van belang dat eenieder die een effectieve jaardosis kan ontvangen > 6 mSv, voor aanvang van de werkzaamheden en vervolgens jaarlijks wordt gekeurd door een in Nederland geregistreerde stralingsarts. Doel hiervan is om te bepalen of de bewuste medewerker geschikt is voor de uit te voeren werkzaamheden. Bij incidenten waarbij de wettelijke dosislimieten overschreden kunnen zijn, dient het medisch onderzoek herhaald te worden. Tevens dient een medisch onderzoek te worden uitgevoerd indien een individu niet langer arbeid verricht als A-werknemer.

4.11 Noodplan

Het stralingsbeschermingsprogramma dient een noodplan te bevatten dat van kracht wordt in geval van een calamiteit. Het plan moet alle voorziene onbedoelde calamiteiten behandelen. Zie tevens hoofdstuk 13.

4.12 Periodieke controle en herziening

Als onderdeel van het managementsysteem van het NDO-bedrijf moet het stralingsbeschermingsprogramma periodiek beoordeeld en indien nodig, aangepast worden. Deze periodieke beoordeling dient ertoe om problemen aan te pakken en de effectiviteit van het stralingsbeschermingsprogramma te vergroten.

Een essentieel onderdeel van deze periodieke beoordeling is het uitvoeren van stralingsveiligheidsinspecties op de werkplek waarbij de volgende zaken van belang zijn:

- de aanwijzing en kwalificaties van de personen die deze controles gaan uitvoeren;
- de frequentie van uitvoering;
- welke zaken er gecontroleerd worden;
- de rapportage;
- de eventuele opvolging.

4.13 Procesverbetering

Werkzaamheden bij industriële radiografie en aanverwante handelingen dienen te worden uitgevoerd volgens de vastgestelde procedures. Deze procedures moeten tevens zekerstellen dat alle apparatuur en veiligheidssystemen/voorzieningen regelmatig worden gecontroleerd en getest. Eventuele onvolkomenheden en defecten worden bekend gemaakt aan het management en worden direct opgelost.

Het management moet zekerstellen dat de juiste werkvoorschriften worden gevolgd, het beheerssysteem de van toepassing zijnde controles en audits bevat en de verslagen worden bewaard.

Het beheerssysteem moet een systematiek bevatten voor de verzameling van leerpunten uit opgetreden incidenten en noodgevallen (zowel intern als extern). De leerpunten moeten worden gebruikt om de veiligheid verder te verhogen.

4.14 Vastlegging veiligheidsbeoordeling

Het hart van het stralingsbeschermingsprogramma wordt gevormd door de RI&E en de milieurisicoanalyse. De uitvoering daarvan identificeert de aard en de omvang van de stralingsrisico's welke men tegen kan komen tijdens industriële radiografie. Het dientengevolge opgestelde document vormt een integraal onderdeel van de gehele RI&E inzake arbeidsomstandighedenwetgeving.

4.15 Evaluatie Stralingsbeschermingsprogramma

Als onderdeel van het stralingsbeschermingsprogramma dient periodiek een evaluatie plaats te vinden. Dit kan gebeuren als onderdeel van reguliere overlegstructuren binnen het bedrijf.

De volgende personen dienen een bijdrage te leveren voor de evaluatie:

- de verantwoordelijk manager op het gebied van stralingsveiligheid;
- de stralingsbeschermingsdeskundige;
- de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming;
- radiografen;
- een afvaardiging van de werkvloer.

Tijdens de evaluatie dienen de volgende onderdelen aan de orde te komen:

- a) regelmatige herziening van alle aspecten van het stralingsbeschermingsprogramma;
- b) overzicht van alle ontvangen stralingsdoses en eventuele opgetreden incidenten;
- c) het doen van aanbevelingen om het stralingsbeschermingsprogramma te verbeteren;
- d) rapportage en informatie omtrent stralingsveiligheid.

5 Opleiding, training en vakbekwaamheid

5.1 Stralingsbeschermingsdeskundige

Een stralingsbeschermingsdeskundige die werkzaam is voor een uitvoerende organisatie die beschikt over een vergunning, niet zijnde een complexvergunning, dient de opleiding op het niveau van coördinerend deskundige met goed gevolg te hebben afgerond bij een hiertoe erkende instelling.

Een stralingsbeschermingsdeskundige die werkzaam is voor een uitvoerende organisatie die beschikt over een complexvergunning, dient de opleiding op het niveau algemeen coördinerend deskundige met goed gevolg te hebben afgerond bij een hiertoe erkende instelling.

De stralingsbeschermingsdeskundige dient te zijn ingeschreven in een door de autoriteit aangewezen register en dient te beschikken over adequate kennis en actuele kennis van de toepassing. De stralingsbeschermingsdeskundige dient specifieke kennis te hebben van de aard en zwaarte van de betrokken risico's. Deze kennis kan worden opgedaan door het volgen van een bedrijfseigen instructie en een opleiding toezichthoudend medewerker stralingsbescherming binnen de industriële radiografie.

5.2 Toezichthoudend medewerker stralingsbescherming en radiograaf

Toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming en radiografen dienen de opleiding toezichthoudend medewerker stralingsbescherming binnen de industriële radiografie of een equivalente opleiding met goed gevolg te hebben afgerond, bij een hiertoe erkende instelling.

5.3 Vakbekwaamheid

Niet-destructief onderzoek met gebruikmaking van ioniserende straling mag alleen uitgevoerd worden door radiografen die vakbekwaam zijn.

5.4 Bedrijfseigen instructie

Alle medewerkers die werkzaamheden gaan verrichten met ioniserende straling moeten voor aanvang van deze werkzaamheden een instructie hebben ontvangen. Het doel van deze instructie is de medewerker bewust te maken van de regels en werkwijze van het bedrijf en de risico's van de werkzaamheden. De instructie kan op verschillende manieren plaatsvinden maar dient een interactief karakter te hebben. Deze instructie wordt gegeven door de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming of een door hem gedelegeerd persoon. De inhoud van de instructie dient te worden goedgekeurd door de stralingsbeschermingsdeskundige.

De instructie dient minimaal informatie te bevatten over:

- stralingsbeschermingsbeginselen (tijd, afstand, afscherming);
- biologische effecten van straling;
- dosisoptimalisatie en dosisbeperkingen;
- het gebruik van persoonlijke dosiscontrolemiddelen;
- het gebruik van apparatuur voor het meten van dosis en dosistempo;
- de vereiste administratieve taken met betrekking tot het uitvoeren van de handelingen;
- het inrichten van een gecontroleerde zone (afzetting en markeringen) en het toezicht daarop;
- de taken en verantwoordelijkheden tijdens de handelingen;
- de handelwijze in het geval van een noodsituatie of incident;
- de werking en het beheer van de apparatuur die gebruikt zal worden tijdens de werkzaamheden;
- beschermingsmaatregelen in de praktijk (collimatoren, diafragma's, afscherming, loodmatten);
- de mogelijke gevolgen van het niet naleven van de voorschriften tijdens de handelingen;
- regels bij het gebruik van hoogactieve bronnen.

5.5 Herhalingstraining - algemeen

Alle medewerkers die werkzaamheden verrichten met ioniserende straling moeten ervoor zorgen dat hun kennis en kunde actueel blijft. Dit kan door deelname aan bedrijfseigen instructies en/of bij- en nascholing.

Wijzigingen in wet- en regelgeving moeten zo snel mogelijk in de schriftelijke instructies worden verwerkt en daarna worden meegenomen in de bedrijfseigen instructies en de bij- en nascholingsprogramma's.

5.6 Herhalingstraining - Bedrijfseigen instructie

Minimaal elke twee jaar zullen alle medewerkers die werkzaamheden verrichten met ioniserende straling onderricht ontvangen over:

- a) het veilig beheer van hoogactieve bronnen;
- b) de noodzakelijke veiligheidsvoorschriften;

- c) de mogelijke gevolgen van het wegvallen van een passende controle op hoogactieve bronnen.

De overige elementen als genoemd in paragraaf 5.4 dienen minimaal eens in de 5 jaar herhaald te worden.

5.7 Herhalingstraining opleiding toezichthoudend medewerker

Elke 5 jaar moet een toezichthoudend medewerker stralingsbescherming en een radiograaf minimaal 1 dag na- en bijscholing op het gebied van stralingsbescherming volgen bij een erkende opleider.

6 Meetinstrumenten en dosimetrie

6.1 Medisch toezicht

Indien een werknemer ingedeeld is als A-werknemer dient deze onderworpen te worden aan een regime van medisch toezicht. Een initieel medisch onderzoek dient te worden uitgevoerd om te beoordelen of een werknemer geschikt is om de beoogde taken met stralingsbronnen uit te voeren. Vervolgens dienen deze medische keuringen jaarlijks te worden herhaald om de gezondheid van de werknemer te blijven monitoren. Ook zal er een onderzoek uitgevoerd moeten worden na beëindiging van de werkzaamheden als A-werknemer en na overschrijding van de wettelijke dosislimieten of wanneer door een blootstelling ten gevolge van een stralingsincident, een radiologische noodsituatie of een andere gebeurtenis daartoe aanleiding bestaat.

6.2 Dosisevaluatie

Het NDO-bedrijf moet de door werknemers ontvangen dosis periodiek evalueren om zeker te stellen dat deze dosis zo laag als redelijkerwijs mogelijk is en onder de dosislimieten blijft. Afwijkingen dienen onderzocht te worden. Het verdient aanbeveling om een dosis > 1 mSv per draagperiode van een maand of vier weken en een jaardosis > 6 mSv te onderzoeken. Eindconclusies worden opgenomen in het jaarverslag.

6.3 Vereiste meetinstrumenten

Radiografen en assistent radiografen dienen tijdens werkzaamheden met ioniserende straling te allen tijde te beschikken over meetinstrumenten met de volgende functionaliteiten:

- a) persoonlijk dosiscontrolemiddel
- b) direct afleesbare dosismeter
- c) alarmmonitor
- d) surveymeter

Functionaliteiten b en c kunnen eventueel geïntegreerd zijn binnen één enkel apparaat. Voor functionaliteit d geldt dat deze niet geïntegreerd kan zijn binnen 1 apparaat met de andere functionaliteiten.

De meetinstrumenten moeten aantoonbaar geschikt zijn voor het beoogde gebruik en dienen verstrekt te worden door het NDO-bedrijf.

6.4 Persoonlijk dosiscontrolemiddel

Het NDO-bedrijf dient zijn Persoonlijke dosiscontrolemiddelen (PDC) te betrekken van een erkende dosimetriedienst. Het persoonlijk dosiscontrolemiddel, bijvoorbeeld een Thermoluminescentie Dosismeter (TLD badge), moet verstrekt worden aan en gedragen worden door alle blootgestelde werknemers. Het vaststellen of een werknemer een blootgestelde werknemer is blijkt uit de RI&E.

Om zeker te stellen dat de dosis accuraat wordt vastgesteld moet voldaan worden aan de volgende richtlijnen:

- a) Het persoonlijk dosiscontrolemiddel dient door een ieder aan wie een persoonlijk dosiscontrolemiddel verstrekt is gedragen te worden tijdens de werkzaamheden (en bijvoorbeeld ook tijdens transport en het binnentreden van de bergplaats).
- b) De dosimeters dienen op het lichaam te worden gedragen. Dit wordt vastgelegd in een draagvoorschrift.
- c) De dosimeters zijn persoonlijk en niet overdraagbaar.
- d) De dosimeters dienen bewaard te worden op een plaats waar zij niet worden blootgesteld aan verhoogde stralingsniveaus.
- e) De dosimeters dienen zo spoedig mogelijk na iedere draagperiode te worden uitgelezen door de dosimetriedienst.
- f) De dosimetriedienst dient te worden geïnformeerd over iedere (vermoedelijke) beschadiging en bestraling welke niet het gevolg is van het uitvoeren van de werkzaamheden.

Blootgestelde werknemers dienen door het NDO-bedrijf te worden geïnformeerd over de op het persoonlijk dosiscontrolemiddel geregistreerde dosis.

6.5 Direct afleesbare dosimeter

Een direct afleesbare dosimeter moet gedragen worden door alle radiografen, assistent radiografen en overige werknemers die een gecontroleerde of bewaakte zone betreden en tijdens het vervoer van bronnen.

De direct afleesbare dosimeter moet worden gebruikt voor de evaluatie van de ontvangen dosis door de drager tijdens en na afloop van de werkzaamheden. De dosis gemeten door een direct afleesbare dosimeter is indicatief. De dosis gemeten door het persoonlijk dosiscontrolemiddel is leidend.

6.6 Alarm monitor

Een alarm monitor moet op het lichaam gedragen worden door alle radiografen, assistent radiografen en overige werknemers die een gecontroleerde of bewaakte zone betreden en tijdens het vervoer van bronnen.

. Dit instrument geeft een alarm bij overschrijding van een ingesteld dosistempo. Het NDO-bedrijf legt vast welke waarden gehanteerd moeten worden. Dit alarm moet bestaan uit een geluidssignaal. Een trill en/of zichtbaar signaal kan aanvullend toegepast worden. Dit biedt voordelen in situaties waarin een geluidssignaal niet of slecht hoorbaar is.

6.7 Surveymeter

Bij iedere bewaakte en gecontroleerde zone moet minimaal één surveymeter in gebruik zijn. De surveymeter wordt gebruikt voor het meten van dosistempo:

- rondom de gecontroleerde zone, om vast te stellen dat het dosistempo aan de afzetting niet wordt overschreden;
- na elke opname en voordat de bron benaderd wordt om vast te stellen dat de bron niet meer in gebruik is en/of de radioactieve bron zich in een veilige positie bevindt.

6.8 Selecteren van meetinstrumenten

De meetinstrumenten moeten door de stralingsbeschermingsdeskundige geschikt worden bevonden voor het beoogde gebruik. Factoren die daarbij een rol kunnen spelen zijn onder andere de energierespons, de nauwkeurigheid, de reactiesnelheid, de robuustheid en de accu duur.

6.9 Controle en verificatie van meetinstrumenten

De meetinstrumenten moeten 1 keer per jaar geverifieerd worden.

Het NDO-bedrijf mag gebruik maken van een eigen kalibratie protocol. Daarbij kan gebruik gemaakt worden van een door een gespecialiseerd laboratorium gekalibreerd instrument. Aan het begin van de werkzaamheden moet gecontroleerd worden of meetinstrumenten nog functioneren. Deze controle bestaat uit een visuele controle naar beschadigingen, een batterijcontrole en de detectie van een bron. Een broncontainer of een röntgentoestelbuis kan hiervoor gebruikt worden, bijvoorbeeld tijdens het instralen van laatstgenoemde.

6.10 Registraties monitoring en dosimetrie

Een registratieplicht geldt voor:

- de resultaten van het persoonlijk dosiscontrolemiddel;
- de evaluatie van afwijkingen in de gemeten dosis, dat wil zeggen een dosis van meer dan 1 mSv per periode of een dosis van meer dan 6 mSv per kalenderjaar;
- het bewijs van medische geschiktheid;
- de verificatie van meetinstrumenten.

Registraties moeten worden bewaard volgens de wettelijk vastgestelde termijn.

7 Monitoring van werklocaties

7.1 Beoordeling en controlemetingen van de werklocatie

Tijdens het maken van een opname op een wisselende locatie moet de radiograaf of de assistent radiograaf het dosistempo controleren:

- rondom de afzetting om vast te stellen dat het dosistempo onder limietwaarden blijft;
- na beëindiging van de opname om vast te stellen dat de bron veilig is opgeborgen of het toestel uitgeschakeld is;
- ter hoogte van het uitdraaimechanisme of bedieningspaneel.

Het maximale dosisequivalenttempo aan de afzetting bedraagt onder normale omstandigheden $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ (uitgezonderd in- en uitdraaipeken). Na schriftelijke toestemming van de stralingsbeschermingsdeskundige, op grond van een specifieke risicobeoordeling van de situatie, mag deze waarde worden verhoogd tot een maximum van $40 \mu\text{Sv h}^{-1}$. Dit geldt alleen voor werkzaamheden op wisselende locaties. Nog hogere dosistempi dienen door het bevoegde gezag goedgekeurd te worden.

Dosis(tempo)metingen uitgevoerd gedurende de handelingen worden niet geregistreerd.

7.2 Blootstelling van de omgeving

Aangezien NDO-bedrijven hun werkzaamheden veelal op het terrein van andere bedrijven uitvoeren zijn zij doorgaans vergund voor het uitvoeren van werkzaamheden op wisselende locaties. 'Wisselende locaties' zijn hierbij gedefinieerd als die locaties die niet bij name genoemd staan in de Kernenergiewetvergunning. In deze vergunning is tevens gedefinieerd wat de maximale stralingsbelasting voor het milieu is per locatie, met andere woorden welke stralingsbelasting maximaal mag worden uitgestoten buiten de begrenzing van de locatie. Als begrenzing wordt hierbij normaliter de terreingrens van de locatie aangehouden, waarbij het zo kan zijn dat de terreingrens meerdere ondernemingen omsluit die onderling technische, organisatorische of functionele bindingen hebben. De milieubelasting voor wisselende locaties wordt individueel vergund waarbij de dosis in geen geval de waarde van $100 \mu\text{Sv AID}$ zal overschrijden.

Overwegende dat:

- er jaarlijks een zeer groot aantal opnamen wordt gemaakt;
- er wordt gewerkt op wisselende locaties;
- de specifieke karakteristieken per opname (stralingstijd, exacte stralingsrichting, activiteit van de bron, afstand tot aan de terreingrens in relatie tot de exacte locatie van dit deel van de terreingrens, stralingstijd, opnametechniek, te onderzoeken object et cetera.) benodigd zijn om een inschatting te kunnen maken van de terreingrensdosis

is er uit praktische overwegingen voor gekozen om te werken met een vuistregel. Deze vuistregel geldt voor kleine locaties en gaat uit van een situatie waarbij de grens van de gecontroleerde zone samenvalt met de terreingrens van deze locatie. In dat geval bedraagt het dosistempo aan de afzetting maximaal 10 $\mu\text{Sv}/\text{uur}$, uitgezonderd de zogenoemde in- en uitdraaipeken. Ten tijde van het uitdraaien van de bron zal de bron voor enkele seconden onafgeschermd zijn in de uitlooslang waarbij een dosistempo $> 10 \mu\text{Sv}/\text{uur}$ kan ontstaan. Deze bijdrage moet separaat meegenomen worden in de berekening.

De blootstelling rondom een locatie t.g.v. de opname zelf kan op conservatieve wijze berekend worden door registratie van het aantal opnames op die locatie, uitgaande van:

- een situatie waarbij de terreingrens samenvalt met de grens van de gecontroleerde zone en er dus een dosistempo heerst van $10 \mu\text{Sv}/\text{uur}$;
- een opnametijd van 3 minuten;
- een richtingsfactor van 0,25 (niet alle opnamen gaan in de richting van de terreingrens);
- afschermingsfactor om te komen tot de MID (= AID in meest stringente situatie van bewoning in een woonhuis op het naburige terrein) van 0,25;

$$MID_{opname} = 0,05 \text{ uur} \times 10 \mu\text{Sv}/\text{uur} \times 0,25 \times 0,25 = 0,03 \mu\text{Sv per opname}$$

Voor het berekenen van de bijdrage van de in- en uitdraaipeik is het gewenst om een situatie door te rekenen met een hoger dan gemiddelde blootstelling. Hiervoor zijn de volgende realistische aannames gedaan:

- gemiddelde bronsterkte van 25 Ci (=925 GBq) Ir192
- afstand tot de terreingrens van 30 meter
- afschermingsfactor (AF) van 0,25
- tijdsduur van 7 seconden per opname (voor in- en uitdraaien samen)

$$Dosistempo \text{ op } 30\text{m} = \frac{A \times h}{r^2} = \frac{925 \times 139}{30^2} = 143 \mu\text{Sv}/\text{uur}$$

Dit geeft per opname de volgende MID aan de terreingrens:

$$MID_{in/uit} = \frac{143 \mu\text{Sv}/\text{uur} \times 0,25 \times 7}{3600} = 0,07 \mu\text{Sv}$$

Samen geeft dit een dosis aan de terreingrens per opname van:

$$MID_{totaal} = MID_{opname} + MID_{in/uit} = 0,03 + 0,07 = 0,1 \mu\text{Sv per opname}$$

Indien er een limiet van 100 μSv van toepassing is zal dit leiden tot een maximaal aantal opnames van $100 \mu\text{Sv} / 0,1 \mu\text{Sv} = 1000$.

Zo lang het aantal opnamen op een locatie < 1000 opnamen blijft kunnen we ervanuit gaan dat de maximale milieubelasting niet wordt overschreden. Daarboven dient het NDO-bedrijf nadere berekeningen te maken en mogelijk maatregelen te treffen. Eén van de factoren die in een nadere berekening kunnen worden meegenomen is de ABC-factor welke afhankelijk is van de ruimtelijke bestemming van het terrein aangrenzend aan de locatie.

Voor bedrijven die een lagere milieudosis vergund hebben dan 100 μ Sv zal het aantal van 1000 opnamen evenredig verlaagd zijn.

7.3 Registratie opnames en aanvullende maatregelen

Het NDO-bedrijf houdt een administratie bij van het aantal gemaakt opnames per locatie indien er meer dan 100 opnames in een kalenderjaar worden gemaakt.

Indien het vermoeden bestaat dat er meer dan 1000 opnames worden gemaakt in een kalenderjaar dient er een andere analyse naar de stralingsbelasting voor het milieu te worden uitgevoerd. Hierbij dient tevens te worden bepaald of er aanvullende maatregelen moeten worden genomen, zoals bijvoorbeeld het plaatsen van een stralingsbunker.

8 Beheer van radioactieve bronnen

8.1 Noodzaak voor effectief beheer

Het gebruik van radioactieve bronnen bij industriële radiografie kan leiden, en heeft in het verleden geleid tot ernstige incidenten. Het NDO-bedrijf moet zekerstellen dat de bronnen goed beheerd worden, vanaf het moment dat ze de organisatie binnenkomen tot aan het moment dat ze worden afgevoerd.

8.2 Beveiliging

Bronnen worden beveiligd om diefstal en schade te voorkomen en om te voorkomen dat een ongeautoriseerd (rechts)persoon deze in handen krijgt door ervoor te zorgen dat:

- a. Een bron niet wordt overgedragen tenzij de ontvanger beschikt over een geldige vergunning/toestemming. Binnen Nederland dient dit te geschieden door het controleren van de KEW-vergunning van de ontvanger. Indien een bron naar een land binnen de EU wordt verstuurd dient voldaan te worden aan verordening Euratom nr. 1493/93 waarbij de afzender in het bezit dient te zijn van een volledig ingevulde en door de bevoegde autoriteit van het land van ontvangst afgetekend Euratom formulier.
- b. Een periodieke inventarisatie van de bronnen plaatsvindt (zie 8.3)
- c. Het NDO-bedrijf dient te beschikken over een beveiligingsplan dat voldoet aan de Nederlandse regelgeving. Het beveiligingsplan bevat alle beveiligingsmaatregelen van de radioactieve bronnen. Ook zal het NDO-bedrijf een medewerker moeten aanstellen als beveiligingsverantwoordelijke, die de implementatie van de beveiligingsmaatregelen moet organiseren.

Het NDO-bedrijf zorgt ervoor dat buiten gebruik gestelde bronnen alleen worden verzonden naar:

- de leverancier van de bron die bevoegd is de bron te ontvangen;
- een daartoe aangewezen instelling voor de ontvangst van radioactieve afvalstoffen;
- of een andere uitvoerende organisatie die bevoegd is de bron te ontvangen.

8.3 Periodieke inventarisatie

Het NDO-bedrijf voert een periodieke inventarisatie van de bronnen uit om te verifiëren dat ze zich op de toegewezen plaats bevinden en veilig zijn. De periodiciteit bedraagt 3

maanden voor bronnen die binnen deze periode niet worden gebruikt en 1 jaar voor bronnen die vaker dan eens per 3 maanden worden toegepast.

Bronnen mogen alleen uit de opslag worden gehaald door daartoe geïnstrueerde blootgestelde werknemers. Deze personen registreren daarbij hun naam, de datum, en de bestemming van de bron of bronnen. Elektronische toepassingen om de locatie van een bron te registreren mogen als alternatief worden toegepast. Broncontainers zonder ingekapselde bron maar welke verarmd uranium bevatten als afschermingsmateriaal moeten tevens worden meegenomen bij deze registraties.

8.4 Meldingsplicht bij vermissing

Het NDO-bedrijf meldt elk incident waarbij hij ongewild het beheer verliest over één of meerdere bronnen onverwijld bij het meldpunt stralingsincidenten. Tevens wordt er een uitgebreid onderzoek verricht met als doel het zo spoedig mogelijk wederom in bezit krijgen van de verloren of gestolen bron.

9 Stralingsbronnen voor industriële radiografie

9.1 Algemeen

Voor het uitvoeren van industriële radiografie heeft men de keuze uit een grote verscheidenheid aan stralingsbronnen, apparatuur en aanverwante hulpmiddelen. Het NDO-bedrijf zal bij eerste aanschaf zekerstellen dat de leverancier kan voldoen aan nationale en internationale richtlijnen en normen.

De leverancier dient minimaal een gebruikshandleiding te verstrekken, waarin de informatie over het veilig gebruik is beschreven.

Het NDO-bedrijf zal ervoor zorgen dat deze informatie beschikbaar is in een taal die de gebruikers eigen is.

De richtlijnen uit dit hoofdstuk gelden voor nieuwe en gebruikte apparatuur.

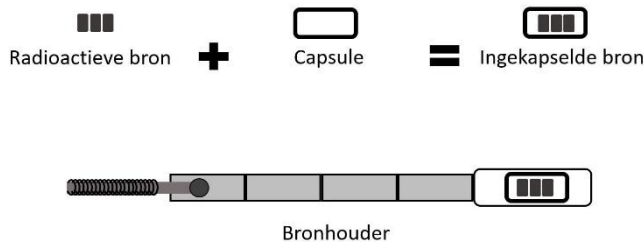
Ontwerpwijzigingen zijn alleen toegestaan nadat er een uitgebreide herbeoordeling heeft plaatsgevonden. De gevolgen van de wijziging dienen te worden beoordeeld en in de risicoanalyse verwerkt.

De stralingsbeschermingsdeskundige, de fabrikant en waar nodig het bevoegd gezag worden betrokken bij deze herbeoordeling.

In dit hoofdstuk worden de algemene aandachtspunten in relatie tot de veiligheid van apparatuur behandeld.

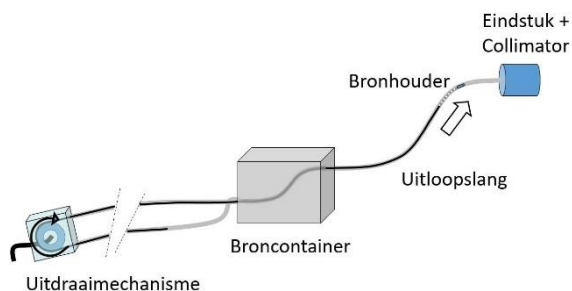
9.2 Gammagrafie - Radioactieve bronnen, broncontainers en hulpapparatuur

Bij gammagrafie wordt gebruik gemaakt van ingekapselde bronnen. Het bronmateriaal wordt omsloten door een capsule die wordt geplaatst in een bronhouder.



Figuur 1 Bronhouder

belichtingspositie gebracht. De bediening kan op afstand plaatsvinden, waarbij de bronhouder met behulp van een kabel door een slang wordt voortbewogen. De afstandsbediening wordt ook wel een uitdraaimechanisme genoemd en de slang een uitloopslang of voorslang. Het uitdraaimechanisme bestaat uit een tandwiel met handvat, een aankoppelpunt en een bewegende kabel. De bronhouder wordt als het ware geduwd of getrokken door de uitloopslang. Wanneer de bronhouder door de uitloopslang wordt bewogen spreekt men over het indraaien respectievelijk uitdraaien van de bron.



Figuur 2 Broncontainer met toebehoren

De bronhouder wordt geplaatst in een afscherming, hier aangeduid als broncontainer.

De bronnen zijn vanwege de activiteit doorgaans ingedeeld als hoogactieve bron.

De broncontainer wordt ook gebruikt voor het transport en de opslag van de bron. De bronhouder blijft daarbij in de broncontainer.

De bronhouder wordt voor het maken van een opname in de

De uitloopslang is op het uiteinde afgesloten met een eindstuk. Op het eindstuk wordt een afscherming bevestigd, aangeduid als collimator. De collimator heeft een opening die de stralingsbundel in één richting vrij doorlaat zodat de bundel gericht kan worden gebruikt.

In de uitgedraaide positie – de belichtingspositie – zal de bronhouder zich in het eindstuk bevinden.

Na het belichten van een film wordt de bronhouder weer terug in de broncontainer gedraaid. Bij het gebruik worden diverse componenten aan elkaar gekoppeld. Om de veiligheid van het geheel te waarborgen dienen de afzonderlijke componenten aan de ontwerp-eisen te voldoen.

9.2.1 Ingekapselde radioactieve bronnen

De gebruikte ingekapselde radioactieve bronnen dienen te voldoen aan de eisen uit internationale of gelijkwaardige nationale normen.

De volgende eisen zijn van toepassing.

Ingekapselde bronnen dienen:

- gecertificeerd te zijn voor 'radioactief materiaal in speciale toestand' zoals vastgelegd in de internationale vervoersrichtlijnen;
- te zijn ontworpen, gefabriceerd en getest conform de eisen van de ISO 2919;
- bij aanschaf getest te zijn op lekken in overeenstemming met de ISO 9978, het attest dient herleidbaar te zijn naar de individuele bron;
- jaarlijks te worden onderworpen aan een veegtest om blijvende lekdichtheid te verifiëren. In plaats van de capsule mag ook de bronhouder worden getest. Deze

test dient te worden herhaald na elke gebeurtenis waarbij de bron of bronhouder beschadigd is of kan zijn.

Ingekapselde bronnen bevinden zich in een bronhouder die gekoppeld wordt aan een kabel. Dit geheel wordt in een broncontainer ondergebracht.

De bronhouder dient:

- a. te zijn ontworpen, gefabriceerd en getest conform de eisen van de ISO 3999 of een gelijkwaardige nationale norm;
- b. geschikt te zijn voor het gebruik in combinatie met de apparatuur en hulpmiddelen;
- c. te zijn gemarkeerd met het waarschuwingsteken voor ioniserende straling (klaverblad) en de tekst 'RADIOACTIVE'. Tevens dient het serienummer van de fabrikant met een duurzame markering te zijn aangebracht.

9.2.2 Broncontainers

9.2.2.1 Broncontainers - projectietype

De ingekapselde bron wordt opgeslagen en gebruikt in een broncontainer die is voorzien van veiligheidsvoorzieningen en functies die de kans op menselijke fouten of storingen beperken.

Een broncontainer moet voldoen aan de eisen van de ISO 3999.

Met deze norm wordt voldaan aan de minimale veiligheidseisen en is de combinatie van broncontainer en bron geschikt voor het beoogde gebruik.

Broncontainers dienen te voldoen aan de eisen voor transportverpakkingen. Nadere richtlijnen voor het veilig transport van de bronnen zijn opgenomen in hoofdstuk 12.

9.2.2.2 Andere broncontainers

Er zijn een aantal soorten broncontainers in gebruik die niet aan de eisen van de ISO 3999 voldoen, als gevolg van een afwijkend ontwerp of unieke dan wel ongebruikelijke toepassingen.

NDO-bedrijven dienen ervoor te zorgen dat voor dergelijke apparaten een veiligheidsbeoordeling is uitgevoerd om te bepalen of in verband met verder gebruik er extra veiligheidsmaatregelen moeten worden getroffen. Daarnaast behoeft het gebruik van een dergelijk afwijkend type een specifieke toestemming van het bevoegd gezag voorafgaande aan het eerste gebruik.

9.2.2.3 Signalering en labels

Op elke broncontainer dienen de volgende markeringen te zijn aangebracht:

- a. Het internationale symbool voor ioniserende straling (klaverblad);
- b. Het woord "RADIOACTIEVE STOF" met een breedte van minimaal 7,5 cm;
- c. De chemische symbolen en het massagetal van de radionucliden waarvoor de broncontainer geschikt is (bijvoorbeeld "Ir-192" of "Co-60");
- d. de maximale toegestane bronactiviteit, gespecificeerd per nuclide, waarvoor de broncontainer geschikt is;
- e. de internationale standaard ISO 3999 waar de broncontainer en bijbehorende accessoires aan voldoen (indien van toepassing);
- f. de naam van de fabrikant, het modelnummer en het serienummer van de broncontainer;
- g. (indien van toepassing:) de massa van het verarmd uranium gebruikt als afscherming;

Bovendien moet op de broncontainer een duurzaam vuurvast label of etiket zijn aangebracht waarop informatie over de geladen radioactieve bron is weergegeven:

- het chemisch symbool en het massagetal van het radionuclide;
- de activiteit op een specifieke datum;
- het identificatienummer van de ingekapselde bron;
- de identiteit van de fabrikant van de bron.

9.2.2.4 Verarmd Uranium als afscherming

Broncontainers (en sommige collimators) kunnen verarmd uranium bevatten als afschermingsmateriaal.

Er geldt een vergunningplicht voor alle handelingen met verarmd uranium. Tevens gelden aanvullende richtlijnen voor de boekhouding van aanwezige hoeveelheden en internationale verplaatsingen (Euratom). Verarmd uranium is radioactief. Een dergelijke broncontainer dient daarom ook zonder aanwezigheid van ingekapselde bronnen veilig te worden opgeslagen en vervoerd.

Handelingen met verarmd uranium kunnen besmetting veroorzaken.

Gebruikers dienen vast te stellen welke onderdelen verarmd uranium bevatten. Deze onderdelen dienen als zodanig duurzaam te worden gemarkeerd. De afvoer van het verarmd uranium dient volgens wettelijk voorschrift te verlopen.

9.2.3 Hulpapparatuur

Broncontainers worden gebruikt in combinatie met hulpapparatuur zoals een uitdraaimechanisme, een uitlooslang en collimators. De hulpapparatuur moet voldoen aan de eisen van de ISO 3999.

Elk model broncontainer heeft specifieke hulpapparatuur.

Hulpapparatuur dient compatibel te zijn met de broncontainer en bronhouder waarmee het gebruikt wordt. Onduidelijkheden over de compatibiliteit moeten worden afgestemd met de desbetreffende fabrikant(en).

Uitdraaimechanismen met een bedieningskabel en uitlooslangen zijn bedoeld om de afstand tussen de medewerker en de bron te vergroten. In verband met veilig gebruik wordt door fabrikanten de maximale lengte van bedieningskabels en uitlooslangen voorgeschreven. Typische lengtes voor de bedieningskabels zijn 10 tot 12 meter. Uitlooslangen hebben een typische lengte van 2 tot 5 meter.

9.2.4 Collimators

Collimators worden gebruikt om de om de dosis te beperken door de stralingsbundel in bepaalde richtingen af te schermen. Collimators kunnen vervaardigd zijn uit lood, wolfram of verarmd uranium.

Er zijn collimators voor panoramische of directionele stralingsbundels. Deze moeten worden toegepast wanneer dit technisch mogelijk is.

Het NDO-bedrijf moet ervoor zorgen dat de collimators compatibel zijn met de bronhouder en het eindstuk van de uitlooslang.

9.2.5 Bronwisselapparaten en opslagcontainers

Een bronwisselapparaat kan worden gebruikt voor een veilige uitwisseling van oude en nieuwe bronnen tussen de broncontainer en een verpakking waarin zij van en naar de leverancier worden getransporteerd.

Hoewel er geen specifieke normen zijn voor de bronwisselapparatuur en opslagcontainers, dienen zij te voldoen aan de toepasselijke delen van ISO 3999.

9.2.6 Opslag van radioactieve stoffen

Ten aanzien van de bergplaats voor radioactieve stoffen zorgt de ondernemer ervoor dat:

- het omgevingsdosisequivalenttempo aan de buitenzijde van de bergplaats zo laag als redelijkerwijs mogelijk is. In ieder geval wordt op geen enkel punt op 0,1 meter afstand van de bereikbare delen van het oppervlak van de bergplaats een omgevingsdosisequivalenttempo gemeten van meer dan 1 microsievert per uur;
- de buitenzijde van de bergplaats is voorzien van een duidelijk leesbaar en onuitwisbaar opschrift 'RADIOACTIEVE STOF' en van een duidelijk zichtbaar waarschuwingsteken;
- de bergplaats deugdelijk is afgesloten en uitsluitend geopend kan worden door de ondernemer of door personen die daartoe van hem de bevoegdheid hebben gekregen;
- de constructie van de bergplaats, al dan niet deel uitmakend van een gebouw, voldoet aan de eis dat de brandwerendheid niet lager is dan 60 minuten;
- de bergplaats aantoonbaar bekend is bij de veiligheidsregio;
- in een speciaal daarvoor bestemd overzicht dat zich in of nabij de bergplaats bevindt, de activiteit van de radioactieve stoffen die zich in de bergplaats bevinden wordt aangetekend, waarbij deze registratie minimaal plaatsvindt gespecificeerd naar radionuclide en activiteit. In geval van een ingekapselde bron dient daarnaast elke uitgifte of ontvangst van die ingekapselde bron uit of in de bergplaats zo spoedig mogelijk in dit overzicht te worden aangetekend, waarbij bij uitgifte bovendien de bestemming dient te worden aangetekend;
- wanneer de bergplaats eenvoudig te verplaatsen is, ze wordt geplaatst in een afsluitbare ruimte of kast, die deugdelijk is afgesloten en uitsluitend geopend kan worden door de ondernemer of door personen die daartoe van hem de bevoegdheid hebben gekregen.

9.2.7 Inspectie en onderhoud

Om de goede werking blijvend te garanderen, dient gammagrafie-apparatuur (inclusief hulpapparatuur) tenminste eenmaal per jaar te worden geïnspecteerd en onderhouden.

Periodiek onderhoud moet worden uitgevoerd door de fabrikant of door speciaal opgeleid personeel in overeenstemming met de instructies van deze fabrikant. Voordat er onderhoudswerkzaamheden worden verricht aan een broncontainer of apparatuur met een radioactieve stof zal de organisatie eerst moeten nagaan of deze werkzaamheden worden gedekt door de vergunning van de organisatie.

Om te blijven voldoen aan het oorspronkelijke veiligheidsniveau dienen bij vervanging de onderdelen conform de ontwerpspecificaties te zijn.

Om de goede werking te behouden dient apparatuur vrij te zijn van vuil en indien nodig te worden gereinigd.

9.2.8 Routine-inspecties

Industriële radiografie mag alleen worden toegepast als de bron en alle hulpmiddelen in goede staat zijn. Deze hulpmiddelen omvatten:

- a) meetmiddelen conform hoofdstuk 6 en 7;
- b) uitlooslangen, uitdraaimechanismes;

- c) collimatoren en afschermingsplaten;
- d) afzetlint en vlaggen;
- e) een storingsset, welke minimaal bestaat uit een tang en een reservecontainer om de bron in op te bergen bij calamiteiten. Deze storingsset dient beschikbaar te zijn maar is niet noodzakelijkerwijs op locatie aanwezig;
- f) andere hulpmiddelen om de bron in positie te houden bij het belichten.

Voorafgaand aan de werkzaamheden, dient de radiograaf routinematige controles uit te voeren. Deze preventieve controles zijn erop gericht om tijdig afwijkende condities te signaleren die kunnen leiden tot incidenten.

Enkele typische controles zijn:

- a. Controle van de broncontainer om zeker te stellen dat:
 - I. de koppelingen en bevestigingsmiddelen goed vastzitten;
 - II. het slotmechanisme juist functioneert;
 - III. de stralingsniveaus normaal zijn. Dit dient op meerdere plaatsen en afstanden vanaf het oppervlak van de broncontainer te worden gecontroleerd om zeker te stellen dat de bron zich in veilige positie bevindt;
 - IV. de aansluitingen voor de uitloosslang en voor uitdraaimechanisme veilig zijn;
 - V. het deel van de bronhouder waarmee de kabel wordt verbonden veilig is; een go/nogo-kaliber van de fabrikant wordt gebruikt om overmatige slijtage vast te stellen;
 - VI. de bron tijdig geveegd is. Een label aanwezig op de broncontainer geeft dit aan.
- b. Inspectie van het uitdraaimechanisme om zeker te stellen dat:
 - I. de koppelingen goed vastzitten;
 - II. er geen indicaties zijn van beschadigingen (pletten, knikken of deuken) en overmatige vervuiling;
 - III. de aandrijfkabel vrij kan bewegen.
- c. Controle van de uitloosslang om zeker te stellen dat:
 - I. de koppelingen goed vastzitten;
 - II. er geen indicaties zijn van beschadigingen (pletten, knikken of deuken);
 - III. het eindstuk niet beschadigd is.

Hulpapparatuur (zoals afstand-houders, statieven en collimatoren) dient voorafgaand aan het gebruik te worden gecontroleerd op de goede staat en geschiktheid voor gebruik.

Bij het uitvoeren van een bronwisseling dienen pre-operationele controles te worden uitgevoerd om zeker te stellen dat:

- het slotmechanisme juist functioneert;
- het uitdraaimechanisme en de uitloosslang veilig zijn aangesloten;
- er geen obstakels zijn in de slangen.

Bronwisselingen worden niet beschouwd als regulier gebruik. Er zijn extra risico's aan verbonden. Bronwisselingen dienen door vakbekwaam personeel te worden uitgevoerd.

9.2.9 Onderhoudsprogramma

Het NDO-bedrijf dient een onderhoudsprogramma in werking te hebben voor alle gebruikte gammagrafie-apparatuur.

Onderhoud dient door vakbekwaam personeel te worden uitgevoerd binnen de vereiste tijdsintervallen, rekening houdend met de gebruiksomstandigheden. Het onderhoud bestaat uit een gedetailleerde inspectie van alle componenten. Waar nodig moeten versleten of beschadigde onderdelen worden vervangen. De door de fabrikant voorgeschreven smeermiddelen dienen te worden toegepast. Van alle onderhoudshandelingen wordt een registratie bijgehouden, met vermelding van de vervangen onderdelen.

9.3 Röntgentoestellen

Röntgentoestellen worden toegepast bij industriële radiografie. Lineaire versnellers en cyclotrons zijn gespecialiseerde toepassingen en worden minder frequent toegepast. De hiernavolgende aanbevelingen gelden in beginsel voor conventionele röntgenbuizen. Voor lineaire versnellers en cyclotrons dient men echter een vergelijkbaar veiligheidsniveau in acht te nemen.

Er worden bij industriële radiografie panoramische en directionele röntgentoestellen gebruikt. De buis is via een kabel verbonden met een bedieningspaneel. Op het paneel kunnen de operationele parameters vooraf worden ingesteld en tijdens de belichting afgelezen. De dosis voor de radiograaf wordt beïnvloed door de lengte van de kabel, de belichtingsinstellingen (spanning en stroomsterkte) en de afschermdelen rondom het toestel.

9.3.1 Elektrische veiligheid

Elektrische storingen in toestellen kunnen leiden tot ernstige ongelukken, waarvan sommige met radiologische gevolgen. Daarom is controle van apparatuur noodzakelijk om vast te stellen dat wordt voldaan aan de nationale eisen voor elektrische veiligheid. Metalen voorwerpen zoals behuizingen, verbindingkabels, voedingsbronnen (transformatoren en generatoren), bedieningsapparatuur, de buis, et cetera moeten op juiste wijze elektrisch met elkaar en met de aarde worden verbonden.

De juiste kennis en expertise moet worden verkregen. Inspecties en beproevingen dienen te worden uitgevoerd door gekwalificeerde elektrotechnici of door onderhoudsspecialisten.

9.3.2 Kabellengte

Wanneer toestellen buiten een stralingsbunker worden toegepast zijn er eisen gesteld aan de minimum kabellengte. Bij toestellen tot 300 kV dienen de kabels tussen röntgenbuis en bedieningspaneel minimaal 20 m lang te zijn. Bij toestellen boven de 300 kV is het aan te bevelen om langere kabels te gebruiken.

9.3.3 Collimators en filters

Rekening houdende met de opnametechniek dient de bundelgrootte zoveel als redelijkerwijs mogelijk te worden beperkt.

Wanneer praktisch uitvoerbaar dienen collimators of loodafscherming te worden ingezet.

Bundels zijn waar mogelijk gefilterd. De filters zijn afgestemd op de toepassing.

9.3.4 Bedieningspaneel

Het bedieningspaneel dient te zijn uitgerust met:

1. een voorziening, bijvoorbeeld een sleutelschakelaar, waarmee voorkomen kan worden dat het röntgentoestel vanuit de 'UIT' of de 'STANDBY' stand onbevoegd wordt ingeschakeld. Het moet niet mogelijk zijn om het systeem te vergrendelen in de 'AAN' stand. De mogelijke schakelstanden moeten duidelijk zijn aangegeven.

2. een waarschuwinglamp op het bedieningspaneel die aangeeft dat het toestel gereed is om ingeschakeld te worden;
3. een tweede waarschuwinglamp die aangeeft wanneer de apparatuur röntgenstraling genereert;
4. een klok waarop de stralingstijd wordt ingesteld;
5. voorzieningen die de buisspanning in kilovolt (kV) en de buisstroom in milliampères (mA) weergeven;
6. een duidelijk gemarkeerde noodstopvoorziening.

9.3.5 Röntgentoestel

Tijdens het stralen moet onbedoelde beweging van het toestel worden voorkomen. Lekstraling dient te worden beperkt door een goed ontwerp en constructie. Het niveau van de lekstraling moet worden opgegeven door de fabrikant van het apparaat.

De behuizing van de buis is voorzien van waarschuwingssignalering conform de wet- en regelgeving. Aangebracht dienen te zijn het internationale symbool voor ioniserende straling (klaverblad) en de tekst "RÖNTGENSTRALING".

9.3.6 Gepulseerde Röntgenstraling

Sommige toestellen zenden zeer korte pulsen van röntgenstraling uit. De belichtingstijd wordt dan ingesteld in termen van het aantal pulsen die benodigd zijn voor de belichting. Voor gepulseerde röntgentoestellen gelden dezelfde voorzorgsmaatregelen als voor de reguliere röntgentoestellen. Eventuele extra veiligheidsmaatregelen kunnen volgen uit de risicoanalyse van het toestel.

Opgemerkt wordt dat de meeste dosistempometers ongeschikt zijn voor metingen nabij gepulseerde röntgentoestellen, vanwege de extreem korte pulstijd en de relatief trage responstijd van meters. Het is daarom belangrijk dat geschikte meetinstrumenten worden gebruikt

9.3.7 Inspectie en onderhoud van Röntgenapparatuur

Om blijvend de goede werking te garanderen, dient een röntgentoestel inclusief alle bijkomende uitrusting minimaal 1 keer per jaar te worden onderhouden en gekeurd. Het onderhoudsprogramma omvat zowel routinematige controles door het NDO-bedrijf alsook formele controles en onderhoud door de fabrikant of een gekwalificeerde expert. Onderdelen dienen te voldoen aan de specificaties van de fabrikant.

De volgende periodieke taken kunnen door het NDO-bedrijf worden uitgevoerd en dienen te omvatten:

- a. controles van de elektrische veiligheid, met inbegrip van aarding en testen van elektrische isolatie van kabels;
- b. schoonmaken of vervangen van filters in koelsystemen, indien aanwezig;
- c. controles om de lekstraling van de buis vast te stellen;
- d. controles om de goede staat van alle kabels vast te stellen. Gekeken wordt naar beschadigingen zoals rafels of ontbrekende isolatie.
- e. testen van alle beveiligingen en noodstoppen;
- f. andere routinematige controles en onderhoud zoals aanbevolen door de fabrikant.

9.3.8 Routine inspecties

Een routinematige inspectie dient te worden uitgevoerd bij de aanvang van de werkzaamheden. Het doel van deze inspecties is het detecteren van omstandigheden die kunnen leiden tot een incident.

Inspecties dienen de volgende punten te omvatten:

- a. controle op zichtbare schade aan de apparatuur;
- b. controle op beschadiging van kabels en koppelingen;
- c. controle van vloeistofkoeling op lekkages;
- d. controle op het goed functioneren van de waarschuwingssystemen (waarschuwingsslampen en dergelijke);
- e. controle op bevestigingsmiddelen en verbindingen.

9.3.9 Onderhoud

Het NDO-bedrijf moet een onderhoudsprogramma voor röntgenapparatuur instellen. Het onderhoud dient te worden uitgevoerd door vakbekwame personen.

Het onderhoud moet ten minste eenmaal per jaar worden uitgevoerd en vaker wanneer daar aanleiding toe is.

Niet-functionerende of beschadigde onderdelen die de goede werking van de apparatuur in de weg staan, dienen te worden vervangen.

Het onderhoud wordt afgesloten met een volledige inspectie en het testen van de apparatuur.

Alle onderhoudsactiviteiten en testresultaten dienen te worden geregistreerd.

10 Radiografie in stralingsbunkers

10.1 Definitie

Een stralingsbunker is een ruimte ontworpen en gebouwd om de omgeving te beschermen tegen ioniserende straling. Dit hoofdstuk beschrijft het geheel van maatregelen om blootstelling aan straling te voorkomen of te beperken.

10.2 Voorkeur gebruik stralingsbunkers

Wanneer dit redelijkerwijs mogelijk is dient industriële radiografie in stralingsbunkers te worden uitgevoerd.

Het werken in bunkers heeft veel voordelen, zowel economisch als ook voor de stralings- en algemene veiligheid.

Stralingsveiligheidsoverwegingen zijn:

- De kans op ongewenste bestralingen van personen is vele malen kleiner.
- De stralingsbelasting voor de radiograaf en personen in de nabije omgeving is significant lager.
- De stralingsbelasting voor de omgeving is lager.

Voordelen algemene veiligheid en arbeidsomstandigheden zijn:

- De werkzaamheden kunnen in dagdienst worden uitgevoerd waardoor de algemene veiligheid beter gewaarborgd kan worden. Denk hierbij onder andere aan hulpverlening bij noodgevallen.
- Minder verstoring van het bioritme.

De economische voordelen bij het werken in een bunker zijn:

- Andere werkzaamheden in de nabije omgeving kunnen ongestoord doorgang vinden.
- De werkzaamheden kunnen in dagdienst worden uitgevoerd. Dat betekent geen toeslag voor avond- of nachtwerk.

- Het werken in een bunker mag in dagdienst door alleen een radiograaf worden uitgevoerd.

Gezien deze voordelen heeft het te allen tijde de voorkeur radiografie uit te voeren in een stralingsbunker. De praktijk wijst uit dat investeringen in bunkers binnen enkele jaren worden terugverdiend.

Alleen indien er zwaarwegende economische overwegingen bestaan of de afmetingen van het object het onmogelijk maken, mag radiografie op locatie plaatsvinden.

10.3 Ontwerp en afscherming

Een stralingsbunker moet geschikt zijn voor de stralingsbronnen waarmee wordt gewerkt en de specifieke werkwijzen. Het ontwerp van een stralingsbunker dient te worden afgestemd op het beoogde gebruik. Hierbij dient rekening gehouden te worden met :

- de omgeving, aangrenzende kantoren en gebouwen;
- openingen zoals doorvoering van kabels, ventilatieschachten, toegangswegen en cetera;
- mogelijke schade en slijtage.

Alle wijzigingen aan het originele ontwerp van de bunker dienen te resulteren in een hernieuwde beoordeling door de stralingsbeschermingsdeskundige.

Alle documenten met betrekking tot het ontwerp van de stralingsbunker moeten worden bewaard voor toekomstige referentie.

De volgende eisen worden aan een stralingsbunker gesteld:

- De effectieve dosis voor personen die zich buiten de stralingsbunker bevinden is, bij alle binnen de stralingsbunker uitgevoerde handelingen met radioactieve bronnen en toestellen, zo laag als redelijkerwijs mogelijk. Op geen enkel punt, 0,1 meter of meer van het oppervlak, mag op geen enkel moment een omgevingsdosisequivalenttempo gemeten worden van meer dan 10 microsievert per uur.
- De Multifunctionele Individuele Dosis (MID) en de Actuele Individuele Dosis (AID) voor leden van de bevolking die zich buiten de locatie bevinden waar de stralingsbunker zich bevindt, moet kleiner zijn dan de in de Kernenergiewet-vergunning voor de betreffende locatie vermelde grenswaarde. Wanneer de locatie niet in de vergunning vermeld staat, moet de AID kleiner dan 100 microsievert per jaar zijn. Dit moet aangetoond worden door een berekening die is uitgevoerd overeenkomstig de door het bevoegd gezag vastgelegde rekenregels of dient middels stralingsmetingen te worden zeker gesteld.
- Een stralingsbunker wordt tijdens de werkzaamheden geclassificeerd als een gecontroleerde zone. De buitenzijde van de stralingsbunker is bij elke toegang voorzien van duidelijk zichtbare **passieve** waarschuwingssignalering, bestaande uit :
 - a) verbodsbord 'geen toegang voor onbevoegden' (bijlage XVIII Arbeidsomstandighedenregeling);
 - b) een bord met de tekst "geen toegang voor onbevoegden";
 - c) een bord met de tekst "Dosistempo > 10 μ Sv/uur";
 - d) het waarschuwingbord voor 'radioactieve stoffen of ioniserende straling'
 - e) een bord met de tekst "gecontroleerde zone";
 - f) een bord met de tekst "radioactieve stof" of "Röntgenstraling".

- Indien er in de stralingsbunker geen handelingen plaatsvinden waarbij ioniserende straling vrijkomt dienen de borden c) t/m f) te worden verwijderd / afgedekt.
- Aanvullend dient de bunker voorzien te zijn van **actieve** waarschuwings-signalering in de vorm van een lamp, die automatisch ingeschakeld wordt wanneer er een opname plaatsvindt en zichtbaar is bij het betreden van de stralingsbunker.
- Stralingsbunkers dienen voorzien te zijn van een dak om verstrooiing van de straling aan de lucht (ook wel 'sky shine' genoemd) tegen te gaan. Het dak dient ervoor te zorgen dat in alle omliggende ruimtes het omgevingsdosisequivalenttempo zo laag als redelijkerwijs mogelijk is. Daarbij moet het dak voorkomen dat personen in deze omliggende ruimtes worden blootgesteld aan een dosisequivalenttempo hoger dan $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$. Toegang tot het dak moet tijdens het stralen worden voorkomen indien het omgevingsdosisequivalenttempo ter plaatse $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ontstaat. Het ALARA-principe blijft onverkort van toepassing.
- De bediening van de radioactieve bronnen en toestellen dient plaats te vinden op een locatie buiten de stralingsbunker waar de stralingsbelasting zo laag als redelijkerwijs mogelijk is.
- Alle toegangen tot de stralingsbunker, anders dan de toegang die direct bewaakt door de radiograaf, dienen tijdens de werkzaamheden dusdanig te zijn afgesloten dat deze niet van buitenaf kunnen worden geopend.
- Ten tijde van de werkzaamheden dient de enige toegang tot de stralingsbunker permanent te worden bewaakt.
- Een stralingsbunker dient vooraf te worden goedgekeurd door de verantwoordelijk stralingsbeschermingsdeskundige. Dit kan geschieden op basis van berekeningen of metingen van zowel de primaire stralingsbundel als wel de eventuele strooistraling. Indien noodzakelijk kan de stralingsbeschermingsdeskundige hieraan nog aanvullende voorwaarden verbinden.
- De uitgangspunten bij deze berekeningen of metingen dienen te worden opgenomen in een schriftelijke instructie die tijdens de werkzaamheden in de stralingsbunker voorhanden is. Deze schriftelijke instructie dient minimaal aan te geven:
 - toegestane bronnen van ioniserende straling;
 - toegestane posities en straalrichtingen van de bron;
 - de dikte en het type afschermingsmateriaal indien noodzakelijk;
 - een risicoanalyse van de stralingsbelasting voor de werknemers.

Wanneer niet aan bovenstaande eisen wordt voldaan is er géén sprake van een goedgekeurde stralingsbunker in de zin van de wet. De constructie mag dan wel als stralingsplaats voor industriële radiografie gebruikt worden mits voldaan wordt aan de voorschriften voor handelingen buiten een stralingsbunker. Dit betekent onder andere dat de handelingen door een ploeg van minimaal twee personen wordt uitgevoerd.

10.4 Ingebruikname

Voor ingebruikname van een stralingsbunker moet middels berekeningen en/of metingen gecontroleerd worden of de stralingsbunker voldoende afscherming biedt voor het doel waarvoor hij is ontworpen. Indien dit het geval is, kan deze voor operationeel gebruik worden vrijgegeven door de stralingsbeschermingsdeskundige -.

10.5 Gecontroleerde zone

Tijdens de werkzaamheden dient een stralingsbunker te worden aangewezen als gecontroleerde zone. De stralingsbunker moet zodanig ontworpen worden dat er buiten de stralingsbunker geen gecontroleerde zone aangewezen hoeft te worden.

10.6 Veiligheids- en waarschuwingssystemen

10.6.1 Toegangsbeperking

De toegang tot een stralingsbunker dient tijdens de stralingswerkzaamheden te worden verhinderd door middel van:

- persoonlijke bewaking van de toegang; of
- mechanische vergrendeling van de toegang; of
- een interlock systeem

10.6.2 Waarschuwingssignalen en mededelingen

In een stralingsbunker dient een stralingsmonitor te zijn geïnstalleerd die tijdens stralingswerkzaamheden een visueel waarschuwingssignaal genereert dat zichtbaar is bij het betreden van de stralingsbunker.

Een zichtbaar, automatisch geschakeld waarschuwingssignaal moet worden gegeven wanneer een bron zich in onafgeschermd positie bevindt of het toestel ioniserende straling uitzendt. Dit signaal dient na de belichting automatisch te worden uitgeschakeld. De signalering wordt zo geïnstalleerd dat deze automatisch geactiveerd wordt wanneer er gestraald wordt.

Naast het zichtbare waarschuwingssignaal dienen er waarschuwingsborden en bijbehorende tekst te worden aangebracht. De exacte uitvoering van de borden is wettelijk vastgelegd. De waarschuwingsborden en bijbehorende teksten dienen duurzaam te worden aangebracht. Beschadigde of onleesbare mededelingen moeten worden vervangen indien nodig.

10.7 Procedures voor radiografie

Elke stralingsbunker dient voorzien te zijn van een schriftelijke instructie voor het gebruik van die specifieke bunker. Deze instructie moet gebruiksregels beschrijven zodat de stralingsbunker wordt gebruikt binnen zijn ontwerpbeperkingen. De aanwezigheid van deze schriftelijke instructies wordt vermeld tijdens de algemene stralingsveiligheidsinstructie.

Bij het alleen werken in een stralingsbunker dient er voldoende toezicht te zijn geregeld op het welzijn van de medewerker.

Werknemers die de bunker betreden dienen de vereiste meetinstrumenten zoals beschreven in Hoofdstuk 6 bij zich te dragen. Een uitzondering kan gemaakt worden voor de surveymeter indien een area monitor deze functie vervult.

Indien stralingswerkzaamheden uitgevoerd worden die niet omschreven zijn in de schriftelijke instructie voor gebruik dient advies te worden ingewonnen bij de toezichhoudend medewerker stralingsbescherming over eventuele aanvullende maatregelen.

De goede werking van de stralingsmonitor moet bij aanvang van de stralingswerkzaamheden worden gecontroleerd. De controle omvat ten minste de voeding en de respons op een bron.

Waar mogelijk dient afscherming te worden gebruikt, zoals bijvoorbeeld collimators, om blootstelling aan straling te minimaliseren

De belichting mag alleen worden gestart, nadat de radiograaf heeft gecontroleerd dat niemand zich in de stralingsbunker bevindt en alle toegangen vergrendeld zijn die niet worden bewaakt middels persoonlijk toezicht. Ter plaatse van de toegangen wordt het dosistempo gemeten.

11 Industriële radiografie op locatie

11.1 Algemeen

Indien objecten niet kunnen worden verplaatst naar een afgeschermd ruimte zoals een stralingsbunker dient radiografie op locatie uitgevoerd te worden. Deze manier van werken wordt veelvuldig toegepast, maar is niet zonder risico vanwege het ontbreken van structurele veiligheidsvoorzieningen.

De uitvoering van industriële radiografie kan bijvoorbeeld uitgevoerd worden op de locatie van de opdrachtgever (in een fabriek, offshore of een werkplaats), op de openbare weg (bijvoorbeeld een gasleiding of een gebouw) of in het open veld (bijvoorbeeld een pijpleiding).

Industriële radiografie zou alleen uitgevoerd moeten worden in het veld indien het niet redelijkerwijs haalbaar is om het te onderzoeken object naar een stralingsbunker te brengen. Dit kan het geval zijn indien het object is ingebouwd in een installatie of te zwaar is om te verplaatsen. Indien het object wel verplaatsbaar is verdient het de voorkeur om het onderzoek in een stralingsbunker uit te voeren zoals omschreven in hoofdstuk 10.

Industriële radiografie op locatie kan uitgevoerd worden met een radioactieve bron, een röntgentoestel of een verplaatsbare versneller.

11.2 Voorbereiding voor industriële radiografie op locatie

De veilige uitvoering van de radiografiewerkzaamheden hangt af van de lokale omstandigheden op de werkplek. Hierbij zijn onder andere van belang de weersomstandigheden, het aanwezig zijn van andere werknemers of derden, het tijdstip van uitvoering, en de plaats van uitvoering zoals een werkplek op hoogte, in een besloten ruimte of onder andere zware omstandigheden.. Bij de uitvoering van industriële radiografie dient hier rekening mee te worden gehouden.

Het NDO-bedrijf die industriële radiografie uit laat voeren dient zeker te stellen dat er per bron een ploeg van minimaal twee medewerkers aanwezig is. Bij industriële radiografie dient tenminste één radiograaf (in het bezit van een diploma Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming of equivalent) per ploeg aanwezig te zijn.

11.3 Samenwerking met de opdrachtgever

Indien werkzaamheden uitgevoerd dienen te worden bij de opdrachtgever dient overleg plaats te vinden met de opdrachtgever om afspraken te maken over de planning en invulling van de werkzaamheden. De plaats, het tijdstip en de te nemen maatregelen zoals het afgezette gebied met markeringen dienen bepaald te worden om misverstanden te voorkomen en om te voldoen aan de wettelijke voorschriften. Volgens wetgeving is degene die verantwoordelijk is voor de locatie gehouden tot medewerking aan de met het oog op stralingsbescherming voor die handelingen gestelde regels en voorschriften.

De opdrachtgever dient informatie te geven over meetinstrumenten die beïnvloed kunnen worden door ioniserende straling zoals rookmelders, niveaumeters of infrarood melders. De radiograaf dient op de hoogte te zijn van specifieke risico's die zich op het terrein van de opdrachtgever kunnen voordoen. Indien de opdrachtgever werkt met werkvergunningen dient dit systeem door het NDO-bedrijf te worden gevolgd.

Het NDO-bedrijf en de opdrachtgever moeten het eens zijn over de planning van de werkzaamheden en de tijd die het in beslag neemt. De opdrachtgever dient het NDO-bedrijf voldoende tijd te geven om de werkzaamheden veilig uit te kunnen voeren.

Afspraken omtrent veiligheid en gezondheid dienen te worden opgenomen in een door opdrachtgever opgesteld V&G-plan. Het NDO-bedrijf kan worden gevraagd om de door de industriële radiografie geïntroduceerde risico's en beheersmaatregelen aan te leveren.

11.4 Afzetting van de gecontroleerde zone

Industriële radiografie op locatie dient uitgevoerd te worden in een gecontroleerde zone. Andere werkzaamheden mogen niet plaats vinden binnen deze afzetting totdat de radiografiewerkzaamheden zijn voltooid en de afzetting is afgebroken. Aan de afzetting mag geen hoger dosistempo heersen dan wettelijk is toegestaan om zeker te stellen dat derden onder het wettelijke limiet blijven.

Het bevoegde gezag stelt eisen aan het dosistempo dat is toegestaan aan de afzetting. Het dosistempo mag niet hoger zijn dan $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$. Om de afmetingen van de gecontroleerde zone binnen de perken te houden is het gebruik van collimators, diafragma's of loodmatten noodzakelijk.

In uitzonderlijke gevallen mag tijdelijk, mits onderbouwd, het dosistempo verhoogd worden tot $40 \mu\text{Sv h}^{-1}$. Hiertoe dient, onder goedkeuring van een stralingsbeschermingsdeskundige, een stralingsplan te worden opgesteld. Een specifieke risicobeoordeling van de situatie maakt onderdeel uit van dit stralingsplan. In de onderbouwing dient voorts aangetoond te worden dat een lid van de bevolking de wettelijk toegestane dosis niet overschrijdt. Dosistemporen boven de $40 \mu\text{Sv h}^{-1}$ zijn alleen toegestaan indien de bevoegde autoriteit daar schriftelijk toestemming voor geeft. Voor deze toestemming zal vooraf een radiografieplan ter beoordeling aan de bevoegde autoriteit overlegd dienen te worden.

De gecontroleerde zone dient aangegeven te worden. Dat kan door fysieke middelen zoals muren of hekken of door geel-zwart lint met vlaggen. Dit dient zorgvuldig uitgevoerd te worden om zeker te stellen dat ongeautoriseerde toegang tot het afgezette gebied wordt voorkomen.

Bijzondere aandacht is vereist indien de radiografiewerkzaamheden plaatsvinden op een locatie met meerdere vloeren zoals een fabrieksterrein of een bouwlocatie waar derden zich op stellingen of trappen kunnen bevinden. De afzetting dient in deze gevallen driedimensionaal aangebracht te worden waarbij zeker gesteld dient te worden dat het gebied niet te betreden is zonder de afzetting te passeren.

Radiografen dienen de bediening van de radioactieve bron of van het röntgentoestel dusdanig te plaatsen dat zij niet onnodig veel straling ontvangen.

11.5 Waarschuwingssignalering

De gecontroleerde zone dient afgezet te worden met geel-zwart lint en borden voorzien van het klaverblad symbool. De borden dienen specifiek te zijn voor de bron waarmee gewerkt

wordt. Er wordt onderscheid gemaakt tussen het werken met een radioactieve bron en met een röntgentoestel. Het opschrift voor de radioactieve bron is 'radioactieve stof' en bij gebruik van een röntgentoestel 'röntgenstraling'. De exacte uitvoering van de borden is wettelijk vastgelegd.

Er dienen voldoende borden aanwezig te zijn aan de afzetting zodat deze zichtbaar zijn vanuit alle richtingen waarop de afzetting kan worden benaderd.

11.6 Instructies

De opdrachtgever dient instructies te geven aan het aanwezige personeel, om duidelijk te maken waar de afzettingen en de borden voor dienen. Door aan te geven dat de afzetting er staat om afstand te houden van de bron zal deze beter worden gerespecteerd.

11.7 Het bewaken van de afzetting

Voordat de radiografiewerkzaamheden aan mogen vangen dient de gecontroleerde zone ontruimd te worden. Alleen de radiografen en de assistent radiografen mogen zich binnen de afzetting bevinden. Zij dienen zeker te stellen dat er zich geen derden binnen de afzetting bevinden. Uitzondering op deze regel zijn de bevoegde autoriteit, de stralingsbeschermingsdeskundige en/of de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming van het NDO-bedrijf.

De afzetting dient goed zichtbaar en continu bewaakt te zijn tijdens de radiografiewerkzaamheden zodat zeker gesteld wordt dat de afzetting niet wordt betreden door derden.

Het dosistempo aan de afzetting van de gecontroleerde zone dient gemeten te worden tijdens het belichten van de films om zeker te stellen dat de afzetting op de juiste afstand staat. Aanpassingen aan de afzetting kunnen noodzakelijk zijn.

11.8 Additionele voorzorgsmaatregelen voor radiografie op locatie

Alleen apparatuur die speciaal ontworpen is voor industriële radiografie mag gebruikt worden op locatie. De radiografen dienen kennis te hebben van de apparatuur en getraind te zijn in mogelijke storingen die kunnen optreden.

De keuze voor de gammabron en/of het röntgentoestel hangt af van het object dat onderzocht dient te worden. Operationeel gezien dient de veiligste methode gekozen te worden die geschikt is om de opname te maken.

Het gebruik van radioactieve bronnen met lagere activiteit en/of röntgentoestellen met lagere intensiteit heeft meerdere voordelen zoals:

- een kleinere afzetting die eenvoudiger te bewaken is;
- een lager dosis voor de radiograaf;
- lagere dosis bij calamiteiten;
- lagere dosis bij het dragen en het vervoeren van radioactieve bronnen.

Indien de norm het toelaat is het gebruik van geavanceerde technieken zoals versterkingsfolies of digitale schermen aan te bevelen om de dosis en het dosistempo verder terug te dringen.

Industriële radiografie mag alleen worden toegepast als de bron en alle hulpmiddelen in goede staat zijn. Daartoe dienen de controles zoals omschreven in hoofdstuk 9 uitgevoerd te worden.

Indien er storingen optreden dient de apparatuur buiten gebruik worden gesteld.

11.9 Tijdelijke dosistemp

Het dosistempo aan de afzetting is tijdelijk hoger op het moment van in-en uitdraaien van de bron dan op het moment dat hij in de container of collimator zit. Deze 'in- of uitdraaipeik' is niet van belang bij het bepalen van de locatie van de afzetting maar moet wel meegenomen worden in de bepaling van de dosis van werknemers en leden van de bevolking.

11.10 De opslag van bronnen op wisselende locaties

De opslag van radioactieve bronnen op locatie is alleen toegestaan indien er een vergunning is afgegeven door de bevoegde autoriteit. Een tijdelijke opslag kan ingericht worden, met toestemming van de bevoegde autoriteit. Uitgangspunt is dat het NDO-bedrijf een vergunning heeft voor een mobiele opslag en voldoet aan de eisen die in de vergunning staan.

Een opslag op locatie dient te voldoen aan dezelfde eisen als een permanente opslag.

11.11 Het afronden van de werkzaamheden en het demobiliseren van de bron

Bij het beëindigen van de werkzaamheden dienen de radiografen zeker te stellen dat de bron zich in de container bevindt en niet achter blijft in de uitlooslang of op de locatie.

Voordat de locatie wordt verlaten dient de radiograaf visueel vast te stellen dat de apparatuur niet is beschadigd. De container moet gereed gemaakt worden voor transport door de container af te sluiten en de beschermkappen te plaatsen. Tijdens transport dienen alle hulpmiddelen en de container vast gezet te worden om beschadiging te voorkomen.

11.12 Aanvullende maatregelen röntgenwerkzaamheden

De keuze voor de gebruikte buisspanning bij een röntgentoestel is afhankelijk van het object en de eisen die gesteld zijn aan de opname. De beste opnametechniek dient gekozen te worden waarbij zowel rekening wordt gehouden met de kwaliteit van de opname als met de veiligheid van de radiograaf en de omgeving.

De controles als omschreven in hoofdstuk 9 dienen uitgevoerd te worden voor aanvang van de werkzaamheden.

Indien er afwijkingen worden gevonden dient de apparatuur buiten gebruik te worden gesteld.

11.13 Versnellers

Versnellers genereren hoge stralingsenergieën (kV waarden). Het dosistempo in de primaire bundel kan oplopen tot 50 mGy min^{-1} (3 Gy h^{-1}) voor een draagbare versneller en tot 4 Gy min^{-1} (240 Gy h^{-1}) voor een mobiele versneller. Het dosistempo rond een versneller kan hoger zijn dan bij een conventioneel röntgentoestel. Er dienen in dat geval meer maatregelen getroffen te worden om de veiligheid te waarborgen.

Daarnaast dienen draagbare surveymeters gebruikt te worden die in staat zijn die de gepulseerde straling op correcte wijze weer te geven. Draagbare surveymeters in gebruik bij conventionele röntgenbuizen of gamma bronnen dienen aantoonbaar geschikt te zijn voor de gepulseerde straling van de versneller.

12 Transport van radioactieve bronnen

12.1 Vervoer binnen een werklocatie

Wanneer broncontainers en bronnen verplaatst moeten worden binnen een werklocatie, dienen deze zo lang mogelijk in de opslag te blijven, tot het moment dat zij daadwerkelijk

vervoerd gaan worden. Alle hulpapparatuur moet losgemaakt zijn/worden van de containers, en alle benodigde pluggen en doppen moeten geïnstalleerd worden.

De bronnen mogen alleen vervoerd worden in de broncontainer. Laatstgenoemde dient op slot te zijn gezet en de sleutel moet verwijderd zijn.

Als er een steekwagentje, voertuig of hijsgereedschap wordt gebruikt om de bron te verplaatsen dient de broncontainer hieraan goed vast te worden gemaakt. De apparatuur dient gedurende het gehele vervoer onder persoonlijk toezicht te blijven.

In een interne procedure dient beschreven te staan hoe intern transport plaatsvindt.

12.2 Vervoer naar een andere werklocatie

Wanneer broncontainers en bronnen vervoerd moeten worden naar een andere werklocatie, dienen deze zo lang mogelijk in de opslag te blijven, tot het moment dat zij daadwerkelijk vervoerd gaan worden. Zoals beschreven in 12.1, moet alle hulpapparatuur losgemaakt zijn/worden van de containers, en alle benodigde pluggen en doppen moeten geïnstalleerd worden.

De bronnen dienen alleen te worden vervoerd in een daartoe goedgekeurde broncontainer. Laatstgenoemde dient op slot te zijn gezet en de sleutel moet verwijderd zijn.

Het NDO-bedrijf dient zeker te stellen dat het vervoer en de vervoersverpakkingen (de broncontainers) voldoen aan de regels als opgenomen in het ADR en de VLG.

Indien de bronnen moeten worden vervoerd middels een andere vervoersmodaliteit dan over de weg dient men zich te houden aan de van toepassing zijnde wet- en regelgeving, bijvoorbeeld spoorvervoer (VSG-RID), vervoer over binnenwater (VBG-ADN), vervoer door de lucht (ICAO-TI) of vervoer over zee (IMDG-code).

Het ADR beschrijft taken en verantwoordelijkheden van personen betrokken bij het vervoer van radioactief materiaal. Bij industriële radiografie is het NDO-bedrijf veelal zowel afzender, vervoerder alsook ontvanger. Hij dient zich dus te houden aan alle taken en verantwoordelijkheden die voortvloeien uit deze functies.

Tijdens het transport van radioactieve stoffen dient er onder andere specifiek rekening te worden gehouden met de volgende voorschriften voortvloeiend uit het ADR:

- opleidings- en instructie eisen bestuurder en rijder;
- het gebruik van goedgekeurde verpakkingen van het type A of B(U);
- etikettering en kenmerking van verpakkingen (broncontainers);
- het voeren van oranje schilden en bordjes RADIOACTIEF (bord 7D) aan de buitenzijde van het voertuig conform ADR;
- vervoersdocument en schriftelijke instructies ADR;
- maximale dosistempo's zowel in de cabine als buiten het voertuig;
- voertuiguitrusting (bv. brandbestrijdingsmiddelen).

Naast deze voorschriften zijn er vanuit de Kernenergiewetgeving nog kennisgevingen en /of vergunningen vereist voor invoer, uitvoer en vervoer.

13 Stralingsincidenten en noodsituaties

13.1 Algemeen

Stralingsbronnen die voor industriële radiografie doeleinden gebruikt worden zijn potentieel gevaarlijk vanwege de hoge stralingsniveaus. Een hoge dosis kan tot ontoelaatbare gezondheidsschade leiden.

In het verleden hebben zich incidenten voorgedaan en er zijn voorbeelden dat deze hebben geleid tot een ontoelaatbare stralingsdosis voor werknemers of leden van de bevolking.

In veel gevallen kunnen incidenten met industriële radiografie bronnen worden voorkomen of de gevolgen worden beperkt indien:

- a. radiografen:
 - juist opgeleid worden en geschikt zijn voor de werkzaamheden;
 - de werkprocedures volgen;
 - gebruik maken van stralingsmeters voor, na en tijdens elke blootstelling;
 - periodiek de toestand van de apparatuur en stralingsmeters controleren;
 - correct gebruik maken van de juiste apparatuur bij noodsituaties;
 - na gebruik de broncontainer visueel controleren op beschadiging en aanwezigheid van de beschermkappen.
- b. apparatuur voor industriële radiografie voldoet aan de huidige normen.

Hoewel de preventie van incidenten prioriteit heeft kunnen deze nog steeds voorkomen. Het NDO-bedrijf moet beschikken over noodplannen om in staat te zijn snel en veilig te reageren op een incident en de gevolgen te beperken. Na het verloop van een incident zal het verloop in een rapport vastgelegd moeten worden. Dit rapport moet een oordeel geven over of de procedure gevolgd is, welke lessen er geleerd zijn en welke verbeteracties er eventueel nodig zijn.

13.2 Meldingsplicht stralingsincidenten

Het NDO-bedrijf meldt elk incident waarbij hij ongewild het beheer verliest over één of meerdere bronnen onverwijld bij de bevoegde autoriteit. Tevens wordt er een uitgebreid onderzoek verricht met als doel het zo spoedig mogelijk wederom in bezit krijgen van de verloren of gestolen radioactieve bron.

Deze meldplicht geldt tevens voor een blootstelling die plaatsvindt bij een onvoorziene onbedoelde gebeurtenis, of bij een voorziene onbedoelde gebeurtenis die leidt tot een blootstelling die hoger is dan bij benadering is bepaald in het kader van de risico-inventarisatie en –evaluatie (overmatige blootstelling).

Voorts kunnen er wettelijk nog verdere criteria gesteld worden waarbij een incident gemeld dient te worden.

13.3 Ontwikkeling van noodplannen

Bij industriële radiografie op locaties van een opdrachtgever, moet de opdrachtgever en beheerder van de locatie op de hoogte zijn van zijn rol in het geval van een incident of noodsituatie.

Het NDO-bedrijf moet identificeren wat alle potentiële incidenten zijn. Dit dient als basis voor het opstellen van het noodplan. De stralingsbeschermingsdeskundige moet betrokken worden in de ontwikkeling van het noodplan.

De volgende voorbereidingen worden getroffen om adequaat in te kunnen grijpen bij noodsituaties:

- a. identificatie van potentiële incidenten tijdens industriële radiografie, gevolgd door een evaluatie van de risico's;
- b. ontwikkeling van noodplannen, hoe om te gaan met de geïdentificeerde risico's;
- c. specificatie en aanschaf van de vereiste hulpmiddelen voor noodsituaties;
- d. training in de toepassing van het noodplan en in het gebruik van de hulpmiddelen;
- e. oefeningen om de implementatie van het noodplan te testen en evalueren;
- f. periodieke beoordeling en actualiseren van het noodplan;
- g. rapportage en meldingen van incidenten en noodsituaties.

Indien er gebruik gemaakt wordt van externe specialisten / externe organisaties, niet zijnde hulpdiensten, dan dient dit in het noodplan te worden opgenomen. Het plan moet duidelijke details weergeven over de gemaakte afspraken. Deze externe organisaties en specialisten dienen zich bewust te zijn van hun verantwoordelijkheid en moeten deze ook geaccepteerd hebben. Ook is het van belang dat er voorzieningen zijn getroffen voor een directe en effectieve communicatie tussen de betrokken partijen.

13.4 Mogelijke noodsituaties

Voor het gebruik van gammagrafie apparatuur moet het NDO-bedrijf rekening houden met de volgende mogelijke noodsituaties:

- a. een bron komt vast te zitten in de uitloopslang;
- b. fysieke schade die de afscherpende werking van de container vermindert;
- c. een bron raakt los van de kabel van het uitdraaimechanisme;
- d. een bron wordt uit de uitloopslang gedraaid;
- e. een "crawler" komt vast te zitten in een leiding terwijl de bron zich in de stralende positie bevindt;
- f. het verlies of diefstal van een bron;
- g. het ontstaan van een brand;
- h. de aanwezigheid van onbevoegde personen in de gecontroleerde zone.

Voor het gebruik van röntgentoestellen moet het NDO-bedrijf rekening houden met de volgende mogelijke noodsituaties:

- a. Het röntgentoestel schakelt niet automatisch uit na de ingestelde opname tijd;
- b. Het röntgentoestel wordt onbedoeld ingeschakeld;
- c. Een radiograaf slaagt er niet in een handmatige opname te beëindigen;
- d. Een veiligheidssysteem of waarschuwingssysteem is defect of wordt bewust uitgeschakeld;
- e. Een defect veroorzaakt ongewenste activatie van het röntgentoestel;
- f. Fysieke schade van het röntgentoestel dat effect heeft op de afscherming of het filter;
- g. De aanwezigheid van onbevoegde personen in de gecontroleerde zone.

13.5 Inhoud van het noodplan

Alle geïdentificeerde potentiële noodsituaties moeten in een noodplan aan bod komen. Bij noodsituaties in de industriële radiografie hangt de specifieke reactie af van het soort noodsituatie en de lokale omstandigheden zoals werkzaamheden op een steiger of aan een leiding in een bouwput.

Het noodplan moet onder wisselende omstandigheden toepasbaar zijn en dient instructies te bevatten die voor behandeling van een noodsituatie doorgenomen kunnen worden.

Het doel van het noodplan is om alle blootstellingen zoveel als redelijkerwijs mogelijk te beperken.

Het noodplan dient te bevatten:

- a. Advies wanneer het plan toegepast moet worden;
- b. Vereiste training voor de medewerkers die het noodplan toepassen;
- c. Een beschrijving van de beschikbare hulpmiddelen voor de behandeling van noodsituaties;
- d. Technische gegevens en gegevens die relevant zijn voor stralingsbeschermingsdoeleinden;
- e. Per noodsituatie instructies waarin stap voor stap beschreven wordt wat de werkwijze is, onderverdeeld in de volgende stappen:
 - i. het beheersen van de situatie.
 - ii. het plannen en doornemen van de interventie.
 - iii. uitvoeren van de interventie.
 - iv. vaststellen of de noodsituatie is opgeheven.
 - v. rapporteren van de noodsituatie en een evaluatie van de opgelopen dosis.
 - vi. verwijzing naar medische deskundigen bij een overmatige blootstelling.
- f. Vastleggen wie geautoriseerd en bereikbaar is voor de uitvoering van verschillende stappen van het plan;
- g. Alle personen en organisaties die benaderd moeten worden bij de verschillende stappen in het plan, inclusief de relevante contact gegevens.

13.6 Hulpmiddelen voor noodsituaties

Voor alle geïdentificeerde potentiële noodsituaties dient het NDO-bedrijf zeker te stellen dat geschikte en voldoende hulpmiddelen aanwezig zijn.

De uitrusting dient periodiek te worden gecontroleerd.

Voor noodsituaties met gammagrafie bronnen moet het NDO-bedrijf de volgende apparatuur beschikbaar hebben:

- persoonlijke dosiscontrolemiddelen;
- surveymeters;
- afzetlint en waarschuwingsvlaggen voor het vergroten van de gecontroleerde zone;
- afschermend materiaal (bijvoorbeeld zakken met loodkorrels of loodmatten);
- bergingsgereedschap zoals bijvoorbeeld grijptangen; knijptang; schroevendraaiers; steeksleutels; combinatietang; kabelschaar; ijzerzaag; zaklamp;
- container voor de berging van de bron, indien berging in de eigen container niet meer mogelijk is;
- reservebatterijen;
- registratiemiddelen en calculator;
- handleiding van de apparatuur.

Indien het vermoeden bestaat dat de capsule van de bron beschadigd is, bestaat er gevaar voor besmetting van de omgeving of personen en is voorzichtigheid geboden. Het detecteren en meten van radioactieve besmetting vergt speciale apparatuur en expertise, die bij de meeste uitvoerende organisaties niet voorhanden is. Indien vastgesteld is of het vermoeden bestaat dat de capsule beschadigd is, moet er direct contact worden gezocht met de stralingsbeschermingsdeskundige, die bepaalt welke vervolgstappen er noodzakelijk zijn. Dit zal ook in het noodplan vastgelegd moeten worden.

13.7 Specifieke noodprocedures

13.7.1 Radioactieve bronnen

Deze paragraaf geeft praktische richtlijnen voor de uit te voeren handelingen bij noodsituaties met radioactieve bronnen. Hoewel de te nemen handelingen in de gewenste volgorde staan, zal indien de situatie dit vereist deze volgorde aangepast moeten worden.

Zoals met alle noodsituaties heeft de bescherming van personen de hoogste prioriteit.

De radiograaf moet:

- a. herkennen of er sprake is van een noodsituatie;
- b. rustig blijven en afstand nemen van de stralingsbron. Ook moet hij overige werknemers en derden in de omgeving waarschuwen over de situatie die is ontstaan.
- c. het dosistempo meten en de door de direct uitleesbare dosismeter geregistreerde dosis vastleggen;
- d. indien vereist de afzetting vergroten;
- e. toegang tot de vergrote gecontroleerde zone voorkomen;
- f. de gecontroleerde zone niet onbewaakt achterlaten;
- g. de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming en opdrachtgever informeren.

De toezichthoudend medewerker stralingsbescherming of de daarvoor aangewezen medewerker moet:

- a. de stralingsbeschermingsdeskundige informeren;
- b. buiten de gecontroleerde zone de geplande handelingen oefenen voordat deze worden toegepast;
- c. de geplande handelingen uitvoeren. Daarbij zal in ieder geval voorkomen moeten worden dat de handen of andere lichaamsdelen de bron aanraken;
- d. de gecontroleerde zone verlaten indien de geplande handelingen niet effectief blijken. Vervolgens zullen de geplande handelingen geëvalueerd moeten worden en moet er een nieuw plan bepaald worden.
- e. alleen handelingen plannen waarvoor voldoende kennis en apparatuur aanwezig is. Indien vereist zal technische ondersteuning moeten worden gezocht.
- f. na beëindiging van de noodsituatie de opgelopen dosis evalueren en een rapport opstellen;
- g. zorgdragen voor de evaluatie van de persoonlijk dosiscontrolemiddelen
- h. defecte apparatuur naar de fabrikant of een deskundige sturen ter evaluatie en reparatie;
- i. een incidentenrapport opstellen en de autoriteiten informeren indien vereist.

13.7.2 Röntgenbuizen

Na afwijkende situaties bij het gebruik van röntgenbuizen moeten de volgende stappen gevolgd worden.

De radiograaf moet:

- a. herkennen dat er sprake is van een afwijkende situatie;
- b. het apparaat uitschakelen;
- c. middels meting vaststellen of de buis inderdaad is uitgeschakeld;
- d. details zoals buisspanning, stroomsterkte en tijd vastleggen voordat de apparatuur wordt verplaatst;
- e. de stralingsbeschermingsmedewerker informeren;
- f. de apparatuur niet meer gebruiken totdat deze is onderzocht en gerepareerd door deskundig personeel.

De toezichthoudend medewerker stralingsbescherming of de daarvoor aangewezen medewerker moet:

- a. de stralingsbeschermingsdeskundige informeren;
- b. de mogelijke opgelopen dosis vaststellen en een rapport opstellen;
- c. zorgdragen voor de evaluatie de persoonlijke dosiscontrolemiddelen;
- d. een incidenten rapport opstellen en de autoriteit informeren indien vereist.

13.8 Training voor de berging van radioactieve bronnen

Medewerkers die betrokken zijn bij de uitvoering van de noodplannen moeten hiervoor getraind worden. Deze training bestaat uit de te volgen procedure en het gebruik van de hulpmiddelen.

Medewerkers mogen die handelingen verrichten waartoe zij bevoegd en getraind zijn. Zij dienen te beschikken over de juiste hulpmiddelen.

De training moet periodiek geëvalueerd en herhaald worden.

De noodplannen worden regelmatig geoefend. Geleerde lessen worden gebruikt ter verbetering van de noodplannen.

13.9 Periodieke beoordeling van het noodplan

Het noodplan moet minimaal 1 keer per jaar en na elke noodsituatie beoordeeld worden.

13.10 Rapportage

Ter verbetering van de noodprocedures is het van belang om incidenten achteraf te evalueren. Om deze reden moet van elk incident een gedetailleerd rapport worden gemaakt. Geleerde lessen worden gebruikt ter verbetering van de noodplannen en ter preventie. Incidentrapportages worden opgesteld door of onder verantwoordelijkheid van de stralingsbeschermingsdeskundige.

Het rapport moet afhankelijk van de aard en omvang van het incident verzonden worden naar verschillende partijen zoals de bestuurder, de autoriteiten en de betrokken medewerkers.

Indien het incident is veroorzaakt door een defect van de apparatuur moet ook de fabrikant geïnformeerd worden.

Een incidentenrapport moet de volgende informatie bevatten:

- a. Een omschrijving van het incident, met zoveel details als mogelijk. Zo moeten ook de gebruikte apparatuur met identificatienummers worden beschreven.
- b. Omgevingsomstandigheden tijdens het incident, met een vermelding of deze omstandigheden een belangrijke rol hebben gespeeld in de oorzaak of gevolgen van het incident.
- c. De oorzaak van het incident.
- d. Details van de uitgevoerde handelingen om de situatie te beheersen, met daarbij een vermelding wat het effect van de handeling is geweest.
- e. De training en ervaring van de betrokken medewerkers.
- f. Een evaluatie en samenvatting van de ontvangen dosis van alle betrokken medewerkers.
- g. Aanbevelingen om vergelijkbare incidenten te voorkomen en de gevolgen van toekomstige incidenten te beperken.

Appendix – Tabel Functies versus opleidingsniveau

Functies in de praktijk stralingsbescherming	Benaming Praktijkrichtlijn Stralingsbescherming NDO	Benaming volgens wet- en regelgeving	Benaming SSG11	Vereist opleidingsniveau
De deskundige: - Opstellen risico analyse - Goedkeuring van het stralingsbeschermingsprogramma	Stralingsbeschermingsdeskundige	Stralingsbeschermingsdeskundige	Qualified Expert	Voor bedrijven met een complexvergunning: Geregistreerd Algemeen Coördinerend Deskundige. Voor andere bedrijven: Coördinerend Deskundige
Coördinator binnen de instelling: - Coördinatie van het toezicht op de uitvoering - Contact met de stralingsdeskundige, overheid, directie en medewerkers - Vaststellen stralingsbeschermingsprogramma	Toeziethoudend Medewerker Stralingsbescherming	Toeziethoudend Medewerker Stralingsbescherming	Radiation Protection Officer	Voor bedrijven met een complexvergunning: Geregistreerd Coördinerend Deskundige. Voor andere bedrijven: Toeziethoudend Medewerker Stralingsbescherming industriële radiografie
Leidinggevende: - verantwoordelijk voor het functioneren van de uitvoerende medewerkers - het aansturen van de uitvoerende medewerkers	-	-	-	-
Uitvoerende medewerkers: - uitvoering van de werkzaamheden volgens het stralingsbeschermings-programma - lokale aansturing van radiografie medewerkers	Radiograaf	Toeziethoudend Medewerker Stralingsbescherming	Radiographer	Toeziethoudend Medewerker Stralingsbescherming industriële radiografie
Assistent : - 2e man tijdens uitvoering van radiografie	Assistent radiograaf	-	Assistant	Instructie Stralingsbescherming

Appendix – Begrippenlijst

In deze appendix zijn de in de Praktijkrichtlijn Stralingsbescherming Niet-Destructief Onderzoek gebruikte begrippen in tabelvorm opgenomen.

Achter het begrip is de eventueel voor dit begrip in dit document gehanteerde afkorting, met daarna de in dit document bedoelde betekenis. Deze begrippenlijst bevat alleen begrippen die relevant zijn voor de toepassing van dit document en waarvan geen definitie in de wet is vastgelegd of waarvan de gehanteerde definitie hiervan afwijkt.

Begrip	Afkorting	Begripsomschrijving
Apparaten of apparatuur		Toestellen, ingekapselde bronnen alsmede bijbehorende apparaten zoals gammacamera's.
Assistent radiograaf / Assistent		Een medewerker die assisteert bij de uitvoering van industriële radiografie.
Besluit	BBS	Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming.
Beveiliging		Het geheel van maatregelen om een te beveiligen doel te beschermen tegen schadelijke invloeden. Die invloeden kunnen van buitenaf komen, zoals terrorisme en georganiseerde criminaliteit, maar ook van binnenuit, bijvoorbeeld fraude en verduistering.
Broncontainer		Omhulling met vaste afscherming waarin de bronhouder kan worden verplaatst en opgeslagen. Aan de broncontainer worden tijdens het gebruik hulpgereedschappen (uitloopslang en uitdraaimechanisme) gemonteerd. De broncontainer bevat mechanische beveiligingen waarmee ongewenste verplaatsing van de bronhouder wordt voorkomen. De broncontainer fungeert tegelijkertijd als transportverpakking. (In deze richtlijn wordt het begrip anders dan in het besluit gedefinieerd.)
Bronhouder		Behuizing van een capsule met ingekapselde bron. De bronhouder is het onderdeel dat wordt aangesloten op het uitdraaimechanisme en dat door de uitloopslang kan bewegen. (In deze richtlijn wordt het begrip anders dan in het besluit gedefinieerd.)
Stralingsbunker		Een ruimte met vaste afscherming waarbinnen industriële radiografie kan worden uitgevoerd. De eisen die aan de ruimte worden gesteld, staan beschreven in deze richtlijn.
Derden		Partijen of personen die niet direct betrokken zijn bij de stralingswerkzaamheden, waaronder omstanders of opdrachtgevers.
Dosis		Maat voor de blootstelling aan ioniserende straling.
Dosistempo		Maat voor de blootstelling aan ioniserende straling per tijdseenheid.
Effectieve dosis		Maat voor de blootstelling van het gehele lichaam aan ioniserende straling
Gammabronnen		Radioactieve bronnen die gammafotonen uitzenden. In de industriële radiografie worden onder andere de nucliden iridium-192 (Ir-192) en selenium-75 (Se-75) ingezet.
Gammagrafie		Een NDO-techniek waarbij radioactieve stoffen worden ingezet om het object door te lichten. Het beeld kan op diverse manieren worden vastgelegd en/of beoordeeld.
IAEA	IAEA	Internationaal atoomenergie agentschap. (Engels: International Atomic Energy Agency).
Incident		Ongewenste gebeurtenis
Industriële Radiografie		Het door middel van ioniserende straling vanuit een toestel of apparaat via een stralingsdetector produceren

Begrip	Afkorting	Begripsomschrijving
		van een visueel waarneembaar beeld door het geproduceerde signaal om te zetten naar een videosignaal, dat wordt weergegeven door een monitor dan wel een methode waarbij de projectie van het te onderzoeken object wordt vastgelegd op filmmateriaal.
KINT		Nederlandse Vereniging voor Kwaliteitstoezicht, Inspectie en Niet-destructieve Technieken.
Management		Leidinggevende medewerkers met verantwoordelijkheid voor de uitvoering van het veiligheidsbeleid, waaronder het naleven van stralingsveiligheidsvoorschriften.
Managementsysteem		Een samenstel van op elkaar afgestemde maatregelen, die elk een functie hebben in het bereiken van de doelstellingen van een organisatie. Een managementsysteem kan bestaan uit software, procedures en formulieren.
Medisch toezicht		Het monitoren van de gezondheid door middel van gezondheidskundige onderzoeken.
Niet-Destructief Onderzoek	NDO	Een verzameling van technieken die worden toegepast om materialen te onderzoeken, waarbij het onderzochte object intact blijft.
Noodplan		Een plan waarin de maatregelen in geval van noodsituaties staan omschreven.
Noodsituatie		Een ongewenste situatie waarbij handelingen zijn vereist om tot een veilige/gewenste situatie te komen.
Opdrachtgever		Degene die de opdracht verstrekt aan het uitvoerende bedrijf om industriële radiografie toe te passen.
Radiograaf		Een medewerker die industriële radiografie uitvoert. In het besluit aangeduid als Toezichthoudend medewerker stralingsbescherming. Dit is een medewerker die technisch bekwaam is op het gebied van stralingsbescherming voor een bepaalde soort handelingen om toezicht te houden op de toepassing van de maatregelen voor stralingsbescherming of om deze maatregelen ten uitvoer te leggen.
Radiologisch werker		Dit zijn de blootgestelde werknemers ingedeeld als A- of B-werknemer.
Röntgentoestellen		Toestellen die röntgenstraling uitzenden. Het toestel is elektrisch gevoed.
SSG-11		De Internationale richtlijn 'Radiation safety in industrial radiography : specific safety guide' gepubliceerd door de IAEA (versie 2011).
Stralingsbescherming		Het beschermen van mensen, dieren, planten en goederen tegen de nadelige gevolgen van ioniserende straling.
Stralingsmeetapparatuur		Apparatuur waarmee de grootheden dosis en dosistempo kunnen worden gemeten en/of geregistreerd.
Stralingsveiligheid		Veiligheid met betrekking tot de risico's van ioniserende straling.
Surveymeter		Meetinstrument voor het meten van het dosistempo zoals beschreven in dit document.
Terreingrens		De grens van het terrein, volgens de vergunning van het NDO-bedrijf. Het betreft een duidelijke begrenzing van de plaats waarbinnen de handelingen verricht zullen worden. Op deze wijze kan een onderscheid worden gemaakt tussen de plaats waarbinnen de handelingen verricht gaan worden en het milieu. Vinden de handelingen plaats binnen één locatie, dan wordt in beginsel als begrenzing van deze activiteiten de terreingrens van de locatie aangehouden. In de praktijk zal de begrenzing van de inrichting volgens de

Begrip	Afkorting	Begripsomschrijving
		omgevingsvergunning of milieuvergunning als uitgangspunt dienen. Dit laatste is ook het geval indien de handelingen niet op een 'wisselende plaats' worden uitgevoerd.
Thermo Luminescentie Dosimeter	TLD	Persoonlijk dosiscontrolemiddel.
Uitdraaimechanisme		Hulpgereedschap dat wordt aan gesloten op de broncontainer. Met het uitdraaimechanisme kan een bronhouder op afstand worden gepositioneerd.
Uitloopslang		Hulpgereedschap dat wordt aan gesloten op de broncontainer. De bronhouder kan door uitloopslang bewegen.
Uitvoerende organisatie		De onderneming onder wiens directe verantwoordelijkheid de handeling industriële radiografie wordt uitgevoerd. Het betreft de onderneming die daartoe over een vergunning beschikt.
Waarschuwingssignalering		Signalering die waarschuwing voor het gevaar weergeeft. De inhoud, vorm en kleuren zijn bepaald in de regelgeving.
Werkvoorschriften		Voorschriften waarin de maatregelen staan omschreven die worden genomen tijdens normale bedrijfsvoering en bij gebeurtenissen.
Wet	KEW	Kernenergiewet en onderliggende besluiten, regelingen en verordeningen.
Wisselende locatie		Locatie waar de werkzaamheden worden uitgevoerd, niet zijnde een vaste locatie. De bedrijfsvestigingen van het NDO-bedrijf worden gezien als vaste locatie. Uit de vergunning blijkt welke locaties als vaste locatie zijn aangeduid.

