

# Samenvatting

## Dossier Ioniserende straling

### Wat is ioniserende straling?

Ioniserende straling is straling die in staat is ionisaties in materiaal te veroorzaken. Bij ionisatie wordt een elektron uit een atoom verwijderd. Als gevolg van ionisaties kunnen chemische bindingen worden verbroken. Dit kan schade toebrengen aan materialen. Als dit het erfelijk materiaal, het DNA, in de lichaamscellen betreft kan dit leiden tot gezondheidsschade.

Voor een ionisatie is een zekere minimum hoeveelheid energie nodig. Ioniserende straling kan bestaan uit deeltjes met een voldoende hoge bewegingsenergie om ionisaties te kunnen veroorzaken. Maar ook elektromagnetische straling met een voldoende hoge energie (dat wil zeggen straling met een zeer hoge frequentie) is hiertoe in staat.

### Bronnen van ioniserende straling

Ioniserende straling wordt uitgezonden door radioactieve stoffen ("radioactieve straling"), röntgentoestellen ("röntgenstraling") en het melkwegstelsel ("kosmische straling"). De mensheid wordt voortdurend aan ioniserende straling blootgesteld afkomstig van de kosmos en van natuurlijk voorkomende radioactieve stoffen. Dit wordt de achtergrondstraling genoemd.

### Blootgestelde werknemers

Naast de achtergrondstraling, waaraan iedereen is blootgesteld, zijn er werknemers die met een verhoogd stralingsniveau te maken hebben. Zo ondervindt vliegend personeel tijdens de vlucht een verhoogde blootstelling aan kosmische straling. Andere beroepsgroepen zijn werknemers in de gezondheidszorg (röntgenafdeling, nucleaire geneeskunde, radiotherapie), bij niet-destructief onderzoek (gammagrafie) en in de nucleaire sector (reactoren, cyclotrons, radionuclidenlaboratoria). Het aantal werknemers dat in Nederland aan ioniserende straling wordt blootgesteld bedraagt thans circa 47.000, waarvan werknemers in de gezondheidszorg en de luchtvaart het leeuwendeel vormen.

### Risico's

Als er in een lichaamscel ionisaties zijn opgewekt dan kunnen er hierdoor sterk reactieve moleculen ontstaan (radicalen) die op hun beurt schade kunnen berokkenen aan het DNA van de cel. Is deze schade in een groot aantal cellen toegebracht dan gaat het betrokken orgaan minder goed functioneren. Zo zal het beenmerg na bestraling minder bloedlichaampjes produceren, wat kan leiden tot een verhoogde vatbaarheid voor infecties, bloedarmoede en/of bloedingen. Als alleen enkele cellen worden getroffen dan wordt ófwel de schade geheel gerepareerd ófwel de cel gaat te gronde. Alleen in een zeldzaam geval kan zo'n cel na vele jaren uitgroeien tot een kankergezwell. Kanker is dan ook het grootste risico dat een blootgestelde werknemer loopt. Omdat kanker met één enkele cel begint wordt verondersteld dat ook een laag stralingsniveau een zeker risico met zich mee brengt.

### Basisprincipes van de stralingsbescherming

De grondbeginselen van de stralingsbescherming zijn

- rechtvaardiging,
- optimalisatie en
- dosislimieten.

### Rechtvaardiging

Rechtvaardiging houdt in dat een toepassing meer nut dan schade oplevert. Is er geen (maatschappelijk) nut dan is de toepassing niet gerechtvaardigd, ongeacht het stralingsniveau. Voorbeelden zijn radioactieve bliksemafleiders (werken niet beter dan gewone) en het gebruik van röntgentoestellen als kermisattractie. Er is door de wetgever een lijst opgesteld van niet-gerechtigde toepassingen. Natuurlijk is er ook een lijst van wel gerechtvaardigde toepassingen.

### Optimalisatie/ALARA

Optimalisatie betekent dat de (gerechtvaardigde) toepassing zodanig geschiedt dat de blootstelling van mensen zo laag is als redelijkerwijs mogelijk is. In het Engels staat dit beginsel bekend als het ALARA-principe (As Low As Reasonably Achievable). In dit verband betekent 'redelijkerwijs' dat rekening mag gehouden worden met de kosten van beschermingsmaatregelen en met mogelijk sociale gevolgen, zoals onregelmatige werktijden.

## **Limieten**

Er zijn door de wetgever dosislimieten vastgesteld, zowel voor werknemers als voor de algemene bevolking. Deze limieten mogen in geen geval worden overschreden, maar de blootstelling moet door toepassing van optimalisatie altijd zo laag mogelijk gehouden worden.

## **Risico-inventarisatie en -evaluatie**

De maat voor het risico is de te verwachten stralingsdosis van de werknemer. Het gebruik van een toestel of radioactieve stof dient plaats te vinden onder de verantwoordelijkheid van een stralingsdeskundige. Het is de taak van de stralingsdeskundige om een schatting van de werknemersdosis te maken en te beoordelen of deze zo laag is als redelijkerwijs mogelijk is. Daarna geeft de stralingsdeskundige toestemming voor het gebruik van de betrokken bron. Tijdens het werk beoordeelt de deskundige regelmatig of de stralingsdosis nog steeds zo laag is als redelijkerwijs mogelijk. Is dit niet (meer) het geval dan dienen maatregelen genomen te worden om de dosis te reduceren. De blootstelling, en dus het resultaat van deze maatregelen, kan worden beoordeeld aan de hand van de uitslagen van persoons- of ruimtedosimeters.

## **Wetgeving**

De bescherming van werknemers tegen de risico's van blootstelling aan ioniserende straling is wettelijk geregeld in de Kernenergiewet. Gedetailleerde voorschriften zijn vastgelegd in het Besluit stralingsbescherming. De grondbeginselen van de stralingsbescherming (rechtvaardiging, optimalisatie en limieten) zijn in dit besluit expliciet opgenomen. Het algemene principe van de Kernenergiewet is het verbod op omgang met radioactieve stoffen en (röntgen)toestellen zonder voorafgaande melding of vergunning. Aan een vergunning zijn voorschriften verbonden, zoals de beschikbaarheid van voldoende deskundigheid.

## **Rechten en verplichtingen voor werkgever en werknemer**

De werkgever (in het Besluit stralingsbescherming de ondernemer genoemd) heeft een groot aantal verplichtingen, waaronder het ter beschikking stellen van persoonlijke dosimeters. Evenzeer heeft de werknemer de verplichting deze dosimeters volgens voorschrift te dragen. De werkgever behoort ofwel zelf voldoende opgeleid te zijn (bv. tandartsen) of een werknemer in dienst te hebben die een passende opleiding tot stralingsdeskundige heeft gevolgd. Onder de verplichtingen van werkgever en werknemer behoort het juiste gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, zoals handschoenen of loodschorten. Werkneemsters die zwanger zijn behoren dit feit tijdig te melden aan hun werkgever, die daarop passende maatregelen moet nemen.

Naast de specifieke verplichtingen zijn er algemene voorschriften voor werkgevers en werknemers, die voortvloeien uit de Arbowet, zoals over voorlichting en instructie. Verder heeft het medezeggenschapsorgaan de bevoegdheid om interne instructies vooraf goed te keuren.

## **Bescherming tegen ioniserende straling: Bronmaatregelen**

Een eenvoudig middel om bij de omgang met radioactieve stoffen de stralingsdosis te reduceren is de beperking van de hoeveelheid van deze stoffen waarmee tegelijkertijd gewerkt mag worden. Hierbij behoort niet alleen rekening te worden gehouden met directe blootstelling aan de uitgezonden straling, maar ook met het risico dat een radioactieve stof wordt verspreid en ingeademd. Steeds geldt dat alleen de minimale activiteit die nodig is om het gestelde doel te bereiken moet worden toegepast. Voor röntgentoestellen zijn hoogspanning, buisstroom en filtering de parameters die de dosis voor de patiënt bepalen. Het is zaak om een zodanige combinatie van de genoemde parameters te kiezen dat er een bruikbare afbeelding ontstaat tegenover een dosis die zo laag is als redelijkerwijs mogelijk is.

## **Bescherming tegen ioniserende straling: Technische maatregelen**

Naast de maatregelen aan de bron volgt de bescherming van werknemers tegen de risico's van ioniserende straling drie hoofdlijnen: beperking van de blootstellingduur, het houden van voldoende afstand en het gebruiken van afscherming. Zijn er open radioactieve stoffen in het geding dan komen hier nog bij: insluiting, ventilatie en ademhalingsbescherming. Bovendien zijn er bij de omgang met open radioactieve stoffen maatregelen die tot doel hebben de verspreiding van deze stoffen te voorkomen, zoals het dragen van handschoenen en bedrijfskleding en het gebruik van overstapbanken.

## **Bescherming tegen ioniserende straling: Organisatorische maatregelen**

Een beproefde (en wettelijk voorgeschreven) organisatorische maatregel is de indeling van werkplekken naar gelang het stralingsrisico ter plaatse. "Gecontroleerde gebieden" zijn hierbij ruimtes

waar een werknemer een (relatief) hoge dosis kan ontvangen of waarvandaan verspreiding van radioactieve stoffen naar de omgeving plaats kan vinden. Hiervoor geldt een stringent toegangsregime. Voor "bewaakte gebieden" is de toegang minder streng, maar daar zijn de risico's ook geringer. Analooq met de werkplekindeling is de indeling van werknemers in categorie A en B. Werknemers in categorie A mogen een relatief hoge dosis ontvangen, terwijl de jaardosis voor B-werknemers beperkt blijft. Voor de eerste categorie is een intredekeuring en een jaarlijkse medische keuring verplicht.

### **Bescherming tegen ioniserende straling: Persoonlijke beschermingsmiddelen**

In de meeste gevallen is de bescherming van werknemers door afscherming en afstand houden voldoende. In geval de werknemer in direct contact kan komen met radioactieve stoffen zijn labjassen en handschoenen verplicht. Moet de werknemer noodzakelijkerwijs nabij een röntgentoestel werken dan is het loodschoort, eventueel aangevuld met een schildklierkraag, het aangewezen beschermingsmiddel. Alleen in uitzonderlijke gevallen is ademhalingsbescherming noodzakelijk.

### **Wie gaan slim om met ioniserende straling?**

Is er een voldoende doorbloeding van de longen? Is een tumor uitgezaaid? Werkt de schildklier wel naar behoren? Om dit soort vragen te beantwoorden worden patiënten op een afdeling nucleaire geneeskunde ingespoten met een radioactieve stof. Met behulp van een apparaat kan nagegaan worden waar de stof zich ophoopt. Deze werkwijze geeft een antwoord op de gestelde vraag. De werknemers van de afdeling nucleaire geneeskunde moeten worden beschermd tegen de gevaren van de uitgezonden radioactieve straling. Een van de maatregelen is het afschermen van de bron waaruit de radioactieve stof wordt afgetapt. Maar de ook de injectiespuit is voorzien van een loden afscherming om dosis voor de werknemer te verminderen. Is de stof eenmaal ingespoten in de patiënt dan is het zaak voor de werknemer om voldoende afstand te bewaren. Daarom is er een aparte ruimte waarin het inspuiten plaats vindt. Deze ruimte is goed geventileerd, zodat eventueel vrijgekomen radioactiviteit snel verdwijnt uit de lucht. De werknemer draagt verder een persoonsdosismeter, om de ontvangen stralingsdosis te registreren. Zijn er onregelmatigheden dan geeft de dosismeter aan hoe ernstig het is geweest. Maar ook een sluipende verhoging van de dosis kan zo opgespoord worden. Dit geheel van maatregelen maakt dat de stralingsdosis voor de werknemer zo laag blijft als redelijkerwijs mogelijk.