

## Risicoanalyse stralingstoepassingen

### Stappenplan risicoanalyse stralingstoepassingen.

#### Stap 1. Risico identificatie:

- a. Welke handeling met straling wordt uitgevoerd?
- b. Wat zijn de deelhandelingen?
- c. Wat zijn de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?
- d. Wat zijn de eigenschappen van de bron of toestel waarmee de handeling wordt uitgevoerd?
- e. Hoe vaak wordt de handeling uitgevoerd?
- f. Welke personen kunnen blootgesteld worden?
- g. Waar vindt de handeling plaats?
- h. Wat zijn de getroffen maatregelen?

#### Stap 2. Risicoberekening

- a. Hoe kunnen de werknemers worden blootgesteld aan ioniserende straling?
- b. Wat is de dosis door blootstelling in reguliere omstandigheden?
- c. Wat is de dosis door blootstelling bij en de kans op voorziene onbedoelde gebeurtenissen?
- d. Blijft voor alle blootgestelde personen de totale jaardosis beneden de referentiedosis (100 microSv)?  
Ja – ga naar stap 3c  
Nee – ga naar stap 2e **Verkorte risicoanalyse**
- e. *Wat zijn de risico's van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?*

#### Stap 3 Risico-evaluatie Risicoanalyse gericht op de werknemer

*(Uit te voeren voor alle relevante werknemers)*

- a. *Wat is de jaardosis van specifieke werknemers?*
- b. *Wat is op basis van de jaardosis voor specifieke werknemers de juiste indeling van blootgestelde werknemers en zones?*
- c. *Is voldaan aan ALARA?*
- d. *Blijven alle berekende persoonsdosiswaarden beneden de dosislimieten?*
- e. *Conclusie*  
*Zijn vragen 3c en 3d met ja beantwoord?*  
Ja – Risicoanalyse afgerond  
Nee – Opstellen en implementeren verbeterplan

## **Stap 1. Risico-identificatie**

### **a. Welke handeling met straling wordt uitgevoerd?**

In de risicoanalyse worden alle handelingen in kaart gebracht waarbij de werknemers kunnen worden blootgesteld aan ioniserende straling. Om de risico's van deze handelingen te bepalen wordt eerst per handeling een scenario opgesteld. Bij het inventariseren van de handelingen moet ook worden gedacht aan handelingen die buiten de dagelijkse praktijk vallen, zoals schoonmaak en installatie.

Bij het opstellen van de risicoanalyse zal de nadruk liggen op de handelingen in normale omstandigheden en de voorziene onbedoelde gebeurtenissen die daarbij voor kunnen komen. Het is belangrijk te onderkennen dat ook handelingen die niet zich in de gebruikelijke routine bevinden in de risicoanalyse moeten worden meegenomen.

Voorbeelden van deze bijzondere handelingen zijn:

- installatie;
- controle en afregeling;
- onderhoud en reparatie;
- schoonmaak van apparatuur of werkplekken;
- opslag en intern transport;
- ontmanteling.

Deze bijzondere handelingen kunnen ook uitgevoerd worden door gespecialiseerde bedrijven. Deze handelingen vinden dan plaats onder verantwoordelijkheid van het gespecialiseerde bedrijf, die daarvoor een eigen vergunning moet hebben. Verder dient het gespecialiseerde bedrijf daarvoor zelf een risicoanalyse te maken van de door zijn werknemers te verrichten specialistische handelingen.

### **b. Welke deelhandelingen kunnen worden onderscheiden?**

Een handeling is soms een complexe opeenvolging van deelhandelingen. Voor een geslaagde risicoanalyse is het nodig deze deelhandelingen te onderscheiden.

### **c. Wat zijn de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?**

Werknemers kunnen in normale bedrijfsomstandigheden blootgesteld worden aan ioniserende straling. Daarnaast kunnen zich door verschillende oorzaken onbedoelde gebeurtenissen voordoen - denk aan het op de grond vallen en breken van een reageerbuis: onbedoeld, maar men kan voorzien dat het bij, bijvoorbeeld, één op de honderd handelingen gebeurt.

Onbedoelde gebeurtenissen die voorzien kunnen worden, moeten worden meegenomen in de risicoanalyse. Onvoorziene onbedoelde gebeurtenissen vallen buiten het bestek van de risicoanalyse. Dit zijn meldingsplichtige stralingsincidenten.

In ICRP 76 [6] worden vier belangrijke oorzaken van onbedoelde gebeurtenissen geïdentificeerd:

- een menselijke fout;
- systeemfalen - inclusief het systeem als 'procedure' of organisatie;
- materiaalfalen - breken, springen, exploderen;
- een externe gebeurtenis - bijvoorbeeld sabotage door de werknemer.

Dergelijke gebeurtenissen kunnen vaak in de vorm van een scenario worden beschreven. Een scenario moet wel reëel zijn. Een scenario dat vergezocht is, of waarvan de kans van voorkomen zeer klein is, wordt niet meegenomen in de risicoanalyse.

Buiten het bestek van de risicoanalyse vallen de stralingsincidenten. Een stralingsincident is een onvoorziene onbedoelde gebeurtenis. Met onvoorzien wordt hier bedoeld: niet vooraf in de risicoanalyse in kaart gebracht. Dit kan betekenen dat de gebeurtenis niet is voorzien of dat de dosis ten gevolge van de gebeurtenis hoger is dan voorzien in de risicoanalyse. In beide gevallen moet het stralingsincident worden gemeld aan de Arbeidsinspectie.

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

Bijvoorbeeld: met welk type bron of toestel wordt de handeling uitgevoerd, wat is de activiteit of de maximale buisspanning en de soort straling die wordt uitgezonden?

### **e. Hoe vaak wordt de handeling uitgevoerd?**

Als bij een handeling een dosis opgelopen kan worden moet worden bepaald hoe vaak deze handeling in een jaar wordt verricht om de jaardosis ten gevolge van deze handeling te kunnen bepalen.

#### f. Welke personen kunnen bij de handeling blootgesteld worden?

Belangrijk is om te onderkennen dat niet alleen de werknemers die direct betrokken zijn bij de handeling blootgesteld kunnen worden maar ook andere werknemers die zich in de buurt van de handeling bevinden - de niet-direct betrokken werknemers.

#### g. Waar vindt de handeling plaats?

Afhankelijk van de jaardosis die werknemers in een ruimte op kunnen lopen, zijn sommige ruimtes ingericht als bewaakte of gecontroleerde zone.

#### Indeling zones

De tekst in artikel 83 uit het Besluit Stralingsbescherming geeft aan hoe de doses die door werknemers kunnen worden ontvangen leiden tot classificatie in zones. De persoonlijke beschermingsmiddelen worden niet meegenomen bij het berekenen van de dosis voor de zone-indeling.

#### Classificatie zones.

Zone	Gecontroleerde zone	Bewaakte zone
Effectieve dosis	> 6 mSv	1 tot 6 mSv
Equivalentente dosis - ooglens	> 50 mSv	15 tot 50 mSv
Equivalentente dosis - huid (per cm <sup>2</sup> )	> 150 mSv	50 tot 150 mSv
Equivalentente dosis - handen, onderarmen, voeten, enkels	> 150 mSv	

Tabel 1

#### h. Wat zijn de getroffen maatregelen?

Bij handeling met ioniserende straling kunnen maatregelen getroffen zijn om de blootstelling te beperken. Bij de risico-evaluatie wordt gekeken of met het genomen maatregelpakket wel in voldoende mate invulling is gegeven aan het principe van ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Hieronder Voorbeelden van maatregelen volgens de basisstrategie voor risicobeheersing.

Strategie	Maatregelen
Bestrijding aan de bron	<ul style="list-style-type: none"><li>• kiezen van een alternatief zonder ioniserende straling</li><li>• beperking van de hoeveelheid radioactieve stof</li><li>• beperking van de blootstellingstijd bij een radioactieve stof</li><li>• vergroten van de afstand tot een radioactieve stof</li><li>• gebruik van nucliden met korte halveringstijd</li><li>• beperking van de bestralingstijd van een toestel</li><li>• beperking van de blootstellingstijd bij een radioactieve stof</li><li>• vergroten van de afstand tot de patiënt bij een toestel</li><li>• beperking van de bundelstroom van een toestel</li></ul>
Afscherming van de bron	<ul style="list-style-type: none"><li>• beperking van de nuttige stralingsbundel met een collimator</li><li>• afschermen experiment met een loodkasteel</li><li>• toepassen van een (Ioden) bronhouder</li><li>• omkasting van een toestel, bijvoorbeeld een röntgenspectrometer</li><li>• gebruik van klasse III veiligheidskabinet</li></ul>
Aanpassing van de omgeving	<ul style="list-style-type: none"><li>• toepassen van werkplekventilatie</li><li>• gebruik van zuurkasten</li></ul>
Afscherming van de mens	<ul style="list-style-type: none"><li>• zonering van werkplekken</li><li>• ruimtelijk scheiden werkplaats en werkplekken</li><li>• toepassen van loodschotten</li><li>• verzwarend van muren met beton of lood</li><li>• vergroting afstand door afstandsbediening of automatisering</li></ul>

<b>Strategie</b>	<b>Maatregelen</b>
Persoonlijke bescherming	<ul style="list-style-type: none"><li>• toepassen van (lood)handschoenen, loodschorten, loodbrillen</li><li>• toepassen van adembescherming</li></ul>

Tabel 2

## **Stap 2. Risicoberekening**

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

Ofwel: wat zijn de mogelijke blootstellingspaden? Voorbeelden zijn ingestie, inhalatie en externe straling.

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

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

Om de dosis door blootstelling aan ioniserende straling in normale omstandigheden en bij voorziene onbedoelde gebeurtenissen te berekenen zijn rekenregels beschikbaar voor toestellen, open en ingekapselde bronnen. Bij de dosisberekeningen worden de totale effectieve dosis en/of equivalente dosis beschouwd. Indeling van werknemers en zones en toetsing aan dosislimieten gebeurt voor effectieve dosis en equivalente dosis afzonderlijk.

Om het risico van voorziene onbedoelde gebeurtenissen te kunnen kwantificeren is een schatting nodig van de kans of frequentie dat een gebeurtenis zich voordoet.

### **d. Blijft voor alle blootgestelde personen de totale jaardosis beneden de referentiedosis (100 microSv)?**

In veel situaties is een volledig opgezette risicoanalyse niet nodig, als duidelijk is dat de jaardosis waar de medewerkers aan kunnen worden blootgesteld onder een referentiedosis blijft. Meestal gaat het om situaties waar slechts enkele mensen worden blootgesteld. In dat geval kan veel van het vervolg worden overgeslagen. De risicoanalyse wordt voortgezet bij Stap 3c. Als bovenstaande voorwaarde niet geldt, wordt wel een volledige risicoanalyse uitgevoerd.

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

De risico's - kans maal effect - van voorziene onbedoelde gebeurtenissen kunnen gekwantificeerd worden in risicogetallen. Er zijn verschillende methoden beschikbaar om dit aan te pakken. In bijlage 1 wordt met de Fine-Kinney methode een voorbeeld van een dergelijke methode gepresenteerd die als handvat kan worden gebruikt voor het kwantificeren van de risico's.

## **Verkorte risicoanalyse**

In veel gevallen werken slechts één of enkele personen met ioniserende straling en wordt er slechts één type handeling verricht. Als aangetoond kan worden dat de jaardosis voor individuele werknemers onder een bepaalde referentiewaarde blijft, kan worden volstaan met de dosisberekening en een verslag over de invulling van ALARA. Deze jaardosis is de som van de doses door reguliere en potentiële blootstelling.

De referentiewaarde voor de effectieve dosis bedraagt 100 microSv in een jaar, ofwel 10% van de ondergrens voor B-werknemers. Bij de equivalente dosis wordt een vergelijkbare grens gehanteerd: voor de ooglen 1,5 mSv en voor de huid (per cm<sup>2</sup>) en extremiteiten 5 mSv.

### **Stap 3. Risico-evaluatie**

#### **a. Wat is de jaardosis voor individuele werknemers?**

In de risicoberekening zijn de doses berekend voor generieke werknemers die een handeling verrichten. Ten bate van de indeling van werknemers en zones moeten de jaardoses voor individuele werknemers worden vastgesteld.

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

In artikelen 76 tot en met 79 in het Besluit Stralingsbescherming zijn dosisgrenzen gegeven voor werknemers enerzijds en blootgestelde (A- en B-) werknemers anderzijds. In het advies van de gezondheidsraad uit 2008 [5] wordt voorgesteld een nieuwe categorie in te stellen, de zogeheten C-werknemer. De verschillende dosisgrenzen zijn weergegeven in Tabel 1, stap 1.

Door de totale berekende doses voor individuele werknemers te toetsen aan deze dosisgrenzen kan worden vastgesteld in welke categorie de werknemers moeten worden ingedeeld.

Voor de zonering van ruimtes gelden vergelijkbare regels als voor de classificatie van werknemers. In artikel 83 uit het Besluit Stralingsbescherming staat hoe de dosis die door een werknemer kan worden opgelopen ook leidt tot voorschriften voor de werkplekken. In Tabel 1, stap 1 is de indeling van zones weergegeven.

#### **c. Is voldaan aan ALARA?**

Voor zowel de doses als de risico's moet worden aangetoond dat deze zo laag als redelijkerwijs mogelijk zijn. De stand der techniek en wat gebruikelijk is in de bedrijfstak spelen hier een grote rol.

In het Besluit Stralingsbescherming betreft artikel 5 de invulling van het ALARA-beginsel:

1. De ondernemer zorgt ervoor dat de effectieve of equivalente doses van individuele personen, in samenhang met het aantal blootgestelde personen, ten gevolge van een handeling zo laag zijn als redelijkerwijs mogelijk is.
2. De ondernemer zorgt ervoor dat met betrekking tot potentiële blootstellingen zowel de dosis bij een blootstelling als de kans op een blootstelling zo laag als redelijkerwijs mogelijk is.

Met inachtneming van sociale en economische factoren, heeft de ondernemer de verplichting de blootstelling aan ioniserende straling zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden.

Om invulling aan het ALARA-beginsel geven, moet de ondernemer in de risicoanalyse aantonen dat er voldoende maatregelen zijn getroffen om de dosis en het risico zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden. Hiertoe demonstreert de ondernemer dat hij een voorgeschreven pakket aan maatregelen heeft genomen. Branches en beroepsgroepen kunnen dit voorgeschreven pakket van minimale maatregelen vastleggen, rekening houdend met de stand van de techniek en hetgeen gebruikelijk is in de bedrijfstak.

Het risicogetal, zoals berekend met de Fine-Kinneymethode, kan worden gebruikt om invulling te geven aan ALARA voor het risico van voorziene onbedoelde gebeurtenissen. Met de risicogetallen kunnen de voorziene onbedoelde gebeurtenissen met de grootste risico's worden geïdentificeerd.

De Fine-Kinneymethode wordt hiermee gebruikt als zogeheten Risk Rankingmethode. Door de risico's op een rij te zetten wordt duidelijk welke de belangrijkste zijn: hiermee kan een duidelijke prioritering worden toegekend in de aanpak van de risico's.

#### **d. Blijven alle berekende persoonsdosiswaarden beneden de dosislimieten?**

De principes van het stralingsbeschermingsbeleid van de ICRP (International Commission on Radiological Protection) zijn: rechtvaardiging, optimalisatie en dosislimieten. Dosislimieten vervullen een vangnetfunctie: als het toepassen van rechtvaardiging en ALARA niet voldoende is om een bepaald niveau van bescherming te bereiken. De laatste stap van de risico-evaluatie is daarom altijd het toetsen van de berekende dosiswaarden aan de dosislimieten, ook al is eerder duidelijk geworden dat de dosislimieten niet worden overschreden.

**e. Conclusie.**

Als de vragen 3b en 3c met ja zijn beantwoord kan de risicoanalyse worden afgerond. Zo niet, dan moet een verbeterplan worden opgesteld en worden geïmplementeerd om de risico's en doses te verlagen. Het stappenplan wordt vervolgens opnieuw doorlopen. De bevindingen van de risicoanalyse, met of zonder extra maatregelen, worden vastgelegd in een eindrapportage.

## Bijlage 1

### Rankingmethode van Kinney & Wiruth

Een veelgebruikte wegings- of ranking methode in de arbeidsveiligheid voor het wegen van risico's is het model van Kinney & Wiruth. Dit wordt veelal ten onrechte de methode van Fine en Kinney genoemd. Dit komt doordat in eenzelfde periode door twee groepen onderzoekers onafhankelijk van elkaar twee modellen zijn opgesteld die veel op elkaar lijken. Fine kwam in 1971 met een model en Kinney & Wiruth kwamen in 1976 met een daarop gelijkend model. In een latere publicatie in de negentiger jaren werden deze twee methodes bij herhaling vaak in een adem genoemd: Fine en Kinney & Wiruth en vervolgens in het spraakgebruik als Fine en Kinney aangeduid. Maar zoals gezegd: dat is niet correct.

De methode van Kinney & Wiruth gebruikt voor het bepalen van de grootte van het risico de parameters kans (K) en effect (E), waarbij het risico het product is van kans maal effect.

In formulevorm:  $Risico = Kans \times Effect$  ( $R = K \times E$ ).

De kans wordt vervolgens opgesplitst in waarschijnlijkheid (W) en blootstellingsfactor (B).  
Dus  $K = W \times B$ .

- De factor W geeft de waarschijnlijkheid aan van het optreden van een bepaald risicoscenario. Bij het risicoscenario ontstaat, uitgaande van een gevaarlijke situatie, een ongewenste begingebuurtenis die zich verder ontwikkelt via tussengebeurtenissen tot een eindgebeurtenis met een bepaald letsel of schade.
- De blootstellingsfactor B geeft aan hoe vaak en hoe lang een medewerker aan een gevaarlijke situatie wordt blootgesteld. In de blootstellingsfactor kun je ook het aantal blootgestelde medewerkers meenemen. Als blootstelling kun je dus het product nemen van blootstellingsfrequentie, blootstellingsduur en het aantal blootgestelde medewerkers.
- Het effect kan bestaan uit materiële schade of lichamelijk en psychisch letsel. Bij Arbo risico's gaat het alleen om de effecten op de gezondheid van medewerkers. Met betrekking tot deze methode kun je echter ook materiële schades, milieueffecten, financiële effecten, imagoschade en dergelijke wegen. Zo kun je deze methode voor veel meer zaken dan alleen arbeidsveiligheid gebruiken.

Een ladder heeft versleten rubbers aan de onderzijde. De ladder wordt niet periodiek gekeurd en wordt frequent gebruikt. De begingebuurtenis is dat de ladder (te) schuin wordt geplaatst op een gladde ondergrond. Een medewerker beklimt de ladder. Halverwege gekomen begint de ladder weg te schuiven en de medewerker komt met zijn benen te hard op de grond en verstuikt een enkel.

Het risicoscenario is het geheel van de onveilige ladder (versleten rubbers), het verkeerd (te schuin) plaatsen van de ladder, het beklimmen van de ladder, het wegschuiven van de ladder tot en met een verstuurkte enkel.

Niet altijd hoeft een begingebuurtenis zich helemaal te ontrollen tot een ongeval. In dit voorbeeld kan bij het werken met deze ladder wel de begingebuurtenis plaatsvinden (te schuin plaatsen en wegschuiven van de ladder), maar de medewerker kan zich mogelijk snel aan een uitstekende rand aan de gevel of een balkon vastgrijpen en het schuiven van de ladder stopzetten en een collega waarschuwen die de ladder aan de onderzijde borgt.

Ook hoeft het letsel niet altijd even groot te zijn. Als de ladder direct bij het begin al gaat schuiven, kan de medewerker van de eerste treden afspringen en is er mogelijk helemaal geen letsel. Een worstcasescenario is dat de ladder pas gaat schuiven als de medewerker al erg hoog op de ladder staat en hij vervolgens erg ongelukkig terechtkomt en het met de dood moet bekopen.

De risicoklasse (R) bepaal je dus door de volgende berekening:  $R = W \times B \times E$ . Hiervoor kun je de onderstaande indeling gebruiken. Zie tabel B5.1 t/m B5.4.



Waarschijnlijkheid	Omschrijving
0,1	Bijna niet denkbaar (nooit van gehoord)
0,2	Praktisch onmogelijk (nooit van gehoord binnen bedrijfstak en branche)
0,5	Denkbaar, maar onwaarschijnlijk (wel van gehoord binnen bedrijfstak en branche, maar niet binnen het bedrijf zelf)
1	Onwaarschijnlijk, maar mogelijk in grensgeval (in laatste 10 jaar niet binnen het bedrijf voorgekomen)
3	Ongewoon (in de laatste jaren binnen het bedrijf wel eens gebeurd)
6	Zeer wel mogelijk (enkele keren per jaar binnen het bedrijf gebeurd)
10	Te verwachten (komt vaak/vaker voor binnen het bedrijf)

*Tabel B5.1 Ranking van de Waarschijnlijkheid*

In de arbeidsveiligheid zullen waarschijnlijkheden in de scores in de hogere waardes t/m 10 zeker voorkomen. In de externe veiligheid (major hazards) zal dat niet het geval zijn en zal de waarschijnlijkheid op een major accident (ramp) zeer laag zijn (veel lager dan 0,1, eerder in de orde van grootte van  $10^{-4}$  à  $10^{-6}$ ).

Blootstelling	Omschrijving
0,5	Extreem kort en/of zeer zelden (< 1 maal per jaar)
1	Zeer kort en/of zelden (enkele keren per jaar)
2	Kort en/of af en toe (maandelijks)
3	Middellang en/of geregeld (wekelijks)
6	Lang en/of frequent (regelmatig/dagelijks)
10	Zeer lang en/of zeer frequent (diverse keren per dag)

Tabel B5.2 Ranking van de Blootstellingsfactor

Effect	Omschrijving
1	Gering, letsel zonder verzuim
3	Belangrijk, letsel met verzuim
7	Ernstig, onomkeerbaar effect (invaliditeit)
15	Zeer ernstig, één dode
40	Ramp, enkele doden
100	Catastrofe, vele doden

Tabel B5.3 Ranking van het Effect

In het algemeen zal in de arbeidsveiligheid zelden of nooit een getal van 40 of 100 als waarde voor het effect worden toegekend. Bij externe veiligheid kan dit wel het geval zijn (maar daar is de waarschijnlijkheid veel kleiner). In de externe veiligheid ga je veelal van de afzonderlijke factoren uit (kans en effect) en niet van het resultaat van de vermenigvuldiging (het product), omdat daarmee informatie over de afzonderlijke waarden van kans en effect verloren gaat.

Risicoklasse	Omschrijving	
1	Laag risico; wellicht aanvaardbaar	R < 20
2	Mogelijk risico	R = 20-75
3	Belangrijk risico	R = 75-200
4	Hoog risico	R = 200-400
5	Zeer hoog risico	R > 400

Tabel B5.4 Definities risicoklasse

Bewust staat in deze tabel niet of er wel of geen actie geboden is. Dat is immers aan het management om te beslissen. Deze kan ook andere bedrijfsfactoren laten meewegen in haar prioriteitstelling. Wel zal een zaak met een hoge risicoklasse een grotere weegfactor krijgen bij die keuze dan zaken met een lage risicoklasse. Ook spelen de wettelijke verplichtingen daarbij een rol (zie bijlage 6).

In het voorbeeld van de onveilige ladder (zie kader hiervoor) zijn meer risicoscenario's mogelijk:

Risicoscenario 1: Effect gering

E=1 W=6 B=6

$R = W \times B \times E = 6 \times 6 \times 1 = 36$

> Mogelijk risico

Risicoscenario 2: Effect gekneusde enkel

$$E=3 \quad W=6 \quad B=6$$

$$R = W \times B \times E = 6 \times 6 \times 3 = 108$$

> Belangrijk risico

Risicoscenario 3: Effect dood

$$E=15 \quad W=1 \quad B=6$$

$$R = W \times B \times E = 1 \times 6 \times 15 = 90$$

> Belangrijk risico

Dit voorbeeld geeft aan dat binnen het model in zekere zin de 'wet van de communicerende vaten' geldt: een hogere waarde van de ene factor wordt (gedeeltelijk) gecompenseerd door een lagere waarde van een andere factor.

Als bij het risicoscenario gekozen is voor een zeer ernstig effect, dan is veelal de kans daarop relatief klein, omdat de waarschijnlijkheid van dat scenario klein is. Wanneer voor een kleiner effect is gekozen, dan is veelal de kans daarop groter, omdat de waarschijnlijkheid van optreden van dat scenario groter is.

Soms wordt in dit model ook een correctiefactor toegepast. Als het een zich langzaam ontwikkelend risico betreft met de mogelijkheid van gevaar afwendend, dan kan de risicoklasse één klasse lager liggen. Dit kan bij vroegtijdige signalering en alarmering, voordat het ongewenste effect kan optreden. De medewerker kan zich tijdig uit de gevarezone verwijderen of snel andere beschermende maatregelen treffen. Bijvoorbeeld: het ontwikkelen van RSI-klachten bij langdurig beeldschermwerk of het ontstaan van geluidsdips bij langdurige blootstelling aan te hoge geluidsniveaus. Wanneer het effect wel acuut kan optreden, zoals bij het voorbeeld van de onveilige machine, bij vallen van hoogte of bij elektrocutie, dan kun je die correctiefactor niet toepassen.

Ook kun je er in sommige situaties voor kiezen de risicoklasse juist met één te verhogen (in plaats van te verlagen). Uit de statistiek is bekend dat de kans op een arbeidsongeval met letsel en verzuim relatief hoog is voor anderstaligen, laagopgeleide medewerkers, leerlingen, stagiaires, uitzendkrachten, medewerkers met een werkweek korter dan 25 uur, medewerkers met atypische werktijden of in situaties met kinderen op speeltoestellen. Bij die groepen kun je daarom een correctie toepassen door de risicoklasse met één te verhogen.

Opvallend is dat de risicoklasse oploopt van 1 - 5 in de volgorde 'laag risico' tot 'zeer hoog risico'. In de praktijk wordt meestal een omgekeerde volgorde gehanteerd en wordt het aantal risicoklassen tot 3 teruggebracht. Eigenlijk is het duidelijker om niet met getallen (1, 2 en 3 of 3, 2 en 1) te werken, maar met letters (L-laag, M-midden en H hoog).

Ook bij deze driepuntsschaal kun je werken met de correctiefactor. Hierbij heeft de correctie een groter gewicht dan bij de indeling in 5 risicoklassen.

Zoals gezegd kun je de ranking alleen voor concrete werksituaties gebruiken waarbij je vooraf een risicoscenario definieert. Voor wettelijke, beleidsmatige en/of organisatorische zaken kan dat niet. Om daaraan toch een classificatie toe te kennen, kun je onderstaande indeling hanteren.

*Bij wettelijke zaken:*

W1 Een overtreding van een wettelijke bepaling, waarbij sprake is van ernstig beboetbare feiten. Het bedrijf voldoet niet aan de wet- en regelgeving of de invulling daarvan is van slechte kwaliteit.

W2 Matige invulling van de wettelijke verplichtingen, waarbij sprake is van direct beboetbare feiten.

W3 Het bedrijf kan de invulling van de wettelijke maatregelen nog verbeteren.

Zie voor een nadere uitwerking bijlage 6.

*Bij beleidszaken of organisatorische zaken* kan ook een indeling in 'ernst' worden gebruikt:

B1 Beleid ontbreekt.

B2 Beleid is beperkt aanwezig of nog maar beperkt geïmplementeerd.

B3 Beleid is wel aanwezig, maar nog niet helemaal geïmplementeerd, verbeteringen zijn mogelijk.

Soms kan het echter handiger zijn beleidszaken die nog niet geheel op orde zijn meer in algemene zin met een B aan te duiden en deze niet nader in subklassen te specificeren.

Voorbeelden van beleidszaken zijn:

- arbobeleid;
- regeling van taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden (en middelen);
- kwaliteitssysteem en de plaats hierin van de RI&E;
- riskmanagement en de plaats hierin van de RI&E;
- arbobeleid bij inkoop;
- structureel preventief onderhoud;
- inwerken nieuwe medewerkers;
- voorlichting en onderricht;
- houden van toezicht;
- werkprocedures;
- ziekteverzuimbeleid (inclusief en exclusief langdurig verzuim), trendanalyse, beleid en arbeid gerelateerd verzuim;
- melding van beroepsziekten;
- ongevallen: meldingsprocedure en ongevallenonderzoek en -analyse;
- toewijzen preventieve taken;
- beleid voor speciale doelgroepen: zwangere medewerkers, anderstaligen, jeugdigen, oudere medewerkers enz.

Zie ook tabel 6.1.

Wanneer deze meer fundamentele beleidszaken niet goed geregeld zijn, hebben ze doorgaans (indirect) effect op de productiviteit, het verzuim, personeelsverloop, de efficiency, betrokkenheid en motivatie en op termijn ook op de veiligheid van de medewerkers. Actie hierop ondernemen is daarom zinvol en wenselijk.

## **Bijlage 2**

### **Besluit stralingsbescherming (geldend vanaf 11-10-2016), Dosislimieten en classificatie van werknemers**

#### **Artikel 76**

1. De ondernemer zorgt ervoor dat voor werknemers ten gevolge van handelingen die onder zijn verantwoordelijkheid worden verricht, de volgende doses niet worden overschreden:
  - a. een effectieve dosis van 1 mSv in een kalenderjaar, en met inachtneming daarvan:
  - b. een equivalente dosis van:
    - 1°. 15 mSv in een kalenderjaar voor de ooglenzen, of
    - 2°. 50 mSv in een kalenderjaar voor de huid, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van 1 cm<sup>2</sup>.
2. In het geval van inwendige besmetting wordt de effectieve volg dosis toegewezen aan het jaar van inname.

#### **Artikel 77**

1. De ondernemer zorgt ervoor dat voor blootgestelde werknemers ten gevolge van handelingen die onder zijn verantwoordelijkheid worden verricht, de volgende doses niet worden overschreden:
  - a. een effectieve dosis van 20 mSv in een kalenderjaar, en met inachtneming daarvan:
  - b. een equivalente dosis van:
    - 1°. 150 mSv in een kalenderjaar voor de ooglenzen,
    - 2°. 500 mSv in een kalenderjaar voor de huid, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van 1 cm<sup>2</sup>, of
    - 3°. 500 mSv in een kalenderjaar voor handen, onderarmen, voeten en enkels.
2. In het geval van inwendige besmetting wordt de effectieve volg dosis toegewezen aan het jaar van inname.

#### **Artikel 78**

1. De ondernemer zorgt ervoor dat werknemers die jonger zijn dan 18 jaar geen werk krijgen toegewezen of verrichten, waardoor zij als blootgestelde werknemer worden aangemerkt.
2. Het eerste lid geldt niet indien deze werknemers ouder zijn dan 15 jaar en uit hoofde van hun opleiding verplicht zijn handelingen te verrichten en daarbij een blootstelling ondergaan die hoger is dan een der in artikel 76 genoemde dosislimieten.
3. De ondernemer zorgt ervoor dat voor de in het tweede lid bedoelde personen ten gevolge van handelingen die onder zijn verantwoordelijkheid worden verricht, de volgende individuele doses niet worden overschreden:
  - a. een effectieve dosis van 6 mSv per kalenderjaar, en met inachtneming daarvan:
  - b. een equivalente dosis van:
    - 1°. 50 mSv in een kalenderjaar voor de ooglenzen;
    - 2°. 150 mSv in een kalenderjaar voor de huid, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van 1 cm<sup>2</sup>, of
    - 3°. 150 mSv in een kalenderjaar voor handen, onderarmen, voeten en enkels.
4. In het geval van inwendige besmetting wordt de effectieve volg dosis toegewezen aan het jaar van inname.

## Artikel 79

1. De ondernemer deelt ten behoeve van de individuele monitoring en het toezicht blootgestelde werknemers in als A- of B-werknemer.
2. Een A-werknemer is een blootgestelde werknemer, die een effectieve dosis kan ontvangen die groter is dan 6 mSv in een kalenderjaar, of een equivalente dosis die groter is dan drie tiende van de in artikel 77 genoemde dosislimieten.

## Voorschriften voor werkplekken

### Artikel 83

1. De ondernemer zorgt ervoor dat, indien dat nodig is met het oog op de bescherming tegen ioniserende straling:
  - a. een ruimte wordt aangemerkt als gecontroleerde zone, indien:
    - 1°. de mogelijk door een werknemer in de ruimte te ontvangen dosis gelijk is aan een effectieve dosis die hoger is dan 6 mSv in een kalenderjaar of een equivalente dosis die hoger is dan drie tiende van de dosis, genoemd in artikel 77, eerste lid, onder b, of
    - 2°. er een mogelijkheid is van verspreiding van radioactieve stoffen vanuit de ruimte zodanig dat personen een dosis hoger dan een effectieve of equivalente dosis, genoemd in artikel 76, kunnen ontvangen;
  - b. een ruimte wordt aangemerkt als bewaakte zone, indien de mogelijk door een werknemer in de ruimte te ontvangen effectieve dosis hoger is dan 1 mSv in een kalenderjaar en lager dan 6 mSv in een kalenderjaar of de equivalente dosis hoger is dan die genoemd in artikel 76, onder b, en lager dan die genoemd onder a, ten eerste.
2. De ondernemer houdt in een gecontroleerde en in een bewaakte zone passend toezicht op de arbeidsomstandigheden met het oog op de bescherming tegen ioniserende straling.
3. De ondernemer zorgt ervoor dat de omvang en de kwaliteit van de maatregelen ten behoeve van de bescherming tegen ioniserende straling zijn afgestemd op de risico's die aan de bronnen en de betrokken handelingen verbonden zijn.
4. Indien uit een risicoanalyse blijkt dat een ruimte niet langer voldoet aan de criteria, bedoeld in het eerste lid, onder a of b, om als gecontroleerde zone, onderscheidenlijk bewaakte zone, te worden aangemerkt, zorgt de ondernemer ervoor dat de betrokken ruimte niet langer wordt aangemerkt als gecontroleerde zone, onderscheidenlijk bewaakte zone en dienen de handelingen met bronnen, voor zover deze plaats dienen te vinden in een gecontroleerde zone of bewaakte zone, in die ruimte te worden gestaakt.

### Artikel 84

1. Met betrekking tot een gecontroleerde zone zorgt de ondernemer ervoor dat:
  - a. de zone is afgebakend en de toegang ertoe beperkt blijft tot door hem daartoe aangewezen personen en dat de zone wordt gecontroleerd overeenkomstig de door hem daartoe vastgestelde procedures;
  - b. maatregelen zijn getroffen voor die gevallen waarin een aanzienlijk risico van verspreiding van radioactieve stoffen bestaat; deze maatregelen betreffen ook de toegang tot en het verlaten van de zone door personen en goederen;
  - c. met inachtneming van de aard van de aanwezige bronnen en betrokken handelingen er een systeem van monitoring van de werkplek is;
  - d. op de daarvoor geschikte plaatsen duidelijke waarschuwingsborden en -tekens met betrekking tot de zone en de risico's van ioniserende straling zijn aangebracht;
  - e. aan personen die in de zone werkzaam zijn schriftelijke werkinstructies zijn gegeven, toegesneden op de risico's van ioniserende straling die aan de binnen de zone aanwezige

bronnen en de aldaar te verrichten handelingen verbonden zijn.

2. Bij regeling van Onze Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid kunnen nadere regels worden gesteld met betrekking tot een gecontroleerde zone als bedoeld in het eerste lid.

#### **Artikel 85**

1. Met betrekking tot een bewaakte zone zorgt de ondernemer ervoor dat:
  - a. met inachtneming van de aard van de aanwezige bronnen en betrokken handelingen er een systeem van monitoring van de werkplek is;
  - b. op de daarvoor geschikte plaatsen duidelijke waarschuwingsborden en -tekens en opschriften met betrekking tot de zone en de risico's van ioniserende straling zijn aangebracht;
  - c. aan personen die in de zone werkzaam zijn schriftelijke werkinstructies zijn gegeven, toegesneden op de risico's van ioniserende straling die aan de bronnen en de betrokken handelingen verbonden zijn.
2. Bij regeling van Onze Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid kunnen nadere regels worden gesteld met betrekking tot een bewaakte zone als bedoeld in het eerste lid.

#### **Artikel 86**

Ten behoeve van de uitvoering van de artikelen 84 en 85 verricht de ondernemer, indien van toepassing, metingen binnen de bewaakte en gecontroleerde zone van:

- a. de dosistemp, met opgave van de aard en de kwaliteit van de desbetreffende ioniserende straling, of
- b. bij de aanwezigheid van open bronnen, de activiteitsconcentratie in de lucht en de oppervlaktebesmetting met opgave van de aard en de fysische en chemische toestand en vorm ervan.