



RadiatCo B.V.

Amfoor 3  
4421 SE Kapelle  
Tel: 31 (0)113-603130  
info@radiatco.com  
www.radiatco.com

## MILIEUANALYSE TERREINGRENSBEREKENINGEN

MISTRAS GROUP B.V. SPIJKENISSE

## MILIEUANALYSE - TERREINGRENSBEREKENINGEN

### *Berekeningen voor de terreingrens doses en de effectieve doses leden van de bevolking*

Auteur: 

coördinerend stralingsdeskundige niveau 3

Datum: 12-06-2023

Documentnummer:

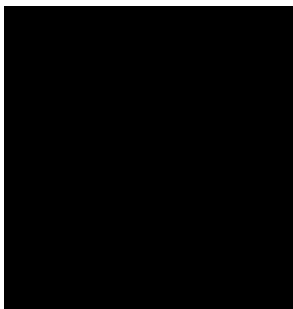
Versie  
+ korte noot wat er is veranderd  
t.o.v. de vorige versie:

06  
Geheel herziene en uitgebreide milieuanalyse.  
Vervangt milieuanalyse Mistras Group BV d.d. 14-09-2016  
07  
Geheel herziene milieuanalyse i.v.m. uitbreiding aantal bronnen  
Vervangt milieuanalyse Mistras Group BV d.d. 06-07-2020

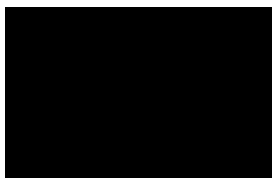
Beoordeeld door: 

coördinerend stralingsdeskundige niveau 3

Handtekening auteur:



handtekening beoordelaar:



## Samenvatting

De milieuanalyse en terreingrensberekeningen zijn als onderdeel van de vergunning aanvraag volgens de KEW zoals omschreven in artikel 3.2 van de ANVS-verordening.

Deze milieuanalyse vervangt de milieuanalyse voor de Mistras Group B.V. versie 06 d.d. 06-07-2020.

Voor zowel de locatie Hofweg 15 in Spijkenisse als voor de willekeurige plaatsen in Nederland zijn terreingrensberekeningen gemaakt voor de effectieve doses voor de leden van de bevolking.

De terreingrensdoses op de locatie Hofweg 15 in Spijkenisse blijft ruim beneden de grenswaarde en daarmee onder het secundair niveau (SN).

De terreingrensdoses op wisselende locaties uitgaande van een terreingrens van 25 meter van de opstelplaats van de bron van ioniserende straling en de overige randvoorwaarden blijft beneden de grenswaarden en daarmee onder het secundair niveau (SN). Hierbij wordt opgemerkt dat het meerekenen van de uit- en indraaipeken van de bron de belangrijkste bijdrage aan het stralingsniveau op de genoemde terreingrens geeft.

Nietemin verzoekt de aanvrager het bevoegd gezag voor het uitvoeren van NDO op de locatie Hofweg 15 – 3208 LE Spijkenisse en op wisselende locaties een locatielimiet van maximaal 100  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$  te vergunnen. Dit omdat niet uitgesloten is dat voor sommige opdrachten in uitzonderlijke situaties als gevolg van de bijdrage van de in- en uitdraai pieken van de bronnen een overschrijding van het secundair niveau van 10  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$  niet uitgesloten is.

---

## Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inhoudsopgave	3
<b>1. Milieuanalyse - Terreingrensberekeningen</b>	<b>4</b>
1.1 Inleiding Terreingrensberekeningen.....	4
1.2 KEW Vergunningen .....	4
1.2.1 Vigerende vergunning 2015/0459-18.....	4
1.2.2 Aanvraag uitbreiding Vergunning ANVS-PP-2023/.....	4
1.3 De locatie Mistras – Hofweg 15 - Spijkenisse.....	4
1.4 Samenvatting terreingrensdosis Mistras – Hofweg 15 - Spijkenisse .....	20
1.5 Terreingrensberekeningen op wisselende locaties in Nederland.....	20
1.6 Verzoek locatielimiet 100 $\mu$ Sv/jaar .....	24
<b>2. Analyse verstrooide straling op locatie Mistras Spijkenisse</b>	<b>25</b>
<b>3. Noodzaak tot actualisering</b>	<b>27</b>
Bijlage 1 Mistras Group B.V. - Hofweg 15 – Spijkenisse .....	28
Bijlage 2a Bestemmingsplankaart .....	29
Bijlage 2b Plattegrond Hofweg 15.....	31

---

## 1. Milieuanalyse - Terreingrensberekeningen

### 1.1 Inleiding Terreingrensberekeningen

Naast de stralingsrisicoanalyse dient ook een milieuanalyse te worden opgesteld. De stralingsrisicoanalyse maakt een analyse van de stralingsrisico's die werknemers lopen bij het werken met bronnen van ioniserende straling. De milieuanalyse gaat in op de stralingsrisico's voor mens en milieu buiten de werklocatie. Bij het opstellen van deze milieuanalyse wordt gerefereerd aan het geldende Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) en de daarmee verbonden documenten Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Rbs) en de ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming.

De terreingrensberekeningen zijn uitgevoerd volgens de berekeningsmethode zoals die is opgenomen in de ANVS-verordening.

### 1.2 KEW Vergunningen

#### 1.2.1 Vigerende vergunning 2015/0459-18

De vergunning 2015/0459-18 voorziet in het uitvoeren van de vergunde handelingen op de vestigingsplaats, buiten de vestigingsplaats op wisselende plaatsen in Nederland en het Nederlands continentaal plat.

Vergund zijn het gebruik van:

8 x Se-75 maximale activiteit per bron: 3,7 TBq.

5 x Ir-92 maximale activiteit per bron: 1,85 TBq.

12 röntgentoestellen maximaal 300 kV.

#### 1.2.2 Aanvraag uitbreiding Vergunning ANVS-PP-2023/.....

In verband met toegenomen werkzaamheden wordt wijziging van de vergunning 2015/0459-18 gevraagd voor het uitvoeren van de vergunde handelingen op de vestigingsplaats, buiten de vestigingsplaats op wisselende plaatsen in Nederland en het Nederlands continentaal plat.

Uitbreiding wordt gevraagd voor het gebruik van:

2 x Se-75 maximale activiteit per bron: 3,7 TBq.

5 x Ir-192 maximale activiteit per bron: 1,85 TBq.

### 1.3 De locatie Mistras – Hofweg 15 - Spijkenisse

#### Bestemmingsplan

De locatie Hofweg 15, 3208 LE Spijkenisse is gelegen in het bestemmingsplan Halfweg-Molenwatering en heeft als enkelbestemming bedrijventerrein (zie bijlage 2a). Het bestemmingsplan, vastgesteld in 2013, is in 2023 nog steeds vigerend.

### *Bepaling terreingrens*

Voor de berekeningen aan de terreingrens wordt er van uitgegaan dat de bronnen in het midden van de bunker zijn opgesteld (netto maat bunker 7,5 m x 14,0 m en 4,0 m hoog onder de kraan).

Voor de bepaling van de maximale terreingrensdosis worden 3 punten in beschouwing worden genomen: dit zijn punt A op [REDACTED] van het werkpunt (buitenzijde haldeur). Dit punt ligt niet op de erfrens maar is vanaf de openbare weg via het parkeerterrein bij openstaande poort gemakkelijk voor derden bereikbaar. Punt B op [REDACTED] van het werkpunt (buitenzijde zijmuur ter hoogte van werkpunt) = erfrens, en punt C op [REDACTED] m van de opslag (buitenzijde zijmuur ter hoogte van opslag, [REDACTED] = erfrens. De erfrens aan de andere zijde ligt op meer dan [REDACTED] m van de buitenzijde van de bunker. De achterste terreingrens (groenvoorziening en water) ligt op [REDACTED] m ([REDACTED]). Zie figuur [REDACTED].

### *Alarmsysteem gebouw*

Het gebouw is voorzien van een gebouw alarmsysteem [REDACTED].

Het alarmsysteem maakt deel uit van het beveiligingsplan voor Mistras Group B.V. Door de managing director is een beveiligingsverantwoordelijke gemandateerd.

### *Bouwkundige en installatietechnische uitvoering van de bunker en de bronnenopslag*

De bunker is opgebouwd uit massieve betonnen wanden [REDACTED].

De vloer van de bunker en de bedrijfshal is massieve betonnen constructievloer [REDACTED]. Het dak van de bunker is een massieve betonnen dakvloer [REDACTED]. Boven de dakvloer van de bunker is de dakconstructie van een stalendamwand profiel [REDACTED] en isolatie aangebracht.

De hoofdtoegangsdeur van de bunker is een stalen roldeur die de deuropening overmaats afsluit. De deur is opgebouwd uit [REDACTED] stalen platen. De personentoegang van de bunker is via een half labyrint, eveneens opgebouwd uit betonnen wanden [REDACTED] en afgesloten met een [REDACTED] multiplex deur.

In de bunker is een loopkraan voor het transporteren van zware onderdelen aangebracht.

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED] De bediening van de apparatuur of het uitdraaien van de bron vindt plaats bij de bedieningslessenaar aan de buitenzijde van de bunker. Kabels en uitdraaislang worden via een goot in de bunker geleid.

In de bunker is tevens een stralingsmonitor gemonteerd met optisch en akoestisch alarm.

De bunker, de bedieningslessenaar en de apart afgescheiden bronnenopslag is bij gebruik met een ketting en waarschuwingssignalering afgezet van de overige bedrijfsruimten. Tevens is een waarschuwingssignaallamp gemonteerd die brandt bij het in gebruik zijn van de bunker.

De bronnenopslag vindt plaats in een afsluitbare betonnen put met stalendeksel [redacted] in verband met de uitbreiding van het aantal bronnen is, mede om ALARA-redenen besloten om de betonnen put te vergroten door een tweede betonnen put bak aan de eerste put te verankeren. De tweede put wordt met een apart deksel onafhankelijk van de eerste put afgesloten. In deze ruimte worden ook de röntgentoestellen opgeslagen. [redacted]

#### *Inventarisatie bronnen en hun eigenschappen*

Er wordt gewerkt met:

*Se-75 bronnen van max. 3,7 TBq*

Activiteit 3,7 TBq

Bronconstante  $\Gamma$  (Se-75): 0,072  $\mu\text{Sv/uur}$  per MBq op 1 m

Energie gammastraling: 121, 136, 265, 280 keV

Halveringsdikte beton (Se-75):  $d_{1/2} = \ln 2 / \mu_{280 \text{ keV, beton}} = 0,693 / 0,263 = 2,64 \text{ cm}$

Lineïeke verzwakkingscoëfficiënt  $\mu_{280 \text{ keV}} = 0,263 \text{ cm}^{-1}$

Dikte afscherming [redacted] (bunker) [redacted]

Dikte afscherming [redacted] (bronnen opslag kelderbak, betonvloer, buitenwand [redacted])

Halveringsdikte staal (Se-75):  $d_{1/2} = \ln 2 / \mu_{280 \text{ keV, staal}} = 0,693 / 0,923 = 0,75 \text{ cm}$

Lineïeke verzwakkingscoëfficiënt  $\mu_{280 \text{ keV}} = 0,923 \text{ cm}^{-1}$

Halveringsdikte lood (Se-75):  $d_{1/2} = \ln 2 / \mu_{280 \text{ keV, lood}} = 0,693 / 5,983 = 0,12 \text{ cm}$

Lineïeke verzwakkingscoëfficiënt  $\mu_{280 \text{ keV}} = 5,983 \text{ cm}^{-1}$

Tabel 2.1: Build up factoren diverse afschermingen met Se-75 bron

Dikte afscherming	$\mu d$	Build up factor <sup>1</sup>
80 cm beton [redacted]	21	226 (T3 exposure p 44)
95 cm beton [redacted]	25	327 (T3 exposure p 44)
65 cm beton [redacted]	17	145 (T3 exposure p 44)
80 mm staal	6	7,59 (T3 exposure p 33)
80 mm lood	48	1,73 (T3 exposure p 40)

<sup>1</sup> Bron: New Gamma-Ray Buildup Factor Data for Point Kernel Calculations door D.K. Trubey.

Afscherming broncontainer met Se-75 op 1 meter =  $D_{\text{container Se75}} = 13,5 \mu\text{Sv/uur}$

$$D_{\text{max, Se75}} = \frac{0,072 \cdot 3,7 \cdot 10^6}{1^2} = 226.400 \mu\text{Sv/uur}$$

$$D_{\text{container Se75}}/D_{\text{max Se75}} = T = 13,5/226.400 \Rightarrow T = 51 \cdot 10^{-6}$$

*Ir-192 bronnen van max. 1,85 TBq*

Activiteit: 1,85 TBq

Bronconstante  $\Gamma$  (Ir-192): 0,14  $\mu\text{Sv/uur}$  per MBq op 1 m

Energie gammastraling: 316, 296, 308, 468, 604, 206, 485 keV

Halveringsdikte beton (Ir-192):  $d_{1/2} = \ln 2 / \mu_{604 \text{ keV, beton}} = 0,693 / 0,190 = 3,64 \text{ cm}$

Lineïeke verzwakking coëfficiënt  $\mu = 0,190 \text{ cm}^{-1}$

Dikte afscherming = [redacted]

Dikte afscherming = [redacted] bronnen opslag kelderbak, betonvloer, buitenwand [redacted]

Halveringsdikte staal (Ir-192):  $d_{1/2} = \ln 2 / \mu_{604 \text{ keV, staal}} = 0,693 / 0,606 = 1,14 \text{ cm}$

Lineïeke verzwakking coëfficiënt  $\mu = 0,606 \text{ cm}^{-1}$

Halveringsdikte lood (Ir-192):  $d_{1/2} = \ln 2 / \mu_{604 \text{ keV, staal}} = 0,693 / 1,416 = 0,49 \text{ cm}$

Lineïeke verzwakking coëfficiënt  $\mu = 1,416 \text{ cm}^{-1}$

Tabel 2.2: Build up factoren diverse afschermingen met Ir-192 bron

Dikte afscherming	$\mu d$	Build up factor <sup>1</sup>
[redacted] cm beton [redacted]	15	63 (T3 exposure p 44)
[redacted] cm beton [redacted]	18	90 (T3 exposure p 44)
[redacted] cm beton [redacted]	12,4	38 (T3 exposure p 44)
[redacted] mm staal	4,8	7,27 (T3 exposure p 33)
[redacted] mm lood	11,4	2,38 (T3 exposure p 40)

<sup>1</sup> Bron: New Gamma-Ray Buildup Factor Data for Point Kernel Calculations door D.K. Trubey.

Afscherming broncontainer met Ir-192 op 1 meter =  $D_{\text{container Ir192}} = 16 \mu\text{Sv/uur}$

$$D_{\text{max, Ir192}} = \frac{0,14 \cdot 1,85 \cdot 10^6}{1^2} = 259.000 \mu\text{Sv/uur}$$

$$D_{\text{container Ir192}}/D_{\text{max Ir192}} = T = 16/259.000 \Rightarrow T = 62 \cdot 10^{-6}$$

### Röntgentoestellen

Het dosistempo aan de buitenzijde van de bunker zal voor het röntgentoestel met [REDACTED] foto's van 1 minuut niet meer dan 10  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$  bedragen. Zie hiervoor blz. 9 van de stralingsrisicoanalyse.

### (Deel)handelingen en blootgestelde<sup>2</sup> personen per jaar (prognose 2023)

Aan de hand van het aantal (deel)handelingen uitgevoerd in de periode 2020 – 2022 is een prognose opgesteld voor 2023 en volgende jaren. De verwachting is dat het aantal handelingen een stijgende lijn blijft vertonen omdat op basis van vergunningseisen, interne richtlijnen en opgevoerde kwaliteitszorg meer controles worden uitgevoerd.

Tabel 2.3: Aantallen handelingen totaal, blootgestelde personen en dagen in gebruik

(Deel)handeling	Aantal	Werkploeg	Halmedewerkers	Derden	Dagen in gebruik
<b>Mistras Spijkenisse, Hofweg 15</b>					
Bestralingen					
- Se-75	[REDACTED]	1-2	< 5	0	150
- Ir-192	[REDACTED]	1-2	< 5	0	60
- Röntgen	[REDACTED]	1	< 5	0	210
Voor en na <sup>3</sup>	[REDACTED] 0	1	< 5	0	210
Opslag	[REDACTED]	1	< 5	0	365

<sup>2</sup> Hier wordt met 'blootgesteld' bedoeld 'mogelijk aan bestraling onderworpen'

<sup>3</sup> Hieronder wordt verstaan het transporteren van de opslag- c.q. vervoersfaciliteit naar de bestralingspositie

Het enige belastingspad is externe straling, hetzij t.g.v. een bron, hetzij t.g.v. een toestel.

De dosisbijdragen zijn het gevolg van:

- Bestralingen
- Handelingen voor en na het bestralen
- Opslag van bronnen

### Punt A1:

#### Bestraling:

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot B \cdot e^{-\mu d}$  kan het dosistempo op een afstand  $r$  van een bron berekend worden. Voor de situatie in de stralingsbunker, waarbij een bron op minimaal [REDACTED] afstand van de terreingrens punt A staat, resulteert dit in een dosistempo in punt A in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\text{max, Se75}}$  [REDACTED] = 0,0003  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een nieuwe Se-75 bron.

De halveringstijd voor Se-75 is 119,76 dagen en deze bronnen worden bij Mistras na ongeveer 300 dagen vervangen. In deze periode vervalt de bron van

3,7 TBq tot een restactiviteit van circa 0,7 TBq. Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 2,7 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100d \text{ Se75}} = \frac{\text{[redacted]}}{\text{[redacted]}} = 0,00024 \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een 100 dagen oude Se-75 bron.

In totaal wordt 500 uur (15.000.2/60)) met een Se-75 bron gestraald, dus dosisbijdrage is  $500 * 0,00024 = 0,12 \mu\text{Sv/j}$ .

Hierbij is de verzwakking van buitenwand van de hal, gedeeltelijk metselwerk en/of beton, profiel staalplaat en kozijnen verwaarloosd.

$D_{\text{max, Ir192}} = \frac{\text{[redacted]}}{\text{[redacted]}} = 0,036 \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een Ir-192 bron.

De halveringstijd voor Ir-192 is 73,83 dagen en deze bronnen worden bij Mistras na ongeveer 300 dagen vervangen. In deze periode vervalt de bron van 1,85 TBq tot een restactiviteit van circa 0,1 TBq. Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 0,72 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100d \text{ Ir192}} = \frac{\text{[redacted]}}{\text{[redacted]}} = 0,014 \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een 100 dagen oude Ir-192 bron.

In totaal wordt er 200 uur (6000.2/60)) met de Ir-192 bron gewerkt, dus de dosisbijdrage is  $200 * 0,014 = 2,8 \mu\text{Sv/j}$ .

*Voor en na:*

Tijdens de werkzaamheden voor en na zal de broncontainer nog geruime tijd in de bunker aanwezig zijn.

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t$  kan het dosistempo per jaar op een afstand  $r$  van een bron met de afschermende container berekend worden.

De broncontainer van een nieuwe Se-75 bron geeft een dosistempo van 13,5  $\mu\text{Sv/uur}$  op 1 m afstand. gedurende 450 uur (150 dagen x 180/60).

De factor  $B \cdot e^{-\mu d}$  staat voor de transmissie met Buildup voor beton. Voor de situatie in de bunker, waarbij een bron op minimaal [redacted] m afstand van de terreingrens geplaatst wordt, resulteert dit in een dosistempo op de erfrens in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\text{max, Se75}} = \frac{\text{[redacted]}}{\text{[redacted]}} = 7,5 \cdot 10^{-6} \mu\text{Sv/jaar}$  bij een nieuwe Se-75 bron.

Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 2,7 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen). Dit resulteert in een

dosistempo op de erfgrans in geval van een 100 dagen oude bron van maximaal:

$D_{100d, Se75} = \frac{A \cdot \Gamma \cdot t}{r^2} = 5,5 \cdot 10^{-6} \mu\text{Sv/jaar}$  bij een 100 dagen oude Se-75 bron.

De broncontainer van de Ir-192 bron geeft een dosistempo van 16  $\mu\text{Sv/uur}$  op 1 m afstand gedurende 180 uur (60 dagen x 180/60).

$D_{\text{max}, Ir192} = \frac{A \cdot \Gamma \cdot t}{r^2} = 400 \cdot 10^{-6} \mu\text{Sv/jaar}$  bij een Ir-192 bron.

Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 0,72 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100d, Ir192} = \frac{A \cdot \Gamma \cdot t}{r^2} = 156 \cdot 10^{-6} \mu\text{Sv/jaar}$  bij een 100 dagen oude Ir-192 bron.

Het dosistempo aan de buitenzijde van de bunker zal voor het röntgentoestel niet meer dan 10  $\mu\text{Sv/jaar}$  bedragen. Punt A is hier 1 m van verwijderd. Hiervan uitgaande zal op punt A de dosisbijdrage een factor 4<sup>2</sup> kleiner worden ofwel 0,63  $\mu\text{Sv/jaar}$ .

Punt A2 (door de stalen deur):

*Bestraling:*

De stalen deur bestaat (van binnen naar buiten) uit [redacted]. Voor de Buildupfactor in de combinatie van twee materialen waarbij

$Z_1 < Z_2$  geldt bij benadering  $B(\mu_1 d_1, \mu_2 d_2) \approx B_2(\mu_1 d_1 + \mu_2 d_2)$ .

Voor Se-75 geldt dan:

$B = B_2(6 + 48) = 1,8$  (T3 exposure p. 40 geëxtrapoleerd).

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot B \cdot e^{-\mu d}$  kan het dosistempo op een afstand r van een bron berekend worden. Voor de situatie in de stralingsbunker, waarbij een bron op minimaal 1 m afstand van de terreingrens punt A staat, resulteert dit in een dosistempo in punt A in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\text{max}, Se75} = \frac{A \cdot \Gamma \cdot t}{r^2} \cdot B \cdot e^{-\mu d} = 1,22 \cdot 10^{-20} \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een nieuwe Se-75 bron.

Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 2,7 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100d, Se75} = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t = 0,89 \cdot 10^{-20} \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een 100 dagen oude Se-75 bron.

In totaal wordt 500 uur (15000x2/60) met een Se-75 bron gestraald, dus dosisbijdrage is  $500 \cdot 0,89 \cdot 10^{-20} = 4,5 \cdot 10^{-18} \mu\text{Sv}$ .

Hierbij is de verzwakking van buitenwand van de hal, gedeeltelijk metselwerk, profiel staalplaat en kozijnen verwaarloosd.

Voor Ir-192 geldt dan:

$$B = B_2(4,8 + 11,4) = 2,73 \quad (\text{T3 exposure p. 40}) .$$

$D_{\text{max}, Ir192} = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t = 468 \cdot 10^{-6} \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een nieuwe Ir-192 bron.

Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 0,72 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100d, \text{max}, Ir192} = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t = 67 \cdot 10^{-6} \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een Ir-192 bron.

In totaal wordt er 200 uur (6000x2/60) met de Ir-192 bron gewerkt, dus de dosisbijdrage is  $200 \cdot 67 \cdot 10^{-6} = 0,013 \mu\text{Sv}$ .

*Voor en na:*

Tijdens de werkzaamheden voor en na zal de broncontainer nog geruime tijd in de bunker aanwezig zijn.

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t$  kan het dosistempo per jaar op een afstand  $r$  van een bron met de afschermende container berekend worden.

De broncontainer van de Se-75 bron geeft een dosistempo van  $13,5 \mu\text{Sv/uur}$  op 1 m afstand gedurende 450 uur (150 dagen x 180/60).

De factor  $B \cdot e^{-\mu d}$  staat voor de transmissie met Buildup voor beton. Voor de situatie in de bunker, waarbij een bron op minimaal  $\dots$  m afstand van de terreingrens geplaatst wordt, resulteert dit in een dosistempo op de erfgrrens in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\text{max}, Se75} = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t = 2,8 \cdot 10^{-22} \mu\text{Sv/jaar}$  bij een Se-75 bron.

Met een 100 dagen oude bron is deze dosistempo bijdrage:

$D_{100d, Se75} = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t = 2,0 \cdot 10^{-22} \mu\text{Sv/jaar}$  bij een Se-75 bron.

De broncontainer van de Ir-192 bron geeft een dosistempo van 16  $\mu\text{Sv/uur}$  op 1 m afstand gedurende 180 uur (60 dagen x 180/60).

$D_{\text{max, Ir192}} = \frac{16 \mu\text{Sv/uur} \cdot 180 \text{ uur}}{365 \text{ dagen}} = 5,2 \cdot 10^{-6} \mu\text{Sv/jaar}$  bij een Ir-192 bron.

Met een 100 dagen oude bron is deze dosistempo bijdrage:

$D_{100\text{d, Ir192}} = \frac{16 \mu\text{Sv/uur} \cdot 180 \text{ uur}}{365 \text{ dagen}} \cdot e^{-\lambda \cdot 100 \text{ dagen}} = 2,0 \cdot 10^{-6} \mu\text{Sv/jaar}$  bij een Ir-192 bron.

Het dosistempo aan de buitenzijde van de bunker zal voor het röntgentoestel niet meer dan 10  $\mu\text{Sv/jaar}$  bedragen. Punt A is hier 1 m van verwijderd. Hiervan uitgaande zal op punt A de dosisbijdrage een factor 10<sup>2</sup> kleiner worden ofwel 0,63  $\mu\text{Sv/jaar}$ .

### Opslag

De bijdrage vanuit de bronnenopslag op punt A is berekend bij het uitgangspunt dat alle bronnen het gehele jaar in de bronnenopslag aanwezig zijn.

Er bevinden zich maximaal 10 stuks <sup>75</sup>Se en 10 stuks <sup>192</sup>Ir bronnen in de opslag. De opslag is in een betonnen put op 0,9 m minus peil. Aangenomen wordt dat het dosistempo op 1,5 m boven peil (bovenkant afgewerkte vloer van de hal) bepalend is. Deze hoogte is gekozen als de kwetsbare zone waarin lopende of staande mensen aan de terreingrens kunnen verblijven. Naast de afscherming van de broncontainer wordt afscherming bereikt met de betonvloer van de hal. De weglengte die de straling in punt A door de beton aflegt door de wand van de kelderbak. Totaal  $\mu\text{d} = 62$  (280 keV – <sup>75</sup>Se). De tabel 3 van Trubey geeft geen waarden meer voor waarden hoger dan  $\mu\text{d} = 40$ . Bij  $\mu\text{d} = 40$  is bij 280 keV de buildup  $B = 1000$ . We rekenen de bijdrage conservatief uit met deze waarden van  $\mu\text{d}$  en  $B$ .

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu\text{d}} \cdot t$  kan het dosistempo per jaar op een afstand  $r$  van een bron met de afschermende container berekend worden.

De broncontainer van de Se-75 bron geeft een dosistempo van 13,5  $\mu\text{Sv/uur}$  op 1 m afstand gedurende  $365,25 \times 24 = 8766$  uur.

De factor  $B \cdot e^{-\mu\text{d}}$  staat voor de transmissie met Buildup voor beton. Voor de situatie in de bunker, waarbij een bron op minimaal 1 m afstand van de terreingrens geplaatst wordt, resulteert dit in een dosistempo op de erfrens in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\text{max, Se75}} = \frac{13,5 \mu\text{Sv/uur} \cdot 8766 \text{ uur}}{365 \text{ dagen}} \cdot B \cdot e^{-\mu\text{d}} = 1,65 \cdot 10^{-12} \mu\text{Sv/jaar}$  bij een Se-75 bron.

Voor 10 bronnen totaal  $10 \cdot 1,65 \cdot 10^{-12} = 16,5 \cdot 10^{-12} \mu\text{Sv/jaar}$

De broncontainer van de Ir-192 bron geeft een dosistempo van 16  $\mu\text{Sv/uur}$  op 1 m afstand gedurende  $365,25 \times 24 = 8766$  uur.  $\mu\text{d} = 44,65$ . De tabel 3 van Truby geeft geen waarden meer voor waarden hoger dan  $\mu\text{d} = 40$ . Bij  $\mu\text{d} =$

40 is bij 600 keV de buildup B = 389. We rekenen de bijdrage conservatief uit met deze waarden van  $\mu$ d en B.

$D_{\max, Ir192}$  [redacted] =  $7,6 \cdot 10^{-13}$   $\mu$ Sv/jaar bij een Ir-192 bron.

Voor 10 bronnen totaal  $7,6 \cdot 10^{-13} \cdot 10 = 7,6 \cdot 10^{-12}$   $\mu$ Sv/jaar

Tabel 2.4 Jaardosis op punt A1 en A2 (

Handeling	Aantal dagen	Per dag A1 ( $\mu$ Sv)	Jaardosis A1 ( $\mu$ Sv)	Per dag A2 ( $\mu$ Sv)	Jaardosis A2 ( $\mu$ Sv)
Bestraling (100 x 120 s)					
- Se-75	150	0,0008	0,12	$0,89 \cdot 10^{-20}$	$4,5 \cdot 10^{-18}$
- Ir-192	60	0,0466	2,80	$67 \cdot 10^{-6}$	0,013
- Röntgen			0,63		0,63
Voor en na (3 uur p. dag)					
- Se-75	150	$0,04 \cdot 10^{-6}$	$5,5 \cdot 10^{-6}$	$1,34 \cdot 10^{-24}$	$2,0 \cdot 10^{-22}$
- Ir-192	60	$2,60 \cdot 10^{-6}$	$156 \cdot 10^{-6}$	$0,03 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Opslag					
- Se-75 -10x	365,25		$16,5 \cdot 10^{-12}$		$16,5 \cdot 10^{-12}$
- Ir-192 -10x	365,25		$7,6 \cdot 10^{-12}$		$7,6 \cdot 10^{-12}$
<b>Totaal</b> <b>ID<sub>max,ext,A</sub></b>			<b>3,55</b>		<b>0,64</b>

Punt A1 = door de beton berekend

Punt A2 = door de transportdeur berekend

Hierbij moet nog opgemerkt worden dat geen reductie van de jaardosis is meegerekend als de bron een deel van de tijd niet in de richting van de deur straalt. Het is aannemelijk dat de radiograaf de opstelling voor meer dan 50% van de tijd de opstelling zo zal kiezen dat in een richting van de deur af zal worden gestraald.

### Punt B:

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot B \cdot e^{-\mu d}$  kan het dosistempo op een afstand  $r$  van een bron berekend worden. De afstand van het midden van de bunker tot punt B  $\blacksquare$   $\blacksquare$  De zijgevel bestaat over de volle lengte uit een betonwand van  $\blacksquare$   $\blacksquare$  De buildupfactor en  $\mu d$  wijzigen hierdoor in  $\mu d = 25$  en  $B = 327$ . Dit resulteert in een dosistempo in punt B in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\max, \text{Se75}} = \frac{\blacksquare}{\blacksquare} \cdot \blacksquare \cdot \blacksquare = 2,15 \cdot 10^{-5} \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een Se-75 bron.

De halveringstijd voor Se-75 is 119,76 dagen en deze bronnen worden bij Mistras na ongeveer 300 dagen vervangen. In deze periode vervalt de bron van 3,7 TBq tot een restactiviteit van circa 0,7 TBq. Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 2,7 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100d \text{ Se75}} = \frac{\blacksquare}{\blacksquare} \cdot \blacksquare \cdot \blacksquare = 1,56 \cdot 10^{-5} \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een 100 dagen oude Se-75 bron.

In totaal wordt 500 uur ( $15000 \times 2/60$ ) met een Se-75 bron gestraald, dus dosisbijdrage is  $500 \cdot 1,56 \cdot 10^{-5} = 0,0078 \mu\text{Sv/j}$ .

Voor de Ir-192 bron zijn voor punt B de waarden voor de  $\mu d = 18$  en  $B = 90$ .

$D_{\max, \text{Ir192}} = \frac{\blacksquare}{\blacksquare} \cdot \blacksquare \cdot \blacksquare = 0,0063 \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een nieuwe Ir-192 bron.

De halveringstijd voor Ir-192 is 73,83 dagen en deze bronnen worden bij Mistras na ongeveer 300 dagen vervangen. In deze periode vervalt de bron van 1,85 TBq tot een restactiviteit van circa 0,1 TBq. Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 0,72 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100d \text{ Ir192}} = \frac{\blacksquare}{\blacksquare} \cdot \blacksquare \cdot \blacksquare = 0,0025 \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een 100 dagen oude Ir-192 bron.

In totaal wordt er 200 uur ( $6000 \times 2/60$ ) met de Ir-192 bron gewerkt, dus de dosisbijdrage is  $200 \cdot 0,0025 = 0,5 \mu\text{Sv/j}$ .

*Voor en na:*

Tijdens de werkzaamheden voor en na zal de broncontainer nog geruime tijd in de bunker aanwezig zijn.

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t$  kan het dosistempo per jaar op een afstand  $r$  van een bron met de afschermende container berekend worden.

De broncontainer van de Se-75 bron geeft een dosistempo van 13,5  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$  op 1 m afstand gedurende 450 uur (150 dagen  $\times$  180/60).

De factor  $B \cdot e^{-\mu d}$  staat voor de transmissie met Buildup voor beton. Voor de situatie in de bunker, waarbij een bron op minimaal [REDACTED] afstand van de terreingrens in punt B geplaatst wordt, resulteert dit in een dosistempo op de erfrens in punt B in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$$D_{\text{max, Se75}} = \frac{[REDACTED]}{[REDACTED]} = 5 \cdot 10^{-7} \mu\text{Sv}/\text{jaar} \text{ bij een Se-75 bron.}$$

Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 2,7 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen). Dit resulteert in een dosistempo op de erfrens in geval van een 100 dagen oude bron van maximaal:

$$D_{100\text{d, Se75}} = \frac{[REDACTED]}{[REDACTED]} = 3,6 \cdot 10^{-7} \mu\text{Sv}/\text{jaar} \text{ bij een 100 dagen oude Se-75 bron.}$$

De broncontainer van de Ir-192 bron geeft een dosistempo van 16  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$  op 1 m afstand gedurende 180 uur (60 dagen  $\times$  180/60).

$$D_{\text{max, Ir192}} = \frac{[REDACTED]}{[REDACTED]} = 7 \cdot 10^{-5} \mu\text{Sv}/\text{jaar} \text{ bij een Ir-192 bron.}$$

Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 0,72 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$$D_{100\text{d, Ir192}} = \frac{[REDACTED]}{[REDACTED]} = 2,7 \cdot 10^{-5} \mu\text{Sv}/\text{jaar} \text{ bij een 100 dagen oude Ir-192 bron.}$$

Het dosistempo aan de buitenzijde van de bunker zal voor het röntgentoestel niet meer dan 10  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$  bedragen. Punt B is hier [REDACTED] van verwijderd. Hiervan uitgaande zal op punt B de dosisbijdrage een factor [REDACTED] kleiner worden ofwel [REDACTED] = 0,82  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ .

#### Opslag:

De bijdrage vanuit de bronnenopslag op punt B is berekend bij het uitgangspunt dat alle bronnen het gehele jaar in de bronnenopslag aanwezig zijn. De bronnenopslag bevindt zich op een afstand van [REDACTED] van de terreingrens in punt B. Er bevinden zich maximaal 10 stuks  $^{75}\text{Se}$  en 10 stuks  $^{192}\text{Ir}$  bronnen in de opslag. De opslag is in een betonnen put op 0,9 m minus peil. Aangenomen wordt dat het dosistempo op 1,5 m boven peil (bovenkant afgewerkte vloer van de hal) bepalend is. Deze hoogte is gekozen als de kwetsbare zone waarin lopende of staande mensen aan de terreingrens kunnen verblijven. Naast de afscherming van de broncontainer wordt afscherming bereikt met de betonvloer van de hal die 300 mm dik is. De weglengte die de straling in punt B door de beton aflegt [REDACTED] m.

$\mu d = 50$  (280 keV – <sup>75</sup>Se). De tabel 3 van Truby geeft geen waarden meer voor waarden hoger dan  $\mu d = 40$ . Bij  $\mu d = 40$  is bij 280 keV de buildup  $B = 1000$ . We rekenen de bijdrage conservatief uit met deze waarden van  $\mu d$  en  $B$ .

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t$  kan het dosistempo per jaar op een afstand  $r$  van een bron met de afschermende container berekend worden. De broncontainer van de Se-75 bron geeft een dosistempo van 13,5  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$  op 1 m afstand gedurende  $365,25 \times 24 = 8766$  uur.

De factor  $B \cdot e^{-\mu d}$  staat voor de transmissie met Buildup voor beton. Voor de situatie in de bronnenopslag, waarbij een bron op [redacted] n afstand van de terreingrens punt B geplaatst wordt, resulteert dit in een dosistempo op de erfrens in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\text{max, Se75}} = [redacted] = 5,1 \cdot 10^{-12} \mu\text{Sv}/\text{jaar}$  bij een Se-75 bron.

Voor 10 bronnen totaal  $5,1 \cdot 10^{-12} \cdot 10 = 51 \cdot 10^{-12} \mu\text{Sv}/\text{jaar}$

De broncontainer van de Ir-192 bron geeft een dosistempo van 16  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$  op 1 m afstand gedurende  $365,25 \times 24 = 8766$  uur.  $\mu d [redacted] = 36$ . Bij  $\mu d = 36$  is bij 600 keV de buildup  $B = 320$ .

$D_{\text{max, Ir192}} [redacted] = 1,1 \cdot 10^{-10} \mu\text{Sv}/\text{jaar}$  bij een Ir-192 bron.

Voor 10 bronnen totaal  $1,1 \cdot 10^{-10} \cdot 10 = 1,1 \cdot 10^{-9} \mu\text{Sv}/\text{jaar}$

Tabel 2.5 Jaardosis op punt B

Handeling	Per dag ( $\mu\text{Sv}$ )	Aantal dagen	Jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ )
Bestraling			
- Se-75	0,0001	150	0,008
- Ir-192	0,017	60	0,50
- Röntgen			0,82
Voor en na			
- Se-75	$4,8 \cdot 10^{-9}$	150	$3,6 \cdot 10^{-7}$
- Ir-192	$9,1 \cdot 10^{-7}$	60	$2,7 \cdot 10^{-5}$
Opslag			
- Se-75-8 stuks		365,25	$51 \cdot 10^{-12}$
- Ir-192-5 stuks		365,25	$1,1 \cdot 10^{-9}$
<b>Totaal ID<sub>max,ext,B</sub></b>			<b>1,33</b>

### Punt C:

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot B \cdot e^{-\mu d}$  kan het dosistempo op een afstand  $r$  van een bron berekend worden. De afstand van het midden van de bunker tot punt C is [REDACTED]. De zijgevel bestaat over de volle lengte uit een betonwand van [REDACTED]. De buildupfactor en  $\mu d$  wijzigen hierdoor in  $\mu d = 25$  en  $B = 327$ . Dit resulteert in een dosistempo in punt C in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\max, \text{Se75}} = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot B \cdot e^{-\mu d} = 2,15 \cdot 10^{-5} \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een nieuwe Se-75 bron.

De halveringstijd voor Se-75 is 119,76 dagen en deze bronnen worden bij Mistras na ongeveer 300 dagen vervangen. In deze periode vervalt de bron van 3,7 TBq tot een restactiviteit van circa 0,7 TBq. Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 2,7 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100d \text{ Se75}} = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot B \cdot e^{-\mu d} = 1,56 \cdot 10^{-5} \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een 100 dagen oude Se-75 bron.

In totaal wordt 500 uur ( $15000 \times 2 / 60$ ) met een Se-75 bron gestraald, dus dosisbijdrage is  $500 \cdot 1,56 \cdot 10^{-5} = 0,0078 \mu\text{Sv/j}$ .

Voor de Ir-192 bron zijn voor punt B de waarden voor de  $\mu d = 18$  en  $B = 90$ .

$D_{\max, \text{Ir192}} = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot B \cdot e^{-\mu d} = 0,0063 \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een Ir-192 bron.

De halveringstijd voor Ir-192 is 73,83 dagen en deze bronnen worden bij Mistras na ongeveer 300 dagen vervangen. In deze periode vervalt de bron van 1,85 TBq tot een restactiviteit van circa 0,1 TBq. Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 0,72 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100d \text{ Ir192}} = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot B \cdot e^{-\mu d} = 0,0025 \mu\text{Sv/uur}$  t.g.v. werkzaamheden met een 100 dagen oude Ir-192 bron.

In totaal wordt er 200 uur ( $6000 \times 2 / 60$ ) met de Ir-192 bron gewerkt, dus de dosisbijdrage is  $200 \cdot 0,0025 = 0,5 \mu\text{Sv/j}$ .

Tijdens de werkzaamheden voor en na zal de broncontainer nog geruime tijd in de bunker aanwezig zijn.

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t$  kan het dosistempo per jaar op een afstand  $r$  van een bron met de afschermende container berekend worden.

De broncontainer van de Se-75 bron geeft een dosistempo van 13,5  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$  op 1 m afstand gedurende 450 uur (150 dagen  $\times$  180/60).

De factor  $B \cdot e^{-\mu d}$  staat voor de transmissie met Buildup voor beton. Voor de situatie in de bunker, waarbij een bron op minimaal [REDACTED] m afstand van de terreingrens in punt C geplaatst wordt, resulteert dit in een dosistempo op de erfrens in punt C in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\text{max, Se75}} = \frac{[REDACTED]}{[REDACTED]} = 5 \cdot 10^{-7} \mu\text{Sv}/\text{jaar}$  bij een Se-75 bron.

Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 2,7 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen). Dit resulteert in een dosistempo op de erfrens in geval van een 100 dagen oude bron van maximaal:

$D_{100\text{d, Se75}} = \frac{[REDACTED]}{[REDACTED]} = 3,6 \cdot 10^{-7} \mu\text{Sv}/\text{jaar}$  bij een 100 dagen oude Se-75 bron.

De broncontainer van de Ir-192 bron geeft een dosistempo van 16  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$  op 1 m afstand gedurende 180 uur (60 dagen  $\times$  180/60).

$D_{\text{max, Ir192}} = \frac{[REDACTED]}{[REDACTED]} = 7 \cdot 10^{-5} \mu\text{Sv}/\text{jaar}$  bij een Ir-192 bron.

Als conservatief uitgangspunt voor de terreingrensberekeningen is een activiteit van 0,72 TBq genomen (bereikt na circa 100 dagen).

$D_{100\text{d, Ir192}} = \frac{[REDACTED]}{[REDACTED]} = 2,7 \cdot 10^{-5} \mu\text{Sv}/\text{jaar}$  bij een 100 dagen oude Ir-192 bron.

Het dosistempo aan de buitenzijde van de bunker zal voor het röntgentoestel niet meer dan 10  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$  bedragen. Punt C is hier [REDACTED] van verwijderd. Hiervan uitgaande zal op punt B de dosisbijdrage een factor [REDACTED] kleiner worden ofwel [REDACTED] 0,82  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ .

De bijdrage vanuit de bronnenopslag op punt C is berekend bij het uitgangspunt dat alle bronnen het gehele jaar in de bronnenopslag aanwezig zijn. De bronnenopslag bevindt zich op een afstand van [REDACTED] van de terreingrens in punt B. Er bevinden zich maximaal 10 stuks  $^{75}\text{Se}$  en 10 stuks  $^{192}\text{Ir}$  bronnen in de opslag.

De opslag is in een betonnen put op 0,9 m minus peil. De bronnen staan zo ver mogelijk tegen de 'achterwand' [REDACTED] t en [REDACTED]. Aangenomen wordt dat het dosistempo op 1,5 m boven peil (bovenkant afgewerkte vloer van de hal) bepalend is. Deze hoogte is gekozen als de kwetsbare zone waarin lopende of staande mensen aan de terreingrens kunnen verblijven. Naast de afscherming van de broncontainer wordt afscherming bereikt met de betonvloer van de hal die 300

mm dik is. De hoek vanuit de bron naar punt C is [redacted] 34°. De straling raakt de putwand 28 cm onder het maaiveld. De weglengte die de straling in punt C door de beton aflegt 52 cm vloer, + 0,18 m door de wand van de kelderbak en 0,18 m door de zijwand van de hal. Totaal 88 cm.  $\mu d = 23$  (280 keV – <sup>75</sup>Se). Bij  $\mu d = 23$  is bij 280 keV de buildup  $B = 276$ .

Met de formule  $D = \frac{\Gamma \cdot A}{r^2} \cdot T_{\text{container}} \cdot B \cdot e^{-\mu d} \cdot t$  kan het dosistempo per jaar op een afstand  $r$  van een bron met de afschermdende container berekend worden. De factor  $B \cdot e^{-\mu d}$  staat voor de transmissie met buildup voor beton. Voor de situatie in de bronnenopslag, waarbij een bron op minimaal [redacted] afstand van de terreingrens geplaatst wordt, resulteert dit in een dosistempo op de erfgrrens in geval van een nieuwe bron van maximaal:

$D_{\text{max, Se75}} =$  [redacted] = 0,0028  $\mu\text{Sv/jaar}$  bij opslag van 10 Se-75 bronnen.

De broncontainer van de Ir-192 bron geeft een dosistempo van 16  $\mu\text{Sv/uur}$  op 1 m afstand gedurende  $365,25 \times 24 = 8766$  uur.  $\mu d$  [redacted] = 16,7. Bij  $\mu d = 16,7$  is bij 600 keV de buildup  $B = 78$ .

$D_{\text{max, Ir192}} =$  [redacted] = 0,50  $\mu\text{Sv/jaar}$  bij opslag van 10 Ir-192 bronnen.

Hoewel het zelden zal voorkomen is voor de terreingrensberekeningen voor de opslag uitgegaan van allemaal nieuwe bronnen die het gehele jaar de maximale activiteit behouden. De bijdrage vanuit de opslag is hiermee overschat en als conservatief resultaat meegenomen.

Tabel 2.6 Jaardosis op punt C

Handeling	Per dag ( $\mu\text{Sv}$ )	Aantal dagen	Jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ )
Bestraling			
- Se-75	0,0001	75	0,0078
- Ir-192	0,017	30	0,50
- Röntgen		150	0,82
Voor en na			
- Se-75	$4,8 \cdot 10^{-9}$	75	$3,6 \cdot 10^{-7}$
- Ir-192	$0,9 \cdot 10^{-6}$	30	$2,7 \cdot 10^{-5}$
Opslag			
- Se-75 –10 x		365,25	0,0028
- Ir-192 –10 x		365,25	0,50
<b>Totaal ID<sub>max,ext,C</sub></b>			<b>1,83</b>

#### 1.4 Samenvatting terreingrensdosis Mistras – Hofweg 15 - Spijkenisse

De locatielimiet is 100  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$  (Bijlage 10 ANVS verordening - Rekenregels Analyse Gevolgen Ioniserende Straling (AGIS)). De locatielimiet wordt op geen van de terreingrenzen overschreden.

Tabel 2.7 terreingrensdosis – jaardosis alle meetpunten

Terreingrens	Jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ )	< 40 $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ = SN
Punt A1 (voorzijde hal)	3,55	voldoet
Punt A2 (voorzijde hal deur)	0,64	voldoet
Punt B (zijgrens)	1,33	voldoet
Punt C (zijgrens t.p.v. bronnenopslag)	1,83	voldoet

Voor externe straling wordt uitgegaan van een toetsingsniveau dat overeenkomt met een jaarlijks omgevingsdosis-equivalent binnenshuis gelijk aan het secundair niveau  $\text{SN} = 10 \mu\text{Sv}/\text{jaar}$ . Om rekening te houden met de afscherming bij verblijf binnenshuis geldt  $H^*_{\text{SN}} = 4 * 10 \mu\text{Sv}/\text{jaar} = 40 \mu\text{Sv}/\text{jaar}$ .

##### Toetsing $H^*_{\text{max}}$ aan $H^*_{\text{SN}}$

Indien  $H^*_{\text{max}} / H^*_{\text{SN}} \leq 1$  wordt de externe straling geacht een externe blootstellingsdosis kleiner dan het SN te veroorzaken. Als aan deze voorwaarde wordt voldaan, kan de Nadere Analyse achterwege blijven.

**Controle:  $3,55/40 \leq 1$  voldoet. Nadere analyse blijft achterwege.**

De terreingrensberekeningen geven geen aanleiding tot het maken van een Nadere Analyse of opmerkingen. De ondernemer heeft de plicht op basis van het Bbs om het ALARA-beginsel in de praktijk door te voeren.

##### Conclusie:

Op alle berekende punten blijft de terreingrensdosis onder de grens van 40  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$  en daarmee onder het Secundair Niveau (SN).

#### 1.5 Terreingrensberekeningen op wisselende locaties in Nederland

##### Bestemmingsplan

Meestal vindt het onderzoek met de NDT plaats in een industriële omgeving, b.v. voor het controleren van pijpleidingen of tankopslag. Een enkele maal kan ook een onderzoek in een gebied met een woonbestemming worden uitgevoerd (b.v. inspectie van lassen in een gasleiding die in een woonwijk vernieuwd wordt).

*(Deel)handelingen en blootgestelde<sup>2</sup> personen per jaar (prognose 2023)*

Tabel 2.8: Aantallen handelingen per werkploeg en blootgestelde personen

(Deel)handeling	Aantal	Werkploeg	Halmedewerkers	Kantoorpersoneel	Derden
<b>Willekeurige locatie in Nederland</b>					
Bestralingen					
- Se-75	█	2	n.v.t.	n.v.t.	< 100
- Ir-192	█	2	n.v.t.	n.v.t.	< 100
- Röntgen	█	2	n.v.t.	n.v.t.	< 100
Voor en na <sup>3</sup>	█	2	n.v.t.	n.v.t.	< 100
<b>Willekeurige locatie op het Nederlandse deel van het continentaal plat</b>					
Bestralingen					
- Se-75	█	2	n.v.t.	n.v.t.	< 100
- Ir-192	█	2	n.v.t.	n.v.t.	< 100
- Röntgen	█	2	n.v.t.	n.v.t.	< 100
Voor en na <sup>3</sup>	█	2	n.v.t.	n.v.t.	< 100

<sup>2</sup> Hier wordt met 'blootgesteld' bedoeld 'mogelijk aan bestraling onderworpen'

<sup>3</sup> Hieronder wordt verstaan het transporteren van de opslag- c.q. vervoersfaciliteit naar de bestralingspositie

### *Belastingpaden*

Het enige belastingspad is externe straling, hetzij t.g.v. een bron, hetzij t.g.v. een toestel.

De dosisbijdragen zijn het gevolg van:

- Bestralingen
- In- en uitdraaipieken
- Handelingen voor en na het bestralen

### *Bepaling terreingrens*

Op wisselende locaties in Nederland is (meestal) geen bunker of een andere voor ioniserende straling adequate afscherming beschikbaar en dient een afzetting gecreëerd te worden. Indien mogelijk wordt die op 5 µSv/uur aangebracht, maar dit kan ook wel eens 10 of zelfs 40 µSv/uur zijn. Hiervoor wordt een verdeling van 60%, 30% en 10% gehanteerd. Met deze verdeling komt het gemiddelde dosistempo voor de afscherming op  $(0,6 \cdot 5 + 0,3 \cdot 10 + 0,1 \cdot 40) = 10$  µSv/uur.

Voor de berekeningen aan de terreingrens wordt uitgegaan van 10 µSv/uur over een periode van 4 uur per dag. Indien bij de voorbereiding van de opdracht blijkt dat de gegeven omstandigheden kunnen leiden tot een overschrijding van de dosistempi op de terreingrens, zal overlegd worden met de gemandateerde stralingsbeschermingsdeskundige van Radiatco bv en eventueel de inspectie van de ANVS om de dosistempi te beperken.

Controle op basis van worst-case situatie Se-75:

Afzetting: minimaal op 25 meter van de bron in de broncontainer

Werktijd op locatie max 4 uur = 240 minuten:

60 foto's x 2 minuut = 120 minuten

Wolfram collimator  $r = 2,0 \text{ cm} - \rho = 19,3 \text{ g/cm}^3 \mu_{400\text{keV}} = 0,193 \cdot 19,3 = 3,72$

$B_{\text{tungsten}} = 2,32$  (400 keV) (ref. D.K. Trubey – New Gammaray Exposure Buildup factor data tabel 3 p39)

$$D_{(d)} = B \cdot D_{(o)} \cdot e^{-\mu d} = 2,32 * \frac{0,072 \cdot 3,7 \cdot 10^6}{25^2} * e^{-14,88} = 0,341 \text{ nSv/uur}$$

In- en uitdraaipeiken =  $60 \times 2 \times 3 \text{ seconden} = 6 \text{ minuten}$

$$D_{\text{max, Se75}} = \frac{0,072 \cdot 3,7 \cdot 10^6}{25^2} = 426 \mu\text{Sv/uur (onafgeschermd)}$$

Dosistempo broncontainer op 1 m =  $13,5 \mu\text{Sv/uur}$

Werkzaamheden voor en na op locatie met bron in broncontainer = 120 minuten

Berekeningsresultaten opgenomen in tabel 2.9.

Controle op basis van worst-case situatie Ir-192:

Afzetting: minimaal op 25 meter van de bron in de broncontainer

Werktijd op locatie max 4 uur = 240 minuten:

60 foto's x 2 minuut = 120 minuten

Wolfram collimator  $r = 2,5 \text{ cm} - \rho = 19,3 \text{ g/cm}^3 \mu = 0,1903 \cdot 19,3 = 3,67$

$B_{\text{tungsten}} = 4,17$  (600 keV)

(ref. D.K. Trubey – New Gammaray Exposure Buildup factor data tabel 3 p39)

$$D_{(d)} = B \cdot D_{(o)} \cdot e^{-\mu d} = 4,17 * \frac{0,14 \cdot 1,85 \cdot 10^6}{25^2} * e^{-18,35} = 0,019 \text{ nSv/uur}$$

In- en uitdraaipeiken =  $60 \times 2 \times 3 \text{ seconden} = 6 \text{ minuten}$

$$D_{\text{max, Ir192}} = \frac{0,14 \cdot 1,85 \cdot 10^6}{25^2} = 414 \mu\text{Sv/uur (onafgeschermd)}$$

Dosistempo broncontainer op 1 m =  $16 \mu\text{Sv/uur}$

Werkzaamheden voor en na op locatie met bron in broncontainer = 120 minuten

Berekeningsresultaten opgenomen in tabel 2.9.

Tabel 2.9: Dosisbelasting op (terrein)grens bij afzetting op 25 m per dag

Handeling	Per dag Se -75 ( $\mu\text{Sv}$ )	Per dag Ir- 192 ( $\mu\text{Sv}$ )	Aantal minuten
Bestraling	0,00068	0,000038	120
Voor en na $r > 25 \text{ m}$	0,043	0,051	120
In- en uitdraaien bron	42,60	41,40	6
Transport	n.v.t.	n.v.t.	180
Opslag	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<b>Totaal</b>	<b>42,64</b>	<b>41,41</b>	

Bij 60 foto's per dag van 2 minuut en In- en uitdraaipeiken van  $2 \times 3 \text{ seconden}$  per foto zal maximaal gedurende de dag de dosis van  $42,64 \mu\text{Sv}$  aan de grens van de afzetting bestaan. Dit is hier dan de  $ID_{\text{ext}}$  waarmee gerekend wordt. Let

wel hierin is (kortdurende) in- en uitdraai piek volledig meegerekend op basis van een nieuwe bron met de maximaal vergunde activiteit.

De MID wordt dan  $ID_{\text{ext}} * WC = 42,64 * 0,25 = 10,67 \mu\text{Sv/jaar}$ . Dit is ongeveer het Secundair Niveau.

Als het NDO plaats vindt in een industriële omgeving geldt een ABC factor van 0,2. Met een  $ID_{\text{ext}}$  van  $42,64 \mu\text{Sv/dag}$  komt de AID op  $42,64 * 0,2 = 8,5 \mu\text{Sv/dag}$ .

In de opdrachten portefeuille van Mistras worden NDO inspecties bij industriële opdrachtgevers meestal in één of enkele dagen op dezelfde installatie of plek op het terrein uitgevoerd. In zeer uitzonderlijke gevallen kan een opdracht tot 10 werkdagen op dezelfde installatie of plek op het terrein worden uitgevoerd.

Op basis van de bovenstaande gegevens komt de AID dosis bij een opdracht van 10 werkdagen op  $10 * 8,5 = 85 \mu\text{Sv}$ .

Niet altijd is met zekerheid te stellen dat de werkzaamheden in een industriële omgeving plaatsvinden. Soms grenst een onderzoekslocatie aan een gebied waar woondoeleinden zijn toegestaan of vindt het onderzoek plaats in het gebied waar bewoning mogelijk is. In dat geval is de AID gelijk aan de MID.

(Artikel 6.5.3 van Bijlage 10 van de ANVS Verordening: Indien er sprake is van bewoning of, gezien het bestemmingsplan, bewoning mogelijk is, is AID gelijk aan MID)

In deze situatie komt met bovenstaande gegevens de AID = MID dosis bij een opdracht van 10 werkdagen op  $10 * 8,5 = 85 \mu\text{Sv}$ .

Dit blijft ruim onder de gevraagde locatielimiet van  $100 \mu\text{Sv/jaar}$ .

Hierbij moet nog aangetekend worden dat in de meeste situaties de afstand tot de terreingrens meer is dan de 25 m grens van de afzetting waarmee de berekeningen zijn gemaakt. Als de afstand tot de terreingrens 40 meter is wordt de AID  $42,64 * 0,2 * (25^2/40^2) = 3,3 \mu\text{Sv/dag}$ .

Een aantal opdrachtgevers hebben omvangrijke installaties die een groot bedrijfsterrein beslaan. Opdrachten betreffen vaak inspecties op meerdere plaatsen (tanks, leidingen, installaties) op het bedrijfsterrein. De afgebakende inspecties aan een tank, leidingen en/of installaties worden voor de dosis op de terreingrens als afzonderlijke (deel)opdracht gezien.

#### ALARA maatregelen bij werkzaamheden op wisselende locaties:

- De grens voor de afzetting bepalen op een zo laag mogelijke terreingrensdosis
- Verkorten uitvoeringstijd
- Collimator toepassen met een zo groot mogelijke diameter geschikt voor de betreffende toepassing;
- De werkzaamheden zoveel mogelijk uitvoeren op tijden dat zo min mogelijk werknemers aanwezig zijn en leden van de bevolking zoveel mogelijk beschermd zijn tegen exposie;

- Vooraf wordt bepaald welk type bron of toestel wordt ingezet om de dosistempi voor de werknemers en voor de leden van de bevolking zoveel als mogelijk te beperken;
- De gegevens van eerder uitgevoerde handelingen op een locatie – geadmistreerd volgens art. 121 Besluit Stralingsbescherming – worden betrokken bij de werkvoorbereiding van nieuwe opdrachten.

De planner/werkvoorbereider houdt hiermee rekening bij het inplannen van de opdrachten.

Checklist voorbereiding en uitvoering wisselende locaties ivm reductie stralingsbelasting

#### Werkvoorbereider

1. Bepalen van de omvang van de opdracht
  - Raadplegen eerder uitgevoerde opdrachten voor dezelfde locatie
2. In kaart brengen van de onderzoeklocatie
  - Positie t.o.v. terreingrens
  - Positie t.o.v. werkplekken medewerkers (vaste & tijdelijke werkplekken)
  - Eventueel aanwezige afscherming
3. Selectie van bron en/of toestel
  - Bepalen van de richting van de bestraling
4. Berekening van de positie van de afzetting
  - Beperken van de toegangen tot de onderzoeklocatie
  - Bepalen van de tijdsperiode van de handelingen
5. Toepassen van mogelijke ALARA Maatregelen
  - Vergroten van de afstand afzetting
  - Verkorten van de uitvoeringstijd
  - Gunstiger tijdsperiode van de handelingen (avond/nacht/weekend)
6. Doorspreken opdracht met uitvoeringsteam

#### Uitvoeringsteam

7. Controle inzet benodigde materialen en meetinstrumenten
8. Bezetting werkploeg minimaal 2 personen
9. Realiseren van de minimaal berekende afzetting
  - Controle op werkplekken medewerkers vast/tijdelijk/incidenteel bv hijswerk
  - Controle op beperking toegangen tot onderzoeklocatie
  - Benutten tijdelijke afscherming
  - Aanbrengen alarmering
  - Fysieke controle op betreding onderzoeklocatie
10. Uitvoeren opdracht
11. Administreren afwijkingen/aandachtspunten

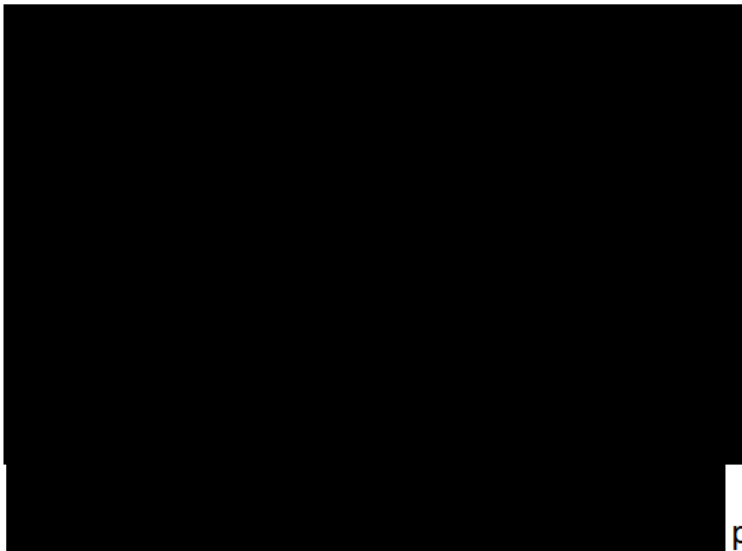
### *1.6 Verzoek locatielimiet 100 $\mu$ Sv/jaar*

De aanvrager verzoekt het bevoegd gezag voor het uitvoeren van NDO op de locatie Hofweg 15 – 3208 LE Spijkenisse en op wisselende locaties een locatielimiet van maximaal 100  $\mu$ Sv/jaar te vergunnen. Dit omdat niet uitgesloten

is dat voor sommige opdrachten in uitzonderlijke situaties als gevolg van de bijdrage van de in- en uitdraai pieken van de bronnen een overschrijding van het secundair niveau van 10  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$  niet uitgesloten is.

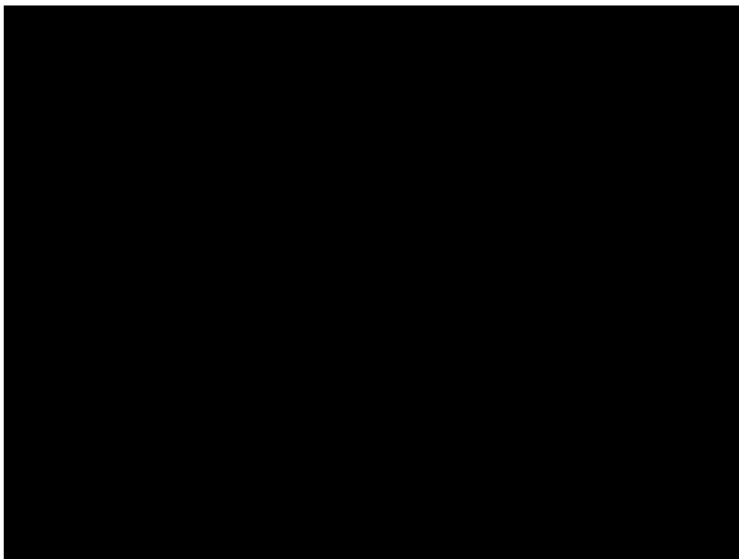
## 2. Analyse verstrooide straling op locatie Mistras Spijkenisse

De werkzaamheden in de stralingsbunker worden uitgevoerd door de blootgestelde werknemers. Op het moment dat de foto's gemaakt worden zijn er geen werknemers in de stralingsbunker aanwezig. De personen toegang van de bunker vindt plaats via het portaal (=half labrynt) dat door een naar buiten draaiende deur is afgesloten. Deze deur is voorzien van een elektrische sluitplaat die vergrendeld wordt als de bewegingsdetector in de hal geen beweging meer waarneemt.



plafond met bewegingsmelder

Tegelijk worden de rode waarschuwinglampen ingeschakeld. Pas na de vergrendeling kan vanaf de bedieningslessenaar buiten de bunker de röntgenbuis worden ingeschakeld.

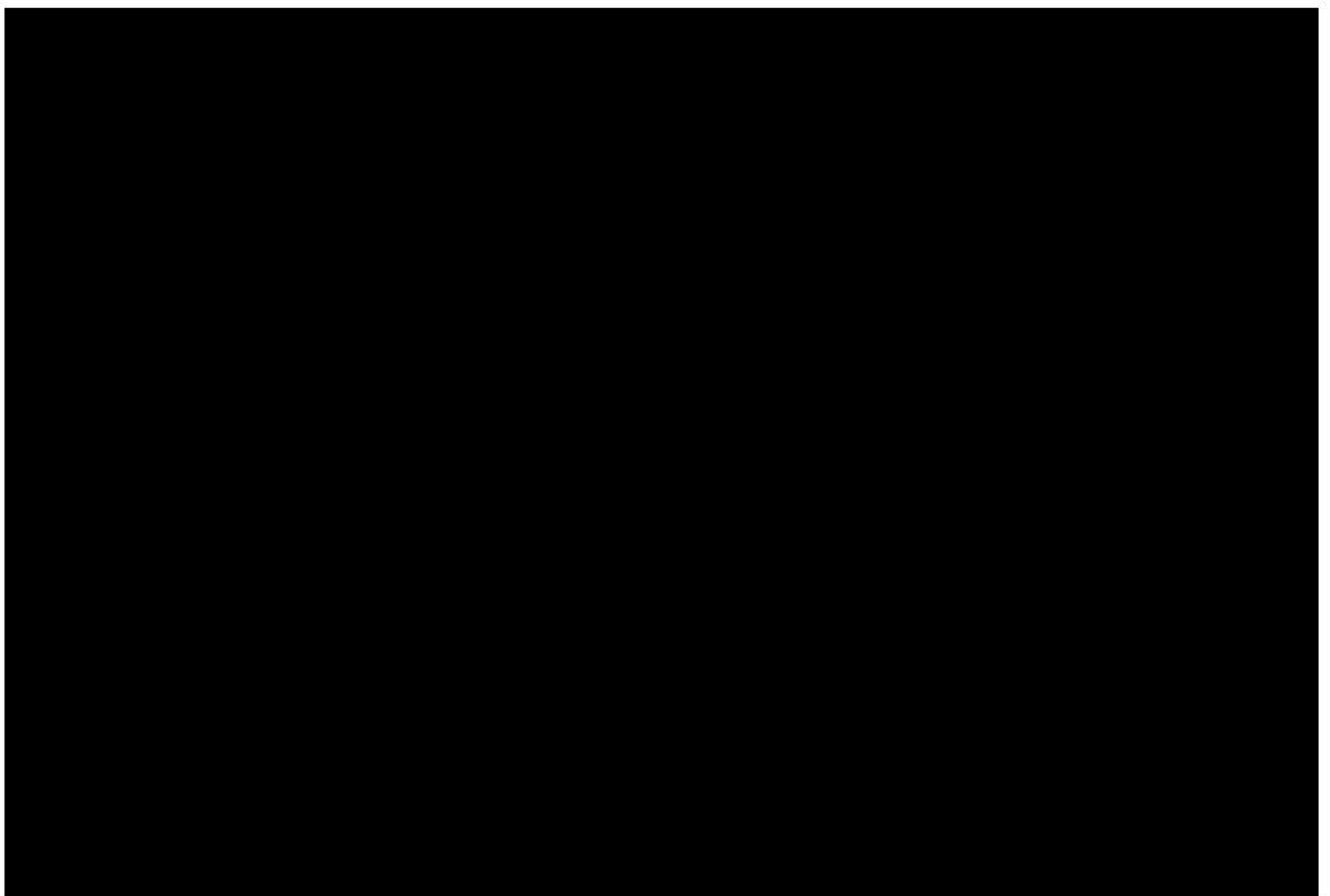


bedieningslessenaar richting labrynt

|

Als het röntgenapparaat ingeschakeld is, of de bron uitgedraaid in positie is gebracht, zal in de bunker een hoeveelheid stroostraling (als gevolg van het Compton effect resp. paarvorming) ontstaan die voor de dosesberekeningen buiten de bunker middels de Build-up factor in rekening is gebracht. De bekabeling voor het röntgentoestel en de afstandsbediening voor de bron worden door de vloergoot gevoerd naar de bedieningslessenaar.

Het is niet uitgesloten dat in een uitzonderlijke situatie (als de opstelling van het röntgenapparaat in een zeer ongunstige positie staat en niet functioneel is) er onbedoeld het apparaat ingeschakeld wordt en in de opening van het labirint straalt op de betonwand. In dat geval zal er in het labirint verstrooide straling voorkomen.



Voor de analyse is het van belang het dosistempo van de verstrooide straling te berekenen. Hiervoor geldt de volgende formule:

$$H^*(10, g_s) = (H^*(10,r) \cdot F_s \cdot \alpha \cdot A) / (r^2 \cdot g_s^2) \quad (\text{DOVIS 5.2})$$

met

$H^*(10,r)$  = dosistempo op afstand  $r$  van het toestel

$F_s$  = transmissie x Build-up factor van de wand waarop de verstrooide straling invalt.

$\alpha$  = verstrooiingscoëfficiënt per m<sup>2</sup> verstrooiend oppervlak afhankelijk van de energie van de invallende bundel en de strooihoek en het materiaal waarop de bundel invalt.

Het oppervlak van de opening naar het labrynt is in worst case situatie

$$A = \blacksquare = 3,2 \text{ m}^2$$

Stel dat in de worst case situatie het toestel 4 meter verwijderd is van de betonmuur in het labrynt. Met een bundelopening van het röntgenapparaat van  $60 \times 40^\circ$  en het apparaat liggend op ongeveer 2,0 m hoogte geeft bij een hoek  $60^\circ$   $\blacksquare$

De energie van de invallende bundel stroostraling is zachter dan de primaire bundel. De energie kan bepaald worden met  $1/E_s = 1/E + 1/E_e \cdot (1 - \cos \theta)$

met  $E_e = 0,511 \text{ MeV}$  en een strooihoek van  $90^\circ$  wordt dit bij  $E = 0,3 \text{ MeV}$ :

$$1/E_s = 1/0,3 + 1/0,511 \quad (\cos 90^\circ = 0) = 5,29 \text{ waaruit } E_s = 0,189 \text{ MeV.}$$

Het dosistempo  $\blacksquare$  van het toestel is met gebruik van bijlage 1a (blz. 15) bij 300 kV en 0 cm beton  $20,9 \text{ mGy} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2$  op 1 m bij 3 mA (900 W) dus  $62,7 \text{ mGy} \cdot \text{min}^{-1}$  op 1 m of bij  $\blacksquare$  en  $1 \text{ mGy} \approx 1 \text{ mSv} = 3,92 \text{ mSv/min} = 235 \text{ mSv/h}$ .

De deur die het labrynt afsluit bezit nauwelijks afschermdende werking (multiplex) =  $F_s = 1$

De afstand van het midden van de invallende bundel naar de buitenzijde van de deur is  $\blacksquare$  2,0 m.

De verstrooiing coëfficiënt  $\alpha =$  volgens figuur 11.3. (Bos et all. Uit ICRP 21) bij 200 keV en  $90^\circ = 0,035 \%$  per  $100 \text{ cm}^2$  (tabel 19 p. 29 -ICRP 21 - 0,14% bij  $400 \text{ cm}^2$ )

Het dosistempo voor de verstrooide straling wordt dan:

$$H^*(10, g_s) = \blacksquare = 411,25 \text{ } \mu\text{Sv/h}$$

Echter de röntgenbuis zal in deze zeer ongebruikelijke positie hoogstens 1 x per 2 dagen 1 x 2 minuten gebruikt worden. Hierdoor reduceert het aandeel van de verstrooide straling naar  $411,25/2 \cdot 30 = 6,85 \text{ } \mu\text{Sv/dag}$  direct achter (voor) de deur.

De bedieningstafel bevindt zich op minstens 2,5 m van de deur. De dosis op deze plek wordt dan  $6,85/(2,5)^2 = 1,1 \text{ } \mu\text{Sv/dag}$

De terreingrens aan de achterzijde van het gebouw bevindt zich op  $\blacksquare$  van de deur. Met 200 dagen bestraling is op deze terreingrens (punt D) de extra bijdrage  $\blacksquare = 9,5 \text{ } \mu\text{Sv/jaar}$ .

### 3. Noodzaak tot actualisering

Conform art. 2.1 lid 3 van de Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018 zal tegelijk met een actualisering of herziening van de risico-inventarisatie en -evaluatie zo dikwijls als de daarmee opgedane ervaring, gewijzigde werkmethoden of -omstandigheden of stand van de wetenschap en professionele dienstverlening daartoe aanleiding geven en tenminste eenmaal per vijf jaar ook de terreingrensberekening worden herzien. Deze terreingrensberekening moet dus uiterlijk in april 2028 herzien worden.

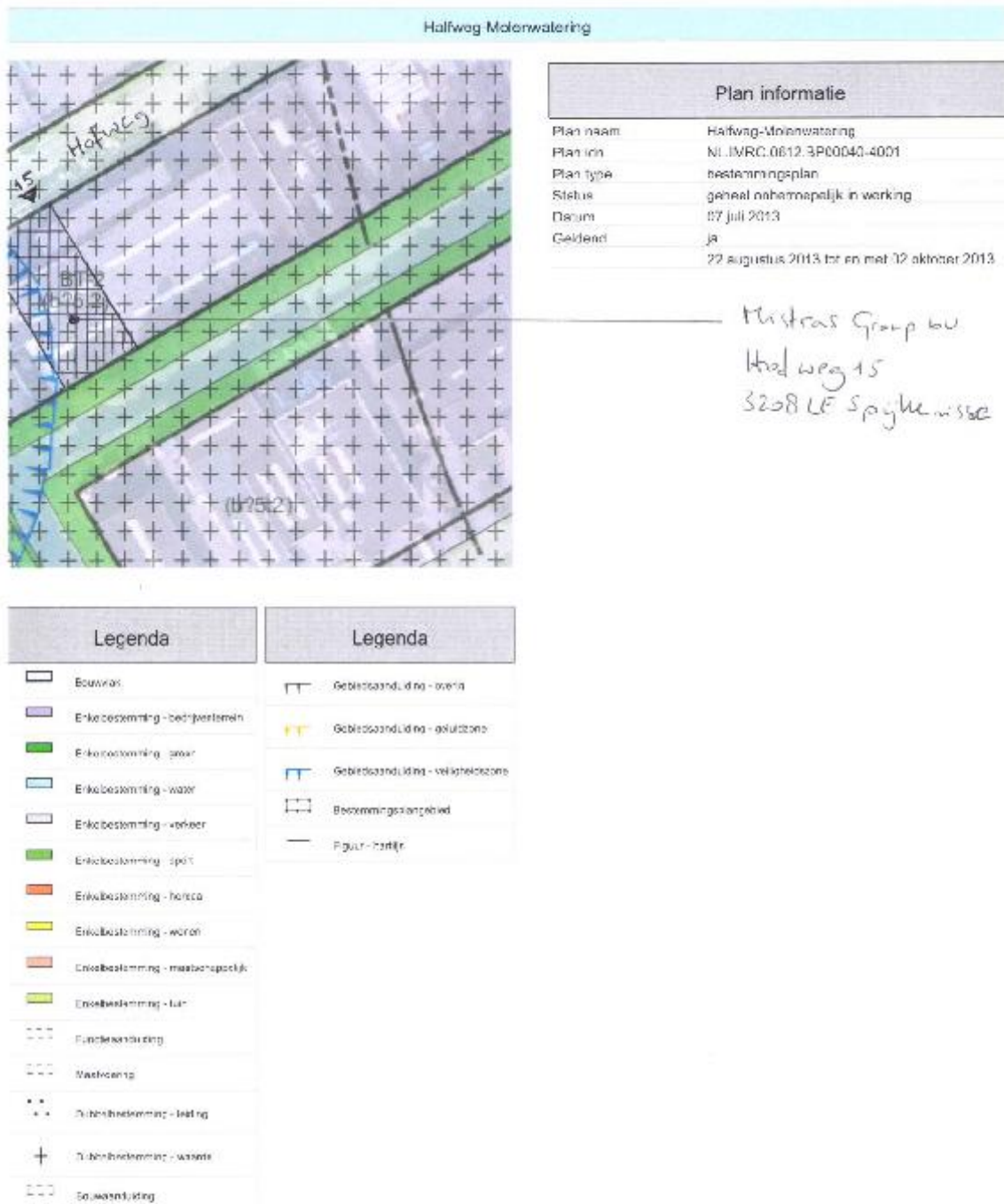
*Bijlage 1 Mistras Group B.V. - Hofweg 15 – Spijkenisse*



## Bijlage 2a Bestemmingsplankaart

Publiceer gerevisieerd op: 12 nov 2015 om 11:45

Bijlage 2a blad 1



**Halfweg-Molenwatering**


















**Plan informatie**






Plan naam	Halfweg-Molenwatering
Plan icoon	NL.IMRC.0612.3P00040-4001
Plan type	bestemmingsplan
Status	geheel onherroepelijk in werking
Datum	07 juli 2013
Geldend	ja
	22 augustus 2013 tot en met 02 oktober 2013

*Mistras Group bv*  
*Hofweg 15*  
*3208 LE Spijkernisse*

**Legenda**

-  Bouwnet
-  Enkeelbestemming - best.parkieren
-  Enkeelbestemming - oever
-  Enkeelbestemming - water
-  Enkeelbestemming - verkeer
-  Enkeelbestemming - sport
-  Enkeelbestemming - horeca
-  Enkeelbestemming - wonen
-  Enkeelbestemming - maatschappelijk
-  Enkeelbestemming - cultuur
-  Functioneering
-  Mastwaaiing
-  Dubbelbestemming - leiding
-  Dubbelbestemming - waarde
-  Bouwelement

**Legenda**

-  Gefleecedoel. straat - oever
-  Gefleecedoel. straat - parkieren
-  Gefleecedoel. straat - veiligheidscorridor
-  Bestemmingsgebied
-  Figuur - herlijp

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]