

RIVM rapport 861020006/2004

Detectie van radioactief schroot met poortdetectoren

Verslag van een ringonderzoek

RO Blaauboer, RMW Overwater

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Stoffen, Afvalstoffen en Straling van het Ministerie van VROM en is uitgevoerd onder projectnummer 861020, project 'Beleidsondersteuning Straling (BEST)', mijlpaal 'diverse ondersteuning'

RIVM, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven, telefoon: 030 - 274 91 11; fax: 030 - 274 29 71

Abstract

There are various ways radioactivity can be taken up in a shipment of scrap metal. Sources may be artificial or may originate in the oil and gas extraction industry, for example, tubing containing deposits of naturally radioactive materials. It is undesirable for these sources to end up in a smelter or blast-furnace and be mixed with clean material in some new ironwork.

Apart from the fact that scrap metal dealers themselves do not like to encounter radioactivity in their scrap, the government has made it mandatory (starting in 2003) for a number of the larger scrap metal dealers (depending on turnover) to examine incoming shipments. If scrap is delivered by truck this inspection is usually carried out using gate monitors. The truck drives slowly through a corridor equipped with several detectors. If activity is detected an alarm goes off.

To get a better overview of the gate monitors installed, and to check whether they comply with certain minimal requirements set down in statutory regulations, an intercomparison campaign, commissioned by the Dutch government, was carried out in the summer of 2003. Of the 32 gate monitors involved, 7 did not meet the requirements on dose rate measurements set down in the regulations. This is probably due to poor tuning of the monitoring equipment. Eleven gate monitors turned out to have a wider corridor than the 4.5 m set down in the regulations as a maximum. Nevertheless, 8 of these 'wider' gates did meet the minimal measurement requirements on dose rate.

Voorwoord

Dit RIVM rapport beschrijft weliswaar het volledige ringonderzoek aan poortdetectoren, zoals dat in de zomer van 2003 is uitgevoerd, maar het zou onjuist zijn om hier niet de belangrijke inzet van de Röntgen Technische Dienst (RTD) apart te noemen. Met een vrachtwagen van Betrants, met de gebroeders Beentjes als chauffeurs, heeft de RTD een groot aantal bedrijven in Nederland bezocht en is iedere poortdetector tot soms vele tientallen malen getest. Dank daarvoor aan de heren Van Dongen, Van Veen, Janssen en Van Sonsbeek. De grote hoeveelheid gedetailleerde informatie die hun onderzoek opleverde, heeft uiteindelijk tot dit rapport geleid.

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doel van het onderzoek	7
1.3 De context van het onderzoek	7
1.4 Indeling van het rapport	7
2 Instrumenten en meetprocedure	8
2.1 De onderzoeksprocedure	8
2.2 De toegepaste testbronnen	9
2.3 De meetrapportage	11
3 Het ringonderzoek	12
3.1 De verschillende poortdetectorsystemen	12
3.2 De deelnemende bedrijven	14
3.3 Meetresultaten	14
4 Analyse van resultaten	18
4.1 Invloed achtergrondstraling	18
4.2 Invloed weer	18
4.3 Type detector	18
4.4 Poortbreedte	19
4.5 Rijsnelheid	20
4.6 Toegepaste bronnen	20
5 Conclusies en aanbevelingen	21
5.1 Conclusies uit het onderzoek	21
5.1.1 <i>Algemeen</i>	21
5.1.2 <i>Specifiek</i>	21
5.2 Aanbevelingen	22
5.2.1 <i>Algemeen</i>	22
5.2.2 <i>Aanbevelingen voor gebruik poortdetectoren</i>	22
5.2.3 <i>Aanbevelingen voor nieuw onderzoek</i>	23
Referenties	24
Bijlage 1 Verzendlijst	25
Bijlage 2 Toegepaste checklist	26
Bijlage 3 Typen poortdetectoren in het onderzoek	29
Bijlage 4 Deelnemende bedrijven	30

Samenvatting

Er zijn diverse mogelijkheden waardoor radioactief materiaal in een partij schroot terecht kan komen. Het kan dan gaan om kunstmatige bronnen of bijvoorbeeld om ijzeren pijpen uit de olie- en gaswinning waarin zich een laag natuurlijke radioactiviteit heeft afgezet. In alle gevallen is het gewenst dat deze bronnen niet in een smelterij of hoogoven worden gemengd met 'schoon' materiaal bij de productie van nieuwe ijzerproducten.

Afgezien van het feit dat schroothandelaren ook zelf liever geen radioactiviteit in hun schroot hebben, wordt het voor een aantal grotere bedrijven (bij overschrijding van een bepaalde omzet) door de rijksoverheid vanaf 2003 verplicht gesteld dat zij hierop controleren. Bij de aanvoer van schroot per vrachtwagen vindt dergelijk onderzoek veelal plaats met zogenaamde poortdetectoren. De vrachtwagen rijdt hierbij langzaam tussen een aantal detectoren door. Indien activiteit wordt gedetecteerd, wordt gealarmeerd.

Om een beter beeld te verkrijgen van de poortdetectoren zoals die worden toegepast en om te zien of ze aan door de overheid in een Regeling gestelde minimumeisen voldoen, is een ringonderzoek uitgevoerd in de zomer van 2003. Bij dit onderzoek aan een 32-tal poorten bleek een zevental niet te voldoen aan het minimaal te meten dosistempo. Waarschijnlijk is een slechte afregeling hiervan de oorzaak. Bij elf van de poortdetectoren bleek de breedte tussen de detectoren groter dan de in de Regeling opgenomen 4,5 m. Overigens voldeden acht van deze 'brede' poorten wel aan de eis betreffende het dosistempo.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De laatste jaren komt het met enige regelmaat voor dat radioactief materiaal opdrukt in ladingen schroot. Om te voorkomen dat dit met het ijzer of andere metaal wordt omgesmolten en in nieuwe producten terecht komt en ter voorkoming van risico's voor werknemers, moet het schroot op radioactiviteit worden onderzocht. Dit gebeurt veelal met zogenaamde poortdetectoren.

Er zijn diverse mogelijkheden waardoor radioactief materiaal in een partij schroot terecht kan komen. Het kan dan gaan om kunstmatige bronnen of bijvoorbeeld om RVS (roestvast staal) pijpen uit de olie- en gaswinning waarin zich een laag natuurlijke radioactiviteit heeft afgezet. Vooral de laatste jaren, sinds de val van het ijzeren gordijn, wordt ook radioactief materiaal aangetroffen in importstromen van schroot. In de voormalige Sovjet Unie zijn veel in onbruik geraakte radioactieve bronnen op onjuiste wijze afgevoerd of gestort op afvaldumps. Materialen waarvan men in eerste instantie niet heeft beseft dat deze radioactief zijn, kunnen dan eenvoudig voor schroot worden aangezien en als zodanig worden verhandeld. In alle gevallen is het gewenst dat deze bronnen niet in een smelterij of hoogoven worden gemengd met 'schoon' materiaal bij de productie van nieuwe ijzerproducten. Er zijn diverse gevallen bekend waar dit toch is gebeurd. Dit heeft geleid tot radioactieve tafelpoten in een hamburgerrestaurant (VS) en afbraak van flatgebouwen in verband met radioactief betonijzer in de constructie (Taiwan). Ook in Zuid-Spanje is in 1998 nog een aanzienlijke hoeveelheid ^{137}Cs in een smelterij terechtgekomen. Minieme concentraties in de atmosfeer zijn toen in grote delen van Europa gedetecteerd [1].

In reactie op de diverse ontwikkelingen, ook de VROM Inspectie stelde namelijk een stijging vast in het aantal meldingen door schrootbedrijven van verhoogde stralingsniveaus in schroot [2, 3], heeft de overheid beleid voorgesteld. Dit beleid is sinds eind april 2003 van kracht [4] en wordt hierna kortweg de Regeling genoemd.

Uit eerder onderzoek door bijvoorbeeld de Röntgen Technische Dienst (RTD) is reeds gebleken dat poortdetectie voor het meten van schroot dat per as wordt vervoerd, dat wil zeggen per container via de weg of per spoor, het meest geschikt is. Een groot aantal van de beoogde schrootbedrijven (circa zeventig) beschikte eind 2000 reeds over een dergelijke poortdetector.

In de ministeriële regeling die bij het besluit hoort, worden nadere eisen aan ondermeer de gevoeligheid, reproduceerbaarheid en betrouwbaarheid van de detectieapparatuur gesteld. Enkele van deze eisen, voor zover van belang voor dit rapport, zijn:

- de horizontale afstand tussen de detectors van een poortdetector bedraagt niet meer dan 4,5 m;
- de poortdetector is zodanig ingericht en ingesteld, dat het meten van een verhoogd stralingsniveau wordt aangegeven door een akoestisch of visueel signaal;
- degene die de inrichting drijft, laat minimaal eenmaal per jaar de aanwezige poortdetectoren testen door een deskundig bedrijf op het voldoen aan het hiervoor genoemde voorschrift; daarbij dient een toename van het omgevingsdosis-equivalenttempo ter plaatse van een detector met $20 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$, veroorzaakt door een stilstaande onafgeschermd ^{60}Co bron, ertoe te leiden dat het akoestisch of visueel signaal wordt gegeven.

Omdat de meting met een poortdetector niet goedkoop is, is er door de overheid voor gekozen om voor de verplichting van een poortdetector een ondergrens te stellen aan de omzet in een kalenderjaar. In het Besluit detectie radioactief besmet schroot, dat aan de regeling ten grond-

slag ligt, zijn bedrijven die minder dan 100 ton roestvast staalschroot (RVS), 1000 ton aluminiumschroot en 20.000 ton ferroschroot omzetten in een kalenderjaar, vrijgesteld van de verplichtingen voortvloeiend uit het besluit en daarmee ook van de verplichtingen als gevolg van de Regeling.

1.2 Doel van het onderzoek

Omdat de detectoren veelal reeds aanwezig zijn bij de bedrijven, is er door de overheid voor gekozen om een testprotocol dan wel een set van minimum eisen voor poortdetectoren op te nemen in de regelgeving. In voorbereiding op de beleidsontwikkeling en ter ondersteuning daarvan is door het RIVM gekeken naar de mogelijkheden van normering voor de detectie van schroot en het eventueel vaststellen van een grens [5]. In vervolg daarop is tevens onderzocht hoe de inmiddels geplaatste poortdetectoren getest kunnen worden op hun mogelijkheid om radioactief materiaal in schroot te detecteren via een testprotocol [6]. Als vervolg hierop is een ringonderzoek uitgevoerd onder een dertigtal bedrijven, waarbij de representativiteit van de verschillende gehanteerde poortdetectiesystemen een belangrijk selectie criterium was.

Het belangrijkste doel van dit ringonderzoek was tweeledig:

- Het controleren of de poortdetector ter plaatse voldoet aan de eisen volgens de wet.
- Het verkrijgen van een (representatief) beeld van de prestaties van de verschillende detectiesystemen zoals die in Nederland reeds zijn opgesteld.

1.3 De context van het onderzoek

Omdat er nog geen norm is voor de toegepaste detectie-apparatuur zal het hier beschreven ringonderzoek niet direct iets zeggen over het al dan niet voldoen aan een dergelijke mogelijk nog te ontwikkelen norm. Het resultaat van het onderzoek zegt ook niet alles over welke bronnen in schroot nu wel of niet gedetecteerd kunnen worden. Dat is immers sterk afhankelijk van onder andere de afschermende werking van het al dan niet aanwezig schroot, de bronlocatie in het schroot, het type straling en de energie daarvan.

Wèl zullen de resultaten ervan een indruk geven van de operationaliteit en de onderlinge verschillen en relatieve gevoeligheid van de verschillende typen apparatuur. Welk stralingsniveau kan nog gedetecteerd worden?

1.4 Indeling van het rapport

In hoofdstuk 2 is een nadere beschrijving te vinden van de toegepaste procedure in het ringonderzoek. Daar is tevens informatie te vinden over de gebruikte bronnen, de vrachtwagen met meetopstelling en de gebruikte meetrapportage.

In hoofdstuk 3 komen de deelnemende bedrijven met hun verschillende poortdetector systemen aan bod en worden de resultaten van het ringonderzoek gepresenteerd. In hoofdstuk 4 worden deze resultaten nader geanalyseerd en in hoofdstuk 5 van conclusies en aanbevelingen voorzien. In diverse bijlagen is detailinformatie beschikbaar van onder andere deelnemende bedrijven en toegepaste poortdetectoren.

2 Instrumenten en meetprocedure

2.1 De onderzoeksprocedure

Voorafgaand aan het ringonderzoek is via de VROM Inspectie Zuid-West een brief gestuurd aan alle circa zeventig bedrijven waarvan bekend is dat zij een poort bezitten. In deze brief werd om een vrijwillige deelname in het ringonderzoek gevraagd in de zomerperiode van 2003. De zomer is een tijd die minder druk is voor de bedrijven, waardoor het onderzoek minder oponthoud veroorzaakt. Een groot aantal positieve reacties werd ontvangen en uiteindelijk werd het ringonderzoek georganiseerd bij 32 bedrijven of bedrijfslocaties verdeeld over het land. Belangrijk was hierbij een representatief beeld te krijgen van het opgestelde 'park' van poortdetectiesystemen. Zie hoofdstuk 3 voor een overzicht van deze bedrijven en systemen.

Voordat het ringonderzoek zelf werd opgestart, is op het RIVM-terrein getest welke bronnen gebruikt dienden te worden en hoe deze het best bevestigd konden worden in de container op de vrachtwagen (*Figuur 1* en *Figuur 2*). Tevens is een lijst opgesteld van aandachtspunten, een checklist (zie Bijlage 2), ten behoeve van het uitvoeren van het ringonderzoek, zodat het onderzoek zo glad mogelijk zou verlopen en ook zo vergelijkbaar mogelijk voor de verschillende bedrijven.



Figuur 1: Een van de twee vrachtwagens (zie inzet voor de andere) gebruikt voor het ringonderzoek. De toegepaste container was steeds dezelfde. Naast de container is op een statief de Reuter Stokes ionisatiekamer zichtbaar. Hiermee werd het dosistempo van de in de container geplaatste bronnen gemeten op een afstand van 230 cm.



Figuur 2: Achteraanzicht van de (geopende) container. In het midden is een statief geplaatst en met sjorbanden aan de container bevestigd. Op dit statief konden de verschillende testbronnen worden geplaatst (enkele daarvan zijn zichtbaar op de voorgrond).

Het ringonderzoek werd uitgevoerd door de Röntgen Technische Dienst (RTD). In alle gevallen waren bij een onderzoek de vrachtwagenchauffeur (van Betrans) en een medewerker van de RTD betrokken. In enkele gevallen was ook een medewerker van RIVM aanwezig. Bij ieder onderzoek, dat gemiddeld een ochtend of middag in beslag nam, werden achtergrondmetingen verricht met een MAB500 (scintillator SZS0500) van Münchener Apparatebau om eventueel achteraf een anomalie te kunnen verklaren. Om dezelfde reden werd ook een korte indruk van de weersgesteldheid genoteerd. Enkele andere zaken die van de onderzochte locaties zijn opgenomen:

- Foto's van de poortdetector met omgeving (i.v.m. eventuele beïnvloeding van buiten);
- Controle op snelheidssignalering;
- Controle op werking snelheidssignalering;
- Type en afmetingen van het poortdetectiesysteem;
- Breedte van de poortdoorgang.

Vervolgens is met de verschillende bronnen (zie paragraaf 2.2) door de poortdetector gereden. In paragraaf 2.3 wordt dit nader toegelicht.

2.2 De toegepaste testbronnen

Voor het testen van de poortdetectoren is gebruik gemaakt van een aantal testbronnen van verschillende samenstelling en bronsterkte (zie Tabel 1 en Figuur 3). De bronsterktes zijn dusdanig gekozen dat gammastralingsniveaus van 5-20 nSv h⁻¹ op een afstand van 2 à 3 m van de bronnen worden bereikt. De drie brontypen omspannen met hun energiespectrum een groot

deel van het door de poortdetector waar te nemen gammaspectrum en zijn representatief voor een groot deel van de in schroot aangetroffen bronnen.



Figuur 3: Enkele van de toegepaste bronnen geplaatst op het statief: de grootste ^{137}Cs bron (links) bestaande uit 4 kleinere bronnen, de middelgrote ^{60}Co bron (midden) bestaande uit 6 deelbronnen in een metaalfolie en de middelgrote ertsbron (rechts) bestaande uit een ingeblikte hoeveelheid tantaliet erts. Zie voor alle gebruikte bronnen Tabel 1.

De stralingsniveaumetingen zijn uitgevoerd met een hoge-druk-ionisatievat van het fabrikaat Reuter-Stokes, type RSS-111, serienummer Z-3906 met daaraan gekoppeld een elektrometer met uitleesunit RSS-112, serienummer L-239. Uitlezing van de meetgegevens is gedaan via de RS232-poort van de RS-112 naar een laptop.

Er bestaan verschillende grootheden die aangeduid kunnen worden met de term gammastralingsniveau. Op de RSS-112 is default het exposietempo \dot{X} in $\mu\text{R h}^{-1}$ af te lezen. Een veel gebruikte maat voor het gammastralingsniveau is het omgevingsdosisequivalenttempo $\dot{H}^*(10)$. Voor het nauwkeurig berekenen van het omgevingsdosisequivalenttempo $\dot{H}^*(10)$ moet strikt genomen het gammaspectrum uitgezonden door de bron in aanmerking genomen worden. Een redelijk goede schatting is echter ook mogelijk met een vaste omgevingsdosisequivalentkalibratiefactor $N_{H^*(10)}$ (in $\text{nSv}/\mu\text{R}$):

$$\dot{H}^*(10) = N_{H^*(10)} \times \dot{X} . \quad (1)$$

De Reuter Stokes apparatuur is van 1984 tot 2001 zes maal gekalibreerd. Voor $N_{H^*(10)}$ wordt internationaal veelal de waarde voor ^{137}Cs gehanteerd [7]. De in dit rapport gebruikte kalibratiefactor is hiervoor $10,92 \text{ nSv } (\mu\text{R})^{-1}$ met een onzekerheid van circa 3%.

De testmetingen op het RIVM voor elk van de bronnen zijn als volgt uitgevoerd:

- De RSS-111 werd opgesteld met het midden van het ionisatievat op een (horizontale) afstand van 230 cm van de bron en op een hoogte halverwege de container, circa 230 cm boven het wegdek.
- Er zijn N metingen van 30 s elk uitgevoerd, waarvan na afloop het gemiddelde en de standaardafwijking van de N metingen zijn bepaald.
- Allereerst werd een achtergrondbepaling uitgevoerd van ten minste 50 metingen van 30 s. Het resultaat van deze achtergrondbepaling en de onzekerheid hierin wordt aangegeven met: $S_{\text{BKG}} \pm \Delta S_{\text{BKG}}$
- Vervolgens werd elk van de bronnen na elkaar op het statief geplaatst en een bepaling gedaan van het bruto stralingsniveau veroorzaakt door de bron plus achtergrond van tenminste 20 metingen. Het resultaat van deze bepaling en de onzekerheid hierin wordt aangegeven met: $S_{\text{bruto}} \pm \Delta S_{\text{bruto}}$

- Het toegevoegde stralingsniveau en de onzekerheid hierin per bron zijn dan gelijk aan:

$$S_{\text{netto}} = S_{\text{bruto}} - S_{\text{BKG}}$$

$$\Delta^2 S_{\text{netto}} = \Delta^2 S_{\text{bruto}} + \Delta^2 S_{\text{BKG}}$$

De resultaten van de metingen gedaan op 27 juni 2003 zijn weergegeven in *Tabel 1*.

Tabel 1: Karakteristieken van de gebruikte bronnen; het gemeten exposietempo en daaruit berekende omgevingsdosisequivalenttempo ($\dot{H}^(10)$) buiten de container is gemeten met een Reuter Stokes.*

bron	bijzonderheden	nuclide(n)	bronsterkte (1 juli 2003)	gemeten gammastralingsniveau op 230 cm (nSv h ⁻¹)
1	4 deelbronnen	¹³⁷ Cs	1068 kBq	21,4 ± 0,5
2	2 deelbronnen	¹³⁷ Cs	565 kBq	11,0 ± 0,5
3	1 bron	¹³⁷ Cs	231 kBq	4,4 ± 0,5
4	9 deelbronnen	⁶⁰ Co	245 kBq	15,2 ± 0,5
5	6 deelbronnen	⁶⁰ Co	163 kBq	9,9 ± 0,5
6	3 deelbronnen	⁶⁰ Co	82 kBq	5,4 ± 0,5
7	tantaliet erts in blik	²³⁸ U + ²³² Th	747 kBq	22,7 ± 0,5
8	tantaliet erts in blik	²³⁸ U + ²³² Th	307 kBq	9,8 ± 0,6
9	tantaliet erts in blik	²³⁸ U + ²³² Th	107 kBq	3,6 ± 0,5

2.3 De meetrapportage

De poortalarmeringstest is uitgevoerd door opeenvolgend de bronnen 1 t/m 9 (zie *Tabel 1*) in de vrachtauto te plaatsen en per bron tien keer door de poort te rijden. Hierbij is genoteerd of een alarmering had plaats gevonden of niet en of er eventuele andere opmerkingen waren (bijvoorbeeld betreffende het weer) (zie Bijlage 2). Hierbij is begonnen met de grootste ¹³⁷Cs bron (nr.1) gevolgd door nr.2 en verder zoals aangegeven in *Tabel 1*. Als bleek dat een bron in het geheel niet gedetecteerd werd, bleef onderzoek met kleinere bronnen van hetzelfde nuclide achterwege.

Afhankelijk van het type poortdetectiesysteem worden de alarmen voorzien van een licht-sigitaal, geluid en/of een papieren uitdraai van het alarm. Dit laatste had soms de vorm van een summiere 'kassabon' en soms van een uitgebreid rapport van alle meetgegevens. Overigens zegt de uitgebreidheid van de rapportage niet direct iets over de kwaliteit van de poortdetector. Voor zover mogelijk zijn al deze gegevens verzameld. Tenslotte is door de RTD een ondertekende verklaring afgegeven van de alarmen aan het betreffende bedrijf. Zo kan het bedrijf bij een bezoek van de VROM Inspectie deze alarmen staven.

3 Het ringonderzoek

3.1 De verschillende poortdetectorsystemen

In Bijlage 3 is een overzicht gegeven van de elf verschillende typen poortdetector zoals die zijn aangetroffen in het ringonderzoek (zie *Figuur 4*). De meest voorkomende blijken van het type Bicron ASM 3000 en ASM 6000.



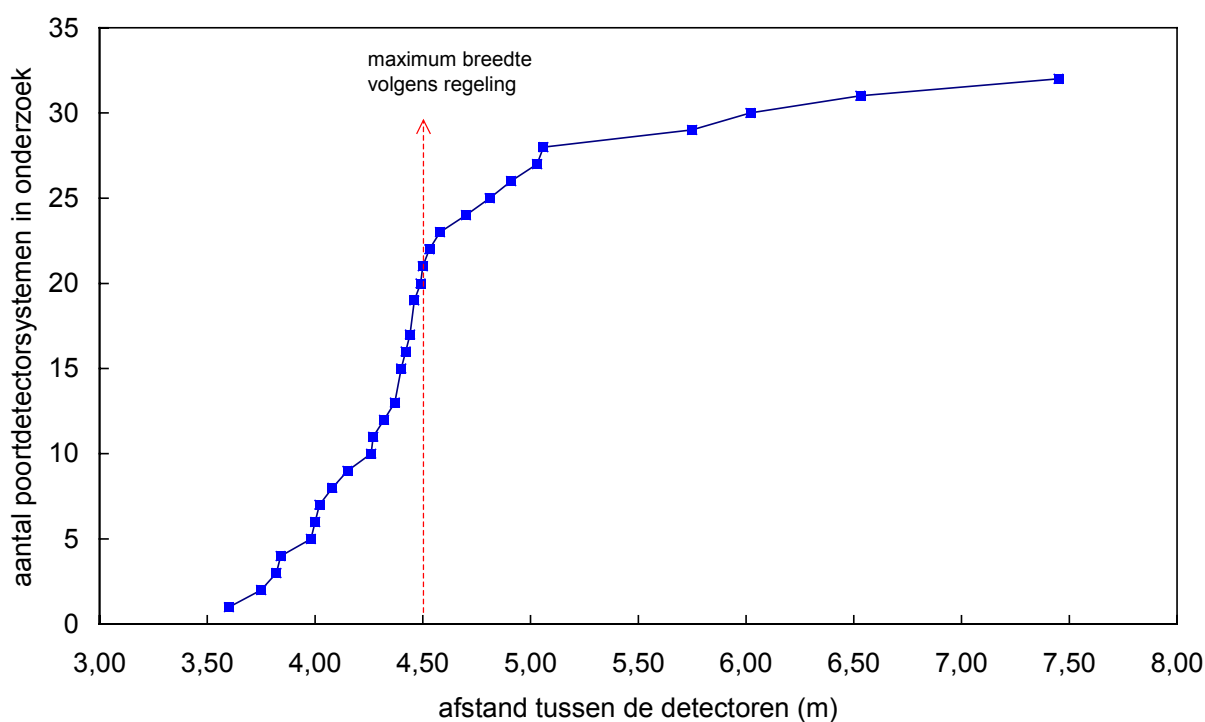
Figuur 4: De elf verschillende detectorsystemen zoals aangetroffen in het ringonderzoek: a) Bicron ASM 6000, b) Bicron ASM 3000, c) RAD/COMM RC400, d) Exploranium GR-526, e) RAMBO PVT5000, f) Ronan Interceptor 200, g) Eberline FHT1388, h) RADOS RTM910, i) Eberline FHT8000, j) Dansteel GRD23000, k) Exploranium GR510/2200.

In de figuur is steeds de helft van een poort zichtbaar. Veelal zijn de detectoren geflankeerd door betonnen palen, blokken of zware ijzeren balken om de kans van het per ongeluk aanrijden van de detector met een vrachtwagen te verkleinen.

Een aantal van de poorten is tevens uitgerust met in- en uitrijcamera's. Deze leggen vast of er zich een vrachtwagen tussen de detectoren bevindt en of er niet te snel wordt gereden. In het laatste geval zou een bron ongedetecteerd kunnen blijven. Bij de meeste poorten bleek deze alarmering op rijnsnelheid (5 à 10 km h⁻¹) aanwezig en te werken. Veelal dient een vrachtwagenchauffeur na een 'snelheidsalarm' opnieuw door de poort te rijden voor een nieuwe meting.

De afmetingen van de detector(kast)en zijn zeer verschillend. Zo varieert de hoogte van de onderkant van circa 80 tot 230 cm boven de grond en varieert de bovenkant van de detectorkasten van 230 tot ruim 350 cm boven de grond. Tegelijkertijd varieert de breedte van 20 tot 175 cm. Een aantal van de (smalle) hoge detectorsystemen (zoals de Bicron ASM6000 en de RADOS RTM910) bevatten in werkelijkheid twee detectoren boven elkaar, net zoals dat het geval is bij de Eberline FHT1388 in *Figuur 4g*. Het is soms mogelijk om met vier detectoren (twee aan beide zijden) meer ruimtelijke informatie te geven over de preciese locatie van een eventuele bron in de vrachtwagen. In Bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van de tijdens het ringonderzoek aangetroffen systemen.

Een belangrijke variabele in het ringonderzoek was de breedte van de poort, hier uitgedrukt als de afstand van detectoroppervlak tot detectoroppervlak. Vanwege de breedte van de voet waarop de detector is geplaatst, is dit veelal iets meer dan de bruikbare doorrijbreedte. In het onderzoek is een variatie in poortbreedte gevonden van 3,6 m tot ruim 7,5 m (zie *Figuur 5*). De in de Regeling genoemde maximale breedte bedraagt 4,5 m [4].



Figuur 5: Cumulatieve verdeling van het aantal poortdetectorsystemen met een breedte kleiner dan of gelijk aan een maximale afstand. Van de 32 deelnemende bedrijven hebben er 11 een poort die breder is dan volgens de Regeling vereist [4].

Vaak is de poortdetector gecombineerd met de weegbrug. In enkele gevallen ligt deze brug niet recht achter de poort, waardoor het voor chauffeurs lastig zo niet onmogelijk is om midden tussen de detectoren door te rijden. Dit beïnvloedt mogelijkerwijs de juiste werking van de detectoren. Door de combinatie van de poort met de weegbrug is de kans dat de vrachtwagen te snel door de poort rijdt wel kleiner.

3.2 De deelnemende bedrijven

Van de circa zeventig bedrijven of bedrijfslocaties (sommige bedrijven zijn op diverse locaties werkzaam) zijn er tweeëndertig bereid gevonden om deel te nemen aan het (vrijwillige) ringonderzoek. Het was niet zozeer de bedoeling om alle bedrijven te onderzoeken, maar wel om een overzicht te krijgen van een zo breed mogelijk scala aan poortdetectoren. Dat is goed gelukt. Zoals gezegd vond het onderzoek plaats in de zomer van 2003 in de maanden juli en augustus. In Bijlage 4 is een alfabetische lijst van namen en locaties van de deelnemende bedrijven opgenomen. In de resultaten wordt nog slechts verwezen naar typen poortdetectoren en worden afzonderlijke resultaten teruggevoerd naar een nummer. Deze nummers geven niet de alfabetische volgorde van de bedrijven aan, maar de volgorde van het aantal alarmen tijdens de test (zie paragraaf 3.3). Daarmee zijn de resultaten in enige mate geanonimiseerd. De deelnemende bedrijven hebben het bij hun poortdetector horende nummer ontvangen.

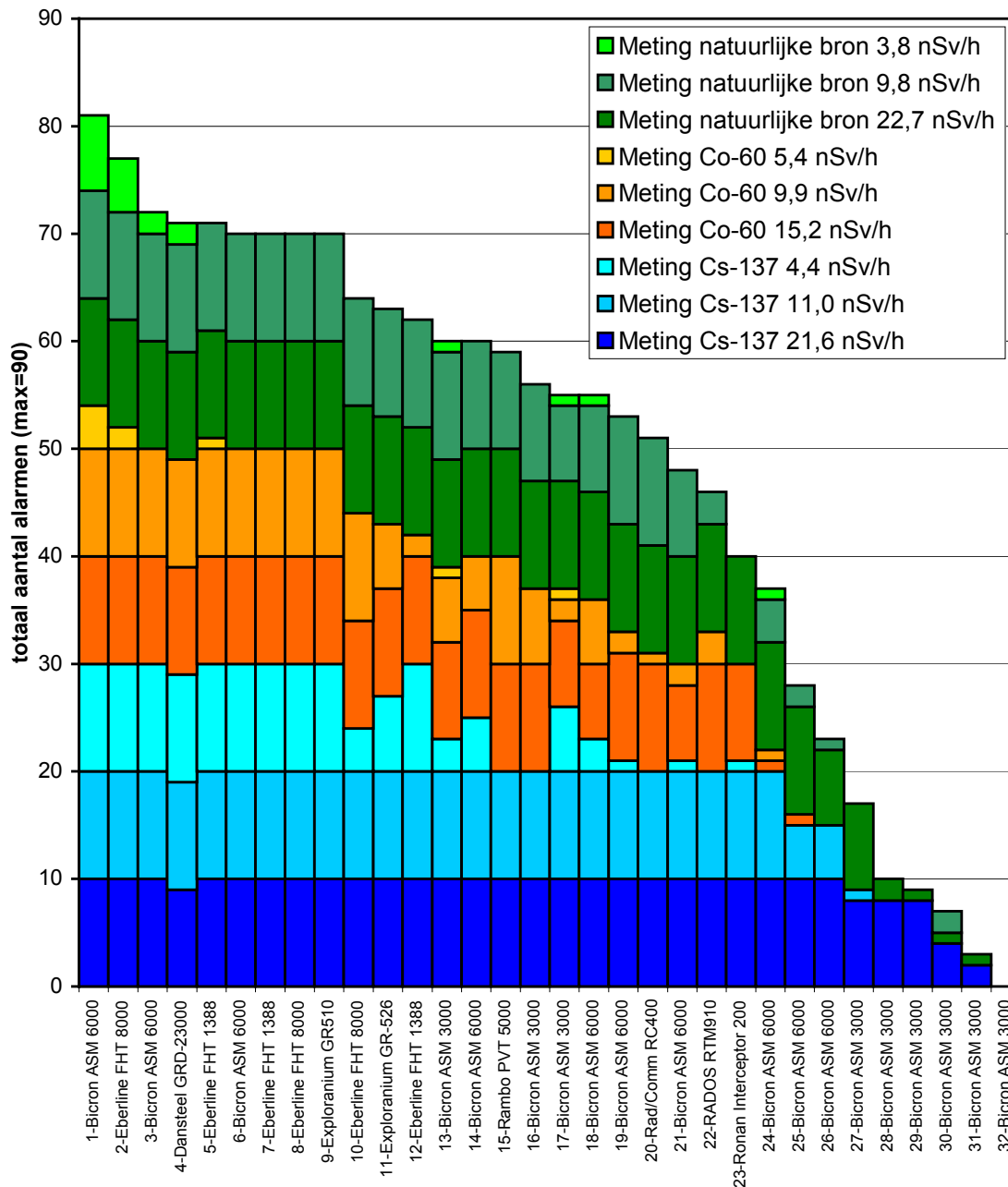
3.3 Meetresultaten

Bij alle bezochte bedrijven is hetzelfde onderzoek uitgevoerd. In sommige gevallen was er voor het onderzoek nog een aanpassing geweest van de poortdetector en in een enkel geval is er, toen men tijdens het onderzoek op problemen stuitte, alsnog een aanpassing aan de detectorsoftware uitgevoerd. Over het algemeen lijkt het onderzoek echter een goed beeld te geven van de werkelijk in het land aangetroffen situatie.

In *Figuur 6* zijn de resultaten van de brontesten bijeen gebracht. Zoals in paragraaf 2.3 uiteengezet, is er eerst tien maal door de poortdetector gereden met de grootste ^{137}Cs bron, vervolgens met de middelgrote en kleine bron en daarna op dezelfde wijze met de ^{60}Co en erts bronnen. In de figuur is uitgezet hoe vaak het alarm afging van de maximaal tien keer per bron. De best-presterende poortdetector (nr. 1, links in de figuur) gaf 81 van de maximaal 90 keer een alarm. De meeste problemen ontstonden daar bij de kleinste ^{60}Co bron ($5,4 \text{ nSv h}^{-1}$), overigens ruim onder de wettelijke eis van 20 nSv h^{-1} . Aan de andere kant werd ook een poortdetector aangetroffen die op geen enkele van de aangeboden bronnen reageerde (nr. 32, rechts in de figuur). Na alle bronnen bijelkaar te hebben geplaatst, ging ook deze poortdetector in alarm. Hij werkte dus wel!

Vrijwel alle poorten alarmeerden bij de grootste ^{137}Cs en erts bronnen, een kleiner aantal ook bij de middelgrote ^{137}Cs bron en daarna pas de grootste ^{60}Co bron die met een dosistempo op 2,3 m van $15,2 \text{ nSv h}^{-1}$ al onder de eis volgens de regeling ligt. Naar verwachting zou een ^{60}Co bron met een dosistempo van 20 nSv h^{-1} ter plekke van de detector voor de meeste van deze poorten ook geen probleem geweest zijn. Het voldoen aan de eis dat een dosistempo van 20 nSv h^{-1} gemeten moet kunnen worden, lijkt dan ook voor de meeste poorten (25 van de 32) geen probleem.

Een opvallend resultaat is verder dat het type poortdetector dat relatief slecht presteerde (de Bicon ASM 3000) op andere locaties (zie bijvoorbeeld nr. 13) juist tamelijk goed presteerde bij een vergelijkbare poortbreedte. Dit geldt ook voor de vernieuwde versie ASM 6000, die naast de beste prestatie (nr.1) ook op positie nr. 26 voorkomt. Omdat in beide gevallen de vergeleken poorten een breedte hebben van minder dan 4,5 m zouden ze ook een onderling vergelijkbaar dosistempo moeten meten dat tevens hoger is dan volgens *Tabel 1*.



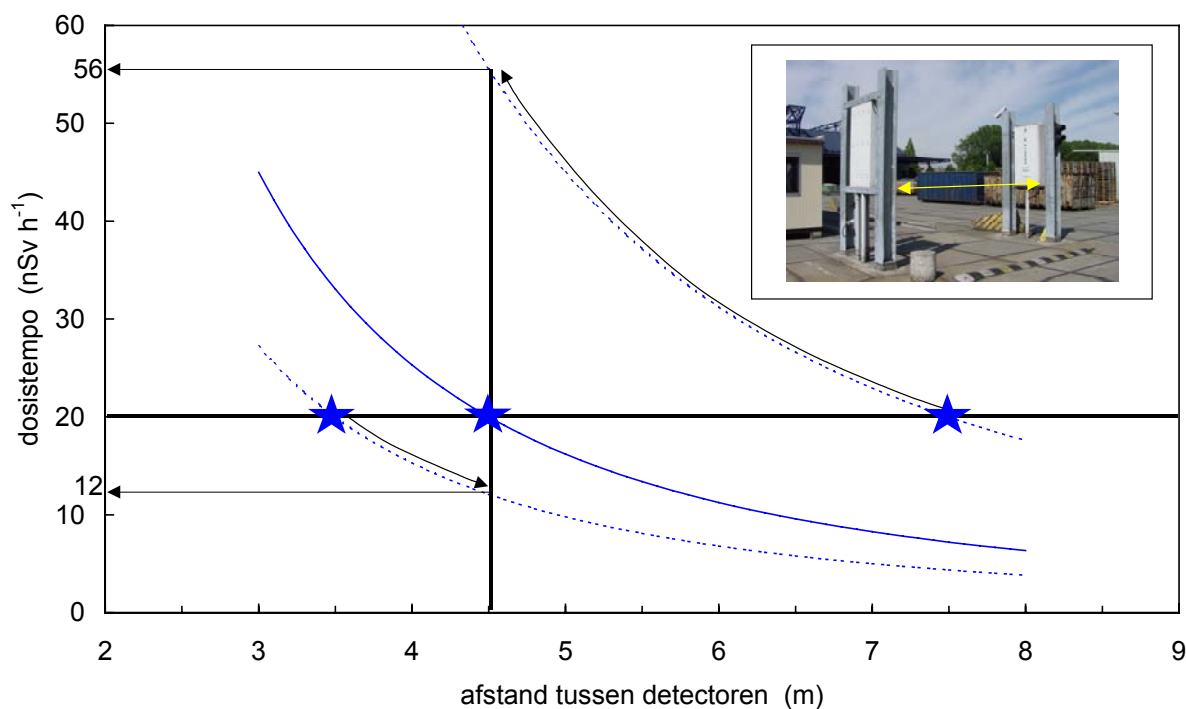
Figuur 6: Samenvatting van de alarmen zoals die met de verschillende testbronnen zijn veroorzaakt. Maximaal konden voor alle negen bronnen tien alarmen optreden, oftewel in totaal negentig keer.

De testmetingen op het RIVM zijn uitgevoerd met een veronderstelde poortbreedte van 4,6 m (afstand bron detector is halve poortbreedte: 2,3 m). De stralingsniveau's ter plaatse van de poortdetector bij de bedrijven kunnen dus anders zijn als de poortbreedte afwijkt van de testbreedte. Hiervoor is eenvoudig te corrigeren, door aan te nemen dat voor een niet afgeschermd bron de kwadratenwet geldt.

Het stralingsniveau S bij een poortbreedte van x m ter plaatse van de detector vergeleken met het op het RIVM gemeten stralingsniveau S_{RIVM} (zie Tabel 1) is:

$$S = S_{\text{RIVM}} \left(\frac{4,6}{x} \right)^2 \quad (2)$$

In *Figuur 7* is deze verhouding gepresenteerd voor een bron midden tussen de detectoren die een dosistempo van 20 nSv h^{-1} oplevert op een afstand van 2,25 m afstand (maximale halve afstand detectoren volgens Regeling [4]).



Figuur 7: Het verwachte dosistempo op verschillende afstanden van een (punt)bron (halverwege tussen de detectoren) bij een dosistempo van 20 nSv h^{-1} bij een afstand van de poortdetectoren van 4,5 m. Tevens is aangegeven wat de dosistempi op 4,5 m zouden zijn bij een gemeten dosistempo van 20 nSv h^{-1} op respectievelijk 3,5 en 7,5 m.

Een poort van 3,5 m breed zou dus een bron, die ongeveer een dosistempo van 12 nSv h^{-1} oplevert bij een standaard poortbreedte van 4,5 m, nog ervaren als een bron met dosistempo 20 nSv h^{-1} . Daartegenover staat dat een poort van 7,5 m breed pas een dosistempo waarneemt van 20 nSv h^{-1} bij een bron die ongeveer 56 nSv h^{-1} oplevert bij een standaard poortbreedte van 4,5 m.

Om te bezien of de toegepaste poortbreedte invloed heeft op de prestatie van de poortdetector zijn de aantallen alarmen uit *Figuur 6* ook uitgezet tegen de poortbreedte, de afstand tussen de detectoren links en rechts (zie *Figuur 8*). Opmerkelijk is dat de vier poortdetectoren in het ringonderzoek met een breedte van meer dan 5,5 m goed presteerden. Voor de twee typen poorten van Bicron, waarvan er een groot aantal in het ringonderzoek heeft geparticipeerd, is echter niet het verwachte verband met de poortbreedte (zie *Figuur 7*) waar te nemen. Hier moet uit geconcludeerd worden dat er, in ieder geval bij deze poortdetectoren, andere factoren een rol spelen dan de breedte. Alleen voor de drie Eberline FHT8000 poorten is een verwachte afname van de gevoeligheid met toename van de poortbreedte vastgesteld.

4 Analyse van resultaten

Tijdens het ringonderzoek is naar verschillende aspecten gekeken, zoals achtergrondniveau omgevingsdosistempo, weer, type detector, breedte poort, rijnsnelheidscontrole en uitvoer van resultaten door de verschillende systemen. Op basis van deze overige aspecten en de gemeten alarmen is de volgende analyse uitgevoerd.

4.1 Invloed achtergrondstraling

Bij ieder onderzoek, dat gemiddeld een ochtend of middag nam, werden achtergrondmetingen verricht met een MAB500 (scintillator SZS0500) van Münchener Apparatebau om eventueel achteraf een anomalie te kunnen verklaren. Om dezelfde reden werd ook een korte indruk van de weersgesteldheid genoteerd. Soms werden extra achtergrondmetingen verricht als het weer daartoe aanleiding gaf, bijvoorbeeld bij regen tijdens een droge periode. In zo'n geval zou de achtergrond sterk verhoogd kunnen zijn door depositie van radonvervalproducten [8].

Tijdens het onderzoek zijn zeer uiteenlopende omgevingsdosistemporen gemeten als achtergrondniveau, van 35 tot 230 nSv h⁻¹. Het gemiddelde in Nederland ligt rond de 80 nSv h⁻¹, ongeveer voor de helft veroorzaakt door kosmische straling en voor de andere helft door straling van natuurlijke radioactiviteit in de bodem. Op de onderzoekslocaties was er echter sprake van wegverhardingen en gebouwen die een aanzienlijke invloed kunnen hebben op het lokale dosistempo. In een enkel geval lag er op een aangrenzend terrein een partij koperslakken. Ook deze kunnen een (aanzienlijke) verhoging van het achtergronddosistempo opleveren.

Naar verwachting zal een hogere achtergrond de detectielimiet van een detector negatief beïnvloeden (verhogen). Er is echter geen aanwijzing gevonden dat het specifiek gemeten achtergrondniveau een parameter van belang is bij het functioneren van de poortdetectoren. Weliswaar was er sprake van een hoge achtergrond bij een van de minder presterende poorten, maar anderzijds presteerden andere, onder vergelijkbare situaties, wel goed. Veelal meten de detectoren het achtergrondniveau zelf ook om het dosistempo tijdens passage van een vrachtwagen daarvoor te kunnen corrigeren. De hiervoor toegepaste methoden bevatten vertrouwelijke bedrijfsinformatie van de poortfabrikanten.

4.2 Invloed weer

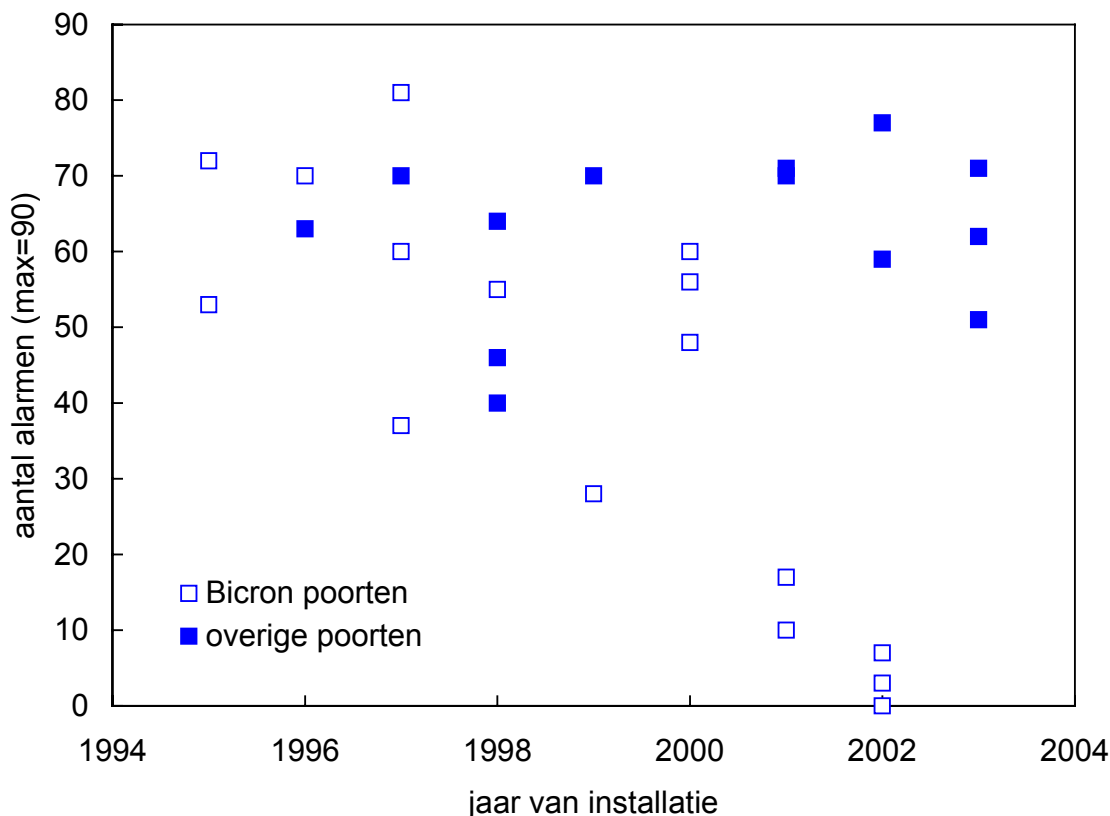
Een van de parameters, die mogelijk van belang is, is het weer. Tijdens bijvoorbeeld regen kan het omgevingsdosistempo aanzienlijk oplopen door de depositie van radonvervalproducten. Uit het verleden zijn gevallen bekend [8] waarin het dosistempo verdubbelde van 80 naar circa 160 nSv h⁻¹. Ook nu is op enkele locaties tijdens het ringonderzoek een aanzienlijke verhoging van het achtergrond dosistempo vastgesteld. Echter, in geen van deze gevallen lijkt het door de poortdetector gegeven alarm sterk beïnvloed te zijn.

Ook andere meteoparameters zoals luchtdruk, temperatuur en bewolgingsgraad lijken geen invloed te hebben op het al dan niet functioneren van de poortdetectoren.

4.3 Type detector

Er is sprake van een grote diversiteit aan poortdetectoren in dit ringonderzoek. De meest toegepaste zijn echter toch wel die van Bicron, de ASM 3000 en de ASM 6000. Zoals reeds is opgemerkt in paragraaf 3.3 blijkt echter dat de verschillende opgestelde poorten van deze twee typen onderling nogal kunnen verschillen. Dit blijkt slechts zeer ten dele of zelfs niet met de poortbreedte van doen te hebben. Waarschijnlijk is de afregeling van de poortdetectoren van deze twee typen niet optimaal. Een reden hiervoor kan zijn dat de apparatuur enigszins

‘verloopt’ in de tijd. De meeste poortdetectoren zijn al tenminste enkele jaren oud. Een regelmatige controle op de werking zou een dergelijk verloop aan het licht kunnen brengen. In *Figuur 9* is het aantal vastgestelde alarmen tijdens het ringonderzoek uitgezet tegen het jaar van installatie. Er lijkt niet direct een verband te bestaan tussen ouderdom en functioneren van de verschillende poorten, behalve voor de Bicron poorten. Opmerkelijk is echter dat de slechter dan gemiddeld presterende poorten pas recent zijn geïnstalleerd. Het is niet duidelijk wat hiervan de reden is.



Figuur 9: Samenvatting van de alarmen zoals die met de verschillende testbronnen zijn veroorzaakt. De resultaten zijn uitgezet als functie van het jaar van installatie van die poorten waarvan ook informatie over het installatiejaar is verkregen van het bedrijf.

Over het algemeen kan gezegd worden dat een detector met een groter detectorvolume ook een beter meetresultaat en dus alarmering oplevert. Door de grote variatie in resultaten van vooral de Bicron poorten is dit echter niet in harde feiten uit te drukken.

4.4 Poortbreedte

In paragraaf 3.3 is al uitvoerig ingegaan op de vastgestelde poortbreedten van de verschillende poortdetectoren uit het onderzoek. Door de grote variatie in meetresultaten is er geen systematische invloed van de poortbreedte gevonden. Wel kan op basis van de resultaten gesteld worden dat een poortbreedte groter dan de in de Regeling vastgestelde 4,5 m niet per definitie hoeft te leiden tot een poort die niet meer aan de dosiseisen kan voldoen. In sommige situaties is het denkbaar dat een bredere poort nodig is.

Een detectorpoort wordt veelal geplaatst voor of achter de weegbrug. Voor een optimaal gebruik van de poort is het dan van belang dat beide rond dezelfde wegas liggen, zodat een

door de poort rijdende vrachtwagen midden tussen de detectoren rijdt. Soms is dit niet ideaal uitgevoerd. Overigens presteerden deze poorten voldoende in het ringonderzoek.

4.5 Rijsnelheid

Zoals reeds eerder opgemerkt, wordt een detectorpoort veelal geplaatst voor of achter de weegbrug. Omdat een vrachtwagen daarop stilstaand gewogen wordt, is de kans dat deze te hard door de poortdetector rijdt niet groot. Veelal (in 26 van de 32 gevallen) is de poort echter tevens uitgevoerd met een snelheidsmeting. In één van die gevallen was de meting uitgezet en in een andere bleek deze soms niet te werken. Dit laatste werd waarschijnlijk veroorzaakt door een vervuilde sensor.

De vrachtwagenchauffeur wordt meestal van tevoren gewaarschuwd om de snelheid aan te passen. Hiervoor worden ook weer meestal de bekende verbodsborden (maximum snelheid) gebruikt. De aangegeven maximum snelheden variëren echter van 5 tot 15 km h⁻¹.

De detecteerbaarheid (alarm) van een bron lijkt slechts in geringe mate beter te zijn als de vrachtwagen tot stilstand komt in de poort, als de bron zich dan tenminste juist tussen de detectoren bevindt. Nadeel is wel dat als men niet weet waar de bron zit dit ook averechts kan werken (bron juist niet tussen detectoren als vrachtwagen stilstaat) en dat niet direct meer de locatie van de bron in de vrachtwagen (voor/midden/achter) vastgesteld kan worden. Langzaam doorrijden is dus toch aan te bevelen.

4.6 Toegepaste bronnen

De in het ringonderzoek toegepaste bronnen en hun sterkte zijn afgeleid van vorig onderzoek [5, 6]. De drie brontypen omspannen met hun energiespectrum een groot deel van het door de poortdetector waar te nemen gammaspectrum en zijn representatief voor een groot deel van de in schroot aangetroffen bronnen. Volgens een recent rapport van de NCRP [9] is er bij 70 tot 80 % van de incidenten met bronnen in smelterijen of hoogovens sprake van ¹³⁷Cs of ⁶⁰Co bronnen of natuurlijke bronnen van ²²⁶Ra met vervalproducten of thorium. Als representatief voor kunstmatige bronnen zijn ¹³⁷Cs en ⁶⁰Co gekozen en een doosje gevuld met tantaliet erts (uranium en thorium) als ‘natuurlijke’ bron. In eerste instantie werd daarbij ingeschat dat, bij overigens gelijke activiteit, de ¹³⁷Cs bron, gezien de uitgezonden gamma-energie het best detecteerbaar zou zijn en ongeveer tweemaal zo goed als de ⁶⁰Co bron. De ertsbron is uitgekozen om te kijken of de poortdetectoren ook bronnen van natuurlijke radioactiviteit kunnen onderscheiden. Dit is vooral van belang voor de detectie van zogenaamde NORM (Naturally Occurring Radioactive Material) en TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material).

Uit de resultaten van het ringonderzoek blijkt inderdaad dat ¹³⁷Cs het best detecteerbaar is, direct gevolgd door de ertsbronnen. De ⁶⁰Co bronnen zijn, bij gelijke activiteit, het minst goed te meten. Uit de metingen volgt ook dat de poortdetectoren voor de ⁶⁰Co bronnen ongeveer een factor twee minder gevoelig zijn dan voor de ¹³⁷Cs bronnen.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies uit het onderzoek

Uit het ringonderzoek kunnen enkele algemene en een aantal meer specifieke conclusies worden getrokken. Deze worden hierna toegelicht.

5.1.1 Algemeen

Het grote aantal positieve reacties van de bedrijven uit de ferro- en aluminiumschroot branche op de vraag om deel te nemen aan een ringonderzoek voor poortdetectoren is medebepalend geweest voor het representatieve beeld van dat onderzoek. Er is een goed beeld gekregen van een representatief aantal en typen poortdetectoren. Natuurlijk moet hierbij worden aangetekend dat de resultaten van dit onderzoek niet direct vertaald kunnen worden naar de situatie waarin vrachtwagens volgeladen met diverse typen en afmetingen van schroot door de poortdetector rijden. Wel geeft het informatie over de gevoeligheid om een bron te kunnen meten en is er ook een duidelijk scala aan resultaten gevonden. Hieruit volgt dat de vooraf gekozen set van testbronnen een juiste is geweest.

Verder kan geconcludeerd worden dat de poortdetectoren over het algemeen voldoende tot goed presteren. In enkele gevallen presteren poorten echter beneden de maat. Naar verwachting is in deze gevallen sprake van technische of afregelproblemen aan de detectorsystemen zelf. Er zijn geen typen poorten (merken) gevonden die structureel onder de maat presteren.

5.1.2 Specifiek

Meer specifiek kijkend naar de resultaten is het opvallend dat de poortbreedte, die veelal tussen de vier en vijf meter ligt, niet direct van invloed lijkt op de detectiegrens. Enkele zeer brede poorten (meer dan zes meter) bleken goed te presteren.

Het achtergrondstralingsniveau en eventuele weersinvloeden (via wijzigingen van het achtergrondniveau) lijken ook niet van groot belang voor het functioneren van de detectoren.

Factoren als grootte van het detectorvolume, gebruik van twee of vier detectoren en het jaar van installatie (mogelijk verloop van het signaal) hebben voor het totaal aan poortdetectoren geen zichtbare invloed. Voor de Bicron poorten lijkt er echter wel een verband met het jaar van installatie: hoe recenter de plaatsing des te slechter het resultaat! Ook al volgt dit niet uit de in het onderzoek verzamelde resultaten, toch lijkt hier sprake van een installatieprobleem bij de meer recente detectoren.

Een detectorpoort wordt veelal geplaatst voor of achter de weegbrug. Omdat een vrachtwagen daarop stilstaand gewogen wordt, is de kans dat deze te hard door de poortdetector rijdt groot. Veelal is de poort tevens uitgevoerd met een snelheidsmeting. Soms wordt deze, om onbekende redenen, uitgezet of functioneert deze niet goed. Vervuilde sensoren kunnen hierbij een rol spelen.

De toegepaste set bronnen voldeed goed. Door het toepassen van verschillende radionucliden (energieën) kon bij één poortdetector worden vastgesteld dat een drempelinstelling van de software onjuist was, waardoor bronnen met hogere energie (de ^{60}Co en een van de ertsbronnen) in eerste instantie niet zichtbaar waren.

Ondanks het feit dat het hier geen probleem heeft opgeleverd, zou het hebben van een ^{60}Co bron, die een dosistempo van 20 nSv h^{-1} oplevert ter plekke van de detectoren (volgens huidige Regeling), handig geweest zijn. Nadeel is echter dat de halveringstijd van dit radionuclide (circa vijf jaar) zodanig kort is, dat het al vrij snel niet meer inzetbaar is. Zeker

voor standaardcontrole doeleinden levert dat een probleem op. Het in de Regeling vervangen van ^{60}Co door een ^{137}Cs bron die een dosistempo van 10 nSv h^{-1} bij de detector oplevert, zou een optie kunnen zijn. Dit radionuclide leeft immers langer en is vaak ook eerder voorradig. Anderzijds zou het blijven toepassen van bronnen met verschillende gamma-energieën juist een controle zijn op het juist functioneren van de poortdetectoren voor die verschillende energieën. Zie de eerdere vaststelling van onjuist ingestelde software.

5.2 Aanbevelingen

Uit het ringonderzoek volgen enkele aanbevelingen van algemene aard, betreffende de toepassing van poortdetectoren en het eventueel uitvoeren van nader onderzoek of nieuwe ringonderzoeken. In de navolgende paragrafen worden deze aanbevelingen nader belicht.

5.2.1 Algemeen

Over het algemeen blijken de bezochte poortdetectoren voldoende tot goed te presteren. In een beperkt aantal gevallen zijn er echter afwijkingen geconstateerd. Om te controleren of de poortdetector nog voldoet, is het zinnig om dit geregeld te testen. Dit zou bijvoorbeeld kunnen in samenspraak met de leverancier. Deze zou ook de poort juist moeten kunnen afstellen. Voor het testen van de poort zou het gebruik van een ^{137}Cs testbron, die ter hoogte van de detector een omgevingsdosistempo van 10 nSv h^{-1} geeft, een goed alternatief zijn voor de ^{60}Co bron zoals die nu in de Regeling [4] is opgenomen. Dit laatste in verband met de veel grotere halveringstijd van ^{137}Cs vergeleken met ^{60}Co , waardoor een meer reguliere bron, die ook nog langer meegaat, kan worden gebruikt. Het controleren van de juiste energie-afhankelijkheid van de poortdetector (alarmering voor bronnen uit het gehele energiespectrum) dient dan door de installateur/leverancier plaats te vinden.

5.2.2 Aanbevelingen voor gebruik poortdetectoren

Bij het gebruik van een poortdetector is het van belang om enige zaken in de gaten te houden, opdat de apparatuur optimaal functioneert:

- Is de snelheid van de door de poort rijdende vrachtwagen niet te hoog? Via het aangeven van snelheidsbeperkingen op het terrein of specifiek bij de poort kan dit duidelijk gemaakt worden aan de chauffeur; tevens zijn er mogelijkheden om de snelheid te meten, bijvoorbeeld met in- en uitrijcamera's; soms blijken sensoren echter niet te werken of zijn vervuild! Soms ook is om een of andere reden (tijdelijk) de snelheidsalarmering afgezet. Denk erom deze weer aan te zetten.
- De detectoren bevatten weliswaar geen draaiende delen, maar aan de elektronica kan ook het een en ander kapot gaan of niet naar behoren functioneren. Het geregeld testen van de apparatuur is dan ook geen luxe. Veelal is controleren of de verschillende detectoren nog reageren op een bron al voldoende en is het volledig calibreren van de opstelling niet nodig.
- Controleer ook geregeld of de alarmering nog werkt. Doet de lamp/toeter en dergelijke het nog?
- Probeer bij het eventueel verplaatsen van de installatie of bij nieuwe installatie de poort zo smal mogelijk te houden.

Overigens leken bovengenoemde zaken bij de meeste onderzochte bedrijven in orde (= te functioneren) tijdens het ringonderzoek (zie ook hoofdstuk 4).

5.2.3 Aanbevelingen voor nieuw onderzoek

Indien in de toekomst een nieuw ringonderzoek wordt overwogen, zou naar een aantal specifieke zaken gekeken kunnen worden die in dit onderzoek niet aan de orde zijn gekomen.

Voorbeelden zijn:

- onderzoek aan betastralers, bijvoorbeeld ^{90}Sr , en laagenergetische gammastralers (zoals ^{241}Am en ^{57}Co) gezien het relatief veel voorkomen er van in afvalstromen en
- het onderzoeken van het effect van afschermingen rond bronnen, welke bronnen zijn nog wel zichtbaar en welke niet meer.

De nieuwe Regeling [4] zoals die voor poortdetectoren bij schrootbedrijven in het leven is geroepen en dus ook het onderhavige onderzoek zijn gericht op het vaststellen van de gevoeligheid van de apparatuur om dosistempers te kunnen meten. De resultaten zeggen echter weinig over de sterkte van de bronnen die nog onopgemerkt door de poortdetector kunnen rijden. Het lijkt dan ook een goed idee om nog eens nader te onderzoeken wat de consequenties zijn van de nu te hanteren grenzen voor deze mogelijk te missen bronnen:

- Hoe sterk (activiteit) kunnen deze bronnen zijn, uitgesplitst naar type?
- Wat zijn de mogelijke consequenties (blootstelling en kosten) als deze bronnen toch in het recycling proces terecht komen en tot nieuwe producten worden omgevormd?
- Wat zijn mogelijke ongevalsscenario's?

Referenties

- [1] Hantke T, Aldenkamp F, Overwater R, Slaper H - *De jacht op een Cs-137-wolk in Zuid Europa : 'aftermath' van een ongeval in Algeciras*, NVS-Nieuws **23**(4): 4-6 (1998)
- [2] Inspectie Milieuhygiëne - *Incidenten met radioactieve (afval)stoffen in 1996, 1997 en 1998, Doelgroep- en risicoanalyse van schrootverwerkende bedrijven*, Inspectiereeks, oktober 2000.
- [3] Inspectie Milieuhygiëne - *Incidenten met radioactieve stoffen in 1999 en 2000*, Inspectiereeks, februari 2001.
- [4] Regeling van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en van de Staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, M. Rutte van 16 april 2003, nr. MJZ2003014180, houdende regels inzake de wijze van detecteren en registreren met betrekking tot aanwezigheid van ioniserende straling in schroot en de daartoe nodige vaardigheden en bekwaamheden (Regeling detectie radioactief besmet schroot), Staatscourant 28 april 2003, nr. 81, pag. 17 (2003).
- [5] Pruppers MJM, Overwater RMW, Blaauboer RO – *Normering van detectie van radioactief schroot met poortdetectoren – De mogelijkheden in Nederland*, RIVM rapport 610050009, RIVM, Bilthoven, 2002.
- [6] Blaauboer RO, Overwater RMW – *Detectie van radioactief schroot met poortdetectoren, Onderzoek aan een testprotocol*, RIVM rapport 610100004, Bilthoven, 2002.
- [7] Thompson IMG, Andersen CE, Bøtter-Jensen L, Funck E, Neumaier S, Sáez-Vergara JC - *An international intercomparison of national network systems used to provide early warning of a nuclear accident having transboundary implications*. Radiat. Prot. Dosim. **92**(1-3): pp. 89-100, 2000.
- [8] Smetsers RCGM, Vries LJ de, Lunenburg APPA van, Aldenkamp FJ - *National Radioactivity Monitoring Network (LMR) Data Report 1993-1995*, RIVM Report 610056028, Bilthoven, 1996.
- [9] National Council on Radiation Protection and Measurements – *Managing potentially radioactive scrap metal*, Scientific Committee 87-4 on Management of Waste Metals Containing Radioactivity, NCRP Report No. 141, Bethesda, Maryland 20814 (2002).

Bijlage 1 Verzendlijst

1-30	Directeur van de Directie Stoffen, Afvalstoffen en Straling
31	Plaatsvervangend Directeur-Generaal Milieubeheer
32-36	VROM-Inspectie Regio Zuid-West
37-41	Metaal Recycling Federatie
42-73	Deelnemende bedrijven, zie Bijlage 4
74	Depot Nederlandse Publicaties en Nederlandse Bibliografie
75	Directie RIVM
76	Directeur Milieurisico's en Externe Veiligheid
77	Hoofd Laboratorium voor Stralingsonderzoek
78	Hoofd van de afdeling Risicoanalyse en Modelonderzoek
79	Hoofd van de afdeling Monitoring en Meetmethoden
80-81	Auteurs
82	SBC/Communicatie
83	Bureau Rapportenregistratie
84	Bibliotheek RIVM
85	Bibliotheek LSO
86-90	Bureau Rapportenbeheer
91-110	Reserve exemplaren

Testmetingen poortdetector zoals uitgevoerd op _____
 bij _____
 type detector: _____

bron en toegevoegd stralingsniveau (nSv/h)	meting nummer	alarm poortdetector (ja/nee)	tijdstip meting	Opmerkingen
A Cs-137 #64195 #0540 #77513 #67032 21,6 nSv/h op 230 cm	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
	6.			
	7.			
	8.			
	9.			
	10.			
B Cs-137 #64195 #0540 11,0 nSv/h op 230 cm	11.			
	12.			
	13.			
	14.			
	15.			
	16.			
	17.			
	18.			
	19.			
	20.			
C Cs-137 #64195 4,4 nSv/h op 230 cm	21.			
	22.			
	23.			
	24.			
	25.			
	26.			
	27.			
	28.			
	29.			
	30.			
D Co-60 9 testbronnen 15,2 nSv/h op 230 cm	31.			
	32.			
	33.			
	34.			
	35.			
	36.			
	37.			
	38.			
	39.			
	40.			
E Co-60 6 testbronnen 9,9 nSv/h op 230 cm	41.			
	42.			
	43.			
	44.			
	45.			
	46.			
	47.			
	48.			
	49.			
	50.			

Testmetingen poortdetector zoals uitgevoerd op _____
 bij _____
 type detector: _____

bron en toegevoegd stralingsniveau (nSv/h)	meting nummer	alarm poortdetector (ja/nee)	tijdstip meting	Opmerkingen
F Co-60 3 testbronnen 5,4 nSv/h op 230 cm	51.			
	52.			
	53.			
	54.			
	55.			
	56.			
	57.			
	58.			
	59.			
	60.			
G Erts "hoog 2" 22,7 nSv/h op 230 cm	61.			
	62.			
	63.			
	64.			
	65.			
	66.			
	67.			
	68.			
	69.			
	70.			
H Erts "middel" 9,8 nSv/h op 230 cm	71.			
	72.			
	73.			
	74.			
	75.			
	76.			
	77.			
	78.			
	79.			
	80.			
I Erts "laag" 3,8 nSv/h op 230 cm	81.			
	82.			
	83.			
	84.			
	85.			
	86.			
	87.			
	88.			
	89.			
	90.			

Checklist, pagina 3 van 3

Bijlage 3 Typen poortdetectoren in het onderzoek

In deze bijlage is een lijst opgenomen met in het ringonderzoek geteste poortdetectorsystemen. Mogelijk zijn er ook nog enige verschillen tussen poortdetectoren van overigens hetzelfde type. In het onderhavige rapport is daarbij alleen gekeken naar de breedte per locatie (de afstand tussen de detectoren).

Detectorsysteem	Aantal detectoren	Totaal volume detectoren (L)	Voorkomende poortbreedten* (m)
Bicron ASM 3000	2	50	4,3 – 5,1
Bicron ASM 6000	4	100	3,8 – 7,5
Dansteel GRD-23000	2	46 (?)	4,3
Eberline FHT 1388	2-4	50-100	4,0 – 4,5
Eberline FHT 8000	2	50	3,8 – 5,0
Exploranium GR510/2200	2	36	4,3
Exploranium GR-526	2	ca. 72	4,5
Rad/Comm RC400	2	50 à 60 (?)	4,0
RADOS RTM910	4	50	4,2
Rambo PVT 5000	2	ca. 50	3,6
Ronan Interceptor 200	2	ca. 6	6,0

(?) niet exact bekend, maar beste schatting

* gemeten van oppervlakte tot oppervlakte detector, afgerond op decimeters; de doorrijbreedte is veelal kleiner dan hier aangegeven, vanwege betonblokken of andere obstakels die het aanrijden van de poort dienen te verhinderen; de afstand hart detector-hart detector is veelal 20 cm groter

Bijlage 4 Deelnemende bedrijven

Een overzicht van de aan het ringonderzoek deelnemende bedrijven op alfabetische volgorde. Deze volgorde komt niet overeen met de gehanteerde nummering in hoofdstukken 3 en 4.

Bedrijfsnaam	Plaats
Alcoa Nederland B.V.	Drunen
Berger Recycling B.V.	Hoogezand
Corus Staal B.V.	Velsen-Noord
Dalen Middelburg BV, van	Middelburg
De Ruiters Schroot BV	Nijmegen
Dotremont B.V.	Maastricht
Europe Metals B.V.	Heeze
G. en W. Brink	Emmen
Heuvelman Schroot Recycling B.V.	Veenendaal
HKS Scrap Metals B.V.	Amersfoort
HKS Scrap Metals B.V.	Hengelo
HKS Scrap Metals B.V.	's Gravendeel
HKS Scrap Metals B.V.	Eindhoven
HKS Scrap Metals B.V.	Zwartsluis
Huiskes Metaal B.V.	Den Bosch
Jacomij Metalen B.V.	Wijk bij Duurstede
Jewometaal Stainless Processing BV	Rotterdam
Martens Metaal Nijmegen B.V.	Nijmegen
Nedstaal Staal B.V.	Alblasserdam
Noord Nederlandse Schrootverwerking	Franeker
P. Knobel en Zn. B.V.	Roosendaal
Peperzeel B.V., van	Ermelo
Roba Metals B.V.	Ysselstein
Schip Alphen B.V., van	Alphen a.d. Rijn
Simmeren Schroot BV	Groningen
Sita Metaal Recycling	Rotterdam
Steenhuis Recycling B.V.	Winschoten
Twee Metaal B.V.	Dordrecht
Van Houtum Recycling	Arnhem
IJzerwerf Overdie	Alkmaar
Zaanse Schroothandel B.V.	Zaandam
Zethameta B.V.	Vlaardingen