

Stralingsincidenten veiligheidsregio's

Operationele handreiking



Stralingsincidenten veiligheidsregio's

Operationele handreiking, versie: 2017

Instituut Fysieke Veiligheid
Expertisecentrum
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.ifv.nl
info@ifv.nl
026 355 24 00

Colofon

Titel: Stralingsincidenten veiligheidsregio's
Datum: 8 maart 2017
Status: Definitief
Versie: 2017
Auteur: Manon Oude Wolbers, Brandweeracademie,
vakgroepdecaan Risicomanagement & Gevaarlijke stoffen
Projectgroep: Hans Groot Kormelink, Stephan Schouten, Jette Bijlholt,
Peter van Beek, Chris Twenhöfel, Herman Schreurs, Frans Greven,
Jetty Middelkoop
Inhoudelijke bijdrage: Dick Arentsen, Jasper Derks, Marjolein Groot, Thorsten Hackl,
Jan Jacobs, Luc Kamphuis
Illustraties: Rob Kruitwagen, Margriet Elbersen
Eindverantwoordelijk: IFV, Expertisecentrum

Inhoud en inleiding

Stralingsincidenten veiligheidsregio's: Operationele handreiking

De *Operationele handreiking* bij *Stralingsincidenten veiligheidsregio's* bestaat uit een aantal aandachtskarten en formulieren. Er is onderscheid gemaakt in een algemeen deel en een deel voor stralingsdeskundigen. De aandachtskarten en formulieren in het algemene deel zijn bedoeld voor operationeel leidinggevend en is samengesteld uit *Stralingsincidenten veiligheidsregio's: Basisinformatie voor operationeel leidinggevend*.

Het tweede deel bevat karten voor de AGS, GAGS en stralingsdeskundigen. De inhoud is overgenomen uit *Stralingsincidenten veiligheidsregio's: Achtergrondinformatie*.

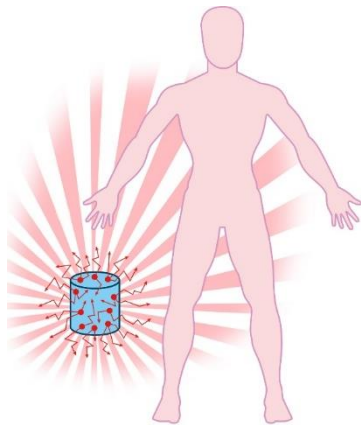
De informatie in deze *Operationele handreiking* kan van toepassing zijn tijdens stralingsincidenten en de operationele voorbereiding (zowel planvorming als vakbekwaamheid) daarop.

Algemeen deel voor operationeel leidinggevend:

- > Aandachtskaart RA Algemeen: Radioactieve stoffen: aanvulling op incidentbestrijding gevaarlijke stoffen
- > Aandachtskaart RA Scenario: Radioactieve stoffen: A- en B-scenario's
- > Aandachtskaart RA verwijderen: Behandelprotocollen bij besmetting met radioactieve stoffen
- > Meetformulier RA: Meetopdracht Radiologische metingen: incidentbestrijding gevaarlijke stoffen
- > Registratieformulier P: Registratie persoon: incidentbestrijding gevaarlijke stoffen
- > Registratieformulier M: Registratie materiaal/middelen: incidentbestrijding gevaarlijke stoffen

Bestraling

- γ -, röntgen- en neutronenstraling
- gesloten en open bronnen
- geen direct contact met open bron $\Rightarrow$ schoonmaken **niet** nodig



Voorkomen door 3 A's:

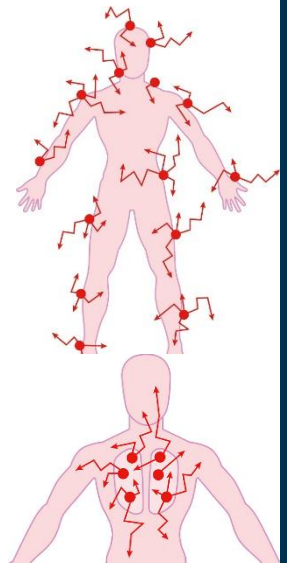
- **A**fstand houden
- **A**fscherming
- **A**flossen (= blootstellingstijd beperken)

5^e A:

- **A**utomess (meet maar beschermt niet!)

Besmetting

- α -, β - en γ -straling
- open bronnen
- radioactieve stofdeeltjes in lucht $\Rightarrow$ besmetting met stofdeeltjes mogelijk
- direct contact met huid/lichaam (= uitwendig) of door inademing (= inwendig); op contactpunt $\Rightarrow$ bestraling
- verwijderen besmetting alleen mogelijk bij uitwendige besmetting.

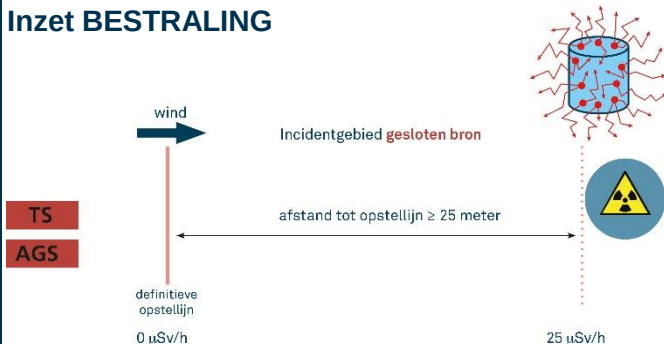


Voorkomen door 5 A's:

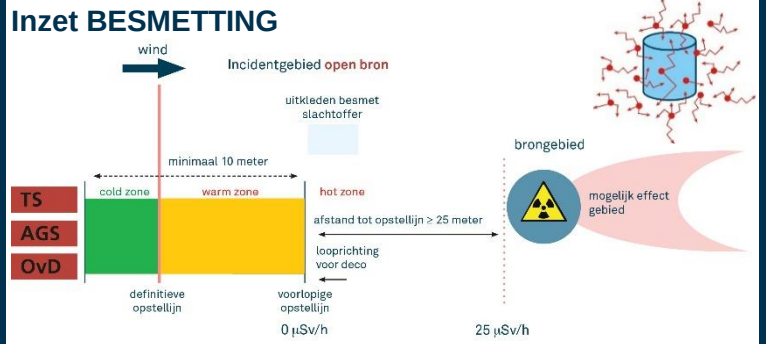
- **A**dembescherming (4^e A)
- beschermende kleding en
- goed schoonmaken besmette bluskleiding!

Bij (vermoeden) radioactieve stoffen $\Rightarrow$ 1 TS én AGS (stralingsdeskundige)

Inzet BESTRALING



Inzet BESMETTING



Draag altijd adembescherming en bluskleiding !!! Gebruik Automess !!!

Algemene maatregelen: gesloten en open bron

- 1) Procedure incidentbestrijding gevaarlijke stoffen en Automess aan!!!
- 2) Afstand houden en opstelliijn: stop op 100 meter, bepaal waar 25 μ Sv/u ligt, plaats opstelliijn 25 meter bovenwinds van 25 μ Sv/u óf daar waar < 1 μ Sv/u
- 3) Afscherming zoeken: achter fysieke barrières (muur, TS)
- 4) Beoordeel situatie: verpakking intact $\Rightarrow$ geen besmettingsgevaar, is inzet noodzakelijk door brandgevaar, beknelling of kans op beschadiging van de bron? Denk aan: resultaat > risico, dosisbeperkingen en ALARA
- 5) Persoonlijke bescherming: volledige uitrusting, gesloten nekflap en adembescherming (= IBGS)
- 6) Blootstellingstijd en aflossing: voorkom hoge dosis voor personen, aflossen
- 7) Meten: continu meten met Automess (γ -straling) en persoonsdosismeting
- 8) Informatie en advies: stralingsdeskundige van de instelling, eigenaar, AGS en GAGS
- 9) Nazorg en registratie: invullen registratieformulier, uitleg over inzet en risico's, nabespreking
- 10) Algemene hygiëne.

Aanvullende maatregelen: open bron

- 11) Beoordeel situatie: besmetting mogelijk bij kapotte verpakking, in ziekenhuis, lab of bij brand
- 12) Voorkomen besmetting: vermijd onnodig contact met besmette omgeving en/of de bron. Let op bij het wisselen van ademlucht(flessen)
- 13) Markeer besmet gebied: breng het besmette gebied zo goed mogelijk in kaart, markeer en zet af
- 14) Extra bescherming: gebruik aanvullend een vuilwerkpak of chemicaliënhandschoenen en/of -laarzen
- 15) Voorkom verspreiding: zo mogelijk verspreiding radioactieve stoffen voorkomen door afdekken bron (bv. met zand, zeil, evt. schuim), vraag advies AGS
- 16) Bescherm omgeving: plaats bij verspreiding benedenwinds een waterscherm benedenwinds van de bron
- 17) Besmettingscontrole uitvoeren: controleer na inzet op mogelijke besmetting van personen, materieel en middelen
- 18) Verwijderen besmetting: kan alleen bij uitwendige besmetting; zorg voor opvang, controle en afvoer water

Aanvullende maatregelen: brand

Mogelijk beschadigen afscherming $\Rightarrow$ open bron. Alert zijn op:

- verhoogd extern stralingsniveau
- verspreiden stof: inhalatie, depositie, resuspensie
- mogelijk radioactief besmet bluswater

4A's $\Rightarrow$ Afstand + Afscherming + (Adem)bescherming + Aflossen (inzettijd beperken)

Nazorg

- registratie in persoonsdossier
- neem bij evaluatie tijd voor uitleg!!!

Bij besmetting:

- medische controle na besmetting of bij ongerustheid van personeel of leidinggevende(n)
- kleding en materiaal inzamelen in luchtdichte verpakking; reinigen/ vervangen materieel en controle i.o.m. (G)AGS; denk aan registratie.

Verwijderen besmetting bij personen

- neus laten snuiten (monster bewaren en registreren per persoon)
- mondkapje en zwembril op
- kleding uit (niet over het hoofd) en kleding innemen (behandelen als besmet)
- ernstige besmetting eerst lokaal verwijderen
- goed afspoelen met lauw water (eerst zonder zeep)
- haren wassen (direct met zeep)
- goed naspoelen
- besmettingscontrole
- registratie van slachtoffers en gemeten besmetting
- voor vrijgeven persoonlijke bezittingen: (bindend) advies AGS en evt. GAGS.

Eigenschappen van verschillende typen straling

soort ¹⁾	massa	lading	dracht in lucht	belangrijkste gevaren ²⁾
alfa, α	zwaar	geladen deeltjes, 2+	max. 7 cm	inademing en direct uitwendig contact ³⁾
bèta, β	licht	geladen deeltjes, 1+ of 1-	max. 10 meter	inademing en direct uitwendig contact, externe bestraling
gamma, γ	geen	pakketjes energie, licht	'oneindig'	externe bestraling, <i>inademing en direct uitwendig contact</i>
röntgen, R $\ddot{o}$	geen	uit <i>ingeschakelde</i> toestellen (> 15 kV)		externe bestraling
neutronen, n	zwaar	ongeladen deeltjes	'oneindig'	externe bestraling

1) Ioniserende straling is meestal combinatie van verschillende stralingstypen, bv. uranium kan α -, β - en γ -straling geven.

2) **Let op:** de gevaren *inademing en direct uitwendig contact* gelden voor een open bron en contact met de radioactieve stof.

3) Voor α -deeltjes is effect van direct uitwendig contact gering, tenzij de stof in het lichaam komt door inademing of resuspensie; bij inwendige besmetting (vaak longen) is effect 20x groter dan eenzelfde dosis β - of γ -straling.

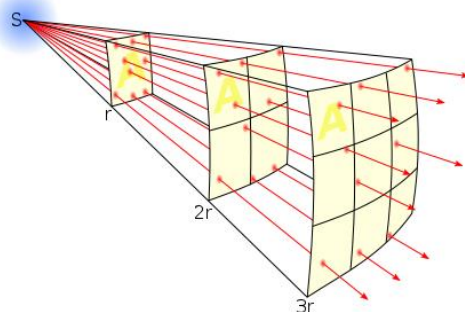
Kwadratenwet

$$D_1 \times r_1^2 = D_2 \times r_2^2$$

D_1 = gemeten dosis(tempo) op afstand r_1 van de bron

D_2 = gemeten dosis(tempo) op afstand r_2 van de bron

Afstand r groter	Dosis D kleiner
2x	4x
3x	9x
4x	16x
5x	25x



Afstand wordt 2x groter dan dosis 4x kleiner; afstand 3x groter, dan dosis 9x kleiner, etc.

Let op: de kwadratenwet geldt voor puntbronnen, dus stralingsbronnen met een afmeting die erg klein is t.o.v. de afstand r . Deze wet geldt niet bij grote oppervlaktebesmetting, bijv. na een kernramp.

Tabel 2.2 Berekenende maximale inzetijd op een bepaalde afstand tot de bron met kwadratenwet

afstand tot bron bij meten 25 μ Sv/u	inzettijd tot dosis 2 mSv bij een inzet op afstand tot de bron van:		
	1 meter	5 meter	10 meter
10 meter	48 min	20 uur	80 uur
20 meter	12 min	5 uur	20 uur
30 meter	5 min	132 min	9 uur
40 meter	3 min	75 min	5 uur

Dus gemeten dosistempo = 25 μ Sv/u op 20 meter vanaf de bron $\Rightarrow$ max. inzetijd 12 minuten op 1 meter vanaf de bron.

Beperken dosis bij optreden

taak onder leiding van

bevelvoerder (advies AGS)

alle niet-levensreddende taken

levensreddend werk mag zonder advies AGS tot 2 mSv!

AGS (stralingsdeskundige 5B)

meten, evacuatie, jodiumprofylaxe

AGS (stralingsdeskundige 3)

redden materiële belangen

levensreddend werk

dosis over inzetduur

2 mSv

alarm Automess

100 mSv

oud **nieuw**

250 mSv 500 mSv

750 mSv 500 mSv

Herkenning



Max op opp: 5 μ Sv/u

Max op 1 m: 0 μ Sv/u

0,5 mSv/u

10 μ Sv/u

2 mSv/u

100 μ Sv/u

op 2 m

100 μ Sv/u

Op apparaten / in gebouwen:

ziekenhuis, laboratorium

Gevarenklasse 7; GEVI begint met 7



B-scenario's

B1: Installatie voor uraniumverrijking

Urenco Nederland in Almelo verrijkt splijtstof voor nucleaire reactoren: meest ernstige ongeval zou leiden tot besmetting van de locatie zelf waarbij het stralingsgevaar beperkt blijft tot de medewerkers. Grootste risico vormt hier het uraniumhexafluoride (UF₆).^{#)}

B2: Verzamelen, verwerken en opslag van radioactief afval

Covra (Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval) conditioneert en slaat radioactief afval op in Vlissingen: het is zeer onwaarschijnlijk dat een incident 'off-site' effecten heeft.

B3: Overige inrichtingen met nucleair/radiologisch materiaal of stralingsapparatuur

Meest voor de hand liggende scenario is brand waarbij radioactief materiaal in de omgeving verspreidt via de rook of het bluswater: standaard beschermingsmaatregelen zijn hierbij voldoende. In uitzonderlijke gevallen kan het nodig zijn om landbouwmaatregelen te treffen.

B4: Transportongevallen met stralingsbronnen of besmetting

Wet- en regelgeving zorgt er voor dat transport nauwelijks zorgt voor een gevaar voor besmetting bij ongevallen. Een ongeval bij het transport van hoogradioactief afval van een kernenergiecentrale wordt behandeld als A-scenario.

B5: Het aantreffen van radioactieve (zoekgeraakte) bronnen of besmetting

Omgaan met grotere radioactieve bronnen zonder bescherming levert gezondheidsrisico's op. Waarschuw in dit geval direct de ANVS via het crisissnummer stralingsincidenten. Bij vermoeden van een kwaadwillende oorzaak (bv. 'vuile bom') wordt het incident een A-scenario (A7d) en als zodanig behandeld.

Maatgevend scenario**Ongeval gevolgd door brand tijdens vervoer van enkele honderden pakketten radiofarmaca**

Gevolgen van overige B-scenario's zijn vergelijkbaar. Het gebied waar het dosistempo van 25 µSv/u overschreden kan worden is het grootst voor maatgevende scenario. Ook gevolgen voor B-inrichtingen lijken op maatscenario.

#) Transport UF₆

Kans op vrijkomen UF₆ is klein, ook bij brand ⇒ relatief lage dosis, klein effectgebied. Containers staan onder overdruk en zuigen eerst omgevingslucht aan. Als voldoende druk is opgebouwd door reactie van UF₆ met vocht uit de lucht, zal HF ontsnappen; te zien aan witte nevel. Grootste probleem: chemische toxiciteit van HF. Fijnverdeeld UO₂F₂ verwaait.

Vervoer

Tabel S3.1 Overzicht stralingsniveau en etiket

cat- gorie	etiket	maximale stralingsniveau $\dot{H}^*$ op:	cat- gorie etiket	transport- index TI ¹⁾
7A		oppervlak: $\dot{H}^* \leq 5 \mu\text{Sv/u}$ 1 meter: $\dot{H}^* = 0 \mu\text{Sv/u}$	I-WIT 1 rode I	TI = 0 ²⁾
7B		oppervlak: $5 \mu\text{Sv/u} < \dot{H}^* \leq 500 \mu\text{Sv/u}$ of 1 meter: $0,005 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 0,5 \text{ mSv/u}$ 10 µSv/u	II-GEEL 2 rode II	0 < TI < 1
7C		oppervlak: $500 \mu\text{Sv/u} < \dot{H}^* \leq 2000 \mu\text{Sv/u}$ of 1 meter: $0,5 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 2 \text{ mSv/u}$ 100 µSv/u	III-GEEL 3 rode III	1 < TI < 10
7D		oppervlak: $2 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 10 \text{ mSv/u}$ 2 meter: 100 µSv/u	III-GEEL ³⁾	TI > 10

1) TI = transportindex = dosistempo µSv/u / 10 op 1 meter afstand van verpakking en $\dot{H}^*$ = gemeten dosistempo.
2) Is gemeten $\dot{H}^*$ niet groter is dan 0,05 mSv/u dan kan waarde afgerond worden op 0.
3) Moet bovendien onder exclusief vervoer worden vervoerd.

Maximaal toelaatbaar stralingsniveau

Tabel S3.2 Maximaal toelaatbaar stralingsniveau

vervoer		dosistempo [mSv/u]		
		oppervlak	op 1 meter	op 2 meter
vrijgestelde colli		0,005		
verpakking	niet-exclusief	2	0,1	-/-
	exclusief	10	2	-/-
voertuig	niet-exclusief	2	-/-	0,1
	exclusief	2	-/-	0,1

Maximaal toelaatbaar afwrijfbaar besmettingsniveau

Tabel S3.3 Maximaal toelaatbaar afwrijfbaar besmettingsniveau

vervoer	besmettingsniveau [Bq/cm ²]	
verpakking	α-stralers	0,4
	β- en γ-stralers	4
tanks en IBC's	α-stralers	0,04
	β- en γ-stralers	0,4
voertuig	α-stralers	0,4
	β- en γ-stralers	4

Tabel 8.3 Indicatie voor veiligheidsafstanden voor B-scenario's

situatie	veiligheidsafstand	optreden veiligheidsregio ¹⁾
Gevareng gebied: gebied direct rond plaats stralingsincident. Hier bevindt zich de bron en vindt bronbestrijding plaats.	25 meter cirkelvormig of uitbreiden tot gebied waar dosistempo van > 2 mSv/u wordt gemeten	Brongebied hot zone extra aandacht voor veiligheid / bescherming hulpverleners
Werkgebied: hier gelden procedurele maatregelen. In dit gebied kunnen noodzakelijke hulpverleningsacties uitgevoerd worden.	100 meter cirkelvormig of uitbreiden tot gebied waar dosistempo van > 25 µSv/u wordt gemeten	Brongebied hot zone extra aandacht voor veiligheid / bescherming hulpverleners
Aandachtsgebied: benedenwindse deel van de omgeving (vanaf de bron) dat mogelijk besmet is of dreigt te worden.	ongeveer 500 meter benedenwinds te bepalen met de startmal	Effectgebied kan hot, warm of cold zone zijn

- 1) In de kolom *optreden veiligheidsregio* zijn de benamingen van gebieden vertaald naar de procedure IBGS: het gevareng gebied en het werkgebied vormen samen het brongebied ofwel de hot zone waarbij de grens ligt bij de alarmwaarde van de Automess AD1 van 25 µSv/u. Het aandachtsgebied is het effectgebied waarbinnen zowel een hot zone, een warm zone als een cold zone kan voorkomen; de laatste bijvoorbeeld bij psychosociale gevolgen. Als richtwaarde voor de warm zone kan een grens van 2x het niveau van de achtergrondstraling aangehouden worden. Voor de terminologie wordt verwezen naar de procedure IBGS, zie ook Figuur 9.1 en Figuur 9.2.

A-scenario's

A1: Binnenlandse kernenergiecentrales

Borssele is de enige in werking zijnde kernenergiecentrale in Nederland: een incident kan leiden tot de emissie van radioactieve splijtingsproducten. Er is een rampbestrijdingsplan en er zijn preparatiezones afgesproken. Bij mogelijke schade in een reactorkern: 'off-site' emergency.

A2: Buitenlandse kernreactoren

A2a: nabij de Nederlandse grens: hiervoor gelden preparatiezones
A2b: ver van de Nederlandse grens: bij een zeer ernstig ongeval kunnen maatregelen ter bescherming van voedsel, water en gewassen nodig zijn.

A3: Nucleaire onderzoeksreactoren

Hoge Flux Reactor (45 MWth) in Petten en de Hoger Onderwijs Reactor (2 MWth) in Delft: bij mogelijke schade in de reactorkern wordt 'off-site' emergency afgekondigd. Hoge Flux betekent hoge neutronendichtheid; ongeveer 10x hoger dan in een kernenergiecentrale.

Preparatiezones voor A1 t/m A5

Tabel 8.1 Overzicht A-scenario's met netto vermogen en preparatiezones

Let op: verschil in preparatiezones tussen Nederland en buitenland, zie ook Tabel 8.2

A-object	netto vermogen	evacuatie	jodium-profylaxe	schuilen	aantal schoon te maken personen	aantal personen besmettingscontrole	maatregel voedselketen	afstand tot NL grens
A1 en 2: Kernenergiecentrales								
Borssele	512 MWe	5 km	10 km	20 km	10	1000-en	tot 250 km	- / -
Doel	433 / 433 / 1006 / 1047 MWe	4 km	20 km	40 km		1000-en	tot 400 km	2,8 km
Emsland	1400 MWe	5 km	25 km	50 km		100-en	tot 400 km	20 km
Mol	4 / 120 MWth	- / -	- / -	- / -				10,4 km
Tihange	962 / 1008 / 1015 MWe	- / -	- / -	- / -				38 km
A3: Onderzoeksreactoren								
Petten	45 MWth	- / -	2,1 km	3 km	5	100-en	100-en meters	- / -
Delft	2 MWth	- / -	- / -	500 meter	5	100-en	100-en meters	- / -
A4: Nucleair aangedreven schepen								
Haven Rotterdam of Den Helder	- / -	< 100 meter	400 meter	700 meter	10	100-en	enkele km's	- / -
A5: Radiologisch defensiemateriaal (let op: nucleaire explosie is niet mogelijk)								
Nederland	- / -	800 meter	- / -	2 km	10	100-en	tot 100 km	- / -
A7d: 'Vuile bom'								
Nederland	- / -	400 meter	- / -	2 km	10	100-en	enkele km's	- / -

A4: Nucleair aangedreven schepen

Mogelijk in havens Rotterdam en Den Helder: zeer robuust en emissie radioactief materiaal is niet waarschijnlijk. Wel preparatiezones afgesproken.

A5: Transportongevallen met radiologisch defensiemateriaal

Radiologisch defensiemateriaal bevat hoog explosief materiaal, laag radioactief materiaal (uranium en tritium) en hoog radiotoxisch materiaal (plutonium). Vooral inademing van plutonium vormt een ernstig gezondheidsrisico. Meten op α -straling is daarom noodzakelijk. Een nucleaire explosie is niet mogelijk.

A6: Het neerstorten van nucleaire satellieten

Bij terugkeren van een satelliet in de atmosfeer kan bij neerstorten de radioactieve brandstof over een groot gebied verspreid worden. Geen verdere maatregelen vastgesteld.

A7: Moedwillige handelingen met nucleaire bronnen of stoffen

- A7a: dreiging met een stralingsongeval
A7b: opzettelijke blootstelling van personen aan hoog radioactief materiaal
A7c: opzettelijke besmetting op een locatie
A7d: 'vuile bom' (Radiological Dispersion Device)
A7e: opzettelijke besmetting van een locatie
A7f: moedwillig handelen bij een nucleaire verstoring

Maatregelen afhankelijk van aard en gevolgen: vooral aandacht voor opsporen bron en vaststellen besmetting.

Harmonisatie

De preparatiezones en interventieniveaus worden geharmoniseerd. Dat betekent dat bij een ongeval met grensoverschrijdende lozing (of dreiging daarvan) aan weerszijden van de grens dezelfde beschermende maatregelen worden genomen.

Preparatiezones zijn hetzelfde voor buurlanden België en Duitsland voor de kernenergie-centrales die in die landen liggen. De maatregel jodiumprofylaxe bereidt België in het hele land voor. Over de wijze waarop de jodium-tabletten verspreid worden is nog geen besluit genomen.

Tabel 8.2 Huidige en nieuwe preparatiezones in kilometers voor harmonisatie met België en Duitsland

	evacuatie ¹⁾		schuilen		jodiumprofylaxe predistributie		jodiumprofylaxe distributie	
	huidig	nieuw ²⁾	huidig	nieuw ²⁾	huidig	nieuw ²⁾	huidig	nieuw ²⁾
Borssele	5	10	20	10	10	20	- / -	100
Doel	4	10	40	10	20	20	- / -	100
Emsland	- / -	10 ³⁾	50	10 ³⁾	25	25	- / -	100
Mol	- / -	- / -	- / -	10	- / -	20	- / -	- / -
Tihange	- / -	10 ³⁾	- / -	10 ³⁾	- / -	20 ³⁾	- / -	100
Petten	- / -	3	3	3	- / -	- / -	2,1	3
Delft	- / -	- / -	- / -	0,5	- / -	- / -	- / -	0,5

1) Voor evacuatie geldt dat de binnenste 5 km voorrang heeft boven het daarbuiten gelegen gebied.

2) Het is nog niet bekend wanneer de nieuwe preparatiezones ingaan.

3) Deze zone bereikt Nederland niet en is daarom minder relevant voor Nederland.

Aanvullende informatie scenario's

Maak gebruik van bluskleiding en adembescherming en eventueel: vuilwerkpak
Optreden conform Procedure IBGS

Vuile bom

Maatgevend: fijn verdeeld stof, inademing dominant
Explosie, fragmentatie en straling

1. afzetten minimaal 400 meter
2. een schuilradius van 2 kilometer benedenwinds

Voor de ontploffing:

3. controleer op γ -straling met Automess AD1
4. hanteer Procedure IBGS
5. hanteer Protocol verdachte objecten

Na de ontploffing:

6. controleer op depositie en hot-spots met Automess AD1 en met sonde AD-17 of AD-k
7. houd rekening met mogelijke besmette slachtoffers: geen belemmering voor spoedeisende hulp!
8. zorg voor besmettingscontrole en schoonmaken van personen en omgeving

Tabel 8.4b Initiële maatregelen bij een vuile bom

scenario	veiligheidszone ontruimen rondom	schuilzone rondom	jodium-profylaxe
Scenario: vuile bom	400 meter	2 km	n.v.t.

Gevaren:

- grootste risico: het explosief!
- kans op acute stralingsschade: minimaal
- grootste effecten: psychisch / sociaal / economisch
- feitelijk risicogebied sterk afhankelijk van aard bebouwing: veel hoge dichte bebouwing geeft weinig verspreiding. Z.s.m. controlemetingen.
- Advies: bij niet gas-gerelateerde explosie op onverwachte plaats: standaard Automess mee.

Ongeval met radiologisch defensiemateriaal

Maatgevend: crash militair transporttoestel
Bij verspreiden radioactieve stoffen: inademing plutonium
Een radiologische explosie is NIET mogelijk!

Optreden:

1. Procedure IBGS
2. acuut schuilen in zone van 2 km rondom incidentlocatie
3. ontruiming veiligheidszone van 800 meter op advies AGS; advies over afbakening veiligheidszone, tijdstip en gebruik van eventuele beschermende middelen
4. controleer op α -straling met Automess AD-17 of AD-k
5. let op mogelijke besmetting met en verspreiding van gevaarlijke stoffen; tref zo nodig schoonmaakmaatregelen
6. bij brand: zo snel mogelijk blussen en de lading zo snel en lang mogelijk koelen
7. let op mogelijk aanvullende instructies over bestrijdings-tactiek, veiligheidsmaatregelen en bijstellen schuilzone.

Tabel 8.4a Initiële maatregelen bij een ongeval met radiologisch defensiemateriaal

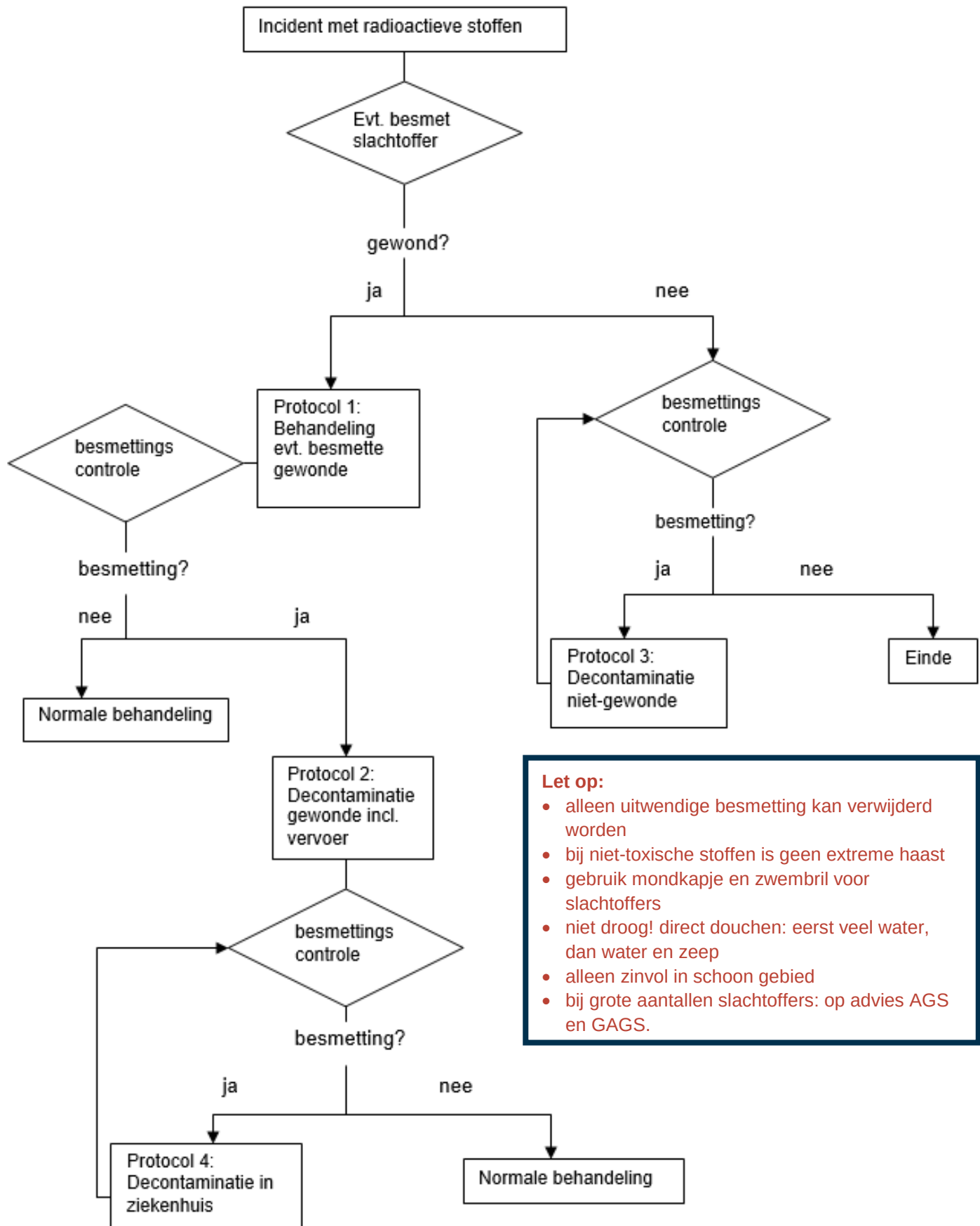
scenario	veiligheidszone ontruimen rondom	schuilzone rondom	jodium-profylaxe
Scenario: crash militair transporttoestel mogelijk met radiologisch defensiemateriaal	800 meter als dit veilig kan, niet door de rook/pluim advies AGS	2 km	n.v.t.

Bijkomende gevaren:

brandgevaar (kerosine), koolstofcomposiet, aanzuigen straalmotoren, gas aangedreven brandblussystemen, zelfbeschermingsmiddelen (lichtkogels en radar-storingsmunitie), explosief aangedreven systemen (schietstoel(en)) en handvuurwapens, munitie, licht explosief materiaal (in uitrusting).

Stroomschema voor verwijderen besmetting

Het behandelprotocol wordt bepaald door de (G)AGS na besmettingscontrole, zie Aandachtskaart RA Interventie.



Let op:

- alleen uitwendige besmetting kan verwijderd worden
- bij niet-toxische stoffen is geen extreme haast
- gebruik mondkapje en zwembril voor slachtoffers
- niet droog! direct douchen: eerst veel water, dan water en zeep
- alleen zinvol in schoon gebied
- bij grote aantallen slachtoffers: op advies AGS en GAGS.

Protocol 1: Behandeling (eventueel) besmette gewonde

1. Verleen een gewonde die besmet is met radioactief materiaal direct noodzakelijke eerste hulp, zoals het stoppen van slagaderlijke bloeding, het aanleggen van noodverband, het behandelen van ademstilstand, etc.
2. Dek open wonden altijd af.
 - Pas op voor secundaire besmetting.
 - Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen (handschoenen en masker tegen fijn stof).
 - Ga er zo lang eventuele besmetting nog onbekend is, van uit dat de gewonde wel besmet is.
 - Voor tegelijkertijd een besmettingscontrole uit.

Nadat door besmettingscontrole gebleken is dat er geen sprake van besmetting is, wordt de patiënt vervoerd naar het ziekenhuis met de vermelding dat het gaat om een radiologisch incident. In het ziekenhuis kan dan een tweede controle worden uitgevoerd.

Protocol 2: Decontaminatie gewonde inclusief vervoer

Decontaminatie

1. Is een besmetting geconstateerd, registreer dan de aard en de plek van de besmetting en verzamel informatie over de verblijftijd en waar iemand vandaan komt.
2. Laat vervolgens zo mogelijk de neus snuiten in een tissue (door mogelijke inademing van radioactieve stofdeeltjes wordt hiermee al een deel weggehaald) en bewaar dit voor latere analyse.
3. Verwijder de kleding op een zodanige manier dat er geen secundaire besmetting kan optreden en bewaar het in een plastic zak voorzien van een label 'Radioactief besmet'. Door de maatregel vindt al een besmettingsreductie plaats van ongeveer 90%.

Vervoer

4. Bedek de brancard, inclusief kussen, met opengeslagen laken of deken, leg de patiënt hierop en sla daarna laken of deken goed om de patiënt heen.
5. Vervoer de patiënt naar een ziekenhuis waar men de beschikking heeft over een besmettingsmonitor (meestal ziekenhuis met afdeling Nucleaire Geneeskunde) en meld dit aan het betreffende ziekenhuis.
6. Controleer na het overdragen van de patiënt handen en kleding van de hulpverleners en de ambulance-inventaris op besmetting en geef de besmette materialen af.
7. Als besmetting is opgetreden wassen met ruim water en zachte zeep. Geen harde borstel gebruiken. Eventueel douchen en haren wassen. Nadien opnieuw controleren op besmetting. Bij restbesmetting procedure herhalen.
 - Pas op voor secundaire besmetting.
 - Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen (handschoenen en maskers).

Protocol 3: Decontaminatie niet-gewonde

1. Is een besmetting geconstateerd, registreer dan de aard en de plek van de besmetting en verzamel informatie over de verblijftijd en waar iemand vandaan komt.
2. Laat vervolgens zo mogelijk de neus snuiten in een tissue (door mogelijke inademing van radioactieve stofdeeltjes wordt hiermee al een deel weggehaald) en bewaar dit voor latere analyse.
3. Verwijder de kleding op een zodanige manier dat er geen secundaire besmetting kan optreden en bewaar het in een plastic zak voorzien van een label 'Radioactief besmet'. Door de maatregel vindt al een besmettingsreductie plaats van ongeveer 90%.
4. Controleer na het decontaminatie handen en kleding van de hulpverleners op besmetting.
5. Als besmetting is opgetreden wassen met ruim water en zachte zeep. Geen harde borstel gebruiken. Eventueel douchen en haren wassen. Nadien opnieuw controleren op besmetting. Bij restbesmetting procedure herhalen.
 - Pas op voor secundaire besmetting.
 - Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen (handschoenen en maskers).

Protocol 4: Decontaminatie in ziekenhuis

1. Verleen een gewonde die besmet is met radioactief materiaal direct noodzakelijke eerste hulp.
2. Verzamel gegevens omtrent de oorzaak en de aard van de besmetting.
3. Lokaliseer en meet besmettingen, registreer de gegevens (bij voorkeur op een speciaal formulier).
4. Trek voorzichtig besmette kledingstukken uit.
5. Verwijder eventuele besmetting uit de neus-, mond- en keelholte door snuiten etc. (monsters bewaren voor meting)
6. Voorkom verspreiding van de besmettingen, bijvoorbeeld door het afdekken van bepaalde lichaamsdelen.
7. Decontaminatie (rekening houdend met de toestand van de huid), meting en registratie.
8. Eventueel stap 7 herhalen;
 - Pas op voor secundaire besmetting.
 - Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen (handschoenen en maskers).
 - Steeds moet men voor ogen houden dat inwendige besmetting moet worden voorkomen dan wel beperkt.

Grootschalige ontsmetting: GOE

(voor grote aantallen slachtoffers: zie beschikbare protocollen)

- gezelschapsdieren uit hot zone: eigenaren maken dieren zelf schoon, voordat zij zichzelf schoonmaken
- besmette personen krijgen instructie en douchen zelf: ter plaatse olv brandweer of thuis
- besmette personen krijgen eigen kleding mee voorzien van een wasinstructie en wassen deze thuis.

Meetopdracht	Datum: _____ Tijd opdracht: _____
Meetploegnummer/naam	Whiskey: _____
Coördinaat incident/aard ongeval	Alpha: _____
Coördinaat meetlocatie of meetpunt/sector(en)	Mike: _____
Persoonlijke bescherming: adembescherming kleding	☐ Ademlucht ☐ Filterbus, type: _____ ☒ Bluskleding ☒ Handschoenen, type: _____ ☐ Vuilwerkpak
Soort meting: Explosiegevaarmeting	☐ Echo
Persoonlijke dosis met ADOS	☒ Delta: ADOS
Dosistempo met Automess	☐ Romeo: Automess ☐ zonder ☐ met sonde AD-18
Radioactieve neerslag	☐ Foxtrot: Automess met sonde AD-17
Besmettingscontrole 'sonde'	☒ Sierra: Automess met sonde AD-17
Besmettingscontrole 'strijkijzer'	☐ Sierra: Automess met sonde AD-k
Bijzonderheden aanrijdroute, meteo meetlocatie, specifieke zaken	

Meetresultaat	Whiskey: _____		
Meetlocatie	Mike: _____		
Tijdstip meting	Tango: _____		
Explosiegevaar	Echo: _____ %LEL		
Persoonlijke dosis (Delta <i>na</i> inzet – Delta <i>voor</i> inzet)	Delta <i>na</i> : _____	Delta <i>voor</i> : _____	Delta <i>totaal</i> : _____
Dosistempo: Automess met/zonder sonde AD-18	Romeo: _____	Tango: _____	
Radioactieve neerslag: Automess + sonde AD-17	Foxtrot: _____	Tango: _____	
Besmettingscontrole: Automess + sonde AD-17	Sierra: _____	Tango: _____	
Besmettingscontrole: Automess + sonde AD-k	Sierra: _____	Tango: _____	
Bijzonderheden bv. over meetapparatuur, meteo, verdachte zaken			



Persoonsgegevens	Geslacht: man / vrouw (doorhalen wat niet van toepassing is)
Naam	
Adres/Woonplaats	
Geboortedatum (dd – mm – jjjj)	
Korps	
Personeelsnummer (invullen door P&O)	

Incident/inzet	Uitruknr: Datum:
Aard	
Locatie	
Functie (aanvalsploeg, gaspakdrager, meetploeg, duiker etc.)	
Stofgegevens Naam	
GEVI-code / UN-nummer	
Belangrijkste stofeigenschappen -vast/vloeistof/gas -toxisch/radioactief/biologisch	
Persoonlijke beschermingsmiddelen	☐ Adembescherming ☐ Blusoverall ☐ Gaspak ☐ Chemiepak ☐ Duikuitrusting ☐ Overig:
Blootstellingsduur	(in minuten)
Gemeten of bepaalde doses (klasse 7)	(in μ of mSv)
Methode verwijderen besmetting	
Verwijderen besmetting en besmettingscontrole uitgevoerd?	☐ Nee ☐ Ja, methode:

Advies nazorg	
----------------------	--

Bron: Vakgroep IBGS, district OGS Oost 5

Medische gegevens / Arbo gegevens*

Document / gegevens	Minimale bewaartermijn	Maximale bewaartermijn	Ingangsdatum bewaartermijn	Vastgelegd in
Algemeen	10 jaar, maar werknemer kan om vernietiging vragen			art. 7: 456 Wet op de Geneeskundige Behandelingsovereenkomst
Patiëntendossier	15 jaar		vanaf datum vervaardiging (of zoveel langer als redelijkerwijs uit de zorg van een goed hulpverlener voortvloeit)	art. 7: 456 Wet op de Geneeskundige Behandelingsovereenkomst
Kankerverwekkende stoffen en processen, incl gegevens van arbeidsgeneeskundig onderzoek en lijst van werknemers	40 jaar		na blootstelling	Arbeidsomstandighedenbesluit
Vinylchloridemonomeer, metingsgegevens / concentratiegegevens van bewakingssysteem	3 jaar		na blootstelling	Arbeidsomstandighedenbesluit
Vinylchloridemonomeer, gegevens van arbeidsgeneeskundig onderzoek, lijst van werknemers	40 jaar		na blootstelling	Arbeidsomstandighedenbesluit
Benzeen en gechloreerde koolwaterstoffen	40 jaar		na blootstelling	Arbeidsomstandighedenbesluit
Asbest, register van blootstelling	41 jaar		na blootstelling	Arbeidsomstandighedenbesluit
Zandsteen	42 jaar		na blootstelling	Arbeidsomstandighedenbesluit
Lood en loodwit	43 jaar		na blootstelling	Arbeidsomstandighedenbesluit
Biologische agentia algemeen	10 jaar		na blootstelling	Arbeidsomstandighedenbesluit
Biologische agentia indien infectueus	10 jaar	40 jaar	na blootstelling	Arbeidsomstandighedenbesluit
Ioniserende straling	30 jaar na beëindiging werkzaamheden	mag bewaard worden tot 75e levensjaar	na blootstelling	Besluit Stralingsbescherming

* Medische gegevens dienen onder beheer te zijn van de Arbodienst. Bovenstaande bewaartermijnen gelden alleen als de Arbodienst de gegevens bewaard. Medische gegevens die in het personeelsdossier zijn opgenomen vallen onder de bewaartermijnen van personeelsdossiers.

Gegevens materiaal/middelen (aantal invullen)	
_____ ademluchttoestel(len)	_____ bluspakken
_____ ademluchtmasker(s)	_____ nekflappen van de helm
_____ explosiegevaarmeter(s)	_____ gaspakken
_____ Automess(en)	_____ duikuitrusting
_____ Ados(sen)	_____
_____ slangen	_____

Incident/inzet	Datum:
Aard	
Locatie	
Stofgegevens	Naam
	UN-nummer
	GEVI-code
Belangrijkste stofeigenschappen	
Schoonmaakmethode	
Schoonmaken en besmettingscontrole uitgevoerd?	☐ Ja ☐ Nee

Advies behandeling

Aandachtskaarten voor AGS, GAGS en stralingsdeskundigen:

- > Aandachtskaart RA Netwerkkkaart: Operationele netwerkkkaart: bij incidenten met radioactieve stoffen
- > Aandachtskaart NMR Alarmeringsprotocol: Afhandelen alarmering Nationaal Meetnet Radioactiviteit
- > Aandachtskaart RA Interventie: Eigenschappen, gezondheidseffecten en maatregelen
- > Aandachtskaart RA Nuclidentabel: Werkblad Straling
bijlage bij *Stralingsincidenten veiligheidsregio's: Achtergrondinformatie*.

Verificatietraject AGS in samenwerking met GAGS

Na alarmering van de AGS en eventueel de GAGS zal op basis van de beschikbare informatie worden bepaald welke informatie, kennis en ondersteuning ontbreekt. Onderstaande stappen zijn daarbij behulpzaam:

Stap 1: Welke gevalideerde informatie is bekend?

Inhoud alarmeringsbericht	<i>tel. nr. eigen meldkamer</i>
Beeld Ovd Brandweer en Ovd Geneeskundig	<i>Ovd telefoon of via CoPI</i>
Beeld via niet-geverifieerde bronnen	<i>internet/social media</i>

Stap 2: Welke maatregelen heeft het bedrijf / instelling / bedrijfsbrandweer genomen?

A-object: Vergunninghouder (bij nucleaire installatie)	<i>tel. nr. regio-specifiek</i>
A-object: Bedrijfsnoodorganisatie / bedrijfsbrandweer	<i>tel. nr. regio-specifiek</i>
B-object: Bedrijfsinformant / chauffeur	<i>mondeling ter plaatse</i>

Stap 3: Zijn er meetgegevens beschikbaar?

AGS eigen regio (zelf inloggen op NMR website)	<i>tel. nr. regio-specifiek</i>
--	---------------------------------

Stap 4: Overige adviesdiensten / betrokken instanties bij incidentbestrijding

Crisisnummer stralingsincidenten: contact ANVS en EPAn A: A-object: vraag naar procesmanager EPAn B: B-object: vraag naar ANVS DDA straling (ook voor advies CET straling)	070 38 32 425 (24/7)
CETstraling	070 38 32 425 (24/7)
CETmilieu drinkwater	088 67 88 999 (24/7)
RIVM – NMR-deskundige: voor verificatie alarm NMR (zie Aandachtskaart: 'NMR Alarmeringsprotocol')	06 65 15 12 35 (semafoon, 24/7)
RIVM – MOD	030 27 42 742 (24/7)
CBRN response eenheid Vught	073 68 82 288 (24/7)
Expert in de regio (niveau 2 of 3 deskundige)	<i>tel. nr. regio-specifiek</i>
Verspreiding decentraal opgeslagen jodiumtabletten	<i>tel. nr. regio-specifiek</i>
Inrichten ontsmettingslocaties	<i>tel. nr. regio-specifiek</i>

Vergunninghouder / exploitant A-object

De vergunninghouder is primair verantwoordelijk voor de nucleaire veiligheid en zal als eerste actie ondernemen om een (dreigend) incident te bestrijden. De vergunninghouder is verplicht om melding te maken van een incident bij het Meldpunt Stralingsincidenten. Daarnaast zal de vergunninghouder van een A-object zowel de burgemeester als de ANVS inlichten.

Als een instelling bedrijfsbrandweer heeft, kan het toevoegen van een contactpersoon van de bedrijfsbrandweer (bij stap 2) zinvol zijn.

Vergunninghouder / exploitant B-object

Een ondernemer of exploitant onder wiens verantwoordelijkheid handelingen of werkzaamheden worden verricht, waarbij ioniserende straling kan vrijkomen, moet voorzieningen treffen ter voorbereiding op een interventie voor het geval zich binnen de locatie een radiologische noodsituatie voordoet. Hij stelt hiervoor een interventieplan op. Hij is verplicht om melding te maken van een incident bij het Meldpunt Stralingsincidenten.

Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS)**070 38 32 425 (24/7)**
088 48 90 000 (24/7)

Bij de ANVS zijn de inspectie (voorheen Kernfysische Dienst, KFD) en het adviesnetwerk Eenheid Planning en Advies nucleair (EPAN) ondergebracht. De EPAN is een nationaal kennis- en adviesnetwerk dat wordt opgeschaald bij incidenten met A-objecten. De EPAN geeft inzicht in de radiologische situatie en geeft advies over te nemen maatregelen ter bescherming van mens en milieu tegen stralingsrisico's.

Bij incidenten waarbij radioactieve stoffen betrokken zijn, levert de ANVS deskundigheid en meetondersteuning aan de AGS en GAGS. De ANVS zal tevens toezicht houden op het opruimen van radioactief materiaal (door vergunninghouder) en controles uitvoeren waarna de omgeving vrij gegeven kan worden. De ANVS kan hierbij worden ondersteund door het RIVM. De ANVS kan in crisissituaties bereikt worden via het crisissnummer stralingsincidenten.

Incidenten met een stralingsbron worden door de vergunninghouder gemeld aan de ANVS via het Meldpunt Stralingsincidenten: 088 48 90 000. Het Meldpunt Stralingsincidenten is ondergebracht bij het Meld- en Informatie Centrum (MIC) van de Inspectie Leefomgeving en transport.

Bij een A-object zal de vergunninghouder / ondernemer zowel de burgemeester als de ANVS inlichten, via het crisissnummer stralingsincidenten: 070 38 32 425.

De (G)AGS kan de ANVS bereiken via het crisissnummer stralingsincidenten: 070 38 32 425. Vraag bij een incident met een A-object naar de procesmanager EPAN en bij een incident met een B-object naar de ANVS DDA straling.

Crisis Expert Team straling: CETstraling**070 38 32 425 (24/7)**

Het CETstraling (CETs) is ondergebracht bij het RIVM; bij het CETs zijn het (voormalige) BORI en BOGI ondergebracht. Bij incidenten met B-objecten kan het CETs deskundigenadvies leveren aan veiligheidsregio's. In het CETs werken alle instituten samen die hier een rol in hebben. Het CETs bepaalt de radiologische gevolgen van een incident met radioactieve stoffen. Bij het RIVM ligt de nadruk op het vaststellen van de stralingsdosis van de bevolking door externe bestraling en inhalatie van besmette lucht.

Bij een A-incident is het CETs onderdeel van de EPAN (ondergebracht bij de ANVS) en loopt de advisering via de EPAN. Bij A-incidenten coördineert het RIVM de meetinspanningen voor het bepalen van directe blootstelling in afstemming met brandweer en defensie.

Crisis Expert Team milieu drinkwater: CETmilieu drinkwater**088 67 88 999 (24/7)**

Het CETmilieu drinkwater (CETmd) kan advies geven aan de regionaal vraagregisseur bij milieu- en drinkwaterincidenten. In geval van een incident bij een installatie voor uraniumverrijking kan het chemische risico gevaarlijker zijn dan het radiologische risico. Bij een incident bij zo'n object kan het CETmd adviseren over de chemische risico's.

RIVM en Nationaal Meetnet Radioactiviteit: NMR**06 65 15 12 35 (semafoon, 24/7)**

Het NMR is een waarschuwingsmeetnet voor stralingsongevallen. Bij een ongeval geeft het meetnet inzicht in omvang en verloop van de radioactieve besmetting. Het doel is om grootschalige stralingsongevallen tijdig te signaleren, inzicht te krijgen in de stralingsrisico's voor de bevolking en het nationale en lokale gezag in crisissituaties te ondersteunen bij het treffen van maatregelen om de bevolking te beschermen. De AGS kan zelf op de NMR website inloggen en de meetresultaten bekijken.

RIVM en Milieu Ongevallen Dienst: MOD (24/7)**030 27 42 742**

De MOD ondersteunt bij chemische incidenten en branden hulpverleners door op basis van metingen risicoschattingen te maken van de effecten op de gezondheid en het milieu. Incidenten met radioactieve stoffen vereisen mogelijk een multidisciplinaire aanpak als er sprake is van een brand of het vrijkomen van chemische stoffen. De meetinspanningen van de MOD, en die van het RIVM in het kader van de EPAN, worden op elkaar afgestemd.

CBRN response eenheid Vught**073 68 82 288 (24/7)**

Defensie kan het volgende garanderen: een Advies & Assistentie team (A&A-team, opkomsttijd circa 2 uur), een Detectie, Identificatie & Monitoring (DIM)-groep, opkomsttijd circa 2,5 uur en ontsmettingscapaciteit met een opkomsttijd van 6 uur. De A&A en DIM-capaciteit is een aanvulling op de CBRN-capaciteit van de brandweer waar het gaat om detectie, identificatie en monitoring van chemische en radiologische middelen.



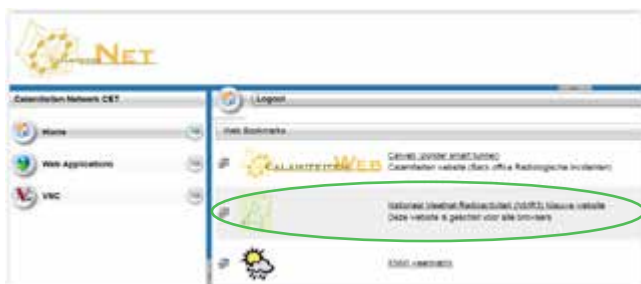
Afhandelen alarmering Nationaal Meetnet Radioactiviteit

Acties Centralist

- 1 Het alarm komt binnen bij de meldkamer (een gesproken bericht via telefoon meldkamer), het alarmeringsniveau is 2000 nSv/h. Dit telefoonbericht wordt elke 10 minuten herhaald totdat het alarm door de AGS bevestigd wordt.
- 2 De centralist alarmeert vervolgens de AGS en geeft door dat één of meerdere meetposten van het NMR in de regio verhoogd zijn.

Acties AGS

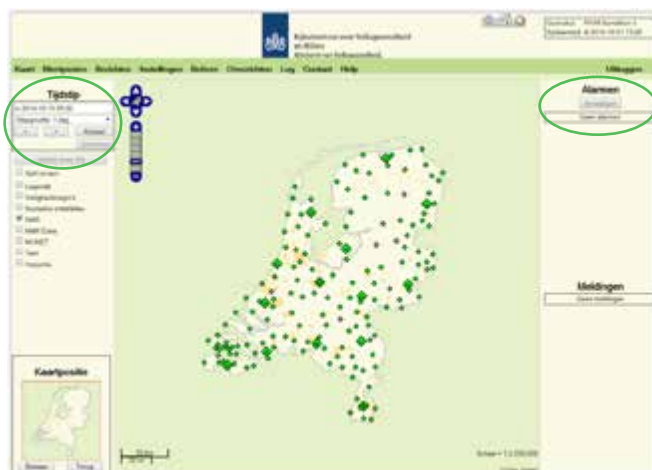
- 3 De AGS gaat naar <http://www.cal-net.nl> en logt in met gebruikersnaam en wachtwoord (dit kan met een pc met internetverbinding). Kies voor "Nationaal Meetnet Radioactiviteit (NMR3) Nieuwe website".



Log ook hier in met gebruikersnaam en wachtwoord.
Het Alarmenvenster (rechtsboven) geeft aan welke meetposten in alarm zijn.



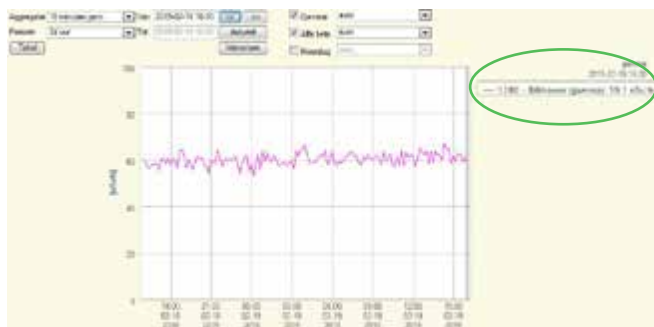
Het startscherm geeft ook de Kaart weer. Als de meetposten blauw gekleurd zijn, zijn er geen actuele meetwaarden binnen. Ga eventueel naar **Tijdstip** en klik op het pijltje naar links tot de kleur van de meetposten verandert. Groen betekent "normaal" stralingsniveau.



Rood betekent stralingsniveau hoger dan 200 nSv/h (RIVM alarm). Paars betekent stralingsniveau hoger dan 2000 nSv/h, dit is het alarmeringsniveau voor de brandweer.

- 4 De AGS bevestigt het alarm door bij Alarmen, op de knop "Bevestigen" te klikken, hierdoor stopt het binnenkomen van het alarm bij de meldkamer. De tekst van het alarm verandert dan van vetgedrukte in gewone tekst.

- 5 Dubbelklik op de Kaart op de meetpost in alarm, een grafiek met de meetwaarden van de laatste 24 uur verschijnt. Door in de grafiek te klikken en de muis heen en weer te bewegen, wordt de meetwaarde van het betreffende tijdstip rechts naast de grafiek getoond.



- 6 Neem contact op en overleg met de NMR deskundige van het RIVM:
semafoon **06 65 15 12 35**.
Zie ook in de menubalk bij 'Contact'.

Draai het semafoonnummer

- kies uit het keuzemenu 2
- toets eigen telefoonnummer in en sluit af met hekje(#)

De oproep wordt dan verzonden en de semafoonhouder belt zsm naar het telefoonnummer.

- 7 Door boven in de menubalk te kiezen voor 'Meetposten' en de regio te selecteren, worden die meetposten in een lijst weergegeven. Na selecteren van één van de meetposten verschijnt informatie over de locatie, waaronder het adres en de coördinaten.



- 8 Je kunt ook meerdere meetposten selecteren. Houdt de 'Ctrl' toets ingedrukt en kies de gewenste meetposten met de 'muis'. Met de button 'Grafiek' aan de linkerkant kun je dan een grafiek maken van meerdere meetposten.



- 9 Overleg met het RIVM of het wenselijk is om een meetploeg naar de NMR-meetpost te sturen voor controle en meting. In het geval van een bevestigd alarm kan met het RIVM overlegd worden hoe verder te handelen. Bij vertrek naar de locatie is het aan te bevelen de stralingsmeetinstrumenten aan te zetten.

De procedure wordt regelmatig getest door het uitvoeren van een oefenalarm in reguliere werktijd.

Deze publicatie is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

Het RIVM besteedt uiterste zorg om de inhoud van deze informatie zo correct, helder en compleet mogelijk te houden. Aan de inhoud kunnen echter geen rechten worden ontleend.

©RIVM, februari 2015

Eigenschappen en afscherming

Tabel S1.1 Overzicht eigenschappen stralingssoorten

soort straling	massa	lading	max. energie [MeV]	max. dracht			soort gevaar ¹⁾	afscherming
				lucht	weefsel	aluminium		
alfa α	zwaar, 7300x massa elektron of 4x massa proton	2+ ${}^4_2\text{He}^{2+}$	7,7	7 cm	60 μm	5 μm	inademing en direct uitwendig contact ²⁾	papier
bèta β ³⁾	licht, 1/1836 ^e deel proton	1+ of 1- positron e^+ elektron e^-	2,3 ⁴⁾	10 m	13 mm	5 mm	inademing en direct uitwendig contact, externe straling	perspex, aluminium
halveringsdikte								
				lood	beton	water		
gamma γ	geen	0 fotonen, elektromag- netisch	foto-elektrisch: < 100 keV compton: < 5 MeV paarvorming: 1,022 MeV (2x 511 keV)	1 cm	5 cm	10 cm	externe straling, bij open bron ook inademing en direct uitwen- dig contact	beton, lood
röntgen rö	geen			1 cm	5 cm	10 cm	externe straling	beton, lood
neutro- nen n	zwaar 1x massa proton	0 ongeladen deeltjes	thermisch: 0,01 – 0,3 eV middel: 0,3 eV – 0,2 MeV snel: 0,2 – 20 MeV				externe straling	water, polyetheen

1) **let op:** de gevaren *inademing en direct uitwendig contact* gelden voor een open bron en contact met de radioactieve stof.

2) voor α -deeltjes is effect van direct uitwendig contact gering, tenzij de stof in het lichaam komt door inademing of resuspensie; bij inwendige besmetting (vaak longen) is effect 20x groter dan eenzelfde dosis β - of γ -straling

3) alleen voor β -deeltjes, niet voor de eventueel gevormde fotonen 4) als praktische bovengrens is de maximale β -energie van ${}^{90}\text{Y}$ genomen.

Gezondheidseffecten en drempeldosis

Tabel 4.1 Vroege of acute effecten die optreden na bestraling van het hele lichaam

dosis [Gy]	effect
0,2-1	geen ziekteverschijnselen, vermindering van het aantal witte bloedlichaampjes
1-2	verminderde weerstand, vermoeidheid, braken, diarree, herstel na enkele weken
2-3	ernstige stralingsziekte door beschadiging van o.a. beenmerg
3-4	ernstige stralingsziekte, sterftেকans binnen een maand zonder medische behandeling maximaal 50%
4-10	beenmergsyndroom: er kunnen geen nieuwe bloedcellen aangemaakt worden in het beenmerg, omdat deze cellen ernstig beschadigd of dood zijn, in bijna alle gevallen sterfte binnen een maand zonder medische behandeling
10-50	maag-darm syndroom: er kan geen nieuw slijmvlies in de darmen aangemaakt worden, omdat deze cellen ernstig beschadigd of dood zijn, sterfte binnen een week
>50	centraal zenuwstelselsyndroom: de zenuwcellen sterven en kunnen niet vervangen worden, sterfte binnen enkele uren tot dagen

Tabel S4.1 Drempeldosis voor weefsels en organen

weefsel en deterministisch effect	drempeldosis bij kortdurende blootstelling [Gy]
testes - tijdelijke steriliteit - blijvende steriliteit	0,15 > 3,5
eierstokken - steriliteit	> 2,5
ooglenzen - aantoonbare vertroebeling (begin van staar) - verminderd gezichtsvermogen (staar)	> 0,5 > 2,0
beenmerg - onderdrukking van de bloedvorming	> 0,5

Stochastisch

De kanscoëfficiënt voor fatale kanker: 0,05 Sv⁻¹.
Als hulpverlener tijdens interventie effectieve dosis oploopt van 50 mSv: is extra risico 0,25 op 100 om op termijn aan kanker te overlijden.

Maatregelen bevolking

Zinnvolle maatregelen voor de stralingsbescherming van niet-hulpverleners zijn:

- Ontruimen en afzetten: houd publiek op ruime afstand en zet gebied af.
- Afscherming maken: tref noodmaatregelen.
- Voorlichting en communicatie.

Aanvullend bij vrijkomen radioactieve stoffen: **open bron**

- Voorkomen besmetting vanuit de besmette omgeving op personen.
- Voorkomen verspreiding: voorkom contact tussen besmette mensen onderling, opdarwelen besmetting, onnodig bewegen door het gebied, zoals lopen of rijden met voertuigen.
- Besmettingscontrole: controleer mensen op mogelijke besmetting en zorg voor het verwijderen van evt. besmetting en nazorg. Denk aan eerste screening.
- Verwijderen besmetting: grote groepen mensen kunnen schoon-gemaakt worden in zwembaden of sporthallen. Of zet de GOE in.

Aanvullend bij radioactieve bron in **brand**:

- Ramen en deuren sluiten: bij vermoeden van verspreiding van radioactieve stoffen.

Besmettingscontrole omgeving

Noodzakelijk omdat inademen van radioactieve deeltjes die opdarwelen (resuspensie) meestal het dominante blootstellingspad is. Er zijn geen interventieniveaus vastgesteld.

Aandachtspunten zijn:

- denk bij controle van voertuigen aan wielkasten en banden maar vooral aan het vervangen van luchtfilters!
- voor het verwijderen van radioactieve besmetting uit de omgeving zijn landelijke teams beschikbaar voor technische en medische interventie.
- defensie is gespecialiseerd in het schoonmaken van de infrastructuur.

De te nemen maatregelen zijn afhankelijk van de ernst en omvang van het incident.

Tabel S9.1 Interventieniveaus voor de bevolking bij A-incidenten

maatregel	huidige waarde ¹⁾ [mSv]	nieuw ²⁾ interventieniveau (en range)	grootheid	opmerking
evacuatie			effectieve dosis	
- onmiddellijk	1000 in 48 uur	1000 in 48 uur		meestal binnen inrichtingsgrens
- vroege	200 in 48 uur	100 in 48 uur (range: 50-100)		1 ^e dag na emissie
- late	50-250 in 1 jaar	50-250 in 1 jaar		week 1-2 na emissie
schuilen	10 in 48 uur	10 in 48 uur (range: 5-15)	effectieve dosis	
jodiumprofylaxe			schilddklier-dosis	ook schuilen! tot 18 jaar
- kinderen < 18 jaar	100 in 48 uur	50 in 48 uur (range: 10-50)		
- volwassenen	1000 in 48 uur	100 in 48 uur (range: 50-250)		huidig: < 45 jaar en nieuw: < 40 jaar

- 1) Merk op hoe klein de veiligheidsmarge is tussen de interventieniveaus en de dosis waarbij (ernstige) deterministische effecten ontstaan.
2) Het is nog niet bekend wanneer de nieuwe interventieniveaus ingaan.

Tabel S9.2 Overzicht te wijzigen interventieniveaus (in mSv) in Nederland voor harmonisatie met het buitenland

maatregel	Nederland huidig interventieniveau	Nederland nieuw uitgangswaarde en range	België	Duitsland
evacuatie: vroege	200 in 48 uur	100 in 48 uur (range: 50-100)	50-150	100
schuilen	10 in 48 uur	10 in 48 uur (range: 5-15)	5-15	10
jodiumprofylaxe				
- kinderen < 18 jaar	100 in 48 uur	50 in 48 uur (range: 10-50)	10-50	50
- volwassenen < 40 jaar	1000 in 48 uur	100 in 48 uur (range: 50-250)	50-100	250
- volwassenen > 40 jaar		- / -	50-100	- / -

Weefselfactoren

Tabel S2.1 Uitgebreid overzicht van stralingsweefselfactoren

straling	stralings- weefselfactor w_R
α -deeltjes, splijtings-fragmenten, zware kernen	20
β -deeltjes, elektronen met alle energieën	1
γ -straling, fotonen	1
neutronen	
- < 10 keV	5
- 10 keV – 100 keV	10
- 100 keV – 2 MeV	20
- 2 MeV – 20 MeV	10
- > 20 MeV	5
protonen anders dan stootprotonen, > 2 MeV	5

Tabel 2.1 Weefselfactoren (ICRP 103, 2007)

weefsel of orgaan T	weefselfactor w_T voor elk orgaan:
1. rood beenmerg	0,12
2. dikke darm (colon)	0,12
3. longen	0,12
4. maag	0,12
5. borstweefsel	0,12
6. overige weefsels/organen	0,12
1. geslachtsorganen	0,08
1. blaas	0,04
2. lever	0,04
3. slokdarm	0,04
4. schildklier (thyroid)	0,04
1. huid	0,01
2. botoppervlak	0,01
3. hersenen	0,01
4. speekselklieren	0,01
TOTAAL (6x 0,12 + 1x 0,08 + 4x 0,04 + 4x 0,01)	1,00

Grootheden en eenheden

Tabel S2.2 Conversie van oude naar nieuwe grootheden en eenheden

eenheid van	oud	nieuw	opmerking / uitleg
radioactiviteit: Activiteit A	Curie: 1 Ci	= 37 GBq = $3,7 \times 10^{10}$ Bq	≈ 1 gram $^{226}\text{Ra}^*$ aantal desintegraties per seconde
exposie X ¹⁾	1 R	= $2,58 \times 10^{-4}$ C/kg	R = röntgen totale hoeveelheid elektrische lading die door γ - of röntgenstraling in kg lucht ontstaat
geabsorbeerde dosis D	100 rad 1 Röntgen	= 1 Gy = 1 J/kg = 8,7 mGy	hoeveelheid geabsorbeerde energie die door straling op 1 kg materie wordt overgedragen
dosistempo $\dot{D}$		$\mu\text{Gy/u}$	dosis per tijdseenheid
dosisequivalent en equivalente dosis H_T : ²⁾ $H_T = w_R \times D$	100 rem H = 1 mSv	= 1 Sv = $H_T = 1$ mSv	hoeveelheid ioniserende straling geabsorbeerd per massa-eenheid bestraald materiaal vermenigvuldigd met de stralingsweegfactor, w_R
equivalente dosistempo $\dot{H}_T$		$\mu\text{Sv/u}$	equivalente dosis per tijdseenheid; NB. dosistempometers geijkt op γ -straling
effectieve dosis E $E = \sum w_T \times H_T =$ $\sum w_T \sum w_R D_{T,R}$		Sv	equivalente dosis vermenigvuldigd met de weefselweegfactor, w_T : = optelsom van alle blootstellings-paden voor het hele lichaam van alle typen straling voor 1 nuclide, alleen voor stochastische effecten (niet voor deterministisch). = maat voor chronische bestraling door inwendige besmetting, gecorrigeerd voor gevoeligheid organen
effectieve volgdosis E_T		Sv	$E_{inh} = A_{inh} \times e_{50}^{inh}$ A_{inh} is hoeveelheid ingeademde activiteit in Bq Niet alle gegevens bekend: neem meest conservatieve (dus grootste) e_{50}^{inh} (zie Radionuclidentabel)
exposie van luchtkerma	X = 1 μR	= $K_{air} = 8,73$ nGy ³⁾	Kinetic Energy per Massa Eenheid; voor brandweer geldt: kerma = dosis
exposie en omgevings- dosisequivalent	X = 1 μR	$\approx H^*(10) = 10$ nSv	

- 1) Exposie X is maat voor hoeveelheid lading (onder één teken) die door ioniserende straling wordt vrijgemaakt
- 2) Gelijkwaardigheid geldt voor α -, β - en γ -straling. De voorloper van de equivalente dosis, H_T , was dosisequivalent, H. Deze grootheid is iets anders gedefinieerd dan de equivalente dosis, maar kan voor de meeste praktijkgevallen daaraan gelijkgesteld worden. De voorloper van de effectieve dosis, E, was effectief dosis-equivalent, H_E (ook wel als H_{eff} weergegeven). De definitie van effectief dosisequivalent lijkt sterk op die van effectieve dosis, maar er zijn – soms behoorlijke – getalsmatige verschillen tussen de oude [ICRP77] en nieuwe [ICRP91] weefselweegfactoren. Uitkomsten van oude en nieuwe berekeningen kunnen significant verschillen.
- 3) Volgt uit het gegeven dat voor de ionisatie van 1 luchtmolecuul ongeveer 34 keV nodig is. In oude stralings-monitoren wordt de eenheid röntgen nog gebruikt als uitleeseenheid, meestal als $\mu\text{R/h}$. Een exposietempo van 10 $\mu\text{R/u}$ is precies gelijk aan een luchtkermatempo van 87,3 nGy/u. Voor fotonen in de buurt van de 1250 keV (^{60}Co) komt dat overeen met een omgevingsdosisequivalenttempo $\dot{H}^*(10)$ van ongeveer 100 nSv/u.

Vuistregels en formules	Herkenning																																			
10 halveringstijden geeft een verzwakking van 1000 voor kortlevende (vaak medische) bronnen wordt deze dan als niet meer aanwezig beschouwd. Activiteit in Becquerel: 1 Bq = 1 desintegratie per seconde Halveringstijd: $A(t) = A_0 \times (1/2)^N$ of $A(t) = A_0 \times \frac{1}{2}^{(t / T_{1/2})}$ Met: $A(t)$ = activiteit op tijdstip t A_0 = Activiteit op tijdstip t = 0 N = aantal halveringstijden $T_{1/2}$ = halveringstijd 1 TBq = 1000 GBq / 1 GBq = 1000 MBq 1 MBq = 1000 kBq	Tabel S3.1 Overzicht stralingsniveau en etiket <table><tr><th>cate-gorie</th><th>etiket</th><th>maximale stralingsniveau $\dot{H}^*$ op:</th><th>categorie etiket</th><th>transport-index TI ¹⁾</th></tr><tr><td>7A</td><td></td><td>oppervlak: $\dot{H}^* \leq 5 \mu\text{Sv/u}$ 1 meter: $\dot{H}^* = 0 \mu\text{Sv/u}$</td><td>I-WIT 1 rode I</td><td>TI = 0 ²⁾</td></tr><tr><td>7B</td><td></td><td>oppervlak: $5 \mu\text{Sv/u} < \dot{H}^* \leq 500 \mu\text{Sv/u}$ of $0,005 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 0,5 \text{ mSv/u}$ 1 meter: $10 \mu\text{Sv/u}$</td><td>II-GEEL 2 rode II</td><td>$0 < \text{TI} < 1$</td></tr><tr><td>7C</td><td></td><td>oppervlak: $500 \mu\text{Sv/u} < \dot{H}^* \leq 2000 \mu\text{Sv/u}$ of $0,5 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 2 \text{ mSv/u}$ 1 meter: $100 \mu\text{Sv/u}$</td><td>III-GEEL 3 rode III</td><td>$1 < \text{TI} < 10$</td></tr><tr><td>7D</td><td></td><td>oppervlak: $2 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 10 \text{ mSv/u}$ 2 meter: $100 \mu\text{Sv/u}$</td><td>III-GEEL ³⁾</td><td>TI > 10</td></tr></table> 1) TI = transportindex = dosistempo $\mu\text{Sv/u}$ / 10 op 1 meter afstand van verpakking en $\dot{H}^*$ = gemeten dosistempo. 2) Is gemeten $\dot{H}^*$ niet groter is dan 0,05 mSv/u dan kan waarde afgerond worden op 0. 3) Moet bovendien onder exclusief vervoer worden vervoerd.	cate-gorie	etiket	maximale stralingsniveau $\dot{H}^*$ op:	categorie etiket	transport-index TI ¹⁾	7A		oppervlak: $\dot{H}^* \leq 5 \mu\text{Sv/u}$ 1 meter: $\dot{H}^* = 0 \mu\text{Sv/u}$	I-WIT 1 rode I	TI = 0 ²⁾	7B		oppervlak: $5 \mu\text{Sv/u} < \dot{H}^* \leq 500 \mu\text{Sv/u}$ of $0,005 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 0,5 \text{ mSv/u}$ 1 meter: $10 \mu\text{Sv/u}$	II-GEEL 2 rode II	$0 < \text{TI} < 1$	7C		oppervlak: $500 \mu\text{Sv/u} < \dot{H}^* \leq 2000 \mu\text{Sv/u}$ of $0,5 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 2 \text{ mSv/u}$ 1 meter: $100 \mu\text{Sv/u}$	III-GEEL 3 rode III	$1 < \text{TI} < 10$	7D		oppervlak: $2 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 10 \text{ mSv/u}$ 2 meter: $100 \mu\text{Sv/u}$	III-GEEL ³⁾	TI > 10										
cate-gorie	etiket	maximale stralingsniveau $\dot{H}^*$ op:	categorie etiket	transport-index TI ¹⁾																																
7A		oppervlak: $\dot{H}^* \leq 5 \mu\text{Sv/u}$ 1 meter: $\dot{H}^* = 0 \mu\text{Sv/u}$	I-WIT 1 rode I	TI = 0 ²⁾																																
7B		oppervlak: $5 \mu\text{Sv/u} < \dot{H}^* \leq 500 \mu\text{Sv/u}$ of $0,005 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 0,5 \text{ mSv/u}$ 1 meter: $10 \mu\text{Sv/u}$	II-GEEL 2 rode II	$0 < \text{TI} < 1$																																
7C		oppervlak: $500 \mu\text{Sv/u} < \dot{H}^* \leq 2000 \mu\text{Sv/u}$ of $0,5 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 2 \text{ mSv/u}$ 1 meter: $100 \mu\text{Sv/u}$	III-GEEL 3 rode III	$1 < \text{TI} < 10$																																
7D		oppervlak: $2 \text{ mSv/u} < \dot{H}^* \leq 10 \text{ mSv/u}$ 2 meter: $100 \mu\text{Sv/u}$	III-GEEL ³⁾	TI > 10																																
γ -bron	Meetapparatuur																																			
Halveringsdikte voor 1 MeV: lood: 1 cm, beton: 5 cm, water: 10 cm Equivalente dosistempo (A in MBq): $\dot{H}^*(10) = \Gamma_{H^*(10)} \times A/r^2$ voor onbekende γ-straler: $\Gamma_{H^*(10)} = 0,5$ Effectieve dosistempo puntbron $\mu\text{Sv/u}$: $E_\gamma (1\text{m}) \sim 1/8 A \times E$ met $E = 0,5\text{-}5 \text{ MeV}$ voor E onbekend: $D = 2 \times A$ γ-bron met $A = 1 \text{ MBq}$ geeft: 1 $\mu\text{Sv/u}$ op 50 cm afstand 0,25 $\mu\text{Sv/u}$ op 1 meter	Tabel 7.1 Overzicht van stralingsmeters en sondes <table><tr><th></th><th>meetbereik</th><th>toepassing</th><th>alarmniveau</th><th>beschik-baarheid ¹⁾</th></tr><tr><td>AD1 / 5 (intern)</td><td>1 $\mu\text{Sv/u}$ – 999 mSv/u</td><td>normaal gebruik</td><td>dosistempo: 25 $\mu\text{Sv/u}$ dosis: 2 mSv</td><td>TS ²⁾, VE, AGS</td></tr><tr><td>AD-15</td><td>0,01 mSv/u – 9,99 Sv/u</td><td>γ-straling: hoog stralingsniveau voor extreme stralingssituaties</td><td>dosistempo: 0,1 mSv/u = 100 $\mu\text{Sv/u}$</td><td>AGS</td></tr><tr><td>AD-18</td><td>0,01 $\mu\text{Sv/u}$ – 9,99 mSv/u</td><td>γ-straling: grotere gevoeligheid voor laag stralingsniveau; bv. opsporen van bronnen</td><td>dosistempo: 1 $\mu\text{Sv/u}$</td><td>VE, AGS</td></tr><tr><td>AD-17</td><td>0,01 s⁻¹ – 9,999 ks⁻¹ ³⁾ meetopp: 6,2 cm²</td><td>$\alpha\beta\gamma$-sonde, lage gevoeligheid/ meetoppervlak, besmettingsmeting</td><td>aantal tikken/counts: 1 cps</td><td>VE, AGS</td></tr><tr><td>AD-k</td><td>0,01 s⁻¹ – 40 ks⁻¹ ³⁾ meetopp: 170 cm²</td><td>$\alpha\beta\gamma$-sonde, grotere gevoeligheid/ meetoppervlak, besmettingsmeting, sneller zoeken</td><td>aantal tikken/counts: 25 cps</td><td>AGS</td></tr><tr><td>ADOS</td><td>0,001 mGy – 9999 mGy 0,03 mGy/u – 999 mGy/u</td><td>persoonstdosismeter</td><td>dosistempo: 30 $\mu\text{Sv/u}$ dosis: 2 mSv</td><td>VE, AGS</td></tr></table> 1) TS = tankautospuit, VE = Verkenningseenheid (voorheen meetploeg), AGS = Adviseur gevaarlijke stoffen. 2) volgens het Branchevoorschrift standaardbepakking brandweervoertuigen is dit een alarmdosismeter: een personendosismeter waarmee nog een aantal dosistempo-alarmniveaus ingesteld kunnen worden; dit mag ook een andere meter dan de AD1 zijn, zoals de ADOS. 3) ks⁻¹ = 1000 cps. > Meting omgevingsdosisequivalent = goede maat voor effectieve dosistempo door externe bestraling. > Meetfout bij kalibratie op ¹³⁷Cs (662 keV): 30%, onderschatting max. 35%. > Meting AD1: alleen externe bestraling dus zonder eventuele inhalatiedosis. Voor STC-CON1 nuclidenmix: veilige correctiefactor voor mensen zonder adembescherming is 20. > Let op: de respons van de AD-15 en AD-18 zijn energie-afhankelijk.		meetbereik	toepassing	alarmniveau	beschik-baarheid ¹⁾	AD1 / 5 (intern)	1 $\mu\text{Sv/u}$ – 999 mSv/u	normaal gebruik	dosistempo: 25 $\mu\text{Sv/u}$ dosis: 2 mSv	TS ²⁾ , VE, AGS	AD-15	0,01 mSv/u – 9,99 Sv/u	γ -straling: hoog stralingsniveau voor extreme stralingssituaties	dosistempo: 0,1 mSv/u = 100 $\mu\text{Sv/u}$	AGS	AD-18	0,01 $\mu\text{Sv/u}$ – 9,99 mSv/u	γ -straling: grotere gevoeligheid voor laag stralingsniveau; bv. opsporen van bronnen	dosistempo: 1 $\mu\text{Sv/u}$	VE, AGS	AD-17	0,01 s ⁻¹ – 9,999 ks ⁻¹ ³⁾ meetopp: 6,2 cm ²	$\alpha\beta\gamma$ -sonde, lage gevoeligheid/ meetoppervlak, besmettingsmeting	aantal tikken/counts: 1 cps	VE, AGS	AD-k	0,01 s ⁻¹ – 40 ks ⁻¹ ³⁾ meetopp: 170 cm ²	$\alpha\beta\gamma$ -sonde, grotere gevoeligheid/ meetoppervlak, besmettingsmeting, sneller zoeken	aantal tikken/counts: 25 cps	AGS	ADOS	0,001 mGy – 9999 mGy 0,03 mGy/u – 999 mGy/u	persoonstdosismeter	dosistempo: 30 $\mu\text{Sv/u}$ dosis: 2 mSv	VE, AGS
	meetbereik	toepassing	alarmniveau	beschik-baarheid ¹⁾																																
AD1 / 5 (intern)	1 $\mu\text{Sv/u}$ – 999 mSv/u	normaal gebruik	dosistempo: 25 $\mu\text{Sv/u}$ dosis: 2 mSv	TS ²⁾ , VE, AGS																																
AD-15	0,01 mSv/u – 9,99 Sv/u	γ -straling: hoog stralingsniveau voor extreme stralingssituaties	dosistempo: 0,1 mSv/u = 100 $\mu\text{Sv/u}$	AGS																																
AD-18	0,01 $\mu\text{Sv/u}$ – 9,99 mSv/u	γ -straling: grotere gevoeligheid voor laag stralingsniveau; bv. opsporen van bronnen	dosistempo: 1 $\mu\text{Sv/u}$	VE, AGS																																
AD-17	0,01 s ⁻¹ – 9,999 ks ⁻¹ ³⁾ meetopp: 6,2 cm ²	$\alpha\beta\gamma$ -sonde, lage gevoeligheid/ meetoppervlak, besmettingsmeting	aantal tikken/counts: 1 cps	VE, AGS																																
AD-k	0,01 s ⁻¹ – 40 ks ⁻¹ ³⁾ meetopp: 170 cm ²	$\alpha\beta\gamma$ -sonde, grotere gevoeligheid/ meetoppervlak, besmettingsmeting, sneller zoeken	aantal tikken/counts: 25 cps	AGS																																
ADOS	0,001 mGy – 9999 mGy 0,03 mGy/u – 999 mGy/u	persoonstdosismeter	dosistempo: 30 $\mu\text{Sv/u}$ dosis: 2 mSv	VE, AGS																																
β -bron																																				
Dracht in materie met dichtheid ρ: $R_\beta \approx 0,5 E_{\beta,\text{max}} / \rho$ ($E_{\beta,\text{max}} > 0,3 \text{ MeV}$) Dikte afschermingsmateriaal: $d > 0,5 E_{\beta,\text{max}} / \rho$ Equivalente dosistempo voor $r < \text{de maximale dracht}$ (A in MBq): $\dot{H}_T \approx 10 \times A/r^2$ $\mu\text{Sv/h}$ Effectieve dosistempo puntbron $\mu\text{Sv/u}$: $E_\beta (1\text{m}) \sim 10 \times A \times 0,01 \times \text{blootgesteld oppervlak [cm}^2\text{]} / \text{totale huidoppervlak [3000 cm}^2\text{]}$ voor $E_{\beta,\text{max}} > 0,3 \text{ MeV}$ β-bron met $A = 1 \text{ MBq}$ geeft: 1 mSv/u op 10 cm afstand of 10 $\mu\text{Sv/u}$ op 1 meter β^+-bron met $A = 1 \text{ MBq}$ geeft: 0,14 $\mu\text{Sv/u}$ op 1 meter afstand.																																				

Aandachts-
kaart RA
Nuclidentabel

WERKBLAD STRALING



BRANDWEER

Brandweeracademie

bijlage bij *Stralingsincidenten veiligheidsregio's: Achtergrondinformatie*

Besmettingsnormen

Tabel S9.3 Interventieniveaus voor besmetting

	α -stralers ¹⁾	β - en γ -stralers ¹⁾
huid: gemiddeld over 50 cm ²	0,4 Bq/cm ²	4,0 Bq/cm ²
handen: gemiddeld per hand	40 Bq	1000 Bq
kleding en voorwerpen: directe meting ²⁾	0,4 Bq/cm ²	4,0 ³⁾ Bq/cm ²

1) Het niveau voor α -stralers is 10 maal lager dan voor β - en γ -stralers, omdat α -stralers na inademing of inslikken, vele malen meer schade kunnen aanrichten.

2) Houd bij een directe meting rekening met het meetoppervlak van de gebruikte sonde. Het is ook mogelijk om een veegproef te doen over een bepaald oppervlak. Houd dan rekening met het afgeveegde oppervlak en een veegrendement van 10%.

3) Voor laag-energetische β -stralers ($E_{\text{max}} < 0,2 \text{ MeV}$) geldt 40 als niveau, m.u.v. β -stralende Pu-nucliden.

Meetmethode

- Aflezen op meter in cps of s⁻¹.
- Omrekenfactor opzoeken in *Radionuclidentabel*.
- Vermenigvuldigen meetwaarde met omrekenfactor geeft besmetting in Bq/cm².
- Vergelijken met drempelwaarden (tabel S9.3 en S9.4).
- Let op: achtergrondstraling verwaarloosbaar klein! Achtergrondstraling bij AD-17: 0,1 – 1 cps (locatie-afh)
- Bij hulpverlener: 1 cps op 1 cm van onderkant laarzen $\Rightarrow$ hele lichaam controleren.
- Metten zonder kap op 1 cm afstand van huid besmet met ¹³¹I geeft telsnelheid van 1000 s⁻¹ voor 1 kBq/cm²
- Extreem hoge besmetting: gebruik AD-17 met kap. Teltempo is dan factor 20 lager dan zonder kap en factor 40 lager dan op 1 meter zonder kap.
- Open bron? Doe een veegproef! Houd rekening met afgeveegd oppervlak en veegrendement van 10%.

Tabel S9.4 Interventieniveaus voor besmetting bij A-incidenten ofwel kernongeval

	α -stralers	β - en γ -stralers
DREMPEL	0,4 Bq/cm ² 5 s ⁻¹ AD-17 zonder kap, 2 mm	4 Bq/cm ² 5 s ⁻¹ AD-17 zonder kap, 1 cm
LAAG niveau	- / -	50 mSv in 24 uur 960 Bq/cm ² 500 s ⁻¹ 50 s ⁻¹ 20 $\mu\text{Sv/u}$ 2 mSv/u huid dosis per cm ² norm afgeleid van ¹³⁷ Cs AD-17 zonder kap, 1 cm AD-17 zonder kap, 10 cm AD1 op 1 meter AD1 op 10 cm
HOOG niveau	1000 mSv in 24 uur 12.000 Bq/cm ² ¹⁾ 5000 s ⁻¹ AD-17 zonder kap, 2 mm	500 mSv in 24 uur 9600 Bq/cm ² 5000 s ⁻¹ 200 $\mu\text{Sv/u}$ huid dosis per cm ² norm afgeleid van ¹³⁷ Cs AD-17 zonder kap, 1 cm AD1 op 1 meter

1) Dit interventieniveau is gebaseerd op een longdosis na inhalatie van een opgelopen dosis gedurende 24 uur. De dosis is opgelopen door een hulpverlener tijdens een inzet met adembescherming. Na de inzet wordt de besmetting door resuspensie ingeademd (besmetting wordt dus niet verwijderd). De methode is omslachtig en de uitkomst twijfelachtig maar deze schatting is de enige die op dit moment beschikbaar is.

Uitleg Radionuclidentabel

Nuclide: twee nucliden = moeder/dochter combinatie. Sterretje achter naam = radioactieve (sub)reeks.

Toepassingsgebied: kruisjes bij toepassingsgebieden.

Halfwaardetijd: in begrijpelijke eenheden.

Vervalwijze: α , β^- , β^+/EC , γ : de wijze van verval met energie: voor β^- 's is dat de maximale energie; ($E_{\beta,\text{gem}} = E_{\beta,\text{max}} / 3$). EC onder β^+ : elektronvangst.

Externe bestraling: $e_{\text{Ext}}^{\text{wolk}}$: voor luchtconcentratie en $e_{\text{Ext}}^{\text{bodem}}$ voor oppervlakte-besmetting naar effectief dosistempo.

Inhalatie: $e_{50}^{\text{Inhalatie}}$ voor geïnhaleerde activiteit naar effectieve dosis en radiotoxiciteitsklasse.

Ingestie: e_{50}^{Ingestie} voor ingenomen activiteit (via voedsel en drinkwater) naar effectieve dosis.

Huid: H_{huid} , dosisequivalent-tempo voor oppervlaktebesmetting huid naar huiddosistempo.

Automess AD-17: omrekenfactoren (met en zonder afschermkap) van gemeten telsnelheid naar oppervlaktebesmetting.

Automess AD-k: omrekenfactoren (voor de standen α , $\alpha\beta\gamma$ met en zonder beschermkap) van gemeten telsnelheid naar oppervlaktebesmetting.

Tabel S9.5 Te nemen maatregelen voor het verwijderen van besmetting afhankelijk van besmettingsniveau H_{huid}

cate-gorie	gemeten besmettingsniveau H_{huid}	besmet-ting	maatregelen
Cat. 1	$H_{\text{huid}} < \text{drempel}$ (zie Tabel S9.3)	NIET	personen kunnen vertrekken
Cat. 2	$\text{drempel} < H_{\text{huid}} < \text{LAAG}$ $\text{drempel} < H_{\text{huid}} < 50 \text{ mSv/24 uur}$	LICHT	personen kunnen zichzelf schoonmaken (douchen, haren en kleding wassen)
Cat. 3	$\text{LAAG} < H_{\text{huid}} < \text{HOOG}$ $50 < H_{\text{huid}} < 500 \text{ mSv/24 uur}$	MIDDEL	verwijderen besmetting op locatie, zelfstandig met protocol onder begeleiding van de brandweer, kleding wordt ingenomen, besmettingscontrole
Cat. 4	$H_{\text{huid}} > \text{HOOG}$ $H_{\text{huid}} > 500 \text{ mSv/24 uur}$	ZWAAR	verwijderen besmetting vergelijkbaar als voor Cat. 3, onder begeleiding van de brandweer, medische controle, zwaar besmette kleding apart afvoeren

Let op: uitwendig vervuilde slachtoffers die ter plaatse schoongemaakt zijn, kunnen vervoerd worden naar het ziekenhuis. Eventueel goed toedekken met lakens o.i.d.

nuclide	naam-atoomgetal	toepassingsgebied						halfwaardetijd				energie				[μSv.m²/ MBq.u]
												[MeV]	maximale energie	maximale energie	[keV]	
		natuurlijke bron	zware stralingsbron	industrieel overig	radiofarmaca	nucleair ongeval	vulle bom		T _{1/2} (afgerond)	α	β ⁻	β ⁺	γ		bronconstante	
H-3	Tritium	x	x					12 j			19					
C-14	Koolstof-14	x	x					5730 j			156					
F-18	Fluor-18				x			110 min				634	511		0,17	
P-32	Fosfor-32				x			14,3 d			1710					
Cl-36	Chloor-36			x				300 000 j			710					
K-40	Kalium-40	x	x					1,3 miljard j			1312		1461		0,021	
Co-60	Kobalt-60		x	x			x	5,3 j			318		1333		0,36	
Ni-63	Nikkel-63			x				96 j			66					
Ga-67	Gallium-67				x			3,3 d				EC	393		0,025	
Se-75	Selenium-75		x		x		x	120 d				EC	280		0,072	
Rb-81/Kr-81m	Rubidium-81/Krypton-81m				x			4,6 u				1050	511		0,11	
Kr-85	Krypton-85			x				11 j			687		514		3,7E-04	
Kr-88/Rb-88	Krypton-88/Rubidium-88					x		2,8 u			1233		2392		0,21	
Sr-89	Strontium-89				x	x		50 d			1491					
Sr-90/Y-90	Strontium-90/Yttrium-90			x	x	x		29 j			2284					
Mo-99/Tc-99m	Molybdeen-99/Technetium-99m				x			66 u			1214		740		0,046	
Ru-103	Ruthenium-103					x		39 d			226		497		0,081	
Ru-106/Rh-106	Ruthenium-106/Rhodium-106					x		373 d			3541		512		0,034	
In-111	Indium-111				x			3 d				EC	245		0,088	
I-123	Jodium-123				x			13 u				EC	159		0,046	
I-125	Jodium-125			x	x			60 d				EC	35		0,034	
I-131	Jodium-131				x	x	x	8 d			606		365		0,066	
Te-132/I-132	Tellurium-132/Jodium-132					x		3,3 d			2140		1399		0,39	
I-133	Jodium-133					x		21 u			1527		530		0,099	
I-135	Jodium-135					x		6,6 u			2186		1260			
Xe-133	Xenon-133				x	x		5,2 d			346		81		0,016	
Xe-135	Xenon-135					x		9 u			909		250			
Cs-134	Cesium-134					x		2 j			658		796		0,25	
Cs-137/Ba-137m	Cesium-137/Barium-137m		x	x	x	x	x	30 j			1173		662		0,093	
Ba-140/La-140	Barium-140/Lantaan-140						x	13 d			1677		537		0,37	
Ce-144/Pr-144	Cerium-144/Praseodymium-144					x		285 d			2996		134		4,5E-03	
Yb-169	Ytterbium-169		x			x	x	32 d				EC	198		0,066	
Re-186	Rhenium-186				x			90 u			1077		137		0,004	
Ir-192	Iridium-192		x		x		x	74 d			(672)	(EC)	468		0,14	
Tl-201	Thallium-201				x			73 u				EC	167		0,018	
Ra-226*	Radium-226	x	x				x	1600 j		4,8					0,26	
Th-232*	Thorium-232	x		x				14 miljard j		4,0					0,36	
U-238*	Uranium-238	x		x				4,5 miljard j		4,2					0,26	
Pu-239	Plutonium-239					x	x	24 000 j		5,2					1,0E-03	
Am-241	Americium-241		x	x		x	x	432 j		5,5			59		0,017	

Aandachts- kaart RA Nuclidentabel			WERKBLAD STRALING						 BRANDWEER Brandweeracademie				
bijlage bij <i>Stralingsincidenten veiligheidsregio's: Achtergrondinformatie</i>													
externe bestraling			inhalatie		ingestie	huid	Automess AD-17			Automess AD-k			nuclide
[mm lood]	[Sv/j per Bq/m³]	[Sv/j per Bq/cm²]	[Sv/Bq]		[Sv/Bq]	[μSv.u ¹ /j (Bq.cm ⁻²)]	Bq/cm² per s ⁻¹	Bq/cm² per s ⁻¹	Bq/cm² per s ⁻¹	Bq/cm² per s ⁻¹	Bq/cm² per s ⁻¹	Bq/cm² per s ⁻¹	
halveringsdikte	uit de wolk: e _{Ext} ^{wolk}	vanaf de bodem: e _{Ext} ^{bodem}	e ₅₀ ^{inh}	radiotoxici- teitsklasse	e ₅₀ ^{ing}	H _{huid}	zonder kap	zonder kap (berekening RIVM)	met kap	stand: α	stand: αβγ	stand: αβγ + RVS- kap	
	0	0	4,1E-11	4	4,1E-11	< 3,6E-5		x			x		H-3
	8,2E-11	4,0E-09	5,8E-09	3	5,8E-10	0,18	2,3	2,49			0,20		C-14
6	1,4E-06	3,1E-04	5,9E-11	4	4,9E-11	1,80		0,81			0,05		F-18
	1,7E-08	2,7E-05	3,4E-09	3	2,4E-09	2,16		0,38			0,02		P-32
	5,2E-09	3,5E-06	7,3E-09	3	9,3E-10	0,18	0,72	0,79			0,050		Cl-36
18	2,5E-07	6,4E-05	2,1E-09	4	6,2E-09	1,80		0,53			0,03		K-40
16	3,8E-06	7,3E-04	3,1E-08	2	3,4E-09	1,08	1,6	1,56	23		0,11	0,60	Co-60
	0	0	1,3E-09	3	1,5E-10	< 3,6E-5		5,28			0,51		Ni-63
1	2,0E-07	4,4E-05	2,4E-10	3	1,9E-10	0,32		13,18			1,22		Ga-67
< 1	5,3E-07	1,1E-04	1,3E-09	3	2,6E-09	0,14		54,67			4,73		Se-75
6	8,6E-07	1,9E-04	3,4E-11	4	5,4E-11	1,1		1,41			0,09		Rb-81/Kr-81m
6	8,0E-09	0	0	4	0	0		0,79			0,05		Kr-85
	4,1E-06	2,3E-04	1,6E-11	4	9,0E-11			0,14			0,01		Kr-88/Rb-88
	1,4E-08	2,2E-04	7,9E-09	3	2,6E-09	1,44		0,43			0,02		Sr-89
	2,8E-08	3,5E-05	1,6E-07	2	3,1E-08	3,24	0,30	0,23			0,01		Sr-90/Y-90
< 1	3,7E-07	8,8E-05	1,0E-09	3	6,2E-10	1,62		0,56			0,03		Mo-99/Tc-99m
5	6,6E-07	1,4E-04	3,0E-09	3	7,3E-10	0,72		2,01			0,15		Ru-103
7	3,3E-07	1,4E-04	6,6E-08	2	7,0E-09	2,02		0,22			0,01		Ru-106/Rh-106
< 1	5,3E-07	1,2E-04	2,3E-10	3	2,9E-10	0,25		15,21			1,21		In-111
1	2,0E-07	4,8E-05	7,4E-11	3	2,1E-10	0,36		19,02			1,61		I-123
< 1	1,2E-08	9,9E-06	5,1E-09	3	1,5E-08	0,014		1030			114		I-125
3	5,3E-07	1,1E-04	7,4E-09	2	2,2E-08	1,44	1,0	0,97			0,06		I-131
1	3,6E-06	7,6E-04	2,1E-09	3	4,1E-09			0,26			0,01		Te-132/I-132
	8,7E-07	1,9E-04	1,5E-09	2	4,3E-09			0,56			0,03		I-133
	2,4E-06	4,6E-04	3,2E-10	3	9,3E-10			0,61			0,03		I-135
< 1	4,4E-08	0	0	4	0	1,44		1,31			0,10		Xe-133
	3,5E-07	0	0	4	0	0		0,67			0,04		Xe-135
9	2,2E-06	4,7E-04	2,0E-08	2	1,9E-08	1,08		1,14			0,07		Cs-134
8	8,0E-07	1,7E-04	3,9E-08	3	1,3E-08	1,80	1,2	0,94	140		0,06	3,5	Cs-137/Ba-137m
14	3,8E-07	7,4E-04	6,9E-09	3	4,6E-09	3,24		0,29			0,02		Ba-140/La-140
15	1,1E-07	5,7E-05	5,3E-08	2	5,2E-09	0,72		0,23			0,01		Ce-144/Pr-144
< 1	3,6E-07	8,8E-05	3,0E-09	3	7,1E-10	0,72		3,98			0,36		Yb-169
< 1	3,1E-08	1,4E-05	1,1E-09	3	1,5E-09	2,16		0,65			0,04		Re-186
3	1,1E-06	2,5E-04	6,6E-09	3	1,4E-09	1,80		1,09			0,07		Ir-192
< 1	1,0E-07	2,5E-05	4,4E-11	4	9,5E-11	0,29		13,71			1,26		Tl-201
	2,7E-06	5,4E-04	5,0E-05	1	1,2E-06	2,16							Ra-226*
	1,9E-06	4,1E-04	8,2E-05	2	9,0E-07	5,40							Th-232*
	2,7E-06	5,8E-04	5,7E-05	4	1,6E-06	2,52							U-238*
	1,1E-10	9,0E-08	1,2E-04	1	2,5E-07	1,4E-03							Pu-239
< 1	2,1E-08	7,4E-06	9,6E-05	1	2,0E-07	0,018	1,25	1,25		0,085	0,065		Am-241

Instituut Fysieke Veiligheid

Het Instituut Fysieke Veiligheid (IFV) draagt bij aan een veilige samenleving door het versterken van de veiligheidsregio's en hun partners bij het professionaliseren van hun taken. Wij ontwikkelen en delen relevante kennis, wij hebben expertise voor het verwerven en beheren van gemeenschappelijk materieel en wij adviseren de betrokken besturen.

Ons motto hierbij is: signaleren en verbinden.



Instituut Fysieke Veiligheid
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
026 355 24 00
www.ifv.nl