





Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming




Per 6 februari 2018 verandert de regelgeving voor Stralingsbescherming. Wat betekent dit voor u? autoriteitnvs.nl/stralingsbescherming





1 - 3	Atoombouw en verval
4,5	Wisselwerking van straling met materie en afscherming
6 - 9	Röntgentoestellen, ingekapselde bronnen
10	Grootheden en eenheden
11	Effecten en risico's van straling
12	Detectie van straling
13	Algemene regelgeving 
14 - 16	Regelgeving ingekapselde bronnen, toestellen en open bronnen
17 - 19	Praktische stralingsbescherming
20 - 22	Risico-analyse en dosisberekening in praktijk



Onderwerpen

- Algemene regelgeving
- Dosisbeperking
- Werknemers/bevolking
- RI&E
- Transport
- Lozing, afval
- KEW dossier



Razend snelle ontwikkeling vanaf ontdekking ioniserende straling naar de ICRU en ICRP

- 1895 Wilhelm Röntgen ontdekt röntgenstraling
- 1996 Henri Becquerel ontdekt radioactiviteit
- 1898 Marie en Pierre Curie ontdekken polonium en radium
- 1913 radium is booming business
- 1925 verbod op likken aan penseel met radiumverf
- 1925 oprichting ICRU international commission on radiological units
- 1928 oprichting IXRPC international x-ray and radium protection commission
- 1950 IXRPC wordt ICRP

Met dank aan Frits Pleiter



<https://periodieksysteem.com/element/radium>



ICRP-adviezen
International Commission on Radiological Protection (1928)

- Onafhankelijke commissie
- Adviezen vrijwel altijd overgenomen



Europese richtlijnen (EURATOM) (1957)

- richtlijnen moeten in nationale wetgeving worden geïmplementeerd



Nederlandse wet- en regelgeving
KEW (Kernenergiewet): algemene regels
Uitwerkingen voor praktijk:

- **Besluiten, regelingen en verordeningen**
- **Bbs (2018) Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming** + onderliggende regelgeving
- ARBO-wet



Overheidstoezicht

- **ANVS**
Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming
- Inspectie SZW (Arbowet)
- Inspectie Gezondheidszorg (IGJ)



Rijksoverheid



Waarom nieuwe wetgeving?

ICRP: Nieuwe aanbevelingen, nieuwe wetenschappelijke inzichten



Nieuwe Europese voorschriften, 6 februari 2018 opgenomen in de Nederlandse regelgeving




Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming

Nederland, 6 februari 2018 :
Bbs: Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming
 (opvolger van BS)




Nieuwe wetgeving



- Dezelfde eisen rondom stralingsbescherming in de hele EU voor werknemers, patiënten, bevolking en het milieu
- Dezelfde deskundigheidseisen in de hele EU voor personen die werken met straling
- Vrijstelling/vrijgavegrenzen meer in lijn met de grenswaarden die wereldwijd worden toegepast.

Het Bbs is te downloaden via overheid.nl (416 pagina's).
 En vergeet de regeling en verordening niet.....



Voorbeelden nieuwe wetgeving

Radon

- Europese richtlijn: **minder dan 300 Bq/ m³**
- Nederland:
 In toekomst nationaal radon actieplan : voorlichting, doorvoeren van technische maatregelen



Nieuwe regelgeving bouwmaterialen

Externe dosis door bouwmaterialen in EU

- Streven: **minder dan 1 mSv/j**
- Producenten van bouwmaterialen: aantonen



Voorbeelden nieuwe wetgeving 

Ooglensdosis

- Was 150mSv op jaarbasis
- Is 20mSv op jaarbasis

Vrijgavegrenzen

- Veel strengere grenzen.
- Bv Tritium:
 - Was 1MBq/g
 - Is 100Bq/g

Onderwijsstelsel

- Was overzichtelijk
- Is niet meer uit te leggen

Vergunningstelsel

- Vergunning
- Registratie
- Kennisgeving



FCB Lead Spectroscopist (Snoep)



Systeem van dosisbeperking


1. Rechtvaardiging Zijn er alternatieven voor gebruik radioactiviteit?
Voordelen moeten opwegen tegen nadelen

↓

2. Optimalisering (ALARA) ALARA = as low as reasonably achievable
Dosis zo laag als redelijkerwijs mogelijk is

↓

3. Limitering Limiet is geen richtsnoer voor de maximaal
toelaatbare dosis
Limiet mag nimmer worden overschreden





Systeem van dosisbeperking

Rechtvaardiging Optimalisering Limitering

1 Voordelen
afwegen tegen de gezondheidsrisico's

2 Alternatieven
beoordelen


3 Maatschappelijk perspectief
meewegen
(gezondheidsrisico, afval)

Systeem van dosisbeperking
Rechtvaardiging Optimalisering Limitering

↓


Voordelen afwegen tegen de gezondheidsrisico's



Begin vorige eeuw:
Röntgenstraling voor het controleren van de pasvorm van kinderschoenen



<https://www.x-rays.nl/>



Systeem van dosisbeperking
Rechtvaardiging Optimalisering Limitering

↓

Zijn er alternatieven ?

Handel sinds 2002 verboden:



Ionisatie rookmelder met radium-226 of americium-241





Gasgloeikousje met thorium




Systeem van dosisbeperking
Rechtvaardiging Optimalisering Limitering

↓

Meewegen maatschappelijk perspectief: bv afval



COVRA
Enige organisatie in Nederland die radioactief afval mag innemen.
Opslag totdat het vervallen is (korte halveringstijd) of tot er een eindopbergplaats voor is (langlevend hoogradioactief materiaal).




Systeem van dosisbeperking


Rechtvaardiging **Optimalisering** Limitering

↓

ALARA: *As Low As Reasonably Achievable*

- Streven naar een **zo laag mogelijke** stralingsbelasting (effectieve dosis)
- Sociale- en economische factoren meewegen



 rijksuniversiteit groningen

Systeem van dosisbeperking


Rechtvaardiging **Optimalisering** Limitering

↓

ALARA: Brongerichte aanpak

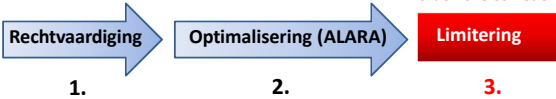
- Zijn er **alternatieven** zonder radioactiviteit? (rechtvaardiging)
- **Containment** (fysisch inperken van radioactiviteit)
- Tijdsduur, afstand, afscherming

Pas daarna:
Persoonsgebonden maatregelen (PBM)
(Instructie, persoonlijke beschermings-middelen)


 rijksuniversiteit groningen

Rechtvaardiging Optimalisering **Limitering**

Limieten zijn een vangnet, na toepassing van rechtvaardiging en optimalisering (ALARA)!




Limiet mag nooit worden overschreden

 rijksuniversiteit groningen

Categorie	Mogelijke jaardosis (beroepshalve)
Blootgestelde werknemer	> 1 mSv per jaar (Effectieve dosis)
Gewone werknemer	max. 1 mSv per jaar

Een gewone werknemer kan straling toepassen zonder blootgesteld werknemer te zijn



Bevolking

Dosislimiet leden van de bevolking ten gevolge van één vergunninghouder:
0,1 mSv/j

Dosislimiet leden van de bevolking ten gevolge van registratieplichtige toestellen:
0,01 mSv/j





Bron: VRODM, vol. 2, paragraaf 1.1

Verwerking van industriële afvalstoffen, zoals vliegas en chemisch gips in bouwmaterialen, kan soms aanleiding geven tot een verhoogde radioactiviteitsgehalte




Dosislimieten

Kansgebonden effecten	
werknemers categorie A	20 mSv
werknemers categorie B	6 mSv
gewone werknemers	1 mSv
leden van bevolking	1 mSv
ongeboren kind	1 mSv
Niet- kansgebonden effecten, ooglens	
blootgestelde werknemers	20 mSv
huid en extremiteiten	500 mSv
Niet- kansgebonden effecten, ooglens	
gewone werknemers	15 mSv
huid en extremiteiten	50 mSv

Blootgestelde werknemers

- **Blootgestelde** werknemers moeten voldoende zijn onderricht
- **Blootgestelde** werknemers krijgen een **persoonlijke dosimeter**
Zij moeten deze tijdens het werk **zichtbaar dragen**




Blootgestelde werknemers ingedeeld in categorieën

categorie	mogelijke jaardosis	medische keuring
A	6 - 20 mSv	ja
B	1 - 6 mSv	nee

(Effectieve dosis)

Deze grenswaarden houden geen rekening met medische blootstellingen en natuurlijke radioactiviteit.



Dosislimieten, herhaling

Beroepsrisico


> 1 x 10⁻³ (1 op 1000) is onaanvaardbaar

Van 1 x 10⁻³ tot 1 x 10⁻⁴ zijn de risico's "beheersbaar"

- **Risicogetal van ioniserende straling is 5% (= 0,05) / Sv**
- Risico van 20 mSv (0,02 Sv) ioniserende straling is 1 x 10⁻³
- Het risico van 20 mSv is "beheersbaar"

< 1 x 10⁻⁵ (1 op 100 000) is aanvaardbaar

Risico beheersbaar



Dosislimieten, herhaling


Dosislimiet 20 mSv = effectieve dosis (E) voor hele lichaam

$w_R = 1$ β - of γ -straling, $\sum w_T = 1$

Bij het bestralen van lichaamsdeel weefselweefactor toepassen

Voorbeeld:
Longen: weefactor (w_T) = **0,12**

Berekening dosislimiet (H_T) voor longen
 $H_{\text{longen}} = E / w_T = 20 \text{ mSv} / 0,12 = 167 \text{ mSv}$



Toepassen ioniserende straling: RI&E


Schatting dosis die werknemers en omgeving op kunnen lopen

- Identificatie
- Berekening
- Evaluatie van de risico's
- Voorziene onbedoelde gebeurtenis

Werknemers, werktijden:

- 8 uren per dag
- 40 werkuren per week
- 40 u x 50 = 2000 werkuren per jaar



Bevolking
24 u x 365 = 8760 potentiële blootstellingsuren per jaar



Werkruimten

Werkruimtes moeten worden ingedeeld in zones

zone	mogelijke jaardosis	signalering	verbodsbord
gecontroleerd	6 - 20 mSv	verplicht	ja
bewaakt	1 - 6 mSv	verplicht	nee

Toepassen ioniserende straling

Toepassing onder toezicht van toezichthouder

TMS = toezichthoudend (medewerker) stralingsbescherming

- Beschermingsmiddelen, apparatuur, RI&E (risico-inventarisatie), dossier
- opleiding specifiek voor bepaalde toepassingen

Geregistreerd **Stralingsbeschermingsdeskundige**

- Sommige taken (bijv. goedkeuren RI&E)
- opleidingsniveau **CD (coördinerend deskundige)**

Ondernemer

- **Verantwoordelijk**
- Wijst toezichthouders aan, zorgt voor bij/nascholing
- Zorgt voor Stralingsbeschermingsdeskundige



T(M)S - Toezichhoudend Medewerker Stralingsbescherming

- Deskundige die een handeling of werkzaamheid uitvoert, of
- Onder wiens toezicht een handeling of werkzaamheid wordt uitgevoerd

Categorieën TMS opleidingen

Sector Medisch

MT Medische toepassingen
 THK Tandheelkunde
 VET Diergeneeskunde

Sector Nuclear

SPL Splijtstofcyclus

Sector Industrie en Onderzoek

VRS Verspreidbare radioactieve stoffen (B, C, D)
 NORM Handelingen met NORM
 VER Versnellers (B, C)
 IR Industriële radiografie
 MR Meet- en regeltoepassingen

NB oude opleidingen blijven geldig (bijvoorbeeld niveau 5)

rijksuniversiteit
groningen

Vergunning of registratie

Toepassen en in bezit hebben van radioactieve stoffen en toestellen:

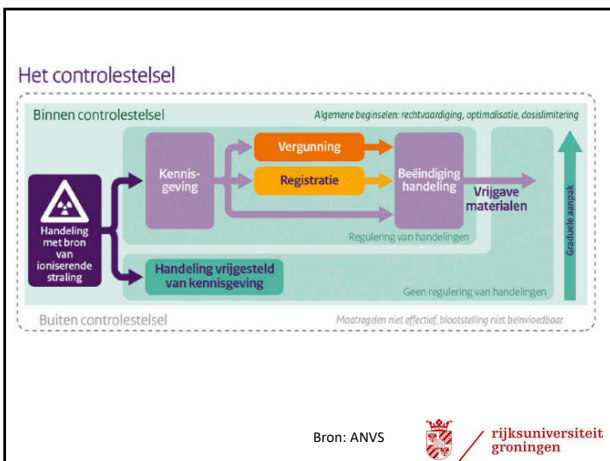
Kennisgeving altijd verplicht

Autorisatie:

- Meer dan **matig risico**: **Vergunning**
- **Minder risicovol**: **Registratie** ('vergunning-light')
- Niet risicovol: Kennisgeving volstaat

Bbs geeft precies aan wanneer welke autorisatie nodig is of wanneer er een **vrijstelling** is van overheidscontrole

rijksuniversiteit
groningen



Vergunning of registratie

Voorbeelden:

Elektronenmicroscop	Registratie
Versneller	Vergunning
RA stof toedienen aan personen	Vergunning
Industriële radiografie	Vergunning
Kleine ingekapselde bron	Registratie
RA stof voor onderwijsdoeleinden	Vergunning
Toestel in opslag	Registratie
Handeling met stof vrijgesteld	Vrijstelling

[Stappenplan ANVS](#)



Complexvergunning

- **Grote vergunning!**
- Zeer diverse of uitgebreide handelingen
- Veel toestellen en/of bronnen
- Voorwaarden in vergunning
- Toezicht
- SBE verplicht
- ACD verplicht
- Interne Toestemming
- Zorgsysteem
- Inspecties



Radioactieve stoffen : Vrijstellingswaardes

Vergunning of registratie vereist als **BEIDE vrijstellingsgrenzen** overschreden worden:

- de vrijstellingsgrens voor **activiteitsconcentratie**
- **EN** de vrijstellingsgrens voor **activiteit**

Nuclide	Activiteit (Bq)	Activiteits Concentratie (Bq/g)	
¹⁴ C	10 ⁷	10 ⁴	Voorbeelden uit Bbs: Vrijgave-grenzen voor matige hoeveelheden (tot 1000 kg) (andere, lagere, grenzen voor bulk-hoeveelheden vast materiaal)
³² P	10 ⁵	10 ³	
⁶⁰ Co	10 ⁵	10	
^{99m} Tc	10 ⁷	10 ²	
¹³¹ I	10 ⁶	10 ²	

Vrijstelling als **GEEN** van beide of slechts **EÉN** vrijstellingswaarde wordt overschreden



Radioactieve stoffen : Vrijgavewaardes

- Vrijgave alleen op basis van **activiteit concentratie**
- **Enorm verlaagd**
- **Vast materiaal**
- **Vloeistoffen pas later opgenomen in Vbs**

Nuclide	Activiteits Concentratie (Bq/g)
³ H	100
¹⁴ C	1
³² P	1000
⁶⁰ Co	0,1
^{99m} Tc	100
¹³¹ I	100



Generieke vrijstelling en vrijgave



Overdracht, lozing en afval

Overdracht radioactieve stoffen aan derden of als bedrijfsafval:

Als vrijgavegrens voor **activiteitsconcentratie (Bq/g) voor onbeperkte (bulk-)hoeveelheden NIET** overschreden wordt

Lozing naar lucht of riool:

Als geloosde activiteit het **secundaire niveau:**

Lucht: $1 Re_{inhalatie} (= 1/e(50)_{inhalatie})$

Riool: $10 Re_{ingestie} (= 1/e(50)_{ingestie})$

NIET overschreden wordt (gesomeerd)

1 Re = hoeveelheid A(Bq) die 1 Sv volgdosis veroorzaakt **radiotoxiciteitsequivalent (Bq)**

$1 Re = 1 Sv / (e(50))$




Afval

Activiteit concentratie boven de vrijgavegrens:


- Afvoer als radioactief afval
- Eventueel laten vervallen als $T_{1/2} < 100$ dagen en binnen 2 jaar vervallen

COVRA: Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval

- Verwerking of opslag



COVRA.nl



Transport radioactieve stoffen

Radioactive Material, Excepted Package


UN 2910

The contents of this package are not subject to the provisions of the Regulations for the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) and the Regulations for the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID) and the Regulations for the International Carriage of Dangerous Goods by Air (IATA DGR).

Regelgeving:
Besluit vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen

Vrijgesteld collo als


- Activiteit (A) én
- Equivalent dosistempo (H^1) op oppervlak van verpakking voldoende klein zijn



Niet-vrijgesteld collo: etiket en TI (Transportindex)

Equivalent dosistempo op 1 m van oppervlak ($\mu\text{Sv/h}$)



TI = $\frac{\text{Equivalent dosistempo op 1 m van oppervlak } (\mu\text{Sv/h})}{10 (\mu\text{Sv/h})}$



Transport radioactieve stoffen

Tabel 13.4 Etiketten bij het vervoer van radioactieve stoffen.

etiket	dosistempo op oppervlak (in $\mu\text{Sv/uur}$)	dosistempo op 1 m van oppervlak (in $\mu\text{Sv/uur}$)	TI
I-WIT	< 5	< 0,5	0,0
II-GEEL	> 5	< 10	< 1,0
III-GEEL	< 500	< 10	< 1,0
	> 500	> 10	> 1,0
	< 2000	< 100	< 10,0

Transport radioactieve stoffen

Voorbeeld 1:

Een pakket bevat een hoeveelheid ¹³⁷I.

Equivalente dosistempo:

600 µSv/uur op opp.

4,5 µSv/uur op 1 m vanaf opp.

Wel etiket moet worden aangebracht en wat is de transportindex (TI)?

600 µSv/uur op oppervlak → III-GEEL

4,5 µSv/uur op 1 m van oppervlak → II-GEEL

De strengste eis telt → etiket = III-GEEL.

De transportindex = $4,5 \text{ (}\mu\text{Sv/uur)} / 10 \text{ (}\mu\text{Sv/uur)} = 0,45 \rightarrow \text{TI} = 0,5$



Transport radioactieve stoffen

- Regelgeving is zeer ingewikkeld
- Minimaal 3 weken van te voren aanmelden bij de ANVS
- **Verantwoordelijkheid** ligt bij afzender
- Laat transport over aan een **gespecialiseerd bedrijf**



Per post versturen is verboden volgens de Postwet



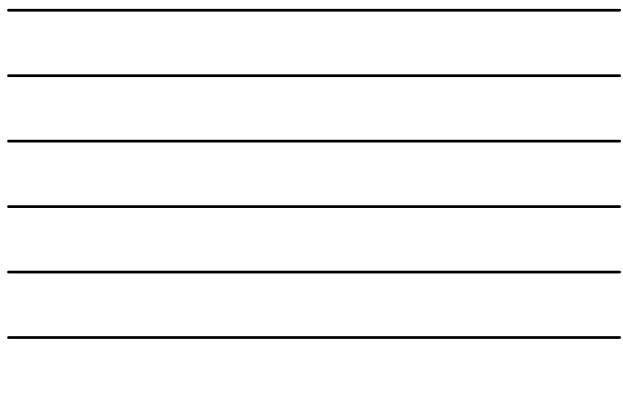
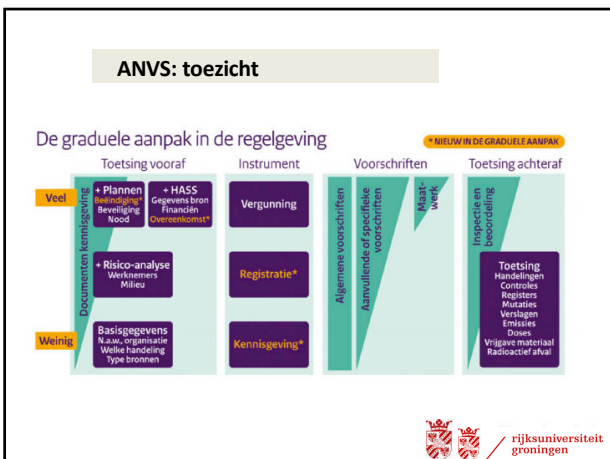
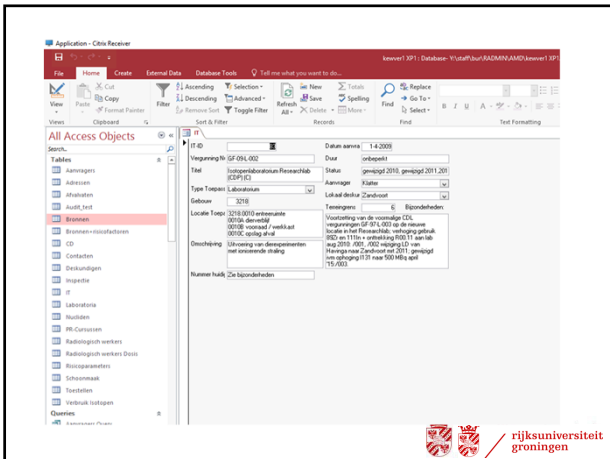
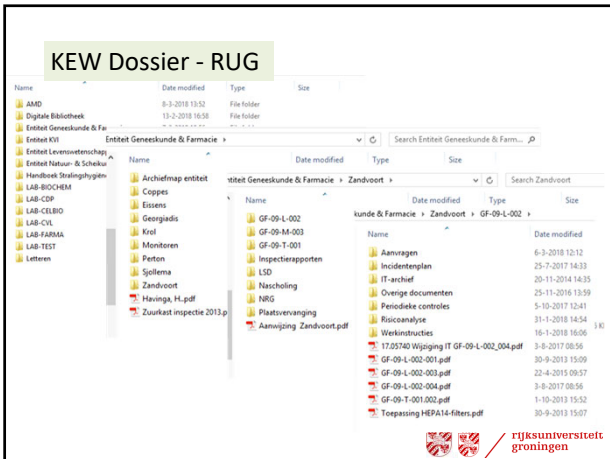
KEW Dossier

Inhoud van het kernenergiewetdossier open bronnen.

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Bedrijfsgegevens</i> | <ul style="list-style-type: none"> • vergunning of registratie, inclusief aanvraag • aanwijzing en diploma van toezichthouder stralingsbescherming • overeenkomst met stralingsbeschermingsdeskundige • plattegronden van het gebouw, inclusief terreingrens • werkprotocollen, veiligheidsinstructies • overzicht blootgestelde werknemers* |
| <i>Gegevens per bestelling</i> | <ul style="list-style-type: none"> • uitslagen persoonsdosimeters* • documenten waaruit batch-nummer, leverancier en leverdatum blijken • nucleïde, halveringstijd, chemische samenstelling • ruimtenummer, exacte plaatsaanduiding • overzicht van mutaties |
| <i>Organisatorisch</i> | <ul style="list-style-type: none"> • actuele risico-inventarisatie en -evaluatie • resultaten periodieke besmettingsmetingen • kalibratie rapporten monitoren • onderhoudsrapporten technische voorzieningen • lozingsgegevens • bewijs van afvoer via COVRA • incidenten |

* indien van toepassing





Leerdoelen:

Wetgeving

- ICRP, ANVS
- KEW
- Bbs, Rbs, Vbs
- Rechtvaardiging, optimalisatie
- ALARA
- Dosislimieten
- Blootgestelde medewerker
- Bewaakte/gecontroleerde zone
- Vrijgave, vrijstelling
- Transport

