

## Regelgeving stralingsbescherming: vroeger, nu en in de toekomst

Hans Vanmarcke  
SCK Mol en KU Leuven  
hvanmarc@sckcen.be

Seminaria voor arbeidsgeneeskunde  
UZ Gent, woensdag 8 februari, 2012

## Regelgeving stralingsbescherming: vroeger, nu en in de toekomst

### Wijze waarop onze regelgeving wordt herzien

- Wetenschappelijke basis: UNSCEAR (Verenigde Naties)
- Trends in blootstelling aan ioniserende straling in België

### Evolutie ICRP aanbevelingen

Belgische regelgeving en administratieve organisatie (ARBIS en FANC)

### Nieuwe Europese richtlijn basisnormen op komst

Seminaria voor arbeidsgeneeskunde, UZ Gent, 8 februari, 2012

## Wijze waarop de reglementering in stralingsbescherming wordt herzien

1988: UNSCEAR, schat de gezondheidsrisico's van de blootstelling aan ioniserende straling hoger in dan voorheen

1991: ICRP past zijn algemene aanbevelingen aan, publicatie van ICRP-60

1996: Nieuwe EURATOM en IAEA basisnormen

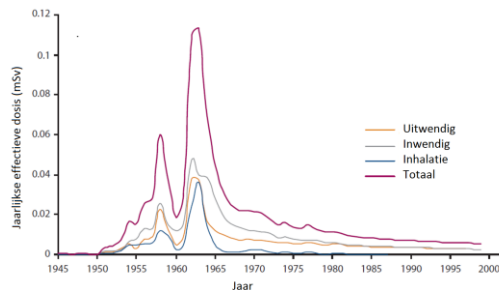
2001: Omzetting van de Europese richtlijn basisnormen in een nieuw Belgisch reglement (ARBIS)

De volgende herziening van onze wetgeving is op komst met de publicatie van ICRP 103 in 2007 en van de UNSCEAR rapporten van 2006 en 2008

## United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)

- UNSCEAR werd opgericht door de Algemene Vergadering van de Verenigde Naties in 1955
- De voornaamste bezorgdheid destijds was de radioactieve neerslag van de vele bovengrondse kernproeven

### Wereldwijde blootstelling door bovengrondse kernproeven



- Maximale blootstelling (1963) = 0,11 mSv/j
- Gemiddelde blootstelling vandaag = 0,005 mSv/j

Bron UNSCEAR

## Doelstellingen van UNSCEAR

Voornaamste internationale instelling met betrekking tot:

- Het overzicht en evolutie van de blootstelling van de wereldbevolking aan alle bronnen van ioniserende straling: brandstofcyclus, medische blootstelling, natuurlijke bronnen, ...
- De synthese van de wetenschappelijke kennis over de gezondheidseffecten van ioniserende straling
  - bij hoge doses: radiodermatitis, acute stralingsziekte of zelfs sterfte
  - bij lagere doses is het voornaamste risico een toename van de kankerincidentie
  - maar ook erfelijke effecten (bij het nageslacht), niet-kanker effecten en de gevolgen van straling op planten en dieren

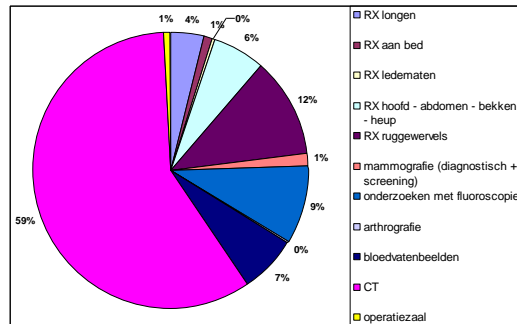
## Natuurlijke bronnen van ioniserende straling

Natuurlijke bron	Gemiddelde (wereldwijd) mSv/j	Typische spreiding individuele doses mSv/j	Opmerkingen
Inademing (radon)	1,26	0,2 - 10	Sommige woningen veel hoger
Bodem en gebouwen	0,48	0,3 - 1	Hoger op bepaalde plaatsen
Ingestie	0,29	0,2 - 1	
Kosmische straling	0,39	0,3 - 1	Neemt toe met de hoogte
<b>Totaal</b>	<b>2,4</b>	<b>1 - 13</b>	<b>Vrij grote bevolkingsgroepen ontvangen dosissen tussen 10 - 20 mSv</b>

Bron UNSCEAR

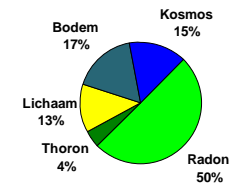
## Dosisverdeling radiodiagnostiek voor Vlaanderen in 2006

Totaal = 1,75 mSv/j



## Gemiddelde effectieve dosis in België in 1895

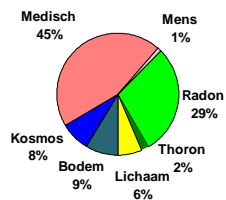
**2,3 mSv/j: enkel natuurlijke bronnen van ioniserende straling**



## Gemiddelde effectieve dosis in België in 2006

**4,6 mSv/j**

- 2,5 mSv/j van natuurlijke bronnen  
- 2,1 mSv/j van medische beeldvorming



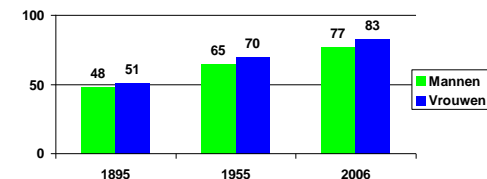
Vanmarcke et al, 2010

## Oorzaken voor de verdubbeling van de blootstelling

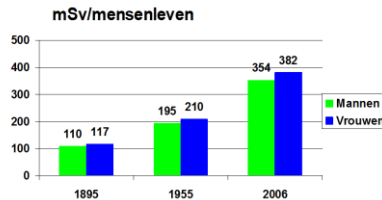
- Kleine toename van de radonconcentratie in gebouwen
  - Van 1,15 mSv in 1895 tot 1,35 mSv in 2006
  - Verminderde ventilatie en het gebruik van bouwmaterialen zoals fosfaatgips en vliegas
- Kleine toename van de kosmische stralingsdosis
  - Luchtvaart en wintersport
- Sterke toename van het medisch gebruik (beeldvorming)
  - Van 0 mSv in 1895 tot 2,1 mSv in 2006
- Kleine bijdrage van alle andere toepassingen
  - Van 0 mSv in 1895 tot 0,05 mSv in 2006

## Toename van de gemiddelde levensverwachting met 30 jaar sinds 1895

### Levensverwachting



## De dosis over een mensenleven is gemiddeld 3-keer hoger dan in 1895



→ Deze toenemende blootstelling en de ongelijke verdeling over de bevolking beperkt de kracht van epidemiologische studies

## Regelgeving stralingsbescherming: vroeger, nu en in de toekomst

Wijze waarop onze regelgeving wordt herzien

- Wetenschappelijke basis: UNSCEAR (Verenigde Naties)
- Trends in blootstelling aan ioniserende straling in België

**Evolutie ICRP aanbevelingen**

Belgische regelgeving en administratieve organisatie (ARBIS en FANC)

Nieuwe Europese richtlijn basisnormen op komst

*Seminaria voor arbeidsgeneeskunde, UZ Gent, 8 februari, 2012*

## International Commission on Radiological Protection (ICRP)

- De ICRP is een onafhankelijke wetenschappelijke commissie, in 1928 opgericht door de "International Congress of Radiology" onder het voorzitterschap van de Zweed Rolf Sievert
- De ICRP publiceert regelmatig aanbevelingen en richtlijnen en bepaalt aldus de basisprincipes van de stralingsbescherming

## Historisch overzicht van de aanbevelingen

**1928:** acute effecten vermijden

- Maximaal toegelaten dosis van 1000 mSv/j

**1951:** optimaliseringsprincipe (men kon geen drempelwaarde voor kanker vaststellen)

- Maximaal toegelaten dosis 3 mSv/week (150 mSv/j)

**1956:** analyse erfelijke effecten (bestraling van de gonaden bij jongeren vermijden)

- Werknemers: maximaal toegelaten dosis 50 mSv/j
- Bevolking: maximaal toegelaten dosis 5 mSv/j

## ICRP publicatie 26 (1977)

Introductie van het drievoudige beschermingssysteem

- **Rechtvaardigen** van ieder gebruik van ioniserende straling
- **Optimaliseren** van de bescherming
- **Beperken van de blootstelling van een individu** (de limiet is niet langer een toegelaten dosis)

De praktische stralingsbescherming gaat voortaan uit van de (voorzichtige) hypothese dat het risico op kanker en erfelijke afwijkingen evenredig is met de effectieve dosis

## ICRP publicatie 60 (1991)

Hogere inschatting van de gezondheidsrisico's gaf aanleiding tot een verlaging van de limieten

- Werknemers: 20 mSv/j (100 mSv in 5 jaar)
- Bevolking: 1 mSv/j

**Onderscheid tussen twee soorten menselijke activiteiten**

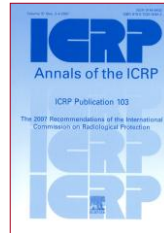
- **Handelingen:** activiteiten die de blootstelling verhogen
- **Interventies:** maatregelen om de blootstelling te verlagen

**Het "schade" concept werd verruimd**

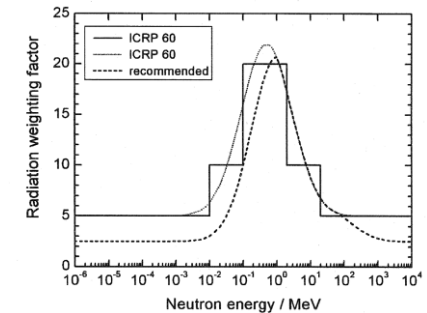
- Naast kanker dood houdt men ook rekening met niet-fatale kankers, ernstige erfelijke afwijkingen en met het verlies aan levensverwachting

- Geen revolutie maar evolutie door
  - verdere verduidelijking en
  - aanpassing aan de wetenschappelijke kennis
- Het objectief is de gezondheid van de mens vrijwaren door
  - deterministische effecten te vermijden
  - de kans op stochastische effecten op een laag en maatschappelijk aanvaardbaar niveau beheersen

➔ Geen wetenschappelijke redenen om de normen te verstrengen



Stralingssoort	Stralingsweegfactor, $w_R$
Gamma- en X-straling	1
Elektronen en muonen	1
Protonen (5)	2
Alfastraling en zware ionen	20
Neutronen (daling met ~ factor 2)	2,5 à 20 een continue functie afhankelijk van de neutronenergie



Weefsel	Organaweefactor, $w_T$	$\sum w_T$
Rood beenmerg, Dikke darm, Longen, Maag	0,12	0,72
Borstweefsel (0,05), Rest van de weefsels (0,05) (*)		
Gonaden (0,20)	0,08	0,08
Blaas (0,05), Stokdarm (0,05), Lever (0,05), Schildklier (0,05)	0,04	0,16
Botoppervlak, Hersenen, Speekselklieren, Huid	0,01	0,04
Totaal		1,00

(\*) Rest van de weefsels (gemiddelde dosis van 13 van de 14 vermelde organen):  
Bijnieren, Extrathoracaal gedeelte, Galblaas, Hart, Nieren, Lymfeklieren, Spieren,  
Slijmvlies van de mond, Pancreas, Prostaat (man), Dunne darm, Milt, Thymus,  
Uterus/baarmoederhals (vrouw)

Niet langer onderscheid op basis van de aard van de menselijke activiteiten in handelingen en interventies

Nieuwe indeling van alle beheersbare blootstellingen in 3 categorieën

- Geplande blootstelling: alle toepassingen van ioniserende straling, inclusief ontmanteling, afvalberging en medische toepassingen
- Blootstelling bij noodsituaties: onverwachte situaties die zich voordoen tijdens geplande blootstellingen of kwaadwillige daden en die onmiddellijke actie vereisen
- Bestaande blootstelling: toestanden die reeds bestaan op het ogenblik dat er een beslissing moet genomen worden om in te grijpen, inclusief natuurlijke achtergrondstraling, historische omgevingsbesmettingen, radon en NORM

De twee eerste principes zijn brongerelateerd en gelden in alle omstandigheden

- **Rechtvaardigingsprincipe:** justificatie van ieder gebruik van ioniserende straling
- **Optimaliseringsprincipe:** breder dan de ALARA-aanpak uit ICRP 60 en omvat ook het streven naar een **veiligheidscultuur** en de deelname van 'stakeholders' bij beslissingsprocessen

Het derde principe geldt enkel voor geplande blootstellingen met uitzondering van medische blootstellingen

- **Individuele dosislimieten:** beperken de blootstelling aan de som van alle toepassingen van ioniserende straling

## Hoeksteen van het nieuwe stralingsbeschermingssysteem wordt:

- de brongerelateerde dosisbeperking voor een geplande blootstelling
- het diagnostische referentieniveau voor een medische blootstelling
- het referentieniveau bij een bestaande blootstelling en bij een noodsituatie

Voor elke beheersbare bron van ioniserende straling moet, naargelang de situatie, een individueel dosisniveau worden opgelegd (dosisbeperking, diagnostisch referentieniveau of referentieniveau)

Voor beroepshalve blootstelling in geplande omstandigheden kan dit de uitbater zijn, maar in vrijwel alle andere gevallen is dit een taak voor de bevoegde overheid

## ICRP-60 (en 103) risicocoëfficiënten voor stochastische effecten

De bijdrage in % per sievert effectieve dosis

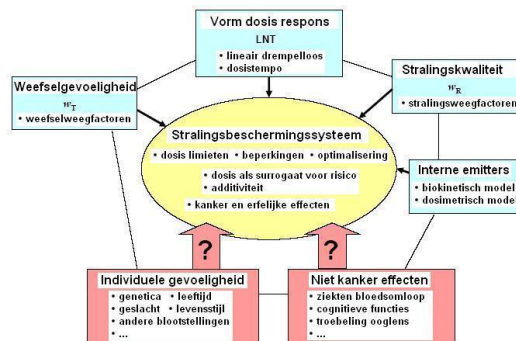
	Fatale en niet-fatale kanker	Ernstige erfelijke afwijkingen	Totale schade
Werknemers	4,0 (4,1) 0,8	0,8 (0,1)	5,6 (4,2)
Bevolking	5,0 (5,5) 1,0	1,3 (0,2)	7,3 (5,7)

## Fundamenten van het ICRP systeem

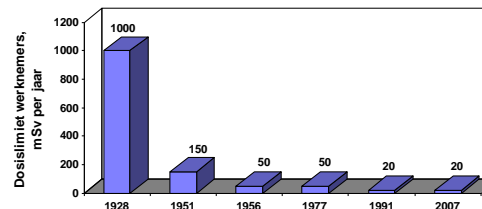
- Het ICRP systeem is gebaseerd op
  - Wetenschappelijk inzicht
  - Waarden ("stakeholder involvement", milieubescherming)
  - Uitvoerbaarheid (wat bewezen heeft te werken in de praktijk)
- Voordelen voor de operationele stralingsbescherming
  - Eenvoudig systeem (uittmiding over leeftijd en geslacht)
  - Additiviteit (LNT, gebruik van collectieve dosis)
  - Veelomvattend systeem (omvat zowel externe bestraling als inwendige besmetting)

Uitgangspunten van het huidige systeem in het blauw  
Onzekerheden in het rood

Uit HLEG rapport



## Evolutie van de ICRP dosislumieten voor beroepshalve blootstelling



## Regelgeving stralingsbescherming: vroeger, nu en in de toekomst

Wijze waarop onze regelgeving wordt herzien

- Wetenschappelijke basis: UNSCEAR (Verenigde Naties)
- Trends in blootstelling aan ioniserende straling in België

Evolutie ICRP aanbevelingen

Belgische regelgeving en administratieve organisatie (ARBIS en FANC)

Nieuwe Europese richtlijn basisnormen op komst



## Nieuwe reglementering en administratieve organisatie met het KB van 20 juli 2001 (ARBIS)

- 1963: Koninklijk Besluit met het Algemeen Reglement: ARBIS
- 1994: Wet voorziet in de oprichting van het FANC
- 1996: Europese richtlijn basisnormen
- 1997: Medische richtlijn
- 2001: Het nieuwe ARBIS draagt de bevoegdheden van de administratieve diensten aan het FANC over en zet de Europese richtlijnen in Belgische reglementering om

De bescherming van de patiënt ontbreekt in de titel van het ARBIS



## Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle Centralisering van de bevoegdheden

Het agentschap is belast met

- De controle op de nucleaire installaties (nucleaire veiligheid)
- Het toezicht op het veilig gebruik van ioniserende straling (stralingsbescherming)
- De begeleiding van de IAEA en EURATOM inspecteurs in België (non-proliferatie)



## Organisatie van het FANC

Geen administratieve dienst maar een instelling van openbaar nut (zoals NIRAS) met een directeur-generaal, een raad van bestuur, een soepeler personeelspolitiek, ...

Financiering via verplichte bijdragen (retributies) bij vergunningsaanvragen en jaarlijkse heffingen

Het agentschap moet voor bepaalde zaken advies vragen aan de wetenschappelijke raad



## Erkende instellingen (BEL V, Controlatom, Technitest)

Het FANC kan instellingen erkennen voor de systematische controle op nucleaire installaties, meer bepaald voor

- Het toezicht op de goede werking van de fysische controle
- Het nazicht en de goedkeuring van bepaalde beslissingen van de fysische controle
- De receptie van nieuwe installaties (goedgekeurd door het FANC)
- Het toezicht op het vervoer van splijtstoffen

Het agentschap oefent toezicht uit

De gecontroleerde onderneming betaalt de prestaties van de erkende instelling

FANC heeft de erkende instelling AVN overgenomen en ondergebracht in een filiaal met de naam BEL V



## Praktische organisatie van de stralingsbescherming Fysische controle

Elke vergunde inrichting moet beschikken over een dienst voor fysische controle

- Deze dienst kan in klasse II en III inrichtingen aan een erkende instelling toevertrouwd worden
- Indien eigen dienst: toezicht door een erkende instelling (dubbele controle)

Organisatie van en toezicht over de beschermingsmaatregelen. Onderdeel van de dienst Preventie en Bescherming op het Werk (PBW)

Het hoofd van de fysische controle is een erkend deskundige. De erkenning door het agentschap is in de tijd beperkt en specificeert de klasse en voor welke inrichtingen ze geldig is



## Medische controle

Het medisch toezicht wordt uitgeoefend door erkende artsen. De erkenning is in de tijd beperkt en specificeert de klasse waarvoor ze geldt

De taken van de medische controle omvatten

- Nagaan of de beroepshalve blootgestelde werknemers uit medisch oogpunt geschikt zijn voor hun werk
- Het bepalen van de dosis en de besmetting van personen in overleg met de fysische controle
- De gezondheidseffecten bij radiologische noodsituaties beperken
- Jaarlijks een bestralingstabel met de maandelijks ontvangen stralingsdosis opmaken en opsturen naar het FANC en de FOD werkgelegenheid, arbeid en sociaal overleg

## Regelgeving stralingsbescherming: vroeger, nu en in de toekomst

Wijze waarop onze regelgeving wordt herzien

- Wetenschappelijke basis: UNSCEAR (Verenigde Naties)
- Trends in blootstelling aan ioniserende straling in België

Evolutie ICRP aanbevelingen

Belgische regelgeving en administratieve organisatie (ARBIS en FANC)

**Nieuwe Europese richtlijn basisnormen op komst**

*Seminaria voor arbeidsgeneeskunde, UZ Gent, 8 februari, 2012*

## Herziening en uitbreiding van de Europese richtlijn basisnormen (EU BSS)

- Omzetting van ICRP-103 in EU BSS
  - Nieuwe indeling van alle beheersbare blootstellingen (geplande en bestaande blootstelling en blootstelling bij noodsituaties)
  - Integratie van natuurlijke radioactieve bronnen
- Samenbrengen Europese regelgeving in één richtlijn
  - Richtlijn basisnormen (werknemers en bevolking): 1996
  - Medische richtlijn (patiënten): 1997
  - Informeren van de bevolking bij nucleaire noodsituaties: 1989
  - Controle op hoogactieve ingekapselde bronnen en weesbronnen: 2003
  - Bescherming externe werkers: 1990
  - Aanbeveling bescherming bevolking tegen blootstelling aan radon binnenshuis: 1990

## Europese regelgeving niet in de nieuwe Europese richtlijn basisnormen opgenomen

- Niet in de EU BSS opgenomen
  - Vervoer van radioactief afval: 2006
  - Richtlijn inzake nucleaire veiligheid: 2009
  - Ontwerp richtlijn voor de bescherming van de drinkwatervoorzieningen tegen radioactieve stoffen
- Beslissing van de Raad voor de snelle uitwisseling van informatie bij een radiologische noodsituatie
- Europese post-Tsjernobyl-regelgeving van de import van besmet voedsel in geval van een toekomstig ongeval

## Enkele belangrijke punten van de nieuwe Europese richtlijn basisnormen

- Verlaging dosislimieten ooglenzen, na publicatie van de ICRP aanbeveling (20 mSv/jaar equivalente dosis) (*om cataract te vermijden*)
- Gelijke vrijstellings- en vrijgaveniveaus resulteren in een kwantitatieve definitie van "radioactieve stof"
- De functies van Stralingsbeschermingsdeskundige (*Erkend Deskundige*) en Medisch-Fysisch Deskundige (*Hospitaal fysicus*) worden duidelijker omschreven
- De nieuwe functie van Functionaris voor Stralingsbescherming wordt gedefinieerd (*voert binnen de onderneming stralingsbeschermingstaken uit in opdracht van het management*)
- Medisch-juridische blootstellingen worden beschouwd als niet-medische blootstelling (*dosislimieten zijn dus van toepassing, behalve in een medische context*)