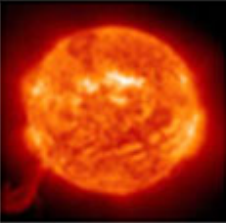



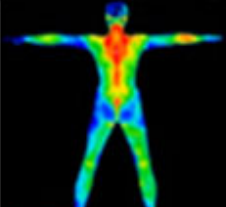


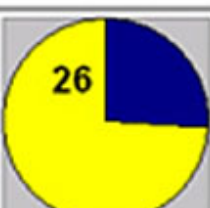


A

activiteit

Bq

Ci

Natural Sources		Annual Dose (mrem/year)
	Cosmic rays (radiation from the sun and outer space)	
	Building materials	
	The human body	
	The earth	

D

dosis

Gy

H

E

Sv

E(50)

Stijn Laarakkers



Overzicht

- Wat is dosimetrie
- Indirect/direct ioniserend
- Expositie
- Geabsorbeerde dosis
- Equivalente dosis
- Effectieve dosis
- Inwendige besmetting (effectieve volgdosis)
- Stralingsbelasting t.g.v. achtergrondstraling

Wat is dosimetrie

Het meten van...

De hoeveelheid energie die is afgegeven aan materie.

- Persoonsdosimetrie
- Omgevingsdosimetrie

Indirect/direct ioniserend

Direct v/s indirect

Direct: Geladen deeltjes (protonen, elektronen etc.)

Indirect: Ongeladen deeltjes (neutronen, fotonen)

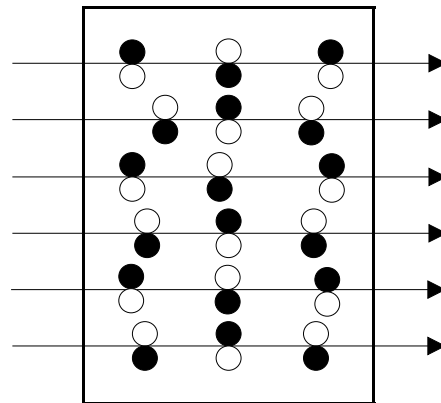
- Twee stapproces, overdracht energie aan elektronen daarna materie.

Grootheid	Eenheid	
Indirect		
Exposie	R	C/kg
Direct		
Geabsorbeerde dosis	Gy	J/kg
Equivalente dosis	Sv	
Effectieve dosis	Sv	

Exposie

Lucht

- Vrijgemaakte lading per massa in lucht (R of C/kg)
 - *Niet direct de overgedragen energie*



Geabsorbeerde dosis

Belangrijke grootheid

- Hoeveelheid geabsorbeerde energie per kilogram materiaal (J/kg)
 - **J/kg = Gy**
- Tijdsafgeleide
 - **Gy/h, Gy/min, enz...**

Geabsorbeerde dosis

Nut

Fysische grootheid

Onvoldoende informatie m.b.t.

- Biologische gevolgen
- (en dus) het risico

Equivalent dose

Gedefinieerd in een orgaan/weefsel (orgaandosis)

- Afhankelijk van
 - Orgaandosis
 - Stralingsweegfactor
 - (soms) Energie

Soort straling	W_R
Alfa	20
Bèta	1
Gamma	1
Röntgen	1
Protonen	5
Neutronen	5-20

Equivalent dose

Dus:

$$H_T = w_R \cdot D_T$$

Totale equivalente dosis is sommatie

w_R = dimensieloos

Eenheid H_T = Sievert (J/kg)

Sievert (J/kg) \neq Gray (J/kg)

Effectieve dosis

Dosis voor het lichaam (risico)

- Afhankelijk van:
 - Equivalente dosis
 - Weefselweegfactoren
 - Som gehele lichaam: $W_T = 1$

Effectieve dosis

Tissue weighting factors (ICRP 103)

ICRP 103:

- Weefselweegfactoren
 - Beenmerg, dikke darm, long, maag, borsten, rest 0,12
 - Gonaden 0,08
 - Blaas, slokdarm, lever, schildklier 0,04
 - Botoppervlak, hersens, speekselklier, huid 0,01

- Rest:
 - Bijnier, galblaas, hart, nier, lymfeknopen, spier (= 28 kg), mondslimvlies, alveesklier, prostaat, milt, zwezerik, baarmoeder. Gemiddelde dosis nemen en wegen met 0,12

Extract ICRP 103: [http://www.icrp.org/docs/ICRP_Publication_103-Annals_of_the_ICRP_37\(2-4\)-Free_extract.pdf](http://www.icrp.org/docs/ICRP_Publication_103-Annals_of_the_ICRP_37(2-4)-Free_extract.pdf)

Effectieve dosis

Definitie

→ Gedefinieerd voor het hele lichaam

Samengestelde grootheid rekening houdend met:

- Effectiviteit van straling (W_R)
- Stralingsgevoeligheid orgaan (W_T)

Effectieve dosis

Definitie

1: Geabsorbeerde dosis (D in Gy)



2: Equivalente dosis (H in Sv)



3: Effectieve dosis (E in Sv)

Voorbeelden

Thorax

Bij een X-thoraxopname ontvangen de longen, borsten en schildklier allen een geabsorbeerde dosis van 1 mGy.

N.B. Hoeveel bedraagt de W_R van röntgenstraling?

- Bereken de effectieve dosis E.

Long, borst $W_T = 0,12$

Schildklier $W_T = 0,04$

Voorbeelden

Thorax

Bij een X-thoraxopname ontvangen de longen, borsten en schildklier allen een geabsorbeerde dosis van 1 mGy.

N.B. Hoeveel bedraagt de W_R van röntgenstraling?

- Bereken de effectieve dosis E.

Long, borst $W_T = 0,12$

Schildklier $W_T = 0,04$

$$E = (0,12 \cdot 1 + 0,12 \cdot 1 + 0,04 \cdot 1) \cdot 1 = 0,28 \text{ mSv}$$

Voorbeelden

Thorax

De maag ontvangt ten gevolge van α -straling een orgaandosis van 2 mGy.

Wat is de effectieve dosis E?

α -straling	$w_R = 20$
Maag	$w_T = 0,12$

$$H_T = w_R \cdot D_T = 20 \cdot 2 \text{ mGy} = 40 \text{ mSv} \quad (H)$$

$$E = w_T \cdot H = 0,12 \cdot 40 = 4,8 \text{ mSv} \quad (E)$$

Voorbeelden

Dosisberekening: correct taalgebruik

Wat wordt bedoeld met **een "dosis van 2 Sv" op de schildklier?**

Een **geabsorbeerde dosis D van 2 Gy** op de schildklier ?

immers de eenheid van **dosis (D)** is de gray

Dan is de effectieve dosis E

$$E = D \times 1(W_R) \times 0,05 (W_T) = 2 \times 0,05 = \mathbf{0,10 Sv}$$

Een **equivalente dosis H van 2 Sv** op de schildklier ?

Dan is de effectieve dosis E

$$E = H \times 0,05 (W_T) = 2 \times 0,05 = \mathbf{0,10 Sv}$$

Een **effectieve dosis E van 2 Sv** op de schildklier ?

Dan was de equivalente (H) schildklierdosis

$$H = E / W_T = 2 / 0,05 = \mathbf{40 Sv}$$

Inwendige besmetting

Effectieve volgdosis (E_{50})

- Volgdosis, gecorrigeerd voor:
 - Stralingsweefactor, W_R
 - Weefselweefactor, W_T
- Optelsom (sommatie) van alle (afzonderlijke) equivalente orgaandoses (H_{50}) vermenigvuldigd met de weefselweefactor
 $\sum(H_T \cdot W_T)$
- Eenheid: sievert (Sv)

Inwendige besmetting

Effectieve volg dosis (E_{50})

Bepalende factoren voor berekening:

- Activiteit (Bq)
- Distributie/verdeling
- Verblijftijd per orgaan (bronorgaan)
- Soort straling
- Stralingsenergie

Complexe berekening! → Eenvoudiger is gebruik maken van dosisconversiecoëfficiënt (e_{50})

Inwendige besmetting

(Effectieve) dosisconversiecoëfficiënt

Zonder kennis van model kan eenvoudig een effectieve volg dosis bepaald worden. Wat moet je weten?

- Wat (welk nuclide)
 - Welke (fysische vorm/chemische verbinding)
 - Hoe (ingestie, inhalatie)
- } e_{50} (Sv/Bq)
- Hoeveel (activiteit A_{in})

$$\rightarrow E_{50} = e_{50} \cdot A_{in}$$

Inwendige besmetting

(Effectieve) dosisconversiecoëfficiënt

Zonder kennis van model kan eenvoudig een effectieve volg dosis bepaald worden. Wat moet je weten?

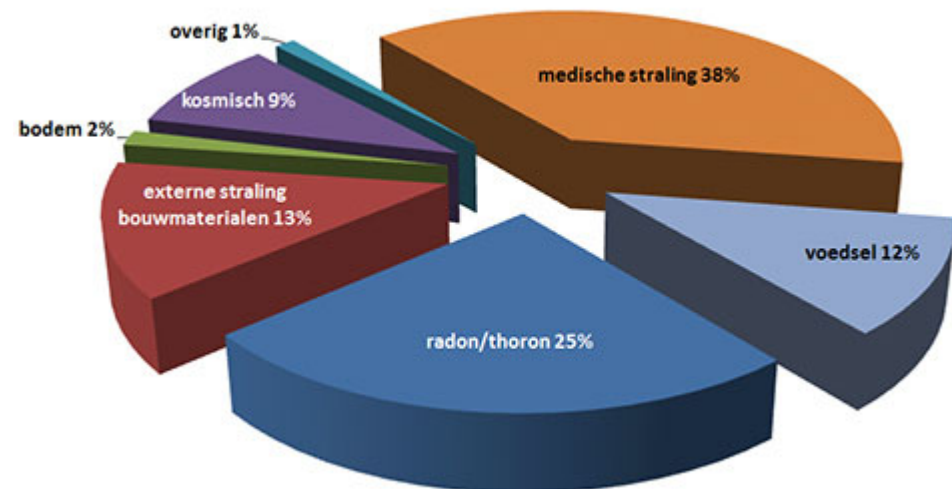
nuclide	$e(50)_{inh}$ (Sv/Bq)	$T_{1/2}$
^3H (H_2O)	$1,8 \times 10^{-11}$	12,3 j
^{14}C (CO_2)	$6,5 \times 10^{-12}$	5730 j
^{22}Na	$2,0 \times 10^{-9}$	2,6 j
^{32}P	$2,9 \times 10^{-9}$	14,3 d
^{35}S	$1,2 \times 10^{-10}$	87,5 d
^{45}Ca	$2,3 \times 10^{-9}$	163 d
^{99m}Tc	$2,9 \times 10^{-11}$	6,0 h
^{125}I	$7,3 \times 10^{-9}$	60 d
^{131}I	$1,1 \times 10^{-8}$	8,0 d
^{226}Ra	$1,2 \times 10^{-5}$	1600 j
nat. Th	$6,2 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{10}$ j
nat. U	$5,7 \times 10^{-5}$	$4,5 \times 10^9$ j

Orde van grootte

Stralingsbelasting: achtergrondstraling

In werkomgeving en leefmilieu

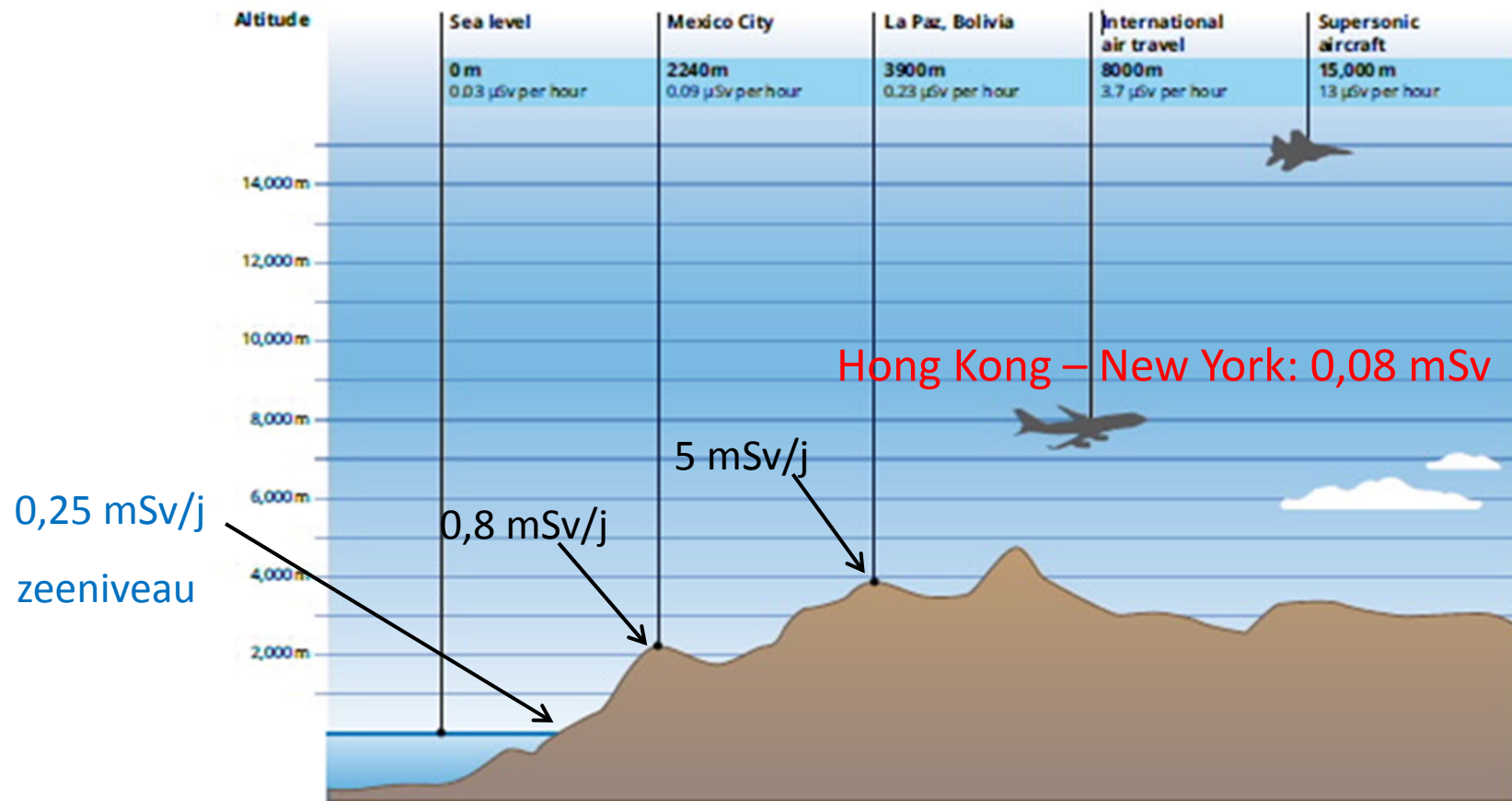
- Achtergrondstraling:
 - Natuurlijk
 - Kunstmatig



*De 'stralingstaart' (bron RIVM)
Aandeel van de verschillende stralingsbronnen in de gemiddelde
stralingsbelasting (2,6 mSv) van een Nederlander in 2013.*

Orde van grootte

Dosis: kosmische straling



ansto.gov.au

Cosmic radiation dose rates at different altitudes.

Vragen?

