

## Fys 1010 Miljøfysikk. Fasit oppgavesett 8

1.

b) 3-5 Gy (J/kg)

c) Absorbert energi ved LD<sub>50</sub>-dose for 70 kg person: 280 – 350 (LD<sub>50</sub> x masse)

d) LD<sub>50</sub>-dosen er 1/1000 av energien til melken. Men LD<sub>50</sub>-dosen representerer energien til ioniserende stråling, og absorberes på en helt annen måte enn energien til melken (gitt ved 280 kJ) som bryter kjemiske bindinger.

2.

a) Ekstra effektivdose i snitt pr. person pr. år er 0.04 mSv

b) I løpet av 50 år mottas 2 mSv

c) Det skyldes stort inntak av reinkjøtt som har høy aktivitet. Høy aktivitet i reinkjøtt skyldes at reinsdyr spiser lav som har høy aktivitet av Cs-137. Lav er en mangeårig plante og radioaktiviteten avtar derfor langsommere enn i planter som visner om høsten.

d) Den kollektive dose for Norges befolkning etter 50 år er: 2 mSv · 4 · 10<sup>6</sup> = 8000 Sv  
Antall dødsfall etter 50 år: 0.05 dødsfall/Sv · 8000 Sv = 400 dødsfall

3.

a) Volumet av vannet er:

$$\pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \cdot (10000 \text{ m})^2 \cdot 1000 \text{ m} = 3.142 \cdot 10^{11} \text{ m}^3 = 3.142 \cdot 10^{14} \text{ dm}^3$$

$$\text{Spesifikk aktivitet i vann fra Cs-137: } 3.1 \cdot 10^{15} \text{ Bq} / 3.142 \cdot 10^{14} \text{ l} = \underline{9.9 \text{ Bq/l}}$$

$$\text{Spesifikk aktivitet i vann fra Sr-90 : } 2.8 \cdot 10^{15} \text{ Bq} / 3.142 \cdot 10^{14} \text{ l} = \underline{8.9 \text{ Bq/l}}$$

b) Anrikingsfaktoren er : CF = C(fisk)/C(vann).

$$\text{Spesifikk aktivitet i fisk fra Cs-137: } C(\text{fisk}) \cdot \text{CF} = 9.9 \frac{\text{Bq}}{\text{l}} \cdot 48 = 475 \frac{\text{Bq}}{\text{l}} = \underline{475 \frac{\text{Bq}}{\text{kg}}}$$

$$\text{Spesifikk aktivitet i fisk fra Sr-90 : } C(\text{fisk}) \cdot \text{CF} = 8.9 \frac{\text{Bq}}{\text{l}} \cdot 0.43 = 3.8 \frac{\text{Bq}}{\text{l}} = \underline{3.8 \frac{\text{Bq}}{\text{kg}}}$$

c) Vi antar at 100% av β-strålinge og 100% av γ-strålingen avsettes i fisken.

Husk at β<sub>middel</sub> = 1/3 β<sub>max</sub>. Cs-137 har to desintegrasjonsveier (5.4 % og 94.6%)

Vi finner avsatt energi for hver desintegrasjon fra Cs-137 og Sr-90:

Cs-137:	β <sub>1</sub>	0.054 · 1.172 MeV · 1/3 · 100% = 0.021 MeV
	β <sub>2</sub>	0.946 · 0.512 MeV · 1/3 · 100% = 0.163 MeV

	$\gamma$	$\frac{0.946 \cdot 0.662 \text{ MeV} \cdot 50\%}{\text{Middelenergi pr desintegrasjon}} = 0.318 \text{ MeV}$ <u>Middelenergi pr desintegrasjon <math>\approx 0.5 \text{ MeV}</math></u>
Sr-90:	$\beta$	$100\% \cdot 0,54 \text{ MeV} \cdot 1/3 \cdot 100\% = 0,18$ <u>Middelenergi pr desintegrasjon <math>\approx 0,2 \text{ MeV}</math></u>

- d) Absorbert dose (Gy) = Energi absorbert (J) / masse (kg)  
 Energi absorbert = (Antall desintegrasjoner pr år) · (energi avgitt pr desintegrasjon)  
 Antall desintegrasjoner pr år = Aktivitet · sekunder pr år

$$\text{Bq} = \text{s}^{-1}$$

$$\text{Antall sekunder pr år} = 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 3.1536 \cdot 10^7 \text{ sek/år}$$

Absorbert dose fra Cs-137:

$$475 \text{ Bq/kg} \cdot 3.15 \cdot 10^7 \text{ s/år} \cdot 0.5 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} = 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ J/kg} \cdot \text{år} = \underline{1.2 \text{ mGy/år}}$$

Absorbert dose fra Sr-90:

$$3.8 \text{ Bq/kg} \cdot 3.15 \cdot 10^7 \text{ s/år} \cdot 0.2 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} = 3.8 \cdot 10^{-6} \text{ J/kg} \cdot \text{år} = \underline{3.8 \text{ } \mu\text{Gy/år}}$$

- e) Hvis aktiviteten ved tiden  $t = 0$  er  $A_0$  er aktiviteten ved tiden  $t$ :

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\text{Desintegrasjonskonstanten er: } \lambda = \ln 2 / T_{1/2} = \ln 2 / 30 \text{ år} = 2.31 \cdot 10^{-2} \text{ år}^{-1}$$

$$t = 15 \text{ år}$$

$$\ln(A/A_0) = -\lambda t = -0.3465$$

$$A/A_0 = 0.71$$

Etter 15 år er aktiviteten  $A$  lik 71 % av utgangsaktiviteten  $A_0$ .

Dosen som mottas i løpet av året 2004-2005 (når vi igjen forutsetter konstant aktivitet i løpet av året) blir derfor 71 % av verdiene funnet i oppgave d)

Cs-137:

$$475 \text{ Bq/kg} \cdot 3.15 \cdot 10^7 \text{ s/år} \cdot 0.5 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} \cdot 0.71 = 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ J/kg} \cdot \text{år} \cdot 0.71 = \underline{0.85 \text{ mGy/år}}$$

Sr-90:

$$3.8 \text{ Bq/kg} \cdot 3.15 \cdot 10^7 \text{ s/år} \cdot 0.2 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} \cdot 0.71 = 3.8 \cdot 10^{-6} \text{ J/kg} \cdot \text{år} \cdot 0.71 = \underline{2.7 \text{ } \mu\text{Gy/år}}$$