

# **Radon**

## **– regelverk og anbefalinger**

Ingvild Engen Finne, seniorrådgiver, Statens strålevern  
Oslo, 24.3.2015



Statens strålevern  
Norwegian Radiation Protection Authority

[www.nrpa.no](http://www.nrpa.no)

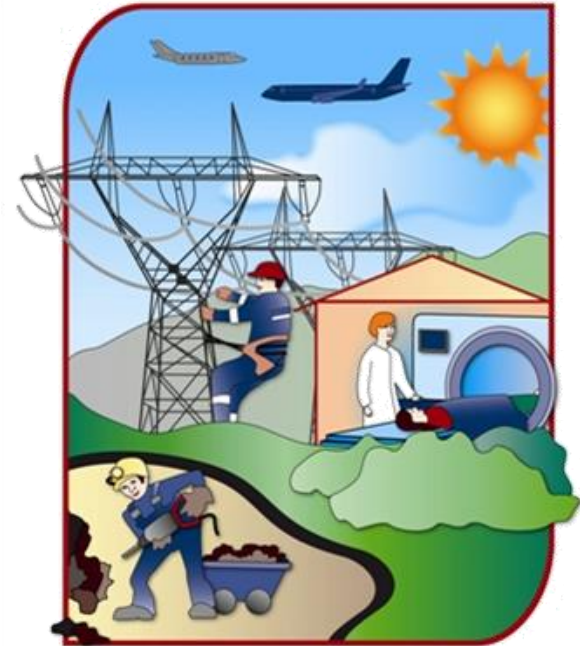
# Kort om Statens strålevern

## ➤ Rolle

- Landets fagmyndighet på området strålevern og atomsikkerhet.
- Sorterer under Helse- og omsorgsdepartementet, men skal betjene alle departementer i spørsmål som angår stråling.

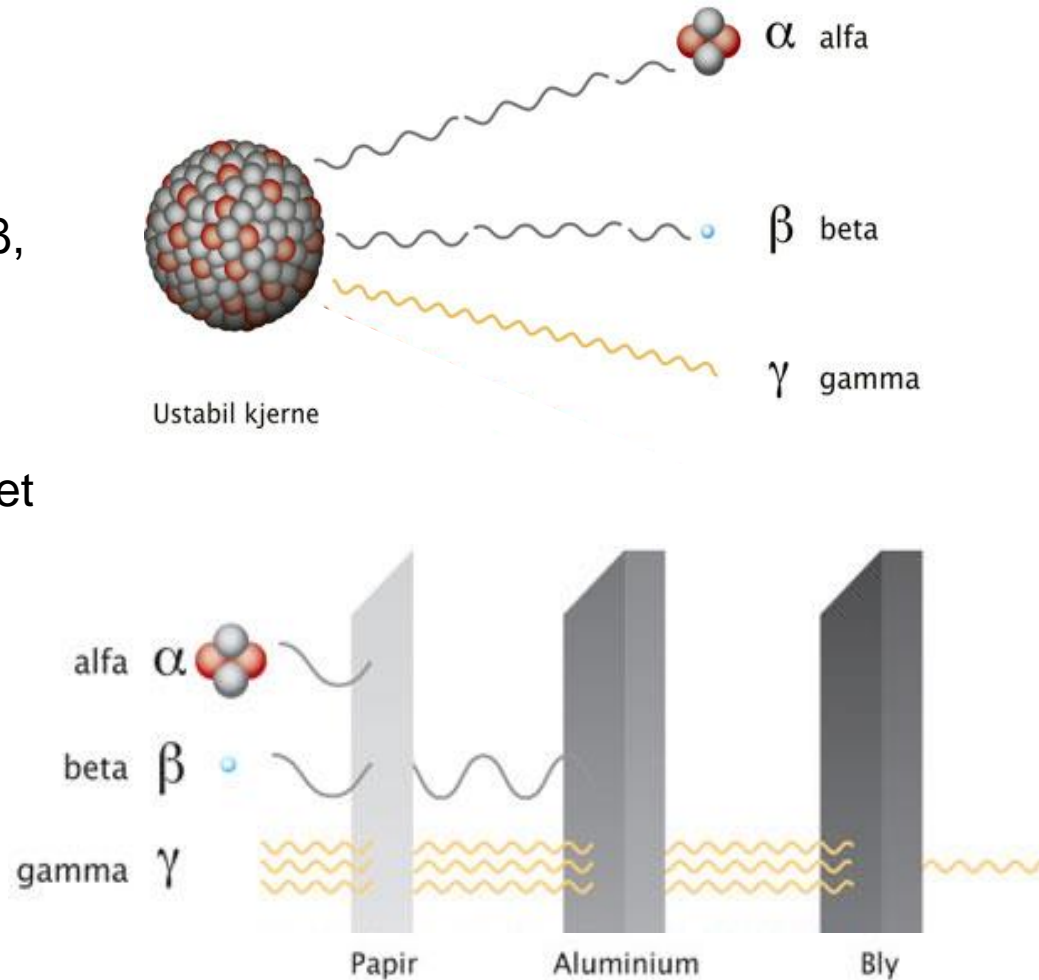
## ➤ Ansvarsområder

- Forvaltning og tilsyn av all bruk av strålekilder i medisin, industri og forskning, og med de to forskningsreaktorene i Norge.
- Overvåke naturlig og kunstig stråling i miljø og yrkesliv.
- Øke kunnskap om forekomst, risiko og effekt av stråling.
- Leder, har sekretariat og operasjonslokaler for den nasjonale atomulykkesberedskapen.
- Standardlaboratorium for måling av stråledose og radioaktivitet



# Radioaktivitet

- En radioaktiv kilde består av atomer som er ustabile.
- Atomet sender ut stråling ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) for å bli mer stabil.
- Når et atom har sendt ut stråling, omdannes atomet til et nytt atom – et nytt grunnstoff.



# Radon

Uran sender ut stråling og omdannes til nytt grunnstoff.

Isotopene uran til radium: Faste stoffer, lang levetid.

Radon: Gass, kort levetid.

- Radon dannes og henfaller kontinuerlig i jordskorpen

Radondøtrene: Faste stoffer, kort levetid.

- Ved innånding vil radondøtrene kunne feste seg i lungene

	Isotop	$t_{1/2}$
	● Uran-238	4,47 milliarder år
α ↓	● Thorium-234	24,1 dager
β ↓	● Protactinium-234	1,17 min
β ↓	● Uran-234	245 000 år
α ↓	● Thorium-230	77 000 år
α ↓	● Radium-226	1600 år
α ↓	● Radon-222	3,82 dager
α ↓	● Polonium-218	3,05 min
β ↓	● Bly-214	26,8 min
β ↓	● Vismut-214	19,8 min
β ↓	● Polonium-214	0,164 millisekund
α ↓	● Bly-210	22,3 år
β ↓	● Vismut-210	5,01 dager
β ↓	● Polonium-210	138,4 dager
α ↓	● Bly-206	Stabil



# Byggegrunn

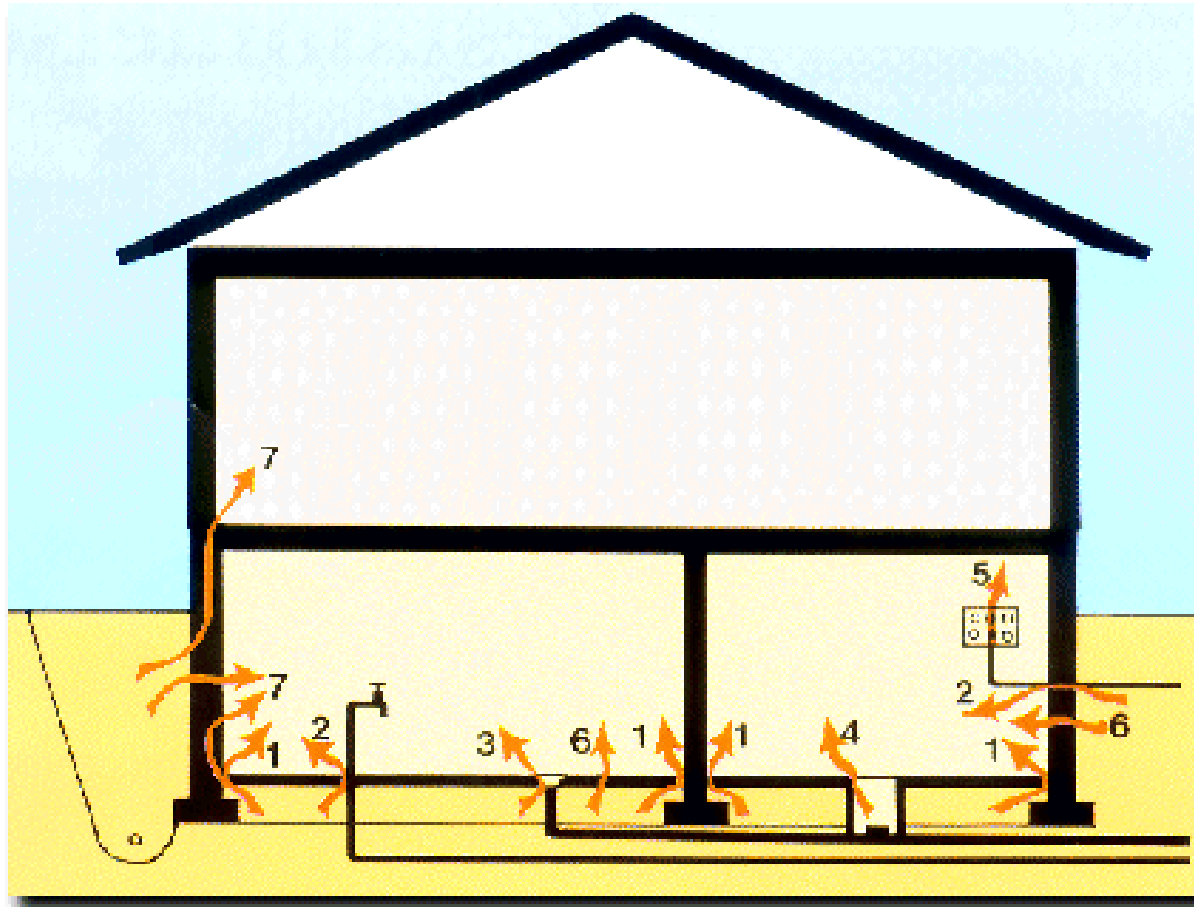
- konsentrasjonene av radon i jordluft er alltid høy. Det vil si at det alltid er potensiale for radonproblem

(vanlig med noen ti tusen,  
men varierer fra 1000-1 mill Bq/m<sup>3</sup>)

- permeable løsmasser eller alunskifer kan gi ekstremt store problemer
- ”skorsteins - effekt”



# Eksempler på inntrengningsveier for radon fra byggegrunnen



1. Krypskjøt mellom vegg og gulv
2. Utettheter rundt rørgjennomføringer
3. Utettheter rundt sluk
4. Utettheter rundt lensesjakter/ rensbrønn
5. Utettheter rundt rør for ledninger
6. Sprekker i grunnet f.eks. setningsskader.
7. Lekkasje gjennom utette bygningsmaterialer (bl.a. lettklinkerblokker).



# Radonkilde - Bygningsmaterialer

- Fyllmasser under bygningen kan ha betydning.
- I Sverige er det problemer med hus bygget med blåbetong.
- Økt bruk av stein i interiørsammenheng
- Bruk av lettklinkerblokker:  
Transport av radon i eller gjennom vegg.



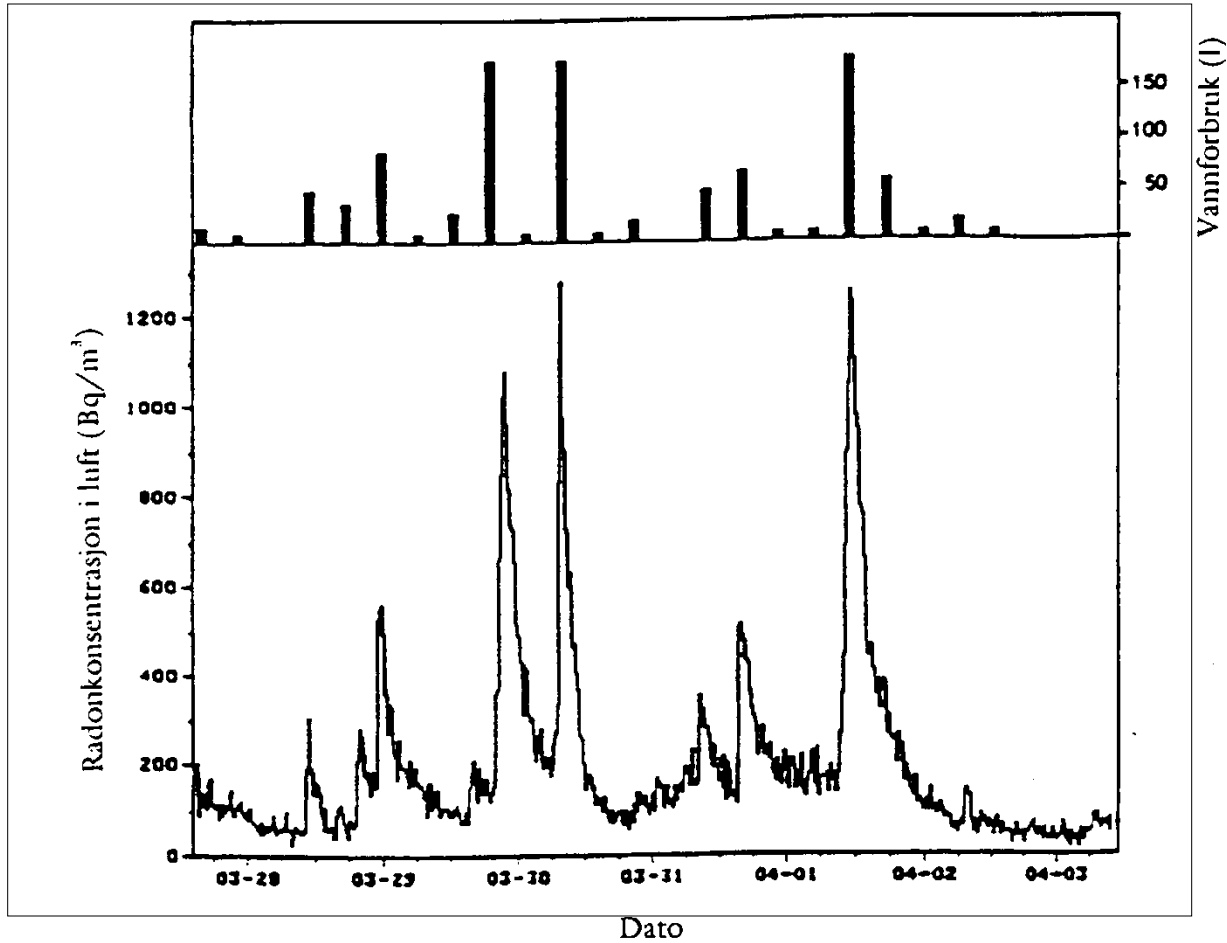
# Radonkilde - Husholdningsvann

- Særlig vann fra borebrønner i fast fjell kan i enkelte tilfeller gi et betydelig bidrag til radonkonsentrasjonen i inneluft. Hovedproblem: Uranrike granitter
- Høye radonkonsentrasjoner i 15 % av norske borebrønner.
- Tommelfingerregel: 1000 Bq/l radon i vann gir radonøkning i inneluft på 100 Bq/m<sup>3</sup>.
- Først og fremst bidraget til radon i inneluft som gir betydelig stråledose.
- Anbefalt tiltaksnivå for radon i vann i en enkelthusholdning er 500 Bq/l.
- Drikkevannsforskriften (forsyner minst 50 personer eller 20 husstander): 100 Bq/l.





# Radonkilde - Husholdningsvann



(Strand & Lind, 1992)



# Radon

Uran sender ut stråling og omdannes til nytt grunnstoff.

Isotopene uran til radium: Faste stoffer, lang levetid.

Radon: Gass, kort levetid.

- Radon dannes og henfaller kontinuerlig i jordskorpen

Radondøtrene: Faste stoffer, kort levetid.

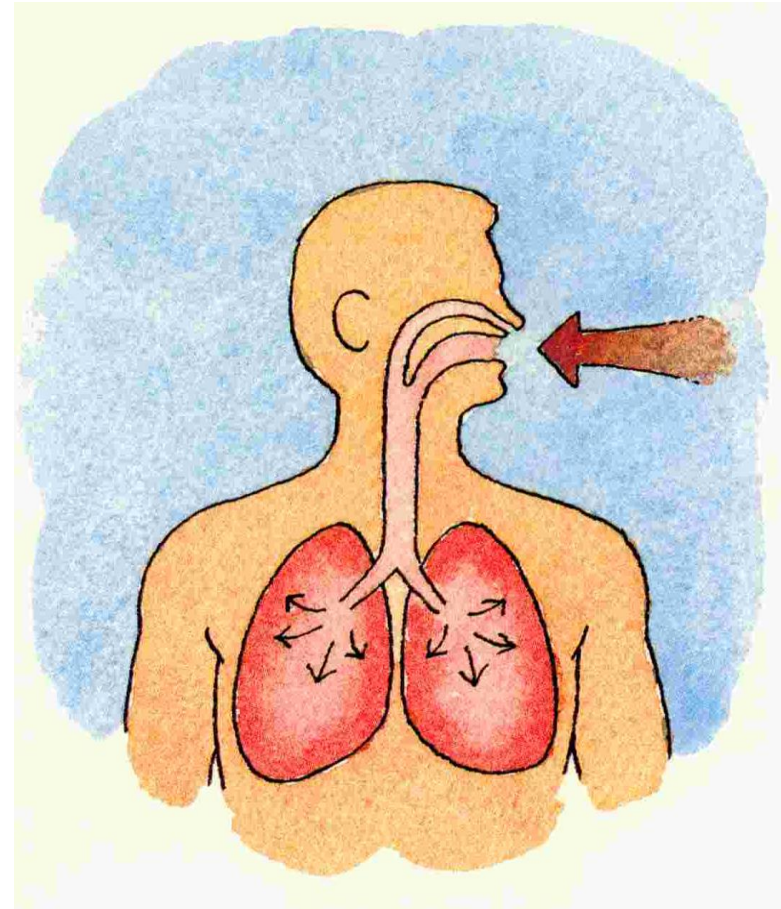
- Ved innånding vil radondøtrene kunne feste seg i lungene

Isotop	$t_{1/2}$
Uran-238	4,47 milliarder år
↓ $\alpha$	
Thorium-234	24,1 dager
↓ $\beta$	
Protactinium-234	1,17 min
↓ $\beta$	
Uran-234	245 000 år
↓ $\alpha$	
Thorium-230	77 000 år
↓ $\alpha$	
Radium-226	1600 år
↓ $\alpha$	
Radon-222	3,82 dager
↓ $\alpha$	
Polonium-218	3,05 min
↓ $\alpha$	
Bly-214	26,8 min
↓ $\beta$	
Vismut-214	19,8 min
↓ $\beta$	
Polonium-214	0,164 millisekund
↓ $\alpha$	
Bly-210	22,3 år
↓ $\beta$	
Vismut-210	5,01 dager
↓ $\beta$	
Polonium-210	138,4 dager
↓ $\alpha$	
Bly-206	Stabil



# Skader ved alfapartikkelstråling

- Inhalasjon fører til bestråling av luftveiene med alfapartikler.
- Alfapartikler - stoppes raskt i vev/ deponerer mye energi.
- Stor skade i cellen(e) som treffes.



# Studier av radon og lungekreft

- Årsak til lungekreft blant gruvearbeidere.
- Tre større fellesstudier (2005-2006) viste en lineær sammenheng mellom radoneksponering og lungekreftrisiko, også ved lave nivåer dvs. i den allmenne befolkningen.
  - fellesstudiene korrigerer for bl.a. røykevaner.
  - de tre fellesstudiene samsvarer godt.
- Gruvedata og fellesstudier gir et overveldende vitenskapelig materiale for at radoneksponering gir økt risiko for lungekreft.



# Radon og røyking: Fellesstudiene viser at

- Den relative økning i lungekreftisiko fra en gitt radoneksponering er like stor for en røyker og en ikke-røyker.
- Absolutt radonrisiko er høyere for røykere enn for ikke-røykere.
- Majoriteten av lungekrefttilfeller som induseres av radon er forårsaket av en synergieffekt av røyking i kombinasjon med radoneksponering.

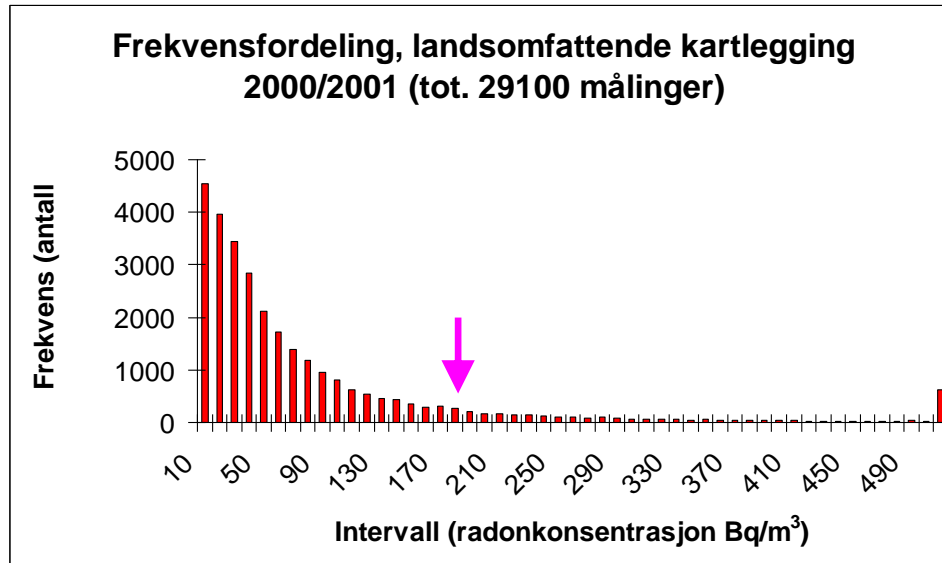
## Lungekreftisiko før 75 års alder, 25 års eksponering

Radonkonsentrasjon i boligen (Bq/m <sup>3</sup> )	0	100	800
Ikke- røykere (life-long non-smokers)	4/1000	5/1000	10/1000
Røykere (cigarette smokers)	100/1000	120/1000	220/1000

Kilde: Darby S, Hill D, Auvinen A, et al: Radon in homes and risk of lung cancer: Collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. BMJ 330:223, 2005



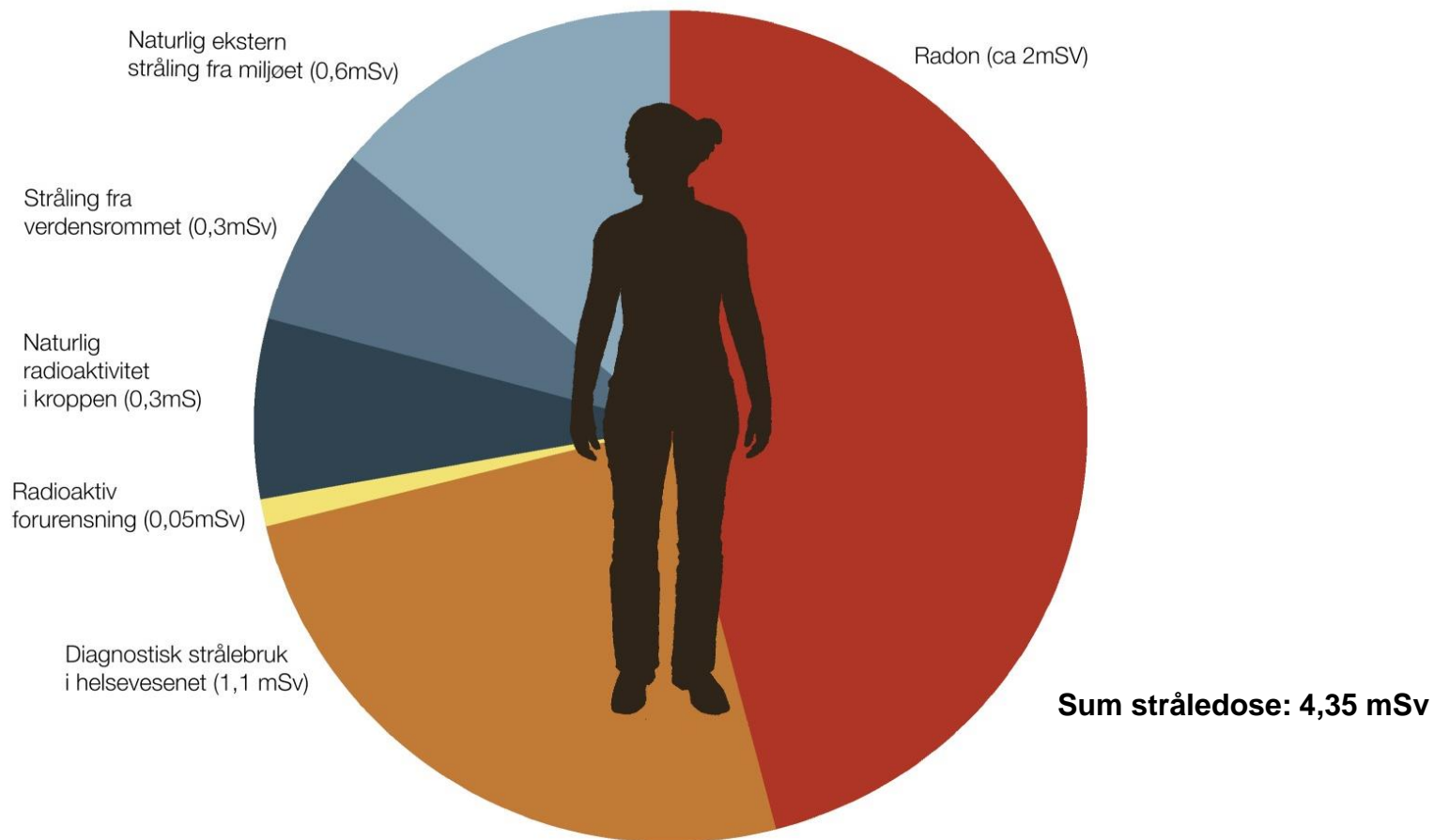
# Radonrisiko i Norge



- For å redusere antallet krefttilfeller fra radon vesentlig, må alle radonnivåer senkes; ikke bare de "høye nivåene".
- Dette gjelder alle kategorier bygninger og lokaler (arbeidsplasser, skoler, barnehager).



# Stråledoser til "Ola og Kari"



# Nasjonalt radonstrategi

- Regjeringens radonstrategi ble lagt frem 1. juli 2009.
- Basert på rapport fra Arbeidsgruppen for samordnet innsats mot radon (2007-2008).
- **Todelt mål:**
  - **Alle bygninger i Norge under gitte grenseverdier for radon.**
  - **Radonkonsentrasjonene så lave som praktisk mulig.**
- Inndelt i delstrategier med egne målsetninger og tiltak for ulike deler av radonarbeidet.



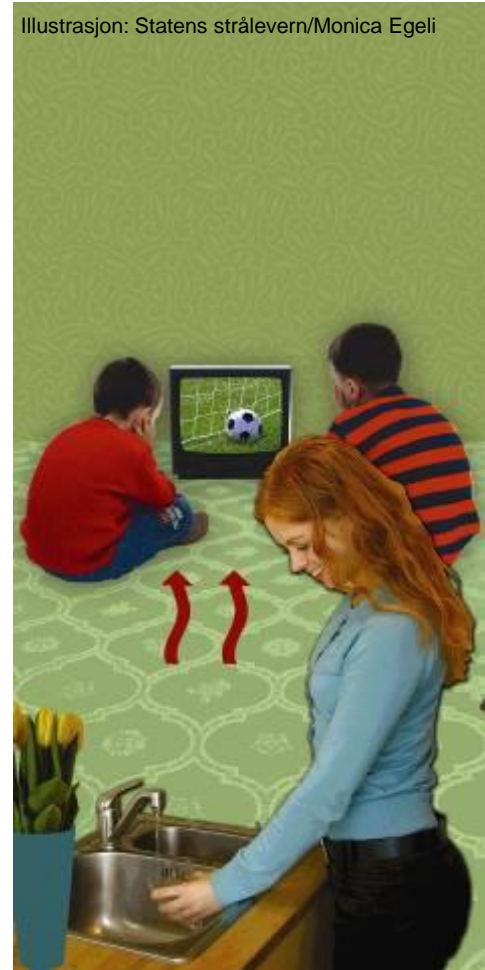


# Implementering av radonstrategien

**Strategien inndelt i delstrategier, hver med egne mål og forslag til tiltak:**

- Radon i arealplanlegging
- Radon i forbindelse med oppføring av nye bygninger
- Radon i eksisterende boliger
- Lokalsamfunn i Norge med særdeles alvorlige radonproblemer
- Radon i bygninger og lokaler der allmennheten har adgang
- Radon i arbeidslokaler

Illustrasjon: Statens strålevern/Monica Egeli



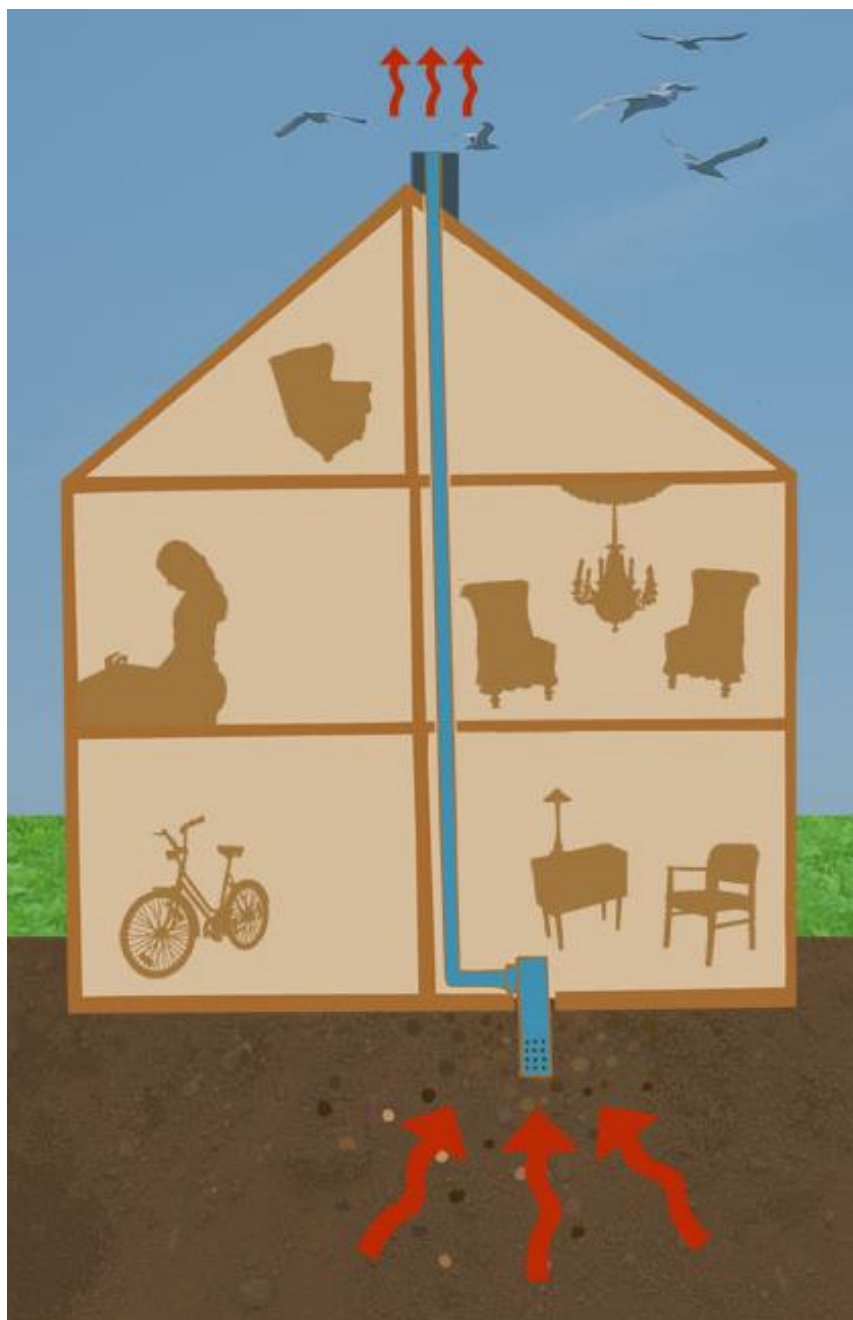
# Strålevernets anbefalinger for radon

Alle bygninger bør ha så lave radonverdier som mulig og innenfor anbefalte grenseverdier:

- Tiltaksgrense på 100 Bq/m<sup>3</sup>
- Så lave som mulig – tiltak kan også være aktuelt under tiltaksgrensen
- Maksimumsgrensverdi på 200 Bq/m<sup>3</sup>

<http://www.nrpa.no/fakta/89990/anbefalte-grenseverdier-for-radon>





Tiltak	Typisk reduksjon av radonnivå (%)
Radonsug	70 - 95
Radonbrønn	75 - 95
Balansert ventilasjon	20 - 50
Annen mekanisk ventilasjon	0 - 50
Enkle ventilasjonstiltak	0 - 50
Tetting	10 - 50

KILDE: ARVELA Hannu, REISBACKA Heikki. Radonsanering av bostäder. STUKA237. Helsingfors 2009, 132 + bilagor 4 s.



# Regelverk

- Nybygg: Forskriftsfestede grenseverdier og krav om forebyggende tiltak (TEK10, DIBK)
- Skoler, barnehager og utleieboliger: Forskriftsfestede grenseverdier (Strålevernforskriften, Strålevernet)
- Kjøp/salg av bolig: Vesentlige opplysninger om boligen må oppgis. Kunnskap om radon er vesentlig kunnskap. (Avhendingslova)
- Arealplanlegging: Bestemmelser om risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) og hensynssoner (plan- og bygningsloven).
- Arbeidsplasser: Generelle krav til arbeidsmiljø (Arbeidsmiljøloven, Arbeidstilsynet)



# Arbeidstilsynet

- Arbeidsmiljøloven § 4-1 setter generelle krav til arbeidsmiljøet og arbeidsgiver har plikt til å kartlegge, risikovurdere, utarbeide planer og iverksette tiltak for å sikre at lovens krav overholdes.
- Det er Arbeidstilsynet sentralt og regionalt som fører tilsyn med at bestemmelsene i loven etterleves.

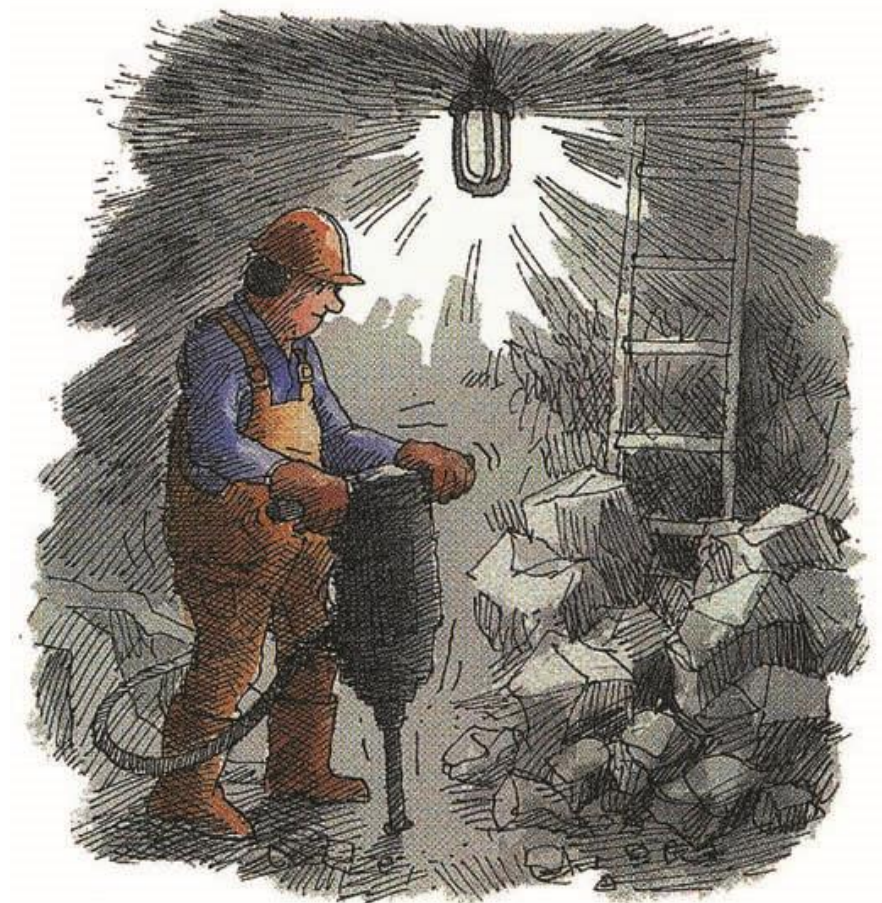
*«For å vurdere om arbeidsmiljøet er fullt forsvarlig kan arbeidsgiver benytte anbefalte radonnivåer for bygninger gitt av Statens strålevern»*



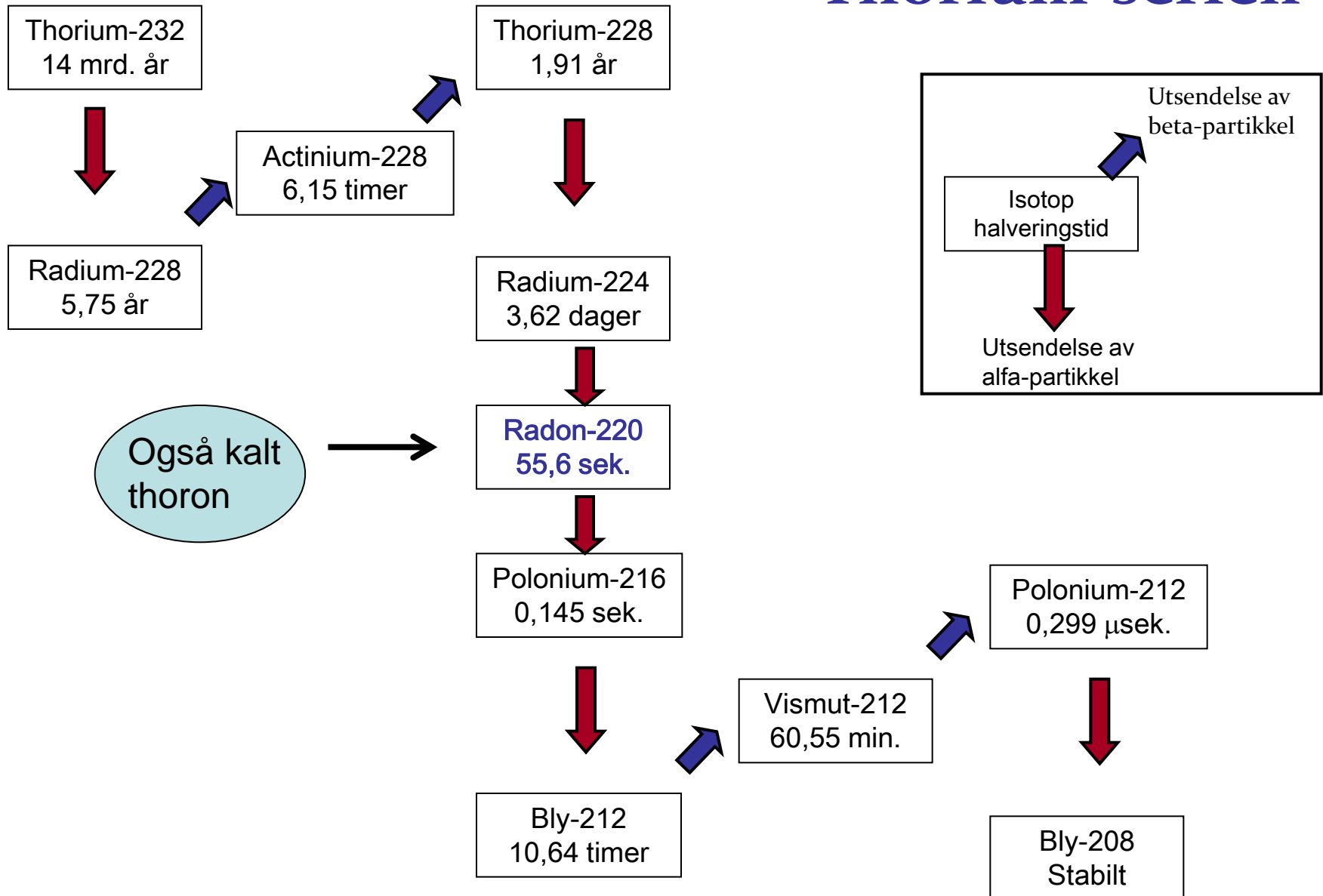
# Radon på arbeidsplasser under jord og i bergrom

Radonkonsentrasjoner på mellom 10 000 og 100 000 Bq/m<sup>3</sup> er ikke uvanlig i innestengte luftvolumer under bakken,

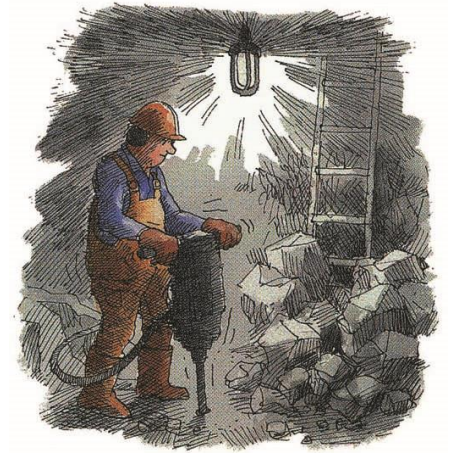
Kan i enkelte tilfeller være over 1 million Bq/m<sup>3</sup> .



# Thorium-serien



# Radon på arbeidsplasser under jord og i bergrom



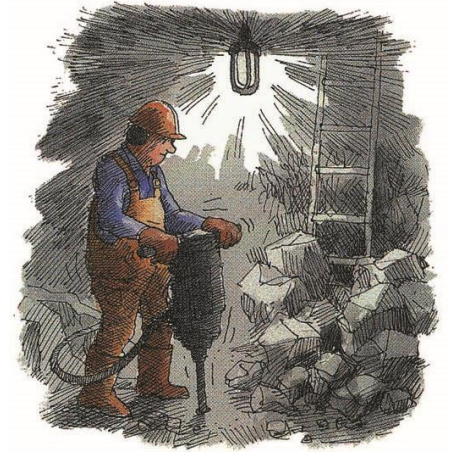
Det er ikke tilstrekkelig å se på radium eller thoriumkonsentrasjonen. Andre forhold er av avgjørende betydning:

- Hvor stor andel av radon/thoron som frigjøres og dermed gjøres tilgjengelig for transport
- Grunnens permeabilitet
- Ventilasjons- og trykkforhold som vil kunne øke innstrømningen av radonholdig luft i arbeidslokalene





# Radon på arbeidsplasser under jord og i bergrom



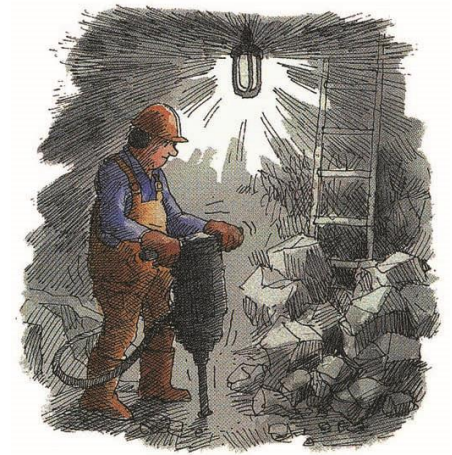
Grunnvann som har vært i kontakt med særlig radiumholdige mineraler og bergarter kan inneholde høye konsentrasjoner av radon som lett kan avgis til luft.

I slike tilfeller kan inntrengning av grunnvann være en vesentlig årsak til forhøyede radonkonsentrasjoner i arbeidsatmosfæren.

Det kan også forårsake betydelige periodiske svingninger i radonkonsentrasjon, f.eks. som følge av vår- og høstflom.



# Radon på arbeidsplasser under jord og i bergrom



Valg av tiltaksløsning må tilpasses forholdene i hvert enkelt tilfelle. En eller fler av følgende metoder kan benyttes:

- Tetting av sprekker og porøse flater
- Bortledning av grunnvann
- Bedre ventilasjon
- Endring av trykkforhold (Overtrykksventilasjon)
- Bruk av støvmaske/åndedrettsvern
- Redusert oppholdstid



# Tilkjøerte masser

Fyllmasser under bygningen kan ha stor betydning.

- Statens strålevern gir anbefalinger for uran/radiumkonsentrasjon i tilkjørte masser som skal benyttes under bygg.
- Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Strålevernet samarbeider om å utrede/utvikle en standardisert målemetodikk for dokumentasjon og klassifisering pukk



# Tilkjøpte masser



Fra veiledningstekst til TEK 10 § 13-5 Radon:

Tilkjørt masse som skal benyttes under eller rundt konstruksjonen, bør ha dokumentert lav radonavgivelse og **vesentlig lavere** enn den tidligere anbefalte grensen på 300 Bq/kg. Dette er spesielt viktig der tilkjørt masse legges over radonsperren.

Radiumkonsentrasjon



# Alunskifer - kilde til radioaktivt avfall og radioaktiv forurensning



*Alunskifer har tidligere vært deponert i naturen uten tillatelser. Foto: Statens strålevern.*

- For naturlig radioaktive stoffer er grenseverdien for hva som regnes som radioaktivt avfall 1 Bq/g
- Krav til håndtering
- Krav til deponering

# Identifisering og deponering av syredannende bergarter

Pågående arbeid med å utarbeide veiledere:

- Identifisering av syredannende bergarter
- Deponering av syredannende bergarter.

Prosjektene ledes av Miljødirektoratet.



# Kart og data

- Alunskiferkart
- Urankart
- Berggrunnskart
- Nasjonalt aktsomhetskart  
(kommer snart)

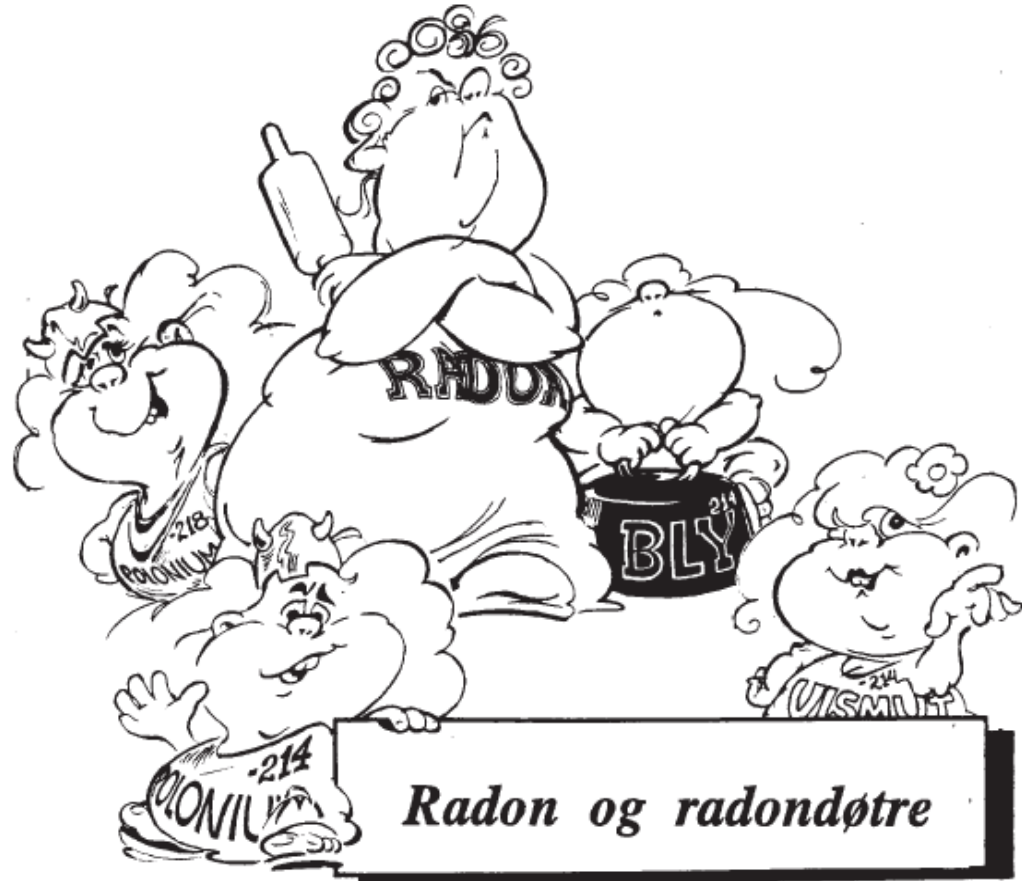


De fleste kart kan finnes på [www.ngu.no](http://www.ngu.no).

Egen temaside om Radon, kart og data på [www.nrpa.no](http://www.nrpa.no)



# Pass opp!



Illustrasjon fra heftet "Vår strålende verden", E.K.Henriksen og T. Henriksen, Fysisk Institutt, UiO





# Forekomst av uran/radium og thorium i norske bergarter

Bergartstype	$^{226}\text{Ra}$ (Bq/kg)	$^{232}\text{Th}$ (Bq/kg)
Granitt, normal	20 – 130	20 – 80
<b>Granitt, uranrik</b>	<b>100 – 500</b>	40 – 350
Gneis	25 – 130	20 – 80
Dioritt, gabbro	1 – 30	2 – 40
Sandstein, kvartsitt	5 – 60	5 – 40
Kalkstein, dolomitt	2 – 30	0.5 – 10
Skifer	10 – 150	10 – 60
<b>Alunskifer</b>	<b>100 – 5000</b>	10 – 40
<b>Rødberg (Fen)</b>	20 – 110	<b>300 – 10000</b>
<b>Rauhaugite (Fen)</b>	40 – <b>300</b>	<b>200 – 5000</b>

