

FUNKIS - FÖREDRAG OM RADON

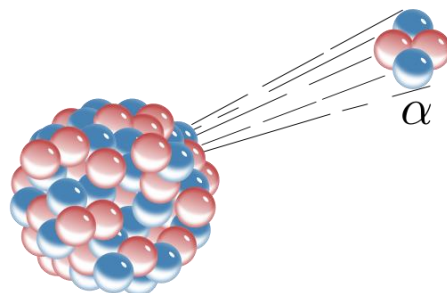
- Allmänt om radon (joniserande strålning, vad är radon?, hälsorisker, radonkällor))
- Teknik för radonmätningar (spårfilmsmätningar, elektroniska mätinstrument)
- Metodbeskrivningar och statistik från mätningar (arbetsplatser och flerfamiljshus)

TRYGGVE RÖNNQVIST – TEKNISK CHEF



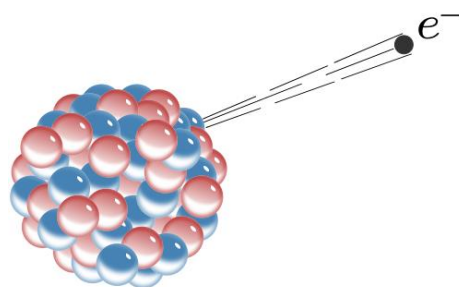
Radioaktiv stålning - Tre typer

- α - alfastrålning



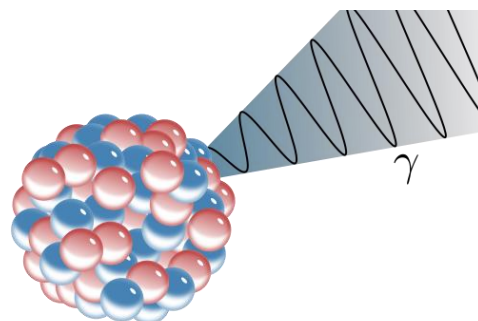
Vissa atomkärnor har för mycket energi för att kunna vara stabila.

- β - betastrålning

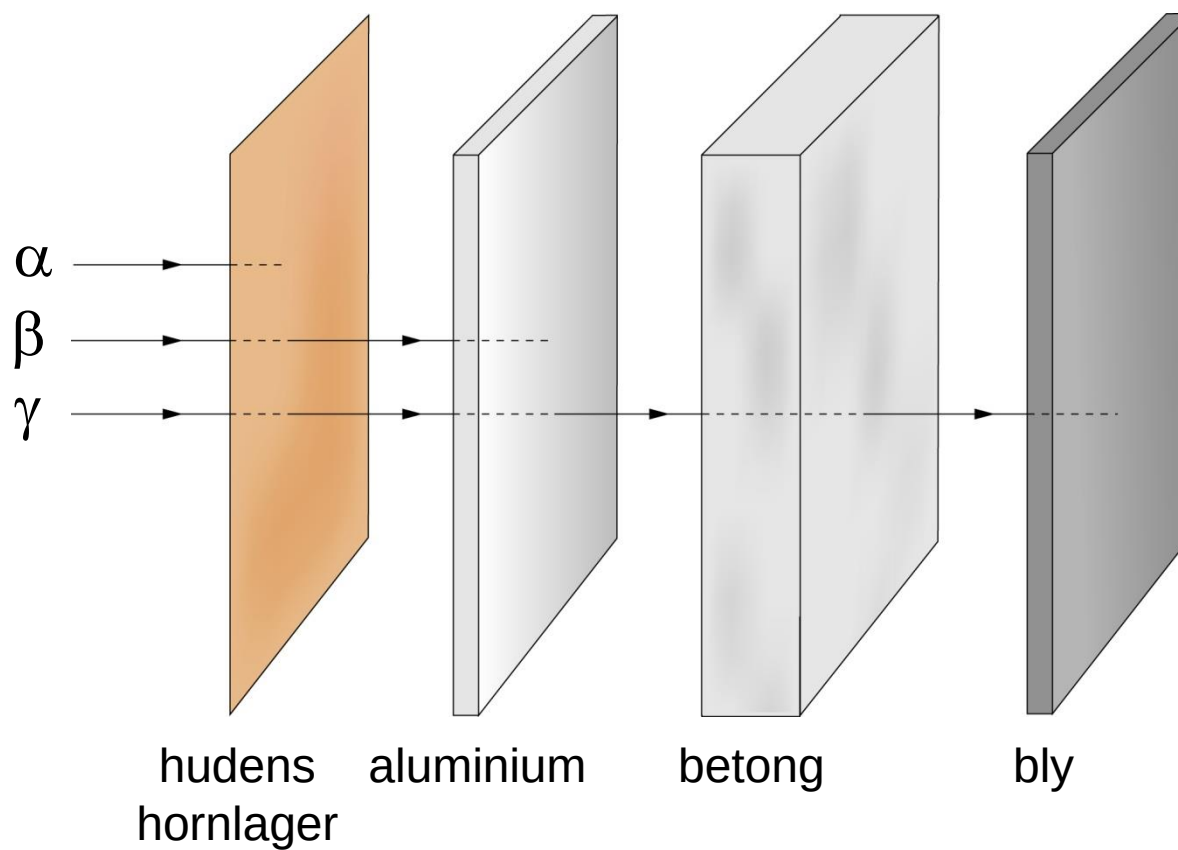


De gör sig av med överskottsenergin genom att sönderfalla och/eller sända ut strålning.

- γ - gammastrålning



Genomträngningsförmåga

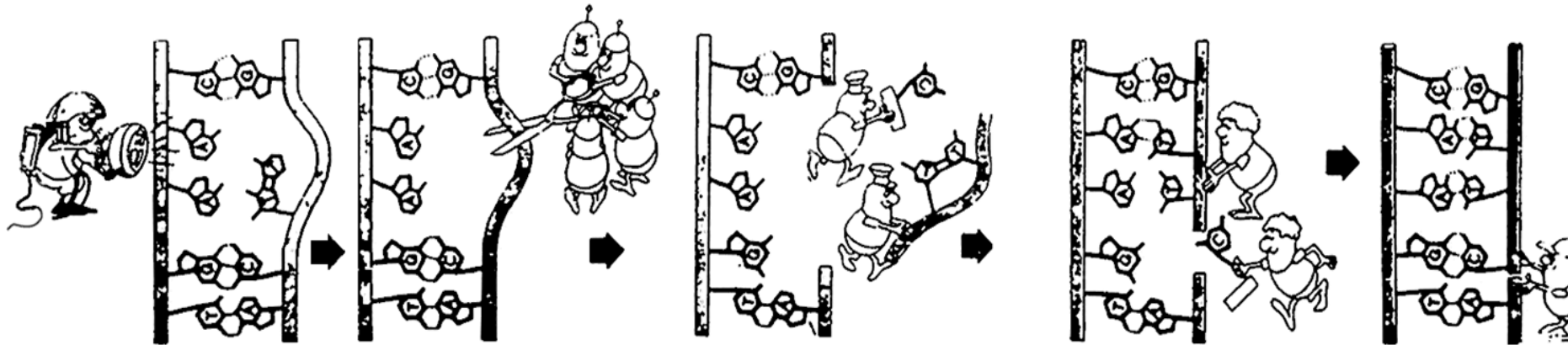


Gammastrålning har
ingen maximal räckvidd,.
Bly ger kraftig dämpning.

SÖNDERFALLSKEDJA FÖR URAN-238

Isotop	Halveringstid		Huvudsaklig strålning	Anmärkning
Uran-238 (U)	4,5 • 10 ⁹ År		α	
Torium-234 (Th)	24,1	Dygn	β	
Protaktinium-234 (Pa)	1,17	Min	β	
Uran-234 (U)	2,47 • 10 ⁵	År	α	
Torium-230 (Th)	8,0 • 10 ⁴	År	α	
Radium-226 (Ra)	1 620	År	α	
Radon-222 (Rn)	3,823	Dygn	α	Gas
Polonium-218 (Po)	3,05	Min	α	"Kortlivade radondöttrar"
Bly-214 (Pb)	26,8	Min	β, γ	
Vismut-214 (Bi)	19,7	Min	β, γ	
Polonium-214 (Po)	1,6 • 10 ⁻⁴	Sek	α	
Bly-210 (Pb)	21,3	År	β	"Långlivade radondöttrar"
Vismut-210 (Bi)	5,01	Dygn	β	
Polonium-210 (Po)	138,4	Dygn	α	
Bly-206 (Pb)	-			Stabil, ej radioaktiv

Strålskador på cellnivå



Strålning träffar DNA och joniserar atomer varvid en skada på DNA kan orsakas.

Kroppen försöker reparerar skadan men ibland blir reparationen dålig och en cancercell kan utvecklas, alternativt dör cellen (vanligtvis ingen fara om det inte är många celler som dör).

Alfastrålning kan orsaka fler dubbla brott på DNA-kedjan vilka är svårare att reparera jämfört med enkla brott på DNA-kedjan. Orsaken till detta är att alfastrålningen avger sin energi på mycket kortare sträcka jämfört med gammastrålning.

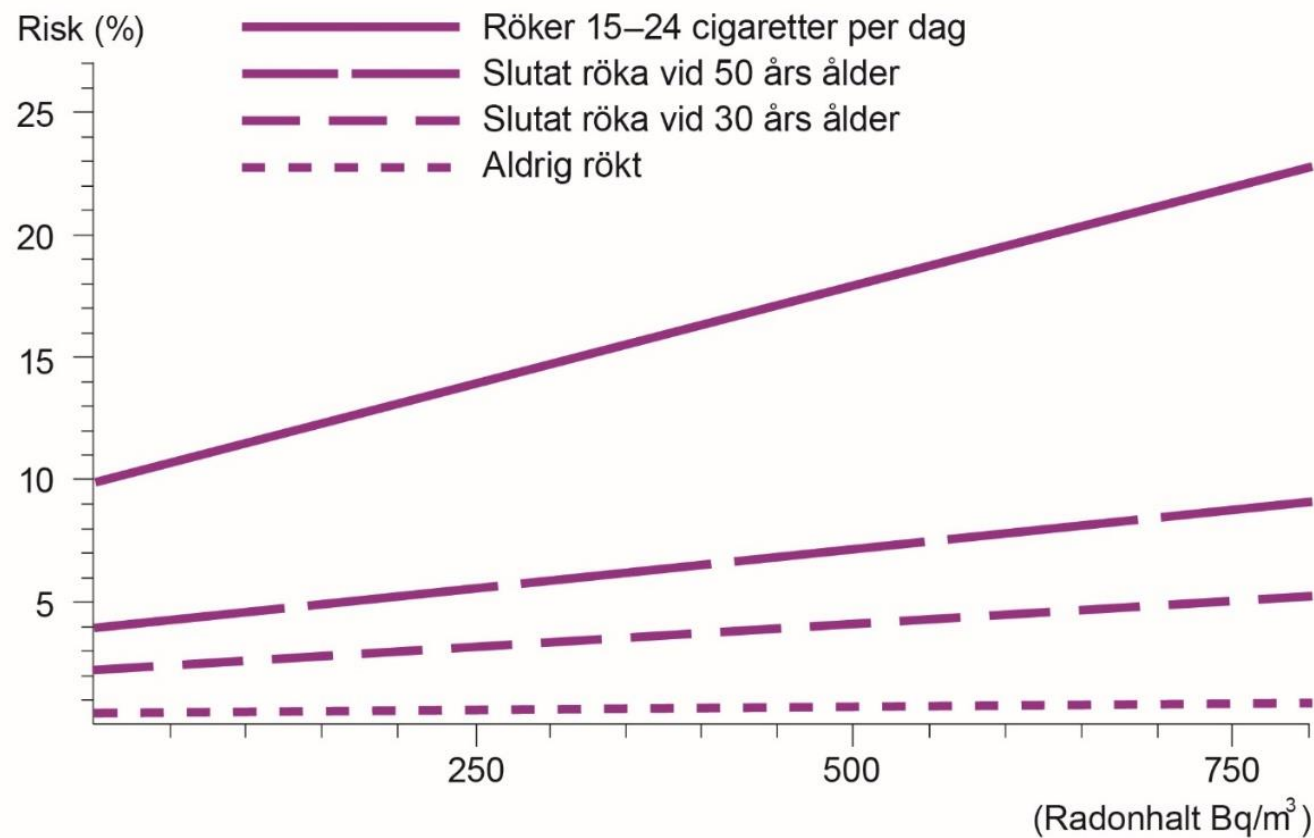
Hälsorisker med radon

- Radon och radondöttrar inandas
- Alfapartiklar orsakar cellskador (främst från sönderfall av radondöttrar som fastnar i lungorna)
- Radon orsakar lungcancer.
 - Epidemiologiska studier i gruvor och i bostäder som underlag
- Rökare löper större risk än icke-rökare för att utveckla lungcancer.
 - Samverkanseffekten mellan radon och rökning är multiplikativ
- Barn- det finns inget underlag som pekar på en ökad risk men försiktighetsprincipen bör tillämpas

Hälsorisker

- Riskbedömning i Sverige
 - cirka 500 radonrelaterade lungcancerfall (totalt cirka 3500 lungcancerfall per år)

Health Canada uppskattar att ca: 16 % av alla dödsfall i lungcancer är relaterade till radonexponering i hemmet. Radonexponering är den största orsakskällan till lungcancer bland icke-rökare. I Kanada kan mer än 3300 årliga dödsfall i lungcancer relateras till radon.



Hälsorisker med radon (forts.)

- Även yngre människor i 20-30 årsåldern kan få radonrelaterad lungcancer. Dessa personer är i allmänhet icke-rökare.
- Man kan se ett samband mellan ett ökat antal brott på DNA-kedjan och förhöjda radonhalter.
- Finns forskning (Wang et al., Environmental Research 216 (2013)) som indikerar samband mellan ökade besvär med KOL och förhöjda radonhalter (akut effekt)

Fungerande ventilation som bidrar till låga radonhalter i byggnader
RÄDDAR LIV !!

REFERENSVÄRDEN – RADON I BYGGNADER

Enligt EUs BSS (2013/59/EUROATOM) ska ett referensvärde för radon finnas och det ska inte vara högre än 300 Bq/m³ (gäller både bostäder och arbetsplatser)

(En Bq betyder ett sönderfall per sekund)

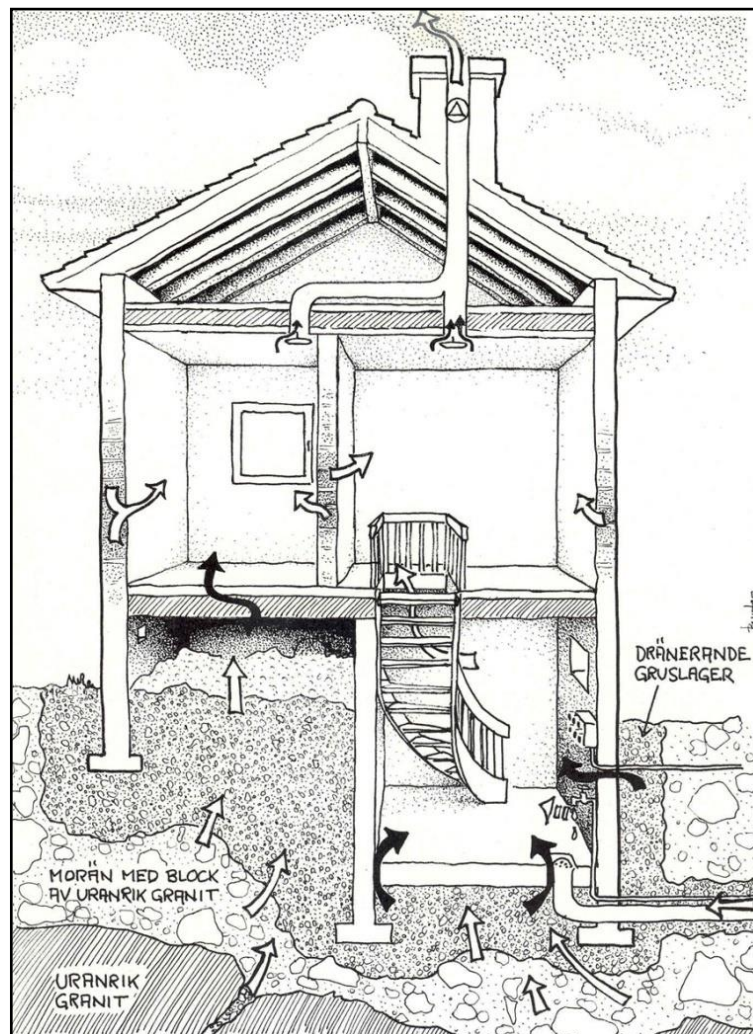
En del europeiska länder har sedan tidigare referensvärden under 300 Bq/m³

- **Sverige 200 Bq/m³**
- England 200 Bq/m³ i bostäder
- Irland 200 Bq/m³
- Norge gränsvärde på 200 Bq/m³ – riktvärde för åtgärder 100 Bq/m³)

Andra länder med flerårigt aktivt arbete med radonfrågor

- USA 148 Bq/m³
- Kanada 200 Bq/m³

RADONKÄLLOR



Källa: Vägen till ett radonfritt boende
SSI, 1997

- Radon från marken är den största källan till förhöjda radonhalter i byggnader.
- Är det mycket höga radonhalter orsakas det alltid av markradon.
- I Sverige finns lättbetong "blåbetong" som avger radon i många bostäder, speciellt i bostäder från 60-talet och början av 70-talet (förbjöds 1974).
- Från bergsborrade brunnar kan radon komma in i byggnaden via hushållsvattnet.

MÄTNING AV RADON

- Spårfilmsmätning
- Mätning med kontinuerligt registrerande instrument

Att tänka på:

I en deciliter luft med radonhalten 100 Bq/m^3 sker ett sönderfall i genomsnitt var 100:e sekund eller 36 sönderfall per timme. Förutom med väldigt dyra radoninstrument med en stor mätkammare kan man därför inte mäta radonkoncentrationen på så kort tid som några minuter

SLUTEN SPÅRFILM MED FILTER



Funktion

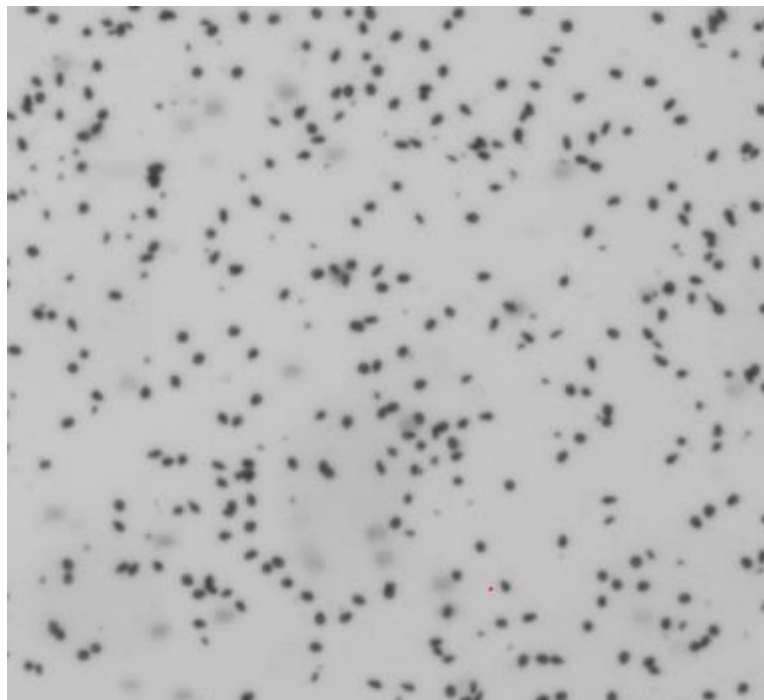
Radongas diffunderar (läcker) in i dosan genom springan mellan lock och botten. Inga radondöttrar kan komma in i dosan utifrån (filter).

I dosan sitter en spårfilm (plastfilm) som endast är känslig för alfastrålning.

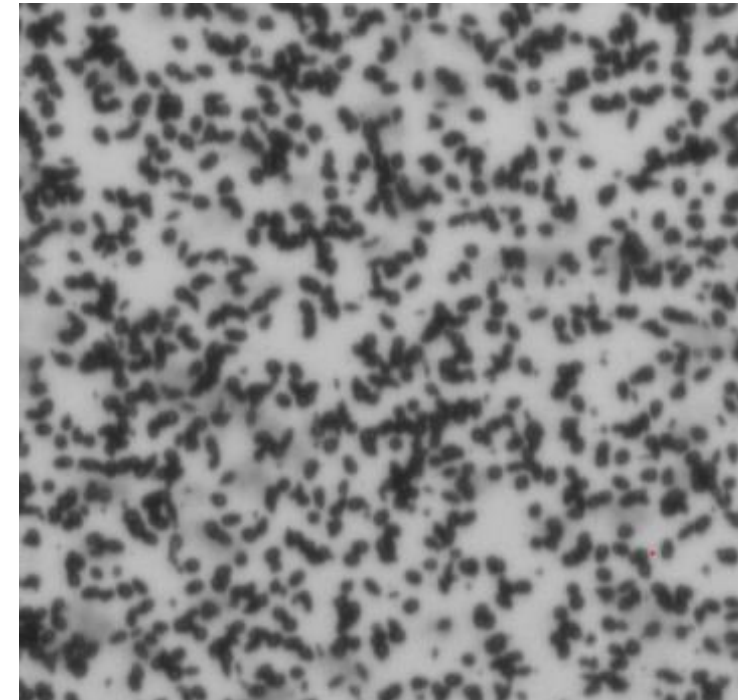
SPÅRFILMER – OLIKA RADONEXPONERINGAR



200 Bq/m³ i 3 månader.
Icke-linjär korrektion: 1%



1700 Bq/m³ i 3 månader.
Icke-linjär korrektion : 33%



12000 Bq/m³ i 3 månader.

SPÅRFILMSDETEKTORER

FÖRDELAR/NACKDELAR

Fördelar

- Pålitlig teknik som är okänslig för andra parametrar som temperatur, luftfuktighet, gammastrålning och elektromagnetisk strålning
- Billiga mätningar och enkelt att mäta (kan utföras av lekmän)
- Efter framkallning är spåren fixerade så att filmen kan kontrolleras i efterhand

Nackdelar

- Går inte att mäta låga radonhalter under kortare tid
- Man ser inte tidsvariationerna av radonhalterna
- Risk för oönskad exponering vid lagring och transport (känsligt om den radontäta påsen i vilken detektorn ligger i skadas)
- Kräver relativt stora investeringar om laboratorium ska sättas upp

KONTINUERLIGA RADONINSTRUMENT

Pulsräknande jonisationskammare

- Luften diffunderar eller pumpas in i en jonisationskammare.
- Alfäsönderfallet i kammaren frigör elektriska laddningar.
- Laddningarna samlas på kammarens elektroder vilket ger upphov till elektriska pulser.
- Mätaren kan programmeras till att integrera alfäsönderfallet under en viss tid (delresultat – tidsupplöst)
- Avancerade instrument har avfuktare för att ta bort beroendet från luftfuktigheten.



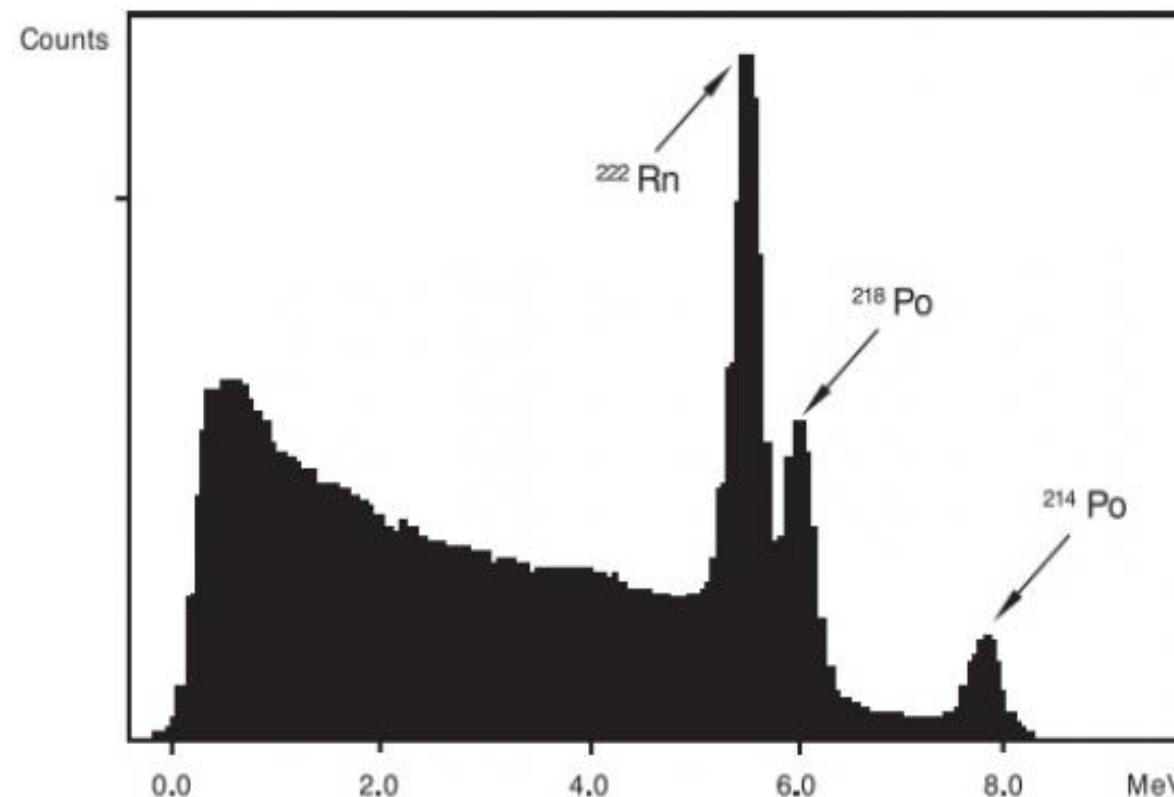
JONISATIONSKAMMARE FÖRDELAR/NACKDELAR

Fördelar

- Med stor kammare får man ett snabbt instrument som t.ex. kan användas för sniffning av inläckage av radon.
- Genom att analysera energin i sönderfallet kan man avgöra vilken sönderfallsprodukt som orsakade sönderfallet.
- Tidsupplösta resultat
- Snabb respons eftersom man kan se "toppen" från sönderfallet av Rn-222.

Nackdelar

- Dyrt instrument
- Billigare instrument med mindre mätkammare kan inte se toppar och räknar alla pulser.

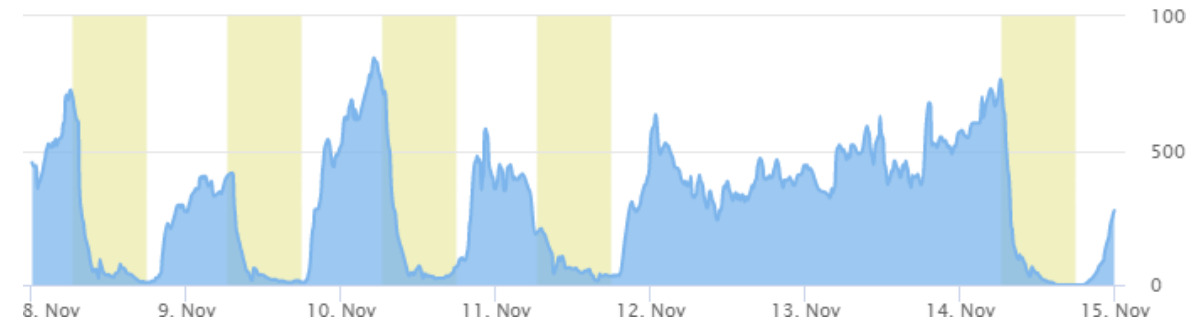


KONTINUERLIGA RADONINSTRUMENT

radonova
The global leader in radon measurement

Mätkammare med halvledardetektor

- Luften diffunderar eller pumpas in i en mätkammare.
- I mätkammaren finns en halvledardetektor i en isolerad hållare
- De laddade radondöttrarna kan styras till detektorn via ett elektriskt fält och det sönderfall som sedan sker på halvledardetektorn registreras
- Mätaren kan programmeras till att integrera alfasönderfallet under en viss tid (delresultat – tidsupplöst)



Exempel från skola med tidsstyrd ventilation

MÄTKAMMARE MED HALVLEDARDETEKTOR

FÖRDELAR/NACKDELAR

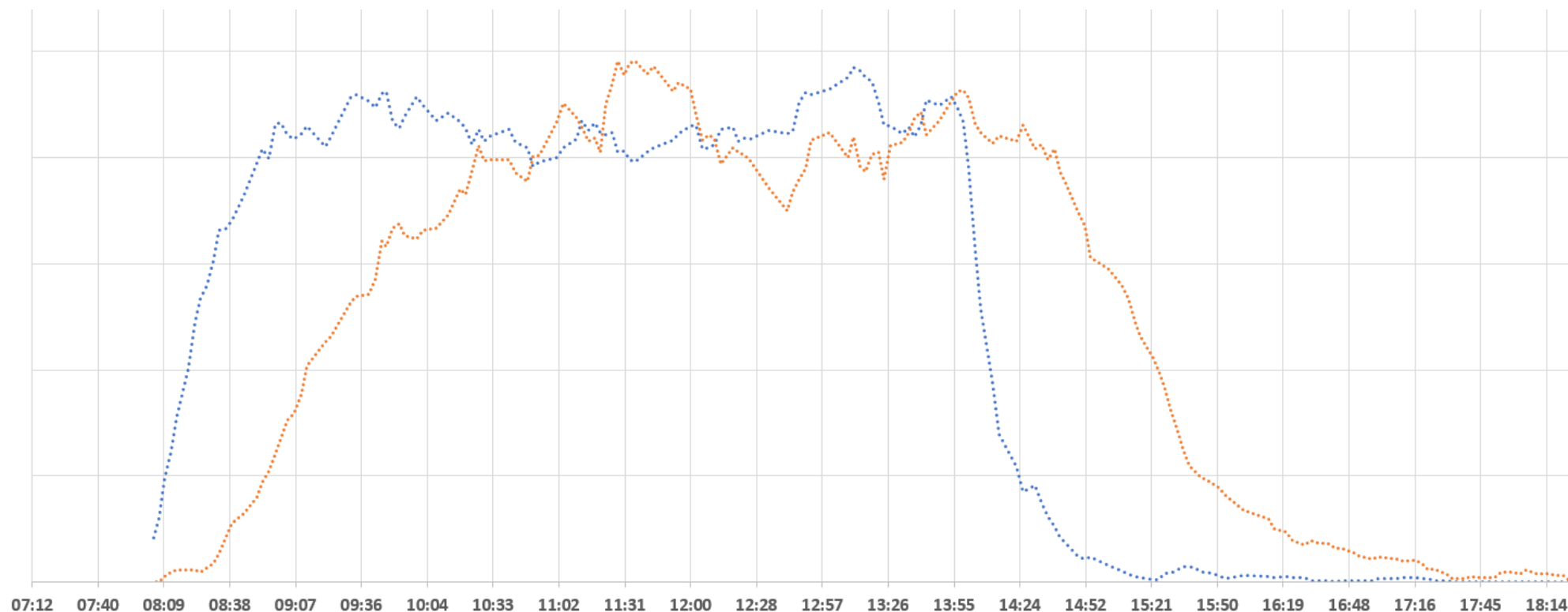
Fördelar

- I allmänhet billigare än en jonisationskammare
- Kan ge tidsupplösta resultat
- Kan användas med batterier som strömkälla

Nackdelar

- De flesta instrumenten är för långsamma för att sniffa.
- Långsammare responstid eftersom man inte kan se radontoppen (Rn-222)
- Känsligheten varierar med fukthalten.
- Mätresultat integrerade över en timma kan ha en stor osäkerhet eftersom mätkamrarna ofta är ganska små.

SPIRIT - SKILLNAD I RESPONS FRÅN SÖNDERFALLET FRÅN PO-218 OCH PO-214



Respons från Po-218 (blå kurva) och Po-214 (orange kurva)

När snabba förändringar i radonhalterna detekteras kommer endast data från Po-218 toppen användas för att få en snabbare respons på instrumentet.

ARBETSPLATSER



FÖRESKRIFTER (SSM) – RADON PÅ ARBETSPLATSER

- ❑ $> 200 \text{ Bq/m}^3$ Årsmedelvärde under arbetstid och efter eventuell radonåtgärd: Anmälningssplikt och registrering hos Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM). Nya mätresultat måste rapporteras vart 10:e år. Tillämpas från 29:e januari 2019. "Årsmedelvärde" ska tolkas som årsmedelvärde under arbetstid.
- ❑ $0,72 \text{ MBq m}^{-3} \text{ h}$: Finns det en risk att en arbetstagare överskrider denna gräns måste personliga radonmätningar utföras samt speciell anmälan till SSM för arbetsstället måste göras. Förnyad anmälan måste göras vart 5:e år.

Radonhalt anges i Bq/m^3 .

Radonexponsering anges i $\text{MBq m}^{-3} \text{ h}$ (radonhalten*vistelsetid i timmar/1000000)

Arbetsgivaren är ansvarig för att föreskrifterna följs.

HYGIENISKA GRÄNSVÄRDEN – ARBETSPLATSMILJÖVERKET

- ☐ 0,36 MBq m⁻³ h: **(ovan mark)**. Motsvarar ca: 200 Bq/m³ vid normal årlig arbetstid på 1800 timmar.
- ☐ 0,72 MBq m⁻³ h: **(färdigställda lokaler under mark)**. Motsvarar ca: 400 Bq/m³ vid normal årlig arbetstid på 1800 timmar.
- ☐ 2,1 MBq m⁻³ h: **(gruvor, tunnlar, ej färdigställda lokaler under mark)**. Motsvarar ca: 1300 Bq/m³ vid normal årlig arbetstid på 1600 timmar.

Radonhalt anges i Bq/m³.

Radonexponsering anges i MBq m⁻³ h (radonhalten*vistelsetid i timmar/1000000)

Arbetsgivaren är ansvarig för att föreskrifterna följs.

MÄTNING AV RADON PÅ ARBETSPLATSER I SVERIGE



Radonmätning på arbetsplatser (ovan jord) bör göras enligt:

Det första steget, **årsmedelvärdesmätning**, utförs under en tidsperiod som omfattar minst 2 månader. Utplacering av dosor enligt:

- **Våningsplan med markkontakt:** minst vart 5:e rum och samtidigt minst en mätpunkt per 200 m².
- **Högre våningsplan:** minst en mätpunkt per 200 m².

Visar den orienterande mätningen radonhalter som överskrider gräns- eller riktvärden bör en **uppföljande mätning** utföras för att få en bättre uppskattning av radonhalten under arbetstid (på många arbetsplatser stängs ventilationen av under helger och nätter vilket leder till att radonhalten ökar).

Uppföljande mätning under 7 dagar med elektroniskt instrument för att få fram en faktor mellan radonhalt under arbetstid och halten under hela mätperioden. Genom att multiplicera värdet från årsmedelvärdesmätningen med denna faktor kan man få en bra uppskattning av radonhalterna under arbetstid.

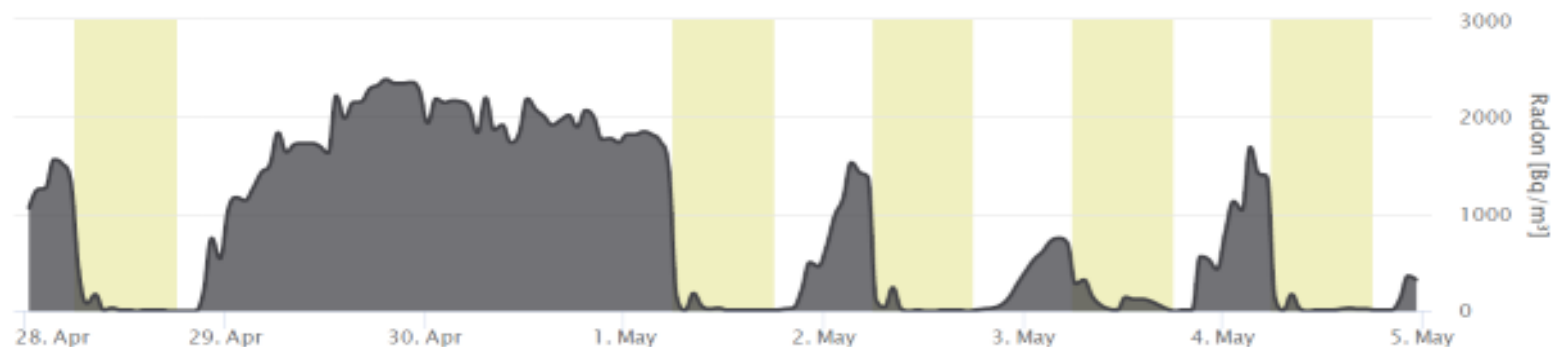
SVENSKA ARBETSPLATSER – OLIKA URANHALTER I MARKEN

(Långtidsmätningar av radon i byggnader utan blåbetong “ – analyserade av Radonova 2017-2020, minst 5 mäta mätpunkter per byggnad)

Uranhalt i mark kons. (ppm)	Antal mäta flerbostadshus	Genomsnittligt medianvärde (Bq/m ³)	Genomsnittligt medelvärde för byggnaden ± spridning 1 sd (Bq/m ³)	Högsta värde (Bq/m ³)	Något värde över 200 Bq/m ³
< 1.0	48	42	48 ± 86	1125	12 %
1.0 - 2.0	144	73	89 ± 210	4850	28 %
2.0 – 3.0	303	87	106 ± 171	5103	39 %
3.0 – 4.0	245	80	106 ± 174	6429	36 %
4.0 – 5.0	13	84	166 ± 252	6198	38 %
> 5.0	5	154	642 ± 1222	>40000	60 %

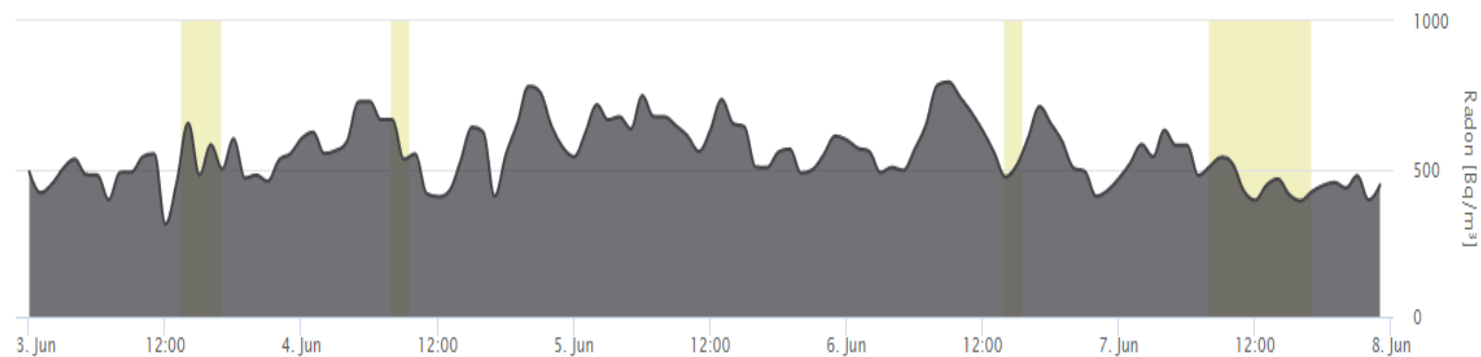
ARBETSPLATSER

Exempel från tidsupplösta mätningar



Förskola med tidsstyrd mekanisk från- och tilluftsventilation

- Genomsnittsvärde under 7 dagar 810 Bq/m³
- Genomsnittsvärde under arbetstid 35 Bq/m³

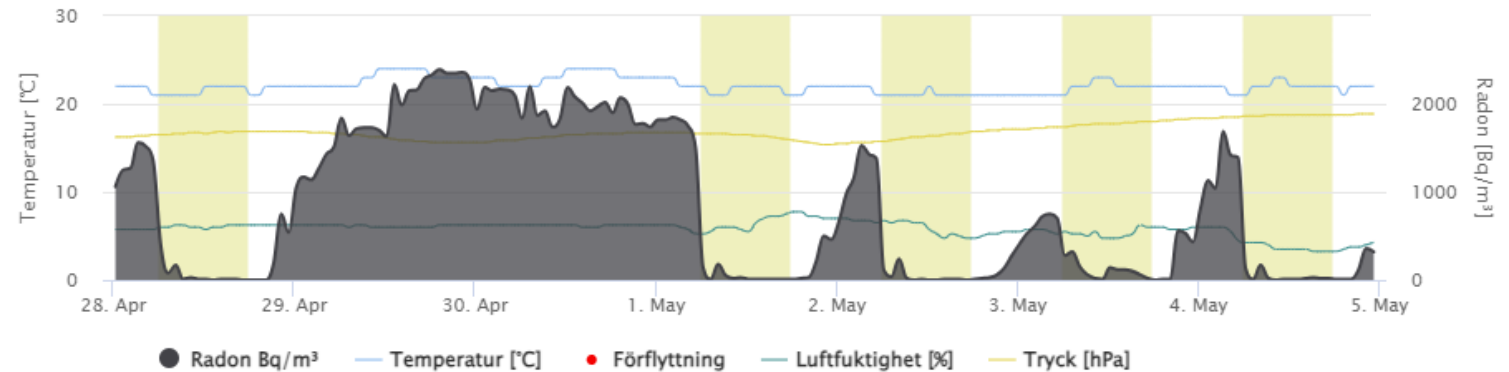


Kyrka med självdrag

ARBETSPLATSER

Så här beräknas ett korrigerat årsmedelvärde under arbetstid

Den uppföljande mätningen ska utföras med ett tidsupplöst instrument och ge två olika radonresultat, den genomsnittliga radonhalten under arbetstid samt den genomsnittliga radonhalten under hela mätperioden på 7 dygn.



$$(\text{Korrigerat årsmedelvärde under arbetstid}) = \text{Årsmedelvärde från långtidsmätning} \times$$

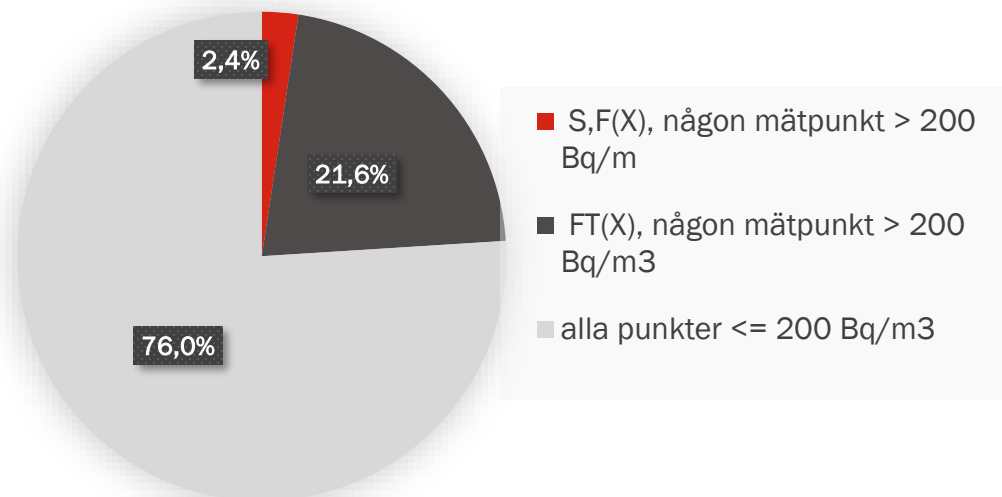
Radonhalt - arbetstid

Radonhalt - 7 days



ARBETSPLATSER

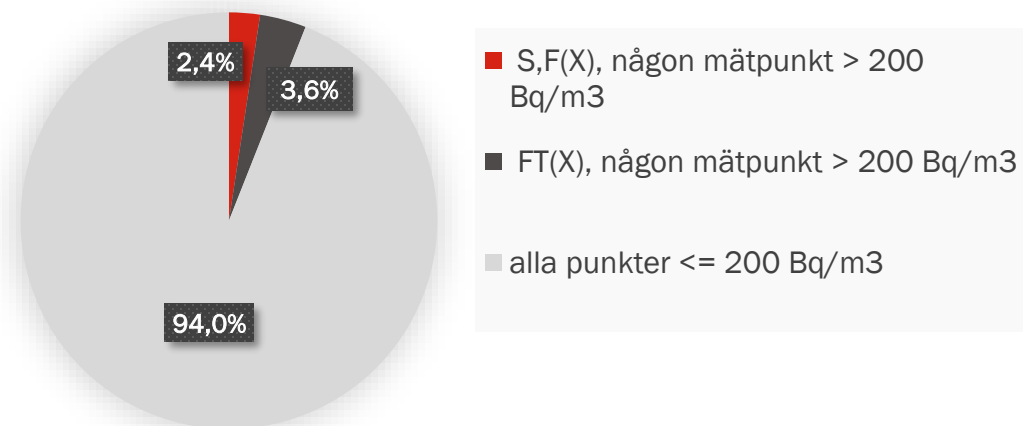
Långtidsmätningar på arbetsplatser



Baserat på mätdata från Radonovas databas uppskattas ca: 6 % av svenska arbetsplatser behöva radonåtgärdas för att sänka radonhalterna under arbetstid till under 200 Bq/m³

Baserat I genomsnitt

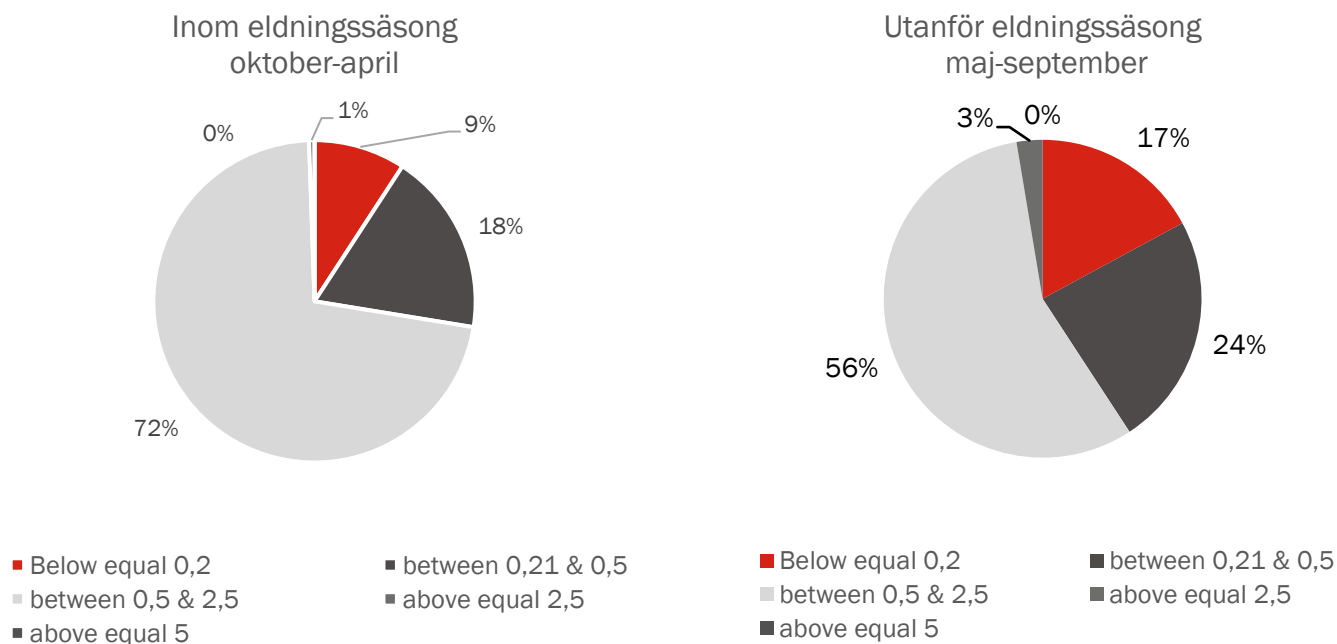
Årsmedelvärde under arbetstid (efter uppföljande mätning)



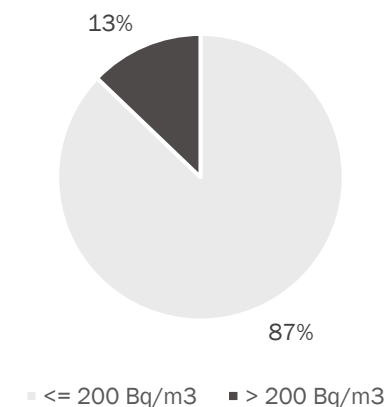
Radonova använder följande regler för att avgöra om en uppföljande mätning är representativ genom att titta på värdet under hela mätperioden dividerat med värdet från långtidsmätningen:

- < 0,2 - Inget korrigerat åramedelvärde under arbetstid räknas ut
- 0.2-0,5 – Korrigerat värde räknas ut men med rapportkommentar
- 0,5-2,5 – Anses OK
- 2,5-5,0 – Korrigerat värde räknas ut men med rapportkommentar
- > 5,0 - Inget korrigerat värde räknas ut

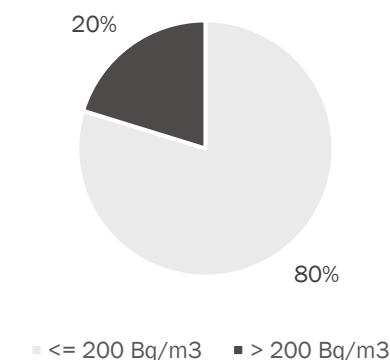
När medelvärdet under uppföljande mätning är tydligt lägre än värdet under långtidsmätningen blir "faktorn" oftast större vilket leder till att årsmedelvärdet under arbetstid kan överskattas



Eldningssäsong Okt-Apr

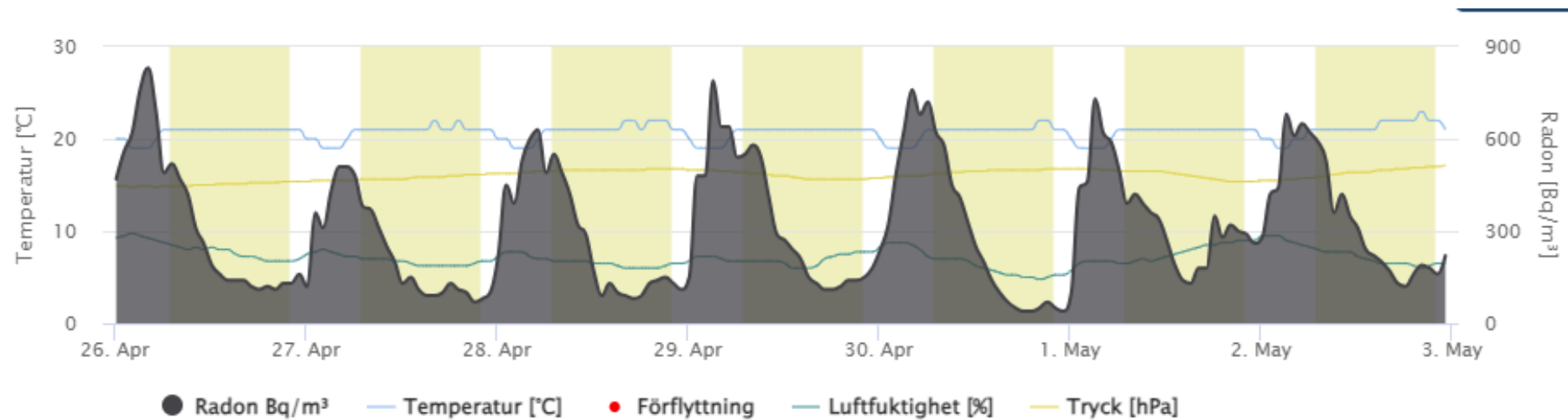


Utanför eldningssäsong Maj-Sep



ARBETSPLATSER

Exempel från tidsupplösta mätningar



En arbetsplats där ventilationen sätts på för sent



FLERBOSTADSHUS

www.flerbostadshus.se

FLERBOSTADSHUS

Hur många lägenheter ska mätas?

- Radonmätning ska ske i samtliga lägenheter med direkt markkontakt
- Utöver dessa ska minst 20% av resterande lägenheter i varje huskropp mätas, vilket ska täcka minst en lägenhet per våningsplan
- Minst 2 dosor ska placeras i varje lägenhet
- Tänk på att det ska vara resultat för minst 20%, därför är det bra att beställa till några fler så ni inte behöver göra om mätningen.
- **Mätning under eldningssäsong 1/10 – 30/4, 20% kan ligga utanför om minst 2 månader innanför**

Vi rekommenderar därför att mätningar utförs i 30% av lägenheterna för att vara säker på att uppnå tillräckligt många resultat och inte riskera att behöva göra om mätningen.

NYA BYGGNADER – BYGG BORT RADONPROBLEMEN

Från Radonovas databas, svenska mätningar analyserade 2015-2017

Byggnadsår	Antal mätningar	Genomsnittlig Radonkoncentration (Bq/m ³)	Högsta värde (Bq/m ³)	Andel över 200 Bq/m ³
1950-1980 (alla)	10080	126	4590	20 %
1950-1980 (blåbetong)	2824	192	1790	38 %
1950-1980 (ej blåbetong)	1567	94	4590	10 %
1980-2000	8691	53	2090	5,1 %
2000-2010	3170	49	1410	3,9 %
2014-2016	3942	30	1510	0,3 %

Statistik från mätningar i flerfamiljshus (avser årsmedelvärden)

SVENSKA FLERFAMILJSHUS – OLIKA VENTILATIONSTYPER

(Radonmätningar i byggnader med 5 eller fler mätpunkter – analyserade av Radonova 2017-2020)

Ventilationstyp	Antal mätta byggnader	Medel – Median värde (Bq/m ³)	Medelvärde ± Spridning 1 sd (Bq/m ³)	Högsta värde (Bq/m ³)	Någon lägenhet över 200 Bq/m ³	Byggt efter 1980
Totalt	5559	69	79 ± 44	6165	35 %	36 %
Självdrag (S)	1363	92	102 ± 54	4985	39 %	2 %
Mekanisk Frånluft (F)	2319	74	85 ± 50	6165	35 %	29 %
Mekanisk Till- & Frånluft (FT)	252	44	51 ± 32	953	17 %	62 %
Mekanisk Till- & Frånluft med värmeåtervinning (FTX)	790	38	45 ± 29	1478	15 %	86 %

TACK, FRÅGOR ?

