

Frosta entreprenør AS
 Wangberg
 N-7633 FROSTA

Instituttveien 18
 Postboks 40, NO-2027 Kjeller
 Tlf: +47 63 80 60 00
 Faks: +47 63 81 25 61
 Org. nr.: NO 959 432 538
 Web: www.ife.no

Att.: Sverre Skogly

Vår ref.: VE/1.8.1/EStr
 Dir. tlf: +47 480 50 543
 E-mail: elisas@ife.no

Deres ref.: Sverre Skogly
 Best. nr.:

Dato: 2015-03-11

Bestemmelse av naturlig radioaktivitet i steinprøve.

Oppdragsnr. 2015-1717

Uran (U) og thorium (Th) finnes naturlig i varierende konsentrasjoner i berggrunnen. Gjennom radioaktiv nedbrytning danner disse hver sin serie med radionuklider (se vedlegg). ^{238}U gir opphav til radiumisotopen ^{226}Ra som igjen gir opphav til radonisotopen ^{222}Rn . Radon er en edelgass, og har derfor liten evne til å danne kjemiske forbindelser. Radongassen frigjøres dermed lett til luft.

Direkte måling av radon i steinprøver lar seg vanskelig gjennomføre. Målingene baseres derfor på bestemmelse av $^{214}\text{Pb}/^{214}\text{Bi}$ og ^{228}Ac for henholdsvis ^{238}U - og ^{232}Th -seriene. Ved radioaktiv likevekt er aktiviteten av ^{222}Rn lik aktivitetene til de andre radionuklidene i ^{238}U -serien. Det samme gjelder for ^{220}Rn og radionuklidene i ^{232}Th -serien. Radioaktiv likevekt forutsetter at radongass ikke unnslipper prøven. Før måling sto derfor prøven til inngroing i en tett beholder for opparbeiding av likevekt mellom ^{238}U og ^{222}Rn med døtre.

Av radonisotopene er det primært ^{222}Rn som har betydning i strålevernssammenheng. De andre isotopene har for kort halveringstid til at de vil rekke å diffundere inn i bygninger. Siden radon (^{222}Rn) er et datterprodukt av radium (^{226}Ra), vil radiuminnholdet i berggrunnen være avgjørende for mengden radongass som kan sive inn i bebyggelsen.

Den tilsendte prøven har blitt analysert for innhold av radium fra uran- og thoriumseriene, samt den naturlig forekommende radioaktive kaliumisotopen ^{40}K , ved hjelp av høyoppløselig gamma-spektrometri. Resultatene er gitt i tabellen under. Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95%.

Tabell 1. Måleresultater, aktiviteter ved radioaktiv likevekt (Bq/kg)

Serie	^{238}U	^{232}Th	
Aktuell Ra-isotop	^{226}Ra	$^{228,224}\text{Ra}$	
Målte nuklider	$^{214}\text{Pb}, ^{214}\text{Bi}$	^{228}Ac	^{40}K
Aunsjøen pukverk	$23,3 \pm 1,5$	$26,5 \pm 2,6$	304 ± 21

Statens strålevern har tidligere anbefalt en grense på 300 Bq/kg for ^{226}Ra i fyllmasser som benyttes i bygningskonstruksjoner, og en grense på 100 Bq/kg i bygningsmaterialer. Veiledning til byggteknisk forskrift (TEK 10, FOR-2010-03-26-489) sier at 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.

Grensen for bygningsmaterialer er ikke overskredet for prøven. Grensen for ^{226}Ra i fyllmasser er ikke overskredet for prøven.

Statens strålevern har tidligere anbefalt følgende betingelse for innholdet av naturlig radioaktivitet i bygningsmaterialer for innendørs bruk:

$$X = \frac{\text{Bq / kg } ^{40}\text{K}}{3000} + \frac{\text{Bq / kg } ^{226}\text{Ra}}{300} + \frac{\text{Bq / kg } ^{228,224}\text{Ra}}{200} < 1$$

Tabell 2. Betingelse for bygningsmaterialer til innendørs bruk. Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95%.

Prøve	X
Aunsjøen pukkverk	0,311 ± 0,016

Denne betingelsen er oppfylt for prøven.

Statens stråleverns anbefalinger om radon ble høsten 2009 innskjerpet. Som en følge av innskjerpede anbefalinger for radon i inneluft ble anbefalingene når det gjelder radon og fyllmasser/bygningsmaterialer trukket tilbake, da disse må revideres/innskjerpes. Strålevernet har derfor initiert et prosjekt som vil se på radon og fyllmasser/bygningsmaterialer. Resultatet av dette prosjektet vil blant annet være oppdaterte anbefalinger. Spørsmål vedrørende prosjektet kan rettes til Statens strålevern ved prosjektleder William Standring (tlf. 67 16 26 46).

I henhold til norsk standard NS-EN 12620 skal radioaktivitet i tilslag for betong måles når det er nødvendig for CE-merkingsformål (tabell H.1). Minste prøvingshyppighet er angitt som "Når det kreves og i tilfelle tvil". Standarden gir ikke spesifikke grenseverdier for tillatt radioaktivitetsinnhold i tilslaget.

Hvis ikke annet er avtalt, vil prøven bli oppbevart i 2 uker og deretter kastet.

Vennlig hilsen

Jarle Wingård
Ingeniør, Miljøovervåking
Avd. Miljø- og strålevern

Natürlich radioaktive Familien
Natural Radioactive Families

Familles radioactives naturelles
Familias radiactivas naturales

THORIUM $A = 4n$									Ra 228 MsThy 5,7 a β^-	$\leftarrow \alpha$	Th 232 Th 1,4·10 ¹⁰ a		
		Pb 212 ThB 10,6 h β^-	$\leftarrow \alpha$	Po 216 TnA 0,15 s	$\leftarrow \alpha$	Rn 220 Tn 55,6 s	$\leftarrow \alpha$	Ra 224 ThX 3,64 d	$\leftarrow \alpha$	Ac 228 MsTh 6,13 h β^-	$\leftarrow \alpha$	Th 228 ReTh 1,9 a	
	Tl 208 ThC 3,1 m β^-	$\leftarrow \alpha$ 36,2%	Bi 212 TnC 60,6 m β^- 63,8%	$\leftarrow \alpha$									
		$\leftarrow \alpha$	Pb 208 ThD stabil	$\leftarrow \alpha$	Po 212 ThC 0,3 μ s								

ACTINIUM $A = 4n + 3$											Th 231 UY 25,6 h β^-	$\leftarrow \alpha$	U 235 AcU 7·10 ⁸ a
		Pb 211 AcB 36,1 m β^-	$\leftarrow \alpha$ ~100%	Po 215 AcA 1,8 ms β^- 5·10 ⁻⁴ %	$\leftarrow \alpha$	Rn 219 An 3,9 s	$\leftarrow \alpha$	Ra 223 AcX 11,4 d	$\leftarrow \alpha$	Ac 227 Ac 22 a β^- 98,8%	$\leftarrow \alpha$	Pa 231 Pa 3,3·10 ⁴ a	
	Tl 207 AcC 4,8 m β^-	$\leftarrow \alpha$ 99,68%	Bi 211 AcC 2,15 m β^- 0,32%	$\leftarrow \alpha$	At 215 ~100 μ s								
		$\leftarrow \alpha$	Pb 207 AcD stabil	$\leftarrow \alpha$	Po 211 AcC 0,52 s								

URAN-RADIUM $A = 4n + 2$											Th 234 UX 24,1 d β^-	$\leftarrow \alpha$	U 238 U 4,5·10 ⁹ a
		Pb 214 RaB 26,8 m β^-	$\leftarrow \alpha$ 99,98%	Po 218 RaA 3,05 m β^- 0,02%	$\leftarrow \alpha$	Rn 222 Rn 3,8 d	$\leftarrow \alpha$	Ra 226 Ra 1600 a	$\leftarrow \alpha$	Th 230 Jo 8·10 ⁴ a	$\leftarrow \alpha$	Pa 234 UX 1,2 m β^- 99,83% UY 6,7 h β^- 5,19%	U 234 U 2,5·10 ⁵ a
	Tl 210 RaC 1,3 m β^-	$\leftarrow \alpha$ 0,04%	Bi 214 RaC 19,8 m β^- 99,96%	$\leftarrow \alpha$	At 218 ~2 s								
	Hg 206 8,1 m β^-	$\leftarrow \alpha$ 0,75·10 ⁻⁴ %	Pb 210 RaD 22 a β^- ~100%	$\leftarrow \alpha$	Po 214 RaC 162 μ s								
	Tl 206 RaE 4,3 m β^-	$\leftarrow \alpha$ 5·10 ⁻⁴ %	Bi 210 RaE 5,0 d β^- ~100%	$\leftarrow \alpha$									
		$\leftarrow \alpha$	Pb 206 RaG stabil	$\leftarrow \alpha$	Po 210 RaF 138,4 d								