

Metod MMK 605

T. Löfqvist; G. Löfqvist; O. German

År 2016

Bestämning av aktivitetsindex, radiumindex samt gammastrålning i stenartsbaserade byggmaterial.

1 Omfattning

Metoden är avsedd för laboratorium och fältlaboratorium avseende mätning, beredning samt redovisning för bestämning av koncentrationen hos de i naturen, och i olika byggnadsmaterial, förekommande radionukliderna K-40, Ra-226 (Uran 238/235) och Th-232. Resultat, från mätning av dessa radionuklider, beräknas för bestämning av aktivitetsindex (AI), radiumindex (RI) samt gammastrålning ($\mu\text{Sv/h}$) för byggmaterial.

2 Definitioner

Aktivitetsindex (AI) är summan av de viktade koncentrationerna av K-40, Ra-226 (U238/235) och Th-232. Aktivitetsindex (AI) respektive Radiumindex (RI) är ett mått på nuklidernas koncentration.

Aktivitetsindex (AI) är ett verktyg för att bestämma ett materials lämplighet avseende effektiv dos. Radiumindex (RI) är ett verktyg för att bestämma egenskap om radonproduktion från material. Gammastrålning avser dosrat uttryckt i $\mu\text{Sv/h}$ (mikrosievert per timme) från material.

3 Princip för metoden

Aktivitetskoncentration av gamma-emitterande radionuklider i byggmaterial fastställs med gammaspektrometri. Aktivitetskoncentration är en materialegenskap och inte en funktion av den fysiska formen av ett byggmaterial.

Aktivitetskoncentration mäts i provkropp om 150 mm x 150 mm x 150 mm \pm 5 mm.

Provkropp placeras i en provkammare med fördefinierad geometri.

Denna bestämning av en provkroppens aktivitetskoncentration kommer att reflektera ett byggmaterial under avsedda användningsförhållanden.

Aktivitetsindex, radiumindex och gammastrålning beräknas och redovisas i rapport till beställare.

Mätningen är momentan och kan utföras under alla tider under året.

4 Mätningförfarande

4.1 Mätutrustning

Mätning av gammaspektra ska göras med en gammaspektrometer.

Följande instrument funktioner rekommenderas;

Med BGO-kristall med en volym som överstiger 100 cm³ och som är erforderligt kollimerad med till exempel stålmantlat bly. Detektionsgräns vara känd och alla mätvärden ska jämföras med detektionsgräns för kvalitetssäkring av mätresultat.

Kontinuerlig driftkompensation för spektrumpositionering. Instrumentet ska använda mätobjektets radioaktivitet för detta ändamål.

Utrustad med minnesfunktion och automatisk överföring av verifierade mätdata till anvisade intranät eller annan typ av nätverk.

Försett med kalibreringsfunktion för kontroll mot aktuell bakgrundsstrålning.

Adress

Bolshedens Industriväg 28
427 50 BILLDAL

Telefon

031-93 50 00

Internet

www.markomiljo.se

Org.nr

556464-8292

Till instrumentet ska NORM-baserad verifieringskub för kontroll levereras av instrumenttillverkaren eller av annan auktoriserad leverantör.

Nedanstående tabell visar de internationellt rekommenderade kanalerna, vilka ska användas för analysen.

Analyserat element	Använd isotop	Gammaenergi MeV	Energiintervall MeV
Kalium	K-40	1,46	1,33 – 1,59
U	Bi-214	1,76	1,63 – 1,89
Th	Tl-208	2,61	2,46 – 2,77

4.2 Kalibrering

Kalibrering av mätinstrument ska ske med minimum två (2) års intervall och ska utföras av instrumenttillverkaren eller annan auktoriserad part.

Kalibreringsintyg ska visa spårbarhet mot primärt referensmaterial för NORM i enlighet med IAEA/AL/148.

4.3 Beredning av Provkropp

Byggmaterial i fast tillstånd utgörs av en geometri (volym) med yttermått om 150 mm x 150 mm x 150 mm ± 5 mm. Provkropp placeras i provkammare. Minimum två styck provkropp bereds från samma produktionsparti.

Byggmaterial i löst tillstånd utgörs av en volym av ≥ 10 liter, material placeras i provkärl med en geometri (volym) med innermått om 150 mm x 150 mm x 150 mm ± 5 mm.

Provkroppskärl placeras i provkammare.

Minimum två styck provkropp bereds från samma produktionsparti.

Den relativa fuktigheten (RF) ska vara mindre än 90 %, alternativt med en fuktkvot för materialet som uppfyller RF:s nivå för angivet material.

Temperatur ska ligga inom intervall + 5 grader Celsius till + 60 grader Celsius.

4.4 Provkammare

Provkammaren ska vara tillverkad av material med hög absorption av gammastrålning, t.ex. av bly med en godstjocklek om ≥ 5 cm, med funktion avskärmning mot extern yttre gammastrålning.

Provbehållaren består av en geometri med innermått om 160 mm x 160 mm x 160 mm ± 1 mm.

4.5 Mätning och mättid

Mätning utförs på ytan direkt på provkroppen med ett instrument som redovisar de radioaktiva naturliga nukliderna i % för kalium, ppm för uran och ppm för torium.

Minimum mättid = 300 sekunder.

Mätning ska utföras minimum 2 gånger på samma provkropp.

Resultatet anges i medelvärdet för samtliga mätningar på en provkropp.

4.6 Bakgrundskorrektion

Provkropp är avskärmd från extern bakgrundsstrålning från mark och från kosmisk bakgrundsstrålning samt från övriga material i omgivningen.

Provkropp är avskärmd med t.ex. ≥ 50 mm bly så att extern bakgrundsstrålning minimeras med en faktor ≥ 5.

Någon korrektion av redovisade värden annat än inom mätosäkerhetsberäkning görs inte.

5 Beräkning av index och gammastrålning

Grundämne Uran avser i beräkningarna (C_{Ra}) halten av radium eller ekvivalent mängd uran.

5.1 Radiumindex (RI)

Grundämne	Halt	Aktivitet Bq/kg
U – Uran 238/235	1 ppm	12,35*

Radiumindex för materialet beräknas enligt följande:

$$RI = (C_{Ra} \times 12,35) \div 200$$

C_{Ra} = halten av radium (uran 238/235) i enheten ppm.

5.2 Aktivitetsindex (AI)

Grundämne	Halt	Aktivitet Bq/kg
K – Kalium	1 %	313
U – Uran 238/235	1 ppm	12,35*
T – Torium	1 ppm	4,06*

Aktivitetsindex för materialet beräknas enligt följande:

$$AI = (C_K \times 313) \div 3000 + (C_{Ra} \times 12,35) \div 300 + (C_{Th} \times 4,06) \div 200$$

C_K = halten av kalium i enheten %.

C_{Ra} = halten av radium (uran 238/235) i enheten ppm.

C_{Th} = halten av torium i enheten ppm.

5.3 Gammastrålning ($\mu\text{Sv/h}$)

Grundämne	Halt	Dosrat $\mu\text{Sv/h}$	Dosrat $\mu\text{R/h}$
K – Kalium	1 %	0,0151	1,505
U – Uran 238/235	1 ppm	0,0065	0,653
T – Torium	1 ppm	0,0029	0,287

Gammastrålning beräknas för plan yta, 2π -mätning, enligt följande:

$$\mu\text{Sv/h} = (C_K \times 0,0151) + (C_{Ra} \times 0,0065) + (C_{Th} \times 0,0029)$$

C_K = halten av kalium i enheten %.

C_{Ra} = halten av radium (uran 238/235) i enheten ppm.

C_{Th} = halten av torium i enheten ppm.

6 Beräkningsarbete inför presentation rapport av provarbetet

Utförs i 3 steg enligt följande:

Steg 1

Provkropp nr 1 mätning (nr 1 + nr 2) / 2 = Provkropp mdv resultat

Provkropp nr 2 mätning (nr 1 + nr 2) / 2 = Provkropp mdv resultat

Steg 2

(Provkropp nr 1 mdv resultat + Provkropp nr 2 mdv resultat) / 2 =

Mätmedelvärde för materialet i produktionsparti.

Steg 3

Aktivitetsindex, radiumindex och gammastrålning beräknas och redovisas i rapport.

7 Mätosäkerhet

Baseras på följande:

Mättidsosäkerhet 300 sekunder

*X_t

Aktivitetskoncentration

*X_a

Kalibreringsosäkerhet

*X_c

Kosmisk bakgrundsstrålning

*X_s

Mättillförlitligheten för enskilda komponenter (K, U och Th) ökar med nivån på dess aktivitet. Tillförlitligheten för den nivå som motsvarar deras minsta bestämbara aktivitet tas som minimigräns. Se instrumentets detektionsgränser.

$$K2 = \sqrt{X_t^2 + X_a^2 + X_c^2 + X_s^2}, (\%)$$

8 Rapport

Mät- och beräkningsrapport ska ange information om:

- Beställare
- Plats och ansvarig för provuttag
- Tidpunkt för provuttag
- Tillverkare och anläggningens adress
- Beställarens identifiering av provmaterial
- Provkroppens mått/volym, temperatur och fuktighet
- Institution eller företag som utfört mätning
- Mätmetod
- Typ av mätinstrument
- Datum för kalibrering
- Uppdragskontroll genomfört utan avvikelser: ja/nej
- Provkroppens aktivitetskoncentration medelvärde, Bq/kg
- Beräknat aktivitetsindex, radiumindex och gammastrålning med tillhörande mätosäkerhetsgräns (K2, utvidgad mätosäkerhet)
- Mätinstrumentets detektionsgräns
- Signatur av mätansvarig och kvalitetskontrollant.

Referenser

*1. *Naturally Occurring Radioactivity in the Nordic Countries – Recommendations the Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000 ISBN 91-89230-00-0.*

*2. *Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials, EC RP 112 (1999), 1999.*

*3. *IAEA-TECDOC-1363 Guidelines for Radioelement Mapping Using Gamma Ray Spectrometry Data (ISBN:92-0-108303-3).*

*4. *IAEA-RL-148 Preparation and Certification of IAEA Gamma-Ray Spectrometry Reference Materials.*

*5. *SS-EN 206:2013+A1:2016 Betong - Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse.*

Adress

Bolshedens Industriväg 28
427 50 BILLDAL

Telefon

031-93 50 00

Internet

www.markomiljo.se

Org.nr

556464–8292