

**RADIOAKTIIVSUSE MÕÕTMINE KESKKONNAS****Õhk: radoon-222****Osa 4: Integreeritud mõõtemeetod  
aktiivsuskontsentratsiooni keskväärtuse määramiseks  
passiivse proovivõtu ja hilisema analüüsi kasutamisega****Measurement of radioactivity in the environment****Air: radon-222****Part 4: Integrated measurement method for determining  
average activity concentration using passive sampling  
and delayed analysis  
(ISO 11665-4:2021, identical)**

## EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- rahvusvahelise standardi ISO 11665-4:2021 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde ja sellel on sama staatus mis ümbertrüki meetodil vastu võetud originaalversioonil. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- jõustunud Eesti standardina inglise keeles juulis 2021;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2021. aasta juulikuu numbris.

Standardi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 28 „Välisõhk ja kiirusohutus“, standardi tõlkimist on korraldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus ning rahastanud Keskkonnaministeerium.

Standardi on tõlkinud Tiido ja Partnerid Keeleagentuur OÜ, eestikeelse kavandi ekspertiisi on teinud Rein Koch, standardi on heaks kiitnud EVS/TK 28.

See standard on rahvusvahelise standardi ISO 11665-4:2021 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus ning sellel on sama staatus ametlike keelte versioonidega.

This standard is the Estonian [et] version of the International Standard ISO 11665-4:2021. It was translated by the Estonian Centre for Standardisation and Accreditation. It has the same status as the official versions.

Tagasisidet standardi sisu kohta on võimalik edastada, kasutades EVS-i veebilehel asuvat tagasiside vormi või saates e-kirja meiliaadressile [standardiosakond@evs.ee](mailto:standardiosakond@evs.ee).

ICS 13.040.01; 17.240

### **Standardite reprodutseerimise ja levitamise õigus kuulub Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskusele**

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonsesse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel ilma Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskuse kirjaliku loata on keelatud.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, võtke palun ühendust Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskusega:

Koduleht [www.evs.ee](http://www.evs.ee); telefon 605 5050; e-post [info@evs.ee](mailto:info@evs.ee)

**SISUKORD**

EESSÕNA.....	IV
SISSEJUHATUS.....	V
1 KÄSITLUSALA.....	1
2 NORMVIITED.....	1
3 TERMINID, MÄÄRATLUSED JA TÄHISED.....	1
3.1 Terminid ja määratlused.....	1
3.2 Tähised.....	1
4 PÕHIMÕTE.....	2
5 SEADMED.....	2
6 PROOVIVÕTT.....	3
6.1 Proovivõtu eesmärk.....	3
6.2 Proovivõtu iseloom.....	3
6.3 Proovivõtutingimused.....	3
6.3.1 Üldist.....	3
6.3.2 Anduri paigaldamine.....	3
6.3.3 Proovivõtu kestus.....	3
6.3.4 Õhuproovide maht.....	4
7 DETEKTEERIMINE.....	4
8 MÕÕTMINE.....	4
8.1 Protseduur.....	4
8.2 Mõjusuurus.....	4
8.3 Kalibreerimine.....	5
9 TULEMUSTE VÄLJENDAMINE.....	5
9.1 Radooni keskmine aktiivsuskontsentratsioon.....	5
9.2 Standardmääramatus.....	5
9.3 Otsustuslävi ja avastamispiir.....	5
9.4 Usaldusvahemiku piirväärtused.....	5
10 KATSEARUANNE.....	6
Lisa A (normlisa) Mõõtemetod tahkiselise tuumaosakese jälgdetektoriga (SSNTD).....	7
Lisa B (normlisa) Elektretdetektorit kasutav mõõtemetod.....	12
Lisa C (normlisa) Aktiivsütt kasutav mõõtemetod.....	19
Kirjandus.....	27

## EESSÕNA

ISO (International Organization for Standardization) on ülemaailmne rahvuslike standardimisorganisatsioonide (ISO rahvuslike liikmesorganisatsioonide) föderatsioon. Tavaliselt tegelevad rahvusvahelise standardi koostamisega ISO tehnilised komiteed. Kõigil rahvuslikel liikmesorganisatsioonidel, kes on mingi tehnilise komitee pädevusse kuuluvast valdkonnast huvitatud, on õigus selle komitee tegevusest osa võtta. Selles töös osalevad käsikäes ISO-ga ka rahvusvahelised ja riiklikud organisatsioonid ning vabauhendused. Kõigis elektrotehnika standardimist puudutavates küsimustes teeb ISO tihedat koostööd Rahvusvahelise Elektrotehnikakomisjoniga (IEC).

Selle dokumendi väljatöötamiseks kasutatud ja edasiseks haldamiseks mõeldud protseduurid on kirjeldatud ISO/IEC direktiivide 1. osas. Eriti tuleb silmas pidada eri heakskiidukriteeriumeid, mis on eri liiki ISO dokumentide puhul vajalikud. See dokument on kavandatud ISO/IEC direktiivide 2. osas esitatud toimetamisreeglite kohaselt (vt [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et standardi mõni osa võib olla patendiõiguse objekt. ISO ei vastuta sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise ega selgumise eest. Dokumendi väljatöötamise jooksul väljaselgitatud või selgunud patendiõiguste üksikasjad on esitatud peatükis „Sissejuhatus“ ja/või ISO-le saadetud patentide deklaratsioonide loetelus (vt [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Mis tahes selles dokumendis kasutatud äriiline käibenimi on kasutajate abistamise eesmärgil esitatud teave ja ei kujuta endast toetusavaldust.

Selgitused standardite vabatahtliku kasutuse ja vastavushindamisega seotud ISO eriomaste terminite ja väljendite kohta ning teave selle kohta, kuidas ISO järgib WTO tehniliste kaubandustökete lepingus sätestatud põhimõtteid, on esitatud järgmisel aadressil: [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dokumendi on koostanud tehnilise komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“ alamkomitee SC 2 „Radiological protection“.

Kolmas väljaanne tühistab ja asendab teist väljaannet (ISO 11665-4:2020), mida on vähesel määral muudetud. Muudatused võrreldes eelmise väljaandega on järgmised:

- uuendatud sissejuhatus,
- uuendatud kirjanduse loetelu.

Kõikide standardisarja ISO 11665 osade loetelu on leitav ISO veebilehelt.

Igasugune tagasiside või küsimused selle dokumendi kohta tuleks saata dokumendi kasutaja rahvuslikule standardimisorganisatsioonile. Täielik loetelu nende organisatsioonide kohta on leitav veebilehelt [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html).

## SISSEJUHATUS

Radooni isotoobid radoon-222, radoon-219 ja radoon-220 (ehk toroon) on maakooses leiduvad radioaktiivsed gaasid, mis tekivad pärast uraan-238, uraan-235 ja toorium-232 lagunemissaaduste raadium-226, raadium-223 ja raadium-224 lagunemist (lisateabe kohta vt lisa A). Radooni lagunemise tulemusel tekivad tahked radioaktiivsed elemendid, mis lõpuks lagunevad stabiilseks pliiiks [1].

Lagunemisel eraldab radoon alfaosakesi ja tekitab tahkeid radioaktiivseid lagunemissaadusi (poloonium, vismut, plii jne). Radooni võimalik mõju inimese tervisele on seotud pigem tahkete lagunemissaaduste kui gaasiga. Sõltumata sellest, kas radooni lagunemissaadused on seotud atmosfääri aerosoolidega, hingatakse need sisse ning need sadestuvad kopsutraktis eri sügavusele olenevalt nende suuruselt [2], [3], [4], [5].

Praegusel ajal peetakse radooni peamiseks loodusliku kiirituse allikaks inimestele. ÜRO aatomikiirguse mõjude teaduslik komitee (UNSCEAR) väidab [6], et radooni osakaal maailma rahvastiku keskmises kokkupuutes loodusliku kiirgusega on ligikaudu 52 %. Isotoobi radoon-222 kiirgusmõju (48 %) on märksa suurem kui isotoobi radoon-220 (4 %) oma, samal ajal kui isotoobi radoon-219 mõju loetakse ebaoluliseks (vt lisa A). Sellepärast hõlmab selles dokumendis viide radoonile üksnes radoon-222.

Radooni aktiivsuskontsentratsioon võib ajas ja ruumis erineda ühe või enama suurusjärgu võrra. Kokkupuude radooni ja selle lagunemissaadustega on piirkonniti väga erinev, sõltudes maapinnast ja ehitusmaterjalidest erituva radooni hulgast, ilmastikutingimustest ning saastatuse ulatusest aladel, kus inimesed radooniga kokku puutuvad.

Kuna radoon kipub kogunema kinnistesse ruumidesse, näiteks elamutesse, on valdav osa elanikkonna kokkupuutest seotud siseruumide õhus leiduva radooniga. Elamutes leiduva radooni peamiseks allikaks peetakse sisseimbumisteede kaudu levivat pinnasegaasi. Ülejäänud allikaid on kirjeldatud standardisarja ISO 11665 ja vee kvaliteeti käsitleva standardisarja ISO 13164 muudes osades [7].

Radoon siseneb hoonetesse difusioonimehhanismi kaudu, mida põhjustab alaline erinevus hoonealuse pinnase ja hoones leiduva radooni aktiivsuskontsentratsioonides, ja konvektsioonimehhanismi kaudu, mis tekib aeg-ajalt hoonesisese ja hoonealuses pinnases sisalduva õhu rõhkude erinevuse toimet. Siseruumide õhus leiduva radooni aktiivsuskontsentratsioon sõltub hoonealuses pinnases leiduva radooni aktiivsuskontsentratsioonist, hoone konstruktsioonist, seadmetest (sealhulgas korsten, ventilatsioonisüsteemid), hoone keskkonnaparameetritest (temperatuur, rõhk jne) ning elanike elustiilist.

Inimestele avalduva riski piiramiseks soovitab Maailma Terviseorganisatsioon [5] riiklikuks viitetasemeks  $100 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$  [5]. Juhul, kui see pole võimalik, ei tohiks see viitetaseme ületada  $300 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ . Selle soovitusel kiitsid heaks Euroopa Ühenduse liikmesriigid, kes kehtestavad siseruumide õhu radooni aktiivsuskontsentratsiooni riiklikud viitetasemed. Õhu keskmise aastase aktiivsuskontsentratsiooni viitetaseme ei tohi olla suurem kui  $300 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ [18].

Elanikkonnale avalduva riski vähendamiseks tuleks kehtestada sellised ehitusnormid, mis nõuavad ehitatavates hoonetes radooniohu vältimiseks ennetusmeetmete rakendamist ja radooni vähendusmeetmete rakendamist olemasolevates hoonetes. Radooni aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmised siseruumides on vajalikud, sest ehitusnormid üksi ei taga radooni kontsentratsiooni jäämist allapoole viitetaset.

Radoon-222 aktiivsuskontsentratsiooni atmosfääris saab mõõta punkt, pidevate ja integreeritud mõõtemetodite abil koos aktiivse või passiivse õhuproovide võtmisega (vt ISO 11665-1). Selles dokumendis käsitletakse radoon-222 integreeritud mõõtemetodeid koos passiivse proovivõtuga.

**MÄRKUS** Radoon-222 ja selle lühikese poolestusajaga lagunemissaaduste päritolu õhukeskkonnas ning teisi mõõtemetodeid kirjeldatakse üldisemalt standardis ISO 11665-1.

This document is a preview generated by EVS

Taotluslikult tühjaks jäetud

## 1 KÄSITLUSALA

Selles dokumendis kirjeldatakse passiivse proovivõtuga radoon-222 integreeritud mõõtemetodeid. Selles antakse juhised õhus sisalduva radoon-222 keskmise aktiivsuskontsentratsiooni määramiseks mõõtmiste abil, mis põhinevad lihtsasti kasutataval ja odaval passiivsel proovivõtul, ning andurite kasutamise tingimused.

Selles dokumendis käsitletakse proove, mis on pidevalt võetud paarist päevast ühe aastani varieeruvate ajavahemike jooksul.

Kõnealune mõõtemetod on rakendatav õhuproovide suhtes, milles radooni aktiivsuskontsentratsioon on suurem kui 5 Bq/m<sup>3</sup>.

## 2 NORMVIITED

Allpool nimetatud dokumentidele on tekstis viidatud selliselt, et nende sisu kujutab endast kas osaliselt või tervenisti selle dokumendi nõudeid. Dateeritud viidete korral kehtib üksnes viidatud väljaanne. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne koos võimalike muudatustega.

ISO 11665-1. Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 1: Origins of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods

ISO 11929 (kõik osad). Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation — Fundamentals and application

ISO/IEC Guide 98-3. Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

ISO/IEC 17025. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

IEC 61577-1. Radiation protection instrumentation — Radon and radon decay product measuring instruments — Part 1: General principles

## 3 TERMINID, MÄÄRATLUSED JA TÄHISED

### 3.1 Terminid ja määratlused

Standardi rakendamisel kasutatakse standardis ISO 11665-1 esitatud termineid ja määratlusi.

ISO ja IEC hoiavad alal standardimisel kasutamiseks olevaid terminoloogilisi andmebaase järgmistel aadressidel:

- ISO veebipõhine lugemisplatvorm: kättesaadav veebilehelt <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: kättesaadav veebilehelt <http://www.electropedia.org/>.

### 3.2 Tähised

Standardi rakendamisel kasutatakse standardis ISO 11665-1 ja allpool esitatud tähiseid.

$\bar{C}$	keskmise aktiivsuskontsentratsioon bekerellides kuupmeetri kohta
$\bar{C}^*$	keskmise aktiivsuskontsentratsiooni otsustuslävi bekerellides kuupmeetri kohta
$\bar{C}^\#$	keskmise aktiivsuskontsentratsiooni avastamispiir bekerellides kuupmeetri kohta
$\bar{C}^\triangleleft$	keskmise aktiivsuskontsentratsiooni usaldusvahemiku alampiir bekerellides kuupmeetri kohta