

RADIOAKTIIVSUSE MÕÕTMINE KESKKONNAS

Õhk: radoon-222

**Osa 11: Pinnaseõhu kontrollimeetod proovivõtuga
sügavusest**

Measurement of radioactivity in the environment

Air: radon-222

**Part 11: Test method for soil gas with sampling at depth
(ISO 11665-11:2016, identical)**

EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- rahvusvahelise standardi ISO 11665-11:2016 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- jõustunud Eesti standardina sellekohase teate avaldamisega EVS Teataja 2018. aasta märtsikuu numbris.

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

Standardi on tõlkinud Keskkonnaministeerium, eestikeelse kavandi ekspertiisi on teinud Rein Koch, standardi on heaks kiitnud EVS/TK 28.

See standard on rahvusvahelise standardi ISO 11665-11:2016 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardikeskus ja sellel on sama staatus ametlike keelte versioonidega.

This standard is the Estonian [et] version of the International Standard ISO 11665-11:2016. It was translated by the Estonian Centre for Standardisation. 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.

ICS 13.040.01; 17.240

Standardite reprodutseerimise ja levitamise õigus kuulub Eesti Standardikeskusele

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

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, võtke palun ühendust Eesti Standardikeskusega: Koduleht www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee

SISUKORD

EESSÕNA.....	IV
SISSEJUHATUS.....	V
1 KÄSITLUSALA.....	1
2 NORMIVIITED	1
3 TERMINID, MÄÄRATLUSED JA SÜMBOLID.....	1
3.1 Terminid ja määratlused	1
3.2 Sümbolid.....	2
4 PÕHIMÕTE.....	3
5 SEADMED	3
6 PROOVIVÕTT	3
6.1 Proovivõtu eesmärk.....	3
6.2 Proovivõtu omadused.....	4
6.3 Proovivõtu tingimused.....	4
6.3.1 Üldine	4
6.3.2 Proovivõtupaiga asukoht.....	5
6.3.3 Proovivõtu kestus.....	5
6.3.4 Õhuproovi maht	5
6.3.5 Proovivõtu minimaalne sügavus.....	5
7 DETEKTEERIMINE	6
8 MÕÕTMINE.....	6
8.1 Protseduur.....	6
8.2 Mõjusuurused.....	6
8.3 Kalibreerimine	7
9 TULEMUSTE VÄLJENDAMINE.....	7
9.1 Radooni aktiivsuskontsentratsioon	7
9.2 Standardmääramatus.....	7
9.3 Otsustuslävi ja määramispiir	7
9.4 Usaldusvahemiku piirid	7
10 KATSEARUANNE.....	8
Lisa A (teatmelisa) Prooviks saadava pinnaseõhu võimalikud mahud	9
Lisa B (normlisa) Aktiivset proovivõttu hõlmav mõõtemeetod	10
Lisa C (normlisa) Passiivset proovivõttu hõlmav mõõtemeetod	17
Lisa D (teatmelisa) Näited pinnaseõhust proovivõtu sondide kohta aktiivseks proovivõtuks	20
Kirjandus.....	23

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, riiklikud ja valitsusvälised organisatsioonid. 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. Seda dokument on kavandatud ISO/IEC direktiivide 2. osas esitatud toimetamisreeglite kohaselt (vt 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).

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

Selgitused vastavushindamisega seotud ISO eriomaste terminite ja väljendite kohta ning teave selle kohta, kuidas ISO järgib WTO tehniliste kaubandustöketep lepingus sätestatud põhimõtteid, on esitatud järgmisel aadressil: [Foreword – Supplementary information](#).

Selle dokumendi eest vastustab tehnilise komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“ alamkomitee SC 2 „Radiological protection“.

ISO 11665 koosneb üldpealkirja „Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222“ all järgmistest osadest:

- Part 1: Origins of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods;
- Part 2: Integrated measurement method for determining average potential alpha energy concentration of its short-lived decay products;
- Part 3: Spot measurement method of the potential alpha energy concentration of its short-lived decay products;
- Part 4: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis;
- Part 5: Continuous measurement method of the activity concentration;
- Part 6: Spot measurement method of the activity concentration;
- Part 7: Accumulation method for estimating surface exhalation rate;
- Part 8: Methodologies for initial and additional investigations in buildings;
- Part 9: Test methods for exhalation rate of building materials;
- Part 11: Test method for soil gas with sampling at depth.

Järgmine osa on ettevalmistamisel:

- Part 10: Determination of the diffusion coefficient in waterproof materials using activity concentration measurement.

SISSEJUHATUS

Radooni isotoobid 222, 220 ja 219 on radioaktiivsed gaasid, mis tekivad omakorda vastavalt uraan-238, toorium-232 ja uraan-235 laguproduktideks olevate raadiumi isotoopide 226, 224 ja 223 lagunemisel, kusjuures kõiki eeltooduid leidub maapõues. Radooni lagunemisel tekivad taas radioaktiivsed tahked elemendid, mille lagunemise lõppsaadus on stabiilne plii^[1].

Lagunedes eraldab radoon alfaosakesi ja tekitab tahkeid laguprodukte, mis on samuti radioaktiivsed (poloonium, vismut, plii jms). Radooni potentsiaalsed mõjud inimestervisele tulenevad pigem selle tahketest lagusaadustest, mitte gaasist endast. Sõltumata sellest, kas need on kleepunud õhus leiduvatele aerosoolidele või mitte, on radooni lagusaadused sissehingatavad ning nad ladestuvad oma suurusest olenevalt kopsutorude süsteemi eri sügavustel.

Radooni peetakse tänapäeval peamiseks inimeste looduslikust kiirgusest tuleneva doosi allikaks. Kirjandusallika [2] andmetel pärineb globaalsel tasandil umbes 52 % looduslikest allikatest pärinevast kiirgusdoosist radoonist. Radooni isotoobi 222 kiirguse mõju (48 %) on palju suurem kui isotoobi 220 kiirguse mõju (4 %), isotoobi 219 mõju loetakse aga ebaoluliseks. Seetõttu viidatakse ISO 11665 selles osas radoonile viidates ainult radoon-222-le.

Radooni aktiivsuskontsentratsioon võib ajas ja ruumis varieeruda ühest mitme suurusjärguni. Radooni ja selle laguproduktide avaldatav mõju varieerub piirkonniti väga palju, kuna see sõltub esiteks igas konkreetses piirkonnas maapinnast ja ehitusmaterjalidest eralduva radooni kogusest ning teiseks radooni ohjamise astmest ja valitsevatest ilmastikutingimustest piirkonnas, kus isik radooniga kokku puutub.

Kuna radooni kontsentreerub suletud ruumides, nagu näiteks majades, mõjutab elanikkonda peamiselt ruumide siseõhus esinev radoon. Pinnaseõhku peetakse tähtsaimaks eluasemete siseõhus leiduva radooni allikaks selle hoonetesse sisseimbumise tõttu. Muud allikaid käsitletakse standardite ISO 11665 (ehitusmaterjalid) ja ISO 13164 (vesi) teistes osades.

Pinnaseõhus sisalduvat radooni mõõdetakse eri eesmärkidega radooniriski haldamisel (radooni potentsiaali kaartide koostamine, radooniohtlike alade määramine, radooni potentsiaali kirjeldamine ehitusobjektidel, raadium-226-ga saastunud pinnase kirjeldamine, hoones rakendatavate leevendusmeetmete määramine, rakendatud leevendusmeetmete kontrollimine jms) ja nähtuste jälgimisel (radooni liikumise maapinnas ja maapinnast hoonesse mehhanismide mõistmine, radooni sisenemise parameetrite väljaselgitamine ja analüüs, gaasi aktiivsuse mõõtmine CO₂ uurimisel, vulkaanipursete ennustamine, maavärinate ennustamine jms).

Radooni aktiivsuskontsentratsioon pinnaseõhus ei varieeru oluliselt mitte ainult hooajati, vaid ka päevade ja lausa tundide kaupa. Samuti varieerub see ruumis nii horisontaalses kui ka vertikaalses mõõtmes olenevalt järgmistest pinnase omadusi iseloomustavatest parameetritest^{[3][4][5][19]}:

- pinnaste geokeemilised parameetrid (peamiselt uraani ja raadiumi jaotus muldades ja kivimites ning nende asukohad, mis mõjutavad radooni emanatsiooni);
- kõigi esinevate pinnasekihtide füüsikalised parameetrid (terakeste mõõtmed, läbitavus, poorsus ja eripoorsus, pinnase niiskuse sisaldus ja veega küllastus, tihedus);
- geoloogiline olukord (kvaternaarse kattekihi paksus, aluskivimite murenemise iseloom, stratifikatsioon, kihtide muundumine mitmesuguste inimtegevuste tõttu);
- pinnase struktuur (deformeerumine, lõhede esinemine);
- hüdroloogilised ja geodünaamilised protsessid (gaasiliste ja vedelate ainete liikumine poorses ja killustunud keskkonnas, raadium ja radoon maa-aluses/kaljulõhede vees);
- geomorfoloogiline olukord (piirkonna paiknemine orus, nõlvadel või mäe otsas);

— eksogeensed/meteoroloogilised tegurid (temperatuur, õhurõhk, sademed).

Nimetatud kõikumiste tõttu on pinnases leiduva radooni koguse mõõtmise täpsuse ja kooskõla tagamiseks tarvis standardiseeritud mõõtmisprotokolle, mille abil tagatakse tulemuste võrreldavus ajas ja ruumis.

Sügavusest olenevalt jäävad pinnaseõhus mõõdetud radooni aktiivsuskontsentratsiooni väärtused tavaliselt vahemikku paarisajast kuni mitmesaja tuhande bekerellini kuupmeetri kohta. Raadiumirikas pinnases võib aktiivsuskontsentratsiooni väärtus küündida mitme miljardi bekerellini kuupmeetri kohta.

Radooni aktiivsuskontsentratsiooni pinnaseõhus võib teoreetiliselt määrata mis tahes pinnase sügavuse puhul ning täiesti homogeense pinnase puhul suureneb see tavaliselt sügavuse suurenedes^[6]. Parameetri tõsiselt võetavaks mõõtmiseks on siiski määratud minimaalne sügavus. Minimaalne sügavus sõltub konkreetse paiga pinnase omadustest ja kasutatavast mõõtmismeetodist. Eelkõige sõltub see pinnasegaasi proovi mahust. Kui proovivõtu sügavus on eespool nimetatud minimaalsest sügavusest väiksem, lahjendab atmosfääriõhk pinnaseõhu proovi ja radooni aktiivkontsentratsiooni väärtust pinnaseõhus alahinnatakse (vt lisa A).

MÄRKUS Radoon-222 ja selle lühiealiste lagusaaduste päritolu õhukeskkonnas ning teisi mõõtemetodeid kirjeldatakse üldiselt standardis ISO 11665-1.

1 KÄSITLUSALA

See standardi ISO 11665 osa kirjeldab radoon-222 kontrollimeetodeid pinnaseõhust *in-situ* passiivsel ja aktiivsel proovivõtmisel sügavusel kuni 2 meetrit.

Selles ISO 11665 osas esitatakse üldnõuded *in-situ* pinnaseõhus proovivõtmise tehnikatele radoon-222 aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmiseks nii passiivsel kui aktiivsel proovivõtul, nii lühiajalise kui ka pideva mõõterežiimi korral.

Radoon-222 aktiivsuskontsentratsiooni pinnases saab mõõta punkt- ja pidevmõõtmise abil (vt ISO 11665-1). Punktmõõtmise meetodite puhul (ISO 11665-6) on tegemist ainult aktiivse proovivõtuga pinnaseõhust. Teiselt poolt pidevad mõõtemetodid (ISO 11665-5) kasutavad tüüpiliselt passiivset proovivõttu pinnaseõhust.

Mõõtmismeetodid on kasutatavad kõigi pinnasetüüpide korral ja valitakse mõõtmiste eesmärgi (üksikasjalik vaatlus, leevendusmeetmete määratlemine või kontrollimine jms) järgi, võttes arvesse radoon-222 eeldatavat aktiivsuskontsentratsiooni taset.

Neid mõõtmismeetodeid rakendatakse pinnasegaasi proovide puhul, milles radooni aktiivsuskontsentratsioon on kõrgem kui 100 Bq/m³.

MÄRKUS See ISO 11665 osa on komplementaarne standardiga ISO 11665-7 pinnase radoonipotentsiaali iseloomustamiseks.

2 NORMIVIITED

Alljärgnevalt loetletud dokumendid, mille kohta on standardis esitatud normiviited, on kas tervenisti või osaliselt vajalikud selle standardi rakendamiseks. Dateeritud viidete korral kehtib üksnes viidatud väljaanne. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne koos võimalike muudatustega.

ISO 10381-7. Soil quality — Sampling — Part 7: Guidance on sampling of soil gas

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 11665-5. Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 5: Continuous measurement method of the activity concentration

ISO 11665-6. Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 6: Spot measurement method of the activity concentration

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

3 TERMINID, MÄÄRATLUSED JA SÜMBOLID

3.1 Terminid ja määratlused

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

3.1.1

pinnase veega küllastumine (*water saturation of soil*)
pinnasepooride osa, mis on veega täidetud