

KIIRGUSKAITSE

Dosimeetrite ja doosi kiiruse mõõteseadmete kalibreerimiseks ning nende footoni energiast sõltuva koste määramiseks kasutatav röntgen- ja gammaetalonkiirgus

Osa 1: Kiirgusparameetrid ja saamismeetodid

Radiological protection

X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy

Part 1: Radiation characteristics and production methods

(ISO 4037-1:2019)

EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- Euroopa standardi EN ISO 4037-1:2021 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde ja sellel on sama staatus mis jõustumisteate meetodil vastu võetud originaalversioonil. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- jõustunud Eesti standardina inglise keeles märtsis 2021;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2023. aasta detsembrikuu numbris.

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

Standardi on tõlkinud Rein Koch, standardi on heaks kiitnud EVS/TK 28.

Euroopa standardimisorganisatsioon on teinud Euroopa standardi EN ISO 4037-1:2021 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 10.02.2021.

Date of Availability of the European Standard EN ISO 4037-1:2021 is 10.02.2021.

See standard on Euroopa standardi EN ISO 4037-1:2021 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 European Standard EN ISO 4037-1:2021. 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.

ICS 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 autoriõiguse kaitse kohta, võtke palun ühendust Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskusega: Koduleht www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee

English Version

**Radiological protection - X and gamma reference radiation
for calibrating dosimeters and dose rate meters and for
determining their response as a function of photon energy
- Part 1: Radiation characteristics and production methods
(ISO 4037-1:2019)**

Radioprotection - Rayonnements X et gamma de
référence pour l'étalonnage des dosimètres et des
débitmètres, et pour la détermination de leur réponse
en fonction de l'énergie des photons - Partie 1:
Caractéristiques des rayonnements et méthodes de
production (ISO 4037-1:2019)

Strahlenschutz - Röntgen- und Gamma-
Referenzstrahlungsfelder zur Kalibrierung von
Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur
Bestimmung ihres Ansprechvermögens als Funktion
der Photonenenergie - Teil 1: Strahlungseigenschaften
und Erzeugungsmethoden (ISO 4037-1:2019)

This European Standard was approved by CEN on 18 January 2021.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

SISUKORD

EUROOPA EESSÕNA.....	4
EESSÕNA.....	5
SISSEJUHATUS.....	6
1 KÄSITLUSALA.....	7
2 NORMIVIITED.....	9
3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED.....	9
4 FILTREERITUD PIDEV ETALONRÖNTGENKIIRGUS.....	12
4.1 Üldist.....	12
4.1.1 Etalonkiirgusväljade saamine.....	12
4.1.2 Teisendustegurite alused.....	13
4.1.3 Kiirgusomadus.....	13
4.1.4 Etalonkiirguse valimine.....	14
4.2 Etalonröntgenkiirguse saamise tingimused ja viisid.....	20
4.2.1 Kõrgepingegeneraatori omadused.....	20
4.2.2 Toru potentsiaal ja kaitsetakisti.....	21
4.2.3 Filtreerimine.....	22
4.2.4 Kombineeritud väljade jaoks kehtivad piirangud.....	26
4.2.5 Röntgenkiirguse katik.....	27
4.2.6 Kollimaator.....	27
4.3 Välja ühtlus ja hajunud kiirgus.....	27
4.3.1 Välja läbimõõt.....	27
4.3.2 Välja ühtlus.....	27
4.3.3 Hajunud kiirgus.....	28
4.4 Kokkuvõtte röntgenkiirguse etalonväljadele esitatud nõuetest.....	28
4.5 Etalonröntgenkiirguse õigsuse kontroll.....	29
4.5.1 Üldist.....	29
4.5.2 Õigsuse kontrolli kriteeriumid HVL-i määramise teel.....	30
4.5.3 Aparatuur HVL-i mõõtmiseks.....	32
4.5.4 HVL-i mõõtmise meetodika.....	32
4.5.5 Dosimeetrilise õigsuse kontrolli kriteeriumid.....	32
4.5.6 Spektromeetrilise õigsuse kontrolli kriteeriumid.....	32
5 RADIONUKLIIDIDE KIIRATUD GAMMAKIIRGUS.....	33
5.1 Üldist.....	33
5.2 Gammakiirguse tekitamiseks kasutatavad radionukliidid.....	33
5.3 Kiirgusallikate määratlus.....	33
5.3.1 Allikad.....	33
5.3.2 Kapseldamine.....	34
5.4 Kiirgusseade ja hajunud kiirguse mõju.....	34
5.4.1 Üldnõuded.....	34
5.4.2 Kollimeeritud seadme geomeetria.....	34
5.4.3 Õhukerma kiiruse muutmine pliist neelajatega.....	36
5.5 Katseseadme ülessepaneku vastavuse kontroll.....	36
6 4 MeV JA 9 MeV VAHELE JÄÄVATE ENERGIATEGA FOOTONITE KIIRGUS.....	36
6.1 Üldist.....	36
6.2 Etalonkiirguse tekitamine.....	36
6.2.1 Üldist.....	36
6.2.2 Reaktsiooni $^{19}\text{F}(p, \alpha\gamma)^{16}\text{O}$ käigus tekkinud ^{16}O ergastusseisundi lagunemisel tekkinud footoni etalonkiirgus.....	37

6.2.3	^{12}C ergastuse lagunemisel saadud footonite etalonkiirgus	40
6.3	Kiire läbimõõt ja kiirgusvälja ühtlus	40
6.4	Footoni etalonkiirguse reostus	40
6.4.1	Üldist	40
6.4.2	Etalonkiirguse reostumine, mis on ühine kõikidele etalonkiirguse tekitamise meetoditele	41
6.4.3	Kiirendi tekitatud etalonkiirguse täiendav reostumine ^{16}O ergastuse lagunemisel	41
Lisa A (teatmelisa) Fluorestsents-röntgenkiirgus, mis ei sisalda piisavalt teavet kombineeritud või kirjeldatud väljade jaoks		42
Lisa B (teatmelisa) Radionukliidi ^{241}Am kiiratud gammakiirgus, mille kohta pole piisavalt teavet kombineeritud või kirjeldatud väljade korral		50
Lisa C (teatmelisa) Pideva filtreeritud röntgenkiirguse hindamine kvaliteediindeksi alusel		52
Kirjandus		56

EUROOPA EESSÕNA

Standardi ISO 4037-1:2019 teksti on koostanud Rahvusvahelise Standardimisorganisatsiooni (ISO) tehniline komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“ ja selle on standardina EN ISO 4037-1:2021 üle võtnud tehniline komitee CEN/TC 430 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“, mille sekretariaati haldab AFNOR.

Euroopa standardile tuleb anda rahvusliku standardi staatus kas identse tõlke avaldamisega või jõustumisteatega hiljemalt 2021. a augustiks ja sellega vastuolus olevad rahvuslikud standardid peavad olema kehtetuks tunnistatud hiljemalt 2021. a augustiks.

Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et dokumendi mõni osa võib olla patendiõiguse objekt. CEN ei vastuta sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise ega selgumise eest.

CEN-i/CENELEC-i sisereeglite järgi peavad Euroopa standardi kasutusele võtma järgmiste riikide rahvuslikud standardimisorganisatsioonid: Austria, Belgia, Bulgaaria, Eesti, Hispaania, Holland, Horvaatia, Iirimaa, Island, Itaalia, Kreeka, Küpros, Leedu, Luksemburg, Läti, Malta, Norra, Poola, Portugal, Prantsusmaa, Põhja-Makedoonia Vabariik, Rootsi, Rumeenia, Saksamaa, Serbia, Slovakkia, Sloveenia, Soome, Šveits, Taani, Tšehhi Vabariik, Türgi, Ungari ja Ühendkuningriik.

Jõustumisteade

CEN on dokumendi ISO 4037-1:2019 teksti muutmata kujul üle võtnud kui EN ISO 4037-1:2021.

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 ka ISO-ga seotud rahvusvahelised riiklikud organisatsioonid ning vabaühendused. 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).

Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et dokumendi 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 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.

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

Teine väljaanne tühistab ja asendab esimest väljaannet (ISO 4037-1:1996), mis on tehniliselt üle vaadatud. Peamised muudatused on

- kahe etalonvälja tüübi kasutuselevõtt: kombineeritud etalonväljad ja kirjeldatud etalonväljad;
- kombineeritud etalonväljade õigsuse kontrolli kasutuselevõtt;
- parameetrite, nagu kõrgepinge, filtri materjali koostise puhtus ja filtri paksus, nimiväärtusest hälvimisele lubatud piirväärtuste kehtestamine. Need piirid sõltuvad nüüd sellest, missuguse sügavuse jaoks fantoomis on nad määratletud. Seda tehakse, et saavutada fantoomiga seotud suuruste laiendmääramatus ($k = 2$) umbes 6 % kuni 10 %.

Kõikide standardisarja ISO 4037 osade loetelu on leitav ISO veebilehelt.

Igasugune tagasiside või küsimused selle dokumendi kohta tuleks suunata dokumendi kasutaja rahvuslikule standardimisorganisatsioonile. Täielik loetelu nende organisatsioonide kohta on leitav veebilehelt www.iso.org/members.html.

SISSEJUHATUS

Selle dokumendi korrastatud versioon sisaldab täiendusi kõrgepingegeneraatorite kohta, mis pärinevad aastatest 1996–2017 (nt selliste kõrgsageduslike lülitusseadmete kasutamine, mis tagavad peaaegu muutumatu potentsiaali), ja selliste generaatoritega varustatud kiirgusseadmetes spektraalmõõtmisi (nt Ankerholdi röntgenkiirguse spektrite kataloog [4]). See dokument hõlmab ka kogu avaldatud teavet, mille eesmärk on sobitada etalonväljade tehniliste parameetrite nõuded sihipäraselt ligikaudu 6 % kuni 10 % laiendmääramatusega Rahvusvahelise Radioloogiliste Ühikute ja Mõõtmiste Komisjoni (International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU) fantoomiga seotud tegevussuuruste suhtes [5]. See ei muuda olemasoleva standardisarja ISO 4037 üldist käsitlust.

Footonkiirguse etalonväljadele keskenduv ISO 4037 jaguneb neljaks osaks. ISO 4037-1 käsitleb etalonkiirgusväljade tekitamise ja iseloomustamise meetodeid footoni spektraalse fluuensi ja kerma, kerma vabas õhus, terminites. ISO 4037-2 kirjeldab etalonkiirguse suuruste dosimeetriat õhukerma ja Rahvusvahelise Radioloogiliste Ühikute ja Mõõtmiste Komisjoni (ICRU) fantoomiga seotud tegevussuuruste oskussõnade abil [5]. Standardis ISO 4037-3 kirjeldatakse dosimeetrite ja radiomeetrite kalibreerimise ja koste määramise meetodeid ICRU fantoomiga seotud tegevussuuruste oskussõnade abil [5]. Standardis ISO 4037-4 on esitatud erikaalutlused ja lisanõuded pindala- ja isikudosimeetrite kalibreerimiseks madala energiaga röntgenkiirguse etalonväljades, mis on 30 kV või sellest madalama potentsiaaliga tekitatud etalonväljad.

Selles dokumendis kasutatakse nii palju kui võimalik standardis ISO 29661 kirjeldatud üldisi meetodeid. Samuti on kasutatud tähised kooskõlas standardiga ISO 29661.

1 KÄSITLUSALA

Selles dokumendis konkretiseeritakse röntgen- ja gammaetalonkiirguse omadused ja saamise meetodid kiirguskaitstes kasutatavate dosimeetrite ja radiomeetrite kalibreerimiseks Rahvusvahelise Radioloogiliste Ühikute ja Mõõtmiste Komisjoni (ICRU) fantoomiga seotud tegevussuuruste suhtes [5]. Vähim õhukerma kiirus, mille suhtes see standard kehtib, on $1 \mu\text{Gy h}^{-1}$. Sellest õhukerma kiiruse väärtusest madalama väärtuse korral tuleb (looduslikule) taustkiirgusele pöörata erilist tähelepanu ja see ei sisaldu selles dokumendis.

Peatükkides 4 kuni 6 toodud kiirgusomaduste kohta on piisavalt avaldatud teavet, et täpsustada kombineeritud või kirjeldatud etalonväljade kõikide oluliste parameetrite nõuded, saavutamaks sihipärane laiendmääramatus umbes 6 % kuni 10 % ($k = 2$) fantoomiga seotud tegevussuuruste jaoks. Teatmelisades A kuni C kirjeldatud röntgenkiirguse välju ei märgita seal röntgenkiirguse etalonväljadeks.

MÄRKUS 1996. aastal välja antud standardi ISO 4037-1 esimene väljaanne sisaldas mõningaid täiendavaid kiirgusomadusi, mille kohta selline avaldatud teave pole saadaval. Need on fluorestsentskiirgused, radionukliidi ^{241}Am gammakiirgus, S-Am ning kõrge energiaga footonkiirgused R-Ti ja R-Ni, mis on eemaldatud selle dokumendi põhiosast. Enim kasutatavad kiirgused, radionukliidi ^{241}Am fluorestsentskiirgus ja gammakiirgus, S-Am, sisalduvad peaaegu muutmata kujul teatmelisades A ja B. Teatmelisas C on toodud täiendavad röntgenkiirguse väljad, mida iseloomustab kvaliteediindeks.

Konkreetsed footoni energia vahemikuga etalonkiirguste rühma tekitamise meetodeid on kirjeldatud peatükkides 4 kuni 6, mis määravad kindlaks nende kiirguste omadused. Etalonkiirguste kolm rühma on

- a) energiavahemik umbes 8 keV kuni 330 keV, pidev filtreeritud röntgenkiirgus;
- b) energiavahemik 600 keV kuni 1,3 MeV, radionukliidide kiiratud gammakiirgus;
- c) energiavahemik 4 MeV kuni 9 MeV, kiirendite abil saadud footonkiirgus.

Kavandatavaks rakenduseks sobivaima etalonkiirguse välja saab leida tabelist 1, mis annab ülevaate kõigist peatükkides 4 kuni 6 toodud etalonkiirguse kiirgusomadustest. See ei hõlma lisades A, B ja C nimetatud kiirgust.

Peatükkides 4 kuni 6 esitatud nõuded ja meetodid on suunatud doosi (doosikiiruse) väärtuse laiendmääramatuse ($k = 2$), ligikaudu 6 % kuni 10 %, saavutamiseks fantoomiga seotud tegevussuuruste puhul etalonväljades. Selle saavutamiseks pakutakse välja kaks saamise meetodit:

Esimene neist on „kombineeritud etalonväljade“ tekitamine, mille omadused on piisavalt hästi iseloomustatud, et võimaldada kasutada standardis ISO 4037-3 soovitatud teisendustegureid. Vaid väikese erinevuse olemasolu „kombineeritud etalonvälja“ spektraalses jaotuses, võrreldes nominaalse etalonväljaga, kinnitatakse meetoditega, mis on esitatud ja üksikasjalikult kirjeldatud standardis ISO 4037-2. Kiirguse kombineeritud etalonväljade puhul on soovitatavad teisendustegurid toodud standardis ISO 4037-3 ainult teatud allika ja dosimeetri vaheliste kindlaksmääratud kauguste jaoks, nt 1,0 m ja 2,5 m. Teiste vahemaade puhul peab kasutaja otsustama, kas neid teisendustegureid saab kasutada. Juhul kui mõlemad väärtused on lähedased, nt erinevus on ainult 2 % või vähem, võib kasutada lineaarset interpolatsiooni.

Teine meetod on „kirjeldatud etalonväljade“ tekitamine. Selleks määratakse teisendustegurid kas spektromeetria abil või mõõdetakse vajalikud väärtused otse, sekundaarsete etalondosimeetrite abil. Seda meetodit rakendatakse mis tahes kiirgusomaduse, mis tahes mõõtesuure ja vajaduse korral mis tahes fantoomi ja kiirguse langemisenurga suhtes. Lisaks, nõuded etalonkiirgust kirjeldavatele parameetritele, sõltuvad määratud sügavusest fantoomis, st 0,07 mm, 3 mm ja 10 mm, seejuures eri sügavuste jaoks kehtivad erinevad nõuded. Seega võib antud kiirgusväli olla 0,07 mm sügavuse jaoks „kombineeritud etalonväli“, kuid mitte 10 mm sügavuse jaoks, mille jaoks see võib olla „kirjeldatud etalonväli“. Teisendustegureid saab määrata mis tahes vahemaa jaoks tagades, et õhukerma kiirus ei oleks alla $1 \mu\text{Gy/h}$.

Mõlemad meetodid vajavad etalonvälja jaoks laetud osakeste tasakaalu. Ometi ei ole seda alati saavutatud töökohal olevas väljas, mille jaoks dosimeeter on kalibreeritud. See kehtib eriti footoni energia korral, mil puudub etalonsügavusel d sellele omane laetud osakeste tasakaal, mis omakorda sõltub energia ja etalonsügavuse d tegelikust kombinatsioonist. Üle 65 keV, 0,75 MeV ja 2,1 MeV energiaga elektronid suudavad lihtsalt läbistada vastavalt 0,07 mm, 3 mm ja 10 mm ICRU kudet ja nendest väärtustest suuremate energiatega footonite kiirgusomadusi käsitletakse nendel sügavustel nagu ilma loomupärase tasakaaluta laetud osakeste jaoks defineeritud suuruste kiirgusomadusi.

Määramaks doosi (doosikiiruse) väärtust ja selle laiendmääramatuse väärtust, peavad kõik suuruse väärtuste määramiseks kasutatavad mõõteriistad olema siseriiklike etalonideni jälgitavalt kalibreeritud.

See dokument ei käsitle impulsskiirguse etalonvälju.

Tabel 1 — Röntgen- ja gammaetalonkiirguse, nende 1 m kauguse kohta keskmiste energiatega $\bar{E}(\Phi)$ ja nende lühendite loetelu

Kiirgus-omadus	$\bar{E}(\Phi)$ keV	Kiirgus-omadus	$\bar{E}(\Phi)$ keV	Kiirgus-omadus	$\bar{E}(\Phi)$ keV	Kiirgus-omadus	$\bar{E}(\Phi)$ keV
L-10	9,0	N-10	8,5	W-30	22,9	H-10	8,0
L-20	17,3	N-15	12,4	W-40	29,8	H-20	13,1
L-30	26,7	N-20	16,3	W-60	44,8	H-30	19,7
L-35	30,4	N-25	20,3	W-80	56,5	H-40	25,4
L-55	47,8	N-30	24,6	W-110	79,1	H-60	38,0
L-70	60,6	N-40	33,3	W-150	104	H-80	48,8
L-100	86,8	N-60	47,9	W-200	138	H-100	57,3
L-125	109	N-80	65,2	W-250	172	H-150	78,0
L-170	149	N-100	83,3	W-300	205	H-200	99,3
L-210	185	N-120	100			H-250	122
L-240	211	N-150	118			H-280	145
		N-200	165			H-300	143
		N-250	207			H-350	167
		N-300	248			H-400	190
		N-350	288				
		N-400	328				
Radionukliidid			Suure energiaga footonite kiirgus				
Kiirgus-omadus	Radionukliid	$\bar{E}(\Phi)$ keV	Kiirgus-omadus	Reaktsioon	$\bar{E}(\Phi); \bar{E}[H(10)]^a$ MeV		
S-Cs	^{137}Cs	662	R-C	$^{12}\text{C} (p,p'\gamma) ^{12}\text{C}$	4,2; 4,4		
S-Co	^{60}Co	1250	R-F	$^{19}\text{F} (p,\alpha\gamma) ^{16}\text{O}$	4,4; 6,5		

Tabel 1 (järg)

MÄRKUS Teatmelisades A kuni C on toodud täiendavad kiirgusomadused. Need hõlmavad keskmisi footoni energiasid vahemikus 8 keV kuni 270 keV.

^a Keskmine footoni energia, mis on kaalutud ümbritseva keskkonna doosi ekvivalendi $H^*(10)$ jaotusega footoni energia E suhtes.

2 NORMIVIITED

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

ISO 2919. Radiological protection — Sealed radioactive sources — General requirements and classification

ISO 4037-2:2018. Radiological protection — X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 2: Dosimetry for radiological protection over the energy ranges 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV

ISO 4037-3. Radiological protection — X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence

ISO 29661. Reference radiation fields for radiation protection — Definitions and fundamental concepts

3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED

Dokumendi rakendamisel kasutatakse standardis ISO 29661 ning allpool esitatud termineid ja määratlusi.

ISO ja IEC hoiavad alal standardimisel kasutamiseks olevaid terminoloogiaandmebaase järgmistel aadressidel:

— ISO veebipõhine lugemisplatvorm: kättesaadav veebilehelt <https://www.iso.org/obp>;

— IEC Electropedia: kättesaadav veebilehelt <http://www.electropedia.org/>.

3.1

õhukerma doosiekvivalendiks teisendustegur (*air kerma-to-dose-equivalent conversion coefficient*)

h_K

doosiekvivalendi H ja õhukerma vabas õhus, K_a , footoni kiirgusvälja punktis, jagatis

$$h_K = \frac{H}{K_a}$$

MÄRKUS 1 Õhukerma doosiekvivalendiks teisendusteguri ühik on siivertit grei kohta ($\text{Sv} \cdot \text{Gy}^{-1}$).

MÄRKUS 2 See määratlus erineb standardi ISO 29661:2012 termini 3.2.4 määratlusest, kuna see kasutab õhukerme õhu pörkekerma asemel. Vt ka 4.1.2.

MÄRKUS 3 Õhukerma doosiekvivalendiks teisendusteguri täielik kirjeldus sisaldab doosiekvivalendi täpsustamist, nt kas ambientne doosiekvivalent, suunddoosiekvivalent või isiku doosiekvivalent. Teisendustegur h_K sõltub energiast ning $H_p(10)$, $H_p(3)$, $H_p(0,07)$, $H'(3, \vec{\Omega})$ ja $H'(0,07, \vec{\Omega})$ jaoks ka pealelangeva kiirguse nurkjaotusest. Seejuures on kasulik teisendustegurit vaadata monoenergeetiliste footonite energia E funktsioonina, $h_K(E, \alpha)$, mitme langemisnurga α korral.