

**Lahtiste kiirgusallikate kasutamine
teadusuuringutel: abiks kiirgustegevusloa
taotlejale**



Sisukord

Sissejuhatus	4
Mõisted.....	6
1. Kiirgustegevusloa taotlus	11
1.1. Kiirgustegevuse asukoht.....	11
1.2 Kiirgustegevuse põhjendamine ja iseloomustamine.....	11
2. Kiirgusallikat iseloomustavad andmed	13
5. Andmed radioaktiivsete jäätmete ja heidete käitlemise kohta tekitaja juures.....	14
5.1. Andmed radioaktiivsete jäätmete käitlemise kohta tekitaja juures	14
5.2 Andmed radioaktiivsete heidete käitlemise kohta tekitaja juures	15
6. Isikute andmed	17
6.1. Kiirgustöötajate andmed.....	17
6.1.1 Kiirgusohutusalane koolitus	17
6.2. Kiirgusohutuse spetsialisti andmed	18
7. Meetmed kiirgusohutuse tagamiseks	20
7.1. Kavandatud kollektiivsete ja isikukaitsemeetmete ja -vahendite nimistu	20
7.2 Kiirgustöötajate juhendamise ja koolituse kavad	20
7.3. Lubatud doosikiirus kiirgusallika mõjupiirkonnas ja doosikiiruse ületamisel rakendatavad meetmed	22
7.4. Ruumide ja kiirgusallika märgistus	23
7.5. Kiirgusallika asukoht ruumis, ruumide ja kasutatud materjalide kirjeldused.....	24
8. Kiirgusseire kava ja kiirgusseireks kasutatavad seadmed.....	26
8.1. Kontrolli- ja jälgimisala seire kava.....	26
8.2 Kiirgustöötajate isikudooside seire kava	26
8.4. Kasutatavate kiirgusseireseadmete iseloomustus ja mõõtühikud, seadme tüüp ja seadet iseloomustavad andmed.....	26
9. Kiirgusohutushinnang	28
10. Kiirgustööeeskiri ja võimalike avariikiirituse olukordade kirjeldus	30
10.1 Kiirgusallika kasutamise ja hoidmise eeskiri	30
Lahtiste kiirgusallikate inventuuri nõuded	32
10.2 Töökoha kiirgusseire eeskiri.....	33
10.3 Isikudosimeetrite väljaandmise, kandmise, tagastamise ja hoidmise eeskiri	35
10.4 Tegutsemise avarii või muu kiirgusohu põhjustava juhtumi korral.....	35
10.5 Radioaktiivsete jäätmete käitlemise eeskiri.....	37
Radioaktiivsete jäätmete kogumise nõuded	37

Radioaktiivsete jäätmete hoiustamise ja vabastamise põhimõtted	39
Radioaktiivsete jäätmete inventuuri nõuded.....	41
10.6 Radioaktiivsete heidete keskkonda juhtimise eeskiri	42
Erisused stsintsillatsiooni lahuse puhul	43
12. Kiirgusohutuse kvaliteedijuhtimise süsteem.....	44
Lisa 1. Kiirgustegevusloa taotlus	46
Lisa 2. Lahtist kiirgusallikat iseloomustavad andmed	47
Lisa 3. Andmed radioaktiivsete jäätmete käitlemise kohta tekitaja juures (Tabeli 5.1 täitmise juhised).....	48
Lisa 4. Andmed radioaktiivsete heidete käitlemise kohta tekitaja juures (Tabeli 5.2 täitmise juhised).....	50
Lisa 5. Kiirgusallikate füüsilised omadused.....	51
Lisa 6. Täiendavad radionukliidist tulenevad ohutusmeetmed	53
H-3 ühendid	53
C-14 ühendid	53
P-32 ühendid.....	54
P-33 ühendid.....	54
S-35 ühendid.....	55
Lisa 7. Doosipiirangu näidis.....	56
Lisa 8. Kiirgustöötajate isikuseire kava näidis.....	56
Lisa 9. Käsi-mõõteseadmete tehnilised parameetrid.....	57
Lisa 10. Näpunäiteid mõõtmiste läbiviimiseks käsi-mõõteseadmete kasutamiseks	58
Üldised põhimõtted.....	58
Soovitusi mõõtmiste läbi viimiseks	60
Tritium (H-3).....	60
Süsinik-14 (C-14)	60
Fosfor-32 (P-32)	60
Fosfor-33 (P-33)	61
Väävel-35 (S-35)	61
Lisa 11. Soovitused kiirgusohutushinnangu koostamiseks	62
Kasutatud kirjandus.....	64

Sissejuhatus

Eestis kasutatakse teadustegevuses lahtiseid kiirgusallikad: radionukliide tritium (H-3), süsinik-14 (C-14), fosfor-32 (P-32), fosfor-33 (P-33) ja väävel-35 (S-35) sisaldavaid lahuseid, mis on kõik beeta-kiirgajaid. Levinumad uuringusuunad on DNA ja RNA sondide süntees ja sekveneerimine, valkude, peptiidide ja RNA radioaktiivne *in vivo* ja *in vitro* märgistamine, valkudele radioaktiivsete ligandide sidumine, ensüümide aktiivsuse mõõtmine, rakkude füsioloogiliste aktiivsuste mõõtmine jms.

Lahtiste kiirgusallikate kasutamiseks on Eestis üldjuhul vajalik kiirgustegevusloa olemasolu, mis annab isikule õiguse läbi viia kiirgustegevust. Kiirgustegevuse alustamine või tegutsemine kiirgustegevusluba nõudval kiirgustööl ilma kiirgustegevusloata on keelatud.

Käesolev juhendmaterjal on mõeldud abiks kiirgustegevusloa taotlemisel teadusasutustele, kes planeerivad kasutama hakata või kasutavad ülaltoodud lahtiseid kiirgusallikaid.

Juhendi eesmärk on kirjeldada ohte ja iseärasusi, mis võivad kaasneda lahtiste kiirgusallikate kasutamisega teadusuuringutes ning olla abiks kiirgustegevusloa taotluse koostamisel. Juhend tugineb õigusaktidele, standarditele ja rahvusvahelistele soovitudele. Juhend koosneb 9 peatükist ja 11 lisast.

Kiirgustegevusloa taotluste menetlemine ja kiirgustegevuslubade väljastamine toimub digitaalselt läbi Keskkonnaameti keskkonnaotsuste infosüsteemi KOTKAS (edaspidi kui *infosüsteem KOTKAS*) ning juhendi lihtsamaks järgimiseks on kasutatud infosüsteemis KOTKAS esitatud taotluse vormide punktide järjestust.

Juhendis on käsitletud järgnevad teemad:

1. Kiirgustegevusloa taotlus
 - 1.1 kiirgustegevuse asukoht
 - 1.2 kiirgustegevuse põhjendamine ja iseloomustamine
2. Kiirgusallikat iseloomustavad andmed
 - 2.3 Lahtist kiirgusallikat iseloomustavad andmed
5. Andmed radioaktiivsete jäätmete ja heidete käitlemise kohta tekitaja juures
 - 5.1 andmed radioaktiivsete jäätmete käitlemise kohta tekitaja juures
 - 5.2 andmed radioaktiivsete heidete käitlemise kohta tekitaja juures
6. Isikute andmed

- 6.1 kiirgustöötajate andmed
- 6.2 kiirgusohutuse spetsialisti andmed
- 7. Meetmed kiirgusohutuse tagamiseks;
- 8. Kiirgusseire kava ja kiirgusseireks kasutatavad seadmed
 - 8.1 kontrolli- ja jälgimisala seire kava
 - 8.2 kiirgustöötajate isikudooside seire kava
 - 8.4 kasutatavate kiirgusseireseadmete iseloomustus ja mõõtühikud, seadme tüüp ja seadet iseloomustavad andmed;
- 9. Kiirgusohutushinnang;
- 10. Kiirgustööeeskiri;
- 11. Kiirgusohutuse kvaliteedijuhtimise süsteem.

Juhend ei hõlma Eestis mitte kasutatavate ning tahkete lahtiste kiirgusallikate kasutust teadusuuringutel.

Mõisted

Aktiivsus- radionukliidi radioaktiivsust kui nähtust iseloomustav füüsikaline suurus, mis on võrdne antud ainehulgas toimuvate tuumamuundumiste (ehk tuumasiirete ehk tuumalagunemiste) arvuga ajaühikus; SI-süsteemi ühik on bekerell (Bq), $1 \text{ Bq} = 1$ lagunemine sekundis; mitte-SI-ühik on kürri (Ci), $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10}$ (Bq) lagunemist sekundis; radionukliidi aktiivsus langeb ajas eksponentsiaalselt sõltuvalt radionukliidi poolestusajast.

ALARA (as Low as Reasonably Achievable)- põhimõte kiirguskaitstes, mille kohaselt tuleb hoida kokkupuude ioniseeriva kiirgusega nii madal kui see on mõistlikult saavutatav, võttes arvesse majanduslikke ja sotsiaalseid tegureid.

CPS (counts per second), s^{-1} - radioaktiivsel lagunemisel eralduvate osakeste loenduri poolt loendatud impulsside sageduse mõõtühik. Ei ole otseselt seotud ühegi radionukliidi aktiivsusega (radioaktiivsete lagunemiste arv ajaühikus, mida mõõdetakse bekerellides), näidates vaid mõõteriista poolt registreeritud impulsside sagedust (mis võib olla määratud mitme erineva radionukliidi lagunemisega).

Dekontaminatsioon- tegevused radioaktiivse aine vähendamiseks või eemaldamiseks saastunud struktuuridelt, objektidelt, alalt või isikult.

Desoksüribonukleiinhape ehk **DNA-** enamikes elusorganismides pärilikku informatsiooni säilitav aine, keemiliselt desoksüriboosist, lämmastikalustest ja fosforhappe jääkidest koosnev polümeer.

Deterministlik toime- ioniseeriva kiirguse toime, mis esineb küllalt suurte doosidel (üle 2 Gy) ja doosikiirustel, ja mille toime (nt erüteem) avaldub teatud lävidoosist kõrgematel doosidel, kusjuures selle toime raskusaste kasvab doosi kasvades.

Efektiivdoos- Efektiivdoos on doosi suurus, mis arvutatakse ekvivalentdooside kaalutud liitmisel. See väljendab kogu inimkeha saadavat kiirgusdoosi. Efektiivdoosi mõõtühikuks on siivert (Sv).

Efektiivsus- näitab suhet mitu ioniseeriva kiirguse osakest registreeritakse ühe tuumalagunemise kohta.

Ekvivalentdoos- ekvivalentdoos väljendab ioniseeriva kiirguse poolt koele tekitatud kahju. See leitakse neeldunud doosi korrutamisel faktoriga, mis võtab arvesse viisi, kuidas kiirgus koele

energiat üle annab. Viimane lähenemine lubab hinnata kiirguse võimet põhjustada bioloogilisi kahjustusi. Ühik on siivert (Sv).

Geiger-Mülleri detektor- gaastäitega suure gaasvõimendusteguriga kiirgusdetektor (ioonkamber), mille elektrodidele on rakendatud nii suur pinge, et tekib ionisatsioonide laviin, mille puhul väljundimpulss ei sõltu enam pealelangeva osakese energiast.

Individuaalne tunnusnumber- number, mille alusel on võimalik identifitseerida radioaktiivsete ainete/jäätmete konteiner. Individuaalne tunnusnumber peab olema kergelt märgatav ning kantud radioaktiivsete ainete/jäätmete konteinerile kulumis- ja rikkumiskindlalt. Kiirgustegevusloa omaja peab pidama arvestust konteinerite üle nende individuaalsete tunnusnumbrite alusel.

In vivo (ladina keeles) tähendab „elusas“- protsess või katse, mis toimub (korraldatakse) elavas organismis või rakus.

In vitro (ladina keeles) tähendab "klaasis"- bioloogilise protsessi teostamine katseklaasis kunstlikult loodud ja kindlalt määratletud tingimustes.

Jälgimisala- ala kiirgusallika mõjupiirkonnas, mis piirneb kontrolliala või kiirgusallikaga ja kus aastane kiirgusdoos võib ületada 1 mSv.

Kalibreerimine- protseduur, mille käigus hinnatakse kalibreeritava mõõteriista näidu ja etalonmõõteriista näidu vastavust.

Kiirgusohutuse spetsialist- asjaomase kiirgustegevusega seotud kiirguskaitse küsimustes tehniliselt pädev isik, kelle kiirgustegevusloa omaja võib määrata kiirgusohutusnõuete täitmise korraldajaks ettevõttes.

Kiirgustöötaja- kiirgustegevusloa omajaga töö- või teenistussuhtes olev isik, sealhulgas välistöötaja, kes saab tööl käesoleva seadusega reguleeritud kiirgustegevuse käigus kiiritust ja kelle saadud kiirgusdoos ületab või võib ületada elanikule kehtestatud doosi piirmäärasid. Antud juhul on oluline juhtida tähelepanu, et isiku kiirgustegevuses saadav kiirgusdoos võib ületada, aga tingimata ei pea ületama elanikule kehtestatud doosi piirmäärasid.

Jäätmete konteiner- konteiner, millesse kogutakse radioaktiivsed jäätmed. Jäätmete konteiner on radioaktiivsete jäätmete hoiustamise süsteemi osa, mis välistab radioaktiivsete jäätmete leviku ümbritsevasse keskkonda.

Jäätmete pakend- jäätmekonteineri sisse paigutatud läbipaistvast plastikust kott.

Kontrolliala- ala, kus kiirgustöötaja aastane efektiivdoos võib ületada 6 mSv, aastane ekvivalentdoos silmadele võib ületada 15 mSv või aastane ekvivalentdoos kätele, sõrmedele või nahale võib ületada 50 mSv.

Lahtine kiirgusallikas- üht või enam kiirgusohutuse seisukohalt olulist radionukliidi sisaldav aine ilma selle osaks oleva kapslita, mis välistaks normaalsel kasutamisel lekked. Antud juhendi käsitluses on lahtised kiirgusallikad vedelal kujul kasutatavad ained.

Lenduvad radioaktiivsed ained- radioaktiivsed ained, mis aurustuvad kergesti toatemperatuuril või toatemperatuurile lähedastel temperatuuridel.

Neeldumiskoos- inimkeha koe või elundi keskmine doos neeldunud ioniseeriva kiirguse energia aine massiühiku kohta. SI süsteemi ühik grei (Gy) – 1 J/kg.

Radioaktiivne saastumine- radioaktiivsete ainete tahtmatu või soovimatu esinemine pinnal või tahkete ainete, vedelike või gaaside sees. Lahtine saaste on eemaldatav kasutades imavast materjalist lappe ja dekontamineerimisvedelikku. Kinnine saaste on eemaldatav vaid saastunud pinda koos radioaktiivse ainega mehaaniliselt eemaldades nt. lihvimine, piikimine vms.

Poolestusaeg- ajavahemik, mille jooksul radioaktiivse lagunemise protsessis muundub pool algselt olemasolevatest radionukliididest.

Radioaktiivne aine- üht või enam radionukliidi sisaldav aine.

Radioaktiivsed jäätmed- radioaktiivseid aineid sisaldavad või nendega saastunud ained või esemed, mida tulevikus ei kavatseta kasutada ning mille aktiivsus või aktiivsuskontsentratsioon on suurem kiirgusseaduse alusel kehtestatud vabastamistasemetest.

Radioaktiivsete jäätmete klassifikatsioon- radioaktiivsete jäätmete liigitus sõltuvalt jäätmetes sisalduvate radionukliidide aktiivsusest ja aktiivsuskontsentratsioonist, poolestusajast, kiirguse liigist, radioaktiivsel lagunemisel tekkivast soojuse hulgast.

Lühiealised alla 100-päevase poolestusajaga radionukliide sisaldavad radioaktiivsed jäätmed (nt P-32, P-33 ja S-35)- radioaktiivsed jäätmed, mis sisaldavad alla 100-päevase poolestusajaga radionukliide ja mis lagunevad allapoole kiirgusseaduse alusel kehtestatud vabastamistasemeid kuni viie aasta jooksul. Lühiaegseid radioaktiivseid jäätmeid ladustatakse radioaktiivsete jäätmete hoiuruumis või vaheladustuskohas.

Madal- ja keskaktiivsed lühiealised radioaktiivsed jäätmed (nt H-3)- radioaktiivsed jäätmed, mis sisaldavad alla 30-aastase poolestusajaga beeta- ja gammakiirgajaid ning piiratud

koguses pikaealisi alfakiirgajaid (mitte rohkem kui 4000 Bq/g ühes jäätmepakendis ja mitte rohkem kui keskmiselt 400 Bq/g kogu jäätmete hulga kohta). Madal- ja keskaktiivseid lühiealisi radioaktiivsed jäätmeid ladustatakse vahe- või lõpladustuskohas.

Madal- ja keskaktiivsed pikaealised radioaktiivsed jäätmed (nt C-14)- radioaktiivsed jäätmed, mis sisaldavad pikema kui 30-aastase poolestusajaga radionukliide ja mille eriaktiivsus on suurem kui madal- ja keskaktiivsetel lühiealistel radioaktiivsetel jäätmetel ning mille radioaktiivsel lagunemisel tekkiv soojuse hulk on väiksem kui 2 kW/m³.

Radioaktiivselt saastunud esemed- radionukliidiga saastunud esemed, mida kavatakse tulevikus korduvkasutada.

Radioaktiivsete jäätmete käitlemine- radioaktiivsete jäätmete eeltöötlemine, töötlemine, konditsioneerimine, vedu käitluskohas, hoidmine, dekomissioneerimine, vahe- või lõpladustamine ja radioaktiivsete jäätmetega seotud muu tegevus.

Radioaktiivsete jäätmete hoiuruum- kiirgustegevusloaga kehtestatud nõuetele vastav ruum radioaktiivsete jäätmete kogumiseks, hoidmiseks, eeltöötlemiseks või pakendamiseks radioaktiivsete jäätmete tekitaja juures.

Vabastatud radioaktiivsed jäätmed- kiirgustegevuse käigus tekkivad radioaktiivsed jäätmed, mille aktiivsus või aktiivsuskontsentratsioon on väiksem kui kehtestatud vabastamistasemed või väljaarvamistasemed. Vabastatud radioaktiivsete jäätmete ladustamist ei piirata pärast vabastamist ja neid käideldakse vastavalt jäätmeseadusele.

Radioaktiivsed heited- vedelas või gaasilises olekus radioaktiivsed ained, mis vabanevad kiirgustegevuse käigus ja mis juhitakse hajutamise eesmärgil keskkonda.

Radionukliid- aatom, millel on kindla aatommassi ja aatomnumbriga iseloomustatud radioaktiivselt lagunev tuum.

Ribonukleiinhape ehk **RNA-** bioloogiline makromolekul ehk biopolümeer. RNA osaleb mitmetes eluks vajalikes protsessides, näiteks geenide kodeerimisel ja dekodeerimisel, geenide regulatsioonis ja ekspressioonis. RNA on üheaahelaline polünukleotiidide jada, mis on omavahel seotud fosfodiestersidemetega.

Stohhastiline mõju- pahaloomuline haigus või pärilik efekt, mille tekke tõenäosus, aga mitte raskus, on läviväärtuseta funktsioon doosist.

Stsintillatsioonidetektor- stsintillaatormaterjaliga kiirgusdetektor, mille materjal muundab ioniseeriva kiirguse valguseks ning mille intensiivsust mõõdetakse tavaliselt fotokordistiga. Väljundimpulsi kõrgus sõltub pealelangeva ioniseeriva kiirguse osakese energiast.

Stsintsillatsiooni vedelik- vedelad lahused ühest või mitmest orgaanilisest stsintillaatori orgaanilisest lahusest.

Termoluminestsentsdosimeeter (TLD)- termoluminestsentsefektil põhinev passiivne dosimeeter, mida kasutatakse kiirgustöötajate isikuseires.

Vabastamistase- radioaktiivse aine aktiivsuse või aktiivsuskontsentratsiooni väärtus, millega võrdselt või millest väiksema väärtuse korral võib kiirgustegevusluba nõudva kiirgustegevuse käigus tekkivad radioaktiivsed ained või radioaktiivseid aineid sisaldavad materjale vabastada kiirgusseaduse nõuete kohaldamisest.

Väljaarvamistase- radioaktiivse aine aktiivsuse või aktiivsuskontsentratsiooni väärtus, millest väiksema väärtuse korral kiirgustegevusluba ei nõuta.

1. Kiirgustegevusloa taotlus

Kiirgustegevusloa taotluse esimeses punktis täidetakse infosüsteemis KOTKAS vorm „Kiirgustegevusloa taotlus,“ kuhu lisatakse tegevusloa taotleja üldandmed. Vormi täitmiseks on abiks juhendi [lisa 1](#). Lisaks tuleb siin punkti all esitada andmed kiirgustegevuse asukoha kohta ning lisada kiirgustegevuse asukoha plaan(id) ja teave (põhjendus ja iseloomustus) kiirgustegevuse kohta.

1.1. Kiirgustegevuse asukoht

Taotlusega esitatakse kiirgusallikate asukohaks olevate ruumide plaanid, mis peavad vastama allpool toodud kriteeriumitele:

- plaan ei tohi olla väiksemas mõõtkavas kui 1:100;
- plaanile peavad olema kantud kõik ruumid, kus asuvad kiirgusallikad ja kiirgusallikatega külgnevad ruumid ning märgitud nende ruumide kasutamise otstarve;
- plaanile on märgitud ruumi suurus (m²);
- plaanile tuleb lisada instituudi nimi, korrus, aadress ja plaani mõõtkava.

1.2 Kiirgustegevuse põhjendamine ja iseloomustamine

Kiirguse kasutamist teadustegevuses peetakse rahvusvaheliselt oluliseks alternatiivsete võimaluste kalliduse ja väiksema tundlikkuse tõttu. Radionukliididega märgistamine on oma lihtsuse, odavuse, paindlikkuse ja täpsuse tõttu kasutusel enamikes teadusliku uurimistööga tegelevates molekulaarbioloogia ja biokeemia laboratooriumites üle maailma.

Kiirgustegevuse põhjendamise ja iseloomustamise punkti all selgitatakse, milliseid lahtiseid kiirgusallikaid kasutatakse, miks on nende kasutamine vajalik ja milliseid uuringuid planeeritakse läbi viima hakata. Nimetatud andmed esitatakse iga radionukliidi kohta eraldi.

Võimalusel lisatakse lahtiste kiirgusallikatega läbiviidavate uuringute üldkirjeldus (uurimisteema, uuringu planeerimine ja teostamine, optimeerimine). Esitatakse kiirgustöö alustamise, töö läbi viimise protsessi ja töö lõpetamise etapid.

Kasutatavat tehnoloogiat ja seadmeid iseloomustavate andmete alla lisatakse kasutatavate abiseadmete nimetused (nt. tõmbekapid, eppendorfid, tsentrifuugid, ahjud, termostaadid, külmkapid, vedeliktsintsillatsiooni detektor jms) ja tehnoloogia kirjeldus.

2. Kiirgusallikat iseloomustavad andmed

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis täidetakse infosüsteemis KOTKAS vorm 2.3 „Lahtist kiirgusallikat iseloomustavad andmed.“ Vormi täitmiseks on abiks juhendi [lisas 2](#) toodud näide.

Lahtist kiirgusallikat iseloomustavate andmete tabelisse kantakse andmed radionukliidi kaupa ning esitatakse (kui see on asjakohane) kokkuvõtvad andmed eelmise loa perioodi jooksul sisse toodud radionukliidide kohta.

5. Andmed radioaktiivsete jäätmete ja heidete käitlemise kohta tekitaja juures

Lahtiste kiirgusallikate kasutamisega kaasneb paratamatult ka radioaktiivsete jäätmete ja heidete teke, mida on vaja nõuetekohaselt eeltöödelda ja ladustada. Radioaktiivseid jäätmeid tuleb ladustada kas selleks, et nad laguneksid allapoole vabastamistasemeid või piisava koguse kogumiseks, et anda jäätmed üle radioaktiivsete jäätmete käitlejale või vabastada kiirgusseaduse nõuete täitmise alt.

5.1. Andmed radioaktiivsete jäätmete käitlemise kohta tekitaja juures

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis täidetakse infosüsteemis KOTKAS vorm 5.1 „Andmed radioaktiivsete jäätmete käitlemise kohta tekitaja juures.“ Vormi täitmiseks on abiks juhendi [lisa 3](#) toodud näide.

Tabelisse lisatakse kõik radionukliidid nende liigi järgi vastavalt tabelis 1 toodule.

Tabel 1. Radioaktiivsete jäätmete liigid¹

Liik	Radioaktiivsete jäätmete kirjeldus	Ladustuskoha liik antud juhendi raames
Vabastatud jäätmed	Kiirgustegevuse käigus tekkivad jäätmed, mille aktiivsus, eriaktiivsus või pinderiaktiivsus on väiksem kui vabastamistasemed	Käideldakse vastavalt jäätmeseadusele
Lühiealised radioaktiivsed jäätmed (nt. P-32, P-33, S-35)	Radioaktiivsed jäätmed, mis sisaldavad alla 100-päevase poolestusajaga radionukliide ja mis lagunevad allapoole	Radioaktiivsete jäätmete hoiuruum

¹ Keskkonnaministri 01.11.2016 määrus nr 34 „Radioaktiivsete jäätmete klassifikatsioon, registreerimise, käitlemise ja üleandmise nõuded ning radioaktiivsete jäätmete pakendi vastavusnäitajad“ (edaspidi kui määrus nr 34) [lisa 1](#)

	vabastamistasemeid kuni 5 aasta jooksul	
Madal- ja keskaktiivsed lühiealised radioaktiivsed jäätmed (nt H-3)	Radioaktiivsed jäätmed, mis sisaldavad alla 30-aastase poolestusajaga beetakiirgajaid	Vaheladustuskoht
Madal- ja keskaktiivsed pikaealised radioaktiivsed jäätmed (nt C-14)	Radioaktiivsed jäätmed, mis sisaldavad pikema kui 30-aastase poolestusajaga radionukliide.	Vaheladustuskoht

Täpsemad juhised esitatakse [radioaktiivsete jäätmete käitlemise eeskirjaga](#).

5.2 Andmed radioaktiivsete heidete käitlemise kohta tekitaja juures

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis täidetakse infosüsteemis KOTKAS vorm 5.2 „Andmed radioaktiivsete heidete käitlemise kohta tekitaja juures.“ Vormi täitmiseks on abiks juhendi [lisas 4](#) toodud näide.

Juhul, kui tegemist on korduva kiirgustegevusloa taotlusega, lisatakse tabeli juurde andmed eelmise loa perioodi jooksul käideldud heidete kohta.

Tabelit täites tuleb arvesse võtta, et ei ületataks ühest kiirgustegevuskohast aasta jooksul keskkonda juhtida lubatud radioaktiivseid aineid sisaldavate vedelate heidete vabastamistasemed, mis on teaduses kasutatavate radionukliidide puhul toodud tabelis 2.

Tabel 2. Ühest kiirgustegevuskohast aasta jooksul keskkonda juhtida lubatud radioaktiivseid aineid sisaldavate vedelate heidete vabastamistasemed²

Radionukliid	Vedelikud
H-3	1 TBq/aastas

² Keskkonnaministri 25.08.2021 määrus nr 40 „[Kiirgustegevuses kasutatavate või tekkivate radioaktiivsete ainete väljaarvamise ja vabastamise tingimused ning väljaarvamise ja vabastamise taotlusele esitatavad nõuded](#)“ (edapidi kui määrus nr 40)

C-14	10 GBq/aastas
P-32	1 MBq/aastas
S-35	1 GBq/aastas

Täpsemad juhised esitatakse radioaktiivsete heidete keskkonda juhtimise eeskirjaga.

6. Isikute andmed

6.1. Kiirgustöötajate andmed

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis täidetakse infosüsteemis KOTKAS vorm 6.1. „Kiirgustöötajate andmed“ esitades kiirgustöötajate kohta järgnevad andmed: ees- ja perekonnanimi, sugu, isikukood (või sünniaeg), ametikoht (nt teadur, doktorant vms), kiirgustööle asumise aasta, kiirgustöötaja kategooria. Tabeli juurde tuleb lisada kõigi tabelisse kantud kiirgustöötajate kiirgusohutusosalase esmase või täiendkoolituse läbimist tõendavad dokumendid.

Kiirgustöötajate nimekirja lisatakse kiirgustöötajad, kes viibivad uuringute tegemise ajal kontrolli- ja jälgimisalal ning viivad läbi kiirgustegevust. Kiirgustöötajad liigitatakse A- ja B-kategooria kiirgustöötajateks lähtudes kiirgusseaduses kehtestatud kiirgustöötajate efektiiv- ja ekvivalentdoosi piirmääradest. Võttes arvesse saadavaid kiirgusdoose on lahtiste kiirgusallikate kasutajad/kiirgustöötajad liigitatud B-kategooria kiirgustöötajateks.

Lisaks üldistele kiirgustöötaja andmetele esitatakse kiirgustegevusloa taotluse lisadena andmed kiirgustöötaja kiirgusohutusosalase koolituse läbimise kohta koos vastava tunnistuse koopiaga.

Juhul, kui kiirgustegevuse läbiviimisesse planeeritakse kaasata ka tudengeid, siis tuleb vastav info ka taotlusega esitada ning enne kiirgustööle asumist peavad tudengid saama koolituse ja juhendamise. Samuti tuleb tagada nende isikudooside seire.

6.1.1 Kiirgusohutusosalane koolitus

Kiirgustegevusloa taotlusega esitatakse kiirgustöötajate kiirgusohutusosalase koolituse läbimist tõendavad dokumendid või ajakavad koolituse läbimise kohta (sh ajakava, millal esitatakse tunnistused Keskkonnaametile). Korduva kiirgustegevusloa taotlemisel esitatakse andmed kiirgusohutusosalaste koolituste kohta. Kui taotlusega esitatakse andmed muus riigis läbitud kiirgusohutusosalase koolituse kohta, tuleb juurde lisada informatsioon koolituse sisu, mahu ja selle vastavuse osas Keskkonnaministri 24.11.2016 määrusega nr 57 „Kiirgustöötaja ja kiirgusohutuse spetsialisti kiirgusohutusosalase koolitamise nõuded“ (edaspidi kui [määrus nr 57](#)) nõuetele.

Täpsemad koolituste nõuded ja sagedused on kirjeldatud [kiirgusohutuse meetmete](#) peatükis.

6.2. Kiirgusohutuse spetsialisti andmed

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis täidetakse infosüsteemis KOTKAS vorm 6.2 „Kiirgusohutuse spetsialisti andmed.“

Tabeli juurde tuleb lisada:

- koopia kiirgusohutuse spetsialisti ametijuhendist;
- koopia kiirgusohutuse spetsialisti ametisse määramise otsusest;
- kiirgusohutuse spetsialisti kiirgusohutusala koolituse tunnistuse koopia või koolituse läbimise ajakava.

Kiirgusohutuse spetsialist on asjaomase kiirgustegevusega seotud kiirguskaitse küsimustes tehniliselt pädev isik, kelle kiirgustegevusloa omaja võib määrata kiirgusohutusnõuete täitmise korraldajaks ettevõttes. Juhul, kui kiirgustegevusloa omajal on rohkem kui 10 kiirgustöötajat, on kiirgusohutuse spetsialisti määramine kohustuslik.

Kiirgusohutuse spetsialisti ametijuhendi alusel võib kiirgusohutuse spetsialist täita järgmiseid tööülesandeid:

- 1) tagada, et kiirgustöid tehakse kiirgustööeeskirjas ettenähtud nõuete kohaselt;
- 2) kontrollida töökoha seire kava rakendamist;
- 3) säilitada kõiki kiirgusallikaid käsitlevaid asjakohaseid andmeid;
- 4) kontrollida kiirgustöötaja isikudooside seire kava rakendamist;
- 5) tutvustada uutele töötajatele kiirgustööeeskirju ja -juhendeid;
- 6) koostada kiirgustegevusega seotud tööplaane või osaleda nende koostamisel;
- 7) esitada juhtkonnale aruandeid;
- 8) osaleda avariikiirituse olukorra ennetamises ja sellele reageerimiseks valmisoleku korraldamises;
- 9) juhendada kiirgustöötajaid ja korraldada nende koolitust;
- 10) esitada kiirgustegevusloa taotluseid ja aruandeid läbi infosüsteemis KOTKAS.

Ametisse määramise otsus on käskkiri või kinnituskiri, mis tõendab kiirgusohutuse spetsialisti määramist. Ametijuhend peab sisaldama kiirgusohutuse spetsialisti kohustusi ja vastutust

seoses kiirgusohutuse tagamisega. Kiirgusohutuse spetsialisti võimalikud tööülesanded on loetletud eelnevas lõigus.

Kiirgusohutuse spetsialisti kiirgusohutusalase koolituse nõuded on selgitatud kiirgusohutuse meetmete peatükis ning määruses nr 57 ja *kiirgusohutuse meetmete peatükis*.

7. Meetmed kiirgusohutuse tagamiseks

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis täidetakse infosüsteemis KOTKAS järgnevad kiirgusohutuse tagamise meetmete punktid:

- kavandatud kollektiivsete ja isikukaitsemeetmete ja -vahendite nimistu;
- kiirgustöötaja aastase ekvivalent- või efektiivdoosi ja elaniku efektiivdoosi piirangud;
- kiirgustöötajate juhendamise ja koolituse kavad;
- lubatud radioaktiivse saastumise tasemed lahtise kiirgusallika kasutamisel;
- ruumide ja kiirgusallika märgistuse andmed;
- kiirgusallika (lahtise kiirgusallika hoidmise ja kasutamise kohad) asukoht ruumis, ruumide ja kasutatud materjalide kirjeldused.

Kiirgusohutusmeetmete kirjelduse all tuleb lähtuda [lisas 5](#) toodud radionukliidide füüsikalistest omadustest ning [lisas 6](#) toodud täiendavate lisameetmete kirjeldusest.

7.1. Kavandatud kollektiivsete ja isikukaitsemeetmete ja -vahendite nimistu

Kiirgustegevusloa taotledes, tuleb välja tuua kollektiivsete ja isikukaitsemeetmete ning -vahendite nimistu kohta järgnev informatsioon:

- kollektiivsed käitumisreeglid ruumides, kus asuvad lahtised kiirgusallikad;
- kollektiivsete ja isikukaitsevahendite nimekiri;
- dekontaminatsioonikomplekti kuuluvate esemete nimistu.

7.2 Kiirgustöötajate juhendamise ja koolituse kavad

Kiirgustöötajate juhendamine

Kõik kiirgustöötajad ja kiirgusohutuse spetsialist peavad olema määruses nr 57 toodud nõuetele vastavalt kiirgusohutusalaselt koolitatud.

Juhendamine on kiirgustöötaja teavitamine tervisele ohutu töökeskkonna ja seadmete ohutu kasutamise tagamiseks. Kiirgustöötajate juhendamise eeskirja kinnitab kiirgustegevusloa

omaja. Kiirgustegevusloa taotlusega lisatakse info kiirgustöötajate korduva juhendamise sageduse kohta.

Esmane ja täiendav kiirgusohutusosalane koolitus

Kiirgustöötaja kiirgusohutusosalane koolitamine toimub esmase- ja täienduskoolituse korras.

Esmane kiirgusohutusosalane koolitus on kiirguskaitse põhialuseid käsitlev koolitus, mille kiirgustöötaja või kiirgusohutuse spetsialist läbib kuue kuu jooksul alates tööle asumisest.

Täienduskoolitus on perioodiline koolitus kiirgustöötajate ja kiirgusohutuse spetsialistide kiirgusohutusosalaste teadmiste ja oskuste suurendamiseks. Kiirgustegevusloa omaja korraldab kiirgustöötajate ja kiirgusohutuse spetsialistide osalemise täienduskoolitustel ja täienduskoolituste finantseerimise vähemalt üks kord viie aasta jooksul.

Esmaseid koolitusi ja täienduskoolitusi viib läbi kiirgustöötajatele vähemalt kolmeaastase kiirgusohutuse valdkonnas töötamise kogemusega spetsialist (nt kolmeaastase töökogemusega kiirgusohutusespetsialist) või kehtivat tunnistust omav kiirgusekspert. Koolitusi kiirgusohutuse spetsialistidele viib läbi kehtivat tunnistust omav kiirgusekspert.

Kiirgustöötajate esmane kiirgusohutusosalane koolitus on 4-tunnine kiirguskaitse põhialuseid käsitlev koolitus, mille kiirgustöötaja läbib kuue kuu jooksul alates tööle asumisest. Esmane koolitus kiirgustöötajatele sisaldab vähemalt järgmist temaatikat:

- 1) ioniseeriva kiirguse olemus, kiirguse liigid ja kiirgurisk;
- 2) kiirguse mõõtmine ja mõõtühikud;
- 3) kiirgusohutuse alused;
- 4) isikukaitsevahendid, ohutussüsteemid, ohumärgised ja ohumärguanded;
- 5) tegutsemine avariilukorras.

Kiirgustöötaja perioodiline täienduskoolitus sisaldab vähemalt neljatunnist loengu- ja praktiliste tööde kursust, mis hõlmab vähemalt:

- 1) kiirgusohutuse aluseid;
- 2) isikukaitsevahendeid;
- 3) ohutussüsteeme, ohumärgiseid ja ohumärguandeid;

4) tegutsemist avariolukorras.

Esmane koolitus kiirgusohutuse spetsialistidele koosneb vähemalt 40-tunnisest loengu- ja praktiliste tööde kursusest ja hõlmab vähemalt järgmisi teemasid:

- 1) sissejuhatus kiirgusfüüsikasse ja dosimeetriasse;
- 2) sissejuhatus kiirgusbioloogiasse;
- 3) ioniseeriva kiirguse detektorid ja mõõtemetodid;
- 4) kiirgusohutuse õiguslikud alused;
- 5) kiirgusohutuse põhimõtted, doosipiirmäärad, kiirguskaitse tehnilised vahendid, kiirgusohutuse taristu;
- 6) avariid ja avariivalmidus;
- 7) radioaktiivsete jäätmete käitlemine;
- 8) harjutused.

Kiirgusohutusosalase koolituse tunnistuste nõuded on esitatud määruses nr 57.

Juhul, kui kõik kiirgustöötajad ei ole saanud koolitust, tuleb esitada esmase või täiendava koolituse toimumise ajakava.

7.3. Kiirgustöötaja aastase ekvivalent- või efektiivdoosi ja elaniku efektiivdoosi piirangud

Määratakse kiirgusohutushinnangu alusel, ning sõltub kiirgustegevuse mahust, kestvusest ning kasutatavast kiirgusallikast. Mõõduka ohuga kiirgustegevuse puhul esitab kiirgustegevusloa taotleja kiirgustöötaja aastase ekvivalent- või efektiivdoosi doosipiirangud kavandatud kiirgustegevuse korral normaalsetes töötingimustes. Doosipiirang on ettevõtte poolt seatud piirang kiirgustööl saadavatele kiirgusdoosidele normaalsete töötingimuste korral, selleks et tagada ning optimeerida kiirgustöötajate saadavaid kiirgusdoose ning kindlustada asjaolu, et seadusega rakendatud doosipiirmäär sei saaks ületatud. Doosipiirangut saab kiirgustegevusloa omaja vastavalt edaspidi korrigeerida ning ületamisel võtta kasutusse parandusmeetmed. Piirangu seadmisel lähtutakse kiirgusohutushinnangus toodud aastasest kiirgustöötaja efektiivdoosist ja isikuseire (isikudosimeetri (TLD)) tulemustest.

Nimetatud punkti täitmisel võib järgida [lisas 7](#) toodud näidist.

7.4. Ruumide ja kiirgusallika märgistus

Kiirgustegevusluba taotledes tuleb välja tuua ruumide ja kiirgusallika märgistuse kohta informatsioon, millised ruumid ja seadmed on tähistatud kiirgusohumärgisega.

Kiirgusohumärgis kinnitatakse kiirgusallika asukohaks oleva ruumi uksele ja kiirgusallika konteinerile. Lisaks tuleb kiirgusohumärgisega tähistada kõik alad, kus käideldakse/hoitakse lahtisi kiirgusallikaid või radioaktiivseid jäätmeid. Enne radioaktiivsete jäätmete/kiirgusallika vabastamist kiirgusseaduse nõuete kohaldamisest tuleb kiirgusohumärgised konteineritelt eemaldada või kustutada.

Ioniseeriva kiirguse eest hoiatav kiirgusohumärgise taustavärv on kollane (ISO 361, *Basic ionizing radiation symbol*), selgitav tekst ja kolmikleht on musta värvi. Märgisele võib lisada selgitava teksti, mis peab samuti olema kollasel taustal ja musta värvi (vaata näidist joonisel 1).



Joonis 1. Kiirgusohumärgis ³

Kiirgustegevusloa omaja tagab märgistuse püsiva loetavuse. Kiirgusohumärgise suurus valitakse selliselt, et see oleks hästi märgatav ja lisatud tekst kergesti loetav.

³ Keskkonnaministri 16.11.2016 määruse nr 52 „Kiirgusallika asukohaks olevate ruumide nõuded, ruumide ja kiirgusallika märgistamise nõuded, radioaktiivsete kiirgusallikate kategooriad ning radionukliidide aktiivsustasemed“ (edaspidi kui määrus nr 52) [lisa 2](#)

7.5. Kiirgusallika asukoht ruumis, ruumide ja kasutatud materjalide kirjeldused

Kiirgustegevuse asukoha kirjelduse punktis esitatakse järgnevad andmed kiirgusallika asukoha kohta:

- kiirgusallikate ja jäätmekonteinerite asukohad;
- isotoobilabori põranda, seina ja tööpindade kirjeldus, mille alusel on võimalik veenduda, et pinnad on kergesti puhastatavast materjalist ning võimaldavad radioaktiivse saastumise kerget eemaldamist;
- märkida ära väljapääsu läheduses olev pesemis- ja desaktiveerimisvõimaluse olemasolu ja asukoht;
- kiirgusallika asukoharuumi suurus m²-tes ja kõrvalruumide loetelu.

Nõuded kontrollialale

Kontrolliala moodustatakse üldjuhul isotoopidelabori osas, kus toimub kiirgusallika käitlemine. Kontrolliala on piiritletud sobivate vahenditega, milleks võivad olla näiteks seinad, lukustatavad ukSED, barjäärid, ohulindid, kiirgusohumärgised. Kontrollialale pääseb ainult kiirgustegevusloa omaja nõusolekul.

Külastajad võivad kontrollialal viibida ainult kiirgustegevusloa omaja määratud saatjaga. Tagatud peab olema radioaktiivsete ainete ja jäätmete füüsiline kaitse, välistatud kõrvaliste isikute pääs ruumi ning tarvitusele võetud vajalikud kaitsevahendid ja -meetmed (näit. ruum peab olema lukustatav ning ühendatud tsentraalse valvesignalisatsiooniga murdvarguse ja tulekahju tuvastamiseks). Isotoopide laborisse sissepääs peab olema turvatud sobivate vahenditega nagu näiteks personaalne ligipääsukaart.

Kontrollialal töötavad kiirgustöötajad on varustatud üldjuhul sõrmus-dosimeetriga (erisusi lahtiste kiirgusallikate osas vaata [lisast 6](#)) ning neile on tagatud kiirgustegevuse eripära arvestavate isikukaitsevahendite olemasolu.

Loodud on võimalus nii kiirgustöötaja kui kontrollialal kasutatud esemete radioaktiivse saastumise kontrollimiseks, saastunud esemete või materjalide kogumiseks (vastavad konteinerid) ja ladustamiseks ning radioaktiivse saaste kontrollialalt levimise tõkestamiseks

(jalatsikatted, kummikindad, laborikittel, laboriprillid, tööala katmine, tööala kujundatud nii, et oleks minimeeritud vedelike maha valgumine ja asjade veeremine).

Lisanõuded radioaktiivsete jäätmete hoiuruumile

Radioaktiivsete jäätmete hoiuruumi (edaspidi ka kui *hoiuruum*) kasutatakse ainult radioaktiivsete jäätmete eeltötluseks: nende kogumiseks, hoidmiseks, eeltöötlemiseks või pakendamiseks. Muul otstarbel ruumi ei kasutata.

Hoiuruumi peab olema piisavalt suur, et kõiki tekkivaid jäätmeid mahutada ning tagada seejuures, et radioaktiivsete jäätmete konteinerid on käitlemiseks kergesti kättesaadavad. Töökorraldus ja ruumi sisustus peab tagama töötajate võimalikult lühiaegse viibimise radioaktiivsete jäätmete hoiuruumis ning kiirgusvarjestus tagama piisava kiirgusohutuse kõrvalasutavates ruumides.

Hoiuruum peab olema hästi ventileeritav. Ventilatsiooni projekteerimisel arvestatakse hoiuruumis ladustatavates jäätmetes sisalduvate radionukliidide füüsikalisi-keemilisi omadusi.

Nõuded jälgimisalale

Jälgimisala piirneb kontrollialaga ja on piiritletud kiirgusohumärgistega. Jälgimisala moodustatakse üldiselt isotoobilabori ukse ette, kus toimub riietumine ning saaste mõõtmine, välistamaks radioaktiivse saaste levikut. Jälgimisala võib eraldada ka markeeringuga põrandal või vastavate selgitavate siltidega.

8. Kiirgusseire kava ja kiirgusseireks kasutatavad seadmed

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis täidetakse infosüsteemis KOTKAS punktid:

8.1. Kontrolli- ja jälgimisala seire kava;

8.2. Kiirgustöötajate isikudooside seire kava;

8.4. Kasutatavate kiirgusseireseadmete iseloomustus ja mõõtühikud, seadme tüüp ja seadet iseloomustavad andmed.

8.1. Kontrolli- ja jälgimisala seire kava

Täpsemad soovitused on toodud punktis [10.2 Töökoha kiirgusseire eeskiri](#).

8.2 Kiirgustöötajate isikudooside seire kava

Kiirgustegevusloa taotlusega esitatakse isikudooside hindamise meetodi kirjeldus ning seireandmete registreerimise ja säilitamise kord.

Isikudosimeetri kasutamisel esitatakse kiirgustegevusloa taotlusega andmed isikudosimeetrite kontrolli sageduse (näiteks iga 3 kuu tagant) ja teostaja kohta.

Juhul kui leping isikudosimeetrite kasutamiseks on sõlmitud, esitatakse taotlusega Keskkonnaametiga sõlmitud lepingu number, kui leping on sõlmimisel esitatakse taotluse ajakava lepingu sõlmimise osas. Lisaks esitatakse taotlusega andmed seire andmete säilitamise kohta (näiteks paber kandjal või elektroonselt kogu kiirgustegevuse jooksul).

Nimetatud punkti täitmisel võib järgida [lisas 8](#) toodud näidist.

8.4. Kasutatavate kiirgusseireseadmete iseloomustus ja mõõtühikud, seadme tüüp ja seadet iseloomustavad andmed

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis täidetakse infosüsteemis KOTKAS vorm 8.4 „Kasutatavate kiirgusseireseadmete iseloomustus ja mõõtühikud, seadme tüüp ja seadet iseloomustavad andmed“, vastavalt [lisas 9](#) toodud näidisele. Näpunäiteid mõõtmiste läbiviimiseks käsi-mõõteseadmete kasutamisel on leitavad [lisast 10](#).

Tabeli juurde lisatakse andmed kõigi seadmete viimase kalibreerimise kohta koos kalibreerimist tõendava sertifikaadiga, mis ei tohi olla vanemad, kui 2 aastat.

9. Kiirgusohutushinnang

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis lisatakse infosüsteemis KOTKAS lahtiste kiirgusallikate kiirgusohutushinnang. Kiirgusohutushinnangu koostab üldjuhul kiirgustegevusloa omaja võttes arvesse, et see käsitleks kõiki kasutatavaid radionukliide ja nende füüsikalisi eripärasid (vaata [lisast 5](#)). Samuti tuleb arvestada teisi kiirgusohutuse seisukohalt olulisi olukordi, nagu sisse söömine ja naha saastumine, juhul kui see on asjakohane.

Kiirgusohutushinnang peab sisaldama:

- a) kiirgusallika ohutu kasutamise analüüsi kavandatava kiirgustegevuse kõikides etappides alates allika paigaldamisest kuni selle kasutamise lõpetamiseni;
- b) oodatava doosi suurust kiirgustöötajale ja elanikule nii normaalsetes töötingimustes kui ka võimalikus avarii- ja püsikiiritusolukorras;
- c) kiirgusallika kasutamisega seotud võimalike avarii- ja püsikiiritusolukordade analüüsi;
- d) andmeid kiirgusohutuse tagamiseks võetavate meetmete kohta nii normaalsetes töötingimustes kui ka võimalikus avarii- ja püsikiiritusolukorras.

Kiirgusohutushinnangu koostamisel on soovituslik järgida alltoodud teemade järjestust:

- a) asutuse üldandmed;
- b) kiirgusallika kirjeldus;
- c) kiirgustegevuse asukoha kirjeldus;
- d) kiirgustegevuse kirjeldus;
- e) mõõtetulemused;
- f) võimalike avarii- ja püsikiiritusolukordade analüüs.

Kaugustel, mis on suuremad kui selle beeta energia maksimaalne liikumiskaugus õhus või muus materjalis ei pea väliseid doose hindamisel arvesse võtma (v.a. nt P-32). Lisaks hoitakse üldiselt radioaktiivseid materjale viaalides ning segatakse geelidesse või proovidesse, mis oluliselt nõrgendavad kiirgustöötajani jõudvat beeta-kiirgust.

Doosikiiruseid ning doosi arvutusi on kõige lihtsam hinnata, kasutades selleks internetis tasuta kättesaadavat tarkvara RadProCalculator (<http://www.radprocalculator.com/default.aspx>). Nimetatud tarkava abil on võimalik hinnata doose ja doosikiirust erinevatel kaugustel punkt allikast pinnale laotunud beeta-allikast. Vajadusel saab lisada ka varjestust.

Hindamisel on abiks ka Keskkonnaministri 14.10.2022 määrus nr 48 „Kiirgustöötaja ja elaniku efektiivdooside seire ja hindamise kord, kiirgus- ja koefaktori väärtused ning radionukliidide sissevõttust põhjustatud dooside hindamiseks kasutatavate doosikoefitsientide väärtused“ (edaspidi kui määrus nr 48), mis annab juhised sisekiirituse ja väliskiirituse hindamiseks. Aluseks on organismi sattunud radioaktiivse aine aktiivsus ja doosikiirus väliskiirituse korral.

Täpsemad andmed, näidised ning arvutuste aluseks võetavad muud soovitud on leitavad lisast 11. Võimalike avari- ja püsikiiritusolukordade analüüsi aluseks võib võtta punktis 10.4 toodud avariolukorrad.

10. Kiirgustööeeskiri ja võimalike avariikiirituse olukordade kirjeldus

Kiirgustegevusloa taotluse käesolevas punktis lisatakse infosüsteemi KOTKAS:

- 1) kiirgusallika kasutamise ja hoidmise eeskiri;
- 2) töökoha kiirgusseire eeskiri;
- 3) isikudosimeetrite väljaandmise, kandmise, tagastamise ja hoidmise eeskiri;
- 4) avarii või muu kiirgusohtu põhjustava juhtumi korral tegutsemise juhend;
- 5) radioaktiivsete jäätmete käitlemise eeskiri;
- 6) radioaktiivsete heidete keskkonda juhtimise eeskiri.

10.1 Kiirgusallika kasutamise ja hoidmise eeskiri

Lahtise kiirgusallikaga viib katseid läbi ainult vastava erialase väljaõppe saanud kiirgustöötaja, kes kasutab uuringu teostamise ajal isikukaitsevahendeid: kitlit, kaitsekindaid, ja kaitseprille ning sõrmus-dosimeetrit (vajadusel). Isikukaitsevahendite valik oleneb kiirgustegevusest ja kasutatavast kiirgusallikast. Nimekirja tuleb kohendada vastavalt lisades 5 ja 6 toodud andmetele. Nt. Kanda tuleb vähemalt ühekordseid kindaid, laborikitlit ja kaitseprille. Radionukliidide H-3 ja C-14 korral tuleb kanda kahekordseid kindaid.

Rasedad naised peavad teatama esimesel võimalusel oma rasedusest kiirgusohutuse eest vastutavat isikut. Niipea kui kiirgustöötaja teavitab kiirgustegevusloa omajat oma rasedusest, rakendab kiirgustegevusloa omaja viivitamata meetmeid, et loote ekvivalentdoos oleks nii madal kui võimalik ning järelejäänud raseduse kestel ei oleks see suurem kui 1 millisiivert. Tööandja peab tagama erimeetmete rakendamise naistöötajate tervise kaitseks raseduse ajal ja vajaduse korral lapse imetamise ajal. Niipea kui kiirgustöötaja teavitab kiirgustegevusloa omajat sellest, et ta toidab last rinnaga, ei tohi seda kiirgustöötajat rakendada tööl, kus on võimalik tema keha radioaktiivne saastumine või radionukliidide sissevõtt.

Lahtiste kiirgusallikate välise kokkupuute mõju vähendamiseks tuleb neid käidelda võimalikult lühikese aja jooksul, kasutada varjestust ja/või eemalduda kiirgusallikast. Igati tuleb vältida radioaktiivset saastumist ja radioaktiivse materjali nahale sattumist.

Enne lahtise kiirgusallikaga töötamist tuleb tutvuda radionukliidi omadustega, vaadata üle protseduuri läbiviimise protokoll(id) ja vajadusel järgida seal toodud täiendavaid ettevaatusabinõusid. Kiirgusdoosi ja radioaktiivsete jäätmete vähendamiseks tuleb teadusuuringute läbi viimiseks kasutada optimaalset radionukliidi kogust.

Radioaktiivseid aineid sisaldavaid lahuseid tuleb käidelda alustel, mis on piisava suurusega nende ohutuks käitlemiseks. Kõiki lenduvaid, gaasilisi või aerosoolitud radioaktiivseid materjale tohib kasutada ainult korralikult töötavas söe- ja/või HEPA-filtriga tõmbekapis või bioloogilise ohutuse kapis, millel on kiirgusohumärgis. Erilisi ettevaatusabinõusid tuleb arvestada, kui töötatakse radioaktiivsete ühenditega, mis kipuvad muutuma lenduvaks (nt. S-35 märgistatud aminohapped).

Radioaktiivsete materjalide kasutusala tuleb tähistada kiirgusohumärgisega ning katta labori tasapinnad, kus käideldakse radioaktiivset materjali, plasttagalise imava paberiga. Katet tuleb vahetada alati, kui see on saastunud. Teise võimalusena võib katta pinnad paksu plastkattega, mille puhtust kontrollitakse iga kordselt töö lõppedes ning vajadusel puhastatakse või vahetatakse.

Peale töö lõpetamist tuleb potentsiaalselt saastunud isikukaitsevahendid eemaldada ja käidelda vastavalt ettevõtte kiirgustöö eeskirjadele ning dekontamineerida saastunud tööpinnad, laboritarvikud ja seadmed. Peale dekontamineerimist tuleb dosimeetri abil veenduda dekontamineerimise tõhususes.

Lahtise kiirgusallika asukohaks oleva ruumi väljapääsu juures on pesemisruum ja tagatud desaktiveerimine, milleks on laboris olemas dekontaminatsiooni komplekt, kuhu kuuluvad: jalatsikatted, kiirgusohumärkidega kilekotid, spetsiaalne dekontamineerimisvedelik, ühekordsed kindad, imavad puhastuslapid, imav paber, hoiatuslint ja sildid „Kiirgusohu“, väike hari, respiraatorid, ühekordne kombinesoon, näpistangid ning konteiner dekontamineerimis-komplekti hoidmiseks ja hiljem saastunud esemete paigutamiseks.

Radioisotoopide säilitamiseks kasutavad külmikud on tähistatud kiirgusohumärgisega ning ette nähtud üksnes sihipäraseks kasutamiseks. Seal on rangelt keelatud hoiustada kõrvalisi esemeid või aineid nt toiduaineid.

Laboris on keelatud hoida isiklikke asju ja riideid alal, kus need võiksid saastuda radioaktiivsete ainetega. Laboris on keelatud süüa, juua, suitsetada, käsitseda kontaktläätsesid, meikida või ravimeid manustada. Laborisse ei lubata üldjuhul kõrvalisi isikuid, erandjuhtudel kui lubatakse küllastajaid, siis peab tagama nende pideva järelevalve.

Nähtaval kohal peavad olema hädaabikontaktid (nimed, telefoninumbrid), sh kiirgusohutuse spetsialisti või laboris kiirgusohutuse eest vastutava isiku kontaktid.

Ruumi, kus on toimunud kiirgustegevus, võib kasutada muul eesmärgil pärast kiirgusallika eemaldamist, ruumi desaktiveerimist ning radionukliididele kehtestatud vabastamistaseme saavutamist. Vabastamine toimub vastavalt määrusele nr 40.

Lahtiste kiirgusallikate inventuuri nõuded

Lahtiste kiirgusallikate üle tuleb pidada täpset arvestust, sealhulgas vastuvõtmise, vabastamise ja üleandmise kohta ja ettevõttes peab olema määratud isik, kes vastutab kiirgusallikate tellimise ja vastuvõtmise eest (nt kiirgusohutuse eest vastutav isik või kiirgusohutuse spetsialist). Kiirgusallika saabumisel tuleb vastutavat isikut koheselt teavitada, misjärel ta veendub, et kaup vastab tellitule ning kinnitab kauba kättesaamist saatelehe allkirjastamisega.

Kõik lahtise kiirgusallika hoiukonteinerid peavad olema märgistatud järgmise infoga:

- radioaktiivse aine sümbol;
- radionukliid;
- aktiivsus ja aktiivsuse määramise kuupäev;
- unikaalne tunnusnumber.

Kiirgusallikas tuleb täiendavalt varjestada juhul, kui doosikiirus konteineri pinnal on suurem kui $3 \mu\text{Sv/h}$. Kõik kiirgusallikad (sh. töölahused) peavad olema nõuetekohaselt märgistatud ning iga proov peab olema seostatav algmaterjaliga.

Lahtiste kiirgusallikate inventuuri tulemused tuleb Keskkonnaametile esitada kord aastas, iga aruandeaastale järgneva aasta 1. märtsiks, läbi infosüsteemi KOTKAS ning see peab sisaldama andmeid radioaktiivse aine nimetuse, radionukliidi, aastaga sissetoodud koguaktiivsuse (Bq), aastaga sissetoodud koguse (ml), aastaga kasutatud koguaktiivsuse (Bq), kasutamata aktiivsuse (Bq) ja tootja kohta.

Tagamaks, et inventuuriga esitatud andmed oleksid tegelikkusele vastavad ning hilisem jäätmekäitlus tõendatud tuleb iga kiirgusallika vastuvõtmine, kasutamine (täidavad allikaga töötavad isikud) ja jäätmekäitlus (esmastastutus on jäätmekäitajal) dokumenteerida, täites ülikoolis selleks otstarbeks väljatöötatud dokumendi vormid (enamasti tabelina).

Kiirgusohutuse eest vastutav isikul on soovituslik perioodiliselt (nt üks kord aastas) kontrollida, et vorme kasutatakse nõuetekohaselt. Vastavad vormid lisatakse eeskirja juurde.

10.2 Töökoha kiirgusseire eeskiri

Ioniseeriva kiirguse liigid, mis tekkivad radioaktiivsel lagunemisel on alfa-, beeta-, gamma- ja neutronkiirgus. Alfakiirgus liigub õhus vaid mõne sentimeetri, terve nahast läbi tungida ei suuda ning varjestamiseks piisab paberilehest. Ohtu kujutab alfakiirgus vaid kehasiseselt (sisse võttes, sisse hingates või muul viisil kehasse sattudes). Beetaosakesed liiguvad õhus mitu meetrit ning võivad ebapiisava varjestuse korral kudedesse tungida. Gammakiirgus on suure läbitungimisvõimega, läbib hästi enamikke materjale, sh inimkeha. Neutronkiirgus tekib tuumalagunemiste ja tuumareaktsioonide korral, samuti teatud radioaktiivsete ühendite spontaansel lagunemisel.

Ioniseeriv kiirgus mõjutab bioloogilisi kudesid, põhjustades deterministlikke ja stohhastilisi mõjusid. Deterministlikud mõjud tekivad läviväärtuse ületamisel ning tulenevad märkimisväärse hulga rakkude hukkumisest, bioloogiline mõju sõltub doosi suurusel. Deterministlike mõjude alla kuuluvad nt äge kiirgushaigus ja nahapõletused.

Stohhastilised mõjud on seotud DNA kahjustuse tekkega. Läviväärtus puudub, esineb seos doosi suuruse ja mõju tekkimise tõenäosuse vahel (suurema doosi korral suurem tõenäosus efekti ilmnemiseks). Tekkida võivad nt tuumorid või pärilikud efektid.

Kiirgusmõõtmiste eesmärk on vältida deterministlike mõjude tekkimist ning vähendada stohhastiliste mõjude tekkimise riski.

Beetaosakesed kaotavad õhus liikudes energiat ning mõõteseadmeni jõudes ei pruugi osakese energia olla piisav mõõteakna läbimiseks. Seetõttu on oluline arvestada vahemaad allikani, minimaalset detekteeritavat energiat ja efektiivsust ning beetaosakese algenergiat. Beetaosake kaotab energiat lineaarselt teepikkusega võrreldes.

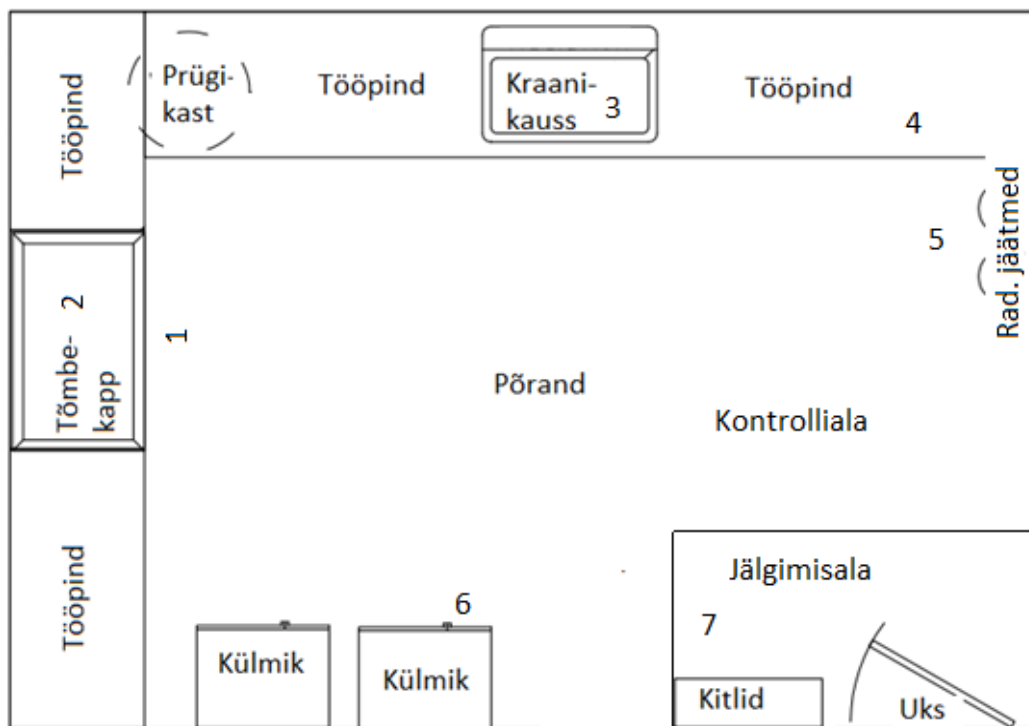
Oluline osa töötamisel lahtiste radioaktiivsete allikatega on regulaarne pindade sh töötaja nahapinna (nt käed) mõõtmine. Piisav sagedus tööpindade saaste seireks on iga kordselt peale töö lõpetamist radioaktiivse ainega. Seirata tuleks tööpind, millel radioaktiivseid aineid kasutati, radioaktiivsete heidete kanalisatsiooni suunamiseks kasutatav valamu, põrandal käidavad kohad ja nt külmkapi ukse link.

Tööpiirkonda tuleb jälgida mõõtevahendiga või võtta pühkmeproov pärast iga lahtise kiirgusallika kasutamist. Radioaktiivse saastumise avastamisel tuleb saastunud piirkond koheselt puhastada.

Kiirgusseiret tehakse pärast tööd radioaktiivsete ainetega. Mõõtetulemused tuleb dokumenteerida (asukoht, mõõtetulemus, ühik (nt Bq/cm²) mõõtja) ja seiratavad punktid peavad olema kiirgustöö eeskirjas selgelt välja toodud kas kaardil (eelistatuna) või loeteluna. Vastavad andmed lisatakse töökoha kiirgusseire eeskirja juurde.

Pindade lubatud soovituslikud saastetasemed beeta-allikate puhul on järgmised: kontrollialal 40 Bq/cm² (võimalusel 100 cm² kohta), jälgimisalal ja töötajate riietel 4 Bq/cm² ning nahal 2 Bq/cm².

Pindade saastet tuleb mõõta iga kord peale radioaktiivse aine kasutamist ning H-3 kasutamise korral tuleb võtta peale kasutamist tööpinnalt pühkmeproov. Seire läbiviimise ja andmete registreerimise võimalus tuleb tagada kõigile kiirgustöötajatele.



Joonis 2. Tööala skeemi näidis

Töökoha seire teostamisel võib kasutada tööala skeemi, kus on mõõdetavad kohad tähistatud. Skeemi juurde võib lisada registreerimise lehe, millel on toodud skeemil toodud mõõtekohtade täpne kirjeldus (Nt 1- põrand tõmbekapi ees, 2- tööpind tõmbekapis 3- Kraanikausi äravool jne).

Kui saastumise mõõtmiseks kasutatakse pühkmeproove, tuleb iga pühkmeproov nummerdada vastavalt skeemil toodule. See võimaldab saastunud alade hõlpsat kaardistamist ja hindamist ning aitab kindlaks teha saaste asukohta.

10.3 Isikudosimeetrite väljaandmise, kandmise, tagastamise ja hoidmise eeskiri

Kiirgustöötajate isikudooside seire läbiviimiseks kasutatakse kogukeha termoluminestsentsdosimeetreid ja sõrmus-dosimeetreid (TLD). Isikudoose mõõdetakse akrediteeritud mõõtemetodil ning TLD vahetamise korraldab ettevõttes kiirgusohutuse eest vastutav isik. TLD vahetamise sagedus on toodud kiirgustegevusloa tingimustes, Eestis on see teadusasutuste korral enamasti üks kord kvartalis.

TLD kasutamisel on keelatud selle üleandmine teisele isikule, kuna TLD on mõeldud rangelt personaalseks tööalaseks kasutamiseks, koju kaasa võtmine, lõhkumine ja avamine, ettekavatsetud allutamine ioniseeriva kiirguse toimele, allutamine kõrge temperatuuri, vee, ereda valguse, keemiliste- ja pesemisvahendite toimele. Isiklike meditsiini kiirituse protseduuride ajaks tuleb TLD kehalt eemaldada. Kasutuses mitte olevat TLD-d ei tohi hoida niiskes, ereda valgusega ning võimaliku kiiritusohuga kohas.

Sõrmus-dosimeetri kasutamisel kantakse dosimeetrit selle käe sõrmes kaitsekinda all, mis on töö käigus rohkem ioniseeriva kiirguse toimele allutatud. TLD-d kantakse välisküljega võimaliku kiirituse suunas.

TLD kaotamisel või juhusliku ülekiiritamise korral tuleb sellest koheselt teatada kiirgusohutuse eest vastutavat isikut või kiirgusohutusspetsialisti.

10.4 Tegutsemine avarii või muu kiirgusohutu põhjustava juhtumi korral

Antud juhend peab sisaldama:

- võimalike avariikiirituse olukordade ja nende tagajärgede kirjeldusi;
- avariikiirituse olukorras tegutsemise eest vastutava juhi nimi ja tema kontaktandmed;
- avariikiirituse olukorras tegutsemise kirjeldus;
- teave avariikiirituse olukorras tegutsemiseks vajalike vahendite ja ressursside kohta;
- avariikiirituse olukorras tegutsemise plaani ülevaatamise sagedus.

Isotoopide laboris võib ette tulla erinevaid allikaga juhtuda võivaid õnnetusi, intsidente või muid kiirgusohutu põhjustavaid juhtumeid. Järgnevalt on välja toodud isotoopide laboris esineda võivad kiirgusohutu põhjustavad juhtumid:

- Proovi kukkumine/ümberminek
- Ettevaatamatus radioaktiivset ainet sisaldava konteineri avamisel
- Tahtmatu kokkupuude allikaga
- Naha saastumine allikaga
- Lahtise kiirgusallika leke konteinerist
- Lahtist kiirgusallikat sisaldava töölahuse lekkimine
- Saaste levimine väljapoole selleks ettenähtud ala/ruumi
- Radioaktiivse aine kadumine/vargus
- Radioaktiivsete jäätmete käitlemise protseduuride ja eeskirjade rikkumine
- Radioaktiivsete jäätmete enneaegne vabastamine ning sellest tulenevad potentsiaalsed doosid elanikele.

Eeskirjas peavad olema toodud kiirgusohutuse eest vastutava isiku andmed: nimi, ametikoht ja kontakt, keda tuleb juhtunust teavitada ning kes määratleb ja märgistab saastunud ala ning piirab sellele juurdepääsu.

Juhul, kui on toimunud kiirgusohutu põhjustav juhtum tuleb esmalt saastunud isik saastest puhastada. Saastunud riided, jalatsid, isikukaitsevahendid jm esemed ettevaatlikult eemaldada ja asetada kinnastatud kätega vastavalt märgistatud konteinerisse. Saastunud nahka tuleb hoolikalt pesta pöörates erilist tähelepanu silmade või haavade (ka väikeste) pesemisele. Loputada rohke puhta voolava veega vältides teiste kehapiirkondade ristsaastumist. Seejärel kontrollida saaste eemaldumist mõõte-seadmega ning vajadusel korrata protseduuri.

Järgmisena tuleb saastest puhastada saastunud pinnad. Kinnastatud käega tuleb lekkele asetada paberkäterätikud ning leke väljast sissepoole ära pühkida. Saastunud materjal tuleb visata kiirgusohumärgisega tähistatud kilekotti, mis on leitav desaktiveerimiskomplektist. Vajadusel eemaldada tahked esemed, nt klaas ja asetada samuti kilekotti, seejärel mõõta pindade saastumistaset. Vajadusel korrata saaste ärastust.

Tuleb arvestada, et juhul, kui on juhtunud kiirgusohutu põhjustav juhtum, siis raskete vigastuste esmaabi on saastest puhastamisest olulisem. Kui haiglasse viimise eelselt ei ole mõistlik saastet eemaldada, teavitatakse kiirabi töötajaid juhtumi olemusest ja võimalikust saastumisohust.

Tulekahju korral tuleb järgida ettevõttes kehtestatud tuleohutusreegleid. Soovitatav on enne laboratooriumist lahkumist mõõta enda võimalikku saastumist.

Lahtiste kiirgusallikate kaotsimineku või selle kahtluse korral teavitada viivitamatult labori ja kiirgusohutuse eest vastutavat isikut, kelle ülesandeks on seejärel uurida, kas, millal ja kuidas on see olukord tekkinud. Samuti on oluline välja selgitada, kas ainet on laboratooriumist välja viidud. Aine kadumisest teavitatakse Keskkonnaametit.

10.5 Radioaktiivsete jäätmete käitlemise eeskiri

Radioaktiivsete ainete kasutamisel tekib paratamatult radioaktiivseid jäätmeid. Seetõttu tuleb teadusuuring kavandada selliselt, et tekkivate radioaktiivsete jäätmete aktiivsus ja ruumala oleks võimalikult väike. Peab arvestama, et kiirgustegevusloa omaja peab katma kõik radioaktiivsete jäätmete käitlemisega seotud kulud.

Radioaktiivsete jäätmete kogumise nõuded

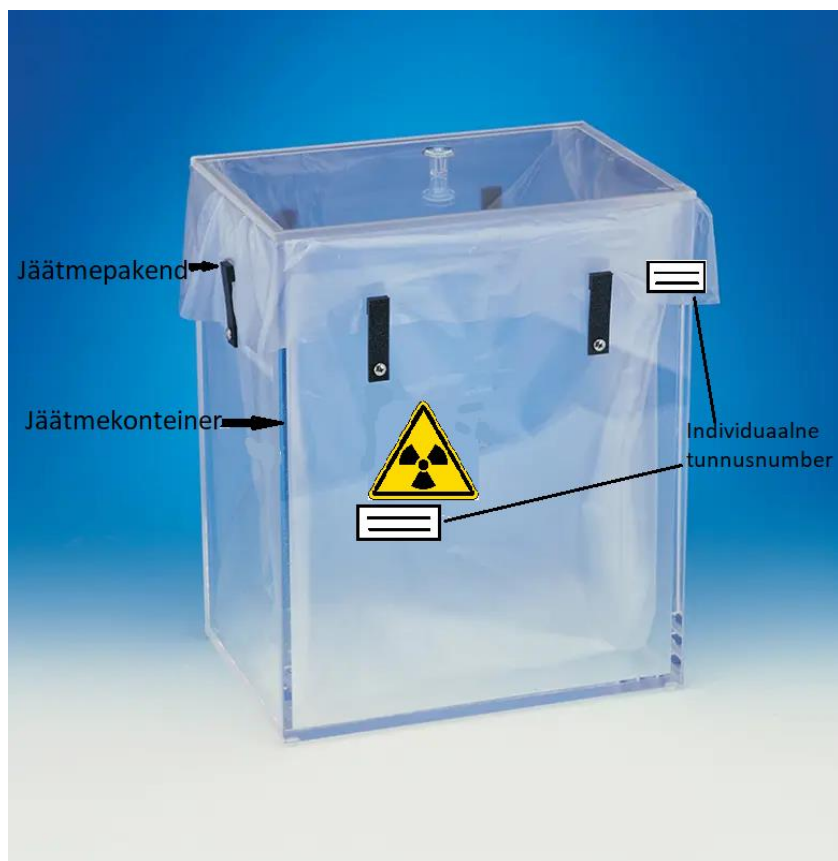
Teadusasutustes tekkivad radioaktiivsed jäätmed on enamasti tahked (näit. filtrid, viaalid, pipetiotsikud jne) aga võimalik on ka vedelate jäätmete ja heidete tekkimine (nt. radioaktiivsete ainete lahuste jäägid, proovi pesulahused, mitu korda kasutatud ja mahakäinud proovid).

NB! Radioaktiivseks jäätmeks ei loeta üldjuhul stsinsillatsiooni vedelikke ning need ohutustatakse kui keemiliselt ohtlikud jäätmed.

Radionukliidide jäägid ja radioaktiivsete isotoopidega kokku puutunud esemed kogutakse nende tekkekohal ja tekke hetkel, sorteerides nad seejuures radionukliidide ja liikide kaupa ning eraldi tahked ja vedelad radioaktiivsed jäätmed.

Teadusuuringutes kasutatavate radionukliidide radioaktiivsel lagunemisel ei teki arvestataval hulgal soojust, mistõttu seda parameetrit jäätmete liigitamisel ja käitlemisel ei arvestata.

Lahtiste kiirgusallikate laboris olevad jäätmekonteinerid on korduvkasutatavad ja soovitatavalt läbipaistvast materjalist (nt PMMA), millele on antud individuaalne tunnusnumber, mille alusel igal ajahetkel võimalik tuvastada labori ja radionukliidi nimetused. Jäätmekonteineri saastumise vältimiseks paigutatakse jäätmed konteinerisse läbipaistvas plastikkotis (edaspidi kui *jäätme pakend*). Vajalike jäätmekonteinerite arv ja suurus (maht) peab olema kavandatud kiirgustegevuse eel, arvestades planeeritud kiirgustegevuse eripära ja intensiivsust.



Joonis 3. Radioaktiivsete jäätmete konteiner

Enne jäätmete paigutamist jäätmepakendisse peab jäätmekonteineri ja tühi mass olema kontrollitud (dokumentatsiooni alusel või kaaludes). Lisaks jäätmepakendile peab eraldi olema identifitseeritav ka iga jäätmepakend individuaalse tunnusnumbriga, mille alusel toimub jäätmete jälgimine. Lisaks peavad olema märgitud kiirusohutuse seisukohast olulised andmed nagu jäätmepakendisse paigutatud radionukliidide nimetused, maksimaalne doosikiirus konteineri pinnal ning mõõtmise kuupäev. Erinevate füüsikalise-keemiliste omadustega radioaktiivsed jäätmed ladustatakse erinevates konteinerites. Alates jäätmekonteinerisse jäätmete kogumise alustamisest peab konteiner olema tähistatud kiirusohumärgisega.

Infosüsteemipõhise jälgimise võimaluse puudumisel kantakse eelnimetatud andmed igale konteinerile ja jäätmepakendile selliselt, et need oleksid kaitstud tahtmatu eemaldamise või muutmise eest. Jäätmete kogumise lõppedes mõõdetakse doosikiirus (cps) jäätmepakendi pinnal ja mõõtmistulemused kantakse infosüsteemi või konteineril olevale markeeringule. Selline mõõtmine on vajalik, et tagada ohutus transportimisel ja paigutamisel radioaktiivsete jäätmete hoiuruumi. Jäätmekonteineri täitumisel või kui see on töökorralduse seisukohalt otstarbekas, siis varem, viiakse jäätmekonteinerisse paigutatud jäätmepakend radioaktiivsete jäätmete

hoiuruumi, kus toimub selle paigutamine uude, samuti individuaalse tunnusnumbriga tähistatud, jäätmekonteinerisse.

Hoiuruumi viidud jäätmekonteineri ringlus peab olema jälgitud ja dokumenteeritud. Seda on soovitatav korraldada elektrooniliselt, registreerides vähemalt järgmised olulised parameetrid:

- jäätmekonteineri individuaalne tunnusnumber;
- jäätmekonteinerisse paigutatud jäätmepakendi individuaalne tunnusnumber koos jäätmete tekitaja ja hoiuruumi vastuvõtmise kuupäevaga;
- tühja jäätme konteineri mass ja jäätmepakendi mass;
- jäätmepakendi vabastamise eeldatav kuupäev;
- andmed kogutavate jäätmete kohta;
- esimese kogumispäeva daatum;
- radionukliidi(de) nimetus(ed);
- viimase kogumispäeva daatum;
- välispinna maksimaalne radioaktiivne saastumine;
- doosikiirus ja aktiivsus viimasel kogumispäeval;
- aktiivsus vabastamise päeval.

Radioaktiivsete jäätmete hoiustamise ja vabastamise põhimõtted

Radioaktiivsetes jäätmetes oleva radionukliidi aktiivsus peab olema määratud alati enne radioaktiivsete jäätmete konteinerisse paigutamist. Selleks, et aidata kiirgustöötajat aktiivsuse hindamisel tuleb esitada taotlusega radioaktiivsete jäätmete aktiivsuse hindamise protseduur. Selle koostamisel on soovitatav võtta uuring nn. osadeks (nt pipeteerimine jne) ning hinnata tekkivate jäätmete hulka iga protseduuri kohta. Arvutused peavad olema nii täpsed, kui võimalik. Arvutuslikku hinnangut saab alati tõendada vedelik-stsintsillatsiooni mõõtmiste käigus.

Üldiste põhimõtete kohaselt ladustatakse:

- Lühiealisi, alla 100-päevase poolestusajaga, radioaktiivseid jäätmeid (P-32 ja S-35) radioaktiivsete jäätmete hoiuruumis, kuni nende aktiivsus on langenud allapoole vabastamistasemeid. Selliste jäätmete vabastamise võimalikkuse üle otsustatakse enamasti pärast seda, kui on möödunud ajavahemik, mis on võrdne kogumispakendis

sisalduva radionukliidi kümnekordse poolestusajaga. Kümnekordse poolestusaja möödudes väheneb isotoobi aktiivsus umbes 1000 korda, s.t. lähteaktiivsusest jääb järele ligikaudu 0,1%.

Alla 100-päevase poolestusajaga radionukliidide puhul ja juhul, kui radionukliid on gamma-kiirgaja tuleb käituda järgmiselt. Jäätmetepakendis sisalduva radionukliidi vähemalt kümnekordse poolestusaja möödudes avatakse jäätmekonteineri kaas ja mõõdetakse avatud konteinerist lähtuv doosikiirus või loenduskiirus tingimustes, kus puudub tehiskiirgusfoon. Juhul, kui mõõtmistulemus ei ületa taustakiirgust, eemaldatakse jäätmetepakend jäätme konteinerist ning korratakse doosikiiruse või loenduskiiruse mõõtmist jäätmetepakendi pinnast 1 cm kaugusel. Radionukliidi(de) aktiivsuse ja jäätmete massi alusel leitakse aktiivsuskontsentratsioonid (kBq/kg) ning selle alusel hinnatakse, kas konkreetsete radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid on vabastamistasemega võrdsed või sellest väiksemad.

Juhul, kui jäätmete aktiivsuskontsentratsioon on vabastamistasemest suurem, arvutatakse tõenäoline vabastamistasemele jõudmise aeg. Nimetatud aja möödudes korratakse eelkirjeldatud protseduuri.

- Alla 30-aastase poolestusajaga lühiealised radionukliidid (H-3) ja üle 30-aastase poolestusajaga pikaealised radionukliidid (C-14) ladustatakse radioaktiivsete jäätmete hoiuruumi. Kui kiirgusseaduse ja selle alusel kehtestatud õigusaktide nõuded ei luba radioaktiivseid jäätmeid juhtida hajutamise eesmärgil keskkonda või neid vabastada viie aasta jooksul pärast nende tekkimist, annab radioaktiivsete jäätmete tekitaja need üle radioaktiivsete jäätmete vaheladustuskohta. Täpsem vabastamise eeskiri esitatakse koos kiirgustegevusloa taotlusega.

Teadusasutustes toimub radioaktiivsete jäätmete vabastamise üle otsustamine üldjuhul mittedestruktiivsel viisil s.t. vajalikud arvutused ja mõõtmised tehakse kogumispakendit avamata. Radioaktiivsete jäätmete vabastamise üle otsustamiseks on vajalik teada jäätmetes sisalduvate radionukliidide aktiivsuskontsentratsiooni (kBq/kg). Juhul, kui jäätmetes sisalduva radionukliidi aktiivsust pole võimalik tõendada, tuleb see kindlaks määrata kasutades erinevaid mõõtemetodeid.

Jäätmetes sisalduvate radionukliidide aktiivsuse mõõtmiseks soovitatud meetodid on kirjeldatud näiteks Rahvusvahelise Aatomienergia Agentyuri publikatsioonis „*Strategy and Methodology for Radioactive Waste Characterization*“.

Radioaktiivsed jäätmed, mille aktiivsus või aktiivsuskontsentratsioon on langenud alla vabastamistaset või on sellega võrdne, liigituvad vabastatud jäätmeteks. Vabastatud jäätmeid käideldakse vastavalt jäätmeseadusele ning nendele ei kohaldata radioaktiivsete ainete ladustamisnõudeid.

Teadusasutuste radioaktiivsete jäätmete ja radioaktiivselt saastunud esemete vabastamine dokumenteeritakse viisil, mis võimaldab üheselt mõista vabastamisel tehtud kiirgusrisiki hinnangut, vabastamiseks kasutatud meetodit ja kogu vabastamisprotsessi üksikuid etappe.

Vabastamisprotsessid dokumenteeritakse olenemata sellest, kas tulemuseks oli radioaktiivsete jäätmete või radioaktiivselt saastunud esemete vabastamine või vabastamisest keeldumine.

Radioaktiivsete jäätmete inventuuri nõuded

Nagu iga kiirgusallika, nii ka radioaktiivsete jäätmete, nende asukoha ja üleandmise kohta tuleb pidada arvestust ning kord aastas tuleb teha kiirgusallikate ja radioaktiivsete jäätmete inventuur. Kiirgusallika ja radioaktiivsete jäätmete inventuuri aruanne tuleb esitada keskkonnaametile aruandeaastale järgneva aasta 1. märtsiks arvestades alltoodut:

1. Lahtiste kiirgusallikate inventuuri tulemused peavad sisaldama andmeid nagu radioaktiivse aine nimetus, radionukliid, sissetoodud koguaktiivsus aastas (Bq), sissetoodud kogus aastas (ml), kasutatud koguaktiivsus aastas (Bq), kasutamata aktiivsus (Bq), tootja;
2. Hoiuruumi ladustatud radioaktiivselt saastunud esemete inventuuri andmed, peavad sisaldama vähemalt andmeid radioaktiivselt saastunud esemete nimetuse, radionukliidi, koguaktiivsuse (Bq) ja koguse (kg) kohta.
3. Vabastatud radioaktiivselt saastunud esemete inventuuri andmed peavad sisaldama vähemalt andmeid radioaktiivselt saastunud esemete nimetuse, radionukliidi, koguaktiivsuse (Bq) ja koguse (kg) kohta.
4. Radioaktiivsete jäätmete käitluskohta üle antud radioaktiivselt saastunud esemete inventuuri andmed peavad sisaldama vähemalt andmeid radioaktiivselt saastunud esemete nimetuse, radionukliidi, koguaktiivsuse (Bq) ja koguse (kg) kohta.

Kiirgustegevusloa omaja peab säilitama kõiki radioaktiivsete jäätmete tekkimise ja käitlemise andmeid vähemalt viis aastat pärast radioaktiivsete jäätmete vabastamist või üleandmist radioaktiivsete jäätmete käitluskohta.

Kiirgusallikate ja radioaktiivsete jäätmete kohta võib pidada arvestust kas füüsilistes arveraamatutes või elektrooniliselt.

10.6 Radioaktiivsete heidete keskkonda juhtimise eeskiri

Radioaktiivsed vedelad heited võib kanalisatsiooni suunata kasutades ainult selleks ette nähtud kraanikaussi ning vajadusel kaitsevahendeid (nt. PMMA kaitseekraan).

Radioaktiivsete heidete kanalisatsiooni juhtimisel tuleb silmas pidada järgmist:

- heite aktiivsus ei tohi ületada aastast kanalisatsiooni lubatud aktiivsuse määra;
- heited tuleb kanalisatsiooni suunata koos jooksva veega, mille kogus ületab mitmekordselt kanalisatsiooni suunatud radioaktiivse heite kogust;
- vältida tuleb pritsmete teket;
- kraanikausist ei tohi alla valada orgaanilise lahusti jäätmeid.
- kanalisatsiooni suunatud heidete hulk tuleb igal korral registreerida (radionukliid, aktiivsus (MBq) ja kuupäev). Vastav registreerimisleht peab olema saadaval kraanikausi vahetus läheduses!

Registreerimisleht tuleb esitada Keskkonnaametile üks kord aastas läbi infosüsteemi KOTKAS.

Radioaktiivseid heiteid ei tohi kallata niiskust imavale pinnale (nt. paber) eesmärgiga tekitada tahkeid jäätmeid. Tahkete radioaktiivsete jäätmete käitlemine on kulukam ning suurema keskkonna mõjuga.

Stsintsillatsiooni lahuseid ei tohi kunagi kraanikausist alla valada, isegi kui need on „keskkonnasõbralikud“ ja biolagunevad.

Erisused stsintillatsiooni lahuse puhul

Stsintillatsiooni jäätmed võivad tekkida stsintillatsiooniloendusest või katsetest, milles kombineeritakse radiokeemilisi aineid orgaaniliste lahustitega.

Stsintillatsioonilahused tuleb koguda eraldi konteineritesse. Neid ei ole vaja eraldada radionukliidide kaupa.

Tagatud peab olema järgnev:

- Iga konteineri välispinna saastatus peab olema alla 0,4 Bq/m.
- Iga konteineri välispindadel mõõdetud doosikiirus peab olema alla 5 μ Sv/h.
- Aktiivsus üheski konteineris ei tohi ületada 10 MBq.
- Olemas peavad olema eeskirjad, mis tagavad, et konteineris ei ole üle 7 liitri lahust.

12. Kiirgusohutuse kvaliteedijuhtimise süsteem

Kiirgustegevusloa taotluse selles punktis esitatakse kiirgusohutuse kvaliteedijuhtimise süsteem, dokumenteerib ja süstematiseerib kiirgusohutust puudutavaid dokumente ja protseduure.

Peamised küsimused, millele peab lahenduse leidma:

- a) mida ja kui tihti tehakse,
- b) kes vastutab,
- c) keda teavitatakse,
- d) kuidas dokumenteeritakse.

Kiirgusohutuse kvaliteedijuhtimise süsteem käsitleb:

- kavandatud süstemaatiline tegevus, mille eesmärk on kiirgusohutuse tagamine;
 - Personali regulaarne koolitamine ja koolitussüsteemi kirjeldus. Koolitusmaterjalide kirjeldus ja nõuded neile (nt kiirguse toime, kaitsevahendid, tegutsemise õnnetusjuhtumi korral jne). Samuti peab kirjas olema millise regulaarsusega koolitatakse töötajaid ja kuidas koolitus toimub. Kiirgustöötajate koolitamise eest vastutav isik.
 - Mõõtmised peavad olema teostatud selleks ettenähtud vahenditega, mis peavad olema nõuetekohaselt kalibreeritud. Süsteemi kirjeldus ja vastutaja.
 - Mõõtmine peab olema teostatud regulaarselt ja nõuetekohaselt dokumenteeritud (kuupäev, kellaaeg, tulemus, teostaja) jne.
 - Korrektsed tegevusjuhendid, kuidas tegutseda kõrvalekallete puhul.
- Tööülesannete analüüsi ning kiirgusallika kasutamiseks vajalikke oskusi ja nõudeid, mis hõlmavad eelkõige kiirgustegevuse kirjeldust, kiirgustegevuse juhendmaterjale ja töötajate koolituse korda. Töötajate koolitamise nõuded on toodud määruses nr 57.
- Materjalide hankimise, kasutamise ja kasutusest kõrvaldamise tingimusi;
- Kiirgustegevuse ajal rakendatavate kiirgusohutusprotseduuride kirjeldusi: protseduuride tegevusjuhised ja kaitsevahendite (juhul kui midagi kasutatakse) kasutusjuhend(id) ja kirjeldused.
- Kiirgusohutuse kvaliteedijuhtimise süsteemi toimimise kontrollimise ja uuendamise korda.
 - Juhendite ülevaatamise sagedus peab olema kirja pandud (nt juhendid vaadatakse üle üks kord aastas, vajadusel sagedamini).

- Vastutusalaad peavad olema ka kirjas, et kes vastutab juhendite uuendamise ja korrigeerimise eest.

Protsesside läbiviimine vastavalt kinnitatud tegevusjuhenditele (läheb ühest küljest koolitamise alla, teisalt on see nõu auditi vormis teostatav).

Lisa 1. Kiirgustegevusloa taotlus

Tegevusloa taotleja	
Ärinimi / Nimi	
Registrikood / Isikukood	
Aadress	
Kontaktisik	
Kontakttelefon	
Üldine e-posti aadress	

Lisada asutuse / äriühingu andmed sellisel kujul, kuidas need on registreeritud riiklikus registris.

Lisada kiirgusohutuse eest vastutava isiku või kiirgusohutuse spetsialisti andmed.

Kiirgustegevuse asukohad (kui erineb tegevusloa taotleja asukohast)	
Asutuse /üksuse nimetus	
Aadress	
Asutuse / üksuse juhi nimi	
Asutuse / üksuse juhi amet	
Telefon	
E-post	

Täita ainult juhul kui, kiirgustegevuskoha aadress erineb taotleja juriidilisest aadressist.

Loa taotlus	
Esmane	Korduv

Märkida, kas tegemist on esmase või korduva kiirgustegevusloa taotlusega.

Kiirgustegevuse valdkond
Teadus ja uurimine

Lahtiste kiirgusallikate kasutamiseks teaduslikus uurimistöös valitakse kiirgustegevuse valdkonnaks „Teadus ja uurimine.“

Lisa 2. Lahtist kiirgusallikat iseloomustavad andmed

Nr	Asukoht	Radioaktiivse aine nimetus	Füüsikaline vorm	Radionukliid	Aktiivsuskontsentratsioon		Koguaktiivsus aastas		Kiirguse liik	Tootja	Tootja riik
					Kogus	Ühik	Kogus	Ühik			
1.			Vedel						Beeta		
2.			Vedel						Beeta		
...			Vedel						Beeta		

Lisatakse üks rida iga radionukliidi kohta

Märgitakse instituudi täpsusega

Üldjuhul lisatakse tellitava toote täpsustatud nimetus. Võimalusel kõigi kasutatavate toodete artiklid.

Märgitakse radionukliidi lühend (H-3, P-32 jne)

Märgitakse radionukliidi maksimaalne aktiivsuskontsentratsioon ning ühik (nt. MBq/ml)

Märgitakse ühe aasta jooksul sissetoodav aktiivsus ja ühik (nt. MBq/ml)

Lisatakse andmed kõigi tootjate ja tootja riikide kohta või märgitakse lahtrisse märke „Erinevad.“

Lisa 3. Andmed radioaktiivsete jäätmete käitlemise kohta tekitaja juures (Tabeli 5.1 täitmise juhised)

Jrk nr	1.
Jäätmeliik	<p>Esitakse tekkiva jäätme liik, mis peab olema vastavuses määruse nr 34 lisas 1 toodud jäätmete liigiga.</p> <p>Valida sobiv: Lühiealised, alla 100-päevase poolestusajaga radionukliide sisaldavad radioaktiivsed jäätmed/ lühiealised alla 30-aastase poolestussajaga radionukliide sisaldavad jäätmed /pikaajalised, üle 30-aastase poolestusajaga radionukliide sisaldavad radioaktiivsed jäätmed.</p>
Jäätmete tekkeviis	Esitakse nimekiri tegevustest, mille tulemusena tekivad radioaktiivsed jäätmed. Lisatakse teave, kuidas tagatakse võimalikult minimaalse hulga jäätmete teke.
Jäätmete iseloomustus	Esitatakse tekkivate jäätmete kirjeldus (nt saastunud paberid, viaalid jms).
Jäätmete käitlemisviisid	Esitatakse jäätmete eeltötluse viisid. Nt. Jäätmed kogutakse isotoobi põhiselt, eraldi vedelad ja tahked jäätmed jne.
Radioaktiivsete jäätmete pakendite vastavusnäitajad	Esitatakse jäätmekonteinerite iseloomustavad andmed vastavalt määruses nr 34 toodule. Lisatakse andmed, jäätmekonteineritele kantud teabe osas.
Jäätmete registreerimise, arvestuse ja inventuuri protseduurid	Esitatakse teave, kes, millal ja millised andmed registreerib. Samuti inventuuri läbiviimise kord.

<p>Jäätmete hoiuruumi füüsilise kaitse meetmed</p>	<p>Esitatakse juhul, kui jäätmete hoiuruum asub samas laboris taotletava kiirgustegevuse asukohaga. Muul juhul märgitakse „<i>pole asjakohane</i>.“</p>
<p>Protseduurid jäätmete üleandmiseks radioaktiivsete jäätmete vahe- või lõppladustuskohta</p>	<p>Esitatakse lühike kirjeldus kas ja kuidas toimub jäätmete ettevalmistus vaheladustuskohta üle andmiseks. Juhul, kui jäätmete üleandmist ette ei nähta, märgitakse: „<i>pole asjakohane</i>.“</p>

Lisa 4. Andmed radioaktiivsete heidete käitlemise kohta tekitaja juures (Tabeli 5.2 täitmise juhised)

Jrk nr	1.
Heidete liik	Vedel
Heidete tekkeviis	Kirjeldatakse, kuidas heited tekivad (uuringute tulemusena, pesemisjäägina vms)
Heidete iseloomustus	Esitatakse üldine iseloomustus (Nt. pesulahus)
Heidete käitlemise ja keskkonda juhtimise viisid	Kirjeldatakse heidete käitlemise viise (määrus nr 34 § 8). Ühest kiirgustegevuskohast võib aasta jooksul otse keskkonda juhtida radioaktiivseid gaasilisi, aerosoolseid või vedelaid heiteid, milles sisalduva radionukliidi koguaktiivsus aastas ei ületa määruse nr 34 lisas 6 sätestatud vabastamistasemeid.
Heidete registreerimise, arvestuse ja inventuuri protseduurid	Kirjeldatakse, kuidas toimub heidete registreerimine ning millised andmed registreeritakse (minimaalselt tuleb registreerida järgmised andmed radionukliid, aktiivsus (MBq) ja kuupäev

Lisa 5. Kiirgusallikate füüsikalised omadused

Radionukliid	Kiirguse liik	Energia	Füüsikaline poolestusaeg	Levimise kaugus	Kriitiline kude	Kiirgusoht
Triitium (H-3)	Beeta (100%)	Max.: 18,6 keV Kesk: 5,7 keV	12,3 aastat	Õhk: 6 mm Vesi: 0,006 mm ³ H beeta ei tungi läbi surnud naha kudede	Kude	Väliskiiritus: puudub Sisekiiritus ja saaste: esmane oht
Süsinik-14 (C-14)		Max.: 156 keV; Kesk: 49 keV	5730 aastat	Õhk: 24 cm Vesi/Kude: 0,28 mm Plastik: 0,25 mm ~1% ¹⁴ C on võimeline läbima surnud naha kudet, ~0,007 cm	Rasvkude ja luud	Väliskiiritus: puudub Sisekiiritus ja saaste: esmane oht
Fosfor-32 (P-32)		Max: 1,71 MeV; Kesk: 695 keV	14,3 päeva	Õhk: 610 cm Vesi/kude: 0,76 cm Plastik: 0,61 mm	Luud (lahustuv ³² P); Kopsud (sisse hingamine); Seedetrakt	Väliskiiritus: varjestamata viaali lahtise ava kohal on 37 MBq aktiivsusega radionukliidi kasutamisel doosikiirus ~26 mSv/h

						Sisekiiritus ja saaste: Arvestatav oht
Fosfor-33 (P-33)		Max: 248,5 keV; Kesk: 76,4 keV	25,3 päeva	Õhk: 50 cm Vesi/kude: 0,06 cm Plastik: 0,05 cm	Luud (lahustuv ³³ P); Kopsud (sisse hingamine); Seedetrakt	Väliskiiritus: Väiksemat, kui 37 MBq aktiivsust ei loeta väliskiirituse ohuks Sisekiiritus ja saaste: Peamine oht
Väävel-35 (S-35)		Max: 167,5 keV; Kesk: 48,8 keV	87,44 päeva	Õhk: 26 cm Vesi/kude: 0,32 mm Plastik: 0,25 mm	Suguelundid	Väliskiiritus: Puudub Sisekiiritus ja saaste: Peamine oht

Lisa 6. Täiendavad radionukliidist tulenevad ohutusmeetmed

Kõigi siin juhendis käsitletud radionukliidide käitlemisel tuleb vältida otsest nahakontakti, sissehingamist, -söömist ja süstimist.

H-3 ühendid

Triitium on madala energiaga beeta-kiirgaja, mille puhul kasutatakse eksperimendi läbi viimiseks tihti suuremat aktiivsust. Sellisel juhul peab olema erilise tähelepanu all, et kiirgustöötajad kasutaksid kaitsevahendeid ning väldiksid saaste levikut.

Paljud triitiumi koostisosad läbivad kindaid ja nahka. Neid tuleb käsitleda distantsilt ja kanda topelt kindaid, vahetades pealmist paari vähemalt iga 20 min järel.

Käsi-mõõteseadmete võimetus triitiumit tuvastada hõlbustab saaste teadmatut levikut. Olge käsitlemisel ja ladustamisel äärmiselt ettevaatlik (nt. suletud kahekordne või mitmekordne konteiner), et vältida saastumist.

Varjestus: Ei vaja varjestust.

C-14 ühendid

Süsinik-14 on madala energiaga beeta-kiirgaja, mille puhul kasutatakse eksperimendi läbi viimiseks tihti suuremat aktiivsust. Sellisel juhul peab olema erilise tähelepanu all, et kiirgustöötajad kasutaksid kaitsevahendeid ning väldiksid saaste levikut.

Olenevalt keemilisest ühendist võib läbida kindaid ja nahka. Kasutada tuleks topeltkindaid maksimaalselt 20 minutit korraga.

Käsi-mõõteseadmete võimetus triitiumit tuvastada hõlbustab saaste teadmatut levikut. Olge käsitlemisel ja ladustamisel äärmiselt ettevaatlik (nt. suletud kahekordne või mitmekordne konteiner), et vältida saastumist.

Varjestus: 25 mm paksune PMMA varjestus peatab kiirguse täielikult aga ei vaja varjestust, kui kasutatav aktiivsus jääb alla 37 MBq.

P-32 ühendid

Välist kiirgusohtu põhjustab radionukliid aktiivsusega üle 37 MBq. mCi kogustest tulenev beetakiirgus kujutab endast välist kiirgusohtu. Suurte aktiivsuste (üle 3,7 GBq) kasutamisel tuleb arvestada sekundaarse röntgenkiirguse, *Bremstrallungi*, esinemisega.

P-32 käitlemisel peab alati kaasas olema isikudosimeeter ja käsi-mõõteseade. Üle 37 MBq aktiivsuse kasutamisel peab lisaks sõrmus-dosimeetrile olema kasutusel ka kogukeha dosimeeter ning uuringu läbiviimiseks tuleb kasutada PMMA varjestust. P-32 ei ole lenduv isegi kuumutamisel, seega ei ole tegemist õhu kaudu leviva saasteainega, välja arvatud juhul, kui see esineb aerosooli kujul.

Ärge käsitlege P-32 konteinerit, viibige selle ligiduses ega avage seda ilma varjustuseta. Enne kasutama hakkamist on soovituslik harjutada konteineri avamist ja käsitlemist radioaktiivsust mitte sisaldava konteineriga.

Kontrollige regulaarselt kinnaste saastumist ja vajadusel vahetage.

P-32 (sh jäätmeid) tuleb hoida 10 mm paksuse PMMA varjestuse taga. Hinnata käsi-mõõteseadmega varjestuse piisavust ning vajadusel paigaldada väljaspoole pleksiklaasi pliivarjestus.

Varjestus: 10 mm PMMA varjestust ning vajadusel 3-6 mm pliidi pidurduskiirguse tõkestamiseks, kui aastased efektiivdoosid võivad ületada 0,3 mSv.

P-33 ühendid

P-33 ei ole lenduv isegi kuumutamisel, ega ei ole tegemist õhu kaudu leviva saasteainega, välja arvatud juhul, kui see esineb aerosooli kujul. Üldjuhul võib P-33 käidelda avatud tööpinnal, aga sellisel juhul tuleb täiendavalt kasutada kaitseprille.

Varjestus: Ei vaja varjestust, kui kasutatav aktiivsus jääb alla 37 MBq.

S-35 ühendid

S-35 ühendid on kergelt lenduvad ja võivad tekitada saastumise probleeme, kui neid ei suleta konteinerisse (viaal, ampull jms). Saastumise vältimiseks kasutatakse inkubaatorkambrites aktiivsütt, mis toimib absorbeerijana. Jälgige, et kasutamisel ei tekiks vääveldioksiidi või vesiniksulfiid, mida võib sisse hingata. Arvestage, et väävel on põlev.

Vääveldioksiid: ärritab silmi, nina, kurku, kopsu.

Vesiniksulfiid: ärritab silmi, kopsu, on väga mürgine ja mõjub kesknärvisüsteemile.

Soovitav kaitseriietus: kandke laborikitlit ja kindaid. Valige käideldavate kemikaalide jaoks sobivad kindad.

Kasutage kandikutel ühekordselt kasutatavaid imavaid katteid.

Varjestus: Ei vaja varjestust, kui kasutatav aktiivsus jääb alla 37 MBq.

Lisa 7. Doosipiirangu näidis

Isotoopide labori kiirgustöötajate ekvivalentdoosi doosipiiranguks on 30 mSv aastas. Doosipiirangu aluseks on võetud isikudosimeetrite aasta tulemused ja kiirgusohutushinnangus toodud kiirgustöötajate aastased arvestatud kiirgusdoosid. Doosipiirangu ületamisel teostatakse analüüs ja vajadusel korrigeeritakse kiirgustöötajate töökoormust või doosipiirangut.

Lisa 8. Kiirgustöötajate isikuseire kava näidis

Kiirgustöötajate isikudooside seire teostamiseks on ülikool sõlminud Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt akrediteeritud Keskkonnaameti kliima- ja kiirgusosakonna katselaboriga (L175) lepingu nr 01. Isikudooside seireks kasutatakse sõrmus-dosimeetreid, mille mõõtesagedus on üks kord kolme kuu tagant. Seiretulemused dokumenteeritakse ja säilitatakse digitaalselt kogu kiirgustegevuse perioodi vältel vastavalt ülikooli asjaajamiskorrale.

Lisa 9. Käsi-mõõteseadmete tehnilised parameetrid

Jrk nr	Mõõdetav suurus	Seadme mudel,	Detektori tüüp	Detektori tundlikkus	Mõõtevahemik (koos ühikuga)
1.	$\beta\gamma$ summa	Ludlum 3	Geiger-Müller (Mudel 44-9)	C14 5%, P32 32%, H3 0,6%, S35 25%	0,1-100 cpm*
2.	$\beta\gamma$ summa	Pakri-M	Geiger-Müller	C14 39%; P32 3%; S35 36%	0,1-200 uSv/h*
3.	Beeta, gamma	Ludlum l4C	Geiger-Müller (Mudel 44-7)	C14 2%, Sr90/Y90 10%, Pu239: 7%, I125: 0.1%	0-660 000 cpm*
4.	Beeta	Monitor 4*	Geiger-Müller	1000 cpm/mR/hr (Cs-137)	0-50 000 cpm
5.	Beeta, Gamma	Monitor 5*	Geiger-Müller	25 cps/mR/h	Beeta 0-1250 cps Gamma 0-500 μ Sv/h
6.	Alfa, beeta, $\beta\gamma$ summa	Como 170	Plastik stsintsillaator	C14 14%, P32 25%, S35 5%, I125 12%, Am241 α 22% U 238 α 26%	Alfa: ...-2500 cps $\beta\gamma$: ...-20 000 cps Bq/cm ² ülemväärtused kas on kusagil
7.	Alfa, Beeta, Gamma	RaySafe 452	Geiger-Müller	14C 15 %, 60Co 31 %, 36Cl 43 %, 90Sr/90Y β^- 49 %, 239Pu α 26 %, 241Am α 26 %	0 – 20 000 cps

Lisa 10. Näpunäiteid mõõtmiste läbiviimiseks käsi-mõõteseadmete kasutamiseks

Üldised põhimõtted

Parima mõõtetulemuse tagamiseks peavad radioaktiivsete ainete kasutamisel ning radioaktiivsete jäätmete eeltöötlemiseks kasutatavad mõõteseadmed sobima mõõtmisvajadustega: eeskätt kasutatavate radioaktiivsete ainete, nende füüsikaliste omaduste (vaata [lisa 5](#)) ning käideldavate aktiivsustega. Mõõtmistel tuleb tulemustest kindlasti lahutada looduslik foon (ühikutes „cps“ või „Bq/cm²“), mis on mõõdetud kiirusallikatest eemal, sarnases keskkonnas, puhtal tööpinnal. Andmed mõõdetud loodusliku fooni kohta tuleb mõõtetulemustes eraldi välja tuua.

Käsi-mõõteseadmeid tuleb regulaarselt kontrollida ja kalibreerida sagedusega vähemalt üks kord kahe aasta tagant. Seadme kalibreerimisel soovitame seade kalibreerida ainult vajalike kiirusliikide, radionukliidide energiatega ja mõõdetavate doosikiiruste vahemikus. Mõõteseadmega töötamisel tuleb tähelepanu pöörata kalibratsioonikoefitsiendile, mille väärtus muutub igal kalibreerimisel ja mille alusel on võimalik hinnata mõõtevahendi kasutuskõlblikkust.

Lisaks käib iga mõõteseadmega kaasas seadme efektiivsus (tundlikkus) erinevate radionukliidid tuvastamisel st. mida suurem efektiivsus seda paremini sobib seade konkreetse isotoobi mõõtmiseks.

Erinevad seadmed võimaldavad mõõtmisi läbi viiakas ühikutes cps (*counts per second*), cpm (*counts per minute*) või Bq/cm².

Tootja poolt kalibreeritud seadmed näitavad koheselt tulemust ühikutes „Bq/cm²“, kui valida seadmel sobiv radionukliid (vt joonis 3).

Geiger-Mülleri detektori kasutamisel määrab cps suhte „Bq/cm²“ kalibreerimislabor, radionukliidide Sr-90, C-14, Cs-137, U-238 baasil (seadme mõõtetulemus cps tuleb korrutada läbi kalibratsioonifaktoriga (Bq/(cm²*cps)), et saada tulemus ühikutes „Bq/cm²“).

Teades detektori efektiivsust radionukliidi tuvastamiseks võib kasutada [online kalkulaatorit](#) või kasutada alltoodud näidist juhul, kui labor on kalibreerimisel välja toonud kalibreerimisfaktori.

Näidis: Mõõtmisel kuvab seade tulemuseks 20 cps (1200dpm). Tulemusest on maha lahutatud looduslik taustakiirus. Selleks, et teada saada osakese aktiivsus pinnal tuleb teha järgmine

tehe: $20 \text{ cps} \cdot 8 \text{ Bq/cps} = 160 \text{ Bq}$. Teades detektori pindala saamegi arvutada allika aktiivsuskontsentratsiooni pinnaühiku kohta. Näiteks, kui detektori pindala on 4 cm^2 , siis aktiivsuskontsentratsioon on 40 Bq/cm^2 .



Joonis 4. Käsi-mõõteseade P-32 seadistuses näitamas väärtust ühikutes Bq/cm^2



Joonis 5. Käsi-mõõteseade näitamas väärtust ühikutes cps

Kiirgusallikate, mille puhul ei saa kasutada käsi-mõõteseadmeid, tuleb tagada pindade pühkimeproovide võtmine ning arvestada seejuures, et võimalik on mõõta vaid eemaldatavat saastet, mida võib olla hinnanguliselt 10%.

Soovitusi mõõtmiste läbi viimiseks

Beeta- ja gammakiirgustaseme mõõtmisel ja saastumise kontrollil tuleb arvestada radionukliidide omadusi, mis on toodud [lisas 5](#).

Beetaosake kaotab oma energiat läbi õhu liikudes. Kui beetaosakese algenergia lagunemisel on 48,8 keV ja tema teepikkus õhus on 26 cm, siis 13 cm kauguselt seda allikat mõõtes on võimalik mõõta seadmega, mille mõõteaken laseb läbi osakesi energiaga 24,4 keV. Reeglina tuleb pindade saastet mõõta võimalikul lähedalt – umbes ühe cm kauguselt, et tundlikkus ei langeks osakeste energia vähenemise tõttu ja kaugus ei mõjutaks kalibratsioonikoefitsienti ning maksimaalselt kiirusega kuni 5 cm sekundis.

Järgnevalt on toodud nõuded mõõteseadmele radionukliidide tritium (H-3), süsinik-14 (C-14), fosfor-32 (P-32), fosfor-33 (P-33) ja väävel-35 (S-35) korral.

Tritium (H-3)

Isikudooside mõõtmine: Arvutuslikult. Uriiniproov tuleb teha juhul, kui kahtlustatakse radionukliidi juhuslikku sattumist organismi.

Detekteerimine: Plastik stsintsillaator detektor

Märkus: Laboris kasutatavate koguste juures käsi-mõõteseadme ^3H ei tuvasta.

Süsinik-14 (C-14)

Isikudooside mõõtmine: Arvutuslikult. Uriiniproov tuleb teha juhul, kui kahtlustatakse radionukliidi juhuslikku sattumist organismi.

Detekteerimine: Pindade korral Geiger-Mülleri detektor (~10% efektiivsus) või plastik stsintsillaator detektor, pinna pühkmeproovide korral vedelikstsintillatsioonloendur. Vaatan kas tritiumi juurde see efektiivsus läheb.

Fosfor-32 (P-32)

Isikudooside mõõtmine: Sõrmus-dosimeeter

Detekteerimine: Pindade korral Geiger-Mülleri detektor või plastik stsintsillaator detektor, pinna pühkmeproovide korral vedelikstsintillatsioonloendur.

Fosfor-33 (P-33)

Isikudooside mõõtmine: Arvutuslikult. Uriiniproov tuleb teha juhuslikku organismi sattumise kahtluse korral. Töötaja ei vaja isikudosimeetrit, kuna beetakiirguse energia on tuvastamiseks liiga madal.

Detekteerimine: Pindade korral Geiger-Mülleri detektor või plastik stsintillatsiooni detektor, pinna pühkmeproovide korral vedelikstsintillatsioonloendur.

Väävel-35 (S-35)

Isikudooside mõõtmine: Arvutuslikult. Uriiniproov tuleb teha, juhuslikku organismi sattumise kahtluse korral.

Detekteerimine: Pindade korral Geiger-Müller detektor või plastik stsintsillaator detektor, pinna pühkmeproovide korral vedelikstsintillatsioonloendur.

Täpsemalt vaata punktist 10.2. Töökoha kiirgusseire eeskiri.

Lisa 11. Soovitused kiirgusohutushinnangu koostamiseks

Kiirgusohutushinnangu koostamisel võtta aluseks järgmised eeldused:

- 1) Rahvusvaheliste soovituste kohaselt võib aktiivsuse arvutamisel eeldada, et õnnetuse korral satub nahale 10% kogu varust/proovist. Saaste laiaulatuslikku levikut kehal ei ole mõistlik arvestada.
- 2) Nahaga kokkupuute aeg. Tavaliselt on 30-minutiline kokkupuuteaeg konservatiivne hinnang. Seda aega on võimalik vähendada, kuid eeskirjadesse tuleks lisada täiendavad kontrolliprotseduurid, nt. käte kontrollimine pärast allika kasutamist.
- 3) Naha saastumisest tulenev doosikiirus. Lihtsuse huvides kasutatakse tavaliselt doosikiiruse andmeid kuni 50 µl suurusest tilgast nahale sattumise kohta. Valitud väärtus oleneb tellitud radionukliidi kogusest.
- 4) Kui käideldakse ≤0,5 ml, siis mahaläinud materjali aktiivsus = 10% varu/konteineri aktiivsusest. Ärge unustage teisendada kBq-sse!!!
- 5) Kui käideldakse >0,5 ml, siis mahavalgunud materjali aktiivsus = aktiivsus 50 µl tilgas aktiivsuskontsentratsiooni juures.

Järgmises tabelis on esitatud teave doosikiiruse ja naha dooside kohta, mida võib kiirgusohutushinnangu koostamisel aluseks võtta.

Tabel 3. Teave doosikiiruse ja naha dooside kohta

Isotoop	Väline doosikiirus 10cm klaasviaalist 1MBq allikaga (µSv/h)	Naha doos 50 µl piisast (mSv/h/kBq)
Tritium (H-3)	<0.1	-
Süsinik-14 (C-14)	<0.1	2.7 x 10 ⁻³
Fosfor-32 (P-32)	0.55	1.33
Fosfor-33 (P-33)	<0.1	0.14
Väävel-35 (S-35)	<0.1	4.05 x 10 ⁻³

Näiteks, kui organismi satub 1 MBq H-3 lahust, siis efektiivdoos on tabelist leitud efektiivdoosikoefitsiendi ja aktiivsuse korrutis: $1 \text{ MBq} \times 4,2 \times 10^{-11} = 42 \text{ } \mu\text{Sv}$.

P-32 puhul on kirjanduse põhjal hinnatud doosideks: 10 cm kaugusel varjestamata 37 MBq allikas 29,6 mSv/h ja 30 cm kaugusel (kogu keha doosi arvestamiseks) 4,3 mSv/h.

Õnnetuse korral, kui nahale (kaugus 0 cm) sattub 37 MBq aktiivsust ja see eemaldatakse 15 minuti jooksul on doos nahale ~18 mSv.

Laiali valgunud materjali aktiivsuse, saastunud naha doosikiiruse ja nahal viibimise aja põhjal saame nahadoosi arvutada järgmise võrrandi abil:

$$\text{Nahadoos (mSv)} = \text{laiali valgunud materjali aktiivsus (kBq)} \times \text{saastunud naha doosikiirus (mSv h-1 kBq-1)} \times \text{nahal viibimise aeg (h)}$$

Kasutatud kirjandus

1. Kiirgusseadus
2. Keskkonnaministri 14.10.2022 määrus nr 48 „Kiirgustöötaja ja elaniku efektiivdooside seire ja hindamise kord, kiirgus- ja koefaktori väärtused ning radionukliidide sissevõtmise põhjustatud dooside hindamiseks kasutatavate doosikoefitsientide väärtused“
3. Keskkonnaministri 01.11.2016 määrus nr 34 „Radioaktiivsete jäätmete klassifikatsioon, registreerimine, käitlemine ja üleandmise nõuded ning radioaktiivsete jäätmete pakendi vastavusnäitajad“
4. Keskkonnaministri 25.08.2021 määrus nr 40 „Kiirgustegevuses kasutatavate või tekkivate radioaktiivsete ainete väljaarvamise ja vabastamise tingimused ning väljaarvamise ja vabastamise taotlusele esitatavad nõuded“
5. Keskkonnaministri 16.11.2016 määruse nr 52 „Kiirgusallika asukohaks olevate ruumide nõuded, ruumide ja kiirgusallika märgistamise nõuded, radioaktiivsete kiirgusallikate kategooriad ning radionukliidide aktiivsustasemed“
6. Keskkonnaministri 24.11.2016 määrus nr 57 „Kiirgustöötaja ja kiirgusohutuse spetsialisti kiirgusohutusosalase koolitamise nõuded“
7. "DNA lab" by umseas is licensed under CC BY 2.0. <https://search-production.openverse.engineering/image/10c60ad6-4219-4be8-b659-fc8c83e8dee0>
8. RADIATION PROTECTION IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS, NCRP 157
9. Meditsiinifüüsika terminibaas <https://sonaveeb.ee/ds/mef>
10. Nuclide Information Library
http://www.hpschapters.org/northcarolina/nuclide_information_library.php
11. Keskkonnaamet „Nõuded isikudosimeetri kasutajale“
12. Emergency Contingency Plan (Edinburgi ülikooli juhendi põhjal, lk 6-7)
13. <https://www.biodex.com/nuclearmedicine/products/radiopharmacy/decontamination/decontamination-kit>
14. SPILL RESPONSE <https://www.ucl.ac.uk/safety-services/a-z/ionising-radiations/table-incidents>
15. Good Laboratory Practice. <https://www.ucl.ac.uk/safety-services/sites/safety-services/files/LR24.pdf>
16. The 2007 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, ICRP 103

17. IAEA. Safety Report Series No. 101. Medical Management of Radiation Injuries. 2020 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1891_web.pdf
18. Spills and contaminations <https://www.ehs.iastate.edu/research/radiation/radioactive-materials/spills-and-contaminations>.
19. Safety services <https://www.ucl.ac.uk/safety-services/sites/safety-services/files/LR27.pdf>
20. Como-170/300 specifications <https://www.nuviatech-healthcare.com/product/hand-held-contamination-monitor/>
21. STUK. Radiation safety when using unsealed sources, 2.3.2016, <https://www.stuklex.fi/en/ohje/ST6-1>
22. https://www.exeter.ac.uk/media/universityofexeter/healthandsafety/PRA_for_open_P-32_sources.pdf
23. IAEA Safety Standard „Radiation Safety in the Use of Sources in Research and Education“ (draft) https://www.iaea.org/sites/default/files/21/01/draft_ds470.pdf
24. Ingliskeelne koolitusmaterjal: https://www.imperial.ac.uk/safety/unsealedsources/story_html5.html
25. Radionuclide Information Booklet [Radionuclide Information Booklet 2022](https://www.nuclearsafety.gc.ca) (nuclearsafety.gc.ca)
26. IAEA Safety Standards Series No SSG-45 „Pre-disposal Management of Radioactive Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education“, IAEA L 18-01190 | ISBN 978-92-0-111316-0;
27. IAEA TECDOC-1537 „Strategy and Methodology for Radioactive Waste Characterization“, Vienna, 2007. IAEA-Tecdoc-1537. ISBN 92-0-100207-6. ISSN 1011-4289. © Iaea, 2007;
28. [Microsoft Word - LR 31ml.doc \(ucl.ac.uk\)](#)
29. IAEA training course <https://gnssn.iaea.org/CSN/Trainings%20and%20Workshops/Regional%20training%20course%20on%20Organization%20and%20Imple/CNSC%20Publications/Radiation%20Safety%20Data%20Sheets/S-35.pdf>
30. [Acrylic box for beta radioactive waste - Laboratory equipment \(dulis.nl\)](#)