

IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTTÖ FYSIIKAN JA KEMIAN OPETUKSESSA

1	YLEISTÄ	3
2	TURVALLISUUSLUPA JA LUVASTA VAPAUTTAMINEN	3
3	TURVALLISUUSLUVASTA VAPAUTETTU SÄTEILYN KÄYTTÖ	3
3.1	Opetuskäyttöön hyväksytyt säteilylähteet	3
3.2	Kulutustavarana käytettävät säteilylaitteet ja vapaarajat	4
4	VASTUUHENKILÖ JA HÄNEN TEHTÄVÄNSÄ	4
5	LUVANVARAINEN SÄTEILYN KÄYTTÖ	5
6	TURVALLISUUSVAATIMUKSIA LUVASTA VAPAUTETUSSA SÄTEILYN KÄYTÖSSÄ	5
6.1	Säteilyaltistuksen rajoittaminen	5
6.2	Säteilylähteiden merkinnät ja säilytys	5
6.3	Säteilylähteiden poistaminen käytöstä	5
6.4	Suojausohjeita	6
7	KÄYTTÖRAJOITUKSIA	6

LIITE SÄTEILYTURVALLISUUS DEMONSTRAATIOVÄLINEITÄ KÄYTETTÄESSÄ

Tämä ohje on voimassa 1.6.2007 alkaen toistaiseksi.

Ohje korvaa 17.2.1999 annetun ohjeen ST 5.3, Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa.

Helsinki 2007
ISSN 0789-4619

ISBN 978-952-478-220-3 (nid.)
Edita Prima Oy / Helsinki 2007
ISBN 978-952-478-221-0 (pdf)
ISBN 978-952-478-222-7 (html)

Valtuutusperuste

Säteilyturvakeskus antaa säteilyn käytön ja muun säteilytoiminnan turvallisuutta koskevat yleiset ohjeet, säteilyturvallisuusohjeet (ST-ohjeet), säteilylain (592/1991) 70 §:n 2 momentin nojalla.

Säteilytoiminnan turvallisuudesta vastaa säteilylain mukaan säteilytoiminnan harjoittaja. Toiminnan harjoittaja on velvollinen huolehtimaan siitä, että ST-ohjeissa esitetyn mukainen turvallisuustaso toteutetaan ja ylläpidetään.

1 Yleistä

Kouluopetuksessa käytettävät ionisoivaa säteilyä aikaansaavat laitteet ovat yleensä pienitehoisia ja säteilylähteenä käytettävän radioaktiivisen aineen määrä on vähäinen. Tästä huolimatta on tärkeätä noudattaa huolellisuutta ja käyttöohjeita demonstraatioiden ja oppilastöiden aikana, jotta vältetään oppilaiden ja opettajan säteilyaltistus.

Säteilyturvallisuuden varmistamisessa tärkeitä näkökohtia ovat laitteiden hyvä laatu ja kunto sekä radioaktiivisten aineiden säilytyksestä ja käytöstä poistamisesta annettujen määräysten noudattaminen. Olennaista on myös se, että opetuksessa käytettävät säteilymittarit ovat riittävän herkkiä havaitsemaan vähäisenkin säteilyannoksen tai -annosnopeuden.

Tässä ohjeessa esitetään kouluopetukseen liittyvälle säteilyn käytölle asetettavat turvallisuusvaatimukset sekä ne periaatteet, joiden mukaan säteilylähteitä voidaan käyttää ilman säteilylain (592/1991) 16 §:ssä tarkoitettua turvallisuuslupaa. Ohje koskee ionisoivaa säteilyä aikaansaa- vien säteilylähteiden käyttöä peruskouluissa ja lukioissa sekä säteilyn käyttöä ammatillisten oppilaitosten ja niihin rinnastettavien laitosten fysiikan ja kemian opetuksessa. Yliopistoissa ja korkeakouluissa käytetään yleensä aktiivisuudeltaan tai energialtaan niin suuritehoisia säteilylähteitä, että niiden käyttö edellyttää turvallisuuslupaa. Jos yliopistoissa ja korkeakouluissa käytetään turvallisuusluvasta vapautettuja säteilylähteitä, voidaan niiden käyttö järjestää tämän ohjeen mukaisesti.

Ohje ei koske alle 5 000 voltin jännitteellä toimivia sähköisesti ionisoivaa säteilyä synnyttäviä laitteita.

2 Turvallisuuslupa ja luvasta vapauttaminen

Säteilylain (592/1991) 16 §:n mukaan säteilyn käyttöön on pääsääntöisesti oltava turvallisuuslupa.

Säteilylain 17 §:ssä säädetyn mukaisesti on eräät toiminnot vapautettu turvallisuusluvasta.

Säteilyturvakeskus voi vapauttaa turvallisuusluvasta säteilyn muunkinlaisen käytön, jos voidaan riittävän luotettavasti varmistua siitä, että säteilyn käyttö ei aiheuta terveydellistä haittaa tai vaaraa. Peruskriteerit säteilyn käytön vapauttamiselle turvallisuusluvasta on esitetty ohjeessa ST 1.5.

Kouluopetuksessa säteilyn käyttö suositellaan järjestettäväksi siten, ettei turvallisuuslupaa tarvita.

3 Turvallisuusluvasta vapautettu säteilyn käyttö

3.1 Opetuskäyttöön hyväksytyt säteilylähteet

Kouluopetuksessa voidaan käyttää säteilylähteitä ilman turvallisuuslupaa, jos ne ovat Säteilyturvakeskuksen tarkastamia ja ne on tarkastuksen perusteella vapautettu turvallisuusluvasta ja hyväksytty opetuskäyttöön.

Säteilyturvakeskus on tietyin ehdoin päätöksellään 30/310/07 vapauttanut ionisoivaa säteilyä sähköisesti synnyttävien ja radioaktiivista ainetta sisältävien opetusvälineiden käytön turvallisuusluvasta, kun niiden käyttö liittyy fysiikan tai kemian opetukseen kouluissa, ammatillisissa oppilaitoksissa ja niihin rinnastettavissa laitoksissa. Vapauttamispäätöksessä on turvallisuusluvasta vapauttamisen edellytykseksi asetettu seuraavat ehdot ja vaatimukset:

- Säteilylähteen tai säteilylähdeyyppin on oltava Säteilyturvakeskuksen tarkastama ja säteilyturvallisuusominaisuuksiltaan opetuskäyttöön hyväksymä tai Suomen hyväksymässä kansainvälisessä sopimuksessa edellytetyllä tavalla tarkastettu ja opetuskäyttöön hyväksytty muualla. Säteilylähteessä on oltava hyväksynnän osoittava merkintä.
- Oppilaitoksen on nimettävä säteilyturvallisuudesta huolehtiva vastuhenkilö, jonka tehtävänä on valvoa, että säteilylaitteiden käytössä ja säilytyksessä sekä radioaktiivisten jätteiden hävittämisessä noudatetaan säteilyturvallisuusmääräyksiä ja -ohjeita.
- Rikkoutuneita ja käytöstä poistettuja radioaktiivista ainetta sisältäviä säteilylähteitä on käsiteltävä radioaktiivisena jätteenä.

Yllä mainitun hyväksynnän hakemisesta huolehtii yleensä säteilylähteen valmistaja tai maahantuojia.

3.2 Kulutustavarana käytettävät säteilylaitteet ja vapaarajat

Säteilylain tai Säteilyturvakeskuksen päätösten nojalla turvallisuuss lupaa ei tarvita seuraaviin toimintoihin:

- Kulutustavarana käytettävän säteilylaitteen käyttö. Näitä laitteita ovat muun muassa kotikäyttöön tarkoitetut palovaroittimet ja radioaktiivista valoväriä sisältävät kompassit.
- Sellaisen säteilylaitteen käyttö, joka on aiheuttamansa erittäin vähäisen säteilyaltistuksen perusteella vapautettu valvonnasta. Näitä laitteita ovat umpilähteen sisältävät laitteet, joissa aktiivisuus ei ylitä vapaarajaa.
- Radioaktiivisen aineen käyttö ja hallussapito, kun kerralla hallussa oleva aktiivisuus on pienempi kuin vapaaraja tai kerralla hallussa olevan radioaktiivisen aineen aktiivisuuspitoisuus on pienempi kuin vapaaraja.
- Luonnon radioaktiivisia aineita sisältävien mineraali- ja kivinäytteiden käyttö.

Jos kyseessä on radionuklidiseos tai useampi kuin yksi radionuklidi, turvallisuuss lupaa ei tarvita, mikäli

$$\sum_k \frac{A_k}{A_{E,k}} \leq 1 \quad \text{tai} \quad \sum_k \frac{C_k}{C_{E,k}} \leq 1$$

Kaavoissa

A_k on radionuklidin k aktiivisuus

$A_{E,k}$ on aktiivisuuden vapaaraja radionuklidille k

C_k on radionuklidin k aktiivisuuspitoisuus

$C_{E,k}$ on aktiivisuuspitoisuuden vapaaraja radionuklidille k .

Radionuklidien vapaarajat on esitetty ohjeessa ST 1.5. Vapaarajoja sovelletaan samoin sekä avo- että umpilähteisiin. Tavallisimmin käytettyille radionuklideille vapaarajat ovat seuraavat:

Radionuklidi	Vapaaraja	
	Aktiivisuus (kBq)	Aktiivisuuspitoisuus (kBq/kg)
Co-60	100	10
Sr-90	10	100
Cs-137	10	10
Ra-226	10	10
Am-241	10	1

Radioaktiivisten aineiden käyttöä avolähteinä on vältettävä, ellei siihen ole opetuksen kannalta erityistä tarvetta.

4 Vastuuhenkilö ja hänen tehtävänsä

Kohdassa 3.1 tarkoitetuksi säteilyn käytöstä huolehtivaksi vastuuhenkilöksi suositellaan nimettäväksi henkilö, jolla on tarpeelliset tiedot ja edellytykset toimia tässä tehtävässä. Käytännössä vastuuhenkilö on yleensä fysiikan tai kemian opettaja, joka muutoinkin huolehtii säteilylähteen käytöstä opetuksessa.

Vastuuhenkilön tulee perehtyä opetusvälineinä käytettäviä säteilylähteitä koskeviin säteilyturvallisuusmääräyksiin ja -ohjeisiin. Hänen tehtävänä on myös huolehtia siitä, että

- säteilylähdeluettelo on ajan tasalla
- säteilylähteet ovat oikealla tavalla merkittyjä
- säteilylähteet ja niiden säteilysuojaukset ovat kunnossa
- opettajilla on käytettävissään demonstraatioiden kannalta riittävät käyttö- ja turvaohjeet sekä erityismääräykset, joita säteilylähteen luvastavapauttamisasiakirjoissa tai muutoin on määrätty noudatettaviksi
- säteilylähteen säilytys on järjestetty turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- käytöstä poistetuista säteilylähteistä (radioaktiivisista jätteistä) huolehditaan asianmukaisesti.

Kouluopetukseen tarkoitettujen säteilylähteiden käyttö ei yleensä voi johtaa vakaviin säteilyvaaratilanteisiin. Vaikka vahinkotilanteissa ei tarvittaisikaan säteilysojelullisia erityistoimia, on suositeltavaa, että vahinko-, onnettomuus-, käyttöhäiriö- ja väärinkäyttötilanteiden varalle laaditaan toimintaohjeet. Näiden ohjeiden tulisi sisältää ainakin kuvaus välittömistä toimista vahingon tultua ilmi sekä yhteydenotto-ohjeet koulun vastuuhenkilöihin ja Säteilyturvakeskukseen.

Keskeisimmistä ohjeista ja säteilyturvallisuusnäkökohdista on hyvä laatia tiivistelmä ja sijoittaa se koulun fysiikan tai kemian luokkaan tai säteilylähteiden säilytystilan yhteyteen. Esimerkki tällaisesta tiivistelmästä on esitetty liitteessä.

5 Luvanvarainen säteilyn käyttö

Jos kouluopetuksessa aiotaan käyttää muita kuin luvussa 3 tarkoitettuja turvallisuusluvasta vapautettuja säteilylähteitä, oppilaitoksen tai sen toiminnasta vastaavan yhteisön on haettava säteilylain 16 §:n mukainen turvallisuuslupa. Lupa haetaan Säteilyturvakeskuksesta siten kuin säteilyasetuksen (1512/1991) 4 luvussa on säädetty.

Lupahakemuksessa on esitettävä säteilyn käytön laadun ja laajuuden edellyttämällä tavalla tiedot muun muassa säteilyn käyttöpaikasta ja säteilylähteistä, käytettävistä suojaus- ja varojärjestelmistä, säteilyaltistuksen seurannan järjestämisestä sekä radioaktiivisten jätteiden käsittelystä ja vaarattomaksi tekemisestä.

Luvanvaraiseen säteilyn käyttöön on nimettävä säteilylain 18 §:ssä tarkoitettu säteilyn käytön turvallisuudesta vastaava johtaja. Vastavaksi johtajaksi esitettävän henkilön on täytettävä ohjeessa ST 1.8 esitetyt pätevyysvaatimukset. Turvallisuusvaatimukset luvanvaraisen säteilyn käytöstä on esitetty kyseisiä toimintoja koskevissa muissa ST-ohjeissa.

6 Turvallisuusvaatimuksia luvasta vapautetussa säteilyn käytössä

6.1 Säteilyaltistuksen rajoittaminen

Säteilysojelman yleisten periaatteiden mukaan säteilyaltistus on pidettävä niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.

Säteilyn käyttö kouluopetuksessa tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että

- opettajalle, oppilaalle tai muulle henkilölle aiheutuva efektiivinen annos vuoden aikana ei ylitä arvoa 0,3 mSv
- yhdestä demonstraatiosta oppilaalle aiheutuva annos ei ylitä arvoa 0,03 mSv.

6.2 Säteilylähteiden merkinnät ja säilytys

Säteilylähteissä on oltava ionisoivan säteilyn varoitusmerkki. Radioaktiivista ainetta sisältävissä laitteissa on tämän lisäksi oltava merkintä, josta ilmenevät radionuklidi, aktiivisuus ja päivämäärä, jolloin aktiivisuus on määritetty.

Säteilylähteet on siirrettävä säilytyspaikasta välittömästi oppitunnin päätyttyä. Säilytyspaikan on oltava lukittava, ja sinne pääsy tai sen avaaminen on sallittua vain säteilyturvallisuudesta huolehtivan vastuuhenkilön luvalla. Tila tai kaappi, jossa säilytetään radioaktiivisia aineita, on merkittävä ionisoivan säteilyn vaaraa osoittavalla merkillä.

Kaikista oppilaitoksen hallinnassa olevista säteilylähteistä on pidettävä luetteloa, johon on merkitty säteilylähteen tunnistetiedot, kuten lähteen valmistaja, tyyppi, sarjanumero, radionuklidi sekä aktiivisuus ja päivämäärä, jolloin aktiivisuus on määritetty.

6.3 Säteilylähteiden poistaminen käytöstä

Tarpeettomaksi käyneet säteilylähteet on viivytyksettä poistettava käytöstä. Niiden varastoiminen oppilaitoksen tiloissa ei ole hyväksyttävää.

Kun säteilylähde poistetaan käytöstä radioaktiivisena jätteenä, on noudatettava ohjetta

ST 6.2, Radioaktiiviset jätteet ja päästöt.

Jos oppilaitokselle tarpeettomaksi käynyt turvallisuusluvasta vapautettu säteilylähde on vielä käytettävissä fysiikan ja kemian opetukseen, se voidaan myös luovuttaa toiselle oppilaitokselle tähän käyttötarkoitukseen. Luovutuksesta tehdään molempien osapuolten allekirjoittama asiakirja, jossa tulee yksilöidä luovutettu säteilylähde sekä todeta omistuksen, hallinnan ja vastuun siirtymisajankohta.

Säteilylähteen poistamisesta on tehtävä säteilylähdeluetteloon merkintä, josta ilmenee poistamisajankohta sekä tiedot, mihin radioaktiivinen jäte on toimitettu tai lähde luovutettu.

6.4 Suojausohjeita

Opettajan on huolehdittava, että säteilylähteiden käyttö ei kestä pitempään, kuin opetuksen kannalta on välttämätöntä, eivätkä oppilaat käsittele lähteitä tarpeettomasti ja ilman valvontaa.

Säteilyn vaimeneminen on kääntäen verrannollinen säteilylähteestä mitatun etäisyyden neliöön. Säteilialtistusta voidaan täten pienentää helposti lisäämällä etäisyyttä säteilylähteeseen.

Säteilylähdettä ei saa pitää tarpeettomasti suojuksensa ulkopuolella. Suojuksesta poistettua säteilylähdettä on käsiteltävä siten, ettei mikään kehon osa joudu tarpeettomasti alttiiksi säteilylle.

7 Käyttörajoituksia

Suojaamattomien röntgenlaitteiden käyttö kouluopetuksessa on kielletty. Opetuskäyttöön hyväksytään vain sellaisia suojattuja röntgenlaitteita, joissa primäärisäteilykeila on niin hyvin suojattu, että oleskelua primäärikeilan suunnassa ei ole tarpeen erikseen rajoittaa.

Kylmäkatodityyppiset purkausputket voivat aikaansaada röntgensäteilyä. Röntgensäteilystä

ei aiheudu vaaraa, jos purkausputkia käytetään enintään 5 kilovoltin jännitteellä. Tämän vuoksi säädettävää jännitelähdettä, jonka jännite voidaan asettaa suuremmaksi kuin 5 kV, ei saa käyttää purkausputken yhteydessä ilman jännitemittaria tai muutoin varmistamatta, että jännite on pienempi kuin 5 kV.

Edellä tarkoitettuja purkausputkia ovat esimerkiksi

- katodisäteiden taipumista magneettikentässä osoittava ns. Crookesin putki
- Braunin putki
- fluoroilistemateriaalia sisältävät katodisädeputket
- varjoristiputki
- katodisäteiden paineen demonstroimisputki
- katodisäteiden lämpövaikutuksen demonstroimisputki
- kanavasädeputki.

Kipinäinduktorin käyttö röntgensäteilyä aiheuttavien laitteiden jännitelähteenä on kielletty, koska jännitteen pysyminen alle 5 kV:n on epävarmaa.

Yli 10 vuotta vanhojen ²²⁶Ra-lähteiden käyttö on kielletty, ellei ole varmistettu, että ne ovat edelleen tiiviitä.

Kirjallisuutta

- 1 International Commission on Radiological Protection. Protection against Ionizing Radiation in the Teaching of Science. ICRP Publication 36. Oxford: Pergamon Press; 1983.
- 2 International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Oxford: Pergamon Press; 1991.

LIITE (ESIMERKKI)**Säteilyturvallisuus demonstraatiovälineitä käytettäessä**

Tarkista, että säteilylähteet eivät ole vioittuneet ja että niihin liittyvät turvalaitteet toimivat.

Tunne laitekohtaiset käyttöohjeet ja noudata niitä.

Käytä säteilylähteitä vain niin kauan, kuin opetuksen kannalta on välttämätöntä.

Huolehdi demonstraation aikana siitä, ettei röntgenlaitteen primäärikeilan suunnassa ole ketään eivätkä oppilaat käsittele säteilylähteitä tarpeettomasti ja ilman valvontaa.

Älä pidä säteilylähdettä tarpeettomasti suojuksensa ulkopuolella. Käsittele suojaamatonta säteilylähdettä siten, että mikään kehon osa ei joudu tarpeettomasti alttiiksi säteilylle.

Siirrä säteilylähteet lukittavaan säilytyspaikkaansa välittömästi demonstraation päätyttyä.

Ilmoita heti viallisesta tai kadonneesta säteilylähteestä säteilyturvallisuudesta huolehtivalle vastuuhenkilölle.

Lisätietoja säteilyn käyttöä koskevista asioista saa Säteilyturvakeskuksesta, puh. (09) 759 881.

TÄMÄN KOULUN FYSIIKAN JA KEMIAN OPETUKSESSA KÄYTETTÄVISTÄ SÄTEILYLÄHTEISTÄ JA NIIDEN TURVALLISUUSOHJEISTA HUOLEHTIVA

VASTUUHENKILÖ ON _____

ST-OHJEET (18.5.2007)

Yleiset ohjeet

- ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuusperusteet, 23.5.2005
- ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkinnät, 16.5.2006
- ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 16.4.2004
- ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta ja ilmoitusvelvollisuudesta, 1.7.1999
- ST 1.6 Säteilysuojelutoimet työpaikalla, 29.12.1999
- ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 17.2.2003
- ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja pätevyiden edellyttämä säteilysuojelukoulutus, 16.4.2004

Sädehoito

- ST 2.1 Sädehoidon laadunvarmistus, 22.5.2003
- ST 2.2 Sädehoitolaiteiden ja -tilojen säteilyturvallisuus, 2.2.2001

Lääketieteellinen röntgentutkimus

- ST 3.1 Hammasröntgenlaitteiden käyttö ja valvonta, 27.5.1999
- ST 3.2 Mammografialaitteet ja niiden käyttö, 13.8.2001
- ST 3.3 Röntgentutkimukset terveydenhuollossa, 20.3.2006
- ST 3.6 Röntgentilojen säteilyturvallisuus, 24.9.2001
- ST 3.7 Mammografiaan perustuva rintasyöpäseulonta, 28.3.2001

Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 17.2.1999
- ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 4.5.2007
- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 2.10.2000
- ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 17.2.1999

- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huolto-työ, 17.2.1999

Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet

- ST 6.1 Radionuklidilaboratorioiden säteilyturvallisuusvaatimukset, 1.7.1999
- ST 6.2 Radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 1.7.1999
- ST 6.3 Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä, 18.3.2003

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 25.2.2000
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 1.7.1999
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 1.7.1999
- ST 7.4 Säteilyannosten rekisteröinti 25.2.2000
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 4.5.2007

Ionisoimaton säteily

- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta, 1.12.2003
- ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.4 Yleisöesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus, 28.2.2007

Luonnonsäteily

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 6.4.2000
- ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus, 8.10.2003
- ST 12.3 Talousveden radioaktiivisuus, 9.8.1993
- ST 12.4 Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa, 20.6.2005