



Säteilylähteiden käyttö kouluissa ja oppilaitoksissa

Sisältö

1. Johdanto	5
2. Opetuksessa käytettävät säteilylähteet	6
2.1 Opetuskäyttöön hyväksytyt säteilylähteet	6
2.2 Säteilylähteet, joiden aktiivisuus on pienempi kuin vapaaraja	6
2.3 Muut säteilylähteet, joiden käyttöön ei tarvita turvallisuuslupaa	7
3. Vastuhenkilö ja hänen tehtävänsä	8
4. Säteilyturvallisuus turvallisuusluvasta vapautettujen säteilylähteiden käytössä	10
4.1 Säteilyaltistuksen rajoittaminen	10
4.2 Suojausohjeita	10
4.3 Säteilylähteiden merkinnät ja säilytys	12
4.4 Säteilylähteiden tarkistukset	13
4.5 Säteilylähteiden poistaminen käytöstä	13
4.6 Radioaktiivista ainetta sisältävien säteilylähteiden kuljetus	14
Kirjallisuutta	15
 Liite A Ionisoivan säteilyn suureita ja yksiköitä	16
Liite B Säteilyturvallisuus säteilylähteiden käytössä	17



Säteilylähteiden käyttö kouluissa ja oppilaitoksissa

1. Johdanto

Kouluissa voidaan käyttää fysiikan, kemian tai muussa vastaavassa opetuksessa radioaktiivista ainetta sisältäviä säteilylähteitä tai röntgenlaitteita. Kouluopetuksessa käytettävät röntgenlaitteet ovat yleensä pienitehoisia tai säteilylähteenä käytettävän radioaktiivisen aineen määrä on vähäinen. Tästä huolimatta huolellisuus ja käyttöohjeiden noudattaminen on tärkeää demonstraatioiden ja oppilastöiden aikana oppilaiden ja opettajan tarpeettoman säteilyaltistuksen välttämiseksi.

Tässä oppaassa esitetään, milloin säteilylähteitä voidaan käyttää kouluopetuksessa ilman säteilylaissa (592/1991) tarkoitettua turvallisuushupaa. Lisäksi esitetään säteilylähteiden käsittelyssä huomioitavat turvallisuusnäkökohdat.

Opas koskee säteilylähteiden käyttöä peruskouluissa ja lukioissa sekä ammatillisissa oppilaitoksissa ja niihin rinnastettavissa laitoksissa. Kouluopetuksessa säteilylähteiden käyttö on suositeltavaa järjestää siten, ettei turvallisuushupaa tarvita.

Yliopistoissa ja korkeakouluissa käytetään yleensä aktiivisuudeltaan tai teholtaan niin suuria säteilylähteitä, että niiden käyttö edellyttää turvallisuushupaa. Jos yliopistoissa ja korkeakouluissa käytetään turvallisuushupasta vapautettuja säteilylähteitä, voidaan niiden käyttö järjestää tämän ohjeen mukaisesti.

Liitteessä A on annettu perustietoa tässä oppaassa esiintyvistä suureista ja yksiköistä.

Tässä oppaassa ei käsitellä ionisoimatonta säteilyä, kuten laser- tai UV-säteilyä. Säteilyturvallisuutta ionisoimattoman säteilyn käytössä käsitellään Opetushallituksen oppaassa Luonnontieteiden opetustilat, työturvallisuus ja välineet [2].

2. Opetuksessa käytettävät säteilylähteet

2.1 Opetuskäyttöön hyväksytyt säteilylähteet

Kouluopetuksessa voidaan käyttää säteilylähteitä ilman turvallisuushupaa, jos seuraavat yleiset vaatimukset täyttyvät:

- Säteilyturvakeskus on hyväksynyt säteilylähteen tai säteilylähdetyyppin opetuskäyttöön.
- Oppilaitos on nimennyt vastuuhenkilön, joka huolehtii säteilylähteiden turvallisesta käytöstä ja säilytyksestä sekä radioaktiivisen jätteen asianmukaisesta hävittämisestä.

Hyväksynnän hakemisesta huolehtii yleensä säteilylähteen valmistaja tai maahantuojat. Hyväksyntä annetaan yleensä säteilylähdetypille, eikä yksittäisille säteilylähteille ole silloin tarpeen hakea erikseen hyväksyntää.

Vastuuhenkilöstä ja hänen tehtävistään on tarkempia ohjeita luvussa 3.

2.2 Säteilylähteet, joiden aktiivisuus on pienempi kuin vapaaraja

Aktiivisuudeltaan vapaarajaa pienempien säteilylähteiden käytölle tai hallussapidolle ei ole asetettu erityisiä vaatimuksia. Niiden käyttöön opetuksessa ei tarvitse hakea turvallisuushupaa eikä myöskään kohdassa 2.1 mainittua hyväksyntää.

Eri radioaktiivisten aineiden (radionuklidien) vapaarajat on esitetty ohjeessa ST 1.5 [3]. Vapaarajoja sovelletaan sekä avo- että umpilähteisiin. Radioaktiivisten aineiden käyttöä avolähteinä on kuitenkin syytä välttää, ellei siihen ole opetuksen kannalta erityistä tarvetta. Avolähteitä ei tulisi käyttää ainakaan peruskouluissa.

Esimerkkejä kouluissa yleisimmin käytettyjen radioaktiivisten aineiden vapaarajoista.

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

2.3 Muut säteilylähteet, joiden käyttöön ei tarvita turvallisuuslupaa

Röntgenlaitteen käyttöön ei tarvita turvallisuuslupaa tai hyväksyntää, kun laite toimii enintään 5 kilovoltin (kV) jännitteellä.

Röntgenlaitteen käyttöön ei tarvita turvallisuuslupaa tai hyväksyntää myöskään silloin, kun laite toimii enintään 30 kV:n jännitteellä, eikä se aiheuta missään kohdassa 10 cm:n etäisyydellä laitteen luoksepäästävästä pinnoista suurempaa annosnopeutta kuin 1 $\mu\text{Sv/h}$. Käytännössä tällaiset röntgenlaitteet ovat kokonaan suljettuja siten, että säteilykeila tai siroonnut säteily ei suuntaudu ulos laitteesta.

Luonnon radioaktiivisia aineita sisältävien mineraali- ja kiviläytteen käyttöön kouluopetuksessa ei tarvita turvallisuuslupaa, eikä niille tarvitse hakea hyväksyntää opetuskäyttöön.



Tyypillinen koululähdesarja (Am-241, Sr-90 ja Cs-137), jolla voidaan demonstroida alfa-, beeta- ja gammasäteilyä.
Kuva: IS-Vet Oy.



Mineraalinäytteitä: monatsiitti ja uraanimalmi. Kuva: Leena Hietanen.

3. Vastuuhenkilö ja hänen tehtävänsä

Säteilyturvallisuudesta huolehtivan vastuuhenkilön (jäljempänä vastuuhenkilö) tehtävänä on valvoa, että säteilylaitteiden käytössä ja säilytyksessä sekä säteilylähteiden käytöstä poistossa noudatetaan säteilyturvallisuuksmääräyksiä ja -ohjeita.

Vastuuhenkilöksi on suositeltavaa nimetä henkilö, jolla on tarpeelliset tiedot ja edellytykset toimia tässä tehtävässä. Käytännössä vastuuhenkilö on yleensä fysiikan, kemian tai muun vastaavan aineen opettaja, joka muutoinkin huolehtii säteilylähteiden käytöstä opetuksessa.

Vastuuhenkilön tyypillisiä tehtäviä ovat 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 turvallisuusohjeet sekä vapauttamispäätöksessä mahdollisesti esitetyt määräykset ja ehdot
- säteilylähteiden säilytys on järjestetty turvallisesti
- käytöstä poistetuista säteilylähteistä huolehditaan asianmukaisesti
- oppilaiden ja opettajan säteilyaltistusta rajoitetaan asianmukaisella tavalla.

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

Keskeisimmistä ohjeista ja säteilyturvallisuuksnäkökohdista on hyvä laatia tiivistelmä ja sijoittaa se koululuokkaan tai muuhun tilaan, jossa säteilylähteitä käytetään, tai säteilylähteiden säilytystilan yhteyteen. Esimerkki tällaisesta tiivistelmästä on esitetty liitteessä B.



Erilaisia säteilymittareita.
Kuva: Leena Hietanen.



Vanhojen kellojen viisareissa ja numero-
tauluissa saattaa olla radiumia, jonka voi
havaita säteilymittarilla. Kuva: Leena Hietanen.

4. Säteilyturvallisuus turvallisuusluvasta vapautettujen säteilylähteiden käytössä

4.1 Säteilyaltistuksen rajoittaminen

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

Säteilylähteiden käyttö kouluopetuksessa tulisi 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 efektiivinen annos ei ylitä arvoa 0,03 mSv.

Kouluopetuksessa demonstraatiot voidaan yleensä toteuttaa niin, että oppilaiden ja opettajan säteilyaltistus on paljon edellä esitettyjä arvoja pienempi.

Opetuksessa käytettävien säteilymittarien on oltava riittävän herkkiä havaitsemaan vähäinenkin säteilyannos tai -annosnopeus.

4.2 Suojausohjeita

Säteilyaltistusta voidaan rajoittaa

- pienentämällä altistusaikaa
- lisäämällä etäisyyttä säteilylähteeseen
- lisäämällä suojausta (säteilylähteestä riippuen esimerkiksi teräs, betoni tai akryyli) ihmisen ja säteilylähteen välissä.

Käytännössä säteilyaltistusta rajoitetaan kouluopetuksessa riittävästi, kun opettaja huolehtii siitä, että

- säteilylähteiden käyttö ei kestä pitempään, kuin opetuksen kannalta on välttämätöntä
- oppilaat eivät ole demonstraatiotilanteissa tarpeettoman lähellä säteilylähdettä
- oppilaat eivät käsittele lähteitä tarpeettomasti eivätkä ilman valvontaa
- säteilylähdettä ei pidetä tarpeettomasti suojuksensa ulkopuolella
- suojuksesta poistettua säteilylähdettä käsitellään siten, ettei lähteen läheisyydessä olevan henkilön mikään kehon osa joudu tarpeettomasti alttiiksi säteilylle.

Mikäli kouluopetuksessa käytetään avolähteitä, on suositeltavaa noudattaa ohjeessa ST 6.1 esitettyjä työskentelyohjeita, vaikka käytettävän radioaktiivisen aineen aktiivisuus olisi pienempi kuin vapaaraja [4]. Valmistelut ennen työn aloittamista ja huolellisuus sen aikana ovat tärkeitä kontaminaation estämiseksi.

Mineraalinäytteitä käsiteltäessä on syytä käyttää kertakäyttökäsineitä, koska näytteistä saattaa irrota hienojakoista kiviainesta.

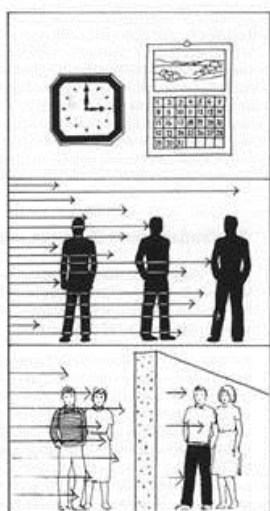
Säteilyn vaimeneminen on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön.

Esimerkki. Etäisyyden kaksinkertaistuksessa annosnopeus pienenee neljäsosaan ja kymmenkertaistuksessa sadasosaan.

Annosnopeus 0,5 metrin päässä 40 $\mu\text{Sv/h}$

Annosnopeus 1 metrin päässä 10 $\mu\text{Sv/h}$

Annosnopeus 5 metrin päässä 0,4 $\mu\text{Sv/h}$



Säteilyaltistusta voidaan rajoittaa pienentämällä altistusaikaa, lisäämällä etäisyyttä säteilylähteeseen tai lisäämällä suojausta.



Mineraalinäytettä käsiteltäessä käytetään kertakäyttökäsineitä. Kuva: Leena Hietanen.

4.3 Säteilylähteiden merkinnät ja säilytys

Säteilylähteiden merkinnöissä ja säilytyksessä on otettava huomioon seuraavaa:

- Säteilylähteissä on oltava ionisoivan säteilyn varoitusmerkki. Radioaktiivista ainetta sisältävissä laitteissa on tämän lisäksi oltava merkintä, josta ilmenevät radionuklidi ja aktiivisuus.
- Säteilylähteiden säilytyspaikan on oltava lukittava ja sinne pääsy tai sen avaaminen on sallittua vain vastuuhenkilön luvalla. Tila tai kaappi, jossa säilytetään radioaktiivisia aineita, on merkittävä ionisoivan säteilyn vaaraa osoittavalla merkillä. Merkinnät on pyrittävä sijoittamaan niin, että ne eivät herätä tarpeetonta huomiota.

Säteilylähteiden merkinnöistä kerrotaan tarkemmin ohjeessa ST 1.3 [5].

Säteilylähteet on syytä siirtää säilytyspaikkaansa välittömästi demonstraation tai oppitunnin päätyttyä.

Kaikista oppilaitoksen hallinnassa olevista säteilylähteistä – myös niistä joiden aktiivisuus on pienempi kuin vapaaraja – on asianmukaista pitää luetteloa, johon on merkitty säteilylähteen tunnistetiedot, kuten lähteen valmistaja, tyyppi, valmistusnumero, radionuklidi sekä aktiivisuus ja päivämäärä, jolloin aktiivisuus on määritetty.

Mineraali- ja kivinäytteet saattavat säteillä huomattavan paljon, joten niiden säilytyksestä on syytä huolehtia kuten muidenkin säteilylähteiden. Ne on myös hyvä merkitä soveltuvin osin säteilylähdeluetteloon. Tunnistetietona voi olla esimerkiksi tieto siitä, mikä mineraali on kyseessä tai mistä näyte on peräisin. Mineraalin tunnistetiedot kannattaa merkitä myös sen säilytyspakkaukseen. Mineraaliin tai sen pakkaukseen ei tarvitse kiinnittää säteilyn varoitusmerkkejä.



Säteilylähteitä säilytetään lukollisessa, merkityssä kaapissa.

Kuva: Leena Hietanen.

4.4 Säteilylähteiden tarkistukset

Hyvä käytäntö on tarkistaa säteilylähteet säännöllisesti esim. vuosittain tai lukukausittain sekä myös pitää kirjaa näistä tarkistuksista.

Säteilylähteiden tarkistuksissa

- varmistetaan, että säteilylähteet ovat tallessa
- varmistetaan, että säteilylähteet ovat kunnossa
- varmistetaan, että säteilylähteiden merkinnät ovat kunnossa
- arvioidaan säteilylähteiden tarpeellisuus ja tarvittaessa tehdään päätös säteilylähteen käytöstä poistosta.

Edellä mainittujen tarkistusten johtopäätelmät on myös syytä kirjata ylös säteilylähteiden tarkistuksista pidettävään kirjanpitoon.

Vuosittaisten tarkistusten yhteydessä on hyvä kiinnittää erityistä huomiota radiumia (Ra-226) sisältäviin umpilähteisiin. Yli 10 vuotta vanhojen radiumlähteiden tiiviys on syytä varmistaa säännöllisesti. Tiiviys voidaan varmistaa pyyhintätestin avulla. Tarkempia ohjeita testin tekemisestä saa Säteilyturvakeskuksesta. Myös muille umpilähteille voi olla tarpeen tehdä pyyhintätesti, mikäli herää epäily niiden tiiviydestä. Usein saattaa olla käytännöllisempää ja edullisempaa luopua vanhasta säteilylähteestä kuin tehdä sille säännöllisiä pyyhintätestejä.

Koska säteilylähteiden ja -laitteiden hyvä laatu ja kunto ovat säteilyturvallisuuden kannalta tärkeitä, on kaikkien säteilylähteiden kuntoa hyvä tarkkailla säännöllisesti muulloinkin kuin vuosittaisten tarkastusten yhteydessä.

Jos opetuksessa käytetään röntgenlaitteita, on hyvä tarkistaa aina ennen laitteen käyttöä, että laitteen kannen tai muiden suojarakenteiden turvakytkimet ovat toimintakuntoisia. Pienienerginen röntgensäteily voi aiheuttaa ihovaurioita lyhyessä ajassa.

4.5 Säteilylähteiden poistaminen käytöstä

Tarpeettomaksi käyneet tai rikkoutuneet säteilylähteet on syytä poistaa käytöstä. Niitä ei pidä turhaan varastoida oppilaitoksen tiloissa.

Vanhat, tarpeettomiksi käyneet säteilylähteet tulisi ensisijaisesti palauttaa niiden myyjälle tai toimittajalle. Ostajan kannattaakin jo säteilylähteiden hankintavaiheessa kysyä myyjältä niiden palautusmahdollisuudesta.

Käytöstä poistettuja säteilylähteitä voi toimittaa myös tunnustettuun laitokseen, joka ottaa vastaan radioaktiivisia jätteitä sekä huolehtii niiden asianmukaisesta käsittelystä ja säilyttämisestä maksullisena palveluna.

Mikäli röntgenlaite poistetaan käytöstä, on se romutettava asianmukaisesti tekemällä se toimintakelvottomaksi. Laitteesta on tällöin myös poistettava ionisoivaa säteilyä ja säteilyvauraa koskevat merkinnät. Röntgenlaitteet saattavat sisältää myös myrkyllisiä tai vaarallisia aineita, kuten berylliumia tai öljyä. Kun romutettava röntgenlaite toimitetaan kierrätykseen sähkö- ja elektroniikkaromuna, on vastaanottajalle syytä ilmoittaa, että kyseessä on röntgenlaite, joka voi sisältää tällaisia aineita.

Jos oppilaitokselle tarpeettomaksi käynyt turvallisuusluvasta vapautettu säteilylähde on vielä käyttökelpoinen opetukseen, se voidaan myös luovuttaa toiselle oppilaitokselle tähän käyttötarkoitukseen. Luovutuksesta tehdään molempien osapuolten allekirjoittama asiakirja, jossa yksilöidään luovutettu säteilylähde sekä todetaan omistuksen, hallinnan ja vastuun siirtymisajankohta. Luovutuksen yhteydessä annetaan myös käyttö- ja turvallisuusohjeet sekä muut säteilylähteeseen liittyvät asiakirjat, esimerkiksi mahdolliset erityismääräykset.

Säteilylähteen poistamisesta tehdään säteilylähdeluetteloon merkintä, josta ilmenee poistamisajankohta sekä tiedot, mihin säteilylähde on luovutettu.

4.6 Radioaktiivista ainetta sisältävien säteilylähteiden kuljetus

Vaikka radioaktiivista ainetta sisältävän opetusvälineen käyttö olisikin vapautettu turvallisuusluvasta, sen kuljetuksessa on kuitenkin noudatettava vaarallisten aineiden kuljetussäädöksiä (ns. VAK-säädökset). Tietoa radioaktiivisten aineiden kuljetuksesta on Säteilyturvakeskuksen oppaassa [6].

Kirjallisuutta

1. Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa. Ohje ST 5.3. Säteilyturvakeskus (4.5.2007).
2. Anttalainen H ja Tulivuori J (toim.). Luonnontieteiden opetustilat, työturvallisuus ja välineet: perusopetus ja lukio, 2. tarkistettu painos. Oppaat ja käsikirjat 2011:6. Helsinki: Opetushallitus; 2011.
3. Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta. Ohje ST 1.5. Säteilyturvakeskus (12.9.2013).
4. Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä. Ohje ST 6.1. Säteilyturvakeskus (2.3.2016).
5. Säteilylähteiden varoitusmerkinnät. Ohje ST 1.3. Säteilyturvakeskus (9.12.2013).
6. Säteilyturvakeskus. Radioaktiivisten aineiden kuljetus, 2. korjattu painos. STUK opastaa. Helsinki: STUK; 2013.

Liite A

Ionisoivan säteilyn suureita ja yksiköitä

Aktiivisuus

Radionuklidin aktiivisuus A on tarkasteltavassa nuklidimäärässä N aikavälillä dt tapahtuvien spontaanien ydinmuutosten lukumäärä dN jaettuna tällä aikavälillä:

$$A = \frac{dN}{dt} .$$

Aktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq). $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$. Usein käytetään sen monikertoja kBq, MBq tai GBq.

$1 \text{ kBq} = 1\,000 \text{ Bq}$

$1 \text{ MBq} = 1\,000 \text{ kBq}$

$1 \text{ GBq} = 1\,000 \text{ MBq}$.

Joissakin maissa on käytössä aktiivisuuden vanha curie-yksikkö (Ci).

$1 \text{ Ci} = 37 \text{ GBq}$

$1 \text{ mCi} = 37 \text{ MBq}$

$1 \text{ }\mu\text{Ci} = 37 \text{ kBq}$.

Efektiivinen annos

Efektiivinen annos on laskennallinen suure, joka kuvaa säteilyn koko keholle aiheuttamaa haittavaikutusta. Se ottaa huomioon säteilylajin ja säteilyenergian sekä kudosten ja elinten säteilyherkkyyden. Efektiivisestä annoksesta käytetään myös nimitystä säteilyannos tai lyhyemmin annos.

Efektiivisen annoksen yksikkö on sievert (Sv). Usein käytetään sen monikertoja mSv tai μSv .

$1 \text{ Sv} = 1\,000 \text{ mSv}$

$1 \text{ mSv} = 1\,000 \text{ }\mu\text{Sv}$.

Annosnopeus

Annosnopeus on annos jaettuna ajalla. Annosnopeuden yksikkönä on yleisesti käytössä $\mu\text{Sv/h}$.

Liite B (Esimerkki)

Säteilyturvallisuus säteilylähteiden käytössä

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

Tutustu laitekohtaisiin käyttöohjeisiin ja noudata niitä.

Käytä säteilylähteitä vain niin kauan kuin opetuksen kannalta on välttämätöntä.

Huolehdi, että oppilaat eivät käsittele säteilylähteitä tarpeettomasti ja ilman valvontaa.

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

Siirrä säteilylähteet lukittavaan säilytyspaikkaansa välittömästi demonstraation päätyttyä.

Ilmoita heti viallisesta tai kadonneesta säteilylähteestä säteilyturvallisuudesta huolehtivalle vastuuhenkilölle.

TÄMÄN KOULUN OPETUKSESSA KÄYTETTÄVISTÄ SÄTEILYLÄHTEISTÄ JA NIIDEN KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEISTA HUOLEHTIVA VASTUUHENKILÖ ON

Yhteystiedot:

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



Laippatie 4, 00880 Helsinki
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500
www.stuk.fi

ISBN 978-952-309-323-2 (pdf)
ISSN 1799-9472