



Elmeri Lukkari

Korroosiokuvauksien aloitus yrityksessä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

20.5.2026

Tiivistelmä

Tekijä: Elmeri Lukkari
Otsikko: Korroosiokuvauksien aloitus yrityksessä
Sivumäärä: 38 sivua
Aika: 20.5.2026

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka
Ammatillinen pääaine: Koneautomaatio
Ohjaajat: Lehtori Pekka Salonen
Diplomi-insinööri Jukka Saarenpää

Opinnäytetyö käsittelee säteilylain (859/2018) mukaisia vaatimuksia teollisessa korroosiokuvauksessa, jossa hyödynnetään röntgensäteilyä. Työn tavoitteena on selvittää, mitä edellytyksiä yrityksen tulee täyttää aloittaakseen säteilytoiminnan turvallisesti ja lainsäädännön mukaisesti Suomessa. Keskeisessä roolissa on Säteilyturvallisuuskeskus (STUK), joka valvoo toimintaa, myöntää turvallisuusluvat ja antaa tarkentavia määräyksiä säteilyturvallisuuden varmistamiseksi.

Työssä tarkastellaan yksityiskohtaisesti turvallisuuslupaprosessi, hakemuksen sisältö sekä siihen liittyvät keskeiset osa-alueet. Työssä kuvataan myös korroosiokuvauksessa käytettävä kalusto, kuvausprosessin vaiheet sekä avoimessa asennuksessa suoritettavan kuvauksen erityisvaatimukset. Tulosten perusteella säteilytoiminnan aloittaminen edellyttää huolellista suunnittelua, kattavaa dokumentointia ja sitoutumista tiukkoihin turvallisuusvaatimuksiin, joiden avulla toiminta voidaan toteuttaa turvallisesti ja tehokkaasti.

Avainsanat:

Teollinen röntgenkuvaus, NDT, putkistojen kuntotutkimus, korroosio, säteilysuojelu, radiografia

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Elmeri Lukkari
Title: Implementation of Corrosion Radiography in a Company
Number of Pages: 38 pages
Date: 20 May 2026

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Mechanical Engineering
Professional Major: Machine Automation
Supervisors: Pekka Salonen, Senior Lecturer
Jukka Saarenpää, Master of Science in Technology

This thesis examines the requirements of the Radiation Act (859/2018) in industrial corrosion radiography, where X-ray radiation is utilized. The aim of the study is to determine the conditions that a company must fulfill to initiate radiation activities safely and in compliance with legislation in Finland. A key authority is the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), which supervises operations, grants safety licenses, and issues detailed regulations to ensure radiation safety.

The thesis provides a detailed review of the safety license process, the content of the application, and its key components. It also describes the equipment used in corrosion radiography, the stages of the imaging process, and the specific requirements of imaging performed in open installations.

The results indicate that initiating radiation activities require careful planning, comprehensive documentation, and a strong commitment to strict safety requirements, enabling operations to be carried out safely and efficiently.

Keywords:

Industrial radiography, NDT, Pipeline condition assessment, Corrosion, Radiation protection, Radiography

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Turvallisuusluvan hakeminen	4
2.1	Hakemuksen tarvittavat tiedot	5
2.1.1	Tiedot hakijasta ja toiminnan tarkoituksesta	6
2.1.2	Säteilytoiminnan johtamisjärjestelmä	7
2.1.3	STV:n kelpoisuus	7
2.1.4	Turvallisuusarvio	8
2.1.5	Tiedot säteilylähteistä ja laitteista	8
2.1.6	Laadunvarmistusmenettelyt	8
2.1.7	Säteilyturvallisuuspoikkeamat ja turvajärjestelyt	9
2.2	Valtuuttaminen	9
2.3	Hakemuksen lähettäminen	10
2.4	Päätös ja maksut	11
2.5	Turvallisuusluvan voimassaolo	12
3	Toiminnan aloittaminen	12
3.1	Kuvauskaluston säilytystila	13
3.2	Kehityskaluston säilytys	14
4	Kaluston hankkiminen	15
4.1	Kuvauskalusto	16
4.2	Kehityskalusto	18
4.3	Analyysikalusto	20
5	Kuvaus avoimella asennuksella	22
5.1	Esivalmistelu	23
5.2	Riskienhallinta	24
5.3	Kuvaus	25
5.4	Kehitys	26
5.5	Analysointi	27
	Yhteenveto	28

Liitteet

Liite 1: Lomake 1.4 Valtakirja toiminnanharjoittajan edustamiseksi

Lyhenteet

STUK: Säteilyturvakeskus.

ALARA: As Low As Reasonably Achievable. ALARA-periaate ohjaa siihen, että säteilyaltistus pidetään mahdollisimman pienenä, mutta kuitenkin järkevästi toteutettuna.

NDT: Ainetta rikkomaton testaus (Non-destructive testing).

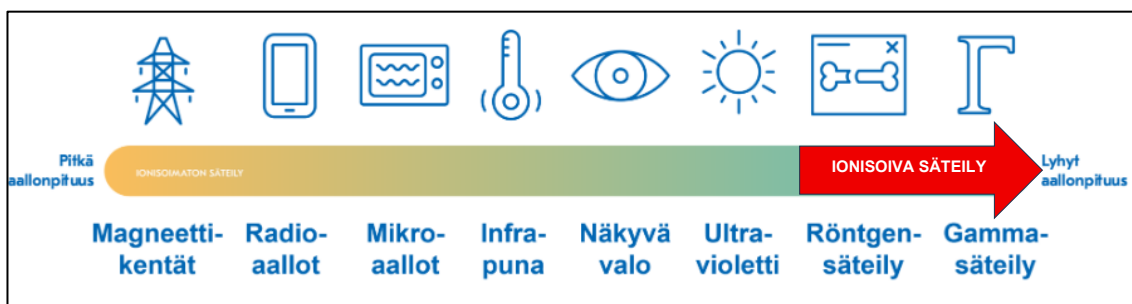
STV Säteilyturvallisuusvastaava.

STA Säteilyturvallisuusasiantuntija.

1 Johdanto

Säteilylaki (859/2018) määrittää miten säteilyn käyttäjän tulee hyödyntää säteilyä turvallisesti ja vastuullisesti toiminnassaan. Laki kuvaa kattavasti kaikki säteilyyn liittyvät asiat, mitä pitää ottaa huomioon säteilyn käytössä. Säteilyturvallisuukskeskus (STUK) perustaa toimintansa kyseisen lain pohjalle. STUK tarkentaa lakia erilaisilla ohjeilla ja määräyksillä.

Säteilyturvallisuukskeskus jakaa säteilyn kahteen pääluokkaan: ionisoivaan ja ionisoimattomaan säteilyyn. Ionisoivalla säteilyllä tarkoitetaan säteilyn muotoa, joka syntyy radioaktiivisista aineista tai sitä tuotetaan sähköisesti esim. röntgenlaitteilla (kuva1). Ionisoiva säteily on hyvin vaarallista ihmiselle ja vaatii tarkkaa valvontaa sekä lain mukaiset turvallisuustoiminnot. Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan säteilyä, jolle ihminen altistuu jatkuvasti arkipäivässä toiminnassaan. Tähän luokitellaan esim. radioaallot, pienitaajuiset sähkö- ja magneettikentät sekä ultraääni. Ihminen ei ole hengen vaarassa, jos altistuu ionisoimattomalle säteilylle, mutta liian voimakas tai pitkäaikainen altistuminen voi olla haitallista terveydelle. Esimerkiksi liiallinen altistuminen ultraviolettisäteilylle voi aiheuttaa iholle vaurioita ja lisätä ihosyövän riskiä.



Kuva 1. Säteilyturvallisuukskeskus jakaa säteilyn kahteen pääluokkaan: ionisoivaan ja ionisoimattomaan säteilyyn (Mitä säteily on?).

Tässä työssä käsitellään vaatimuksia, mitä yrityksen tulee täyttää, jotta korroosiokuvauksien aloittaminen röntgensäteilyä hyödyntäen on mahdollista. Röntgensäteily tuotetaan hyödyntäen teollisuusröntgenputkea, joka tuottaa 5–

400 kW voimalla säteilyä. Korroosiokuvauksilla tarkoitetaan prosessia missä, selvitetään putkien sisäpuolista syöpymistä röntgensäteilyä hyödyntäen. Tämän tiedon perusteella voidaan määrittää laskennallisesti putkien jäljellä oleva käyttöikäennuste. Lisäksi korroosiokuvauksien avulla selviää mm. hitsausseamien kunto, onko putkessa/putkiosissa halkeamia tai hiushalkeamia, putkilinjan sisäpuolisia sakkaumia tai muuta rakenteellista poikkeamaa.

Työssä käydään läpi yksityiskohtaisesti Säteilyturvallisuuskeskukselle (STUK) tehtävän säteilyturvallisuuslupahakemuksen laadinta ja sisältö. Hakemuksen vaatimukset perustuvat säteilylakiin (859/2018) ja niitä tarkentaviin STUK:in ohjeisiin. Säteilyturvallisuuslupa on välttämätön ennen kuin säteilytoimintaa voi aloittaa.

Työssä käsitellään lisäksi minkälaisia työkaluja ja laitteistoja korroosiokuvauksissa hyödynnetään, säteilylain edellyttämät turvallisuuskriteerit kaluston säilyttämiseksi sekä, miten suoritetaan korroosiokuvaus avointa asennusta käyttäen.

Säteilylain (859/2018) pykälässä 67 todetaan, että toiminnanharjoittajan on huolehdittava säteilylähteiden asianmukaisesta suojauksesta ja säilyttämisestä lain vaatimusten mukaan. Pykälässä mainitaan myös, että säteilytoiminnan harjoittajan täytyy estää laitteiden katoaminen ja luvaton käyttö. Säteilytoiminnanharjoittajalla on myös vastuu varmistaa, ettei asiattomilla henkilöillä ole pääsyä kalustoon ja säteilylähteisiin. (Säteilylaki 859/2018.)

Säteilyturvallisuuskeskus (STUK) tarkentaa säteilylain vaatimuksia määräyksessään *Säteilyturvakeskuksen määräys turvallisuuslupaa edellyttävien säteilylähteiden turvajärjestelyistä* (STUK S/9/2023). Määräyksen pykälässä 11 käsitellään säteilytoiminnan suunnittelu ja toteutus säteilylähteelle. Pykälän mukaan säteilytyöjärjestelyt on oltava etukäteen suunniteltuja ja täytettävä turvallisuusluvan edellyttävät vaatimukset. (Säteilyturvakeskuksen määräys turvallisuuslupaa edellyttävien säteilylähteiden turvajärjestelyistä (STUK S/9/2023): § 11.)

Pykälässä 11 kohdassa 4 esitetään mitä vaatimuksia hyväksytyille säilytyspaikalla on asetettu. Näihin kuuluvat mm. säteilylähteen sijainnin määrittely,

rakenteelliset esteet esim. useampi lukitusjärjestelmä, sekä hälytys- ja kulunvalvontajärjestelmät. Edellä mainitut toimenpiteet estävät säteilylähteiden luvottoman käytön ja varmistavat, että säilytys täyttää asetetut vaatimukset. (Säteilyturvakeskuksen määräys turvallisuusalupaa edellyttävien säteilylähteiden turvajärjestelyistä (STUK S/9/2023): § 11.)

Avoimella asennuksella tarkoitetaan tilannetta, missä säteilyä käytetään eristetyllä ja vartioidulla alueella ilman kuvaushuonetta. Tällaisia tilanteita syntyy erityisesti, kun säteilyn käyttöä (esim. putkistojen korroosiokuvausta), suoritetaan rakennuksissa, joissa lyijysuojattua kuvaustilaa ei ole olemassa.

Avoimella asennuksella on hyvin tiukat turvallisuusvaatimukset, koska silloin säteilylle altistumisen vaara on suuri. Säteilylaki (859/2018) määrää, että säteilytyötä tekevät henkilöt ovat käyneet tarvittavat koulutukset ja heillä on oikeudet säteilyn käyttöön. Lisäksi erityisen tärkeää on, hyvällä suunnittelulla, estää sivullisten pääsy säteilytyön alueelle.

Kuvassa 2 on esitetty korroosiokuvaustoiminnan aloittaminen ja eteneminen prosessina, joka käsitellään työn edetessä.



Kuva 2. Korroosiokuvauksen aloittamisen vaiheet yrityksessä.

2 Turvallisuusluvan hakeminen

Säteilylaki (859/2018) toteaa pykälässä 48, että säteilyn käyttö edellyttää turvallisuuslupaa. Laki määrittää, että Säteilyturvakeskus (STUK) voi myöntää hakemusta vasten turvallisuusluvan toistaiseksi tai määräajaksi. Turvallisuuslupa voidaan myöntää myös toiminnan erilaisille vaiheille ja siihen voidaan liittää tarpeellisia ehtoja turvallisuuden varmistamiseksi. Lainmukaisia kriteereitä turvallisuusluvan myöntämiselle ovat:

1. säteilytoiminta on oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteenmukaista;
2. säteilytoimintaa varten on laadittu säteilylain 26 §:ssä tarkoitettu turvallisuusarvio;
3. toimintaa voidaan harjoittaa turvallisesti;
4. toiminnanharjoittajalla on oikeus harjoittaa elinkeinoa Suomessa.

(Säteilylaki 859/2018: § 48.)

Säteilyturvallisuuskeskus (STUK) tarkentaa turvallisuusluvan hakemisprosessia. STUK jakaa prosessin viiden eri vaiheen välille, joista jokainen vaikuttaa luvan saamiseen. Vaiheet ovat seuraavat:

- hakemusta varten tarvittavat tiedot;
- valtuuttaminen;
- hakemuksen lähettäminen;
- päätös ja maksut;
- turvallisuusluvan voimassaolo.

(Hae turvallisuuslupaa tai ilmoita muutoksesta.)

Ensimmäisessä vaiheessa hakijan on koottava kaikki tarvittava tieto turvallisuuslupahakemusta varten. Tähän sisältyvät mm. kuvaus säteilyn toiminnasta

ja säteilyturvallisuusjärjestelyistä sekä säteilylain (859/2018) pykälässä 26 mainittu turvallisuusarvio, joka kuvaa toimintaan liittyvät riskit ja niiden hallintakeinot.

Toisessa vaiheessa eli valtuuttamisessa kuvataan säteilyn käytöstä vastaava johtaja (säteilyturvallisuusvastaava, STV) sekä varmistetaan, että henkilöstöllä ja säteilytyön harjoittajalla on riittävä koulutus ja pätevyys. Tämä on keskeinen vaihe, koska se määrittää vastuut ja velvollisuudet säteilytoiminnassa. Säteilytoiminnan harjoittajalla on kuitenkin kokonaisvastuu toiminnan turvallisuudesta ja lainmukaisuudesta.

Kolmannessa vaiheessa, hakemuksen lähettämisen jälkeen, STUK käsittelee kaiken hakemusmateriaalin ja tämän pohjalta arvioi toiminnanharjoittajan turvallisuusluvan saatavuuden. Tarvittaessa STUK kysyy yksilöidysti lisätietoja, mikäli jotain on jäänyt hakemuksesta puuttumaan, ja antaa määrääjän tietojen täydentämiselle.

Neljännessä vaiheessa STUK lähettää päätöksen turvallisuusluvan myöntämisestä säteilytoiminnan harjoittajalle sekä määrittää maksut lupaan liittyen perittäväksi. STUK voi asettaa myös ehtoja turvallisuusluvalle.

Viides eli viimeinen vaihe käsittelee voimassaoloajan luvalla. Tämä voi olla määräaikainen tai toistaiseksi voimassa oleva. Toiminnanharjoittajan on itse huolehdittava siitä, että luvan vaatimat ehdot täyttyvät koko voimassaolon aikana. Mikäli luvan saannin jälkeen syntyy muutoksia turvallisuuslupaan liittyen, tulee siitä ilmoittaa STUK:lle ensi tilassa.

2.1 Hakemuksen tarvittavat tiedot

Säteilyn käyttö edellyttää turvallisuuslupaa. Lupa on haettava vähintään kuukautta ennen suunniteltua säteilytoiminnan aloittamispäivää. Toimintaa ei saa aloittaa, eikä säteilylähteitä tai -laitteita saa pitää hallussa ennen

Säteilyturvallisuuskeskuksen myöntämää turvallisuuslupaa. Luvan tarkoituksena on varmistaa, että toiminta täyttää lain edellyttämät turvallisuusvaatimukset ennen käytännön toiminnan käynnistämistä.

Turvallisuuslupa haetaan sähköisesti STUK:n hakemuslomakepalvelulla, ja hakemukseen liitetään kattavat tiedot suunnitellusta säteilytoiminnasta. Hakemuksessa on esitettävä seuraavat tiedot:

- 1) tiedot hakijasta (toimintaa harjoittava yritys)
- 2) toiminnan tarkoitus ja tiedot toiminnan harjoittamispaikasta
- 3) säteilytoiminnan johtamisjärjestelmä
- 4) säteilyturvallisuusvastaavan (STV) kelpoisuutta osoittava todistus
- 5) säteilytoiminnan turvallisuusarvio
- 6) tiedot säteilylähteistä, niihin liittyvistä laitteista ja suojuksista sekä huoltojärjestelyistä
- 7) toiminnassa noudatettavat laadunvarmistuksen menettelyt
- 8) suunnitelma säteilyturvallisuuspoikkeamien varalta
- 9) suunnitelma turvajärjestelyistä

Lisäksi erityistilanteissa hakemukseen voidaan vaatia lisäselvityksiä, kuten selvitys avolähteiden käytössä syntyvien radioaktiivisten jätteiden ja päästöjen käsittelystä tai umpilähteiden kuljetukseen liittyvät tiedot, mutta korroosiokuvauksissa kyseisiä laitteita ei käytetä.

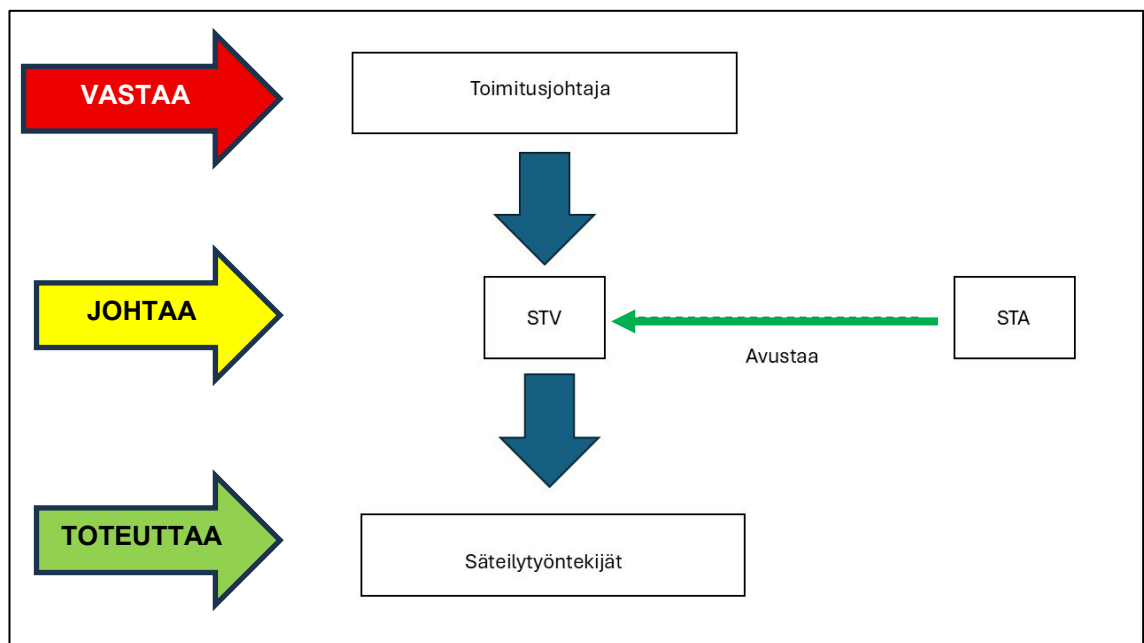
2.1.1 Tiedot hakijasta ja toiminnan tarkoituksesta

Hakijan tiedoissa esitetään yrityksen perustiedot, esim. yrityksen nimi, yhteistiedot ja Y-tunnus. Toiminnasta kuvataan, millaista säteilytoimintaa yritys aloittaa harjoittamaan, missä toiminta tapahtuu ja mihin käyttötarkoitukseen säteilyä hyödynnetään. Lisäksi esitetään tiedot toiminnan harjoittamispaikan

rakenteellisista säteilyuojauksista ja muista turvallisuusjärjestelyistä, esim. pohjapiirros kuvaustilasta tai säilytystilasta.

2.1.2 Säteilytoiminnan johtamisjärjestelmä

Hakemukseen liitetään mukaan säteilytoiminnan johtamisjärjestelmästä kuvaus. Tässä määritellään vastuut ja tehtävät säteilyturvallisuuteen liittyen. Lisäksi nimitetään säteilyturvallisuusvastaava (STV) ja hänen tehtävänsä, sekä kerrotaan miten säteilyturvallisuusasiantuntijaa (STA) hyödynnetään toiminnassa. Selkeä dokumentointi osoittaa säteilylain mukaista turvallisuuden hallintaa. Alla esimerkkikuva organisaatorakenteesta (kuva 3).



Kuva 3. Esimerkkikaavio organisaatorakenteesta säteilytyönteosta. Huomioitavaa on, että yrityksen toimitusjohtaja vastaa säteilytoiminnasta, vaikka ei itse osallistuisi muuten säteilytoimintaan.

2.1.3 STV:n kelpoisuus

Säteilyturvallisuusvastaavan nimeäminen edellyttää, että henkilö on suorittanut soveltuvan koulutuksen ja pätevyyden. Hakemukseen tulee liittää todistus

STV:n kelpoisuudesta. STV vastaa, että säteilytoiminta toteutuu lain ja lupaeh-tojen mukaisesti.

2.1.4 Turvallisuusarvio

Hakemuksen keskeisin liite on säteilytoiminnan turvallisuusarvio. Turvallisuusar-viossa tunnistetaan työnteossa syntyvien säteilyriskien tekijät ja kuvataan miten riskejä tullaan hallitsemaan ja minimoimaan. Arviossa tulee käsitellä mm. sätei-lyalueiden rajausta, annosarviot, säteilylle altistumisen ehkäisytavat ja säteilypoik-keamatilanteen varautumistavat. Altistumisen arvioinnissa hyödynnetään las-kennallisia menetelmiä tarvittaessa. Laskennalliset menetelmät laatii yleensä säteilyturvallisuusasiantuntija (STA). Turvallisuusarvio laaditaan säteilylain (859/2018) pykälän 26 mukaan.

2.1.5 Tiedot säteilylähteistä ja laitteista

Turvallisuuslupahakemuksessa pitää esittää yksityiskohtaisesti tiedot toimin-nassa käytettävistä säteilylähteistä ja laitteista. Säteilylähteestä esitettäviä tie-toja ovat mm.: teollisuusröntgenlaitteen tyyppi ja malli, käyttöteho, valmistaja ja huolto- ja kunnossapitojärjestelyt. Lisäksi kuvataan, mihin tarkoitukseen laitteita käytetään ja millaisia säteily suojaus- ja suojauksia hyödynnetään toiminnassa. Nämä tiedot antavat STUK:lle pohjan arvioida säteilytoiminnan turvallisuuden ja vaatimus-tenmukaisuuden.

2.1.6 Laadunvarmistusmenettelyt

Hakemukseen lisätään kuvaus toiminnassa käytettävistä laadunvarmistusme-nettelytavoista. Säteilytoiminnanharjoittajan on huolehdittava laadunvarmistuk-sesta säteilylain (859/2018) pykälän 30 mukaisesti. Dokumentin ideana on esit-tää mm. käytettävät tarkastus- ja mittaussuomenetelmät, mitkä ovat hyväksytyt toi-menpiderajat (ympäristön säteilylle), menettelyt rajojen ylittyessä sekä vastuun-jako laadunvarmistuksen toteutuksessa. (Säteilylaki 859/2018.)

Laadunvarmistusjärjestelmää on arvioitava säännöllisesti ja päivitettävä tarvittaessa STV:n toimesta.

2.1.7 Säteilyturvallisuuspoikkeamat ja turvajärjestelyt

Säteilytoimijalla tulee olla suunnitelma säteilyturvallisuuspoikkeamien varalle. Poikkeamien kuvaus pitää liittää hakemukseen ja sen tulee sisältää kuvauksen erilaisista menettelyistä, joissa säteilyturvallisuus voi vaarantua. Näitä ovat esimerkiksi laiteviat. Säteilyturvallisuuspoikkeamien dokumentin tulee olla ajantasainen ja kaikkien työntekijöiden saatavilla ja tiedossa.

Tarvittaessa voidaan hakemukseen liittää suunnitelma turvajärjestelyistä. Korroosiokuvauksiin liittyvässä turvallisuuslupahakemuksessa kyseinen dokumentti tulee olla mukana. Dokumentissa kuvataan, miten säteilylaitteistoja ja -lähteitä säilytetään, mitä rakenteellisia esteitä ja valvontajärjestelmiä käytetään ja miten laitteiden luvaton käyttö estetään. Turvajärjestelyjen tarkoituksena on täyttää säteilylain vaatimukset säteilylähteiden suojaamiseksi ja turvallisuuden säilyttämiseksi.

2.2 Valtuuttaminen

Turvallisuuslupahakemuksen yhteydessä tulee varmistaa, että hakemuksen lähettävällä henkilöllä on oikeus edustaa säteilytyönharjoittajaa eli yritystä. Hakemus voidaan käsitellä vain, jos sen lähettäneellä henkilöllä on valtuus edustaa kyseisen yrityksen Y-tunnusta. Oikeus edustaa yritystä hakemuksessa, ei tule automaattisesti pelkästä työasemasta yrityksessä, vaan hakemuksen lähettäjällä tulee olla yrityksen nimenkirjoitusoikeus. Esimerkiksi säteilyturvallisuusvas-
taava (STV) on johtavassa asemassa säteilytyöhön ja säteilyturvallisuuteen liit-
tyen, mutta hänellä ei ole automaattisesti oikeutta edustaa toiminnanharjoittajaa
turvallisuuslupaan liittyvissä asioissa.

Valtuuttamisen voi toteuttaa kolmella erilaisella tavalla. Ensisijainen tapa valtuuttaa Y-tunnuksen edustaja on hyödyntää Suomi.fi-palvelua. Siellä yrityksen

nimenkirjoitusoikeudellinen henkilö antaa sähköisen luvan edustajalle. Tämä valtuuttaa turvallisuuslupahakemuksen jättämisen STUKille sähköisesti heidän palvelimellaan.

Vaihtoehtoinen tapa on kirjata yrityksen säteilytoiminnan johtamisjärjestelmään tahot, joille on määritelty toimivaltuudet ja vastuut säteilytoimintaan liittyvissä viranomaisasioissa selkeästi. Kyseinen valtuutus pitää olla dokumentoituna tarkasti, koska se toimii näyttönä vastuunjaosta ja valtuutuksesta.

Edellä mainittujen lisäksi valtuutuksen voi tehdä STUK:n lomakkeella 1.4 *Valtakirja toiminnanharjoittajan edustamiseksi*, joka lisätään liitteenä turvallisuuslupahakemukseen (Liite 1).

Valtuuttamisella varmistetaan, että asiointi on tehty oikein ja turvallisuuslupaa koskevat sitoumukset sitovat toiminnanharjoittajaa. Asianmukainen dokumentointi valtuutukseen liittyen tukee säteilylain mukaista vastuunjakoa ja on edellytys turvallisuusluvan myöntämiselle. (Säteilylaki 859/2018: § 48.)

2.3 Hakemuksen lähettäminen

Hakemuksen lähettäminen on suositeltavinta tehdä Säteilyturvakeskukselle lomakepalvelukeskuksen kautta (Formbox). Lähettäminen tapahtuu vasta, kun kaikki edellä käsitellyt asiakirjat ja tiedot sekä valtuutus on kunnossa. Lomakepalvelu ohjaa hakijaa täyttämään hakemusta vaadittavilla tiedoilla vaihe vaiheelta, mikä pienentää tärkeiden tietojen puuttumisen valmiista hakemuksesta.

Hakemukseen on mahdollista tutustua STUKin sivulla ilman tunnistautumista, mutta täyttämiseen ja lähettämiseen täytyy kirjautua käyttäen Suomi.fi-tunnistetta. Tunnisteen avulla varmistetaan hakijan henkilöllisyys ja oikeus edustaa toiminnanharjoittajaa turvallisuuslupa-asioissa.

Jos sähköinen asiointi ei ole mahdollista, hakemuksen voi toimittaa myös kirjallisesti postitse tai sähköpostilla. Tällaisessa tilanteessa hakijan tulee varmistaa, että kaikki hakemuksen vaadittavat liitteet ja selvitykset toimitetaan kokonaisuudessaan.

2.4 Päätös ja maksut

Hakemuksen käsittelyn jälkeen STUK toimittaa hakijalle joko lisäselvityspyynnön tai päätöksen hyväksytystä turvallisuusluvasta. Päätös lähetetään hakemukseen liitettyyn sähköiseen osoitteeseen (sähköposti). STUK käsittelee hakemuksen n. 30 päivän kuluessa, kun hakemus on lähetetty asianmukaisesti täytettynä. Mikäli hakemuksessa on puutteita, STUK pyytää täydentäviä tietoja ennen päätöksentekoa. Mahdolliset lisätiedot toimitetaan vaadittuun määräaikaan mennessä, jotta hakemus ei raukea.

Hyväksytyyn lupapäätöksen jälkeen STUK alkaa perimään säteilytoiminnan harjoittajalta vuosittaista valvontamaksua toiminnan valvomisesta. Valvontamaksu perustuu säteilylainsäädäntöön ja sitä koskeviin maksusäädöksiin. Maksuvelvollisuus alkaa heti luvan voimaantulosta ja velvollisuus jatkuu koko luvan voimassaoloajan.

Maksujen tarkoituksena on kattaa viranomaisille aiheutuvat kustannukset mm. lupien käsittelyn, asiakirjojen arvioinnin, tarkastuksen ja muun jatkuvan valvontatoiminnan kulut. Maksut määräytyvät toiminnan laadun ja laajuuden perusteella. Korroosiokuvauksissa maksuluokkaan vaikuttavat esimerkiksi käytettävien teollisuusröntgenlaitteiden tehot, laitteiden määrä, toiminnan riskitaso ja valvonnan tarve.

Maksujärjestelmä on osa säteilytoiminnan kokonaisvaltaista sääntelyä, jossa toiminnanharjoittaja vastaa toiminnan turvallisuuden toteuttamisesta ja viranomaisvalvonnasta syntyvistä kustannuksista. Tämä korostaa yrityksen velvollisuutta suunnitella säteilytoiminnan pitkäjänteisyyttä ja huomioida taloudelliset vaikutukset liittyen toiminnan kannattavuuteen.

2.5 Turvallisuusluvan voimassaolo

Säteilylain (859/2018) pykälän 48 mukaan STUK voi myöntää turvallisuusluvan toiminnanharjoittajalle, jolla on oikeus harjoittaa elinkeinoa Suomessa, kun muut edellytykset täyttyvät. STUK myöntää turvallisuusluvan pääasiallisesti toistaiseksi voimassa olevana. Erityisissä tilanteissa tai syistä, lupa voidaan myöntää myös määräaikaiseksi, mikäli toiminnan luonne, laajuus tai turvallisuuteen liittyvät tekijät sitä edellyttävät.

Ulkomaiselle yritykselle STUK myöntää aina määräaikaisen turvallisuusluvan. Tämä mahdollistaa sen, että ulkomaille rekisteröityneen yrityksen säteilytoimintaa voidaan arvioida ja valvoa säännöllisesti Suomen lainsäädännön mukaisesti.

Säteilyturvallisuuskeskuksella on oikeus peruuttaa turvallisuuslupa, jos luvan myöntämisen edellytykset eivät enää täyty (Säteilylaki 859/2018). Turvallisuuslupa voidaan myös perua, jos luvanhaltija on toistuvasti tai olennaisesti rikkonut lupaehtojen pohjalta säteilylakia tai annettuja säännöksiä ja määräyksiä.

Lisäksi lupa voidaan perua tilanteessa, missä luvanhaltija ei ole viranomaisten kehotuksesta huolimatta korjannut toiminnassa havaittuja puutteita tai muuttanut menettelyä vaatimusten mukaiseksi. Peruutusmenettelyllä varmistetaan säteilytoimintaa harjoittavien yritysten, lain ja turvallisuusvaatimusten mukainen toiminta sekä säteilyturvallisuustason säilyttäminen hyväksytyllä tasolla.

3 Toiminnan aloittaminen

Säteilytoiminta voidaan käynnistää vasta, kun yritys täyttää säteilytoiminnan lupavaatimukset ja turvallisuuslupa on voimassa. Ennen varsinaisen toiminnan käynnistämistä on voitu tehdä jo toimitilojen suunnittelu ja mahdollinen rakentaminen tai se tehdään vasta luvan saannin jälkeen. Erityisen tärkeää on huolehtia, että säteilylaitteiden säilytystilat, suojausrakenteet ja turvajärjestelyiden toteutus vastaa lupaehtoja.

Säteilylaitteiston hankinnan voi suorittaa ennen tilojen lopullista hyväksyntää, mutta laitteistoa ei saa säilyttää tai ottaa käyttöön yrityksen tiloissa ennen kuin tilat täyttävät lainsäädännön ja turvallisuuslupaehdon vaatimukset.

3.1 Kuvauskaluston säilytystila

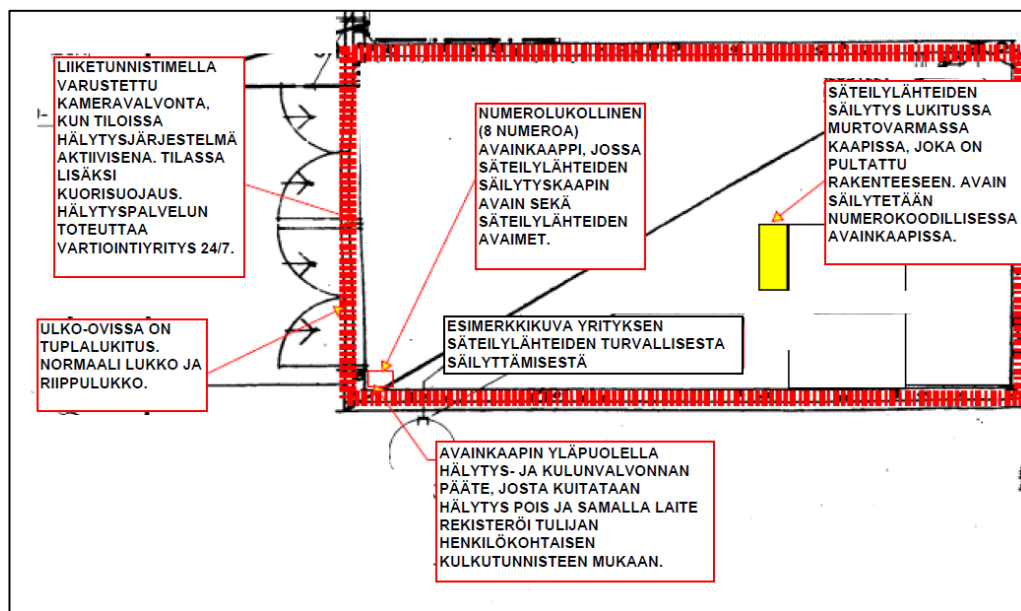
Korroosiokuvauksessa käytettävää säteilykalustoa tulee säilyttää lain ja lupaehdojen mukaisella tavalla. Turvallinen säilytys estää laitteiden joutumista asiattomien haltuun ja vähentää säteilyvaaran riskiä. Säilytystilojen suunnittelussa pitää huomioidaan fyysinen suojaus, kulunvalvonta sekä lukitusratkaisut ja hälytysjärjestelmät.

STUK jakaa säteilylähteet kolmeen turvallisuusluokkaan: A, B ja C. Luokittelu perustuu säteilylähteen aktiivisuuteen ja mahdollisiin haittavaikutuksiin, jos ne joutuisivat väärinkäytön kohteeksi. Teollisuusradiografiassa (korroosiokuvauksissa) käytettävät säteilylähteet kuuluvat tyypillisesti korkeimpaan turvallisuusluokkaan eli luokkaan A. Korkein turvallisuusluokka A edellyttää tehostettuja turvajärjestelyjä, mikä tarkoittaa mm.:

- säteilylähteen säilyttämistä vähintään kahden toisistaan riippumattoman lukituksen takana
- rakenteellisesti kestävä ja lukittava säilytystilaa
- hälytysjärjestelmää tai muuta teknistä valvontaa
- säilytystilaan pääsyn rajaaminen vain luvan saaneille henkilöille
- säilytystilan avainten ja/tai säteilylähteen käynnistyslaitteiden erillistä säilytystä lukitussa tilassa.

Lisäksi säteilylähteiden inventointi ja kirjanpito ovat pakollisia. Toiminnanharjoittajan on pystyttävä osoittamaan, missä säteilylähteet sijaitsevat ja kuka on niistä vastuussa. (Säteilylaki 859/2018.)

Tavoitteena on varmistaa, että toiminnanharjoittajan säteilylähteet on suojattu asianmukaisesti varkauksilta, väärinkäytöltä ja asiattomalta pääsylvä. Kuvassa 3 on esitetty esimerkkikuva laitteiden turvallisesta säilytyksestä.



Kuva 4. Esimerkkikuva säteilylähteiden turvallisesta säilyttämisestä yrityksen tiloissa.

3.2 Kehityskaluston säilytys

Filmipohjaisen radiografian hyödyntämisessä kehityskaluston säilytys tulee järjestää asianmukaisesti (kuva 5). Kehityskalustoon luokitellaan kehityskoneet, kemikaalit sekä käyttämättömät ja altistetut filmit.

Filmit tulee säilyttää valmistajan ohjeiden mukaisissa oikeissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa, jotta kuvanlaatu ei heikkene. Kehityskemikaalit on säilytettävä selkeästi merkittyinä, tiiviissä astioissa ja tilassa, jossa on riittävä ilmanvaihto ja vuotosuojaukset.

Kemikaalien käsittelyssä on noudatettava työturvallisuuslakia (738/2002). Mikäli kehityskalusto sijaitsee samassa rakennuksessa säteilylähteiden kanssa, on varmistettava, ettei kemikaalien säilytys ja käsittely aiheuta vaaraa säteilyturvallisuudelle. Tämä tarkoittaa, että kemikaalit on säilytettävä siten, etteivät ne lisää

onnettomuusriskiä, vahingoita säteilylähteitä tai estä niiden turvallista käyttöä ja valvontaa.

Kehityskaluston asianmukainen säilytys varmistaa kuvan laadun, henkilöstön turvallisuuden sekä toiminnan lainmukaisuuden.



Kuva 5. Esimerkkikuva kehityslaitteiston säilytystilasta ja kehityshuoneesta.

4 Kaluston hankkiminen

Korroosiokuvauksissa käytettävien säteilylähteiden ja muun kaluston hankinta on keskeinen osa säteilytoiminnan suunnittelua ja harjoittamista. Säteilylähteiden ja laitteiston valintaan vaikuttavat mm. kuvattavien / tutkittavien kohteiden materiaalit ja paksuudet, kuvausolosuhteet sekä toiminnan laajuus. Hankittujen laitteiden pitääkin soveltua suunniteltuun käyttötarkoitukseen. Huolellinen laitevalinta vaikuttaa kuvauksien laatuun, turvallisuuteen ja kilpailukykyyn. Säteilylähteen ja kaluston hankinnassa tulee huomioida myös säteilyturvallisuuden ja lainsäädännön sekä turvallisuusluvan vaatimukset.

4.1 Kuvauskalusto

Korroosiokuvauksissa käytetään yleisimmin digiröntgenkalustoa eli pulssiröntgenlaitetta ja teollisuusröntgenlaitetta sekä näiden yhdistelmää. Laitteiston valinta riippuu mm. tutkittavasta materiaalista ja paksuudesta sekä ympäristön materiaalista. Korroosiokuvauksissa säteily tuotetaan yleisesti teollisuusröntgenlaitteella tai pulssiröntgenlaitteella (ns. digitaalinen kuvausjärjestelmä / digikuvaus).

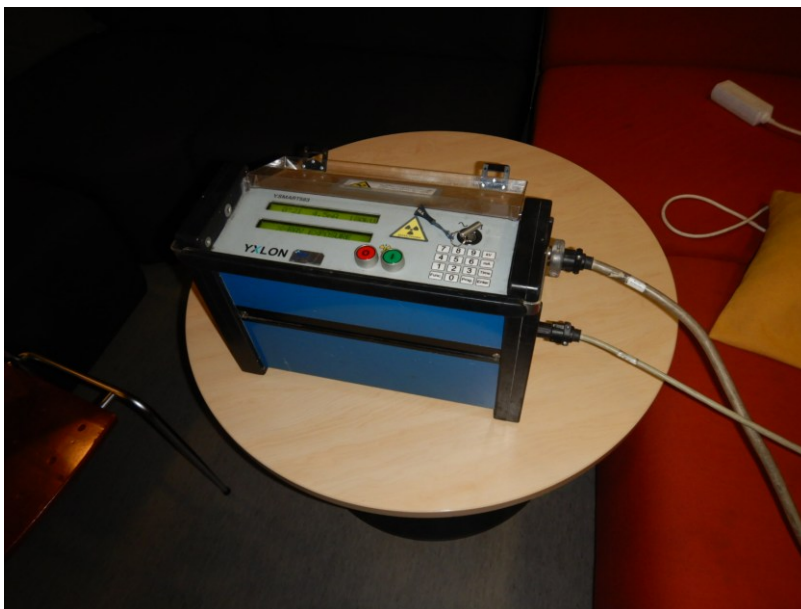
Digitaalisen kuvausjärjestelmän käyttäminen on yleistynyt teollisuusradiografiassa, koska tämä mahdollistaa nopean kuvien luonnin eikä erilliseen filmin kehittämiseen ole tarvetta (röntgenkuva muodostuu tietokoneen näytölle eikä edellytä erillistä kuvan kehittämistä). Digitaalinen kuvaaminen parantaa kuvaustyön tehokkuutta, mahdollistaa kuvien jälkikäsitteilyn ja pienentää kemikaalikuormitusta ympäristöön. Digikuvaamisen etuna ovat myös vähäisempi hajasäteily, lyhyemmät valotusajat, kuvien välitön tarkastus ja digitaalinen tallennusmuoto. Huonona puolena on kuvan epätarkkuus (riippuu kuvalevyn pikseleiden määrästä) ja säteilylähteen läpäisykyky, mikäli käytetään ns. pulssikonetta.

Perinteiset radiografialaitteet eli teollisuusradiografialaitteet (kuva 6) koostuvat säteilylähteestä ja ohjauspöydästä (kuva 7). Järjestelmä hyödyntää yleisesti filmpohjaista menetelmää, joka mahdollistaa paksumpien materiaalien läpäisyn ja tarjoaa paremman kontrastin vika-alueille (filmien herkkyyksiä useita). Teollisuusradiografialaitteistoa hyödynnetään nykyisin vähemmän korroosiokuvauksissa, mikä johtuu suuremmasta säteilymäärästä ja sitä kautta haastavammasta säteilyturvallisuuden varmistamisesta. Voimakkaampi säteilylähde vaatii tiukemman turvajärjestelyn.

Perinteistä teollisuusröntgenlaitetta voidaan käyttää myös digiröntgen-paneelin kanssa ns. hybridilaitteena, jolloin läpäisykyky saadaan suuremmaksi mitä pulssiröntgenkoneella on, mutta kuvankäsittely tapahtuu digitaalisen kuvan avulla (kuva 8).



Kuva 6. Perinteinen teollisuusröntgenputki säädettävässä kuvaustelineessä ja ohjauspöytä.



Kuva 7. Perinteisen teollisuusröntgenputken ohjauspöytä.



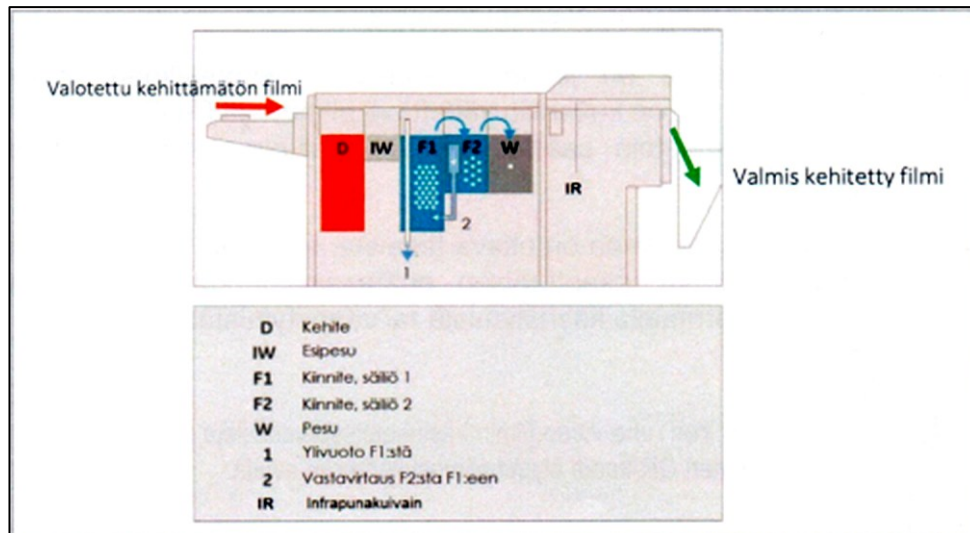
Kuva 8. Perinteinen teollisuusröntgenlaite ja digiröntgen-paneeli (ndttukku.fi www-sivut).

4.2 Kehityskalusto

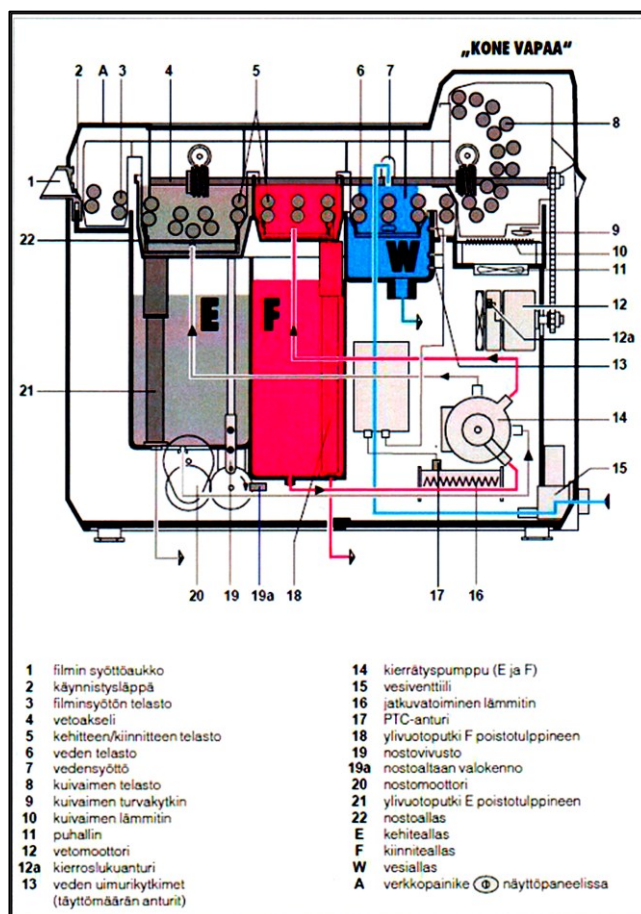
Ellei säteilytoiminnan harjoittaja käytä vain digitaalista kuvausjärjestelmää, täytyy filmien kehitystä varten rakentaa kehityshuone (pimiö). Kun pimiötä suunnitellaan, tulee kiinnittää huomiota seuraaviin asioihin:

- valaistus
- lämpötilan ja ilmanvaihdon hallinta
- vesi- ja viemärintijärjestelyt
- sähköjen käyttö turvallisesti.

Filmikuvien kehittämisessä hyödynnetään yleensä automaattista kehityslaitetta (kuva 9), joka suorittaa kaikki filmin kehitystä vaativat vaiheet automaattisesti (kuva 10). Automaattinen kehitys nopeuttaa filmien kehitysaikaa, mahdollistaa helpon toistettavuuden ja parantaa kehitetyn kuvan laadun.



Kuva 9. Automaattisen filmikehityskoneen periaatekuva (Dolk 2023).



Kuva 10. Automaattisen filmikehityskoneen rakennekuva (Dolk 2023).

4.3 Analyysikalusto

Tyypillisesti korroosiokuvien analysoinnissa hyödynnetään indikaattorilankaa, katselulaitetta ja mustumamittaria eli densitometriä.

Korroosiokuvauksessa indikaattorilangoilla (kuva 11) varmistetaan kuvan laatu, jotta se vastaa korroosiokuvauksissa kalibroitukuvien kuvalaattaa ja mustumat vastaavat kalibroitukuvien arvoja.

Katselulaite mahdollistaa filmikuvan tasaisen (kuva 12), riittävän kirkkaan ja säädettävän valaistustehon, jolloin filmillä olevat yksityiskohdat ja mahdolliset virheet erottuvat selkeästi.

Mustatumamittari eli densitometri on mittalaite, jolla mitataan röntgenfilmille tulleen objektin tiheyttä eli kuvan tummuutta. Mittaus perustuu valon läpäisyyn filmiin läpi. Tummuusarvo kuvaa, miten paljon säteilyä on päässyt läpäisemään kuvattun kohteen. Tämän avulla voidaan arvioida materiaalin ohentumista ja syöpymisen prosentuaalista määrää. Nämä ovat tyypillisiä tapoja tarkastella filmipohjaisia kuvia.



Kuva 11. Yleiskuva indikaattorilangoista. Lankoja on eri materiaaleja, kuvattavan putken materiaalin mukaisesti (ndttukku.fi www-sivu).



Kuva 12. Esimerkkikuva röntgenkuvien katselulaitteesta.



Kuva 13. Esimerkkikuva mustumamittarista eli densitometrissä (ndttukku.fi www-sivu).

Perinteisessä teollisuusröntgenkuvauksessa voidaan hyödyntää myös digitaalisia filmijärjestelmiä, joissa kuvan analyysi voidaan suorittaa hyödyntäen digitaalisia ohjelmia. Ohjelmalla voidaan mm. säätää kuvan kontrastia, mitata vikojen geometriaa ja tallentaa analyysitulokset digitaaliseen muotoon. Kyseistä menetelmää ei käytetä kovin yleisesti korroosiokuvauksissa.



Kuva 14. Digitaalisten kuvalevyjen analyysijärjestelmä.

Analyysin luotettavuus perustuu käyttötarkoitukseen soveltuvaan laitteistoon, onnistuneeseen röntgenkuvaan ja erityisesti ammattitaitoiseen henkilöstöön.

5 Kuvaus avoimella asennuksella

Avokuvaus eli avoin asennus tarkoittaa tilannetta, jossa röntgenkuvaus suoritetaan eristetyllä ja valvotulla alueella ilman erillistä kuvaushuonetta. Menetelmää hyödynnetään esim. kiinteistöjen putkistojen korroosiokuvauksissa sekä teollisuuslaitoksissa, joissa kuvattavaa kohdetta ei voida siirtää erilliseen kuvaustilaan.

Avokuvauksessa säteilyturvallisuuden merkitys korostuu, koska kuvaus suoritetaan avoimessa ympäristössä. Kuvauksen toteuttajien on huomioitava

ympäristön turvallisuus, sivullisten suojaaminen sekä säteilyaltistuksen minimointi. Kuvauksessa tulee muistaa ALARA-periaate eli As Low As Reasonably Achievable (*Niin alhainen kuin on kohtuudella mahdollista*). Tämä varmistetaan yleensä, kun huomioidaan kolme asiaa:

- 1) Aika → pidetään yksittäisen röntgenkuvan valotusaika mahdollisimman lyhyenä
- 2) Etäisyys → kasvatetaan säteilylähteen ja laitteen ohjauspöydän välistä etäisyyttä
- 3) Suojaus → käytetään lyijyä tai muita rakenteellisia suoja

5.1 Esivalmistelu

Ennen avokuvauksen aloittamista tehdään huolellinen suunnittelu, jotta työ voidaan suorittaa turvallisesti ja tehokkaasti. Esivalmistelut voidaan jakaa kolmeen päävaiheeseen.

Ensimmäisessä vaiheessa määritellään kuvauspaikat sekä mahdolliset varapaikat. Kuvauspaikat valitaan sillä perusteella, että säteily voidaan suunnata turvallisesti eikä ympäristölle aiheudu tarpeetonta riskiä. Varapaikkojen suunnittelu mahdollistaa työn jatkumisen, jos alkuperäinen kuvauspaikka ei ole käytettävissä.

Toisessa vaiheessa on kuvauksen ajankohdan suunnittelu. Kuvaus pyritään toteuttamaan ajalla, jolloin kiinteistössä tai kuvasalueella liikkuu mahdollisimman vähän ihmisiä. Ajankohdan valinnassa pitää huomioida kuvauskohteen sijainti ja työympäristön olosuhteet.

Kolmantena vaiheena on tiedottaminen kuvauskohteessa työskenteleville henkilöille. Ilmoittamalla säteilyn käytöstä etukäteen voidaan vähentää sivullisten altistumisriskiä ja varmistaa, että kaikki paikalla olevat henkilöt ovat tietoisia kuvauksesta.

5.2 Riskienhallinta

Avokuvauksessa riskienhallinta on keskeinen osa turvallista työskentelyä. Riskitekijät voidaan jakaa kahteen luokkaan:

- 1) ulkoisiin tekijöihin
- 2) kuvauksen aikaisiin tekijöihin.

Ulkoisia tekijöitä ovat esimerkiksi sivulliset henkilöt, työympäristön rakenteet ja muut kuvauspaikan olosuhteet (kuva 15). Nämä tekijät eivät johdu itse kuvauksesta, mutta ne voivat vaikuttaa säteilyturvallisuuteen. Riskit pyritään minimoimaan huolellisella suunnittelulla ja alueen eristämällä.

Kuvauksen aikana syntyviä riskejä voivat olla esim. säteilyn virheellinen suuntaus tai ohjauslaitteiston toimintahäiriöt. Näiden riskien hallinta edellyttää toimivaa laitteistoa, koulutettua henkilöstöä sekä jatkuvaa säteilymittausta kuvauksen aikana.

Esimerkki tilanne kuvassa 15: kuvauspiste sijaitsee peltiluukun takana katossa, osoitettu kuvassa punaisella nuolella. Ikkuna on rajattu betoniseinästä punaisella katkoviivalla. Kuvausta ei ole mahdollista suorittaa turvallisesti viereisen ikkunan takia.



Kuva 15. Riskitilanne röntgenkuvan ottamisen kanssa.

5.3 Kuvaus

Ennen kuvauksen suorittamista on selvitetty kuvattavan kohteen tekniset tiedot, kuten: putken halkaisija, putken materiaali ja seinämäpaksuus sekä onko putken sisällä vettä tai muuta materiaalia. Nämä tiedot vaikuttavat kuvausparametrien valintaan.

Röntgenkuvaus aloitetaan tarkastamalla, että säteilylaitteisto on ehjä ja toimintakuntoinen. Tämän jälkeen laitteisto valmistellaan käyttötilaan esilämmittämällä röntgenputki ohjauspöydän ohjelman mukaisesti. Kun laitteisto on käyttövalmis, filmi tai digitaalinen kuvalevy asetetaan kuvattavan kohteen taakse (kuva 15) ja röntgenputki asetetaan oikeaan etäisyyteen ja asentoon suhteessa kuvauskohteeseen. Kuvauksessa käytettävät perinteiset röntgenfilmit säilytetään valolta suojatussa kotelossa, jotta ne eivät altistu valolle ennen kuvausta. Filmin koko, tyyppi ja tarkkuus valitaan kuvauskohteen koon ja materiaalin perusteella.

Kuvattava kohde ja käytettävä filmin tarkkuus määrittävät käytettävät parametrit. Korroosiokuvauksessa kaikille kuvattaville kohteille on määritetty

kalibrintiputkien avulla oikeat kuvausetäisyydet, -ajat ja muut parametrit, jotta kuvauksen lopputulos on luotettava ja toistettava.

Ohjauspöytään määritetään kuvausparametrit: jännite (kV), virta (mA) ja valotusaika. Nämä tekijät vaikuttavat kuvan laatuun ja läpäisykykyyn.



Kuva 16. Perinteinen filmi asennettuna kuvattavien käyttövesiputkien taakse korroosiokuvauksessa. Filmi on suojatussa kotelossa (foliokotelo kuvassa).

Kuvauksen aikana säteilyöntekijät siirtyvät turvalliselle etäisyydelle ja seuraavat tilannetta säteilymittareiden avulla.

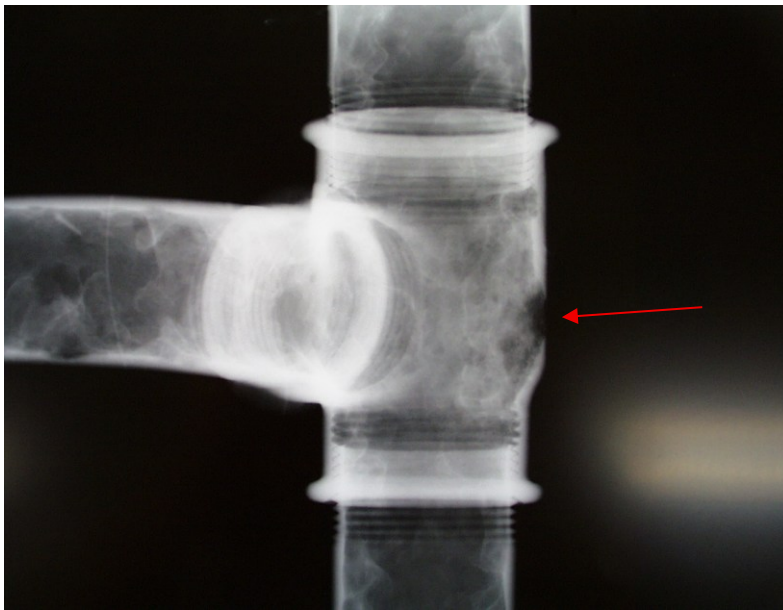
5.4 Kehitys

Kuvauksen jälkeen käytetyt röntgenfilmit kehitetään pimiössä automaattisessa kehityskoneessa. Automaattisessa kehityslaitteessa filmi kulkee kehitysprosessin läpi koneellisesti. Automatisointi vähentää virheiden mahdollisuutta ja nopeuttaa kuvien valmistumista. Kehitysprosessi koostuu useasta eri vaiheista, joihin kuuluvat mm. kehitys, kiinnitys, pesu ja kuivaus. Prosessin tavoitteena on poistaa valottumaton hopeabromidi ja muodostaa näkyvä kuva filmille.

5.5 Analysointi

Kehitetyt röntgenfilmit analysoidaan katselulaitteen ja mustumamittarin avulla. Analyysissä tarkastellaan erityisesti kuvan mustumaeroja, jotka kuvaavat materiaalin paksuusvaihteluita. Lisäksi arvioidaan kohteen profiilia mahdollisten halkeamien, muodonmuutosten tai korroosiovaurioiden havaitsemiseksi.

Esimerkkinä tästä toimii kuva 17, kuvasta on havaittavissa, että tehdasvalmistaisen t-haaraosan seinämän syöpyminen on paikallisesti edennyt vuotoon saakka (punaisella nuolella osoitettu kohta) ja putken sisällä on runsaasti sakkakertymää.



Kuva 17. Korroosiokuva kuumasinkitystä teräsputkesta

Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, mitä vaatimuksia yrityksen tulee täyttää aloittaakseen korroosiokuvaukset turvallisesti ja lainmukaisesti Suomessa. Työn keskeisenä tavoitteena oli muodostaa kokonaiskuva säteilytoiminnan aloittamiseen liittyvistä lainsäädännöllisistä, teknisistä ja turvallisuuteen liittyvistä vaatimuksista sekä kuvata käytännön toimenpiteet, joita toiminnan käynnistäminen edellyttää.

Työssä käsiteltiin säteilyturvallisuusluvan hakuprosessin eri vaiheet ja prosessit. Lisäksi työssä tarkastellaan korroosiokuvauksessa käytettävää kalustoa, säteilylähteiden säilytysvaatimuksia sekä avoimella asennuksella korroosiokuvauksien toteuttamista. Työn aikana muodostui kokonaiskuva siitä, kuinka laaja ja monivaiheinen säteilytoiminnan aloittaminen yrityksessä on.

Työn perusteella havaittiin, että säteilytoiminnan käynnistäminen edellyttää huomattavaa ennakkosuunnittelua, kattavaa dokumentointia ja turvallisuusasioiden huomioimista jo toiminnan alkuvaiheessa. Erityisesti turvallisuuslupaprosessi osoittautui merkittäväksi kokonaisuudeksi, sillä luvan myöntäminen edellyttää useiden eri asiakirjojen, turvallisuusarvioiden ja suunnitelmien laatimista. Lisäksi havaittiin, että säteilyturvallisuuden toteutuminen perustuu vahvasti henkilöstön osaamiseen, toimiviin turvajärjestelyihin sekä selkeään vastuunjakoon.

Työssä onnistuttiin kokoamaan yhteen korroosiokuvauksen aloittamiseen liittyvät keskeiset vaatimukset ja käytännöt, sekä pystyttiin kuvaamaan toiminnan eteneminen vaiheittain turvallisuusluvan hakemisesta varsinaiseen kuvaustoimintaan asti.

Työn avulla voidaan muodostaa parempi kokonaiskuva säteilytoiminnan aloittamisen edellyttämistä vaiheista yrityksessä. Lisäksi työ kuvaa tiiviisti, millainen prosessi säteilytoiminnan käynnistäminen on ja miten korroosiokuvauksia käytännössä toteutetaan.

Jatkona työhön voisi tarkastella esimerkiksi tarkemmin digitaalisen radiografian hyödyntämistä korroosiokuvauksissa ja tekoälyn hyödyntämistä analyysityökaluna sekä korroosiokuvien arvioinnissa.

Työtä voidaan hyödyntää yrityksissä, jotka suunnittelevat korroosiokuvauksen tai muun teollisen radiografian aloittamista. Työ toimii yleisenä ohjeellisena kokonaisuutena turvallisuusluvan hakemisen, säteilyturvallisuuden suunnittelun ja toiminnan käytännön toteutuksen tukena.

Insinööriyön laatimisen yhteydessä ymmärrys säteilylainsäädännöstä, säteilyturvallisuudesta ja teollisesta radiografiasta syveni merkittävästi. Lisäksi työn tekeminen kehitti tiedonhakuja, teknistä raportointia sekä laajojen kokonaisuuksien hallintaa. Työ osoittaa, kuinka keskeisessä roolissa turvallisuus ja viranomaisvaatimukset ovat säteilytoiminnan kaikissa vaiheissa.

Lähteet

Dolk, Henri. 2023. Radiograafinen tarkastus. Opintomateriaali. Taitotalo AEL-Amiedu Oy. Luettu 30.4.2026

Hae turvallisuuslupaa tai ilmoita muutoksesta. Verkkoaineisto Säteilyturvakeskus. <<https://stuk.fi/hae-turvallisuuslupaa-tai-ilmoita-muutoksesta>>. Luettu 10.1.2026

Mitä säteily on? Verkkoaineisto. Säteilyturvallisuuskeskus. <<https://stuk.fi/mita-sateily-on>>. Luettu 10.1.2026

Säteilylaki 859/2018. Verkkoaineisto. Finlex 2018. <<https://www.finlex.fi/fi/lain-saadanto/2018/859>>. Luettu 24.1.2026

Säteilyturvakeskuksen määräys turvallisuuslupaa edellyttävien säteilylähteiden turvajärjestelyistä (STUK S/9/2023). Verkkoaineisto. Säteilyturvakeskus 2023. <<https://www.stuklex.fi/fi/maarays/stuk-s-9-2023>>. Luettu 25.1.2026

Lomake 1 Valtakirja toiminnanharjoittajan edustamiseksi



SÄTEILYTURVAKESKUS
STRÅLSÄKERHETSCENTRALI
RADIATION AND NUCLEAR

LOMAKE 1.4 1 (2)
(10.5.2023)

VALTAKIRJA TOIMINNANHARJOITTAJAN EDUSTAMISEKSI SÄTEILYLAIN (859/2018) MUKAISEEN TURVALLISUUSLUPAAN LIITTYVISSÄ ASIOISSA

1. Toiminnanharjoittajan tiedot

Toiminnanharjoittaja ¹
Y-tunnus

2. Valtuuttajan tiedot ²

Nimi	Nimi
Asema yrityksessä tai organisaatiossa	Asema yrityksessä tai organisaatiossa
Puhelinnumero	Puhelinnumero
Sähköpostiosoite	Sähköpostiosoite

3. Valtuutus

Päivämäärä, jolloin valtuutus on annettu
Henkilöt, joille valtuutus annetaan
Turvallisuuslupanumerot, joita valtuutus koskee ³

¹ Toiminnanharjoittajalla tarkoitetaan säteilylain (859/2018) 48 §:ssä tarkoitetun turvallisuuslupan haltijaa, 165 §:ssä tarkoitetun luvan haltijaa, yritystä, yhteisöä, säätiötä ja laitosta, muuta työnantajaa tai yksityistä elinkeinonharjoittajaa, joka harjoittaa säteilytoimintaa;

² Valtakirjan voi hyväksyä henkilö, jolla on yrityksen tai organisaation virallinen nimenkirjoitusoikeus. Tällaisia voivat olla esim. toimitusjohtaja tai kaupparekisterioteesta ilmoitetut muut henkilöt. Valtakirjan sijaan hakemuksen tai ilmoituksen liitteenä voi lähettää sellaisen otteen säteilylain 29 §:n mukaisesta johtamisjärjestelmästä, josta valtuutus käy ilmi.

³ Tähän voi kirjata turvallisuuslupien numerot, joita valtuutus koskee, tai esim. "kaikki toiminnanharjoittajan turvallisuusluvut"

Asia, jota valtuutus koskee

- Kaikki turvallisuuslupaan liittyvät asiat
- Turvallisuusluvan hakeminen
- Hakemukset turvallisuusluvan muuttamiseksi⁴ (VNa (1034/2018) 25 §)
- Ilmoitukset toiminnan muutoksista⁵ (VNa (1034/2018) 26 §)
- Työntekijöiden henkilökohtaiseen annostarkkailuun liittyvät asiat
- Muu, mikä:

⁴ Toiminnan olennaisia muutoksia, jotka edellyttävät turvallisuusluvan muuttamista etukäteen ovat:

- 1) turvallisuusluvan haltijan vaihtuminen;
- 2) muutos, jonka seurauksena säteilyaltistuksen tai säteilylähteen luokka muuttuu luokkaan 1 luokasta 2 tai 3, tai luokkaan 2 luokasta 3;
- 3) merkittävä muutos johtamisjärjestelmässä;
- 4) muutos, jonka seurauksena säteilylain 54 §:ssä tarkoitettua vakuutta olisi muutettava tai vakuudessa yksilöity korkea-aktiivinen umpilähde vaihtuu;
- 5) hoitotarkoitukseen käytettävän säteilylähteen käyttöön ottaminen;
- 6) säteilyn käytön muuttaminen koskemaan muuta kuin 4 tai 5 kohdassa tarkoitettua säteilylähdettä, jos lähde on säteily- ja säteilyturvallisuusominaisuuksiltaan erilainen kuin turvallisuusluvan mukaisessa toiminnassa on jo käytössä tai jos sen käytön aikainen säteilyturvallisuus edellyttää muutoksia rakenteellisiin suojauksiin tai käyttöpaikkaan liittyviin järjestelyihin;
- 7) säteilylähteen käyttäminen muuhun tarkoitukseen kuin, mihin lupa on myönnetty;
- 8) toiminnan harjoittamispaikan muuttaminen, kun harjoittamispaikkaan kohdistuu erityisiä säteilyturvallisuutta tai turvajärjestelyitä koskevia vaatimuksia;
- 9) toiminnan muuttaminen siten, että radioaktiivisen jätteen tai säteilylain 78 §:n 3 momentissa tarkoitettua jätteen määrää, laatua tai sitä koskevat järjestelyt muuttuvat turvallisuusluvassa hyväksytystä;
- 10) toiminnan muuttaminen siten, että radioaktiivisten aineiden päästöt tai niiden laatu muuttuvat turvallisuusluvassa hyväksytystä.

⁵ Turvallisuuslupaa edellyttävän toiminnan muutoksia, joista on ilmoitettava Säteilyturvaketukselle kahden viikon kuluessa muutoksesta, ovat:

- 1) turvallisuusluvan haltijan yhteystietojen muutos;
- 2) muutos, jonka seurauksena säteilyaltistuksen tai säteilylähteen luokka muuttuu luokkaan 3 luokasta 2 tai 1, tai luokkaan 2 luokasta 1;
- 3) säteilyturvallisuusvastaavan vaihtuminen;
- 4) muun kuin 25 §:n 4–6 kohdassa tarkoitettua säteilylähteen käyttöön ottaminen;
- 5) sädehoidon laadunvarmistusohjelman merkittävä muutos;
- 6) säteilylähteen poistaminen käytöstä;
- 7) säteilytoiminnan lopettaminen osittain tai kokonaan;
- 8) toiminnan harjoittamispaikan muuttaminen lukuun ottamatta 25 §:n 1 momentin 8 kohdassa tarkoitettua muuttamista.