

Sisältö

Lukijalle	1
Röntgensäteilyn käyttö edellyttää turvallisuuspäätöstä	2
Säteilynsuojauksen huomioitava kaikissa olosuhteissa	3
Kiinnipitäjä altistuu säteilylle	4
Röntgenlaitteen kunnontarkkailu varmistaa turvallisuuden	7
Filmit, vahvistuslevyt ja kehitys vaikuttavat annoksiin ja kuvan laatuun	8
Röntgentoiminta tarkastetaan	10
Turvallisuuspäätöksen hakeminen	10



Lukijalle

Röntgensäteilyn käyttö eläinlääkärien vastaanotoilla on vuosi vuodelta lisääntynyt. Suomessa arvioidaan tehtävän vuosittain yli 100 000 eläinröntgentutkimusta. Säteilylaki edellyttää, että röntgenlaitteen käyttöä varten on myönnetty turvallisuuslupa, ja että laite ja tilat täyttävät säteilyturvallisuusmääräykset.

Röntgenkuvan onnistumisen kannalta on tärkeää, että eläin pidetään tutkimuksen aikana liikkumattomana. Kiinnipitäjinä toimivat yleensä henkilökunta ja eläimen saattajat. Uusintakuvauksia voidaan vähentää rauhoittamalla tai nukuttamalla eläin tutkimuksen ajaksi.

Eläinten kuvauksissa käytetään usein röntgenlaitteita, joita aikaisemmin on käytetty ihmisten tutkimuksissa, eikä niitä ole suunniteltu erityisesti eläintutkimuksiin. Tutkimusolosuhteiden johdosta säteilyturvallisuutta ei voida varmistaa pelkästään laite- tai rakenneteknisillä ratkaisuilla. Tämän vuoksi on erityisen tärkeää huolehtia henkilökunnan, kiinnipitäjien ja muiden henkilöiden säteilyturvallisuudesta, käyttää henkilökohtaisia suoja-välineitä, riittävän herkkiä filmejä ja vahvistuslevyjä ja kehittää filmit asianmukaisesti. Henkilökohtaisella säteilyannosvalvonnalla voidaan seurata, että työtavat ovat riittävän turvallisia.

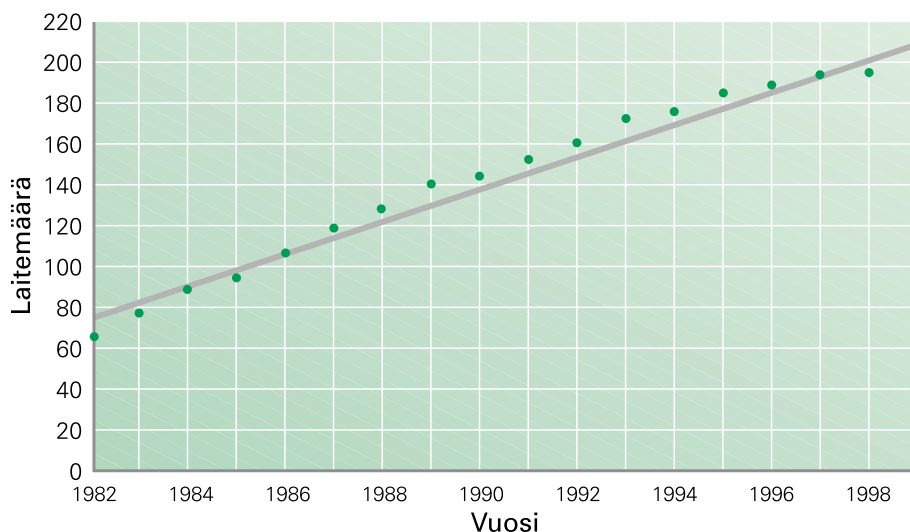
Tässä tiedotteessa annetaan ohjeita siitä, miten eläinröntgentutkimukset voidaan tehdä säteilyturvallisesti.

Röntgensäteilyn käyttö edellyttää turvallisuuslupaa

Röntgenlaitteen käyttöä varten on oltava säteilylaissa (592/1991) tarkoitettu turvallisuuslupa. Lupaa haetaan kirjallisesti Säteilyturvakeskukselta. Tarkemmat ohjeet on esitetty sivulla 10.

Toiminnan säteilyturvallisuudesta huolehtii vastaava johtaja, jolla on oltava Säteilyturvakeskuksen hyväksymä pätevyys. Pätevyysvaatimukset on esitetty ST-ohjeessa 1.4.

Turvallisuuslupaan tulee hakea kirjallisesti muutosta, jos röntgenlaite, sen käyttöpaikka, laitteen omistaja tai vastaava johtaja vaihtuu. Hakemukseen liitetään muuttuvaa asiaa koskevat selvitykset.



Eläinröntgenlaitteiden määrät vuosina 1990-1999.

Säteilysuojaus huomioitava kaikissa olosuhteissa

Eläinten röntgenkuvauksissa käytetään tavallisesti alle 100 kV:n kuvausjännitettä. Pieneläinkuvaukset tehdään yleensä erillisessä säteilysuojatussa tutkimushuoneessa. Säteilykeila suunnataan näissä kuvauksissa lähes poikkeuksetta alaspäin. Tällöin tutkimushuoneen seinien, ovien ja tarkkailuikkunoiden sekä niiden karmien säteilysuojaukseksi yleensä riittää 1 mm:n lyijy-, 10 cm:n betoni- tai 13 cm:n tiilikerroksen säteilysuojausta vastaava rakennusmateriaalin paksuus (betonin tiheys 2,35 g/cm³, tiilen tiheys 1,80 g/cm³). Jos primäärisäteilykeilan suunnassa on tiloja, joissa on ihmisiä tutkimusten aikana, suojaukseksi riittää tavallisesti 2 mm lyijykerrosta tai 15 cm betonikerrosta vastaava suojaus. Erityisiä suojausvaatimuksia ei ole, mikäli tutkimushuoneen välittömässä läheisyydessä ei oleskella tutkimusten aikana.

Suuria eläimiä, esimerkiksi hevosen raajoja, kuvattaessa säteilykeila on tavallisesti vaakasuorassa suunnassa. Kuvattaessa sisätilassa, esimerkiksi tallissa, välittömästi säteilykeilan suunnassa olevan tilan ja tutkimushuoneen välisen seinän säteilysuojauksen on vastattava vähintään 2 mm:n lyijykerroksen tai 15 cm:n betonikerroksen suojausta, jos tutkimuksen aikana ei voida varmistaa, että kyseisessä tilassa ei oleskella. Tutkimushuoneen on oltava niin tilava ja muodoltaan sellainen, että röntgentoiminta huoneessa on mahdollista.

Jos avoimessa tilassa - esimerkiksi raviradalla kuvattaessa - ei ole käytössä liikuteltavia suojaseinämiä, säteilykeilan suunnassa on oltava kymmeniä metrejä tilaa, jossa ei saa oleskella kuvausten aikana. Kuvauksissa käytetään varrellista kasetinpidikettä tai erillistä kasettitelineitä, kun se on mahdollista. Kasettitelineen sijasta voidaan käyttää esimerkiksi kankaasta valmistettua taskua, joka kiinnitetään eläimen ympärille kuvattavan kohteen taakse. Jos röntgenlaitte on kannettavaa mallia, sitä ei saa pidellä kädessä tai sylissä, vaan se on asetettava kuvauksen ajaksi sopivalle telineelle.

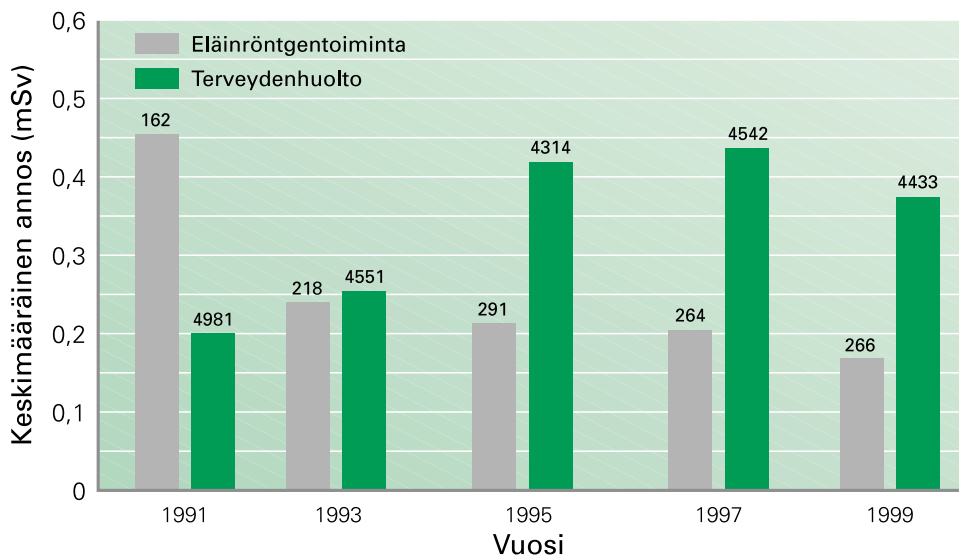
Jos kuvausjännite on suurempi kuin 100 kV tai jos laitetta käytetään läpivalaisu- tutkimuksiin, suojaustarve voi olla edellä esitettyä suurempikin. Tarkemmat vaatimukset asetetaan turvallisuuslupaa myönnettäessä.

Röntgentoimintaa suunniteltaessa kannattaa ottaa yhteys Säteilyturvakeskukseen sen varmistamiseksi, että rakenteellinen säteilysuojaus mitoitetaan oikein. Röntgentutkimushuoneiden laskentaperusteet on esitetty ST-ohjeessa 3.6.

Kiinnipitäjä altistuu säteilylle

Eläinröntgentutkimuksiin osallistuvat henkilöt altistuvat säteilylle. Valtaosa altistuksesta aiheutuu eläimestä siroavasta säteilystä, kun henkilö pitää eläintä liikkumattomana kuvauksen aikana (kiinnipitäjä). Tarpeettoman säteilyaltistuksen estämiseksi röntgentutkimuksen aikana tutkimuhuoneessa saavat olla vain tutkimuksen kannalta välttämättömät henkilöt. Vuonna 1999 säteilyaltistuksen seurannassa olleiden eläinröntgentoimintaan osallistuneiden henkilöiden keskimääräinen säteilyannos oli 0,20 mSv. Suurin annos oli noin 5,8 mSv.

Eläimen kehon suojaavan vaikutuksen takia sironna eläimen kehosta on voimakkainta takaisin röntgenputken suuntaan. Siroavan säteilyn määrä on likimain suoraan verrannollinen käytettävän säteilykentän pinta-alaan: esimerkiksi kenttäkoon 30 cm x 30 cm pienentäminen kenttäkooksi 20 cm x 20 cm pienentää sironneen säteilyn



Eläinröntgentoiminnassa ja terveydenhuollon röntgentoiminnassa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja keskimääräiset annoslukemat vuosina 1993, 1995, 1997 ja 1999.

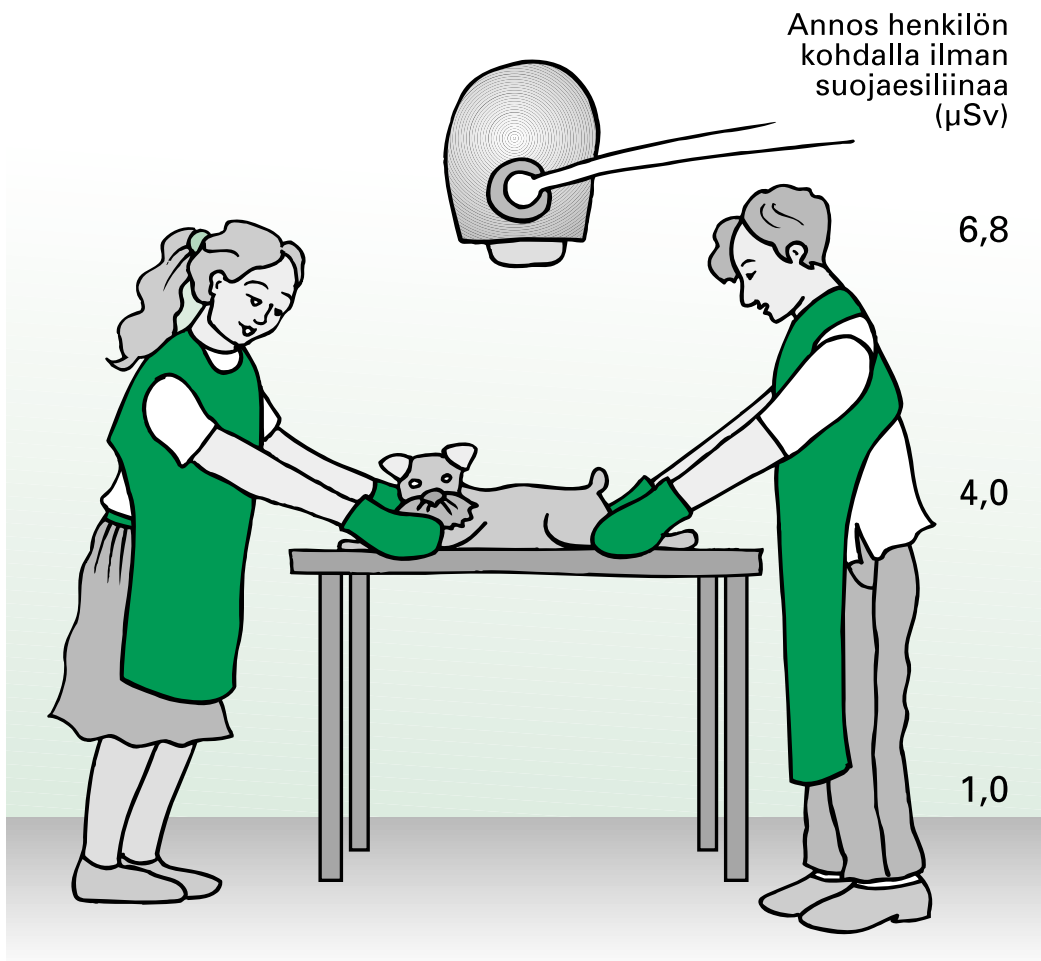
määrää yli 50 %. Tutkimushuoneessa olevan henkilön siirtyminen tutkittavasta eläimestä kaksinkertaiselle etäisyydelle pienentää henkilön annoksen neljanteen osaan (ns. etäisyyden neliölaki). Kiinnipitäjä voi pienentää ylävartalonsa säteilyaltistusta kurkottamalla kuvauksen aikana niin etälle kuvattavasta eläimestä kuin se käytännössä on mahdollista. Kuvausarvojen (kV ja mAs) pienentäminen merkitsee myös sironneen säteilyn määrän pienenemistä.

Tutkittavan eläimen tai röntgenputken läheisyydessä työskentelevien henkilöiden on säteilyaltistuksensa vähentämiseksi käytettävä säteilytyksen aikana säteilysuojaimia, eikä mikään osa heistä saa joutua primäärisäteilylle alttiiksi. Tavallisimmat säteilysuojaimet ovat lyijykumiesiliina, tai -takki ja -käsineet. Tutkimuksen aikana eläimen ja kasettelineen kiinnipitäjien tulisi käyttää esiliinaa, jonka suojaus vastaa vähintään 0,5 mm paksuisen lyijykerroksen suojausta. Kauempana työskenteleville henkilöille riittää yleensä 0,25 mm lyijykerrosta vastaava suojaus.

Eläintä ja kasettelineitä kiinnipitävien henkilöiden on käytettävä lähellä säteilykeilaa työskennellessään suojaesiliinan lisäksi lyijykumikäsineitä, joiden suojaus vastaa vähintään 0,25 mm lyijykerroksen suojausta. Suositeltavaa olisi käyttää käsineitä, joiden suojaus vastaa 0,5 mm lyijykerroksen suojausta. Jos kuvausmäärä on suuri, kiinnipitäjän pään ja kilpirauhasen suojaaminen saattaa olla tarpeen. Tällöin voidaan käyttää kattoon ripustettua ikkunallista suojaa tai suojaesiliinaseiniä ja kilpirauhasensuojainta. Tutkimushuoneen seinistä siroavan säteilyn osuus työntekijän säteilyaltistuksesta on niin vähäinen, että sillä ei ole suojauksen kannalta merkitystä.

Kiinnipitäjänä ei saa vakinaisesti toimia alle 18-vuotias henkilö, eikä tässä tehtävässä tilapäisestikään saa käyttää lasta. Myöskään raskaana olevaa naista ei saa käyttää kiinnipitäjänä. Kiinnipito tulisi tehdä erilaisten hiekkapussien ja telineiden avulla aina, kun se on mahdollista. Jos poikkeustapauksissa - esimerkiksi hevosen takajalan polvea kuvattaessa - kuvauskasettia joudutaan pitelemään käsin, on turvallista käyttää isoa kuvauskasettia. Säteilykeila rajataan tällöin huolellisesti siten, että kiinnipitäjän kädet eivät joudu säteilykeilaan. Uusintakuvaus voidaan vähentää rauhoittamalla tai nukuttamalla eläin tutkimuksen ajaksi.

Henkilökohtaisten säteilyannosten tarkkailu on järjestettävä niille henkilöille, jotka joutuvat työskentelemään lähellä säteilykeilaa. Tarkkailuun voidaan käyttää henkilökohtaisia säteilyannosmittareita. Annosmittari sijoitetaan tutkittavan eläimen puolelle työntekijän työvaatteeseen, esimerkiksi paidan kaulukseen suojaesiliinan ulkopuolelle. Mittari olisi sijoitettava niin, että se ei jää sironneen säteilyn tulo-suuntaan nähden työntekijän oman kehon tai suojaesiliinan varjostamaksi.



Esimerkki säteilyannoksista röntgenlaitteen läheisyydessä.

Kuvausolosuhteet: kuvausjännite 70 kV, sähkömäärä 50 mAs, säteilykeilan koko 20 cm x 20 cm, annos kuvauskohteen pinnalla 2 mGy. Tutkimuksen suorittajan annokset on mitattu 0,5 m etäisyydeltä säteilykeilasta. Lyijykumiesiliina, joka vastaa 0,5 mm lyijykerroksen suojausta, päästää säteilystä läpi vähemmän kuin 5 %.

Annosrajat säteilytyössä: efektiivinen annos 20 mSv vuodessa, silmän mykiön ekvivalenttiansos 150 mSv vuodessa sekä ihon, käsien ja jalkojen ekvivalenttiansos 500 mSv vuodessa.

Röntgenlaitteen kunnontarkkailu varmistaa turvallisuuden

Jos röntgenlaitteella otetaan kuvia, joissa säteilykeila suuntautuu vaakasuoraan, röntgenlaitteessa on oltava säädettävä valomerkkikaihdin. Erikoistapauksissa - esimerkiksi raviradalla kuvattaessa - voidaan hyväksyä valomerkkikaihtimen sijasta portaittain säädettävä kaihdin ja säteilykeilan keskitystä osoittava teleskooppisuuntain tai muu laite, jolla säteilykeila voidaan kohdistaa kasetille. Jos röntgenlaitteessa ei ole valomerkkikaihdinta, laitteesta on ilmettävä säteilykeilan koko käytettävillä kuvausetäisyyksillä.

Säteilykentän ja valomerkkien reunat eivät saa poiketa toisistaan käytössä olevalla kuvausetäisyydellä enempää kuin 1 cm.

Röntgenputken primäärisäteilyn kokonaissuodatuksen on vastattava vähintään 1 mm alumiinia, kun suurin kuvausjännite on enintään 60 kV. Jos kuvausjännite on suurempi kuin 60 kV, kokonaissuodatuksen on vastattava vähintään 2 mm alumiinia. Säteilyn kokonaissuodatuksen arvo on oltava merkitty röntgenputken vaippaan.

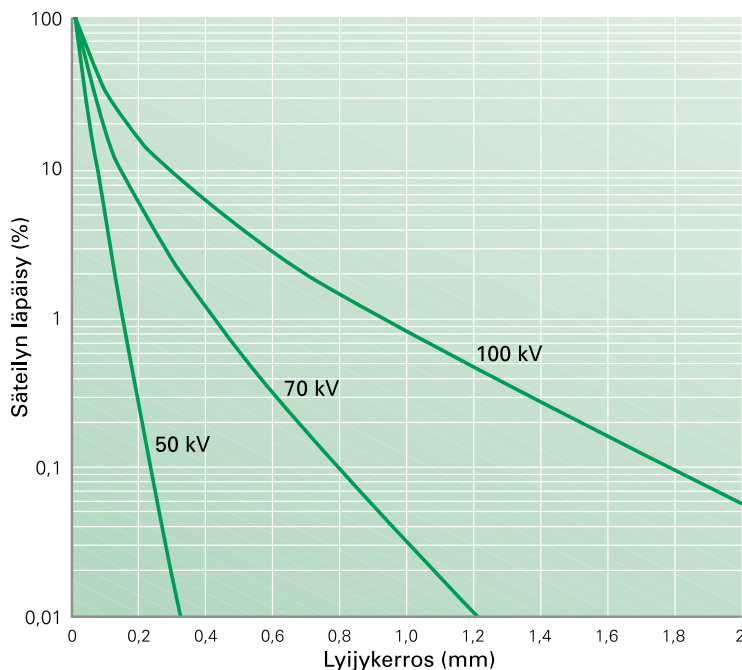
Laitevalmistajan ilmoittamaa suurinta sallittua kuormitusta käytettäessä röntgenputken suojavaipan läpi pääsevä vuotosäteily ei saa ylittää arvoa 1 mSv yhden tunnin käyttöaikana yhden metrin etäisyydellä fokuksesta.

Onnistuneiden röntgenkuvien edellytyksenä on, että röntgenlaite toimii tarkoitetulla tavalla. Säteilyannosten toistettavuuden on oltava riittävän hyvä, jotta filmin mustuma pysyisi samana samoja kuvausarvoja käytettäessä. Tämä voidaan tarkistaa esimerkiksi ottamalla 5 - 10 cm paksuisesta vesikerroksesta 3 - 5 röntgenkuvaa perätysten samoja kuvausarvoja (kV ja mAs) käyttäen ja tarkastelemalla röntgenkuvien mustumia valotaululla. Kuvausten välillä kuvausarvoja poikkeutetaan säätimien toimintavikojen havaitsemiseksi. Poikkeutuksen jälkeen käytettävät kuvausarvot valitaan uudelleen seuraavaa kuvausta varten. Mustumien vaihtelu ilmaisee tavallisimmin kuvausjännitteen, -virran tai -ajan muutosta edellyttäen, että filmin kehitys pysyy vakiona.

Filmit, vahvistuslevyt ja kehitys vaikuttavat annoksiin ja kuvanlaatuun

Filmien ja vahvistuslevyjen herkkyys vaikuttaa tarvittavaan säteilymäärään ja siten myös röntgenkuvauksessa mukana olevien henkilöiden annoksiin. Mitä herkkiä filmejä ja vahvistuslevyjä käytetään, sitä pienempi on tarvittava annos. Herkkiä filmejä ja vahvistuslevyjä käytettäessä haittana saattaa olla jonkin verran huonompi kuvanlaatu kuin epäherkkiä käytettäessä.

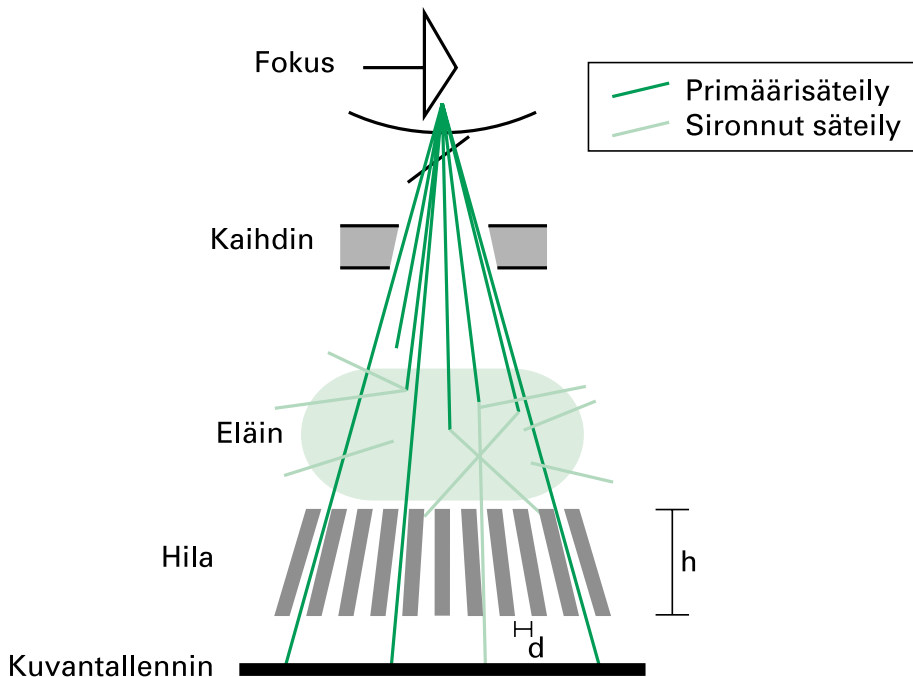
Paksuja kohteita, esimerkiksi suuren koiran vatsaonteloa, kuvattaessa on yleensä suositeltavaa käyttää herkkiä vahvistuslevyjä, jotta liike-epätarkkuus ei pitkän kuvausajan vuoksi huonontaisi kuvaa. Näissä kuvauksissa kuvanlaatua voidaan parantaa käyttämällä hajasädehilaa tai hilakasettia. Pienten luiden kuvauksissa hienorae- ja mammografiakasetit saattavat olla hyödyllisiä hyvän piirtokyvyn vuoksi. Nämä kasetit eivät kuitenkaan välttämättä sovellu rutiinikuvauksiin niiden edellyttämien suurempien kuvausarvojen vuoksi. Myös röntgenlaitteen teho saattaa olla rajoittava tekijä erityisesti paksuja kohteita kuvattaessa.



Yksivaiheisen röntgengeneraattorin primäärisäteilyn vaimeneminen lyijyssä. Lyijyn tiheys $11,4 \text{ g/cm}^3$ ja säteilyn kokonaissuodatus 2 mm Al.

Filmit voidaan kehittää joko käsin tai kehityskoneella. Huonon kuvanlaadun yleinen syy on virheellinen filmin kehitys. Tämän vuoksi on tärkeää, että kehitystä valvotaan esimerkiksi sensitometrifilmien avulla sopivin väliajoin kehitysnesteiden vanhentumisen ja kehityksessä tapahtuvien äkillisten muutosten havaitsemiseksi. Kehitteen ja kiinnitteen valmistajan ohjeellista kehitysaikaa, -lämpötilaa ja -nesteidен sekoitussuhdetta käyttäen varmistetaan mahdollisimman hyvä tulos.

Kehityshuoneen on oltava valotiivis ja riittävän tilava ja ilmava, jotta siellä voidaan työskennellä asianmukaisesti, eivätkä kehittämättömät röntgenfilmit valotu tai hunnutu niitä käsiteltäessä. Pimiön suuret valovuodot voidaan havaita silmämääräisesti. Valotiiviyys ja pimiövalon sopivuus tulisi tarkistaa määrävälein esimerkiksi seuraavasti: Valottamattoman röntgenfilmin päälle asetetaan valoa läpäisemättömiä metalliesineitä, esimerkiksi lantteja. Filmiä pidetään 1 - 3 minuuttia siinä tilassa, jossa tavallisesti käsitellään filmejä niitä kehitettäessä. Jos kehitetyssä filmissä ei näy lanttien kuvaa, pimiö on valotiivis ja pimiövalo on kunnossa. Jos lanttien kuva erottuu filmillä, on aiheellista selvittää hunnun tai valotuksen aiheuttaja ja poistaa se. Koska herkkä filmi on valolle arempi kuin epäherkkä, koe on aiheellista toistaa otettaessa käyttöön uudentyyppisiä filmejä tai kun pimiön suojavaivo vaihdetaan.



Sironneen säteilyn vähentämiseen käytetään hila. Hila on levy, jossa on ohuita lyijyliuskoja eli lamelleja niiden väleissä röntgensäteilyä helposti läpäisevää väliainetta. Väliaine on tavallisesti alumiinia, mutta nykyisin käytetään myös hiilikuitua. Röntgenkuvan muodostavat pääasiassa väliaineen läpi suoraan kulkevat säteet.

Röntgentoiminta tarkastetaan

Eläinten tutkimuksiin käytettävät röntgenlaitteet ja niiden käytön turvallisuus tarkastetaan yleensä toiminnan alkaessa ja kun röntgenlaite siirretään toiseen käyttöpaikkaan tai vaihdetaan toiseen. Tarvittaessa toiminnalle tehdään uusintatarkastus, jos toiminnan laatu ja säteilyturvallisuuden varmistaminen sitä edellyttävät.

Turvallisuusluvan hakeminen

Turvallisuuslupaa haetaan siihen tarkoitetuilla lomakkeilla, joita saa Säteilyturvakeskuksesta osoitteesta PL 14, 00881 Helsinki, puhelin (09) 759 881.

Hakemukseen liitetään todistus Säteilyturvakeskuksen hyväksymän säteilyturvallisuuskurssin tai -kuulustelun suorittamisesta tai muu vastaavaksi johtajaksi esitetyn henkilön pätevyyttä osoittava asiakirja. Todistusta ei tarvita, jos kyseinen henkilö on aikaisemmin hyväksytty toimimaan eläinröntgentoiminnan vastaavana johtajana. Lisätietoja tarvittavista asiakirjoista saa Säteilyturvakeskuksesta.

Pohjapiirustuksesta tulee ilmetä röntgenlaitteen sekä ovien ja ikkunoiden sijainti. Säteilysuojausten riittävyyden arvioimiseksi hakemuksessa on ilmoitettava myös käyttöpaikan seinä-, lattia-, ovimateriaalit ja niiden paksuudet. Lisäksi ilmoitetaan arvioitu kuvaus- ja läpivalaisumäärä, röntgenlaitteen suurin käyttöjännite, viereisten tilojen käytötarkoitus ja oleskelu niissä röntgentutkimusten aikana.

LUPAHAKEMUKSEN LIITTEET

- selvitys röntgenlaitteen teknisistä tiedoista
- röntgenlaitteen käyttöpaikan pohjapiirustus kahtena kappaleena; mieluiten A4 (tai A3) -kokoa olevina osapiirustuksina
- todistus vastaavaksi johtajaksi ehdotetun henkilön pätevyydestä
- kaupparekisteriote, jos luvan hakijana on yhtiö, osuuskunta tai muu yhteisö. Yksityshenkilöstä liitetään virkatodistus.

KESKEISET SUURET JAYKSIKÖT

Kudoksen tai elimen keskimääräinen absorboitunut annos:

Säteilystä kudokseen tai elimeen siirtyneen kokonaisenergian ja elimen massan osamäärä.

Yksikkö: gray (1 Gy = 1 J/kg)

Tunnus: Gy

Kerma (kinetic energy released in matter):

Säteilyn määrää kuvaava mittaussuure.

Yksikkö: gray

Tunnus: Gy

Röntgensäteilylle niin sanottu ilmakerma on käytännössä sama kuin ilmaan absorboitunut annos.

Ekvivalenttiannos:

Annos, joka saadaan kertomalla keskimääräinen absorboitunut annos painotuskertoimella. Röntgensäteilylle painotuskerroin = 1

Yksikkö: sievert (1 Sv = 1 J/kg)

Tunnus: Sv

Efektiiivinen annos:

Säteilylle alttiiksi joutuneiden kudosten ja elinten ekvivalenttiannosten painotettu summa. Painotuskerroin on kudokohtainen ja kuvaa kyseisen kudoksen tai elimen suhteellista säteilyherkkyyttä. Painotuskertoimet on esitetty oheisessa taulukossa.

Yksikkö: sievert

Tunnus: Sv

Kudosten painotuskertoimet (ICRP 60*)

Sukurauhaset	0,20
Punainen luuydin	0,12
Paksusuoli	0,12
Keuhkot	0,12
Mahalaukku	0,12
Virtsarakko	0,05
Rintarauhaset	0,05
Maksa	0,05
Ruokatorvi	0,05
Kilpirauhanen	0,05
Iho	0,01
Luun pinta	0,01
Muut elimet (yhteensä)	0,05

Jos koko keho altistuu tasaisesti kovalle säteilylle, absorboitunutta annosta 1 Gy vastaa efektiiivinen annos 1 Sv.

*ICRP Publication 60,1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press, 1991.

AIHEESTA ENEMMÄN

Säteilylaki (592/1991) muutoksineen
Säteilyasetus (1512/1991) muutoksineen

- ST-ohje 1.4** Säteilyn käyttöorganisaatio
- ST-ohje 3.6** Röntgentutkimushuoneen säteilysuojaus
- ST-ohje 7.1** Säteilyaltistuksen seuranta, 25.2.2000
- ST-ohje 7.2** Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 1.7.1999
- ST-ohje 7.4** Säteilyannosten rekisteröiminen, 25.2.2000
- ST-ohje 7.5** Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 29.12.1999

Viranomaisohjeita STUKin [www-sivuilla](http://www.sivuilla) osoitteessa www.stuk.fi/julkaisut/

Säteily ja terveys. Oy Edita Ab, Helsinki 1996.

KIRJOITTAJA

Ritva Havukainen, Säteilyturvakeskus



SÄTEILYTURVAKESKUS • Laippatie 4, PL 14, 00881 Helsinki
puhelin: (09) 759 881, faksi: (09) 759 88 500 • www.stuk.fi



ISSN 0780-9662 • ISBN 951-712-131-8 • 1. korjattu painos

SÄTEILYTURVAKESKUS • PL 14, 00881 Helsinki
puhelin: (09) 759 881, faksi: (09) 759 88 500 • www.stuk.fi