

## **Esittely mittauksista - Röntgensäteilyn sironta tutkimushuoneissa**

Petro Julkunen, FT, fyysikko, KYS

Diagnostisessa radiologiassa röntgensäteilyn energia vaihtelee normaalisti 20 ja 150 keV:n välillä. Tuolla energia-alueella pääasialliset vuorovaikutukset röntgensäteilyn ja aineen välillä ovat Compton sironta, elastinen sironta ja valosähköinen absorptio. Diagnostisilla säteilyenergioilla takaisinsironnan määrä voi olla merkittävä, jopa 40 prosenttia kohteeseen osuvasta säteilystä [1]. Yleisesti säteilyn sirontaa aiheuttavat tutkimushuoneissa kaikki materiaalit ja kohteet, joista pääasiallisena on sironnut säteily röntgensäteiden ja potilaan vuorovaikutuksena [2].

Erityisesti toimenpideradiologiassa tuntemus tutkimushuoneiden säteilyä sirottavista kohteista on tärkeää huoneiden säteilysuojausta suunniteltaessa ja henkilökunnan säteilysuojelun kannalta. Sironnutta säteilyä tutkimushuoneessa voidaan mitata suoraan tai arvioida laskennallisesti Monte Carlo simulaatioiden kautta [2]. Suorissa mittauksissa sironnut säteily (ilmakerma) voidaan mitata toimenpidehuoneen mielenkiintoalueilta, kuten huoneen ovelta, käyttäen säteilymittareita.

Toimenpidehuoneissa työskentelee usein hoitohenkilökuntaa. Tuolloin sädesuojien sekä henkilökunnan sijoittelu huoneessa on tärkeää hoitohenkilökunnan säteilyannoksen minimoimiseksi. Jotta suojien sijoittelu tutkimushuoneisiin voidaan suorittaa optimaalisesti, tulisi sironneen säteilyn jakauma pystyä määrittelemään todellisessa mittausympäristössä huoneessa olevien sirottavien kohteiden (potilas, potilassänky, toimenpidevälineet, yms.) ja säteilylähteiden kera.

Koko huoneen sirontaa voidaan kartoittaa suorilla sirontamittauksilla lukuisista eri kiintopisteistä toimenpidehuoneessa. Kartoitus voidaan suorittaa kolmessa ulottuvuudessa. Tuolloin mittaukset suoritetaan ennalta määritetyissä pisteissä, joiden koordinaatit huoneen globaalissa koordinaatistossa tiedetään suhteessa huoneen geometriaan.

Tässä tutkimuksessa mitattiin sirontaa Kuopion yliopistollisen sairaalan kolmessa tutkimushuoneessa käyttäen puolijohdedetektorilla varustettua säteilymittaria. Mittaukset suoritettiin kahdessa kardiologian kardioangio-toimenpidehuoneessa, joissa toisessa oli yksi kuvauslaite (C-kaari, säteilylähde), ja toisessa kaksi. Lisäksi mittauksia tehtiin natiiviröntgenhuoneessa radiologian yksikössä. Kardiologian tutkimushuoneissa mittaukset suoritettiin kolmiulotteisesti suojien kanssa ja ilman suojia, kun taas natiiviröntgenhuoneessa mittaukset suoritettiin vain yhdeltä korkeudelta.

Mittauksissa sirottavaa potilasta simuloitiin fantomilla (Alderson RANDO). Mittausasetelmat oli suunniteltu toimenpiteitä tekevien kardiologien ja röntgenhoitajien opastuksella yleisimmissä tutkimusasetelmissä. Annos mitattiin jokaisessa ennalta määritetyssä pisteessä säteilymittarilla, jonka detektori suunnattiin kohti fantomia. Mitatut annokset analysoitiin itse kehitetyllä analyysiohjelmistolla.

Tuloksena mittauksista saatiin erittäin selkeät sirontakartat kaikista tutkimushuoneista, jopa kolmessa ulottuvuudessa (kuva 1). Kartoista erottuivat selkeästi erilliset sirottavat kohteet, kuten pieni roskakori ja suuremmat kardiologian toimenpidemonitorit. Lisäksi laitteiden omat suojaavat ominaisuudet korostuivat. Mitattujen sirontakarttojen perusteella toimenpidehuoneiden tavaroiden sijoittelua voitiin parantaa, hoitohenkilökunnan sijoittelua optimoida sekä suojien tehokas sijoittelu varmentaa.

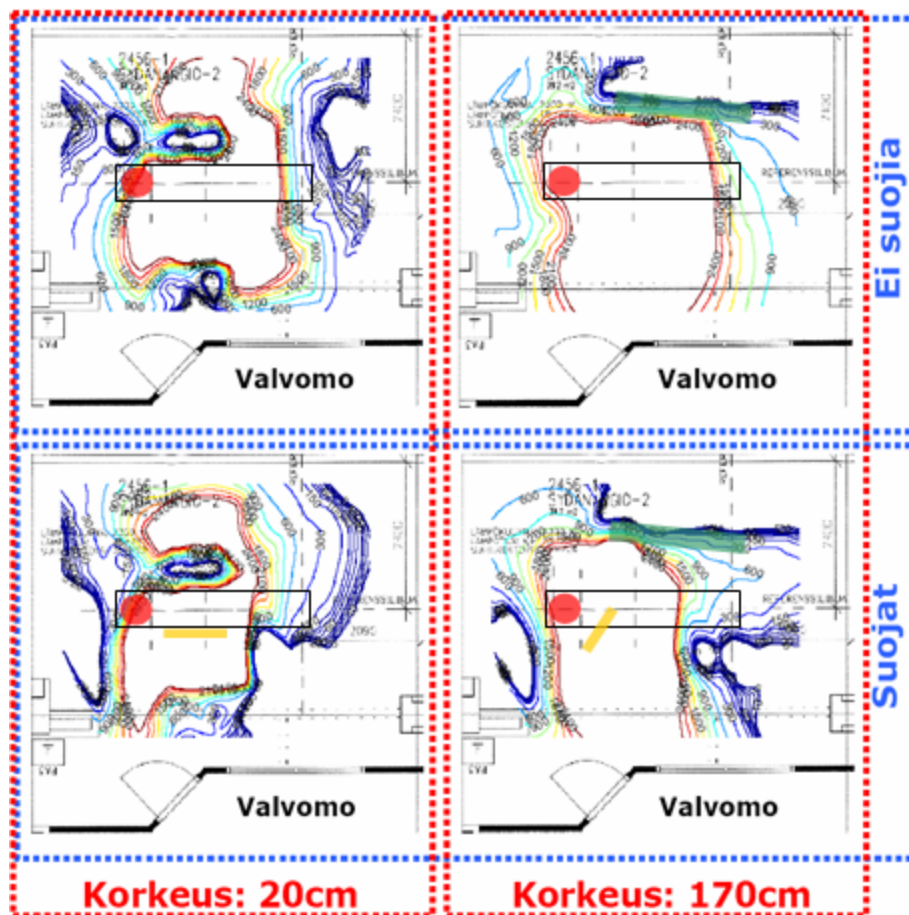
Koska toimenpidehuoneet ovat yleensä täynnä sirottavia objekteja, on todellista sirontajakaumaa vaikea arvioida laskennallisesti mallintamalla. Tässä esitetty suoramittausmenetelmä osoittautui käytännölliseksi ja hyödylliseksi tavaksi tutkimushuoneiden säteilysuojauksia ajatellen.

Mittausmenetelmän testaukseen ja protokollien kehitykseen osallistuivat myös fyysikot Minna Husso, Simo Saarakkala, Juha Töyräs ja Mikko Nissi.

Lähteet:

[1] Dendy PP, Heaton B. Physics for diagnostic radiology, 2. ed. Bristol, UK: IOP Publishing Ltd., 1999.

[2] McVey G, Weatherburn H. A study of scatter in diagnostic X-ray rooms. Br J Radiol 2004; 77(913):28-38.



**Kuva 1:** Esimerkkikuva lasketusta sirontakartasta mitattuna kahdelta korkeudelta toisessa tutkituista kardioangio-tutkimushuoneista. Mittaukset on tehty normaalisti käytössä olevien suojiensa kanssa ja ilman. Kuivissa punainen ympyrä esittää fantomin paikkaa ja vihreä laatikko esittää toimenpidemonitorien sijainnin. Säteilylähteet (2 kpl) sijaitsevat fantomin päällä. Potilassänky on rajattu mustalla laatikolla. Sängyn alla olevien suojiensa (oranssi laatikko) vaikutus näkyy valvomon puoleisessa sirontajakaumassa. Myös lääkärin käyttämän potilaan rintakehän päälle sijoitettavan suojan (oranssi laatikko) vaikutus näkyy korkeammalta tasolta mitattaessa pienempinä annoksina huoneen oikealla reunalla.