





Kardiolaitteiden annosnäytön vertailumittausprojektin tuloksia

Terveystieteiden tutkimuskeskuksen röntgenkuvantamisen asiantuntijoiden
neuvottelupäivät 17.4.2026

Taustaa

- STUK on mahdollisuuksien mukaan esim. käyttöönottotarkastuksillaan terveydenhuollon röntgentoiminnassa usein tehnyt annosnäytön tarkkuusmittauksia
 - Tehdään kliinisessä käyttötilassa, ei huoltomoodissa tms.
 - TT:ssä (CTKI ja KLP)
 - mammografiassa (ESAK ja MGD)
 - hammas-KKTT:ssä (KAP)
 - panoraamatomografiassa (KAP)
 - Muille laitetyypeille mittaukset ovat epäkäytännöllisiä tai joskus jopa lähes mahdottomia toteuttaa

Kardiologian annosnäyttöihin liittyvät epävarmuudet

- Toimenpideradiologiassa ja –kardiologiassa osa kliinisistä säteilylaaduista toimenpiteissä eroavat selvästi mittarien kalibroinneissa käytetyistä säteilylaaduista (RQR-laadut)
 - Cu-lisäsuodatus 0,1 mm - 0,9 mm
 - KAP-mittarien vaste Cu-lisäsuodatus –laaduilla vaihtelee, vaihtelu jopa 40 - 80 %
 epävarmuutta annosnäytön lukemassa
- Potilasannokset voivat olla isoja
 - Annosnäytön tarkkuudella on merkitystä esim. mahdollisten ihovaurioiden riskin arvioinnissa
- Laitehuolto tekee tyypillisesti annosnäytön tarkkuuden mittaukset
 - Huoltomoodissa ennalta määrätyillä parametrikombinaatiolla
 - Eivät välttämättä aina vastaa kaikkia kliinisiä säteilylaatuja
 - Tyypillisesti puolijohdemittareilla
 - Kalibrointiin käytetyt säteilylaadut?
 - Säteilylaaturiippuvuudet?
 epävarmuutta mittaustuloksissa

Annosnäytön tarkistusmittaus kardioangiolaitteille

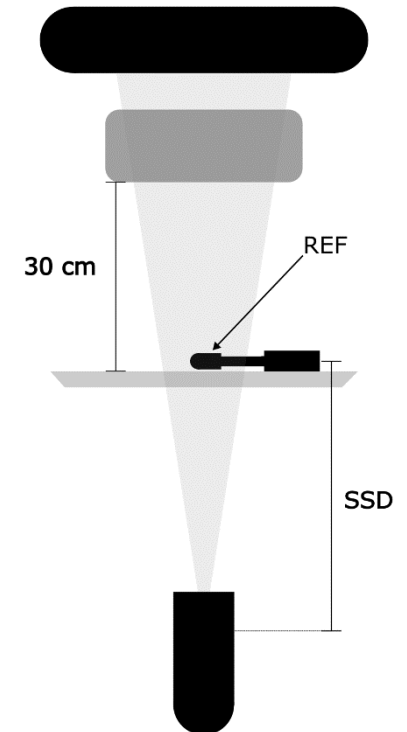
- Säteilyturvakeskus kohdisti tehostetusti valvontaa kardiologisen säteilyn käytön yksiköihin vuosina 2021 ja 2022. Tehostetun valvonnan aikana kaikkiin yksiköihin lähetettiin valvontakysely ja 13 yksikköön tehtiin tarkastus käyttöpaikalla.
 - ei rutiininomaisia mittauksia laitteille, joita tehtiin valvonnassa vielä 2010-luvulla
- Tarkastuskäyntien ohessa tehtiin kardiolaitteiden annosnäytön vertailumittauksia, vapaaehtoinen
 - Kehitettiin mittausjärjestely
 - Mitattiin yhteensä 13 laitetta ympäri Suomea
 - 4 eri laitevalmistajan laitteita
 - 11 laitetta edelleen käytössä, 2 laitetta poistettu käytöstä
 - Otos, ei oletusarvoisesti tarkoitus jatkaa mittauksia tarkastusten ohessa

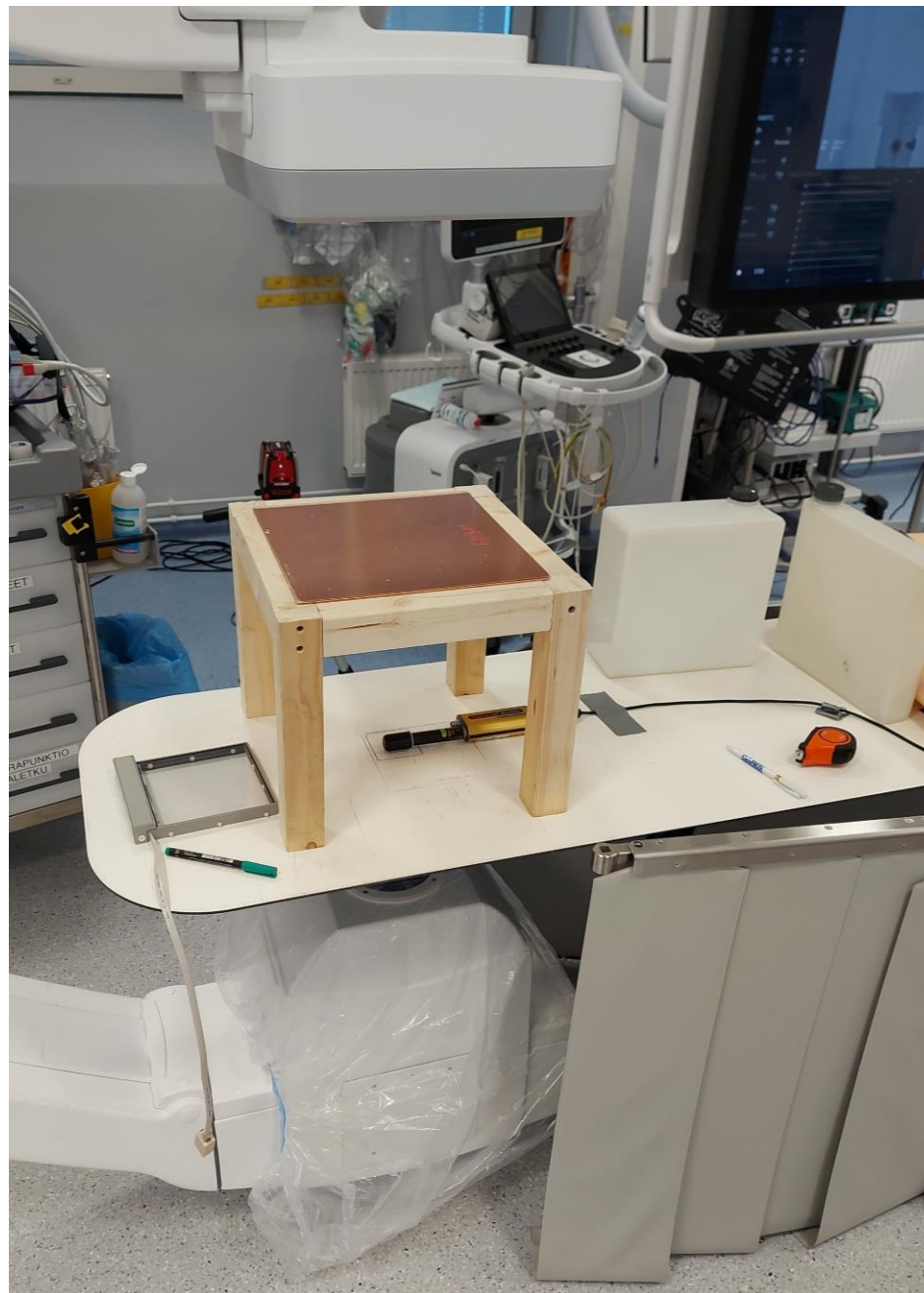
Mittaukset ennen ja nyt

- Aiemmin tehty kardiolaitteiden käyttöönottomittausten yhteydessä ”potilasannosmittauksia”
 - 10-40 cm paksut vesifantomit ”potilaina”
 - Mitattu pinta-annos ESAK ”potilaan iholla”
 - Valittu yleisiä käytössä olevia kuvaus/läpivalaisu –ohjelmia, vertailtu myös eri kenttäkoon ja läpivalaisuutasojen vaikutusta annokseen
- Tällä kertaa määritettiin KAP mittauksin
 - Ilmakerma kentän keskellä x kentän pinta-ala (filmiltä)
 - edelleen vastaavasti ”potilaan iholla” eli pöydän päällä
 - valittiin yleisiä käytössä olevia ohjelmia
 - mittaustulokset pyrittiin saamaan vertailukelpoisiksi laitteen annosnäytön DAP-lukeman kanssa
 - eivät suoraan vertailukelpoisia huoltomittausten kanssa

Mittausjärjestely

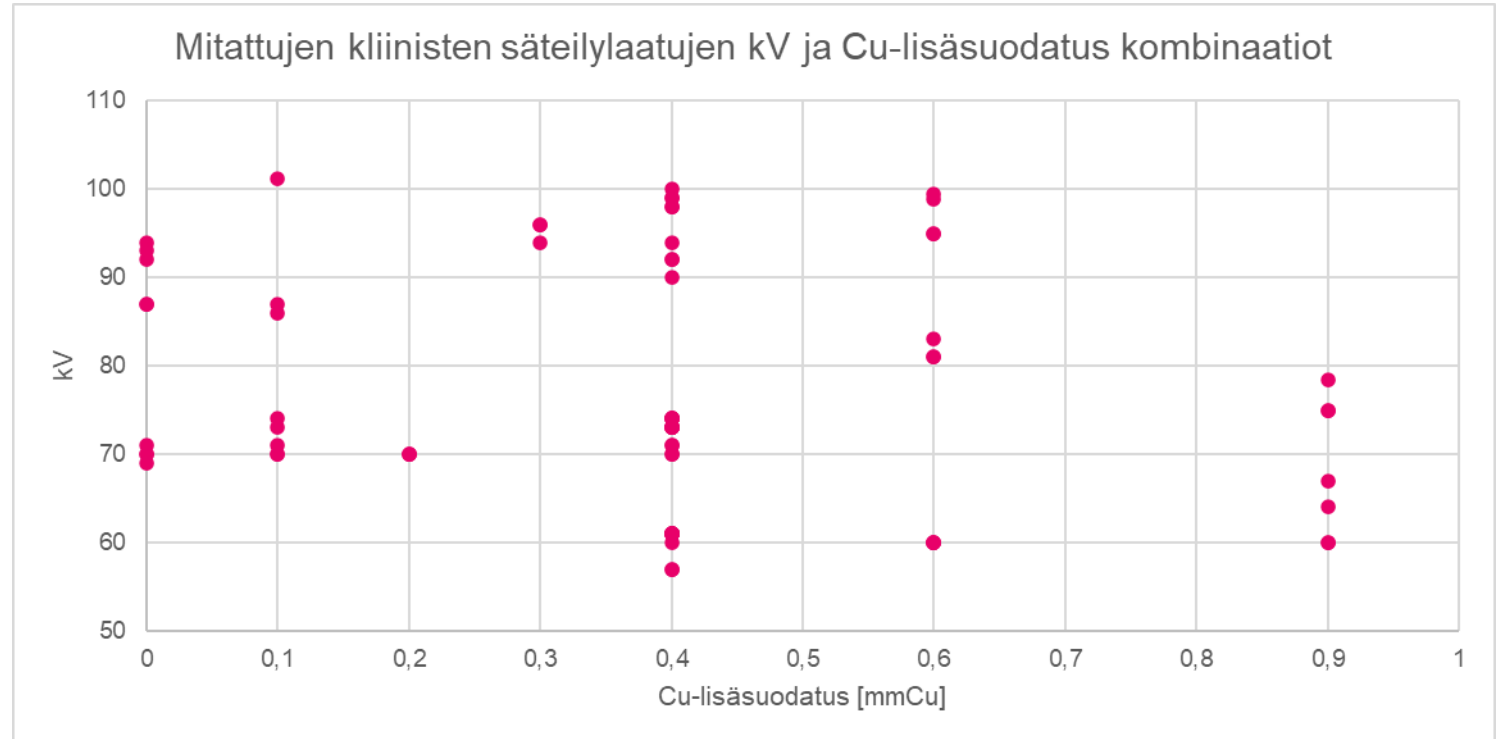
- Fantomina metallilevyjä ja max n. 15 cm vesifantomi
 - Fantomien vesifantomivastaavuudet 10,5 – 31,5 cm, määritettiin etukäteen STUK:n röntgenlabrassa (säteilyn vaimeneminen fantomissa)
 - Fantomit aseteltiin telineeseen ylös detektorin eteen
 - Mittaus 30 cm fantomin alapuolelta pöydän päältä
 - Takaisinsironnan minimointi (mittaukset röntgenlabrassa)
- Kenttäkoko mittauspisteessä n. 10 cm x 10 cm
- Mittaus kentän keskeltä ionisaatiokammilla
- Toistomittaus mittauspisteessä samalla mittausjärjestelyllä ja kenttäkoolla GafChromic-filmille
- Tehtiin myös muutamia mittauksia STUK:n KAP-mittarilla vertailun vuoksi
 - Tuloksissa liikaa epävarmuutta, jätettiin huomiotta





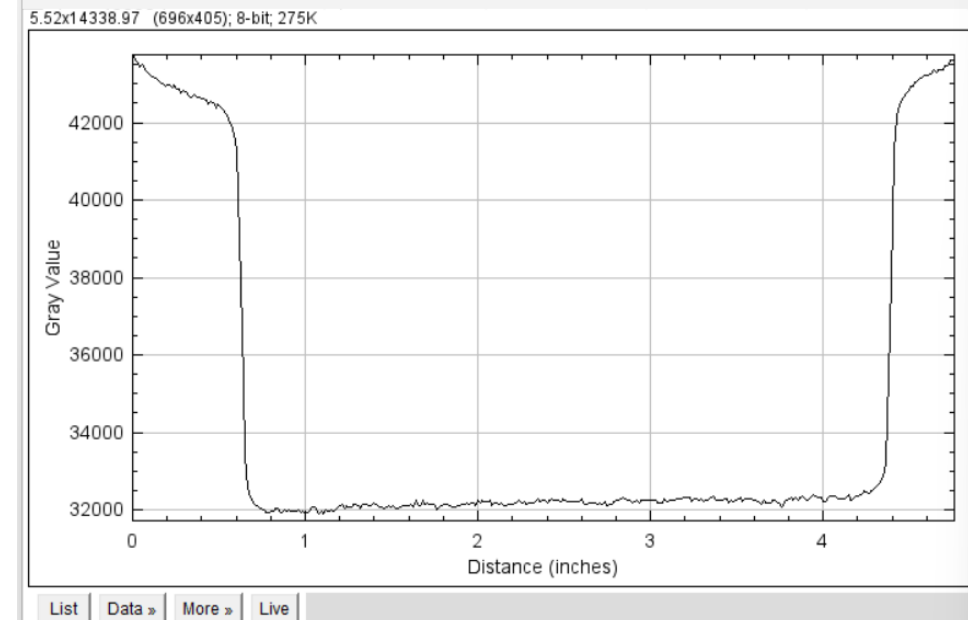
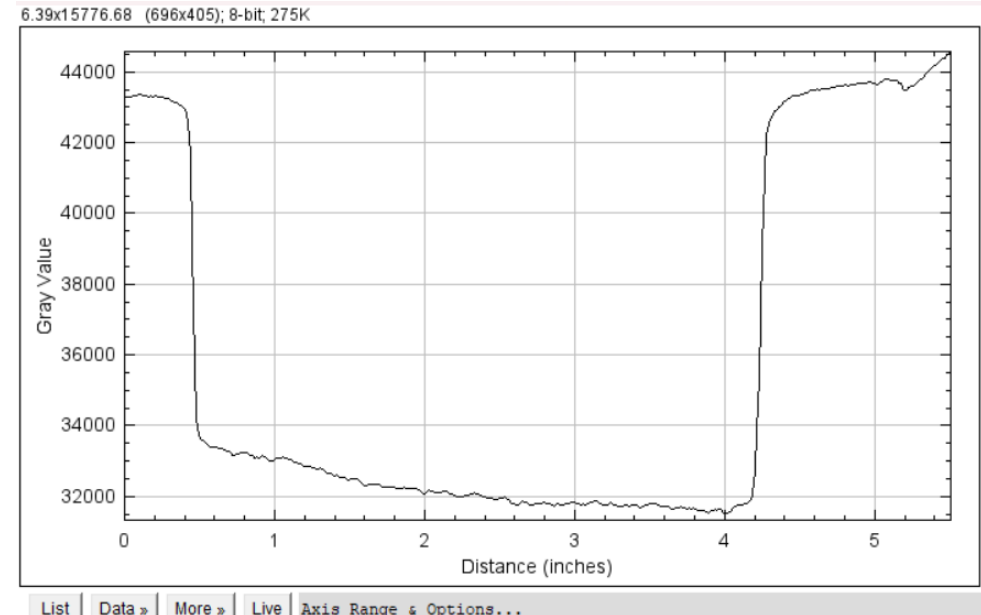
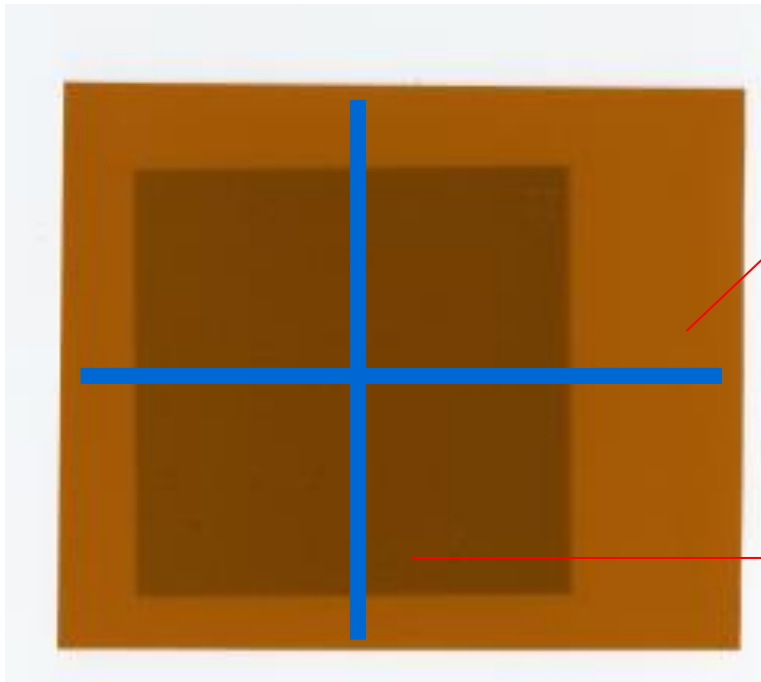
Mitatut kliiniset säteilylaadut

- Valittiin yleinen käytössä oleva ohjelma ja vaihdeltiin fantomin paksuutta
- kV:n vaihteluväli 57 -101 kV
- Perussuodatus 3 - 3,6 mmAl



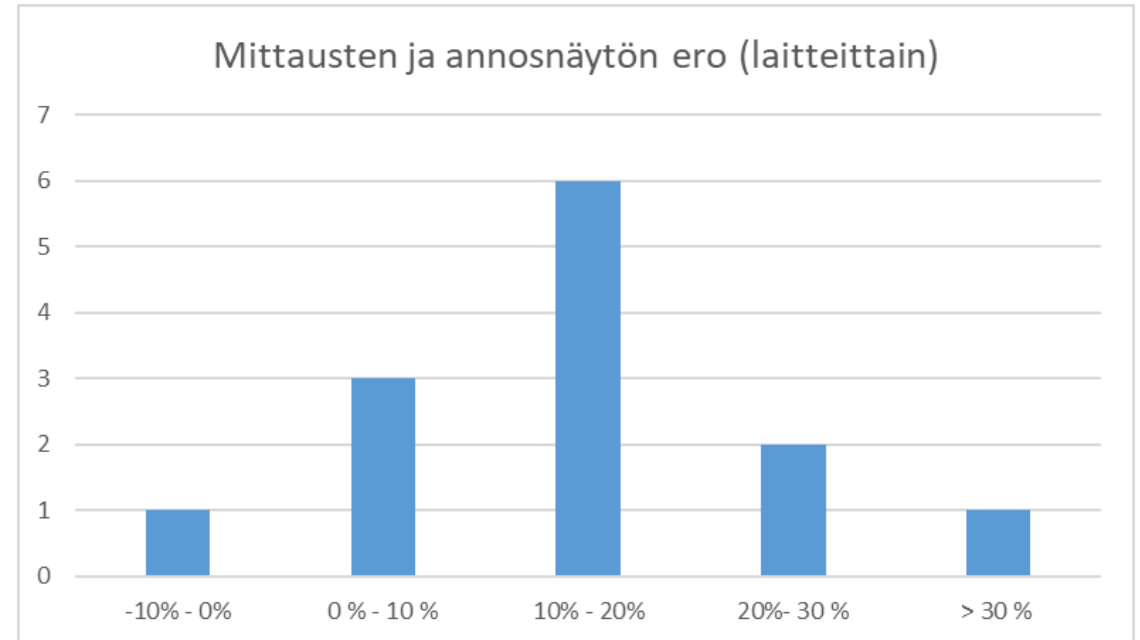
Filmien profiilit

- Tyypillinen säteilykenttä filmillä
 - Heel-efekti erottuu selvästi, mittaus keskeltä yliarvioi koko kentän annosta n. 1 %

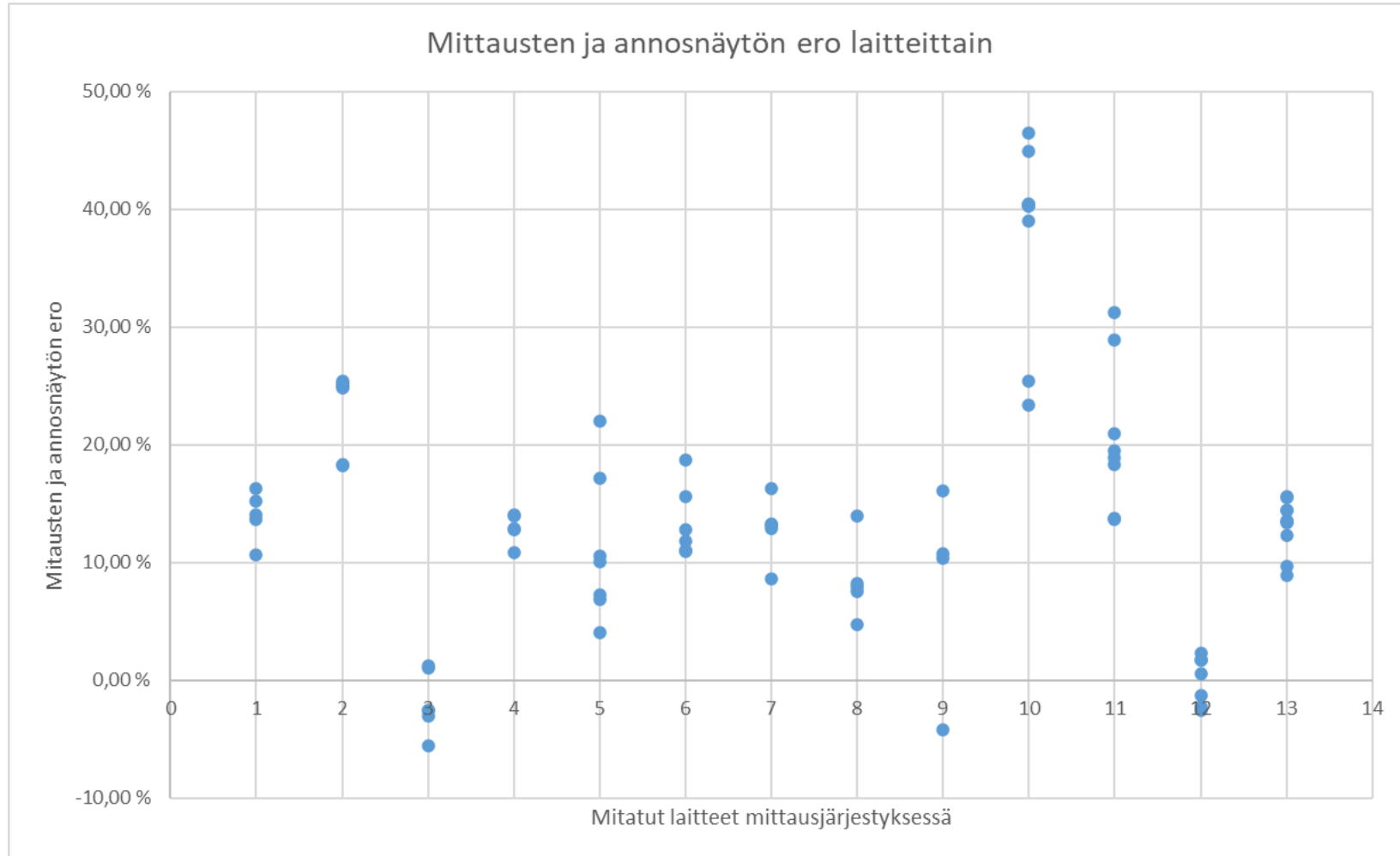


Tuloksia

- Mittausten mukaan laitteiden annosnäytöt näyttävät keskimäärin **15 %** yläkanttiin
 - 12 laitteella annosnäyttö näytti yläkanttiin
 - 1 laitteella annosnäyttö näytti vähän alakanttiin
 - 1 laitteella annosnäytön tarkkuus ei vastannut vaatimuksia, ero yli 35 %
 - havaittu myös huoltomittauksissa

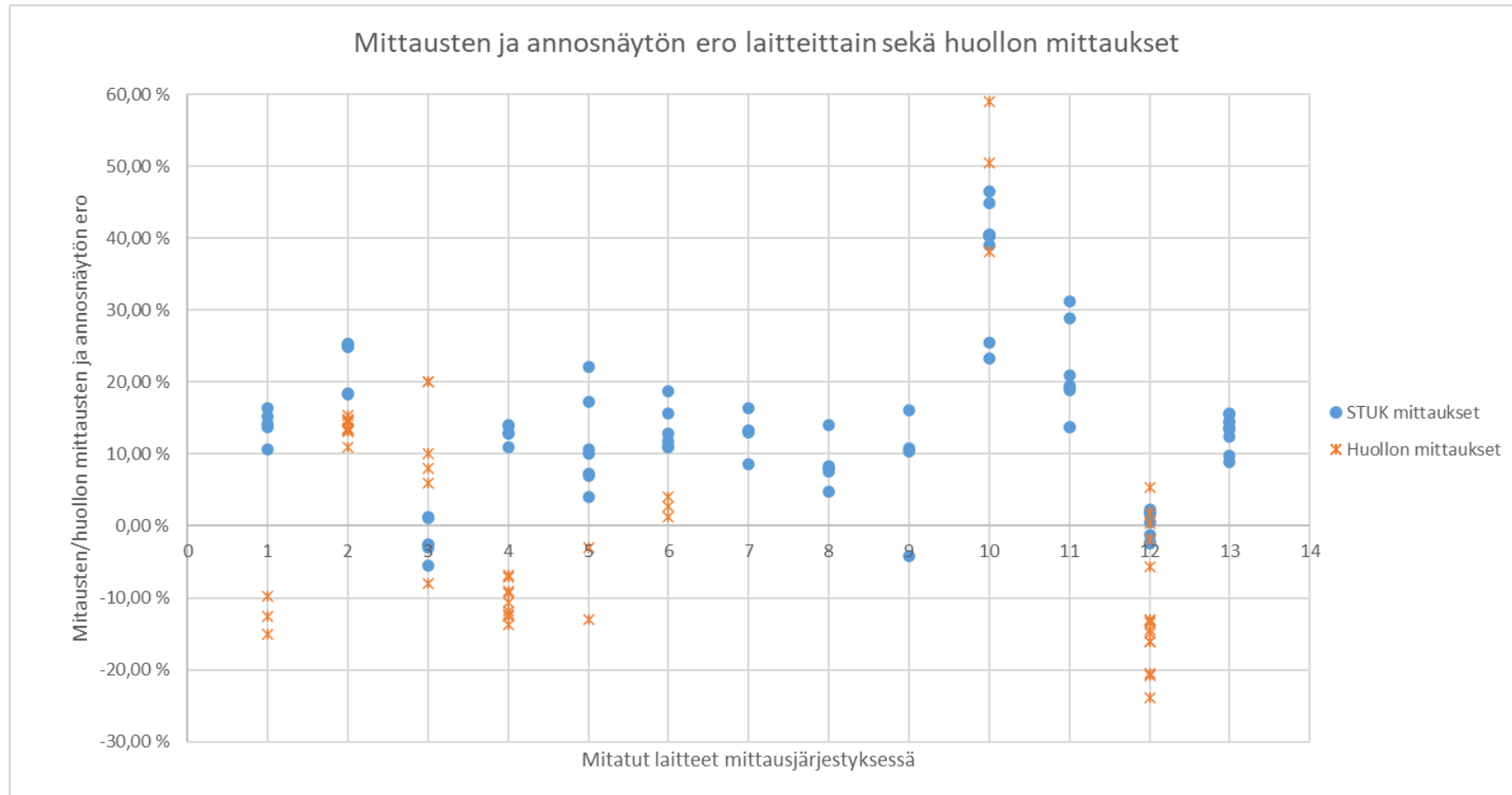


Tuloksia



Laitteet mittausjärjestyksessä

STUK:n mittaukset ja huollon mittaukset (eri säteilylaadut)



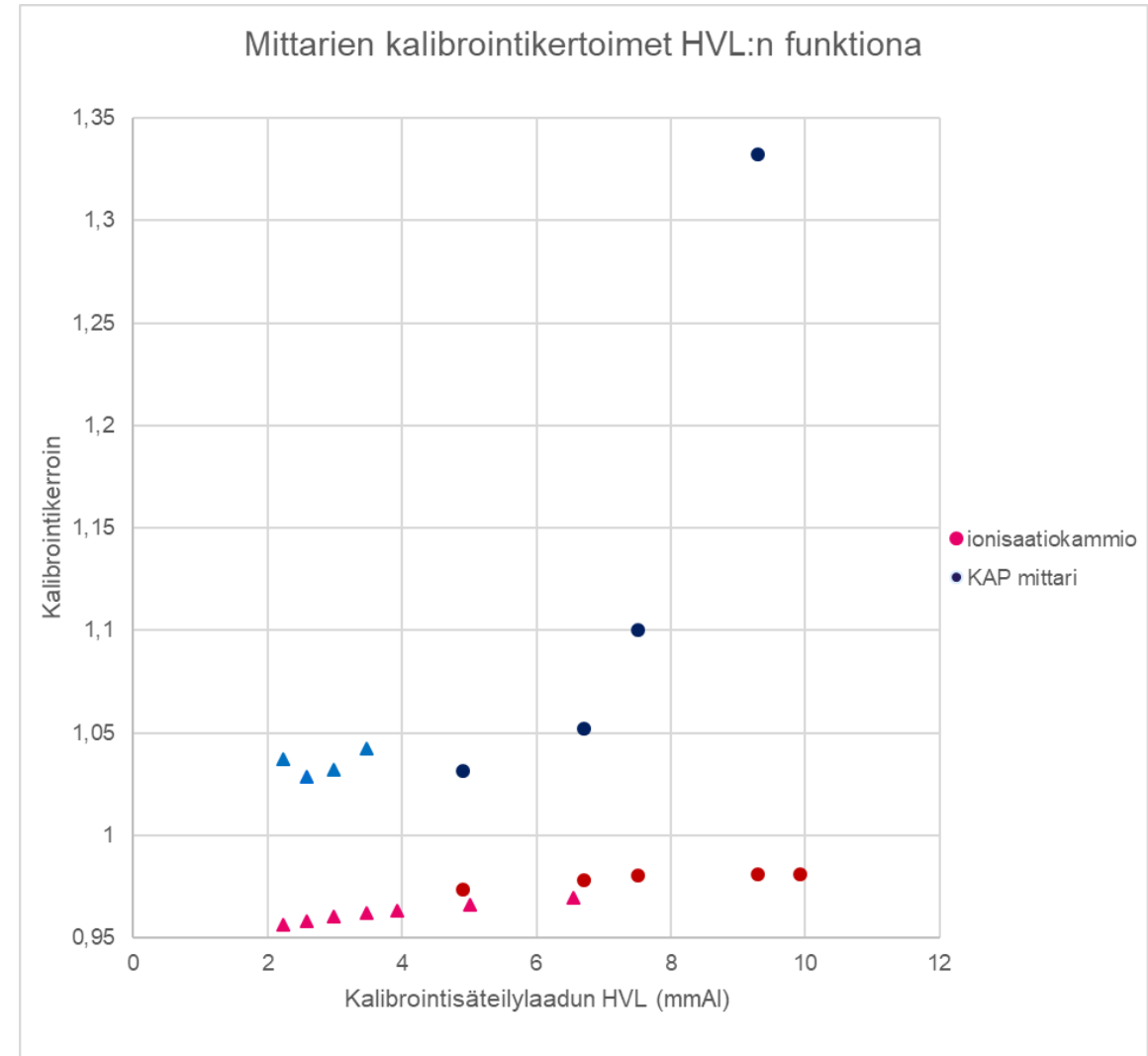
Kaikista laitteista ei saatu huoltoraporttia

Huomioita

- KAP –mittarilla tehdyt mittaukset tuottivat selvästi eri tulokset kuin laskettu KAP (ionisaatiokammio ja filmimittaus)
 - Jätettiin huomiotta, ei riittäviä kalibrointilaatuja saatavilla mittaussajankohtana

Kuvaajan selitys:

- RQR-laadut: matalammat HVL-laadut, kolmiopisteet
- Ns. KAPTER-laadut, pyöreät pisteet (STUK dosimetrialaboratorio, määritetty hammas-KKTT – laitteita varten): suuremmat HVL-laadut, 0,1 -1,0 mmCu
 - Eivät vastanneet kovin hyvin kardion säteilylaatuja
 - Korvattu STUK:n dosimetrialaboratoriossa kattavimmilla kalibrointilaaduilla hiljattain



Mittauksen rajoitteet ja epävarmuuslähteet

- Mittausjärjestely oli kompromissi, prioriteetit helppo toteutus ja tulosten vertailukelpoisuus
 - ei tehty standardien mukaan
- Filmiin liittyvät tekijät
 - Filmin koon rajoitus, kentän ulkopuolista sirontaa ei huomioitu
 - Käytetyt filmit 2-laatua, filmissä rakeita (ei saatavilla QA2 laatua)
- Otoskoon liittyvät tekijät
 - Mitattu vain yhdellä kenttäkoolla ja yhdellä ohjelmalla, 5-11 mittausta/laitte
 - Rajallinen määrä mitattuja laitteita
- Muut säteilyyn liittyvät tekijät
 - Mittarien kalibrointilaadut eivät kata täysin mitattuja säteilylaatuja
 - Takaisinsironta fantomista (n. 1-2 %)
 - Kentän tasaisuuden huomiotta jättäminen tuloksista (n. 1 %)
 - Mittauksissa pöytä, muttei patjaa

Yhteenveto

- Mittausprojektin 13 mitatun laitteen tulosten perusteella
 - Kardiolaitteiden annosnäytön tarkkuus useimmiten täyttää vaatimukset
 - Annosnäytöt näyttävät pääsääntöisesti annosta hieman yläkanttiin
 - Huollon tekemät annosnäytön tarkkuusmittausten tulokset ja meidän tuloksemme eroavat jonkin verran, eivät suoraan vertailukelpoisia
 - Projektin ajankohtana STUK:n KAP-mittarit eivät hyvä vaihtoehto vertailumittausten tekoon
 - Vasteen vaihtelu suurta, kalibrointilaadut eivät riittävästi kattaneet mitattuja säteilylaatuja
 - Vuonna 2026 sopivia kalibrointilaatuja tarjolla paremmin



Erityiset kiitokset Vernerille, Paulalle ja mittauksia tehneille STUK:n tarkastajille ja yhteistyötä tehneille toiminnanharjoittajille

Kiitos! Kysymyksiä?

