



Miten monisuuremittarilla (XMM) mitataan?

Harjoittelija Viivi Valkama, Dosimetrialaboratorio,
Säteilyturvakeskus



Mikä on monisuuremittari?

- Puolijohdeteknologiaan perustuva säteilymittari
- Englanniksi X-ray multimeter (XMM)
- Pystyy mittaamaan monta suuretta yhdestä säteilytyksestä:
 - Ilmakerma ja –nopeus
 - Putkijännite
 - Säteilyn puoliintumispaksuus (eng. Half-value layer; HVL)
 - Säteilytysaika
 - Kokonaissuodatus

Kätevä ja kompakti



**Yleistyneet
klinikisessä käytössä**



Tärkeää muistaa:

- Mittaustulosten on oltava
 - vertailukelpoisia
 - jäljitettäviä
 - luotettavia
- Epävarmuus on arvioitava
- Tavoitteena että tulokset
 - ovat vertailtavissa
 - linkittyvät selkeästi metrologisiin standardeihin



**Jaa... kuulostaa vaikealta.
Miten se sitten tehdään?**



Kiinnittämällä huomiota

- Kuvausprotokollaan
- Mittarin asetteluun
- Mittausolosuhteisiin
- Mittausmenetelmään
- Dokumentointiin



**Harmonisoitu
mittausprotokolla**

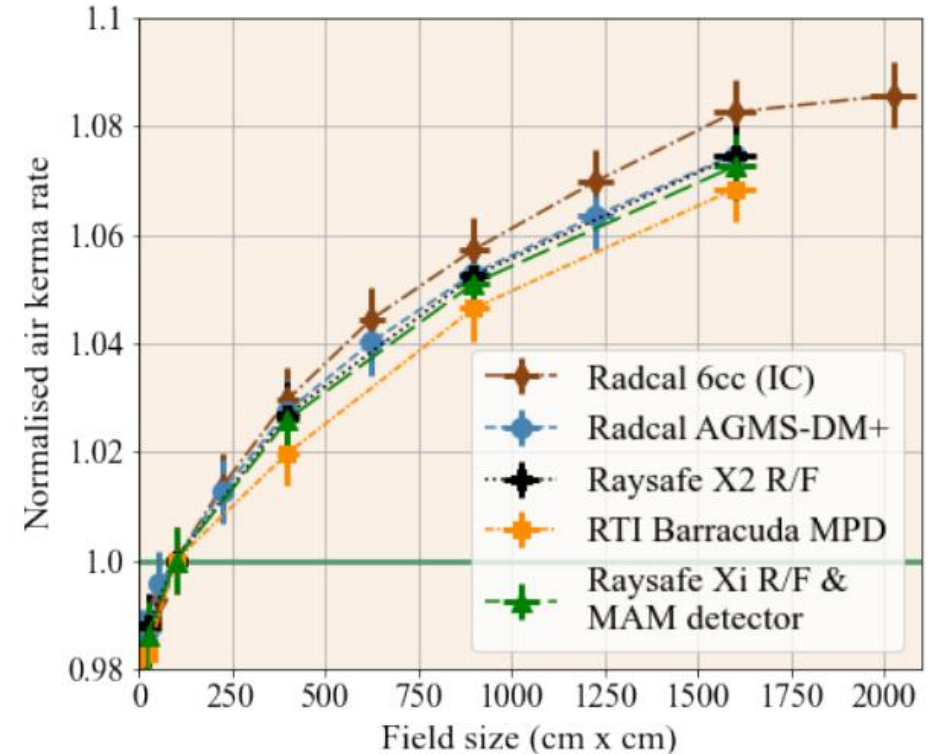
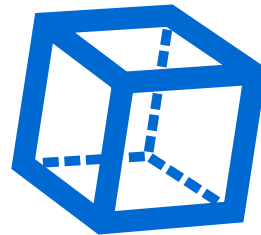
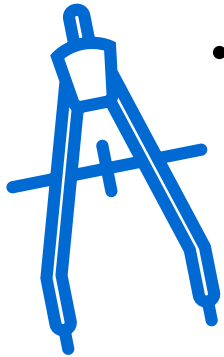
Kuvausprotokolla: röntgenlaitteen asetukset

- Valitse katettava mittausalue
- Käytä röntgenlaitetta käsiarvoilla
 - Valotusautomaatiikkaa ei pitäisi käyttää
 - Vaikuttaa ilmakerman toistettavuuteen
 - Röntgenlaite säätää ulostulon huomioiden keilassa olevat kappaleet (mukaan lukien XMM)
- Kuvausarvot ja muut valinnat (esim. fokuskoko) vaikuttavat mittaustulokseen
 - Valitse kliinisesti olennaiset




Harmonisoitu mittausgeometria

- Mitattavan suureen arvo saattaa riippua säteilyn kenttäkoosta
 - Kenttäkoko olisi hyvä
 - vakioida
 - pitää kohtuullisen kokoisena
- Mittarin ja röntgenlaitteen fokuksen välinen etäisyys on pidettävä vakiona
 - Suositeltava etäisyys riippuu kuvantamismodaliteetistä



Kenttäkoon vaikutus XMM-mittarien ilmakerma vasteeseen. (Valkama, 2025. Testing geometrical performance of dosimeters used in medical X-ray imaging. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto. Saatavilla: Helda)



Entä miten tarkka XMM on asemonnista ?

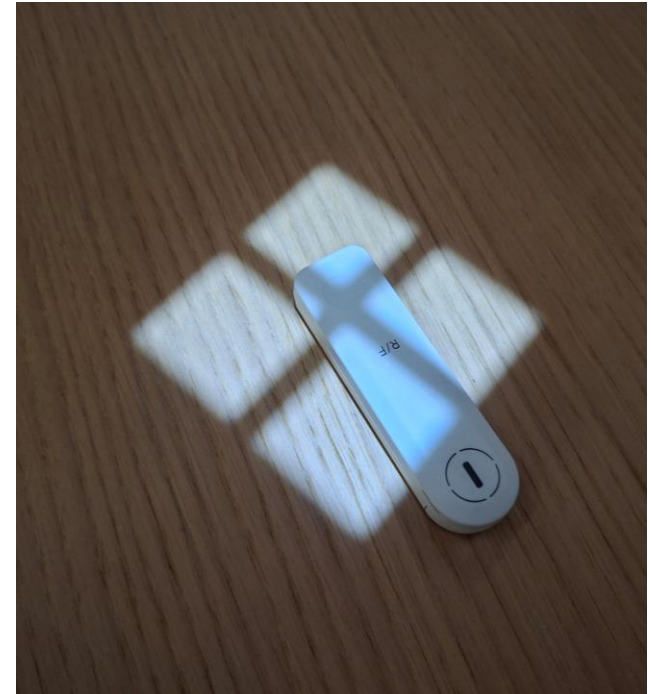
Miten saadaan luotettavin tulos?



a)



b)



c)

Entä jos mittari on kallellaan?



a)



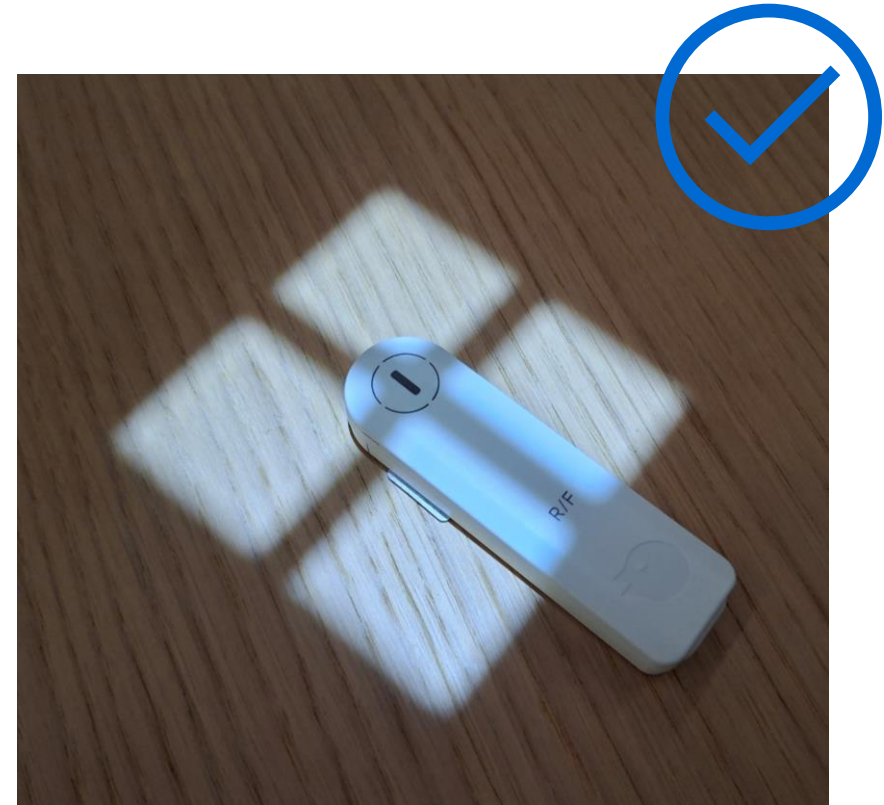
b)



c)

Mittarin aseointi

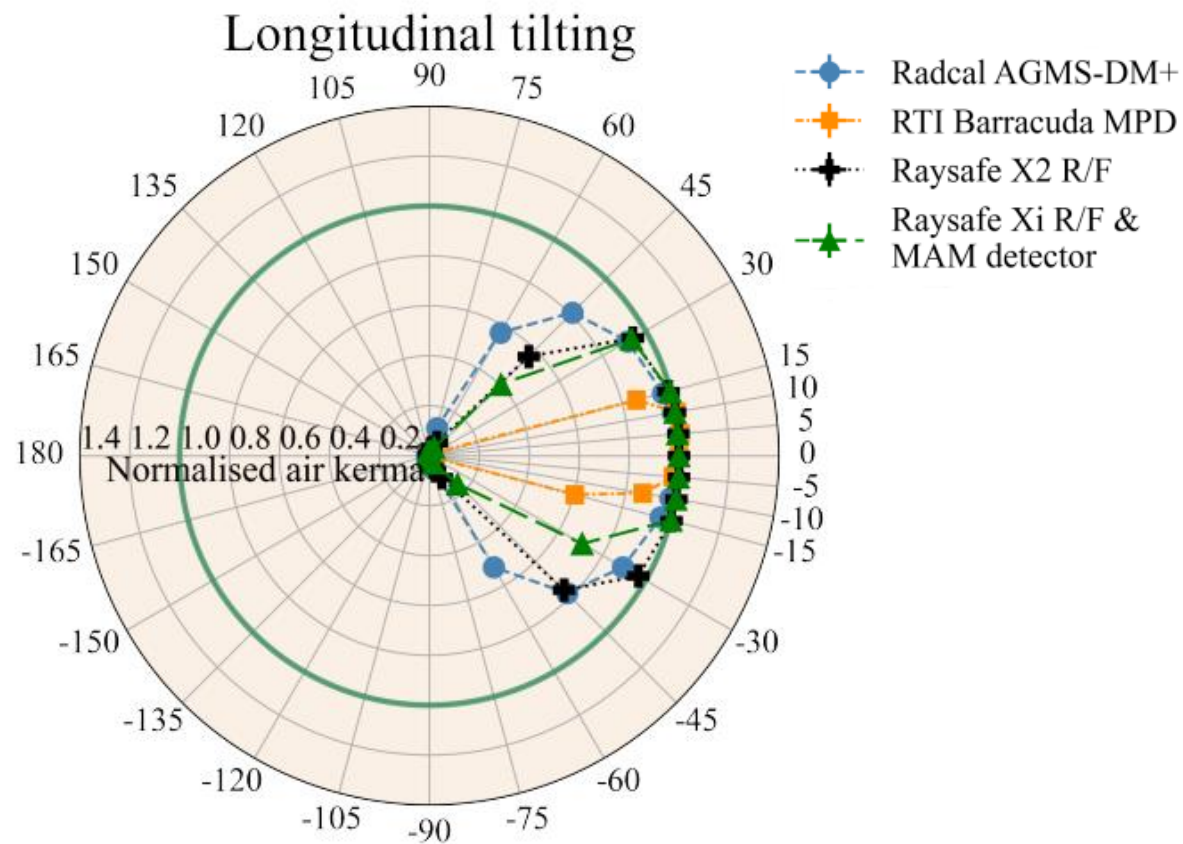
- XMM-mittarin referenssipiste tulisi sijoittaa röntgenkeilan keskelle
 - Huomioi, että valokeilan keskikohta ei välttämättä vastaa röntgenkeilan keskikohtaa!
 - Tarkista referenssipisteen tarkka sijainti mittarin käyttö-ohjeista
 - Referenssipiste voi olla myös pintaa syvemmillä



Mittarin aseointi

- Mittarin tulisi olla tasassa ja kohtisuorassa röntgenkeilaan nähden

Tärkeintä on, että mittari on asemoitu toistettavalla tavalla ja että mittarin lukema edustaa ilmakermaa keilan keskellä



Kallistuksen vaikutus XMM-mittarien ilmakerma vasteseen. (Valkama, 2025. Testing geometrical performance of dosimeters used in medical X-ray imaging. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto. Saatavilla: Helda)

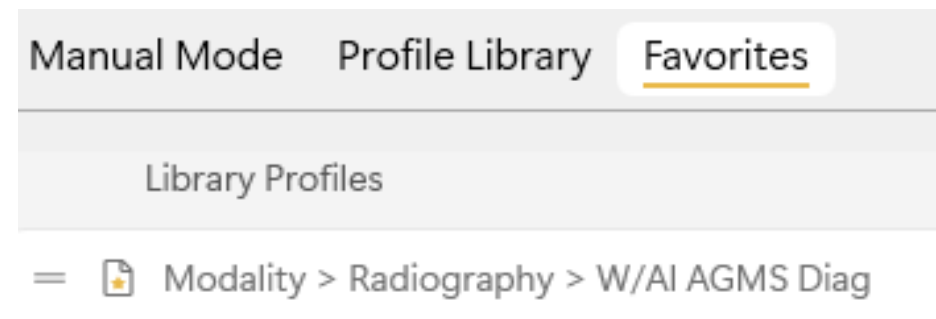
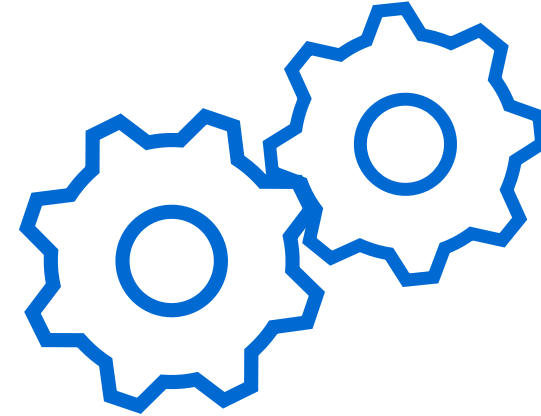
Olosuhteet

- XMM-mittarit on suojattu takaa ja sivuista saapuvalta sironnalta, muttei edestä
 - Kappaleet 30 cm etäisyydellä primaarikeilasta tulisi siirtää
- Röntgenlaitteen kiinteitä osia (esim. puristuslevy tai potilassänky) ei tulisi poistaa, mikäli ne edustavat potilaan kannalta oleellisia kuvantamisolosuhteita
 - Huomioitava, että suodattavat spektriä
- XMM-mittarit eivät tarvitse lämpötila- tai painekorjausta, mutta lämpötila voi kuitenkin vaikuttaa vasteeseen
 - Kirjaa ylös lämpötila, paine, ilmankosteus



Mittarin asetukset

- Varmista, että mittarilla tehtävät valinnat vastaavat käyttötarkoitusta
 - Esim. mammografiassa XMM-mittarit usein vaativat säteilylaadun valinnan
 - Mikäli sopivaa vaihtoehtoa ei ole, huomioi mahdollinen vaikutus epävarmuusarviossa
- Varmista mittarikohtaiset käyttöalueet mittarin käyttöohjeista
- Kirjaa ylös käytetyt asetukset
- Käytä samoja asetuksia kaikissa toistomittauksissa



Kalibrointi

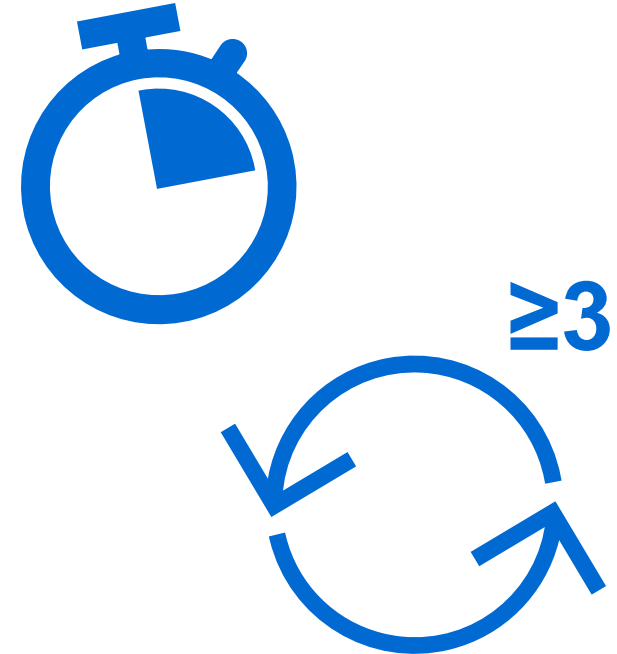
- XMM:ien ilmakerma-, HVL- ja putkijännitevaste tulisi kalibroida luotettavaan referenssiin, jolla on jäljitettävyyys kansainväliseen mittanormaaliin
- Eri XMM mittarit hyödyntävät erilaisia algoritmeja ja ovat herkkiä erilaisille röntgenspektreille
 - Kalibrointi olisi siis tehtävä käyttäen kliinistä käyttöä vastaavia säteilylaatuja ja geometriaa
- Jos käyttö-olosuhde on eri kuin kalibrointiolosuhteet, vaikutus on huomioitava epävarmuusarviossa!

Kalibrointi on oleellinen osa mittarin vasteen luotettavuutta



Valmistelu ja mittausprotokolla

- XMM olisi hyvä ”lämmittelä” ennen oikeaa mittausta
 - Säteilytä XMM-mittaria useamman kerran ennen itse mittausta
- Totuta myös XMM mittausolosuhteisiin tuomalla se huoneeseen 15 min etuajassa
- Lisäksi
 - Selvitä oman mittarin toistettavuus toistamalla mittaukset 10 kertaa
- Suorita aina vähintään kolme toistomittausta



Dokumentointi

- Vastaukset kysymyksiin:
 - Kuka, mitä, miksi, milloin, miten ja missä?
- Käytettyjen laitteiden ja mittarien tiedot
- Mittausgeometria
 - Etäisyys
 - Kenttäkoko
 - Röntgenlaitteen asemointi
- Röntgenlaitteen ja mittarin asetukset
- Olosuhteet:
 - Lämpötila
 - Paine
 - Ilmankosteus
- Protokolla
 - Säteilylaatu
 - Jännite
 - Virta
 - Kokonaissuodatus
- Mittausdata



Harmonisoidut XMM-mittaukset eri kuvantamismodaliteeteilla

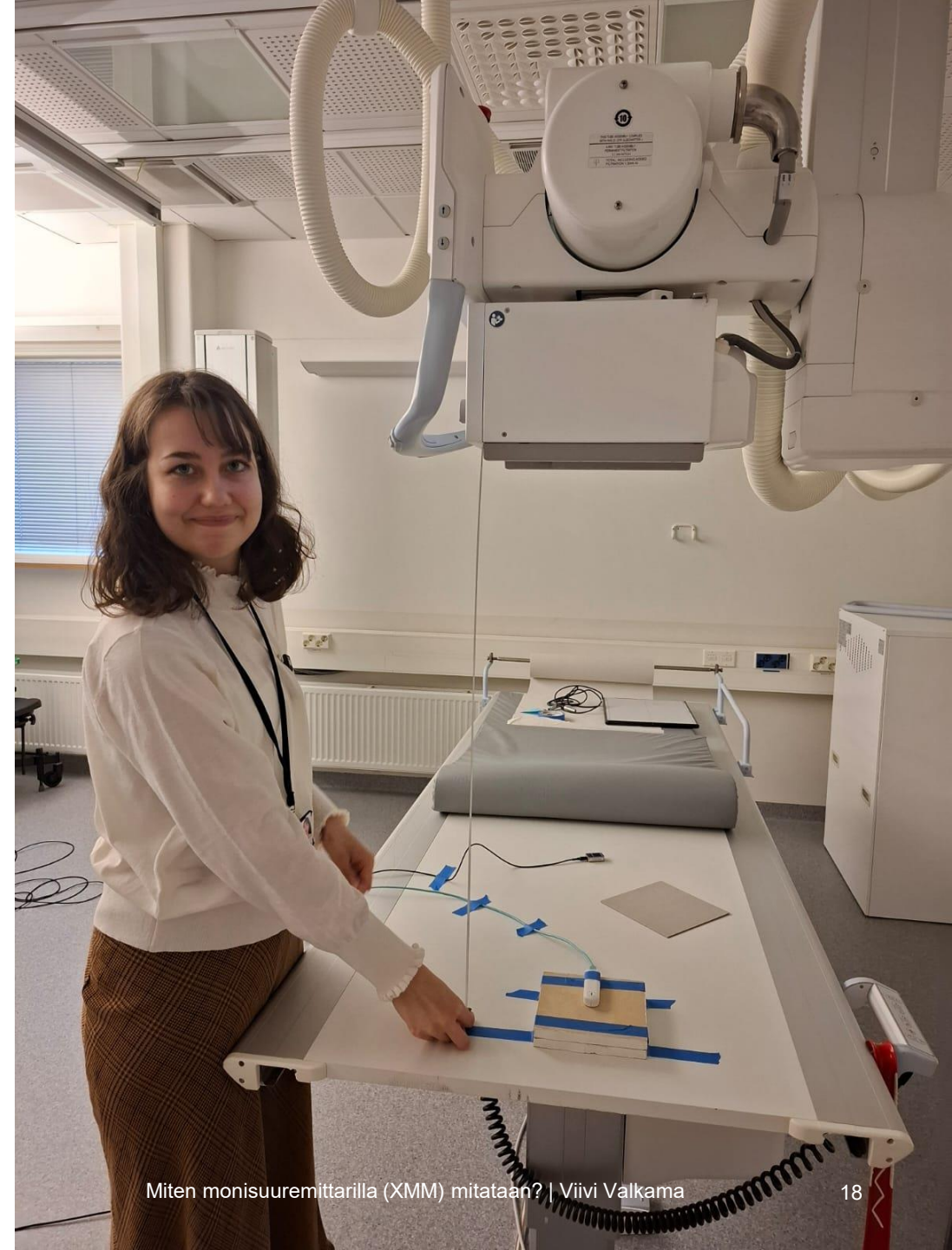
Miten menetellä?

Tavanomaisella laitteella

- Standardietäisyys fokuksesta XMM:n referenssipisteeseen on 100 cm
- Suositeltu kenttäkoko 10 cm x 10 cm



Mahdollisimman samat kuin kalibroinneissa



C-kaarella

- Etäisyysvaihtoehdot rajoittuneemmat
 - Kuvailmaisoin olisi siirrettävä mahdollisimman kauas sironnan vähentämiseksi
- 10 cm x 10 cm kenttäkoko (suositus)
- Huomioi keilassa olevat kappaleet esim. potilassänky
- Varmista, että mittarin aseointi on toistettavissa



Mammolaitteella

- Mikäli XMM-mittarin takaosa on suojattu, voi mittarin asettaa kuvaustasolle
- Mittausolosuhteiden harmonisoinniksi, puristuslevy olisi hyvä siirtää mahdollisimman korkealle
- Suurimmalla osalla XMM-mittareista tulee valita käytettävää säteilylaatua vastaava asetus
 - Joillain tulee myös valita, onko puristuslevy mukana



- **Noudata oman mittarin käyttö-ohjeita**
- **Huomioi XMM-mittarin kalibrointiolosuhteet ja miten käyttö-olosuhteet poikkeavat**
- **Käytä toistettavaa mittausgeometriaa**
- **Dokumentoi**

EUROPEAN
PARTNERSHIP



Co-funded by
the European Union

METROLOGY
PARTNERSHIP



The project (22NRM01 TraMeXI) has received funding from the European Partnership on Metrology, co-financed from the European Union's Horizon Europe Research and Innovation Programme and by the Participating States. Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or EURAMET. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



Kiitos!

TraMeXi

www.tramexi.com