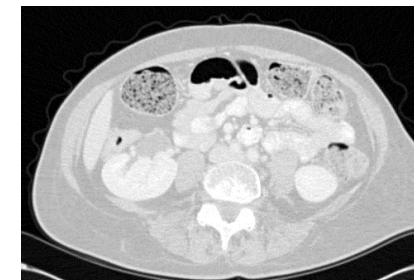
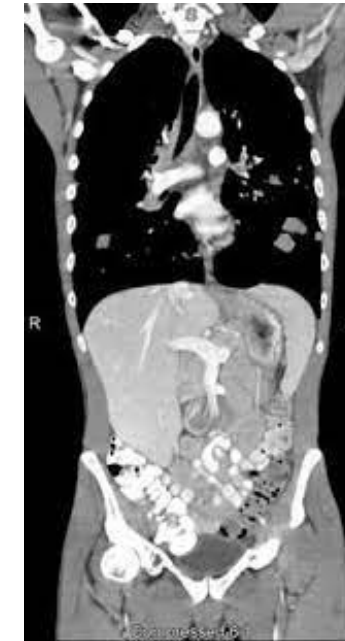
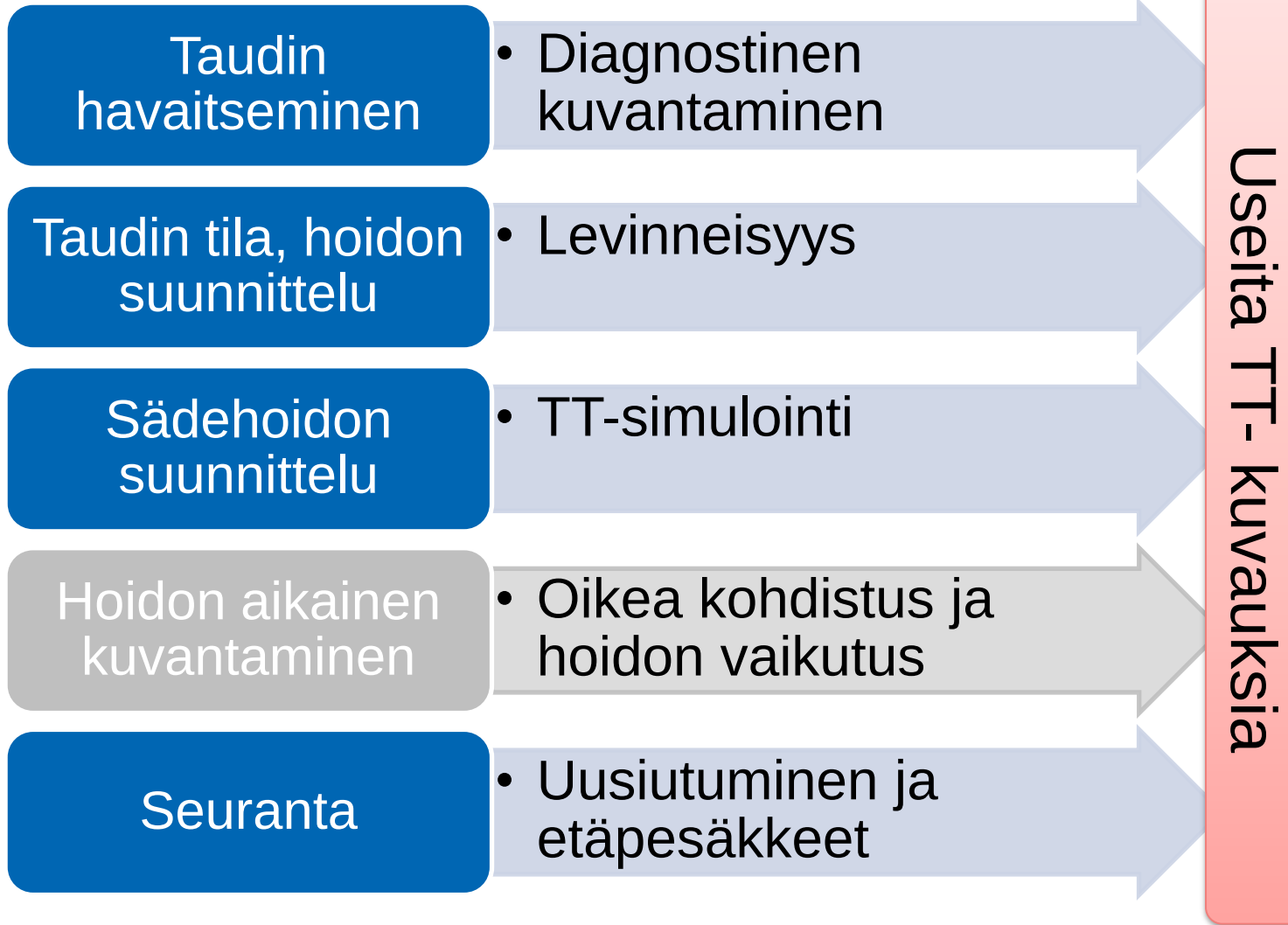


Onkologisten TT-kuvausten annoksen optimointi (i-Violin)

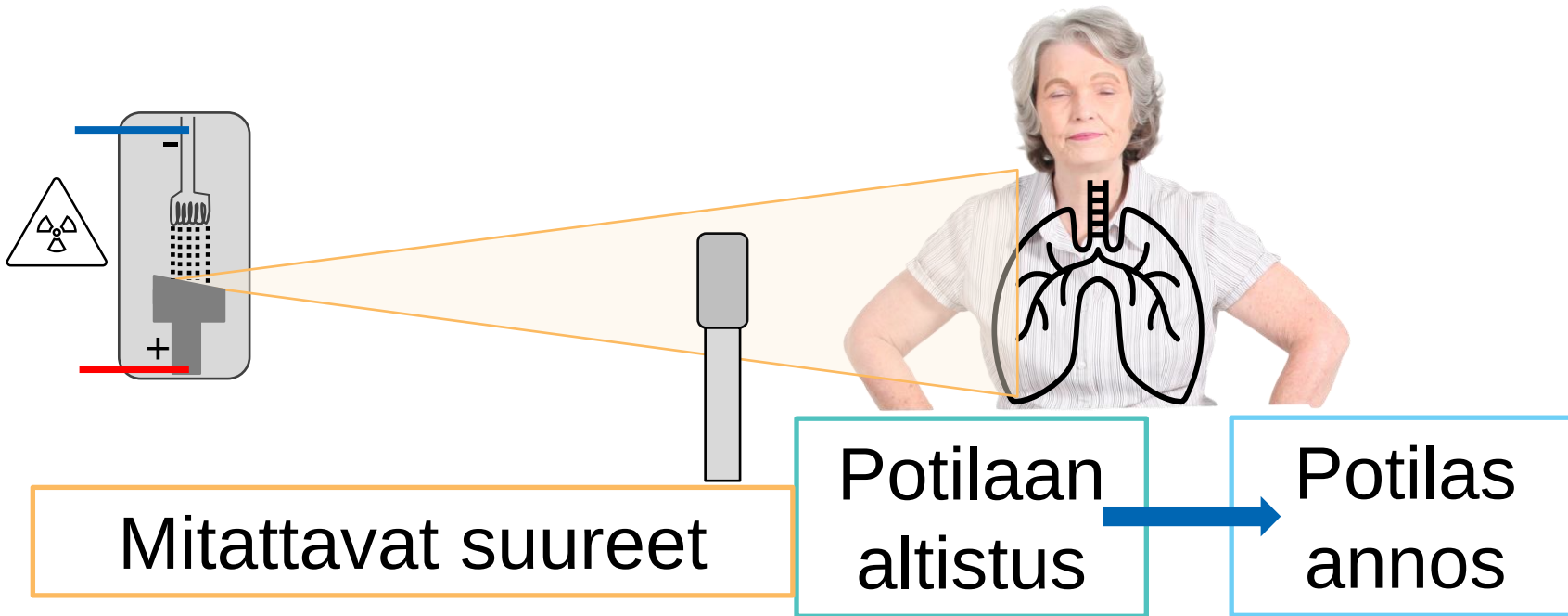
Paula Toroi, FT, dosentti, sairaalafyysikko
Johtava asiantuntija, Dosimetrialaboratorio
STUK – Säteilyturvakeskus

Syöpäpotilaan kuvantaminen



Röntgen kuvauksen optimointi

1. Kuvausten määrä
2. Vaiheiden määrä
3. Kuvausprotokolla



Röntgenkuva
• Kuvanlaatu

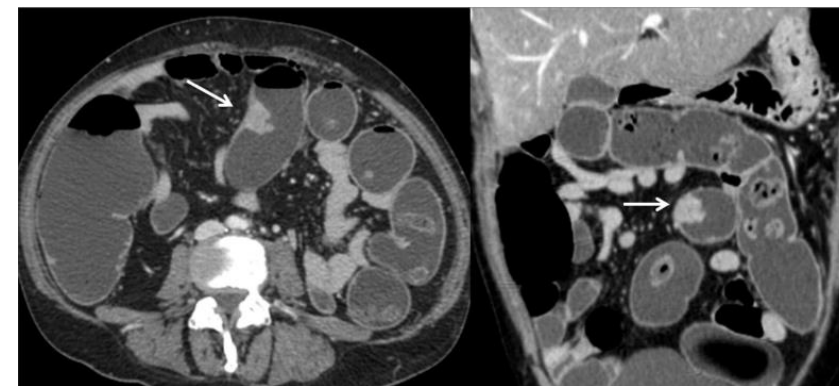


TT-kuvauksen optimointiin liittyviä pohdintoja



- Kuvausmäärä: tarvitaanko kuvaus, kuinka usein kuvataan, vaiheet?
- Kliininen indikaatio: mitä pitäisi nähdä?
- Tekninen optimointi: kuvanlaatu ja säteilyannos, kuvausprotokolla?
- Kliininen optimointi: millainen potilas, mitkä kuvausparametrit...

=> Tarvitaan eri alojen yhteistyötä, nykyään yhä enemmän!



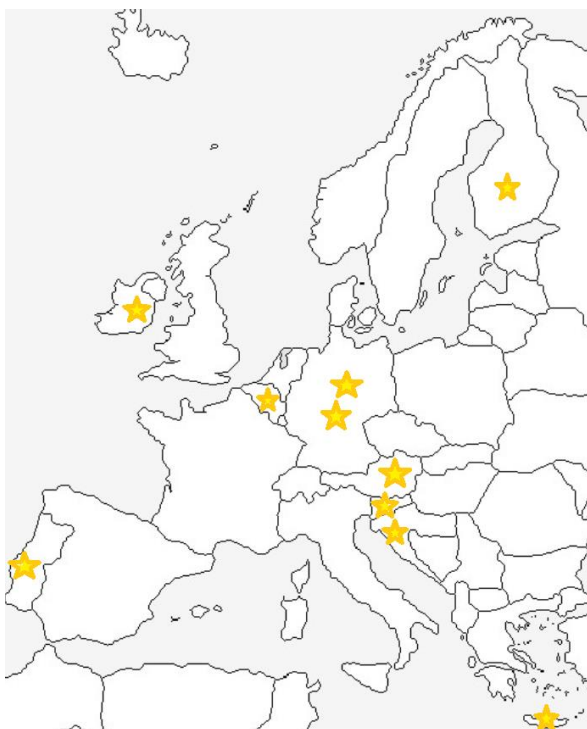
Ridereau-Zins C., Imaging in colonic cancer,
Diagnostic and Interventional Imaging (2014) 95
<http://dx.doi.org/10.1016/j.diii.2014.03.004>

Implementing verifiable oncological imaging by quality assurance and optimization

- **Tavoite:** syöpäpotilaiden TT-kuvausten optimoinnin harmonisointi euroopassa.
- **Partnereita:** 10 (9 maata).
- **Rahoitus:**
 - EULta: 1.2 M€
 - STUKille: 0.1 M€ (13.25 kk)
 - Paula, Joonas, Ritva, Teemu



Co-funded by
the European Union

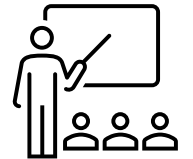
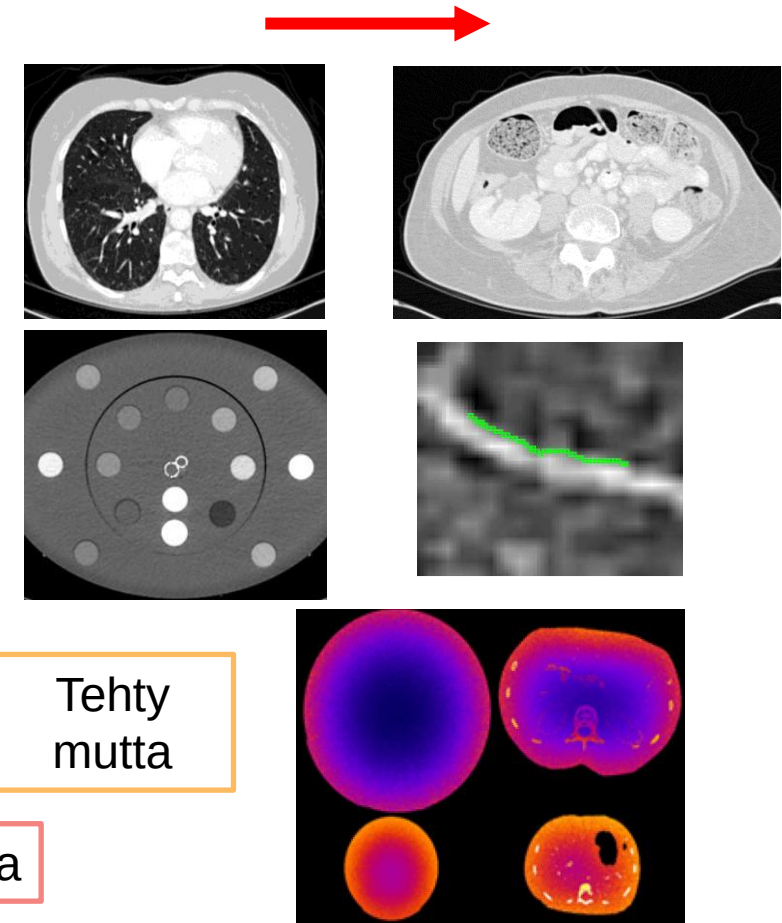


Lyhenne	Maa	Instituutti
EIBIR	Itävalta	Eibir gemeinnutzige gmbh zur forderung der erforschung der biomedizinischen bildgebung
OVGU	Saksa	Otto-von-Guericke-universitaet Magdeburg
UMC-Mainz	Saksa	Universitaetsmedizin der Johannes Gutenberg-universitaet Mainz
IPC	Portugal	Instituto politecnico de coimbra
UoC	Kreikka	Panepistimio kritis
UCHD	Kroatia	Klinicka bolnica dubrava Zagreb
UMCL	Slovenia	Univerzitetni klinicni center Ljubljana
KUL	Belgia	Katholieke universiteit Leuven
UCD	Irlanti	University college Dublin, national university of Ireland, Dublin
STUK	Suomi	Sateilyturvakeskus

This project is co-funded under the EU4Health Programme 2021–2027 under grant agreement no. 101056832.

i-Violin projektin sisältö lyhyesti

- **Kliininen fokus**
 - Keuhkoista vatsaan (laajennetaan MEDIRAD-projektin fokusta)
 - Keuhkosityöpä (diagnostic, radiation therapy planning, staging and follow-up)
 - Paksusuoli- ja mahasyöpä (staging, follow-up)
- **Työkalut**
 - Kuvanlaatu
 - Potilaskuviin perustuva nettiselain pohjainen työkalu **Haasteita**
 - Tekninen optimointiin potilasvastineella (fantomi) **OK**
 - Potilaan säteilyannos
 - ”Potilaskohtainen” nettiselain pohjainen työkalu annoslaskentaan (CTRAD) **Tehty mutta**
- **Optimointi**
 - Tehdään potilaskohtaista ja indikaatioperusteista optimointia **Haasteita**
- **Jaetaan tietoa ja koulutetaan**
 - Sairaalat: radiologit, röntgenhoitajat ja sairaalafyysikot **OK**
 - Päättäjät, viranomaiset ja muut sidosryhmät





Kuvanlaatu

Kuvanlaatu

Terävyys

Erotuskyky

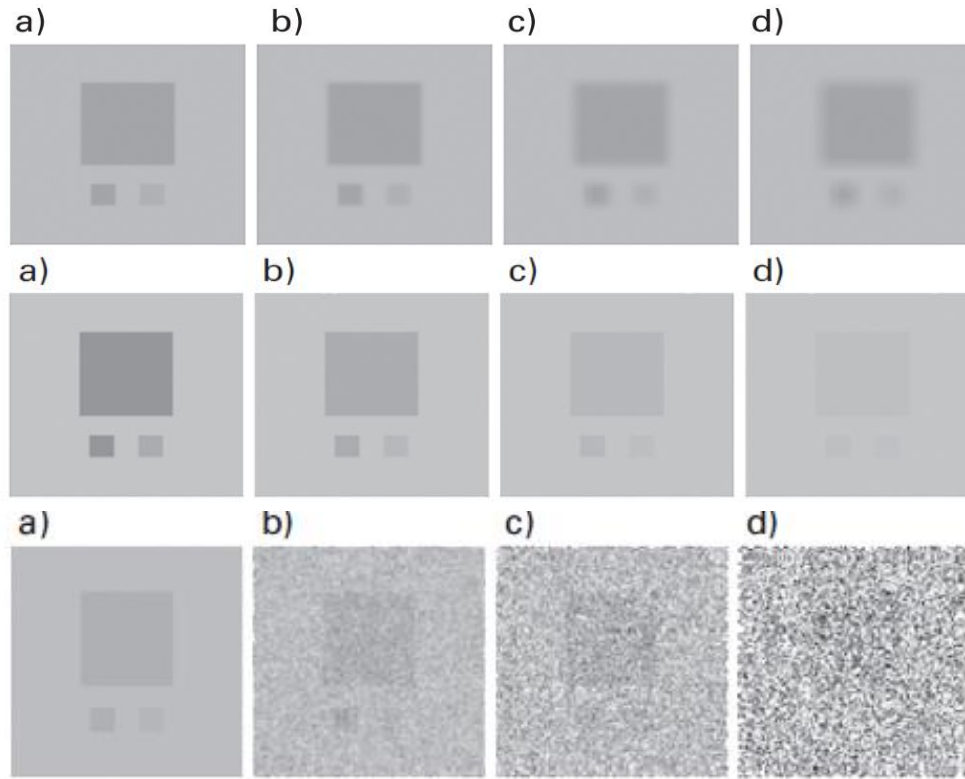
(korkea kontrasti)

Kontrasti

(matala kontrasti)

Kohina

Muut



- Ajallinen resoluutio
- HU arvot, tasaisuus ja lineaarisuus
- Artefaktat
- Z-suunnan herkkyysprofiilit ja resoluutio

Kuvan muodostuminen

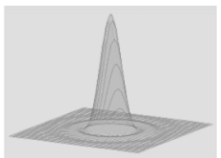
$IMAGE(x, y, z)$

$$= Object(x, y, z) \cdot contrast\ factor\ (E) \\ * (PSF(x, y, z) + noise + artifacts)$$

PSF = Point spread factor

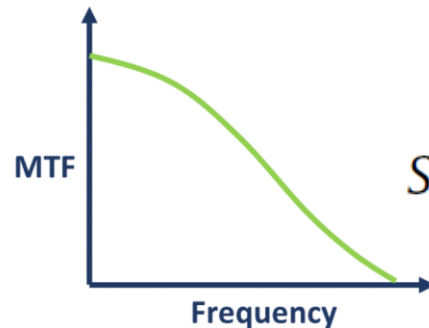
Modulation Transfer Function (MTF)

Image Space

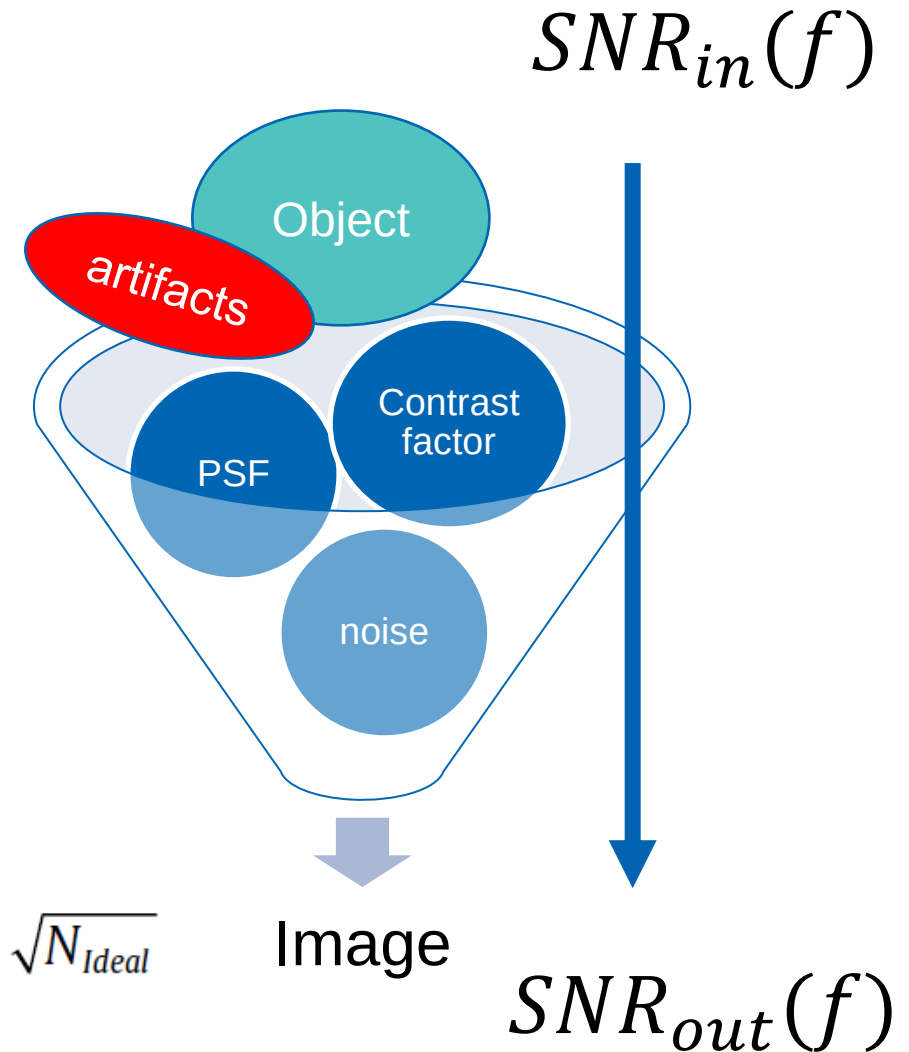


Point
Spread
Function

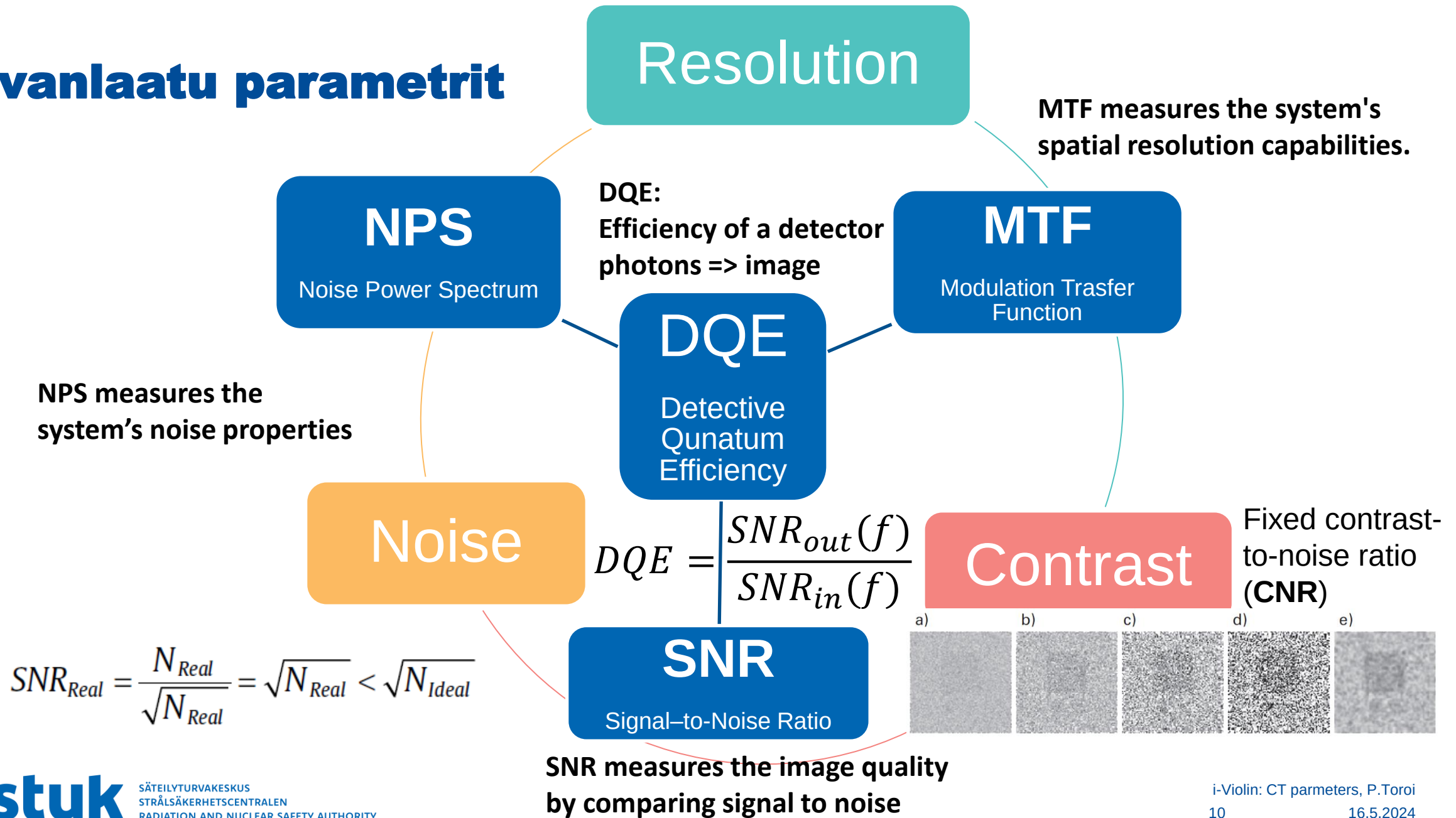
Fourier
Transform



$$SNR_{Real} = \frac{N_{Real}}{\sqrt{N_{Real}}} = \sqrt{N_{Real}} < \sqrt{N_{Ideal}}$$



Kuvanlaatu parametrit



Fourier-pohjaisten kuvanlaatumittareiden rajoitteet

- **Siirto-invarianssi oletus** (shift-invariance)
 - laitteen vaste on sama kaikissa kohdissa => **se ei ole**
- **Lineaarisuushypoteesi**
 - signaali pysyy kuvantamisjärjestelmän optimaalisella ja lineaarisella vastealueella Hounsfieldin yksiköissä (HU) => **se ei pysy**
- ❑ Iteratiivinen rekonstruktio tuo vahvempia epälineaarisia ja ei-stationaarisia ominaisuuksia, jotka pakottavat muuttamaan MTF-mittausparadigmaa
- Ratkaisut
 - mukautettu mittaussuure, kuten **target transfer function** (TTF)
 - Global noise, tekoäly...

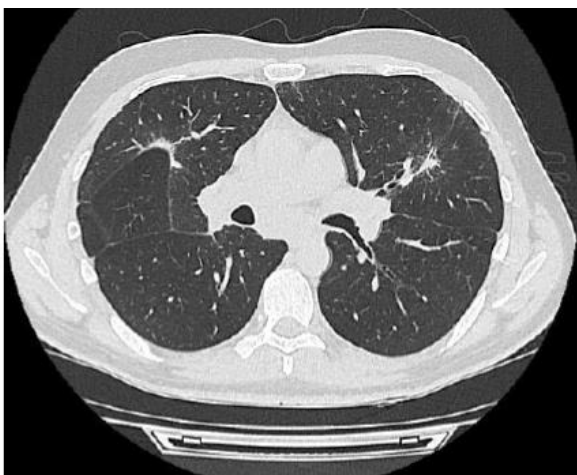
Verdun et. Al Physica Medica 31 (2015) Image quality
in CT: From physical measurements to model observers

Kuvanlaadun arviointi

STUK ollut mukana

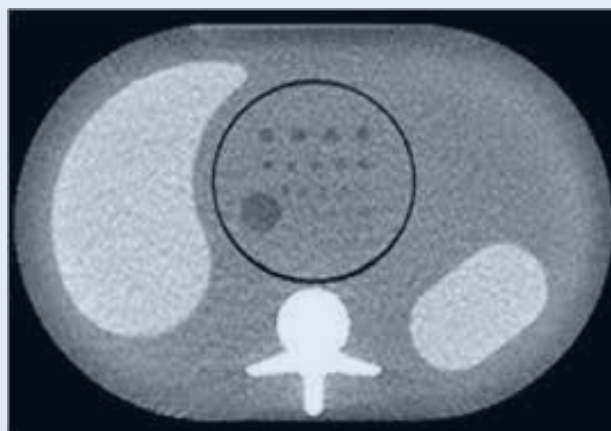
Kliininen kuva

- Potilaskuvista
- Tarvitaako optimointia?



Antropomorfinen fantomi

- QRM fantomi
- Moniparametri analyysi

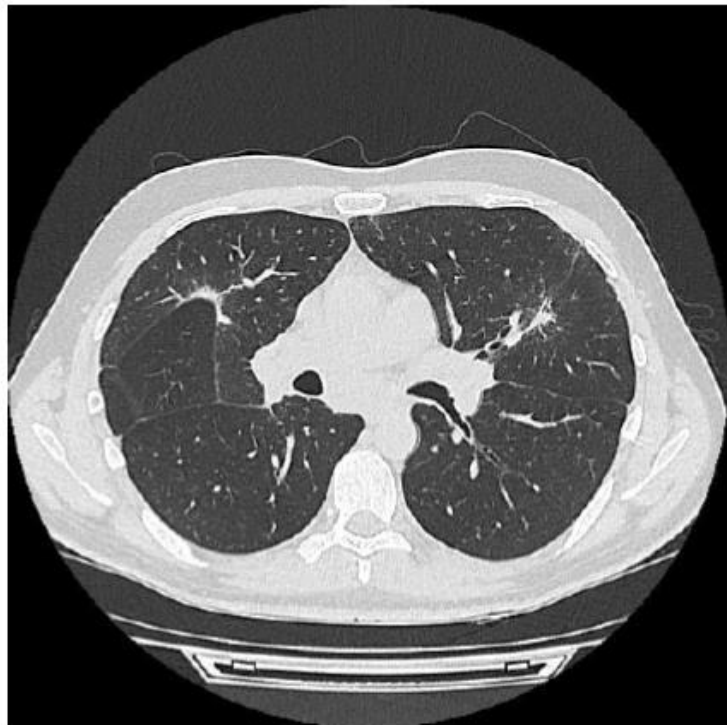


Yksinkertainen fantomi

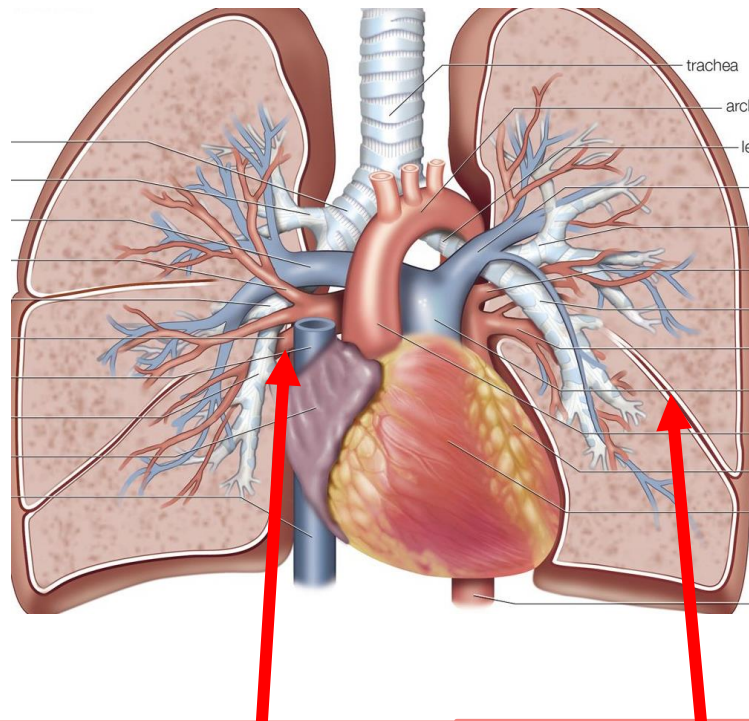
- Annosfantomi
- Kontrasti ja kohina



Kuvanlaadun määrittäminen kliinisistä kuvista



(a) Thorax CT rated as “acceptable”.



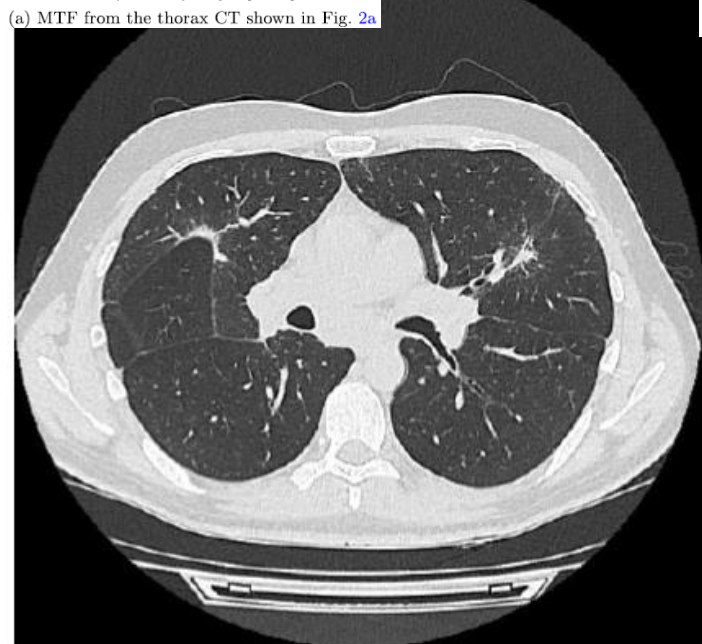
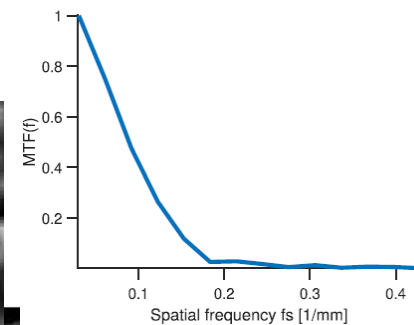
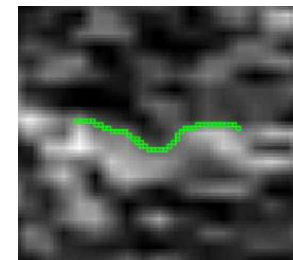
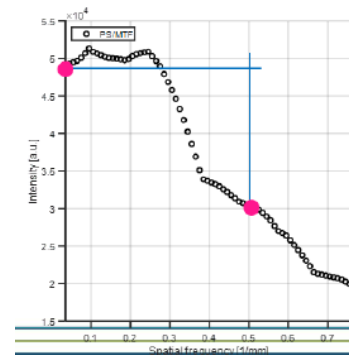
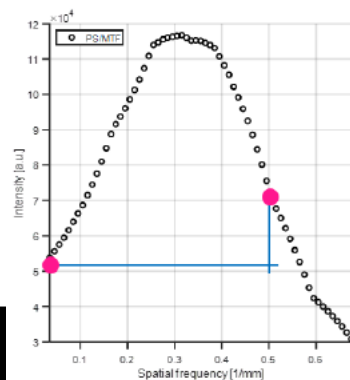
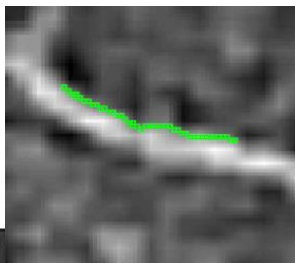
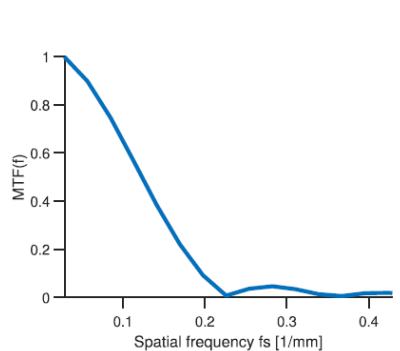
Alempi keuhkolaskimo

Vasemman keuhkon halkeama (fissure)



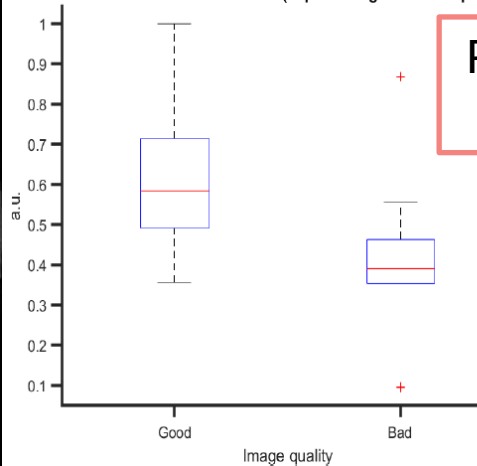
(b) Thorax CT rated as “not-acceptable”.

Kuvanlaadun määrittäminen

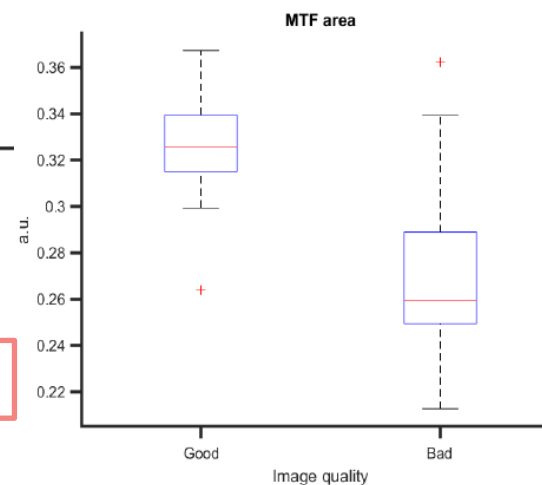


(a) Thorax CT rated as “acceptable”.

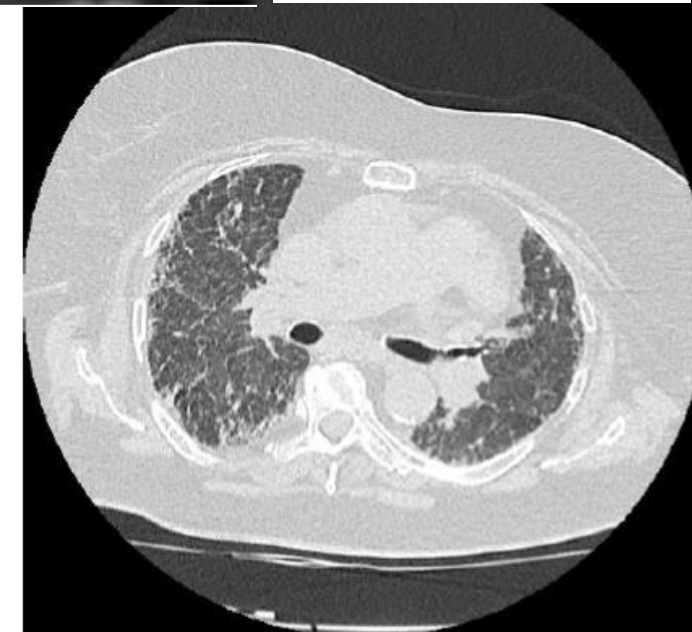
PS/MTF: Location of the maximum (in percentage of the frequency axis)



Power spectrum
to MTF ratio



MTF



(b) Thorax CT rated as “not-acceptable”.

Kuvanlaatu työkalu AutoCT image quality: <https://ctiqa.ovgu.de/>



AutoCT image quality
Automatic calculation of CT image quality parameters



Automatic CT image quality (IQ) assessment

Using this tool you can upload a single DICOM image in order to calculate different image quality (IQ) parameters.

File: Single DICOM Image

ROI size: Size in pixels (width == height). Default: 18

ROI center coordinates (x,y):

ROI 1: Contains the anatomical structure/edge for MTF analysis

ROI 2: Homogeneous ROI

Files: 3Divar.CT.Abdome....841.18541790.dcm

ROI Size:

ROI 1:

ROI 2:

IQ and Scan Parameters:

Variable	Value
Contrast ROI1	0.546
Contrast ROI2	0.025
MTF area	0.313
PS area	274.0
NPS area	16.0
Manufacturer	GE MEDICAL SYSTEMS
Model	Discovery CT750 HD
ExposureTime	600.0
Tube Current	[]
Window Width	400.0
Window Center	40.0
predicted_label	0.0

Tämä on edellisen projektin tulos, joka oli tarkoitus laajentaa vatsanalueella.

+MTF, NPS, PS, PS/MTF käyrät

This work was funded by the European MEDIRAD Project (Project Grant No 755523) and the European i-Violin project (Project Grant No 101056832).



Chair of Medical Systems Engineering, Faculty of Electrical and Information Technology, University of Magdeburg, Germany

Contact: Zahra Passand
e-mail: zahra.passand@ovgu.de

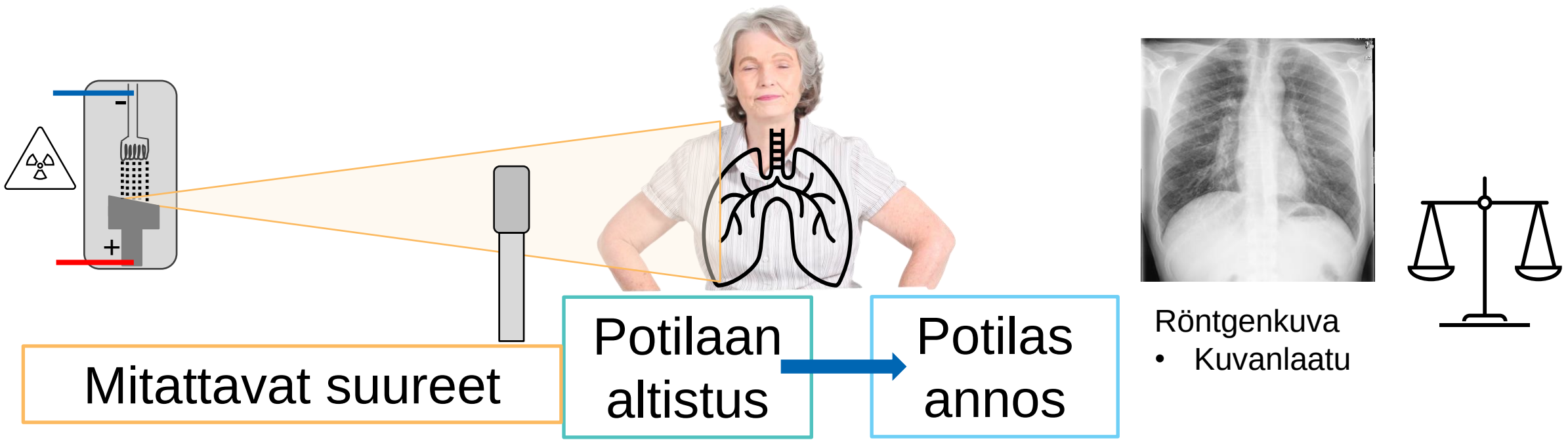


SÄTEILYTURVAKESKUS
STRÅLSÄKERHETSCENTRALEN
RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY



Annos

Röntgen kuvauksen dosimetria



Mitattu suure $\neq$ potilaan annos

Annoslaskuri CTRAD: <http://ctdose-iqurad.med.uoc.gr/ctrad/dose>



DEPARTMENT OF MEDICAL PHYSICS
SCHOOL OF MEDICINE - UNIVERSITY OF CRETE

CTRAD

MEDIRAD

Personalized Computed Tomography Organ Dose Estimation

Calculate Dose (Adult)

Calculate Dose (Pediatric)

Image-based WED

Dose and Risk Report

Previous Calculations

Files:

Valitse tiedostot Ei valittua tiedostoa

Clear Uploads

Upload

Patient Data

Exam Type

Adult Thorax

Age (y)

50

Gender

Female

WED(mm)

231

Image-based WED

Scanner/Protocol Settings

Scanner

GE Revol

GE Revolution GSI,
Siemens Sensation 16 /64

Clinical Indication

Pulmonary Metasta

Infectious diseases,
Pulmonary
Metastases/Fibrosis

Tube Voltage (kV)

120

80, 100,
120, 140

mA Modulation

TCM

Fixed,
TCM

mAs

120

Beam Collimation (mm)

40

Pitch

0,984

Rotation Time (s)

0,4

CTDI

CTDI Type

Free-in-Air

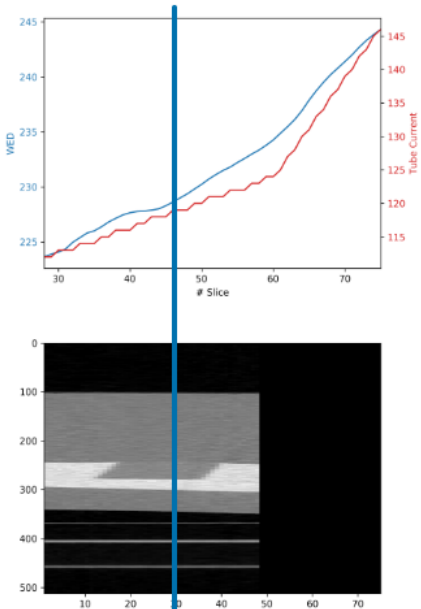
CTDI Value (mGy/100mAs)

21,8

Clear

Calculate

WED Results:



Selected WED:

229

Selected Slide:

Average WED:

232

Median WED:

231

Select WED:

Slice 46

Use selected WED

I-Violin

6.2024

CTRAD tulokset

Dose per organ (mGy)

Bone	Bone Marrow	Heart	Esophagus	Lungs	Skin	Breast
8.1	3.1	5.6	4.8	5.4	4.3	5.4

LAR of cancer incidence

Lung	Breast	Leukemia
12.42 in 100000 (0.0124%)	3.78 in 100000 (0.0038%)	191.34 in 100000 (0.1913%)
or 1 in 8052	or 1 in 26455	or 1 in 523

LAR of cancer mortality

Lung	Breast	Leukemia
11.02 in 100000 (0.0110%)	Negligible	166.65 in 100000 (0.1666%)
or 1 in 9078	Negligible	or 1 in 600

Vertailuissa löydettiin eroja ja virheitä.



Koulutus

Koulutus

- **Webinaarit:** 4*2h <https://www.eibir.org/i-violin-education-and-training-webinars/>

	Date	Time	Title	Invited Speakers
WEBINAR 1	19/03/24	18:00 - 20:00 CET	The process of justification of imaging examinations:	
			How to implement in clinical practice	Dimitrij Kuhelj, SI
			Results of EU projec	Boris Brkljacic, HR
			Management of accidental/unintentional exposures	Colin Martin, UK
WEBINAR 2	26/03/24	18:00 - 20:00 CET	CT dosimetry	Paula Toroi, FI
			Image quality assessment	Christoph Hoeschen, DE
WEBINAR 3	09/04/24	18:00 - 20:00 CET	Dose Management Systems	Hilde Bosmans, BE
			Dose management of paediatric patients in CT	Aleš Kaučič, SI
			Dose management of pregnant patients in CT	Svea Moreup Deppe, DK
WEBINAR 4	16/04/24	18:00 - 20:00 CET	Proper use of modern dose reduction tools	Mika Kortensniemi, FI
			Dose reduction tools in clinical practice	Martin Weber Kusk, DK
			The role of artificial intelligence (AI) in patient dosimetry and optimization	John Damilakis, GR



Ihan paras osuus
koko projektissa!

Työpajat:

- 3*2pv
- Mukana radiologit, röntgenhoitajat ja fyysikot

This project is co-funded under the
EU4Health Programme 2021-2027
under grant agreement n° 10109832



SÄTEILYTURVAKESKUS
STRÅLSÄKERHETSCENTRALEN
RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY

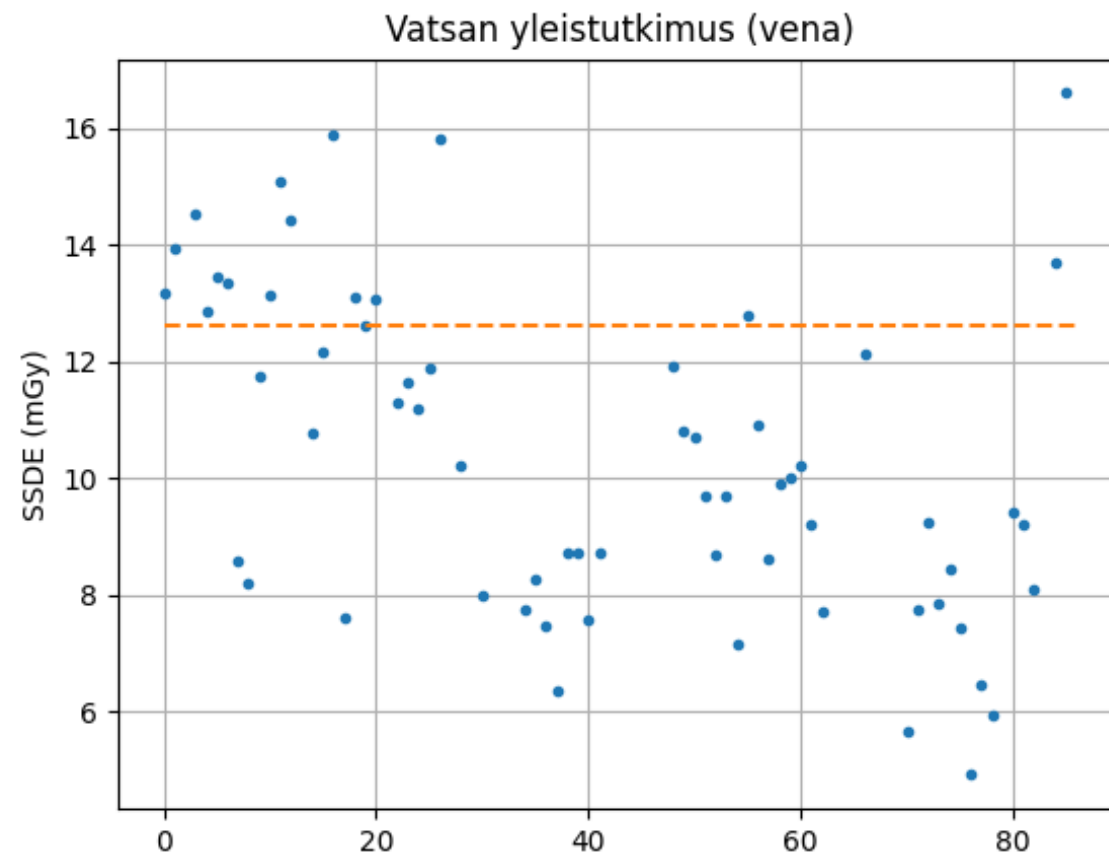
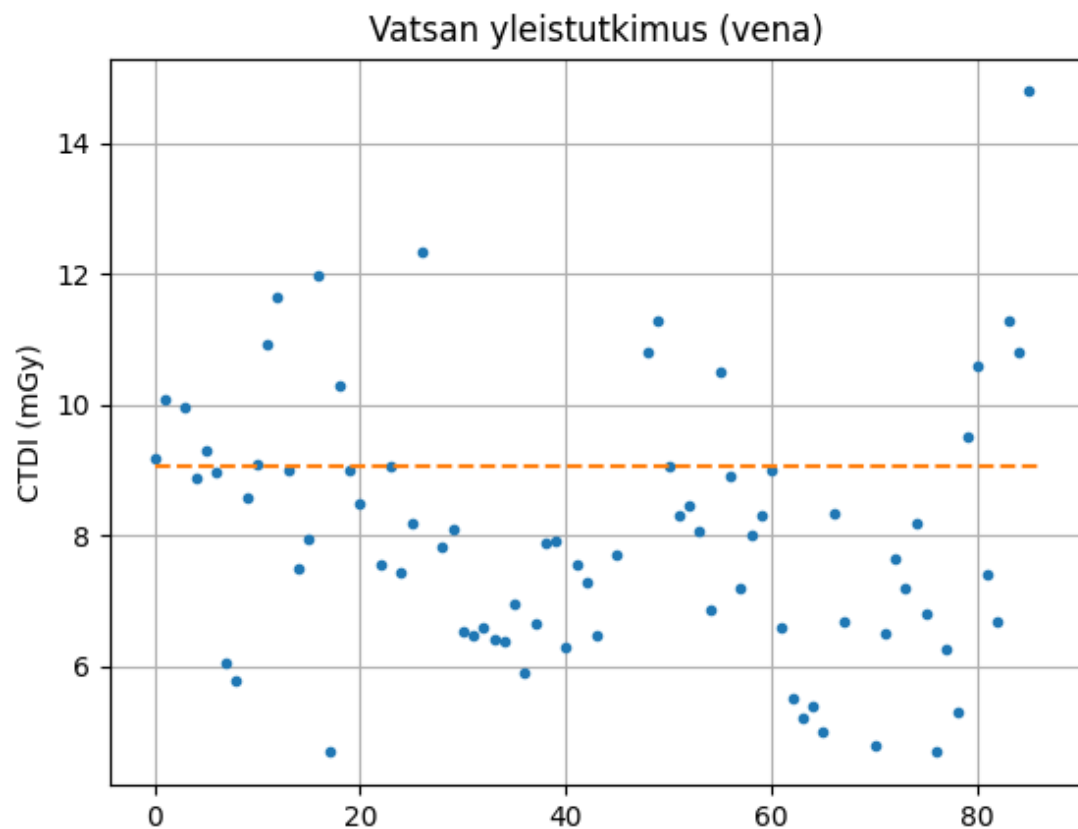


Mitä jäi käteen?

[Esitys, Esittäjän nimi]

Optimointi pilotti Suomessa

- Joonas Tikkanen ja Atte Lajunen



 EUROPEAN INSTITUTE FOR BIOMEDICAL IMAGING RESEARCH	European Institute for Biomedical Imaging Research	 OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG	Otto von Guericke University Magdeburg
 UNIVERSITÄTSmedizin. MAINZ	University Medicine Mainz	 estesc Politécnico de Coimbra	Polytechnic Institute of Coimbra
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ UNIVERSITY OF CRETE	University of Crete	 KLINIČKA BOLNICA DUBRAVA	Clinical Hospital Dubrava
 univerzitetni klinični center ljubljana University Medical Centre Ljubljana	University Medical Centre Ljubljana	 KU LEUVEN	Katholieke Universiteit Leuven
 UCD DUBLIN	University College Dublin	 stuk SÄTEILYTURVAKESKUS	Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority



Co-funded by
the European Union

KIITOS!

