

STUK - Terveysthuollon röntgenkuvantamisen asiantuntijoiden neuvottelupäivät

Annoskeräysohjelmat potilasaltistuksen seurannassa

(kesto 30 min)



Jarkko Iivarinen
sairaalafyysikko

jarkko.iivarinen@kainuu.fi / [@pohde.fi](https://www.pohde.fi)

040 179 7703



Alkuesittely

- diojen esimerkit ovat pääasiassa Radimetrics:stä (Bayer)
 - muiden ohjelmistojen toiminnallisuus ja ominaisuudet voi erota tässä esitetystä merkittävästikin, mutta yleiset vaatimukset pätevät
- muita ohjelmia: Dosewatch (GE), Qaelum, Dosetrack (Sectra), Dosem (Infinit), Dosewise (?, Philips) jne.
- sairaaloilla on myös omia avoimen lähdekoodin ratkaisuja



DoseWatch



DoseTrack

DoseM



Taustaa

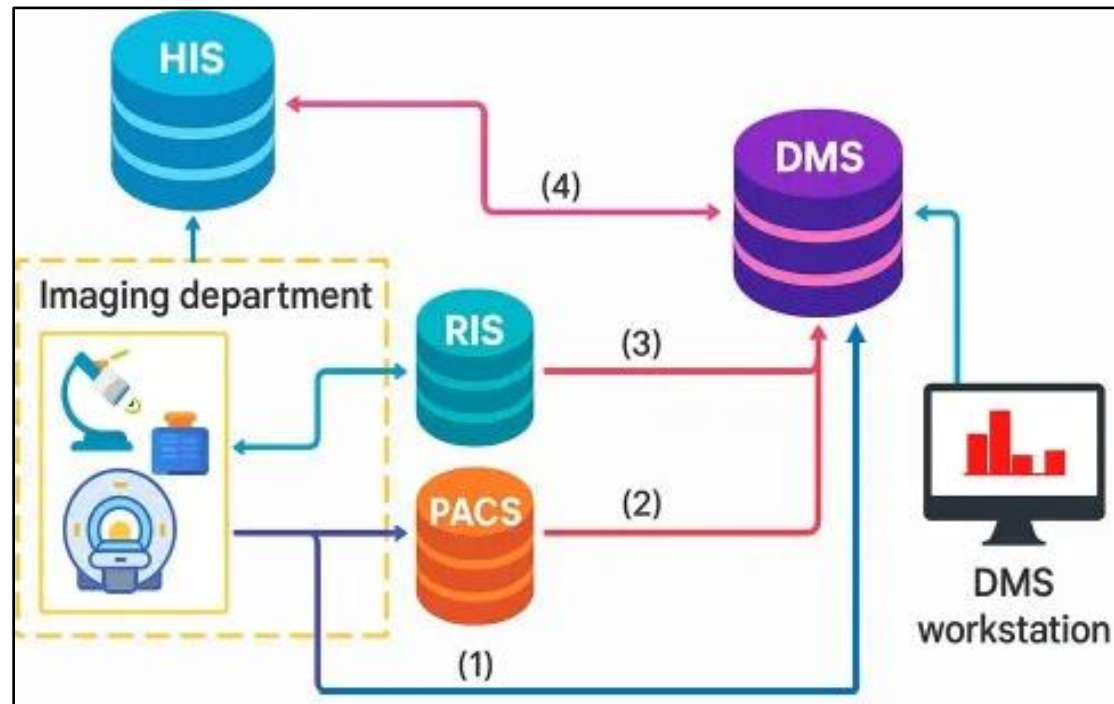
- annoskeräysohjelmia kehitetty ensisijaisesti **laadunvarmistuksen ja annsoptimoinnin** tarpeisiin
- pääasiassa radiologian toimintaa tukevia, mutta:
 - radioisotooppitoiminnalle hyödylliset ominaisuudet lisääntymässä
 - voidaan asettaa keräämään tietoa myös ionisoimattoman säteilyn tutkimuksista (magneetti)
- tyypillinen käyttäjä on sairaalafyysikko, mutta ohjelmistosta on hyötyä myös esim. modaliteetin vastuuhoitajalle, aiheesta kiinnostuneelle lääkärille ja mahdollisesti myös osastonhoitajalle

- tehtävänä **kerätä ja valvoa** potilasannoksia sekä tuottaa 'tietomassasta' **tilastotietoa** yksikön tarpeisiin
- tyypillisesti sisältää myös mahdollisuuden tarkastella yksittäisen potilaan annoksia ja jopa simuloida eri röntgenkuvausten annoksia
 - voi auttaa säteilyn käytön poikkeamien analysoinnissa
- voi sisältää myös tietoa potilaan aiemmista annoksista (esim. angion tai sikiön annosten tarkastelun tarpeet)
- laitteiden käyttöasteen ja suorituskyvyn vertailu, henkilökuntaresurssien kohdentaminen
- muuta?

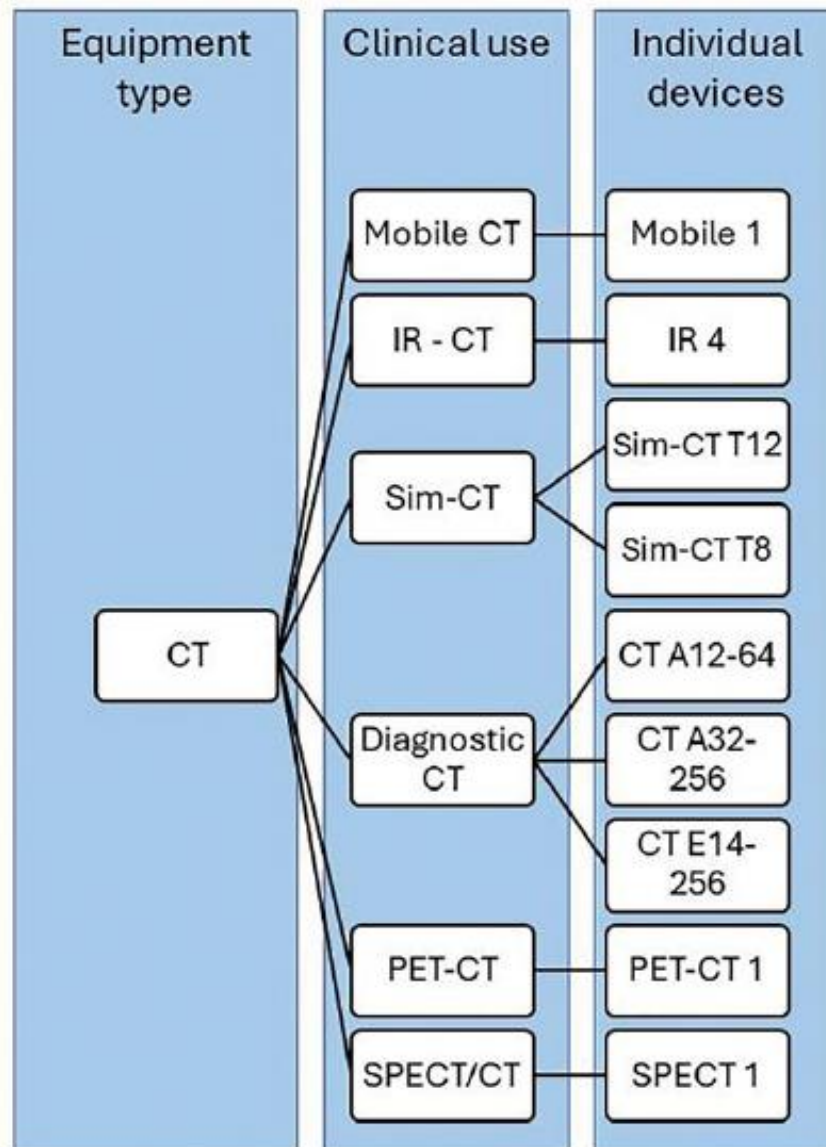
Vaatimuksia

- käyttöönotto työlästä ATK-osastolle (palvelin, verkkoasetukset, jne.) ja ohjelmiston ylläpitäjille
- **tutkimusten ja kuvausohjelmien nimien olisi hyvä olla täsmällisiä ja harmonisoituja yksikön eri laitteilla**

- annoskeräysohjelmiston (DMS) palvelimelle välitetään tutkimusten säteilyannosten dataa
 - suoraan laitteilta, PACS:sta, RIS:stä tai sairaalan muusta tietojärjestelmästä
 - on suositeltavaa välittää annostiedot vakioidussa ja jäsennellyssä muodossa (**DICOM RDSR**, radiation dose structured report):
dicomstandard.org/using/radiation
 - annostietoa voidaan hakea myös PACS:sta kuvien metadatatista (kasvattaa tietoliikenteen määrää merkittävästi)
 - osa ohjelmista tukee myös annosraporttikuvan tekstintunnistusta (=virhelähde)



- yksikön pitää päättää tutkimusten **luokittelu** ja luoda ohjelmaan kyseinen luokittelurunko
 - lapsi/aikuinen
 - anatomisten kohteiden jaottelu
 - tutkimusindikaatiopohjainen jaottelu
- eri laitteilta tuleva data on luokiteltava tutkimuskohtaisesti
 - tutkimusten sekä tutkimusten alla olevien yksittäisten kuvien nimeämiskäytännöt vaihtelevat laitteiden välillä



- laitteiden luokittelu käytön mukaan
 - kunkin laitteen ominaisuudet sekä lääkärin tarpeiden mukaan määritetty kuvanlaatu vaihtelevat

Kuva: IAEA, 2025

FIG. 10. Example of categorization by equipment type. Categories should be set up to group together individual devices serving the same clinical purpose.

- kuvantamislaitteiden tulisi tuottaa standardoitua vertailukelpoista tietoa (tutkimustiedot ja myös riittävästi potilaan tietoja)
- datan oltava hyvälaatuista, jotta tuloksiin voi luottaa
- jos laitteen annosmittarin tiedetään antavan systemaattisesti liian pieniä/suuria annoksia, annoskeräysohjelmistoon voi olla mahdollista asettaa korjauskerroin kyseisen laitteen kohdalle, **mutta** tämä korjaus pitäisi tehdä ensisijaisesti itse laitteen mittariin/ohjelmistoon
 - myös mikäli annostietojen yksiköt vaihtelevat laitteiden välillä (mahdollista jos RDSR ei ole käytössä)
- ohjelmiston laadunvarmistus ja pitäminen ajan tasalla vaatii aikaa ja tekijän

- annosrajojen ja ilmoitusviestien asetus

DRL Parameters

DRL Name *

testi

Category *

Patient

Value of Interest *

ICRP 103

Threshold Value *

1

[mSv]

Risk Level *

Medium

DRL Message

testiraja

|

Contrast Volume (Iodine)

DAP (A)

DAP (B)

DAP (Total)

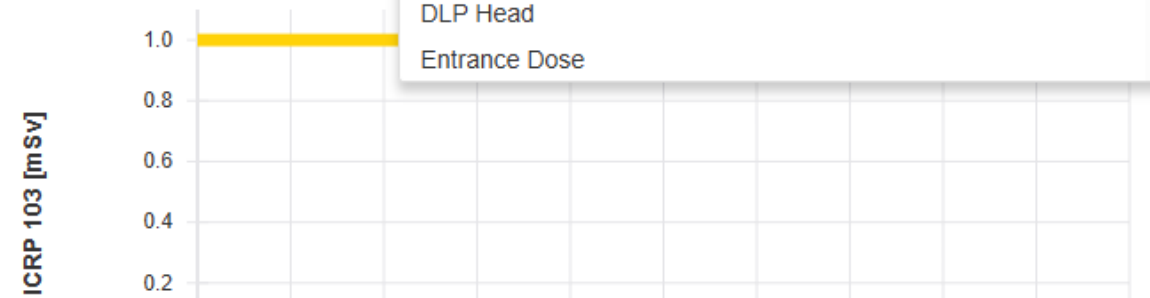
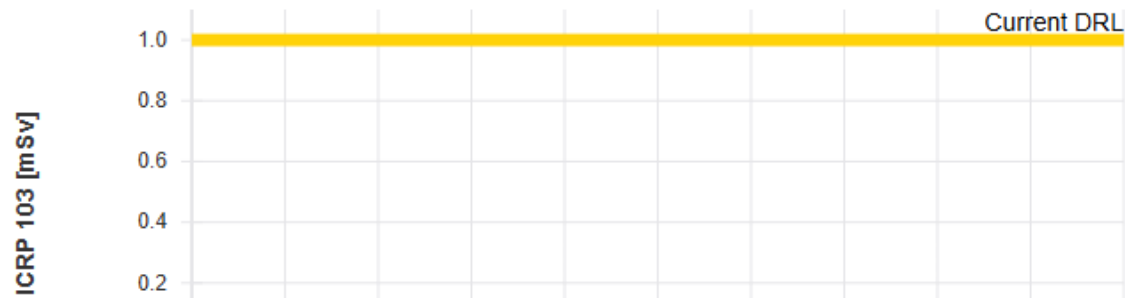
Deviation Index Max

DLP Body

DLP Head

Entrance Dose

Male Thresholds



Radimetrics: perusnäköymästä pari diaa

EXAM DETAILS | EXAM DETAILS | INTERACTIVE DOSIMETRY | LOGBOOK | DICOM | RDSR | OTHER CONTRAST NOTES | DOSE SHEET

ACCESSION NO:
[REDACTED]

STUDY DESCRIPTION:
AA1AD,Pään TT

MASTER PROTOCOL NAME:
TT pää kaula aivosuonet

DEVICE PROTOCOL NAME:
Paa_Kaula_Aivosuonet

INSTITUTION:
Kainuun maakunta

DEVICE/EQUIPMENT NAME:
SOMATOM Drive/KAKS-CT-SIEDRIVE

MODALITIES:
CT

PERFORMED:
[REDACTED]

OPERATOR:
Tuntematon käyttäjä

DOSE SOURCE:
RDSR

[REDACTED]

PATIENT ID: [REDACTED]

DOB: [REDACTED] GENDER: **F** HEIGHT: -

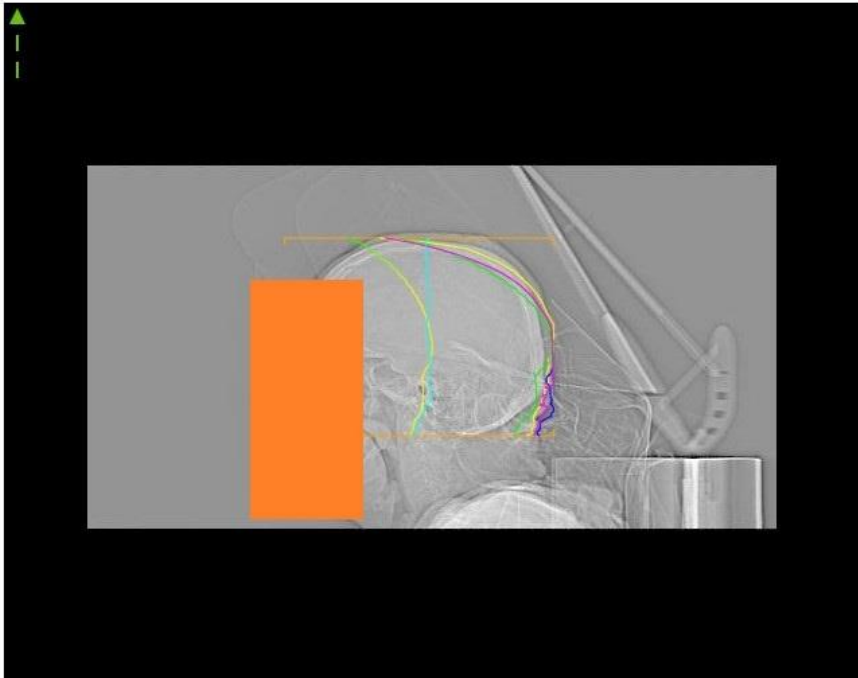
AGE AT EXAM: **83 yrs** WEIGHT: **42 kg**

eGFR: -

CT Acquisitions

Only Show Exposures

Type	Series Description	Protocol	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	kVp (kV)	mAs (mAs)	Slice Thickness (mm)
AXIAL	Pää nat 1.0 Hr35 4	Paa_Kaula_Aivosuonet	34.1	526	120	113	1.00
Stationary Acquisition		TestBolus	18.6	19	100	22	



Localizers

Parameter	Mean	Min	Max
<input checked="" type="checkbox"/> mAs (mAs)	113	56	130
<input checked="" type="checkbox"/> Water-Equiv. Diam (cm)	16.6	6.4	18.2
<input checked="" type="checkbox"/> SSDE (mGy)	35.2	33.7	36
<input checked="" type="checkbox"/> Effective mAs (mAs)	205	101	235

More Info ▲

Scan Length: **160 mm**
Start Location: **-742 mm**
End Location: **-595 mm**
Duration: **10.9 s**
Modality: **CT**
Protocol Name:
Paa_Kaula_Aivosuonet
Start Time: 
End Time: 
Series Description: **Pää nat 1.0 Hr35**
4

Series No: **4**
Dose Source: **RDSR**
Exposure No: **1**
CT Image Type: **AXIAL**
Gantry Tilt: **0.00°**
CTDIvol: **34.1 mGy**
DLP: **526 mGy-cm**
SSDE: **35.2 mGy**
kVp: **120 kV**

mAs: **113 mAs**
Pitch: **0.55**
Rotation Time: **0.50 s**
Slice Thickness: **1.00 mm**
Collimation: **20x0.6**
Collimation Width: **12.0 mm**
Patient Position: **HFS**
Scan Region: **Head**
Body Part: **PAA JA KAULA**

Phantom: **HEAD16**
Phantom Id: **9**
Table Height: **174 mm**
Reconstruction Diameter: **200 mm**
Scan Centre: **0.0/-174.0/-741.5 mm**
Reconstruction Centre:
0.0/-184.0/-741.5
Centroid to Isocenter: **3.33 mm**
(x)/-2.45 mm (y)
Exposure Modulation Type:
X_CARE_Z_EC
Acquisition No: **3**

Dosimetry Overview

Exam View Acquisition View

	ICRP 103 (mSv)	SSDE (mGy)	CTDIvol Body (mGy)	CTDIvol Head (mGy)	DLP Body (mGy-cm)	DLP Head (mGy-cm)
Max:	50	50	-	80	-	1500
	1.4	35.2		33.19		544.88
Min:	-	0	-	0	-	0

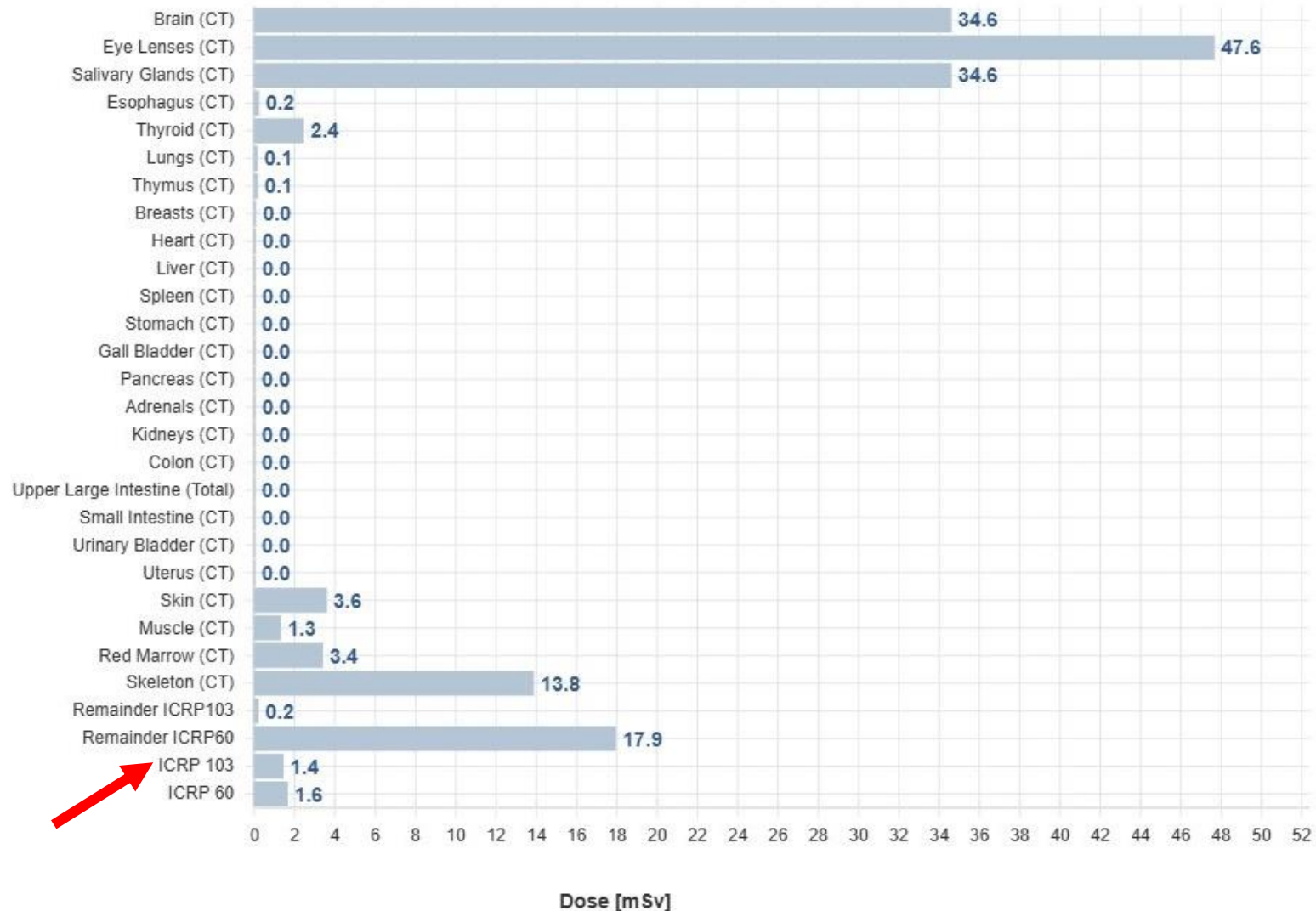
- lisäksi tämän tutkimuksen annos verrattuna vastaaviin



Organ Dose

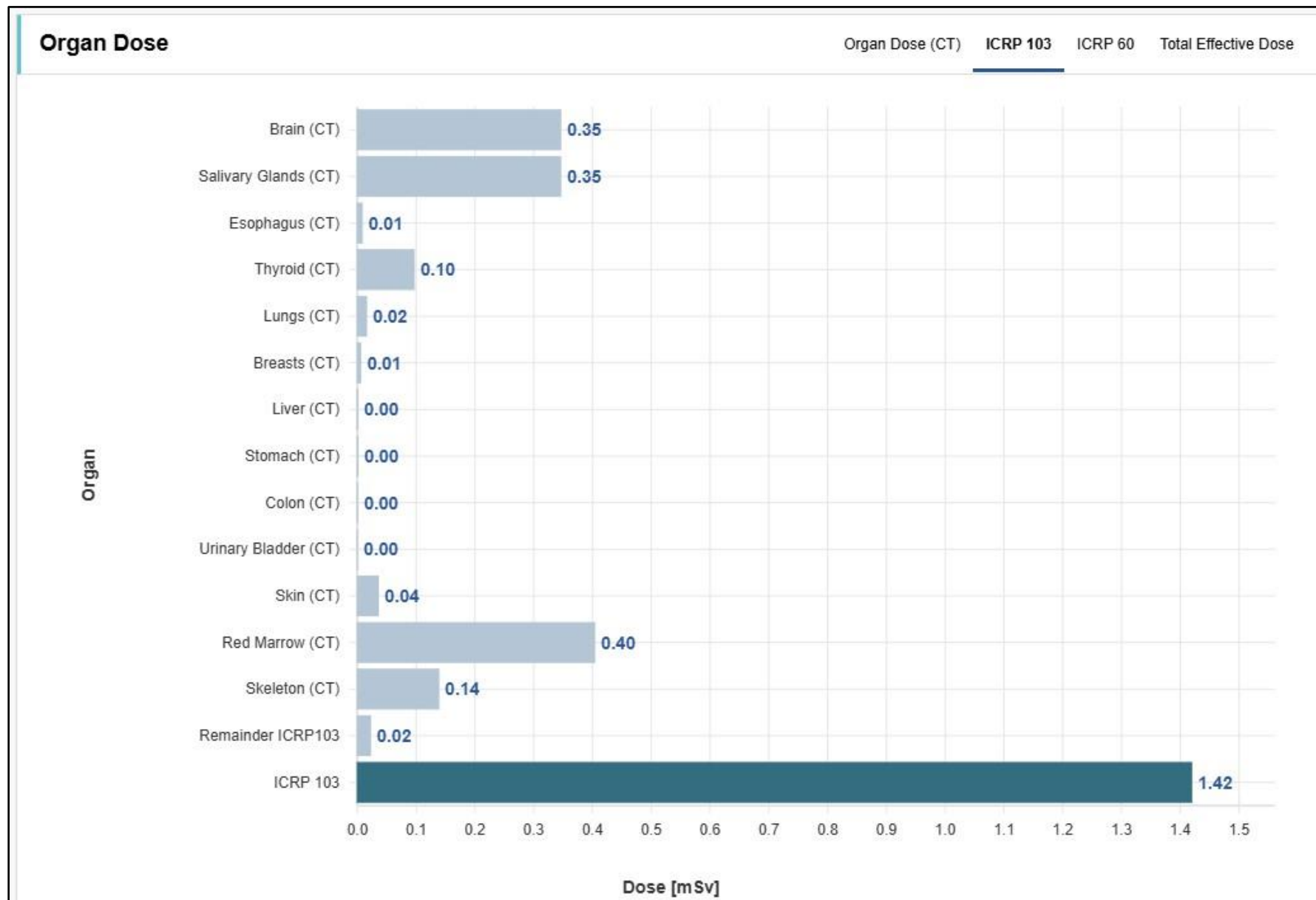
Organ

Organ Dose (CT) ICRP 103 ICRP 60 Total Effective Dose



- yksityiskohtainen annoskuvaaja (TT)
 - kudskohtaiset ekvivalenttiannosten sekä efektiivisen annoksen arviot
- simuloinnin avulla voidaan muuttaa potilaan tutkimusta ja tarkastella vaikutusta annokseen
 - helpottaa säteilyn käytön poikkeamien tarkastelua

- ICRP 103 mukainen efektiivinen annos kudoksittain jaoteltuna (TT)



- annossimulaattorivälilehti (TT)

EXAM DETAILS | EXAM DETAILS | **INTERACTIVE DOSIMETRY** | LOGBOOK | DICOM | RDSR | OTHER CONTRAST NOTES | DOSE SHEET


Edit History

Scan Demographics


Age: 83 y Weight: 42 kg
 Gender: Female Diameter: 167 mm
 Phantom: 15 Years <270 mm

Select Phantom Reset

Acquisitions



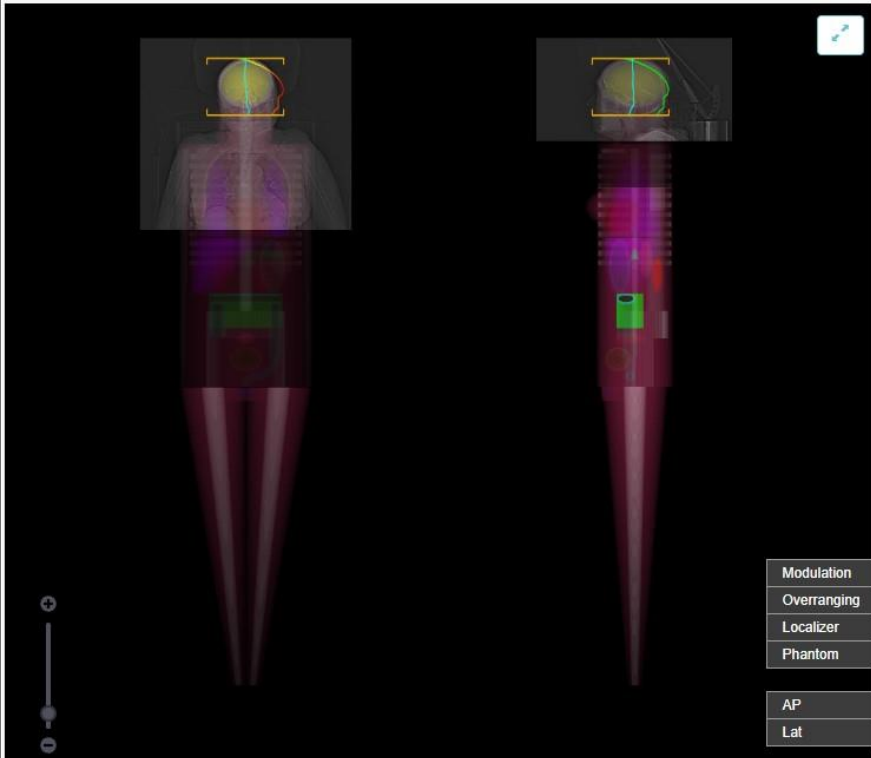
[1] Pää nat 1.0 Hr35 4
 kVp: 120 kV mAs: 113 mAs Slice Thickness: 1 mm



kVp: 100 kV mAs: 22.2 mAs Slice Thickness: mm

Simulation Parameters

Scan Region	Slice Thickness	Tube Voltage	Phantom	Tilt Angle
<input type="text"/>				
Overranging Length	Exposure per Slice	Collimation	Pitch	
Scan Range	Scan Length	CTDIvol:		Reset
Adjusted Scan Range		nCTDIvol:		



Modulation
Overranging
Localizer
Phantom

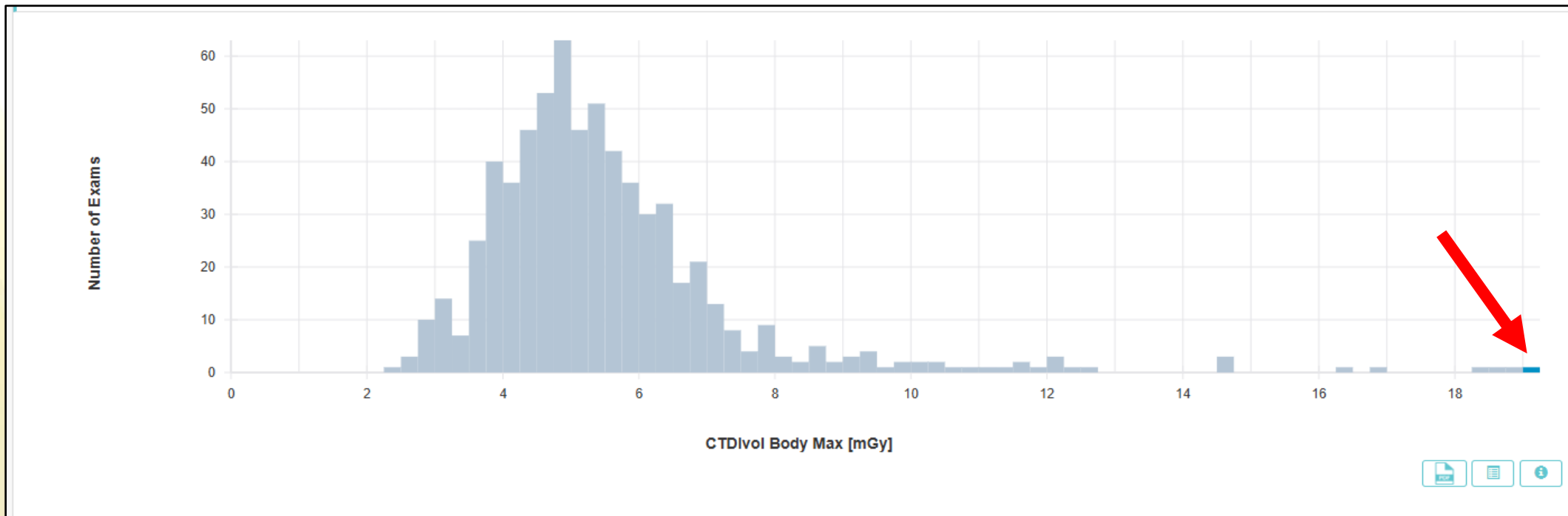
AP
Lat

Organ Dose Run Simulation Examination

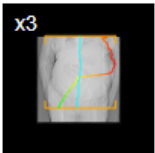
Organ	Dose
Brain (CT)	34.6
Eye Lenses (CT)	47.6
Salivary Glands (CT)	34.6
Esophagus (CT)	0.2
Thyroid (CT)	2.4
Lungs (CT)	0.1
Thymus (CT)	0.1
Breasts (CT)	0.0
Heart (CT)	0.0
Liver (CT)	0.0
Spleen (CT)	0.0
Stomach (CT)	0.0
Gall Bladder (CT)	0.0
Pancreas (CT)	0.0
Adrenals (CT)	0.0
Kidneys (CT)	0.0
Colon (CT)	0.0
Upper Large Intestine (Total)	0.0
Small Intestine (CT)	0.0
Urinary Bladder (CT)	0.0
Uterus (CT)	0.0
Skin (CT)	3.6
Muscle (CT)	1.3
Red Marrow (CT)	3.4
Skeleton (CT)	13.8
Remainder ICRP103	0.2
Remainder ICRP60	17.9
ICRP 103	1.4
ICRP 60	1.6

Dose

- suuren/pienen annoksen tarkastelu helppoa histogrammista
- johtuuko potilaasta, onko kyseessä jokin fantomimittaus, tms.?



Exams

Exam	Patient	Values of Interest	Alerts	Actions			
		ICRP 103 (mSv)	SSDE (mGy)	CTDIvol Body (mGy)	CTDIvol Head (mGy)		
 CT KAKS-CT-SIEDRI...	Vatsa_rutiini_tuplaruiskutus Kainuun maakunta	Max	50	50	50		
		Min	12	22.1	18.74		



- virheitä ja puutteita voi korjata
- tutkimuksia voi poistaa tilastoista

ACCESSION NO:
[REDACTED]

STUDY DESCRIPTION:
AA1AD,Pään TT

MASTER PROTOCOL NAME:
[TT pää kaula aivosuonet](#)

DEVICE PROTOCOL NAME:
Paa_Kaula_Aivosuonet

INSTITUTION:
Kainuun maakunta

DEVICE/EQUIPMENT NAME:
SOMATOM Drive/KAKS-CT-SIEDRIVE

MODALITIES:

CT Acquisitions

Only Show Exposures

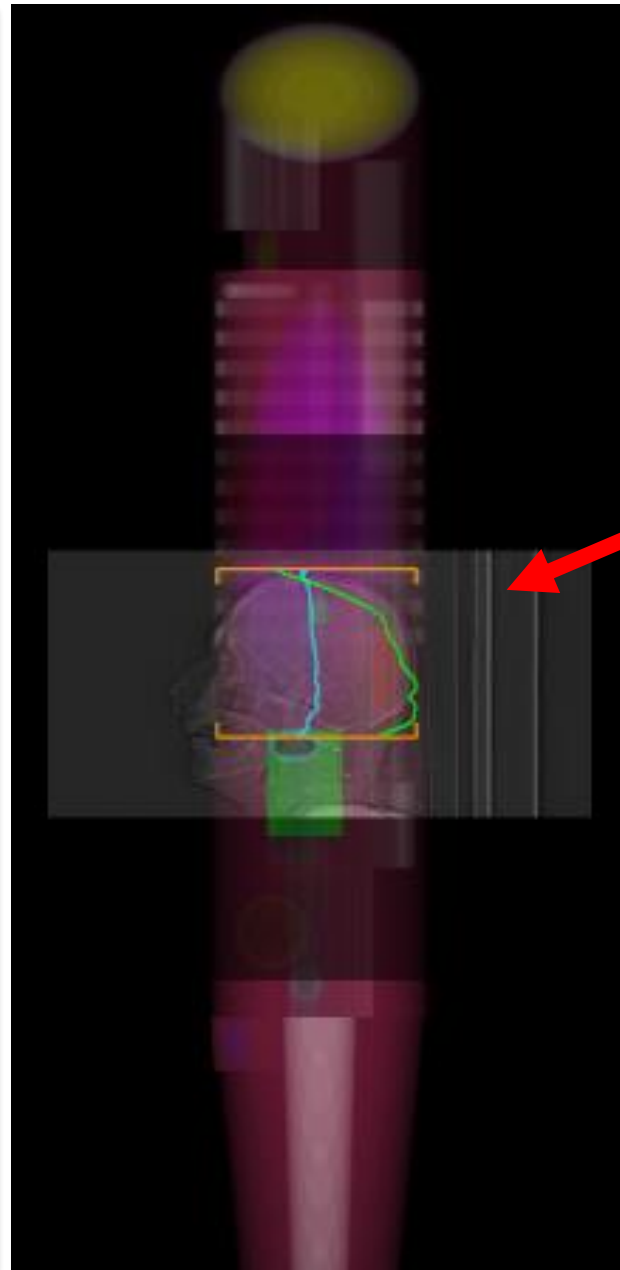
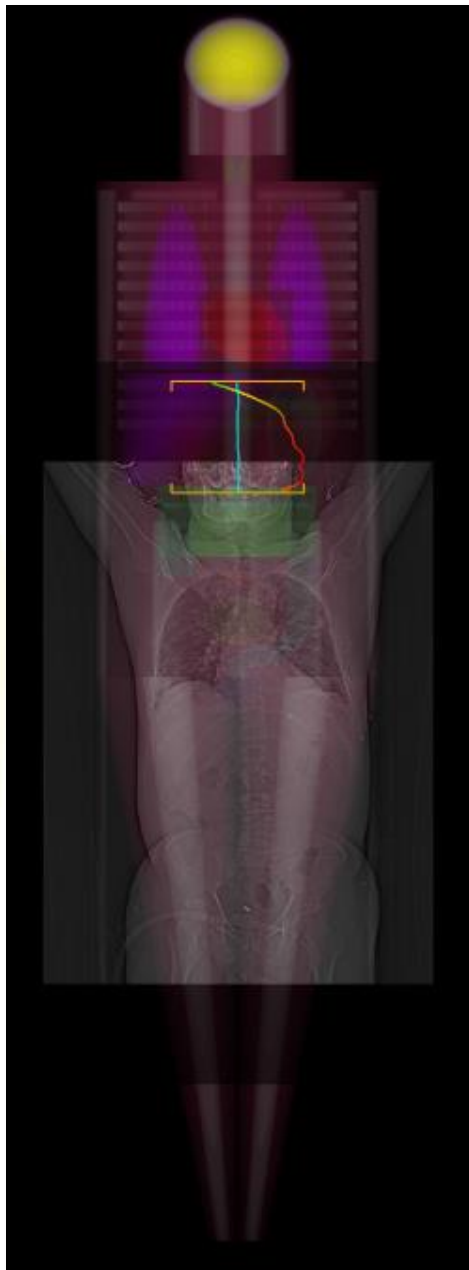
#	Modulated
4	✓
	✗

- Recalculate Dose
- Reprocess Dose Sheet
- Reprocess Study
- Re-retrieve Study
- Send to Nuance
- Delete Study
- Invalidate Analysis
- Analyze Exam

Riskejä

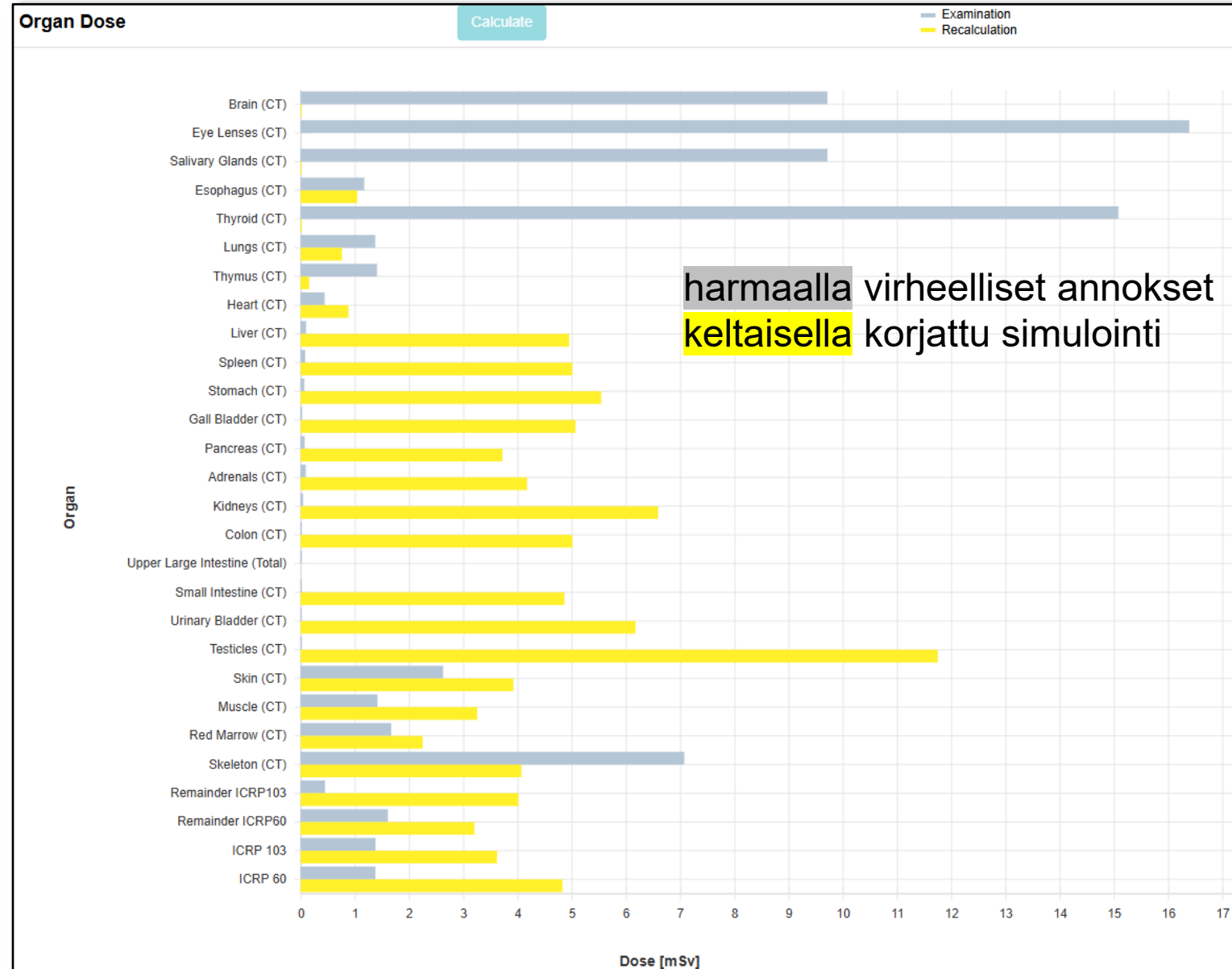
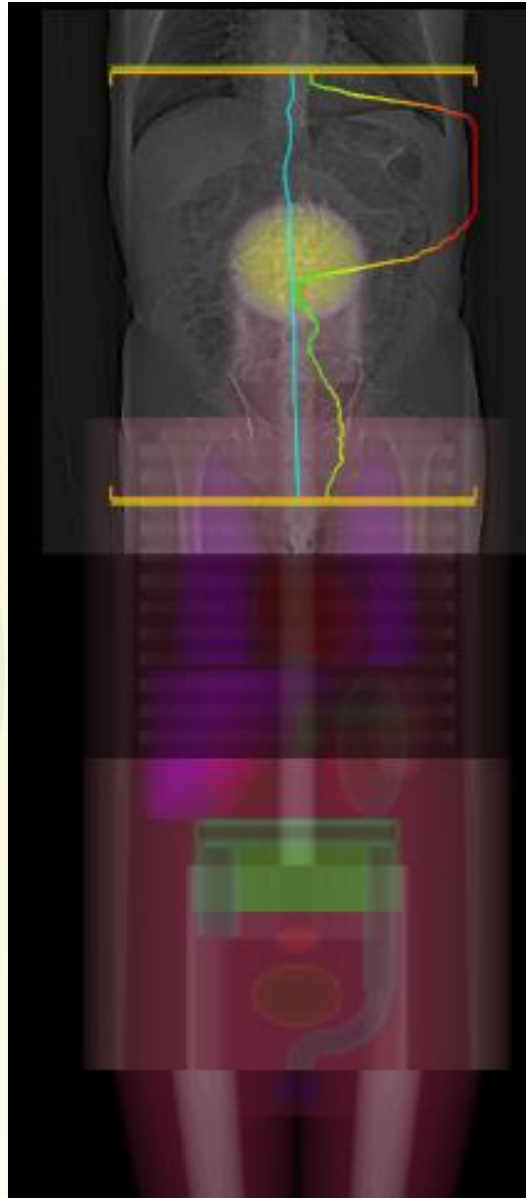
- tulosten käyttö optimoinnissa yms. ilman datan validointia ja oikeellisuuden tarkistusta voi johtaa ongelmiin
- väärin tutkimuskoodien alle kuvaus voi sotkea tilastoja
- useiden tutkimusten kuvaus samalla kerralla yhden koodin alle saa tutkimuksen annoksen näyttämään suurelta
- testikuvat ja fantomikuvat tutkimuskoodien alla sotkevat tilastoja

- kuvausohjelmiin saatetaan tehdä muutoksia ilman, että tilastojen tarkastelija tietää → voi näkyä annostasoissa
- osa DICOM-standardiin ja RDSR-raporttiin määritellyistä kentistä on valinnaisia, joten laitteiden tuottama data eroaa valmistajien välillä
 - laitevalmistajat ovat tulkinneet määritelmiä vaihtelevasti tai jopa väärin
 - laitevalmistaja voi ohjelmistopäivityksessä muuttaa käyttämiään valinnaisia datakenttiä
- tulokset pysyvät kattavina vain, jos uudet laitteet lisätään järjestelmään
 - annostiedon oikeana pysyminen on hyvä varmistaa koko kuvausketjussa laitteelta PACS:iin ja annoskeräysohjelmaan



- ongelmia tulee, jos aineiston määrittely on virheellistä
- ohjelmaan lähetetty data voi olla harhaanjohtavaa, esim.:
 - tilattu useita tutkimuksia, jolloin kuvattiin kaikki kerralla yhden koodin alle, joten ohjelman automatiikka toimii väärin
 - TT:n asettelukuva (annosmodulointi) on aseteltu väärin suhteessa fantomiin, joten simuloitujen ekvivalentti- ja efektiiviset annokset ovat mitä sattuu

- rutiinivatsa TT: oletusarvoinen simulointi oli päin mäntyä

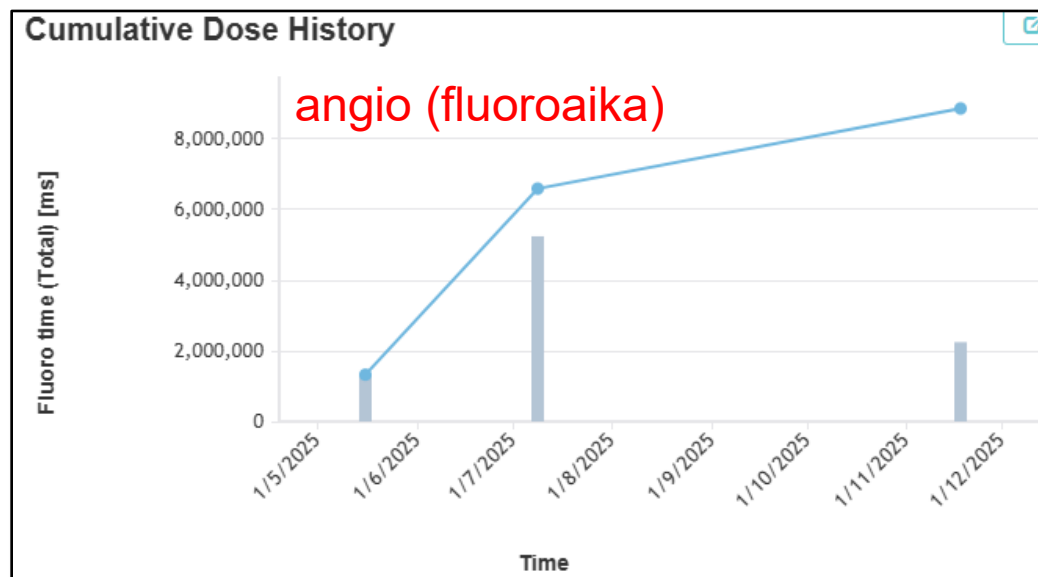
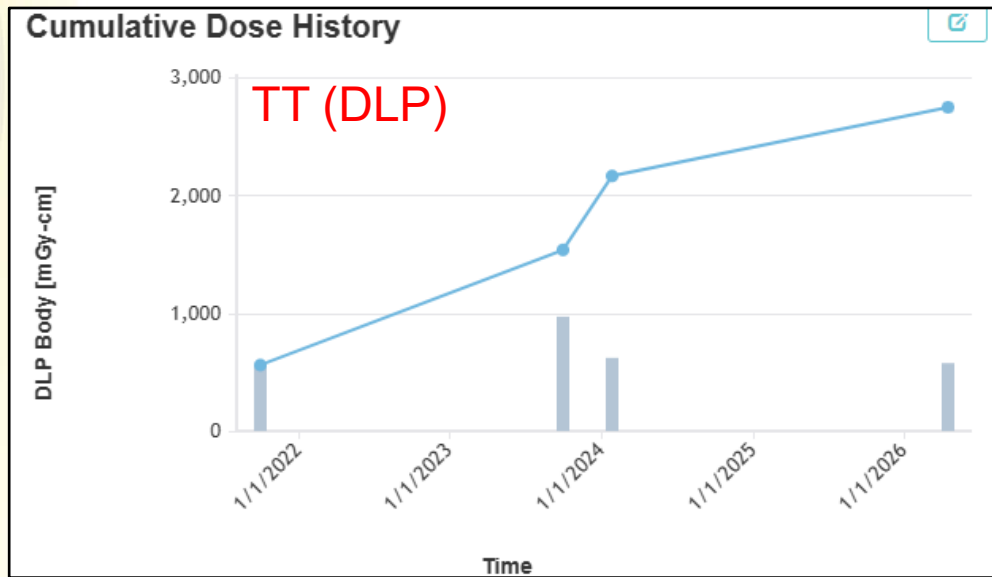
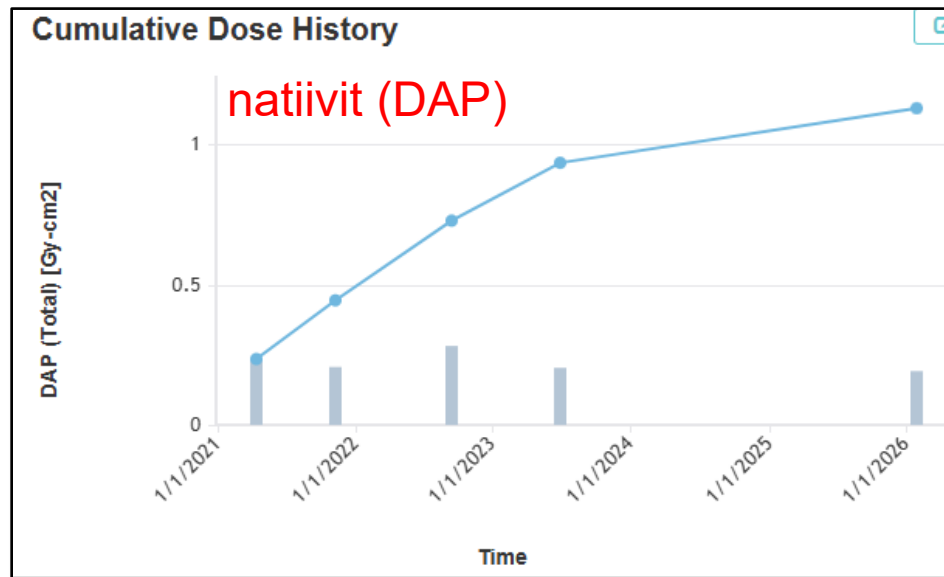
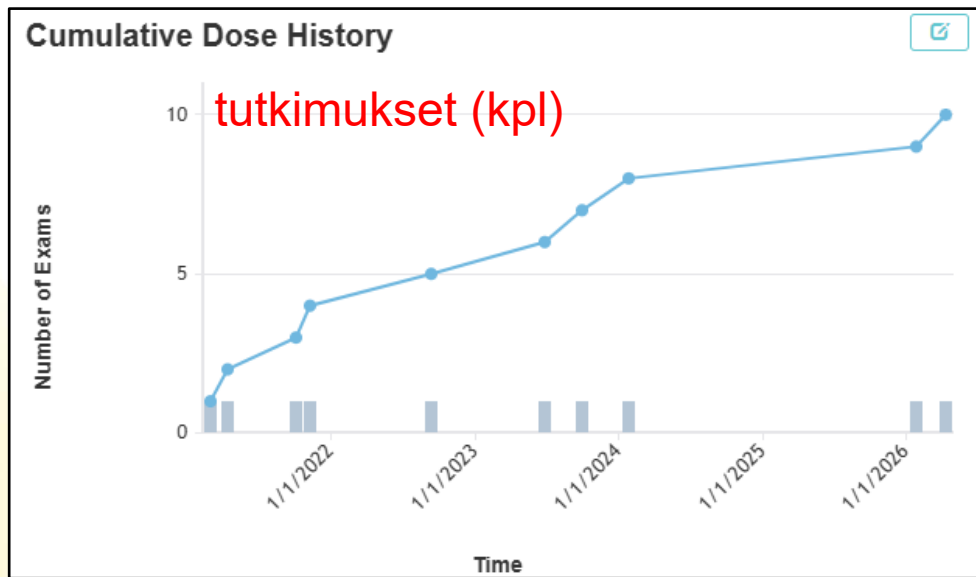


Hyötyjä

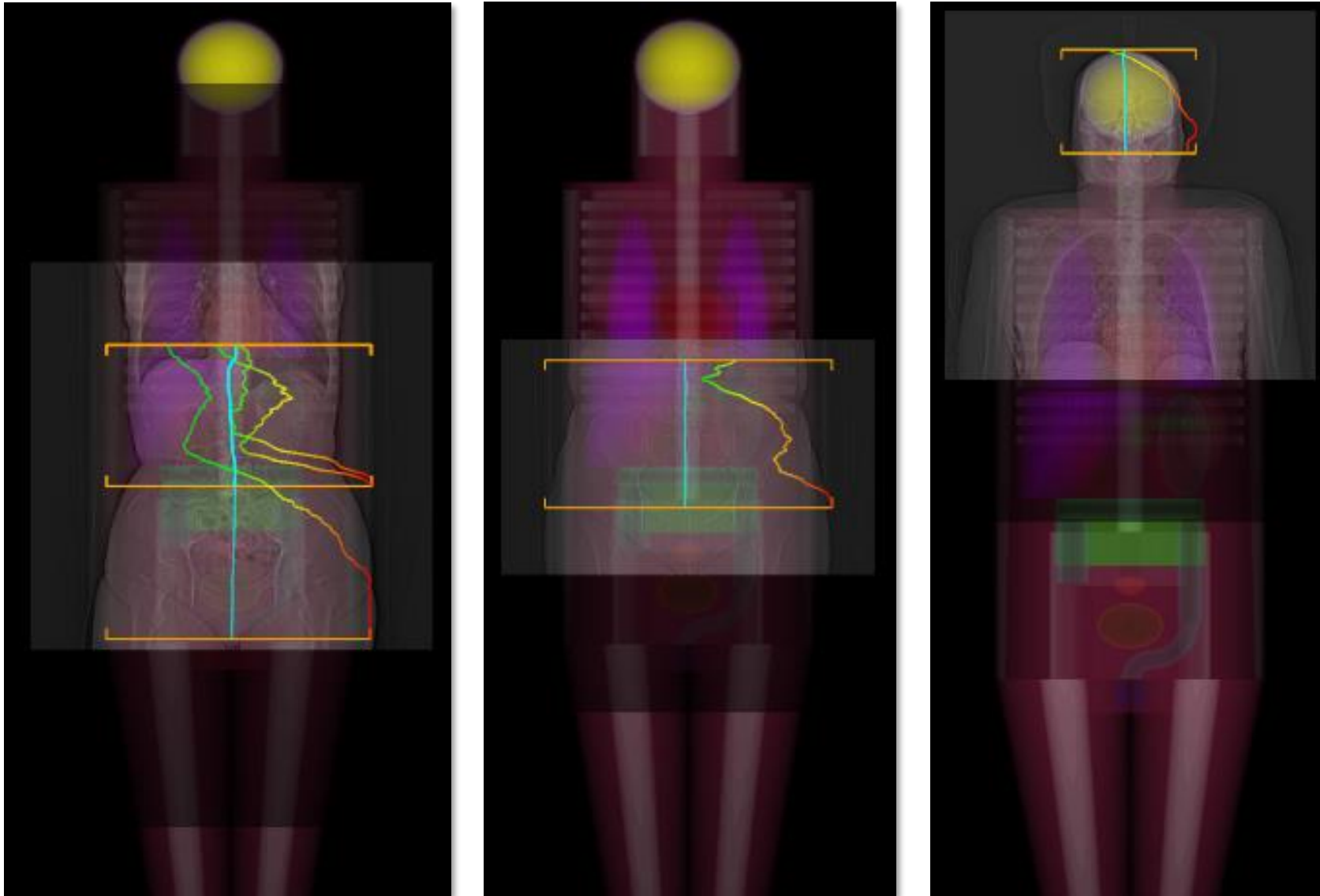
- annostasojen jatkuva seuranta ja tarkastelu
 - kattavasti ja nopeasti
 - suuret potilasjoukot
 - useiden laitteiden välinen vertailu
 - myös vertailutasojen ulkopuoliset tutkimukset ja potilasryhmät
 - trendien seuranta
- automatisoidut ilmoitukset poikkeavista annoksista
 - tapauskohtainen tarkastelu
 - hyvin pieni (tarkoituksellista vai mahdollinen laitevika?)
 - hyvin suuri (potilaasta tai toimenpiteen vaikeudesta johtuvaa vai muuta?)
 - yksittäiselle potilaalle kertynyt korkea ihoannos (angio)



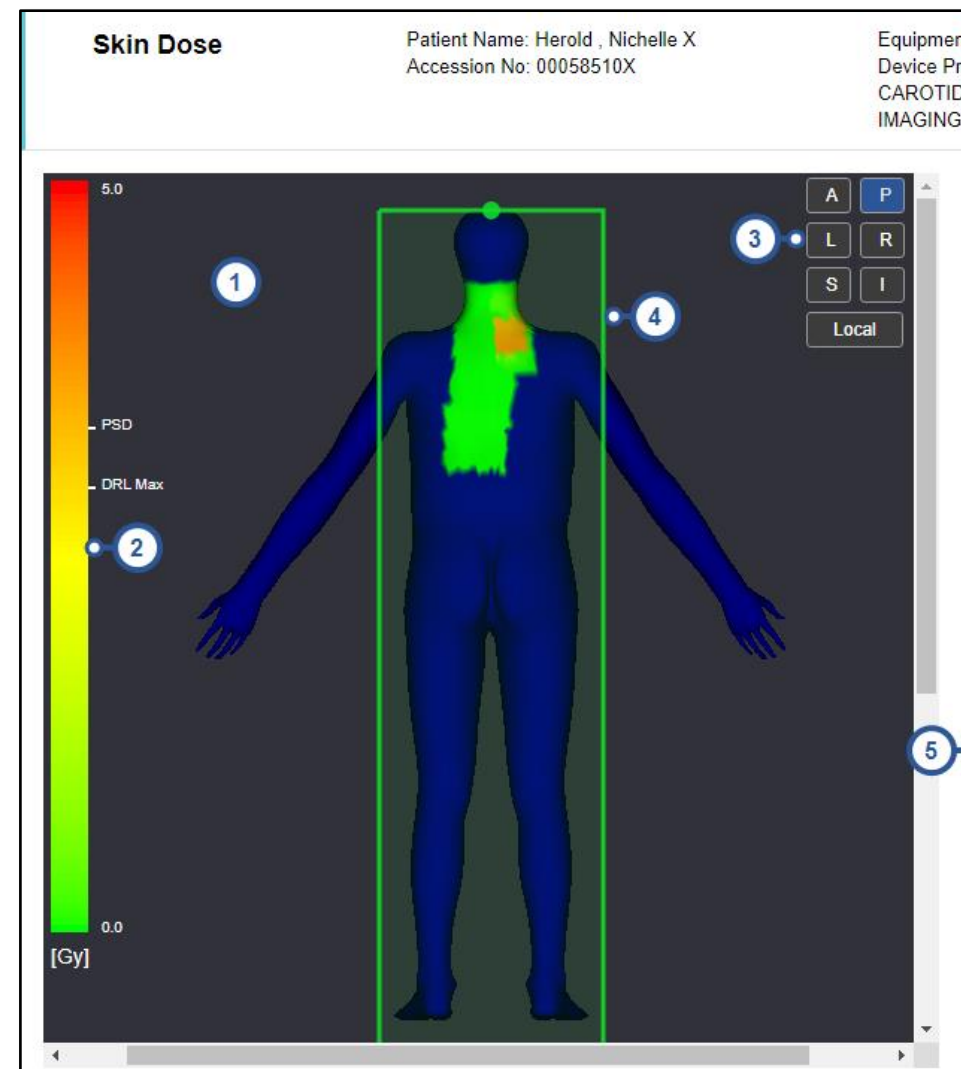
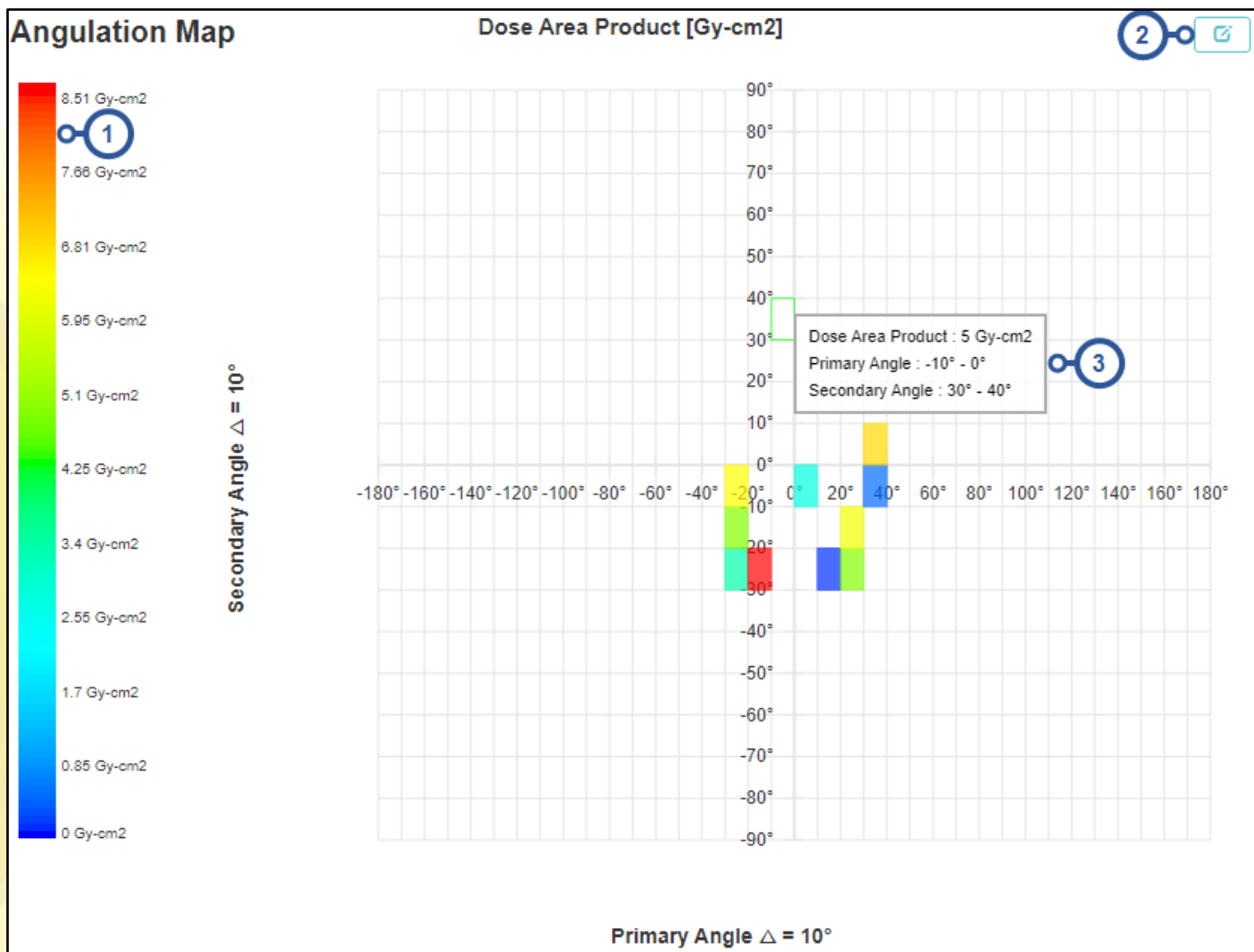
- potilaan annoshistorian tarkastelu



- TT:n annossimulointi (annoserittely aiemmilla dioilla)



- angion annostiedot ja ihoannoksen simulointi

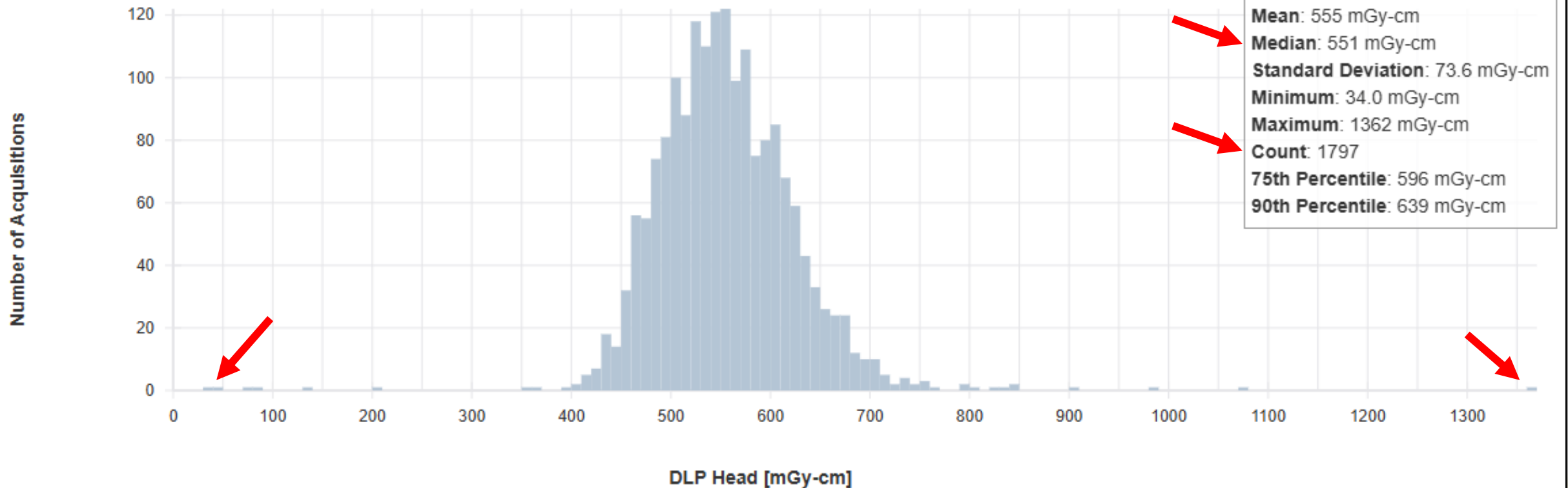


Kuvat: Radimetrics käyttöohje 11/2022

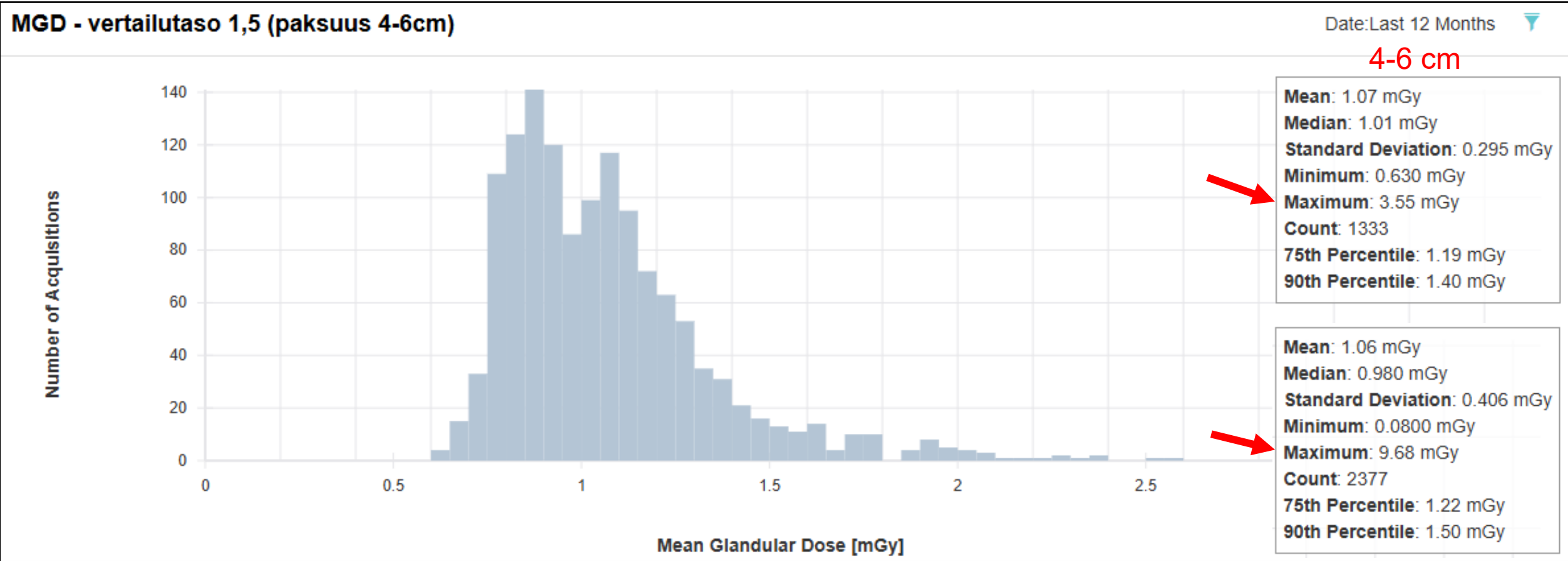
- annosten histogrammista näkee nopeasti yleistilanteen
 - mediaani (vrt. vertailutaso), tutkimusmäärä
 - pienimpien ja suurimpien annosten tarkastelu (tarvittaessa hylkäys)

TT Pää - DLP vertailutaso 800

Date: Last 12 Months

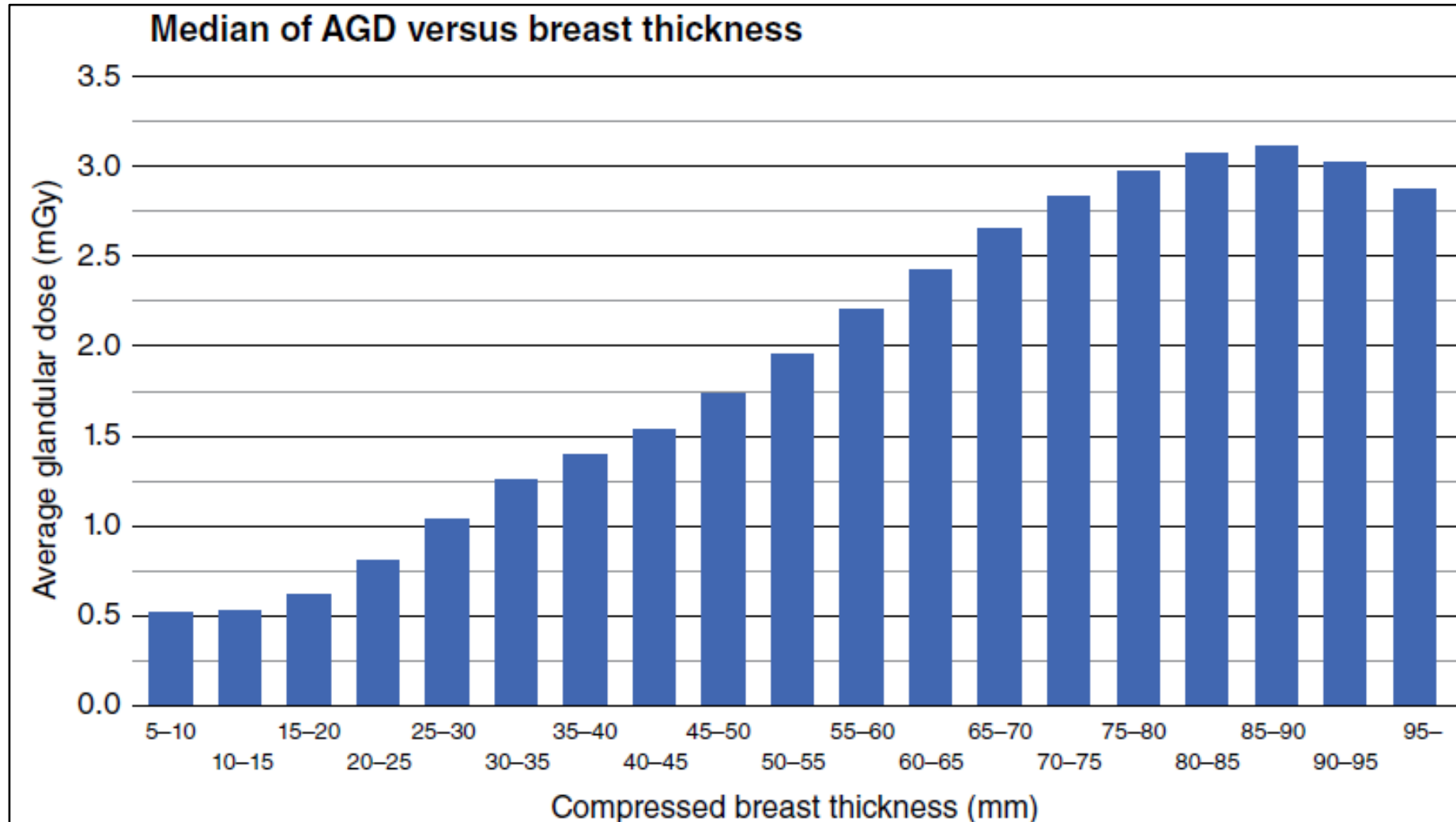


- annosten vertailu eri rajoitteilla (mammo paksuusrajoituksella ja ilman)



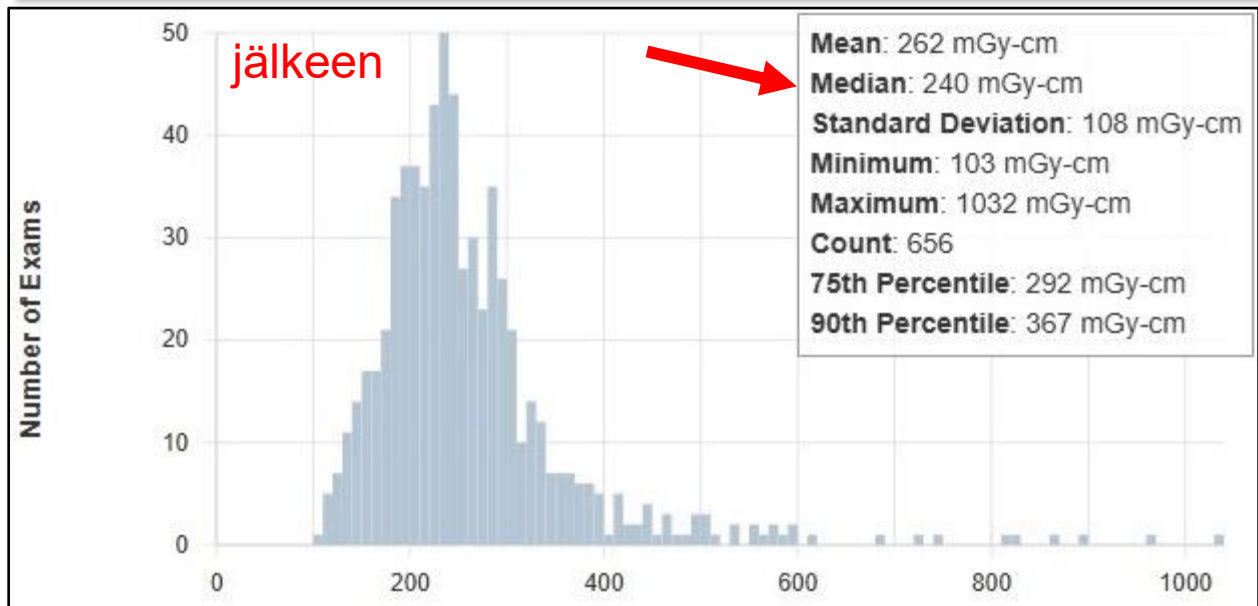
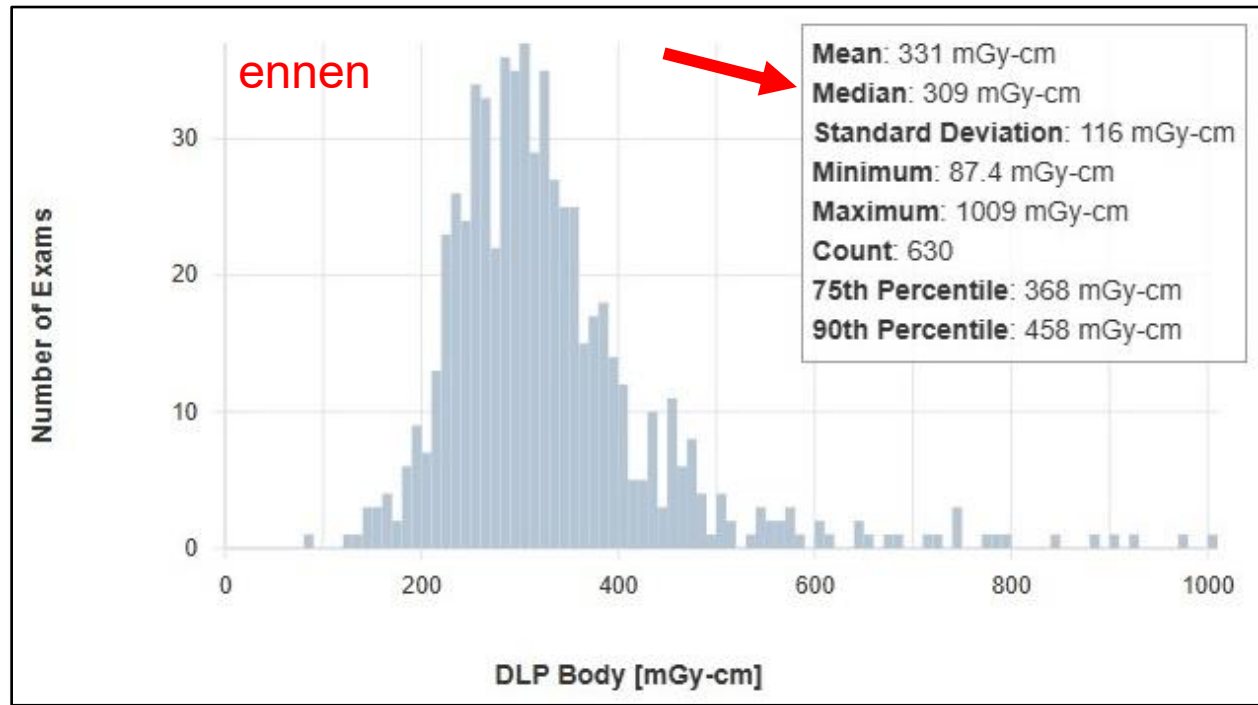
ei paksuusrajoitusta

- mammo, rauhaskudosannosten mediaaneja puristetun rinnan paksuuden funktiona



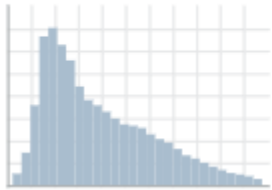
Kuva: IAEA, 2025

- esimerkki TT:ltä:
vatsa rutiini
tuplaruiskutus,
annosoptimoinnin
vaikutuksen
tarkastelu



• datan visualisointia

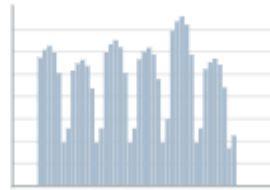
Value Frequency Dis...



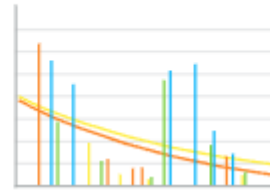
Device Monitor Activity



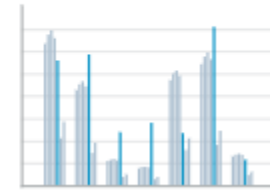
Device Monitor Volume



Category Usage Overview



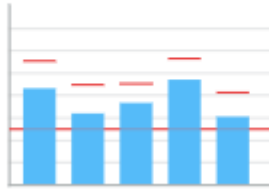
Clustered Bar Chart



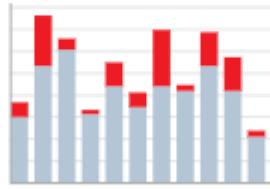
Injection Deviations



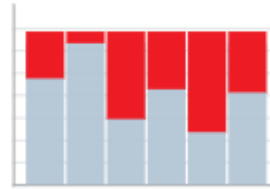
Local Dose Reference



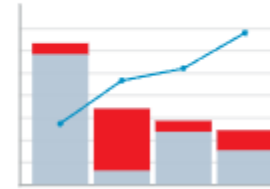
Threshold Chart



Injection Adherence



Deviation Analysis



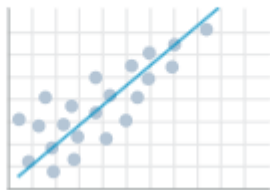
Line Chart



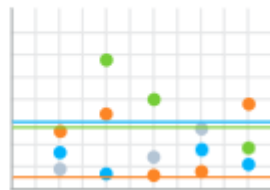
Pie Chart



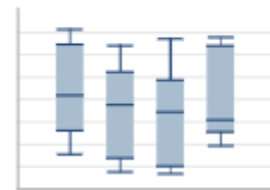
Scatter Plot



Run Chart



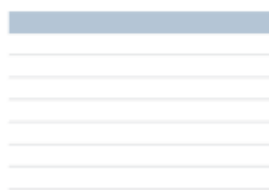
Box Plot



Xbar-S Chart



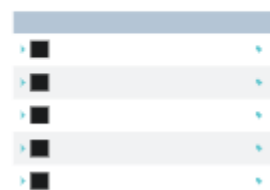
Detailed Value Analysis



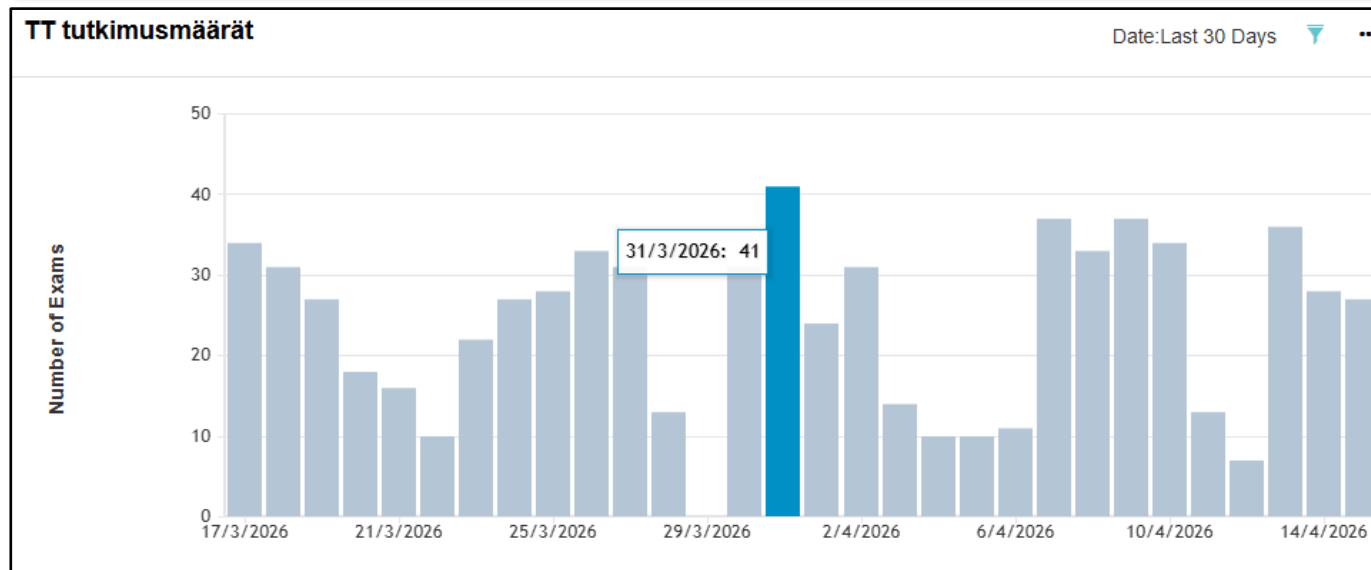
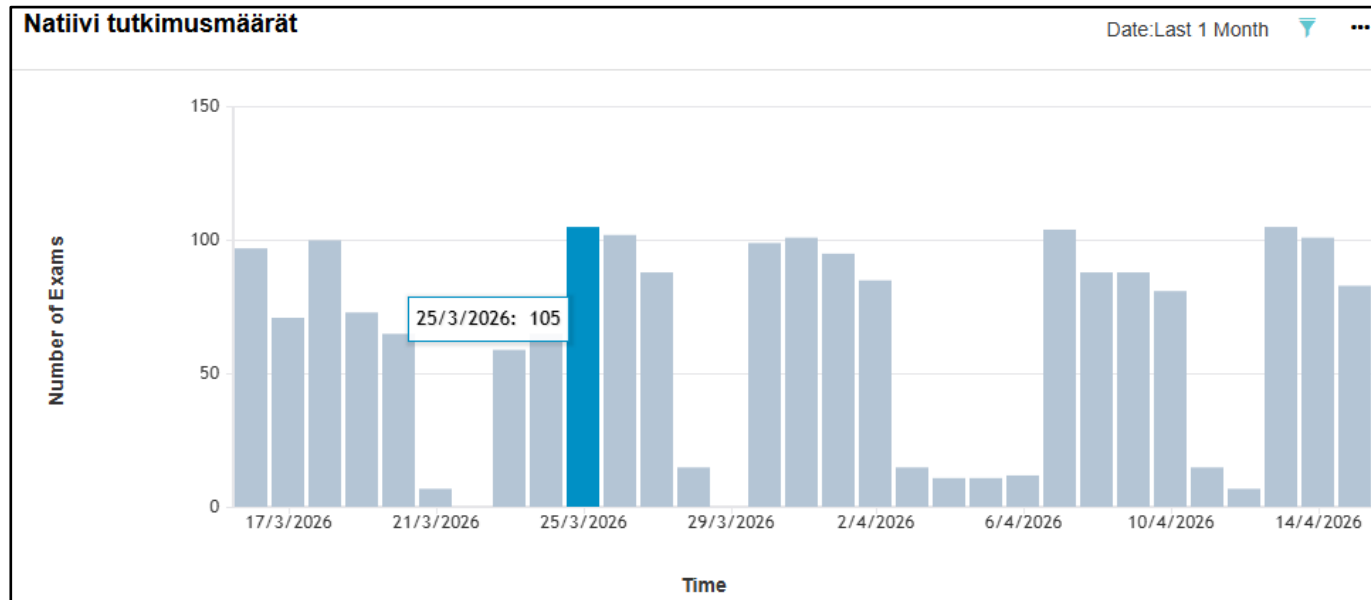
Injection Utilization



Table



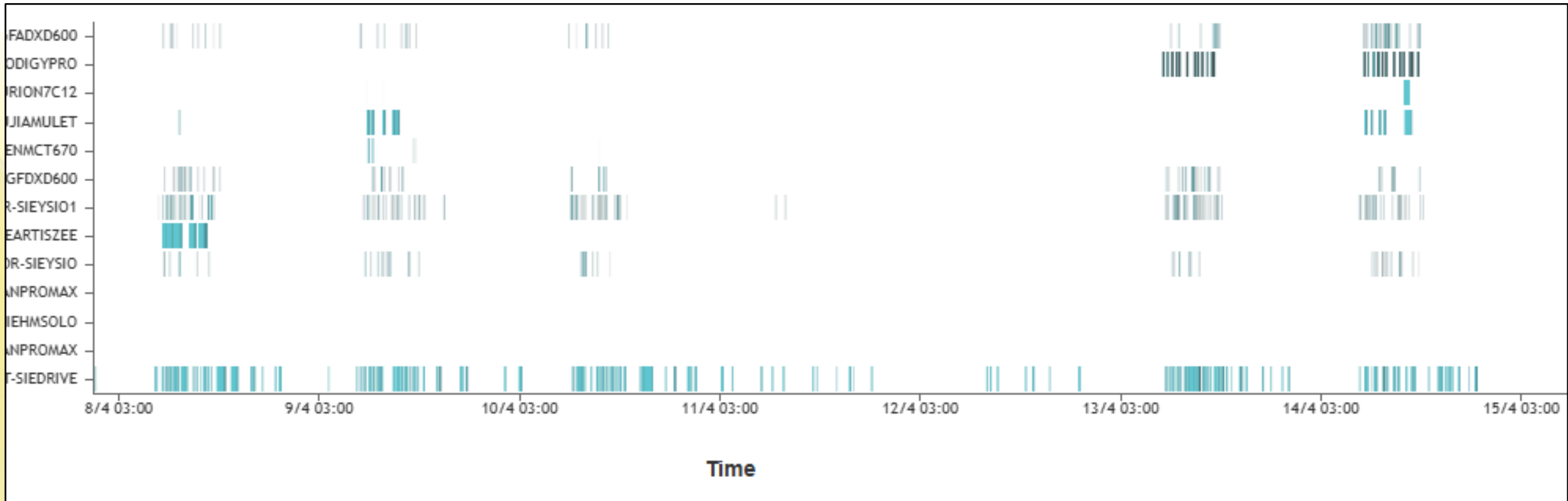
- tutkimusmäärätarkastelu, laitteen käyttöaste ("device monitor volume")



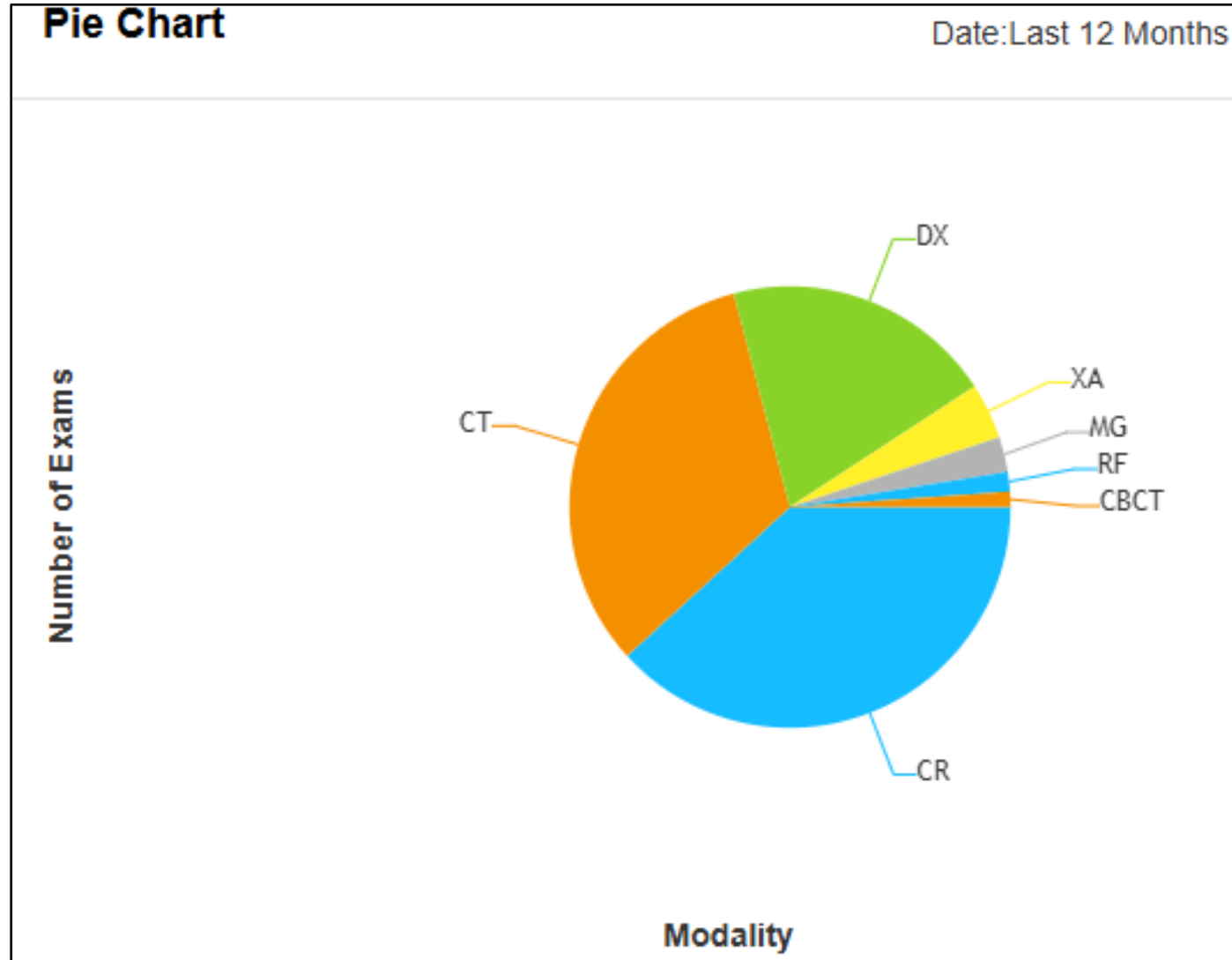
Annoskeräysohjelmista, JI, 17.4.2026



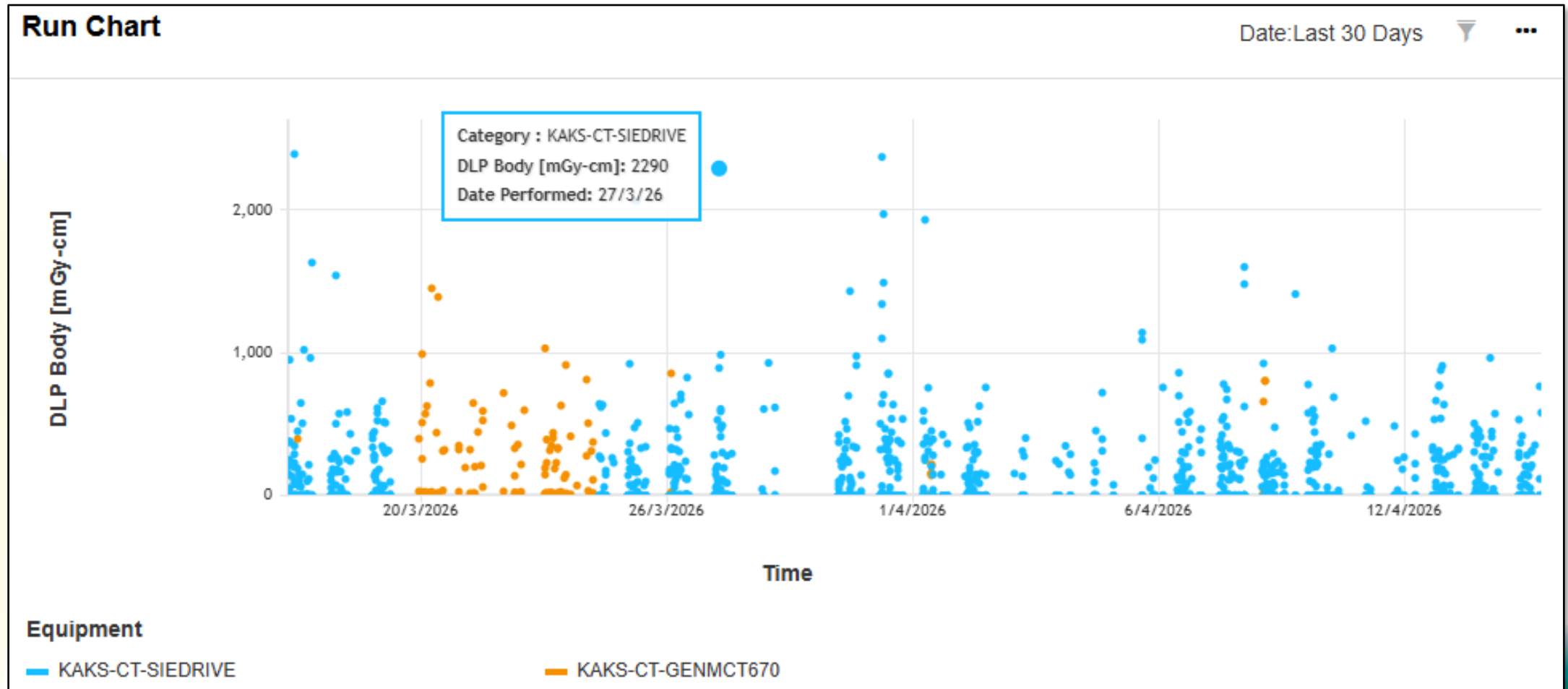
- laitteen käyttö ("device monitor activity")



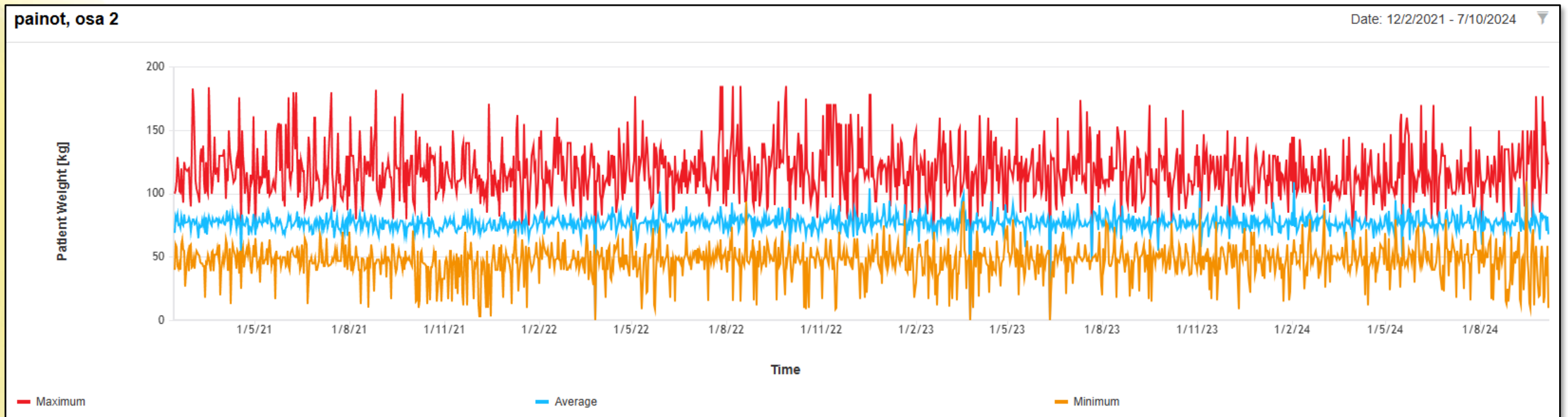
- suhteellisten osuuksien visualisointi ("pie chart")
 - esim. eri modaliteettien tutkimusmäärät tai laitteen tutkimukset koodeittain



- esim. pikanäkymä laitteiden annoksista värikoodattuna ("run chart")
 - tässä esimerkissä näkyy yhden TT:n huoltotauko



- esim. potilaiden painot viimeisten 3 vuoden ajalta ("line chart")
 - päiväkohtainen minimi, maksimi ja keskiarvo
 - pohdittiin, minkälaista pöydän kantokykyä vaaditaan seuraavaan laitteeseen

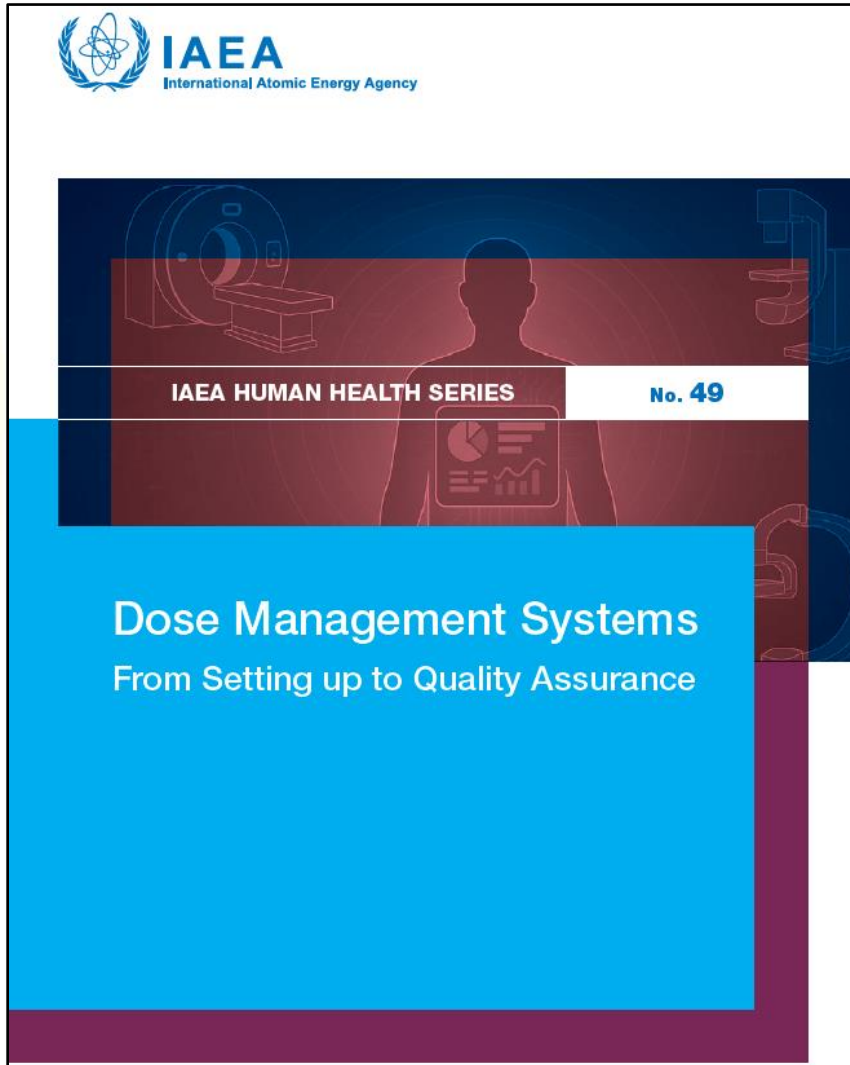


Yhteenveto

- annoskeräysohjelmistot voivat olla suureksi avuksi ionisoivan säteilyn käyttöön liittyvässä laadunvarmistuksessa ja annosoptimoinnissa
- ohjelmiston käsittelemän datan tulisi olla vakioitua ja laadukasta
- tulosten oikeellisuutta tulee tarkastaa ja laadunvarmistusta suorittaa säännöllisesti
 - ylläpito vie aikaa
- monipuolinen ja hyvä työkalu erityisesti suurissa yksiköissä



Tiedonjanoiselle lisää aineistoa aiheesta



- IAEA, 2025, *Dose management systems - From setting up to quality assurance*, Human health series, no. 49
 - 160 sivua
 - 13 eri ohjelmiston perusteella laadittu koonti

doi.org/10.61092/iaea.6h45-1o3c