Optimalisatieprojecten in de stralingsbescherming

Hilde Bosmans, Rodrigo Massera, Joke Binst

Moderator: Chantal van Ongeval
UZ Leuven & KU Leuven

Dec 15, 2022

Overview

- Optimalisatieprojecten in de stralingsbescherming: introductie (Hilde Bosmans)
- The basics of x-ray dosimetry visualized, using the Monte Carlo technique (Rodrigo Trevisan Massera)
- Voorbeelden van optimalisatie in de praktijk (Joke Binst)

Q: Wat bedoelen we met een ‘optimalisatieproject’ ?

FEDERALE OVERHEIDSDIENST BINNENLANDSE ZAKEN
EN FEDERAAL AGENTSCHAP VOOR NUCLEAIRE CONTROLE

[2020/200179]

13 FEBRUARI 2020. — Koninklijk besluit betreffende de medische blootstellingen en blootstellingen bij niet-medische beeldvorming met medisch-radiologische uitrustingen

VERSLAG AAN DE KONING

SERVICE PUBLIC FEDERAL INTERIEUR
ET AGENCE FEDERALE DE CONTROLE NUCLEAIRE

[2020/200179]

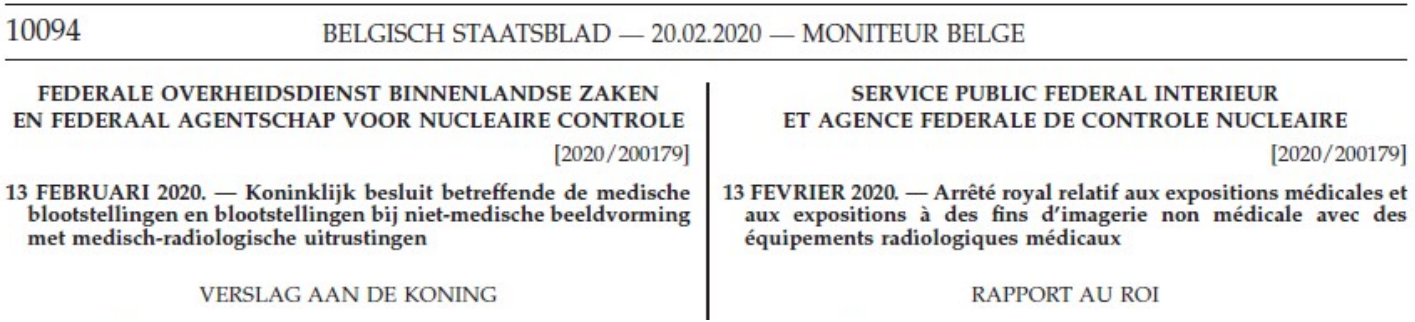
13 FEVRIER 2020. — Arrêté royal relatif aux expositions médicales et aux expositions à des fins d'imagerie non médicale avec des équipements radiologiques médicaux

RAPPORT AU ROI

A: Een verplichting (FANC), beschreven in het KB van 13 feb 2020

§ 2. De exploitant, voor medisch-radiologische handelingen met een CT toestel of binnen de interventionele radiologie, moet beroep doen op een erkend deskundige in de medische stralingsfysica, voor de actieve medewerking binnen een multidisciplinair team, aan 2 gedocumenteerde projecten rond optimalisatie, per jaar en per dienst waar minstens één van bovenstaande handelingen wordt uitgevoerd.

Een dergelijk project bestaat minimaal uit het verzamelen en analyseren van de gegevens, het identificeren van optimalisatiemogelijkheden en het implementeren van acties voor de optimalisatie van de desbetreffende medisch-radiologische handelingen.



10094 BELGISCH STAATSBLAD — 20.02.2020 — MONITEUR BELGE

FEDERALE OVERHEIDSDIENST BINNENLANDSE ZAKEN
EN FEDERAAL AGENTSCHAP VOOR NUCLEAIRE CONTROLE

[2020/200179]

13 FEBRUARI 2020. — Koninklijk besluit betreffende de medische blootstellingen en blootstellingen bij niet-medische beeldvorming met medisch-radiologische uitrustingen

VERSLAG AAN DE KONING

SERVICE PUBLIC FEDERAL INTERIEUR
ET AGENCE FEDERALE DE CONTROLE NUCLEAIRE

[2020/200179]

13 FEVRIER 2020. — Arrêté royal relatif aux expositions médicales et aux expositions à des fins d'imagerie non médicale avec des équipements radiologiques médicaux

RAPPORT AU ROI

A: Een verplichting (FANC), beschreven in het KB van 13 feb 2020

§ 2. De exploitant, voor medisch-radiologische handelingen met een CT toestel of binnen de interventionele radiologie, moet beroep doen op een erkend deskundige in de medische stralingsfysica, voor de actieve medewerking binnen een multidisciplinair team, aan 2 gedocumenteerde projecten rond optimalisatie, per jaar en per dienst waar minstens één van bovenstaande handelingen wordt uitgevoerd.

Een dergelijk project bestaat minimaal uit het verzamelen en analyseren van de gegevens, het identificeren van optimalisatiemogelijkheden en het implementeren van acties voor de optimalisatie van de desbetreffende medisch-radiologische handelingen.

Randinformatie

Elk ziekenhuis moet (binnenkort) een dienst Medische Stralingsfysica hebben

- Hoofd Medische fysica moet aangeduid worden
- Rapporteren aan de exploitant
- Activiteiten van Medische fysica moeten georganiseerd worden

Here we are. Nov 2022.



Randinformatie

U moet kunnen beroep doen op een erkend deskundige in de Medische Stralingsfysica

- Studie programma + stage + erkenning
  - Academische stagemeester
  - Dagelijkse begeleider

Randinformatie

Oprichten van een Multidisciplinair team (Art. 10)

- De exploitant, de practici en de gemachtigden, het hoofd van de dienst medische stralingsfysica, de erkende deskundigen in de medische stralingsfysica, *de assistenten medische stralingsfysica, de radiofarmaceuten,* het hoofd van de dienst voor de fysische controle, de deskundige erkend in de fysische controle, de agenten voor stralingsbescherming en de erkende arbeidsartsen

  worden allen, binnen hun bevoegdheid, betrokken in het optimalisatieproces.

Randinformatie

Dienst: de ziekenhuisdiensten die onder een specifieke kenletter worden erkend

CT: alle CT scanners, maar geen CBCTs

Interventionele radiologie: het gebruik van beeldvormingstechnieken op basis van röntgenstralen, om het inbrengen en sturen van instrumenten in het lichaam te vergemakkelijken en zo een diagnose te kunnen stellen of een behandeling te kunnen uitvoeren.

https://fanc.fgov.be/nl/professionelen/medische-professionelen/radiologische-toepassingen/informatie-en-onderzoek/wat-wordt

Voorbeelden van interventionele radiologie:

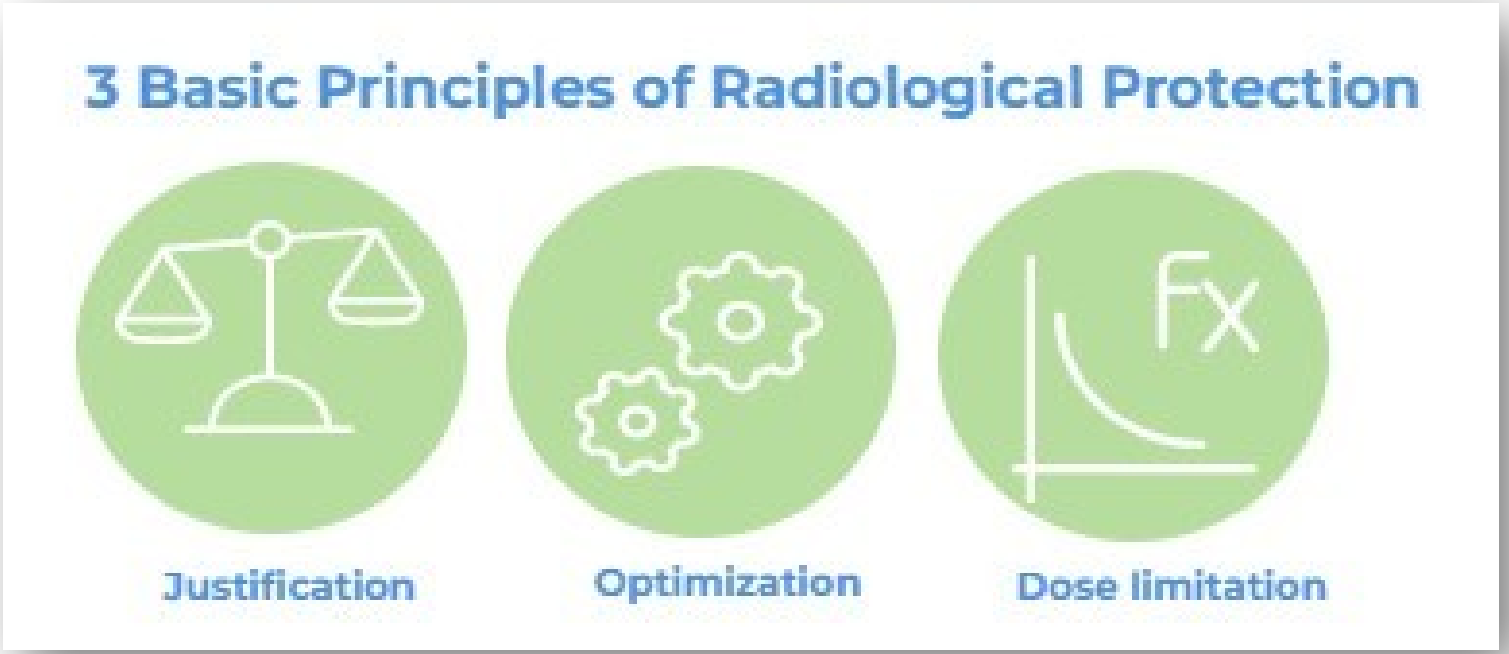
- Percutane hart- en vaatprocedures:
  - Hartkatheterisatie, PCI, ablatie, dilatatie, stenting, embolisatiie
  - Angiografie
  - Implantatie van pacemaker/defibrillator
  - (T)(F)EVAR
  - TAVI
  - TIPS
- Percutane ingrepen in de pijnbestrijding
  - Epidurale infiltraties
  - Chordotomie
  - Intraveneuze behandelingen
  - Plaatsen, subcutaan tunnelen en fixeren van een epidurale, intrathecale of plexuscatheter
- Minimaal invasieve wervel-/rugprocedures
  - Ballonkyphoplastie
  - Vertebroplasty
- Endoscopie
  - ERCP
- Tumorablatie of -embolisatie
- CT-geleide interventies waaronder biopsieën, drainages, ...

Voorbeelden van procedures die niet onder de definitie van interventionele radiologie vallen:

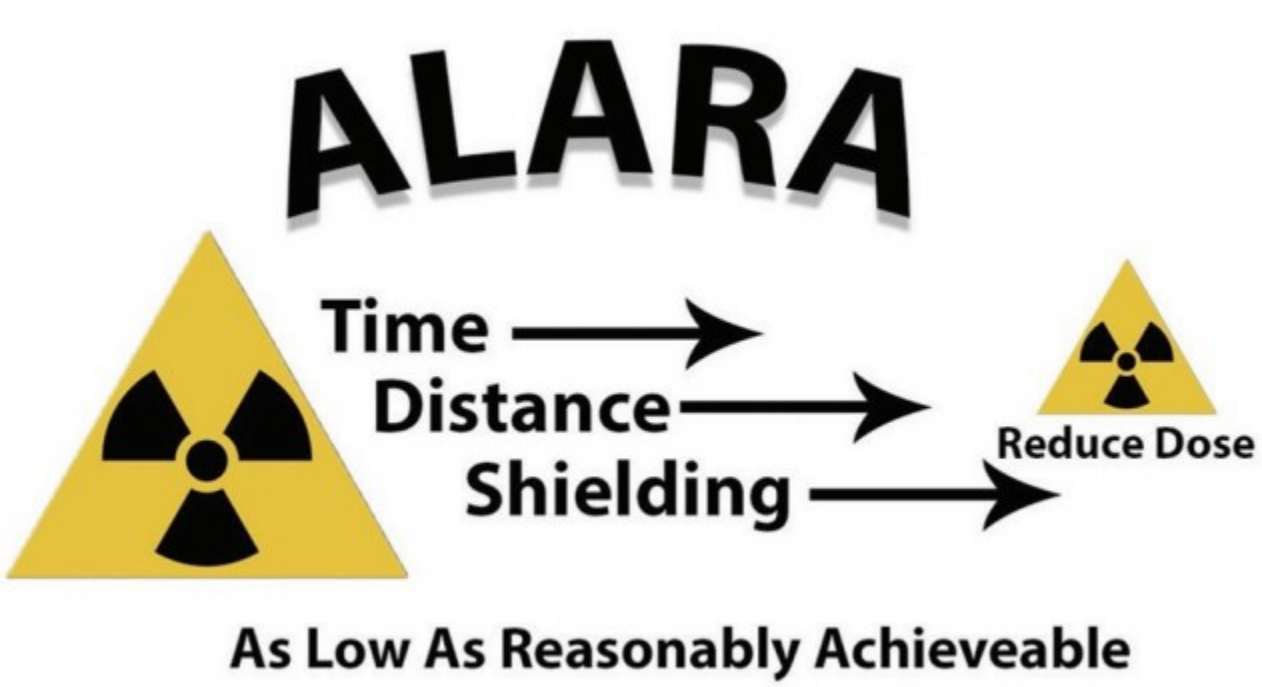
- Stationaire controleradiografie of -CT voor, tijdens of na een chirurgische procedure
- Borstbiopsie onder mammografische begeleiding
- Slikonderzoek, defaecografie, klysma, IVP, mictie-cysto-urethrogram, hysterosalpingografie
- Infiltraties in gewrichten en artrografie
- Bepalen van anatomische referentiepunten in de radiotherapie

A: Een verplichting (FANC), beschreven in het KB van 13 feb 2020…

In feite een verplichting sinds ‘altijd’


3 Basic Principles of Radiological Protection
Fx
Justification
Optimization
Dose limitation

van het www


ALARA
Time
Distance
Shielding
Reduce Dose
As Low As Reasonably Achieveable

van het www

A: Een verplichting (FANC), beschreven in het KB van 13 feb 2020…

In feite een verplichting sinds ‘altijd’

2 per jaar per dienst

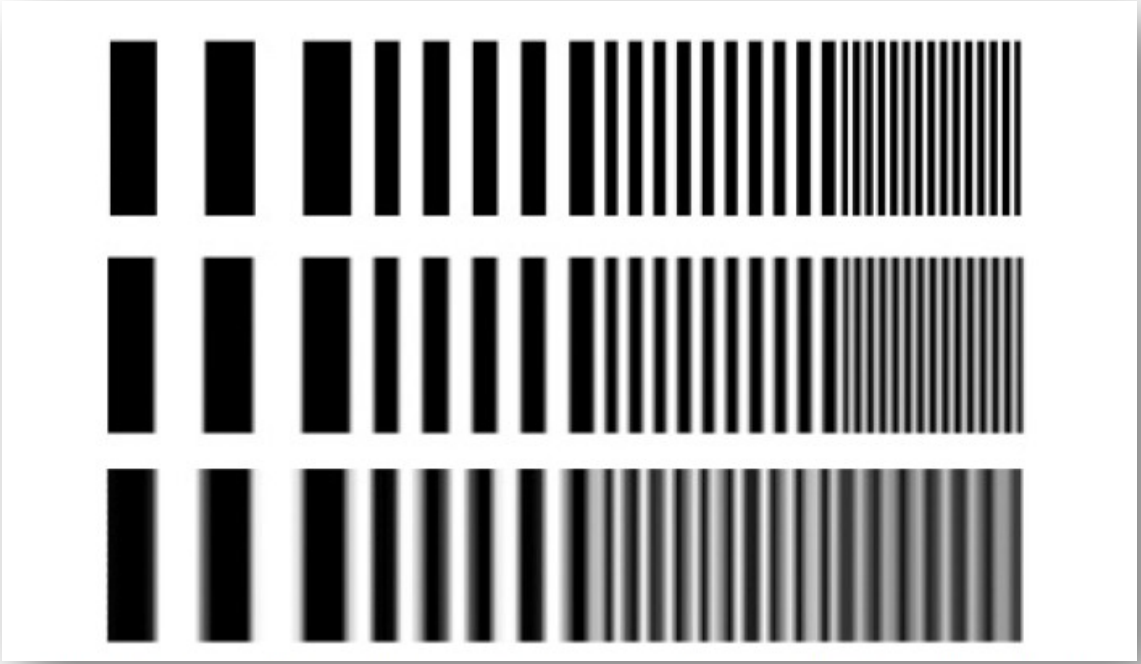
Overzicht

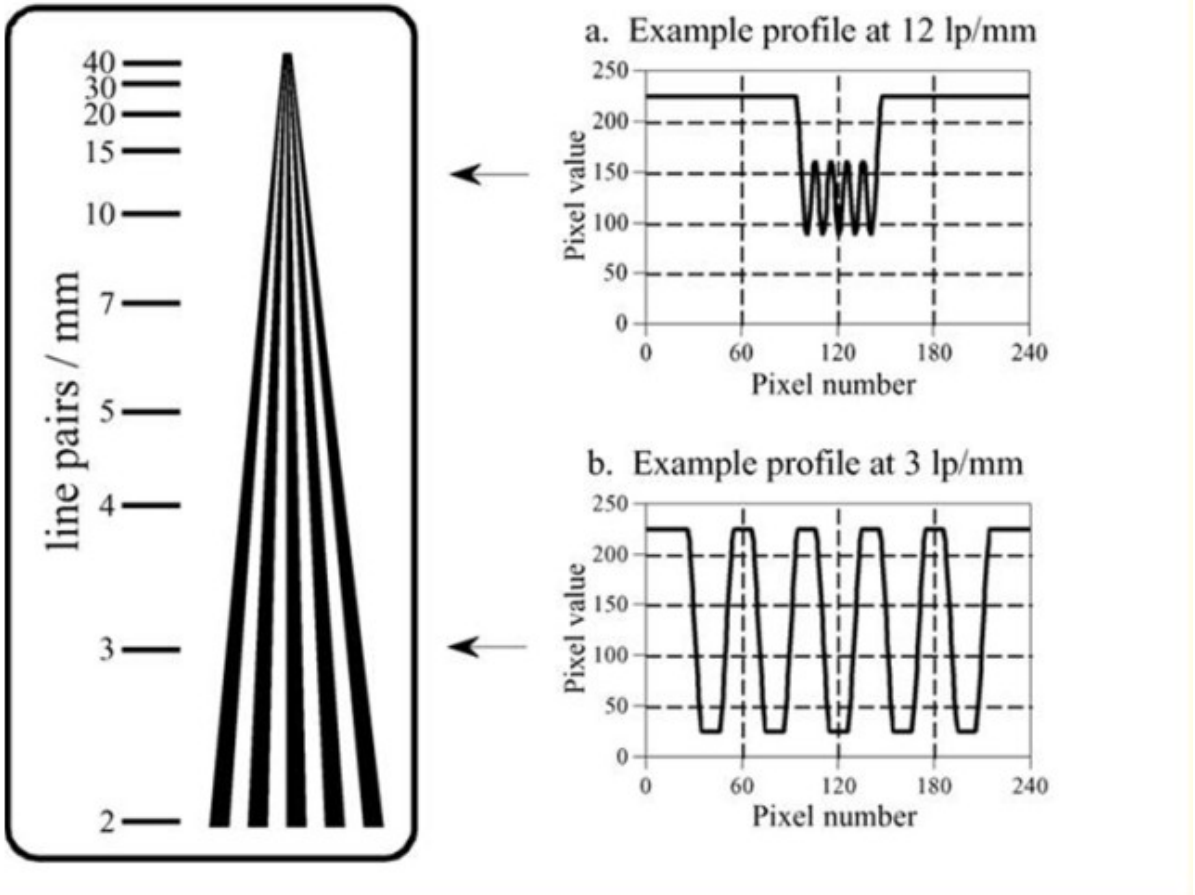
1. Optimalisatiemethodes

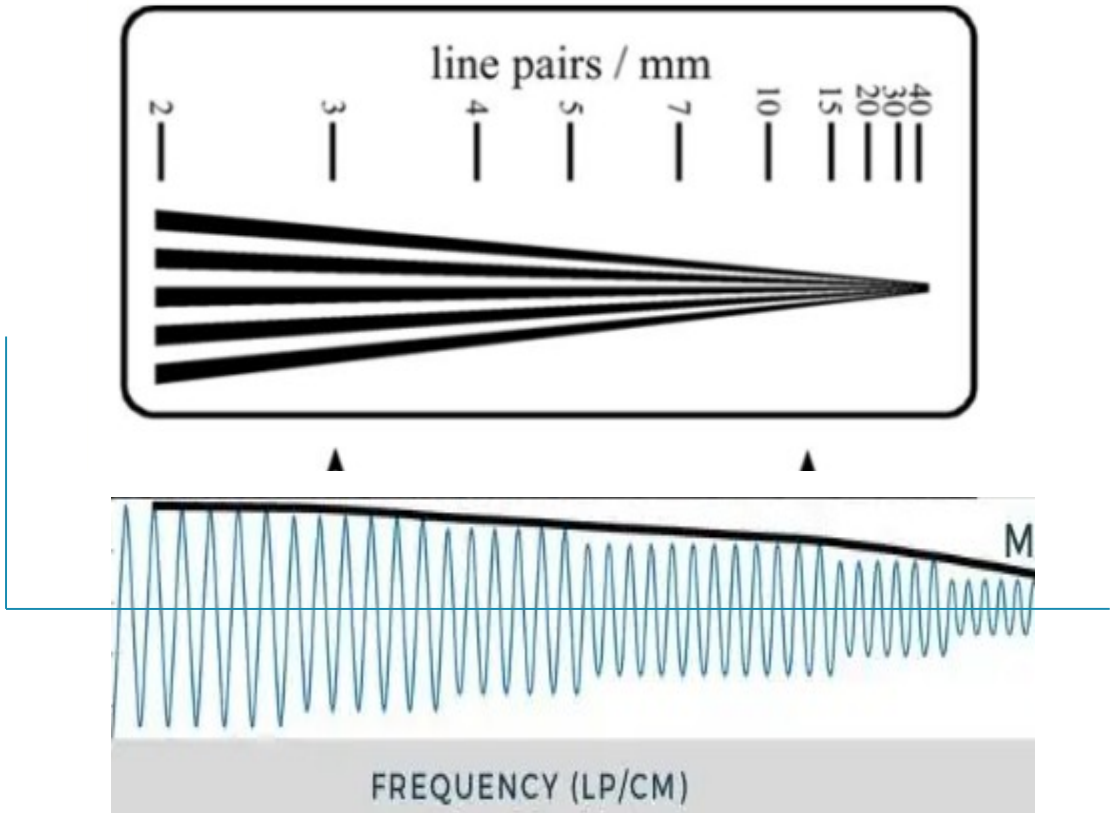
2. Hints voor optimalisatie in het KB



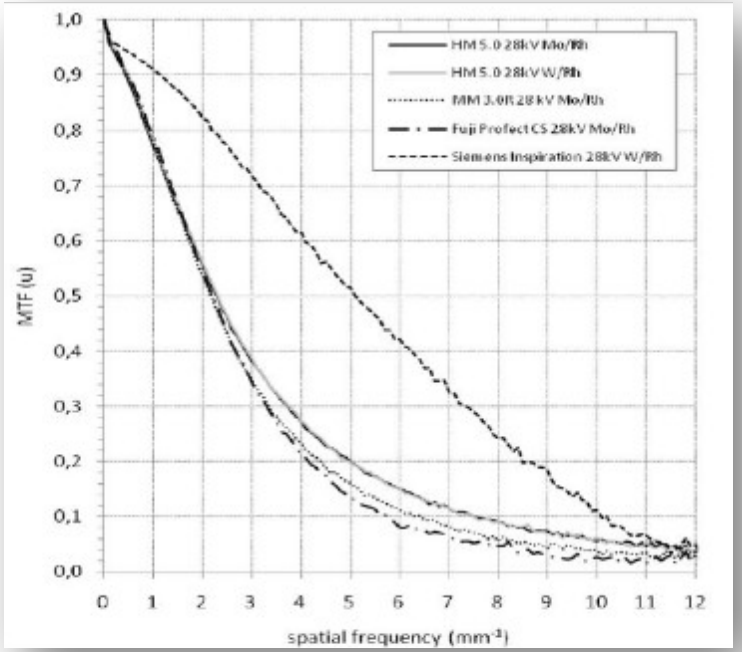
Methode 1: technische metingen

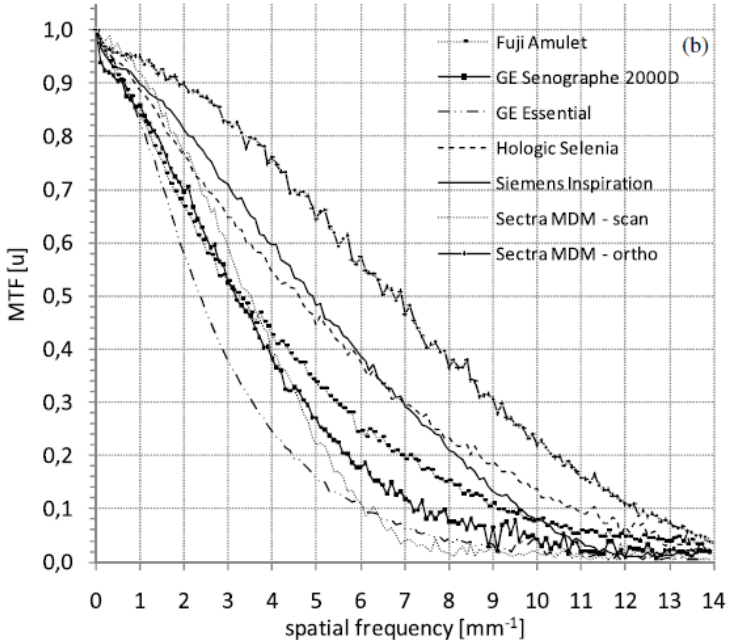



line pairs / mm
40
30
20
15
10
7
5
4
3
2
a. Example profile at 12 lp/mm
Pixel value
250
200
150
100
50
0
0
60
120
180
240
Pixel number
b. Example profile at 3 lp/mm
Pixel value
250
200
150
100
50
0
0
60
120
180
240
Pixel number


line pairs / mm
2
3
4
5
7
10
15
20
30
40
M
FREQUENCY (LP/CM)

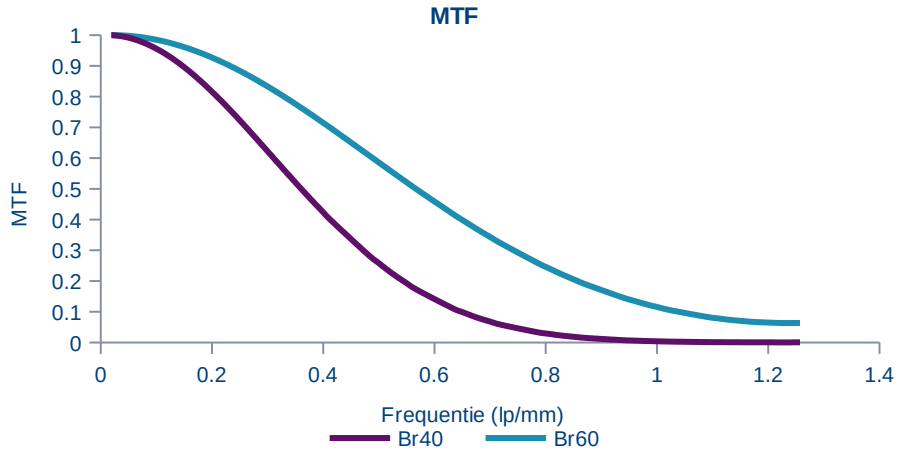
Methode 1: technische metingen





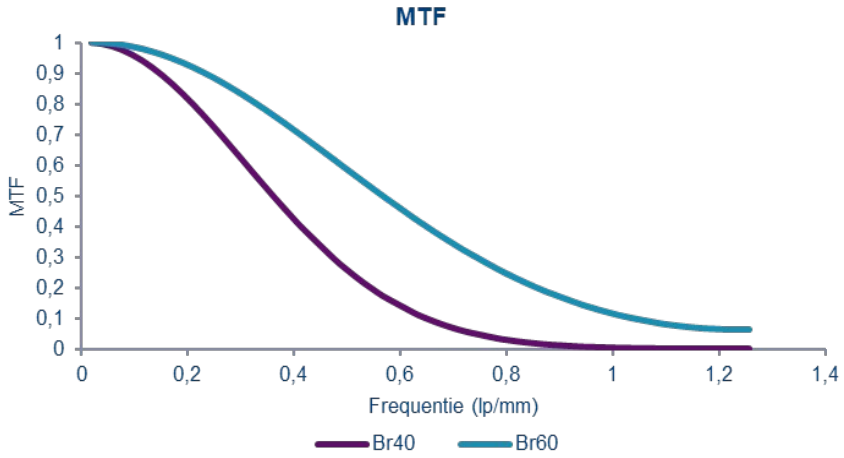
N Marshall Med Phys. (2012) en PMB 56 (2011)

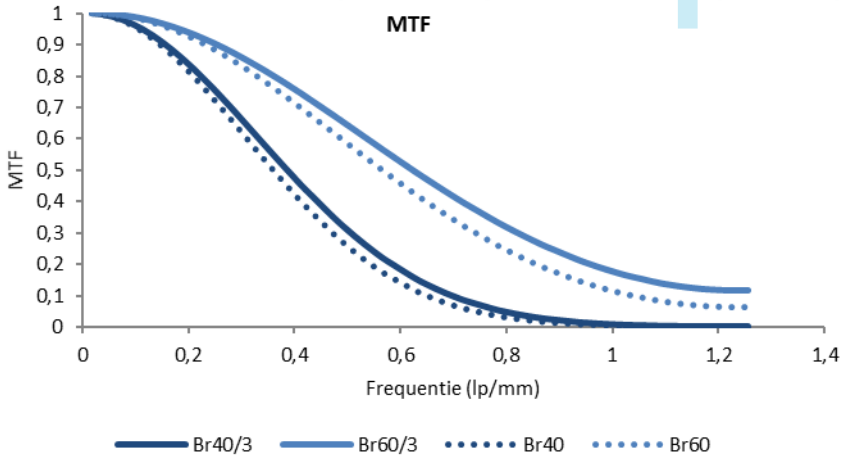
Methode 1: technische metingen



Methode 1: technische metingen

example



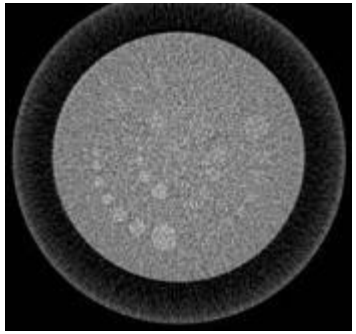


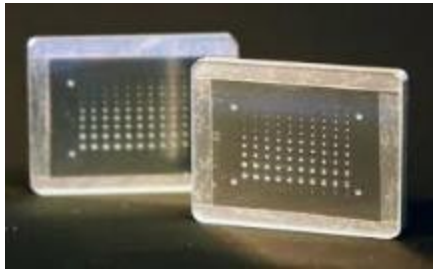
Methode 1: technische metingen

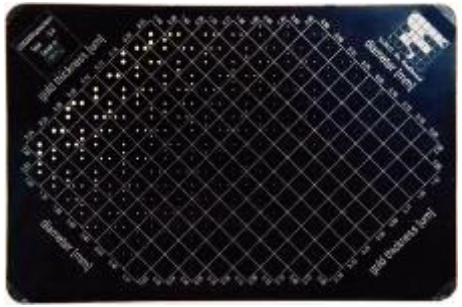
- Scherpte
- Ruis
  - Eventueel samengevat in ‘DQE’
- Artefacten

- Moeilijke vertaling naar de medische praktijk (maar je medische stralingsfysicus kan de metingen doen, en vergelijken)

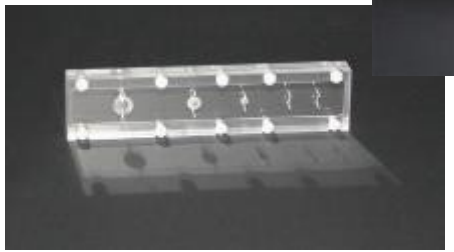
Methode 2: testobjecten











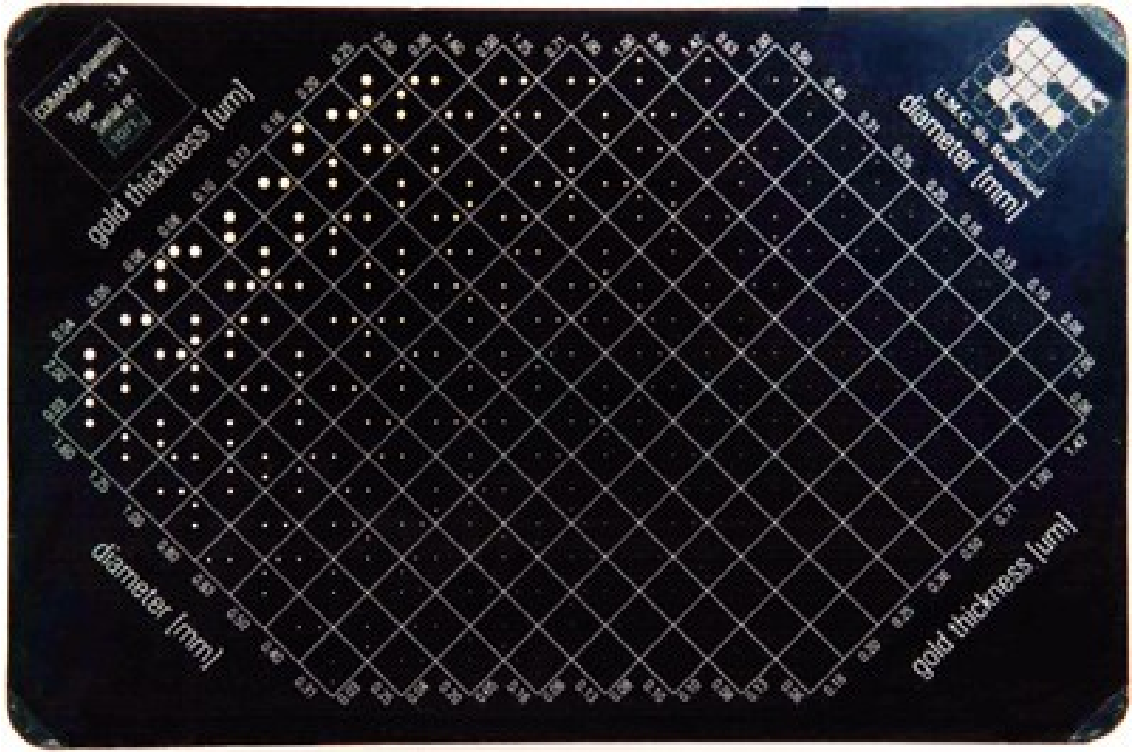


Methode 2: testobjecten

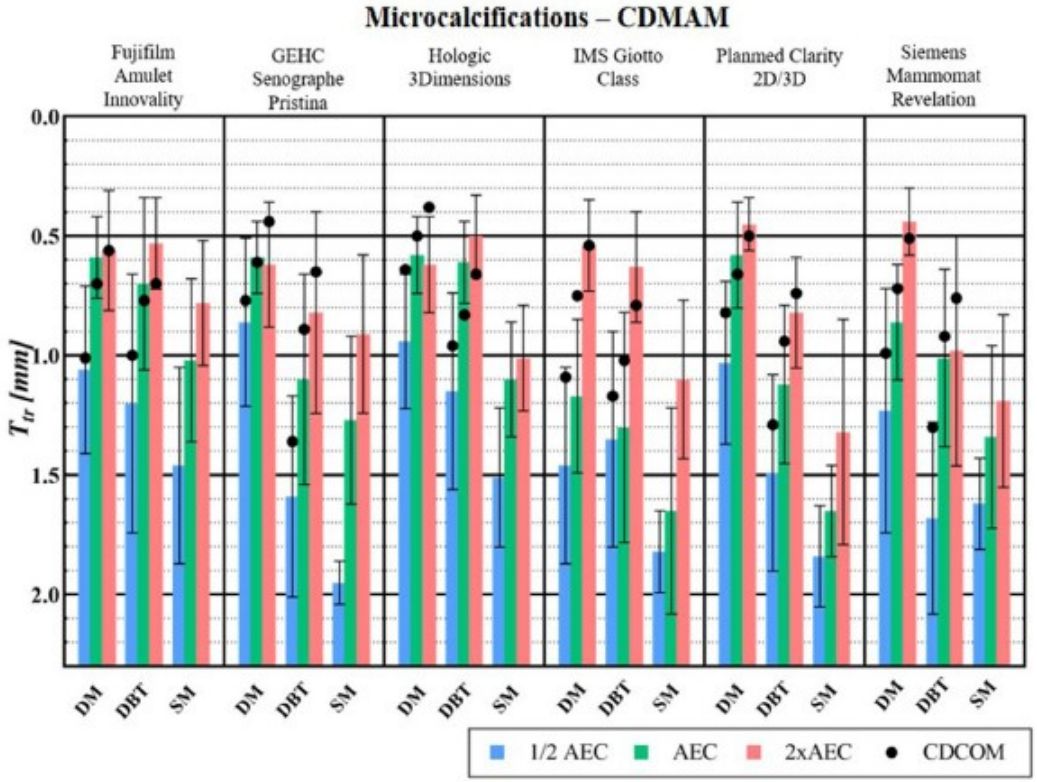
Voorbeeld: contrast – detail kurven

= zoek de dikte van een plaatje, zo dat je het kunt zien,
voor verschillende diameters

Methode 2: testobjecten

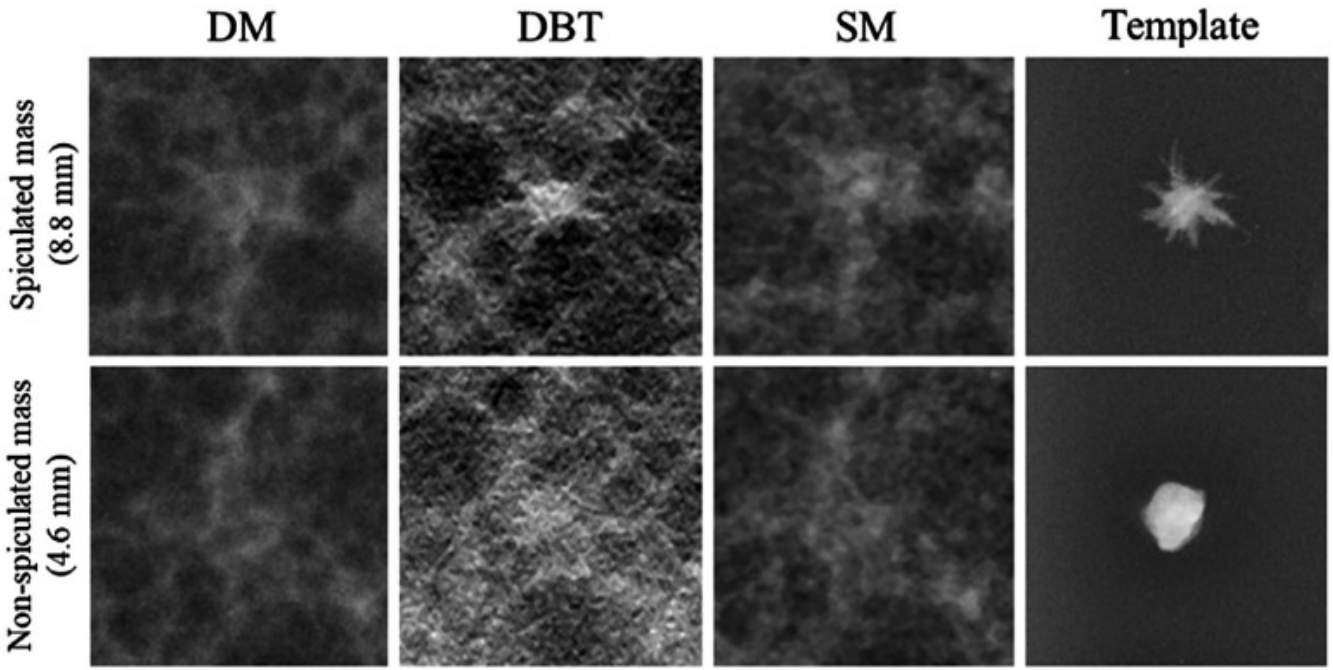


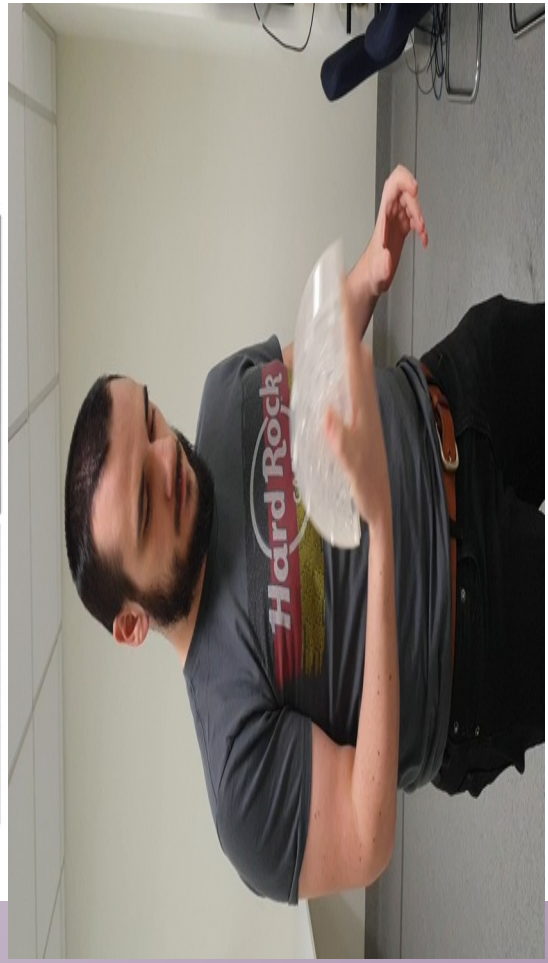
Methode 2: testobjecten



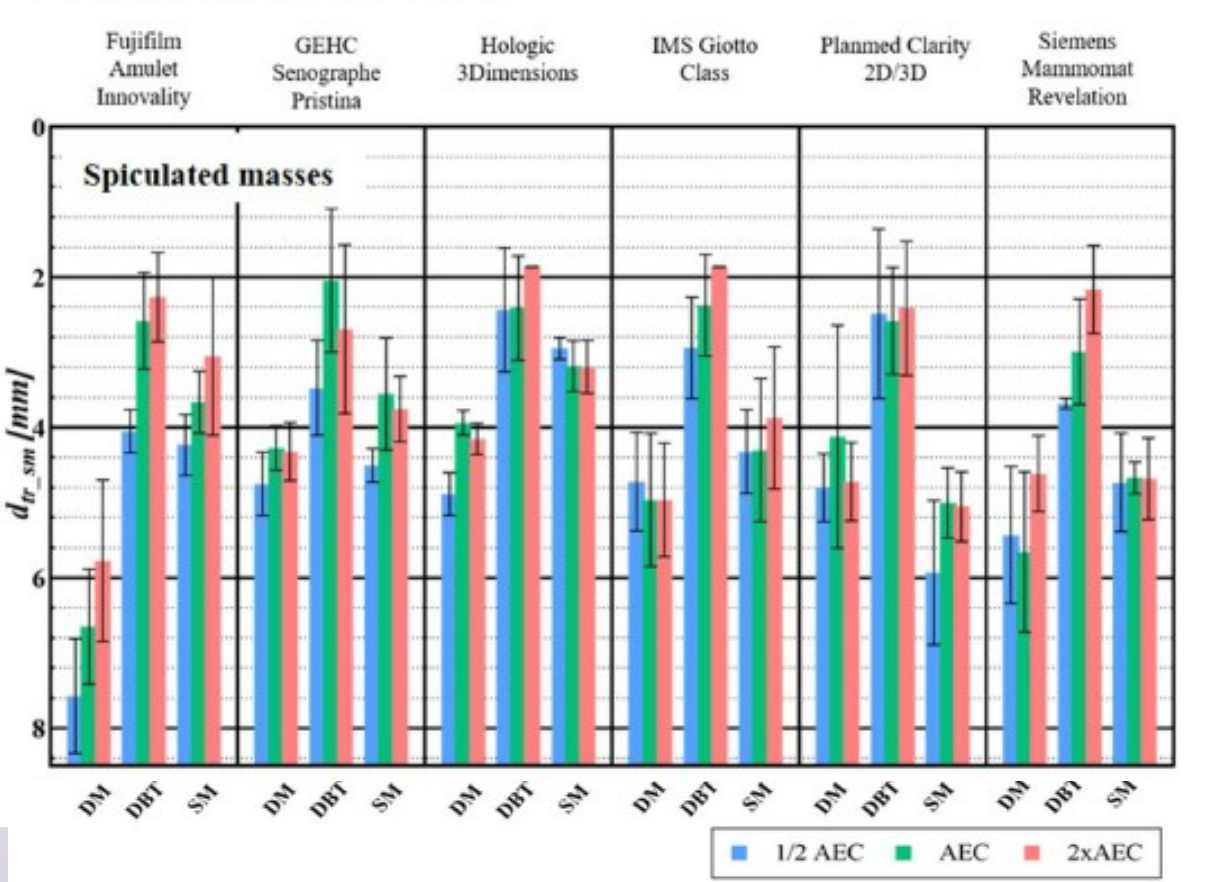
Vancoillie L, Med Phys 2021

Methode 2: testobjecten





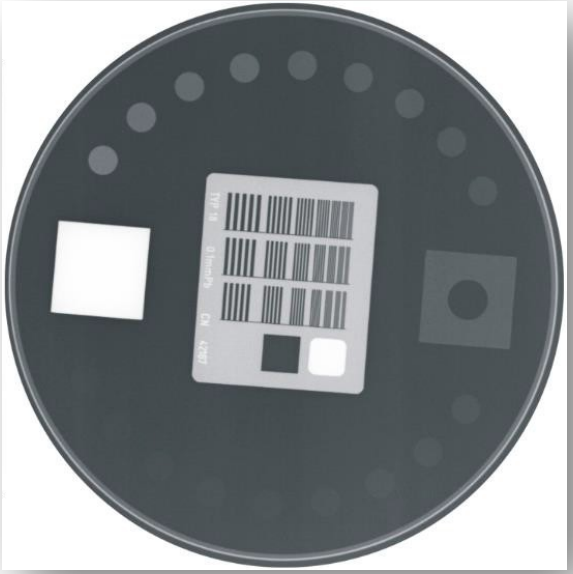
Method 2: testobjecten



Method 2: testobjecten

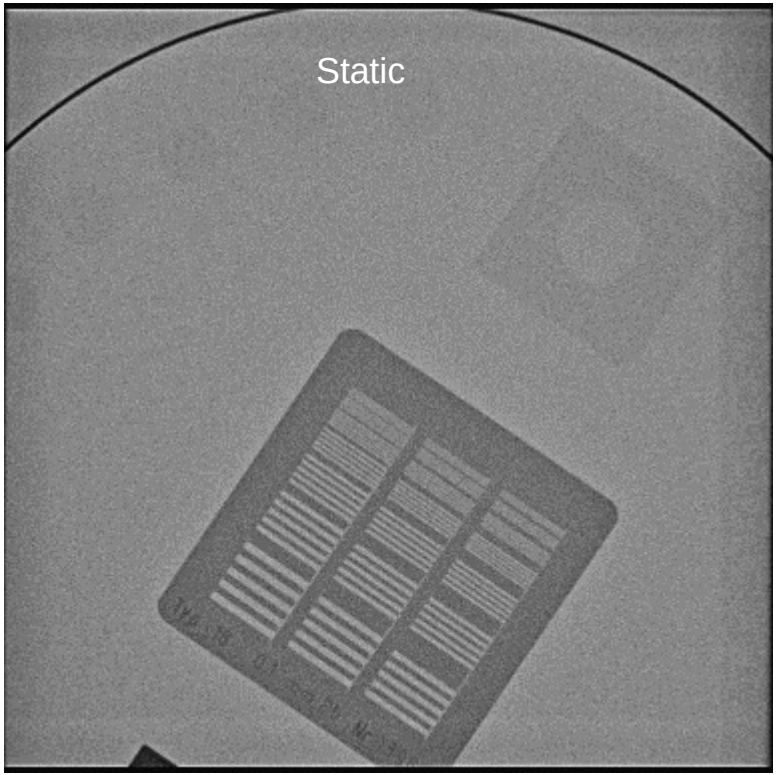
Video

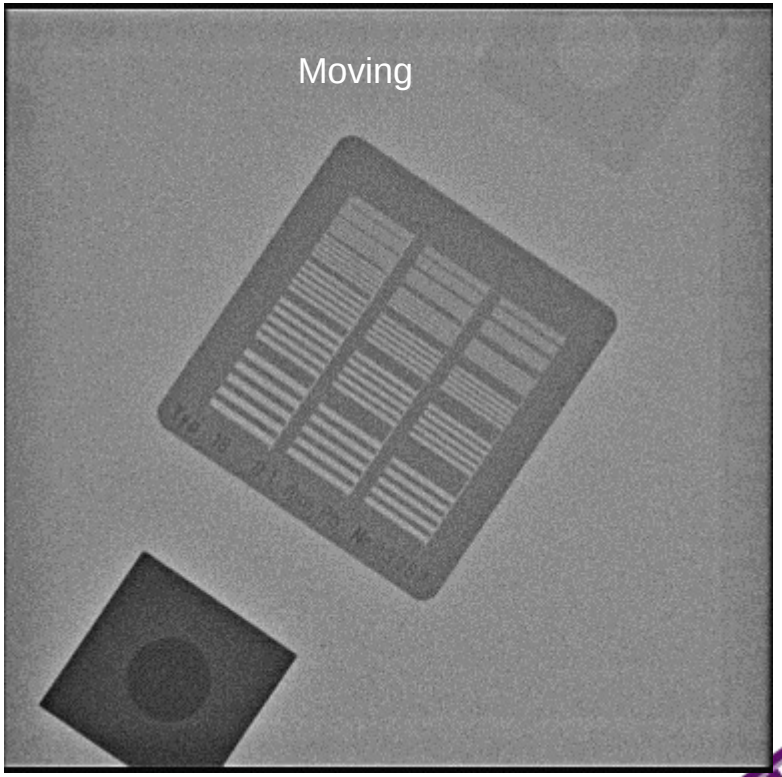




The oscillating motion mimicks the motion of the heart in a simplified matter.
The test object is placed on top of the cart and then imaged.

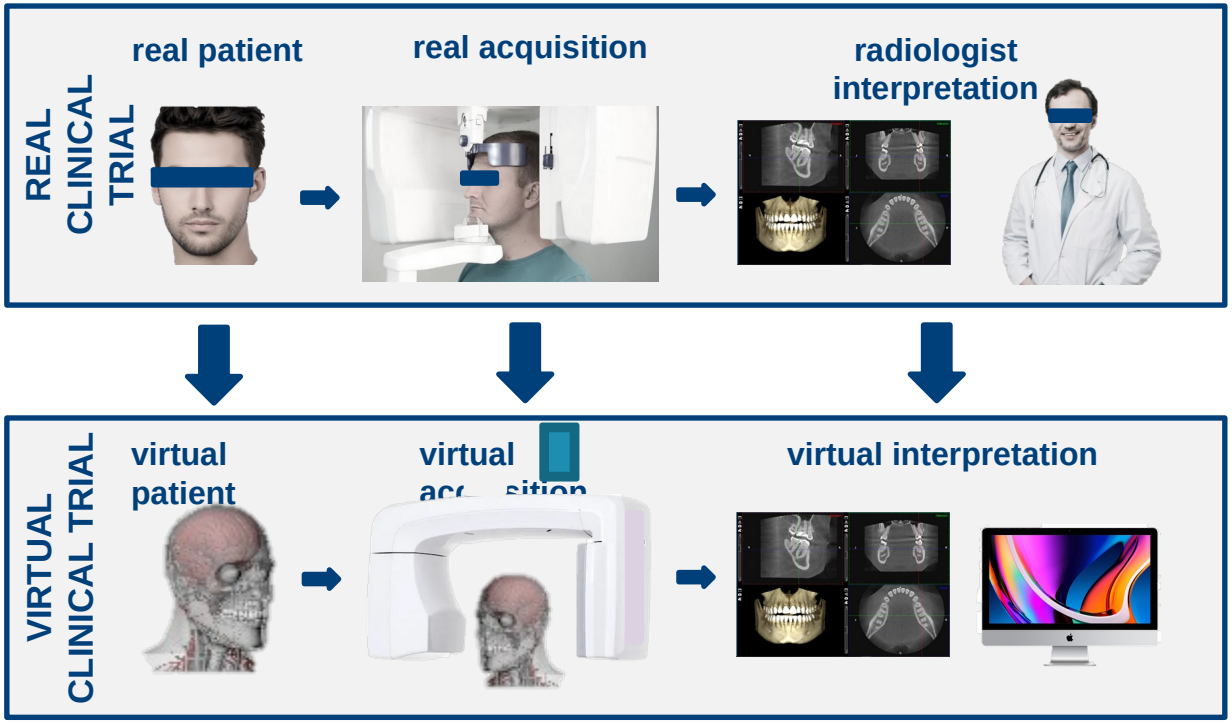
Method 2: testobjecten





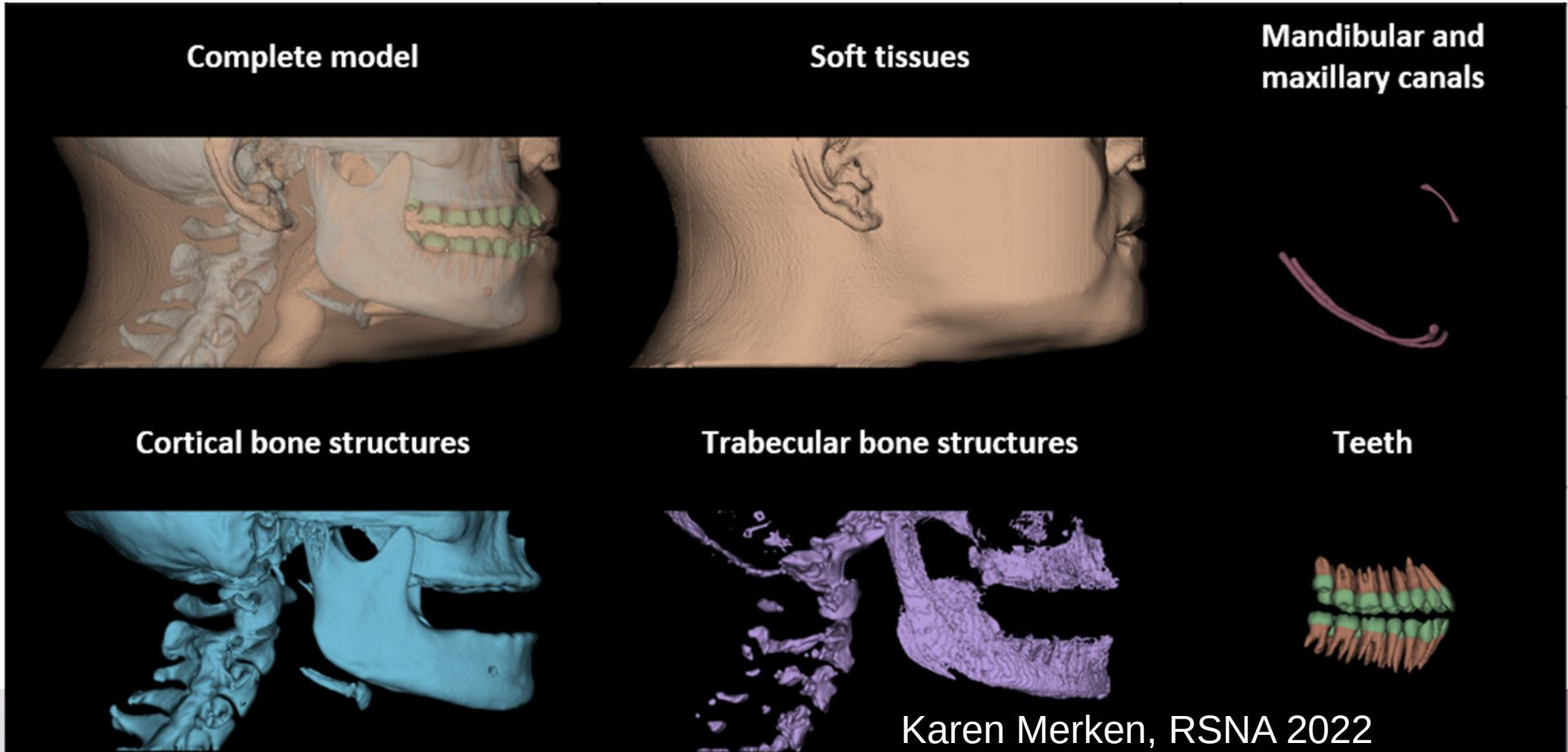
Comparison for 20cm PMMA. In the static image again 13 lp are visible, in the moving about 11-12lp.

Methode 3: virtuele imaging trials

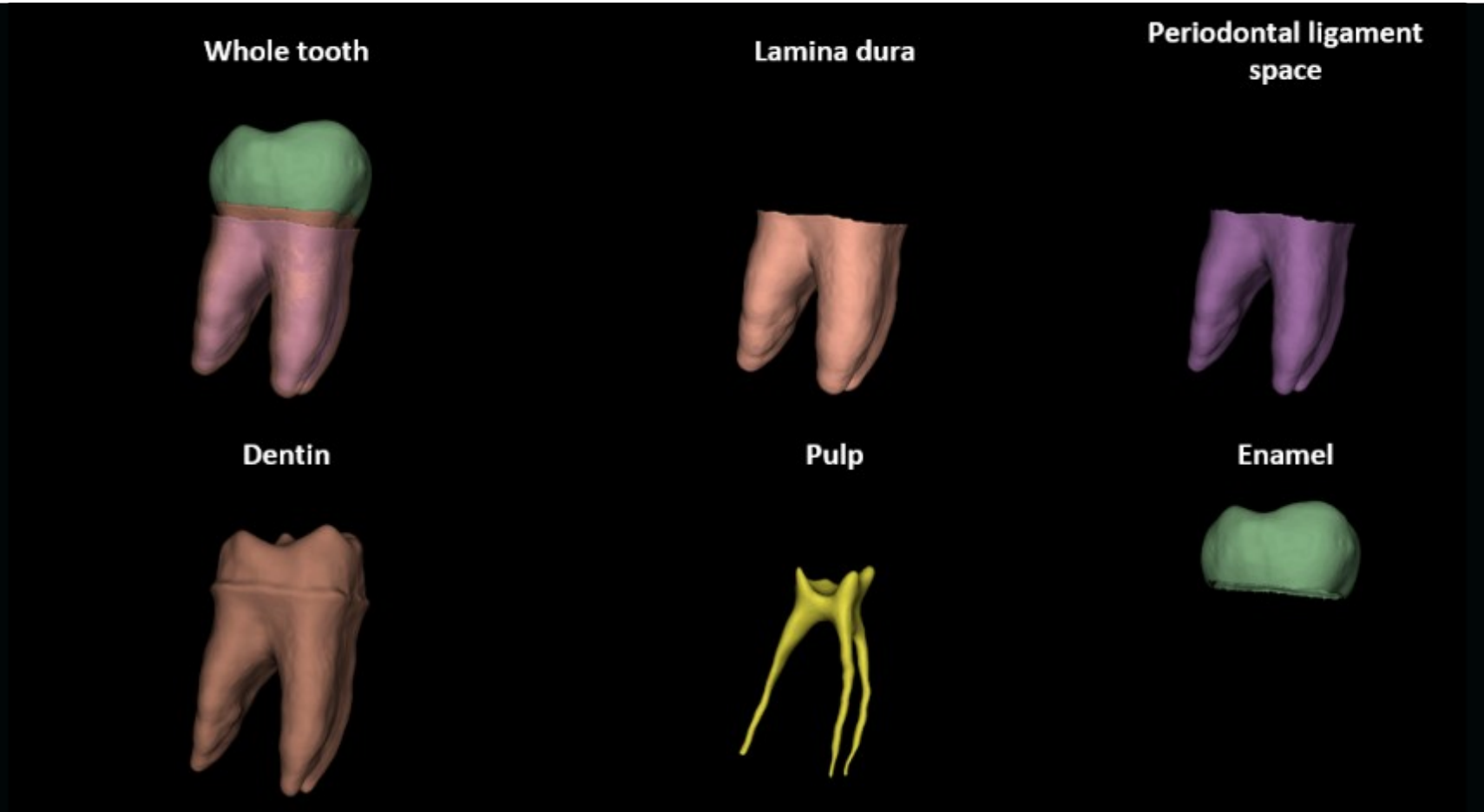


Adapted from 'Virtucal Clinical Trials: Why and What'

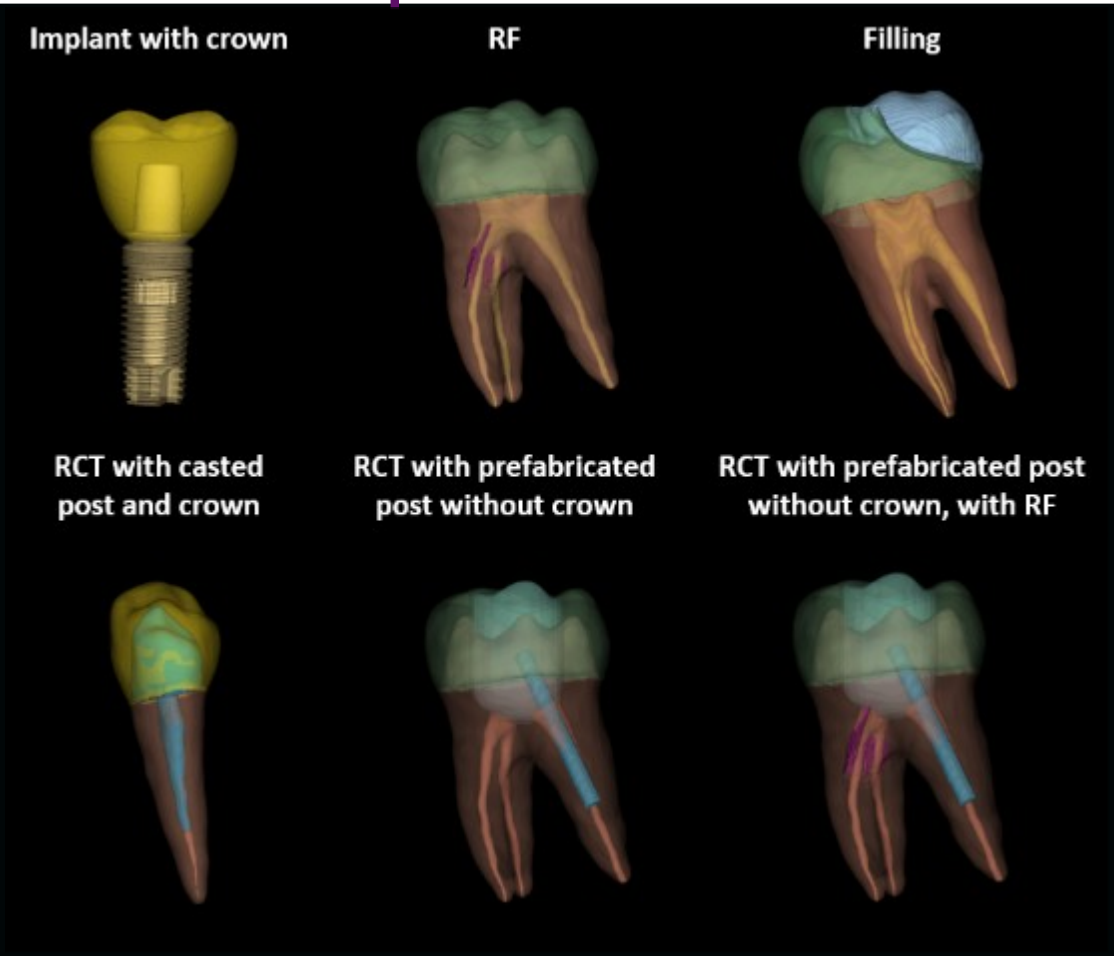
-> De virtuele patient



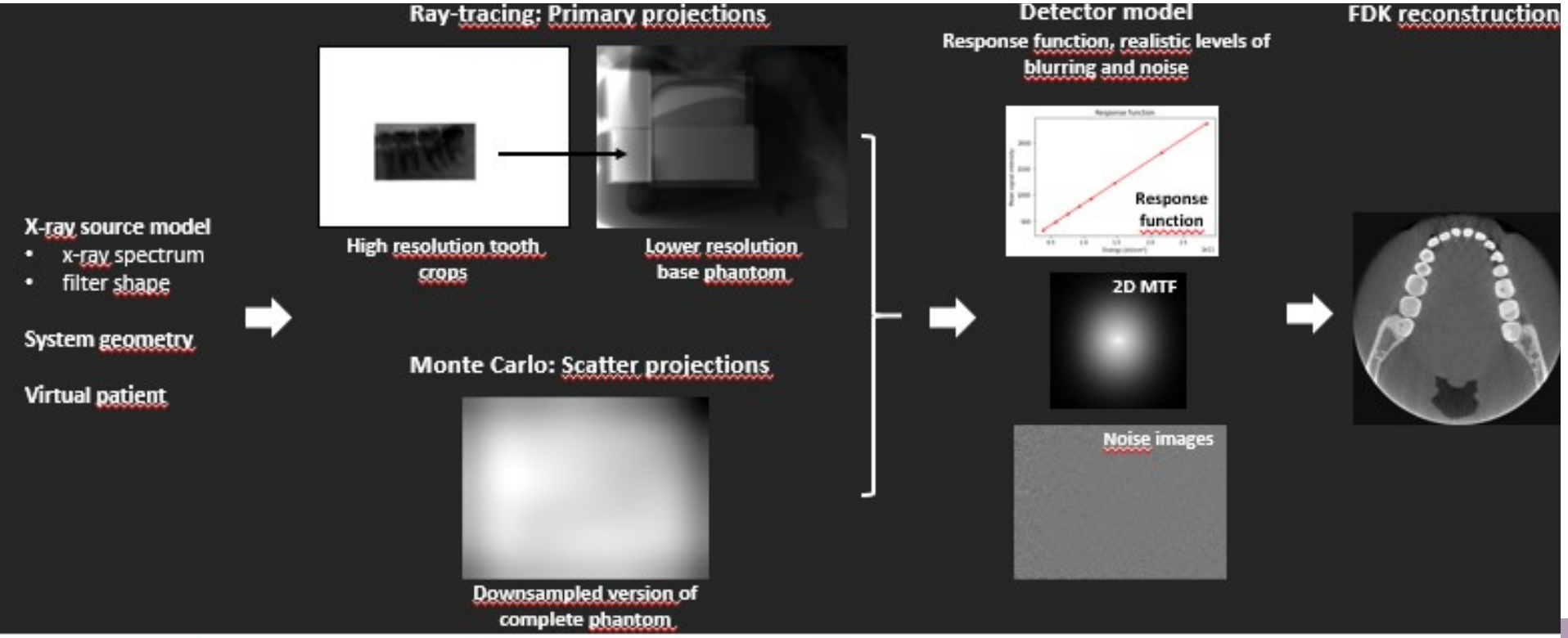
-> Tanden


Whole tooth
Lamina dura
Periodontal ligament space
Dentin
Pulp
Enamel

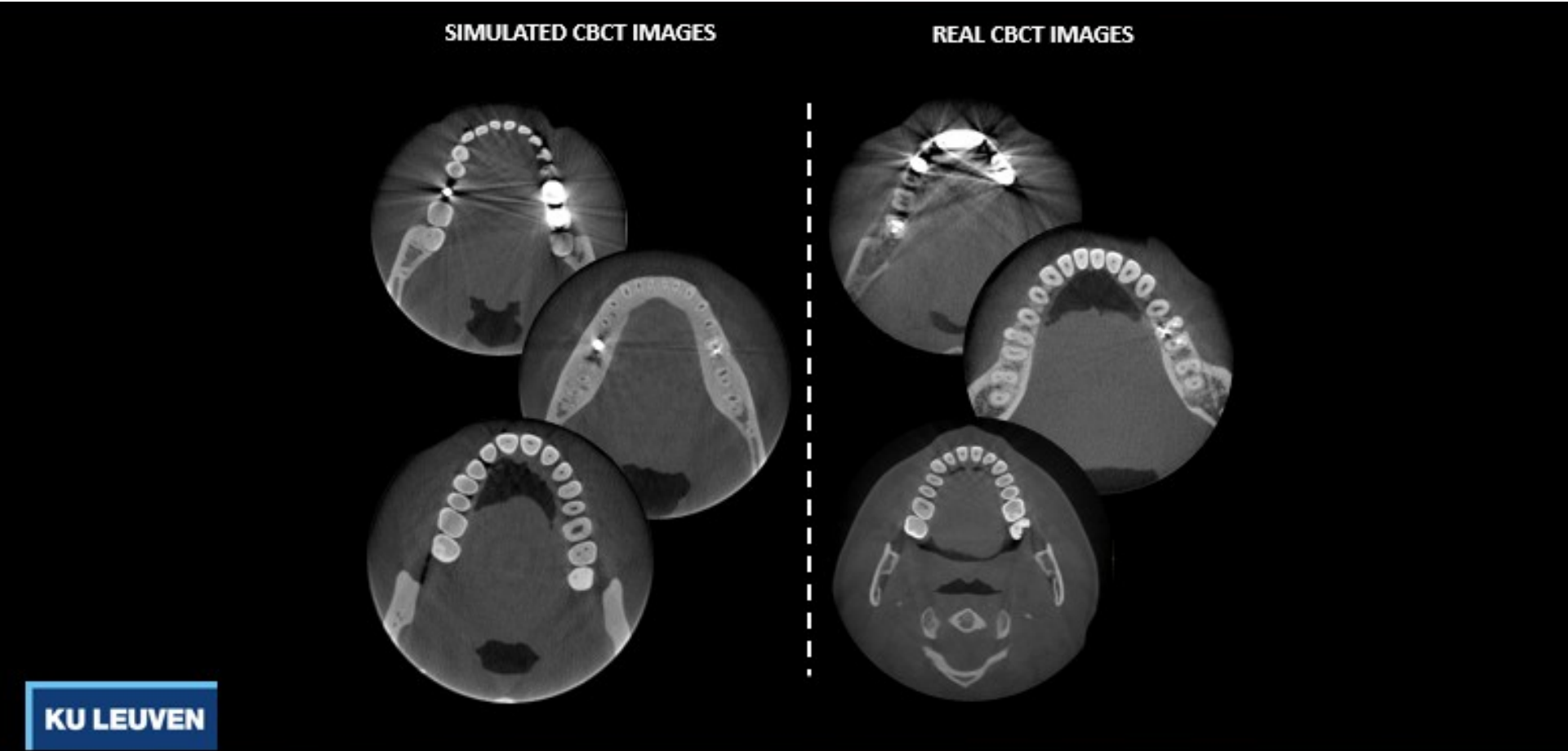
-> Taken voor optimalisatiestudie



-> Simulatieplatform

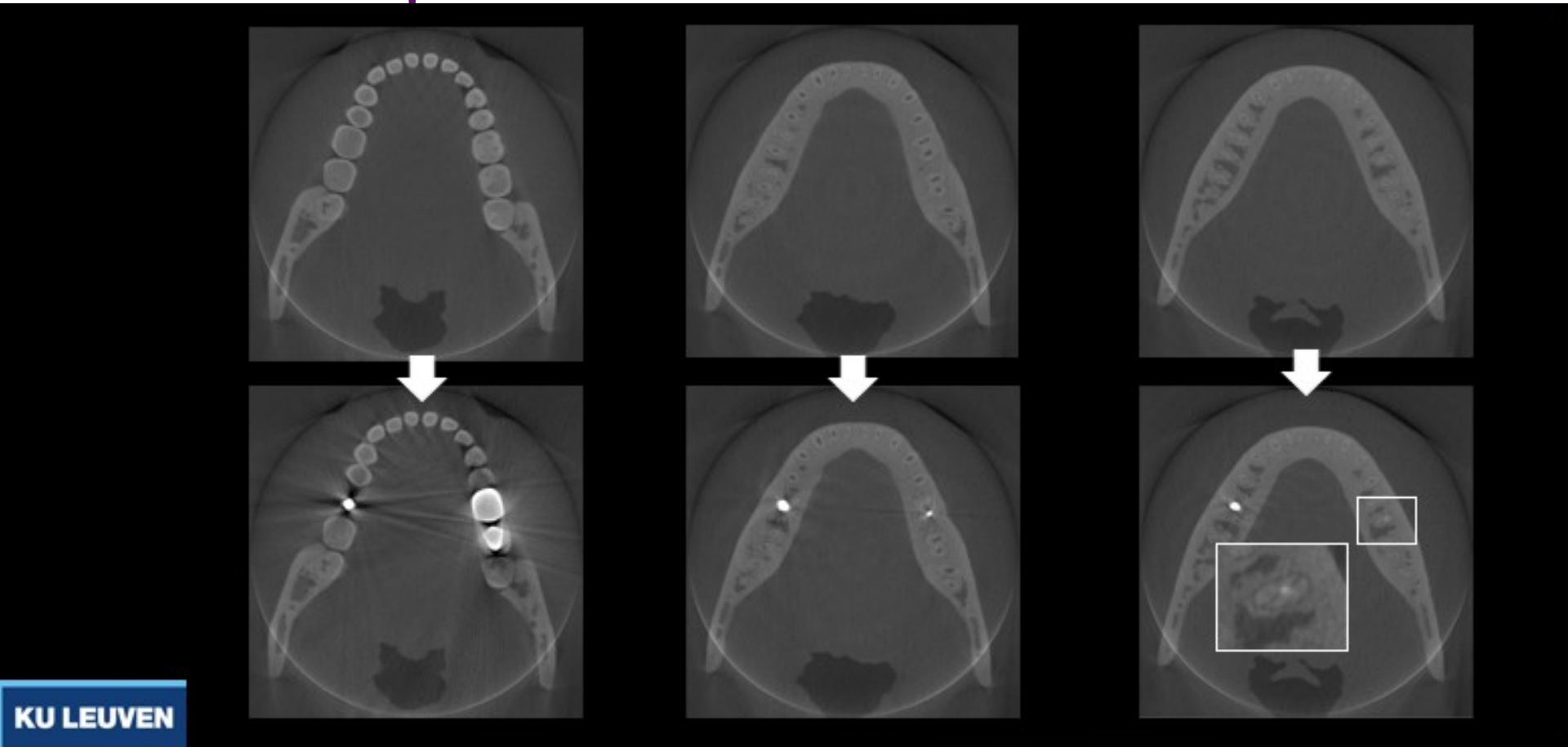


-> validatie



KU LEUVEN

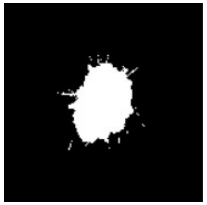
-> start optimalisatie



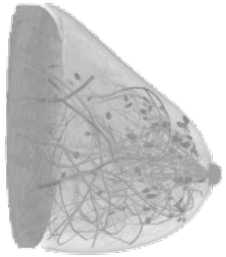
Methode 3:

Borstbeeldvorming optimalisatie mbv VICTRE framework (FDA)

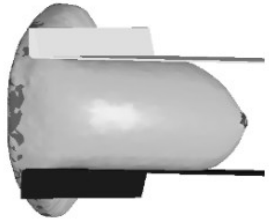
Lesion model
Voxelized mask



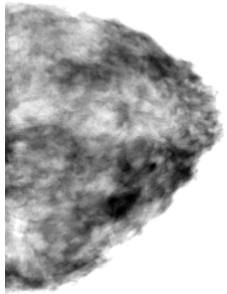
Breast model
Computational phantom



INSERTION

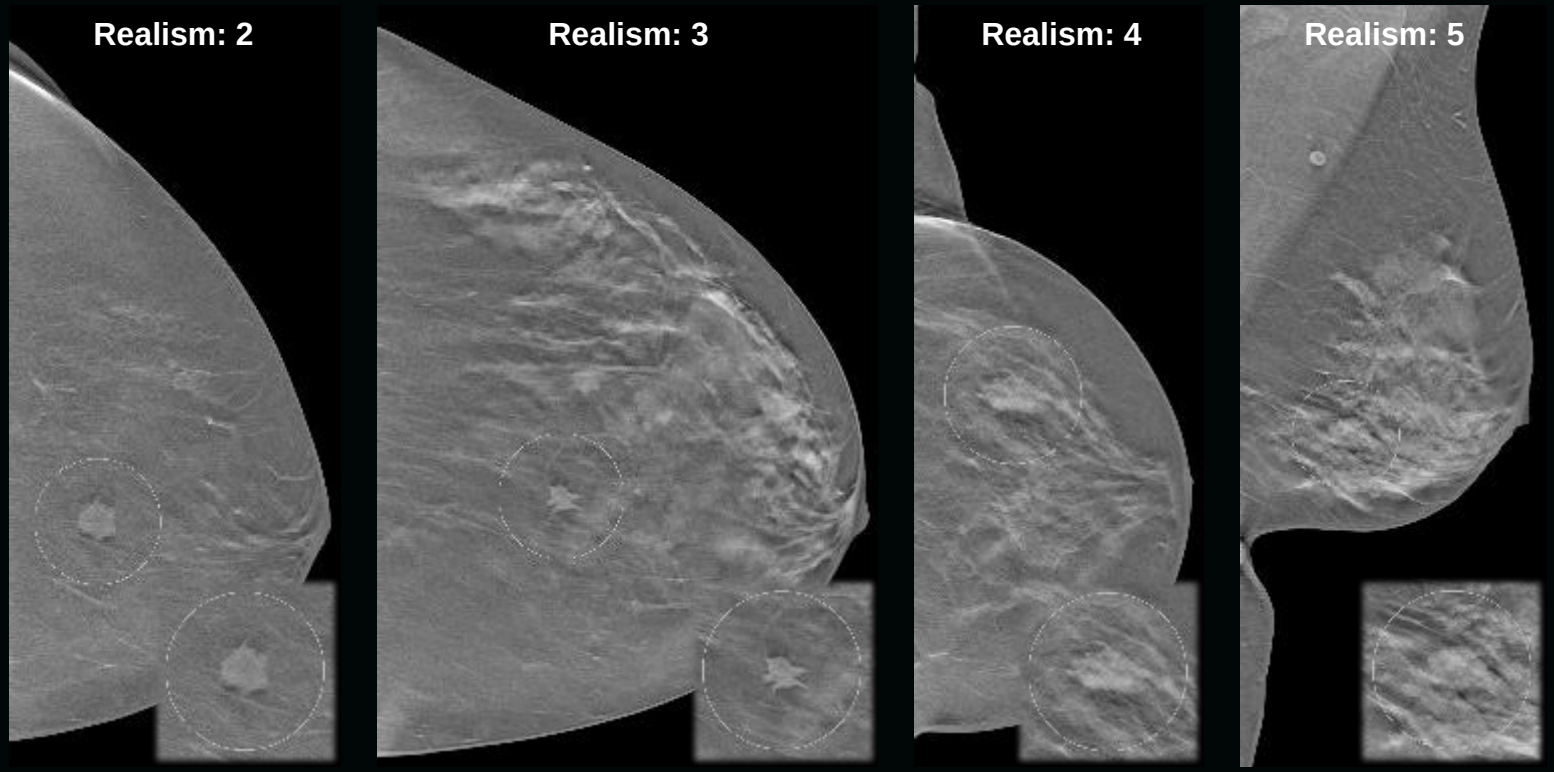


COMPRESSION



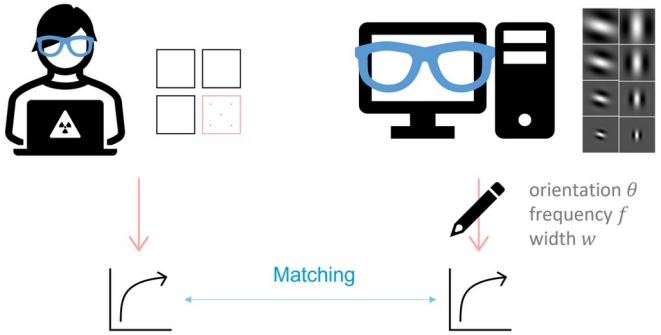
X-RAY IMAGING + RECONSTRUCTION

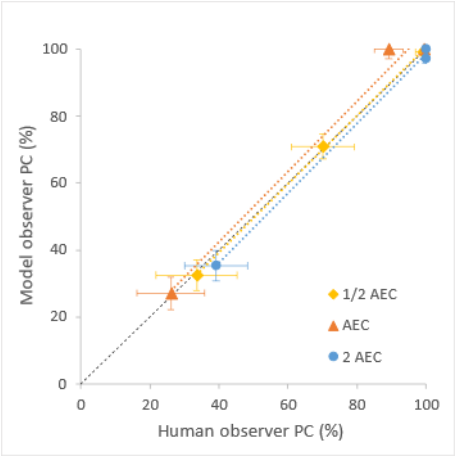
-> Combinations of lesion and background

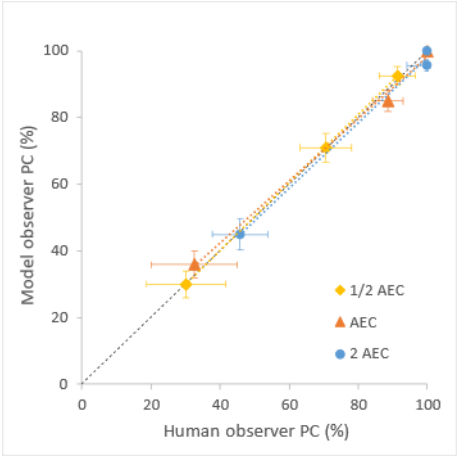


-> Model observer

Development of a 2-layer channelized hoteling observer for calcification sizes (100 µm - 200 µm) and dose levels (1/2 AEC – 2 AEC).



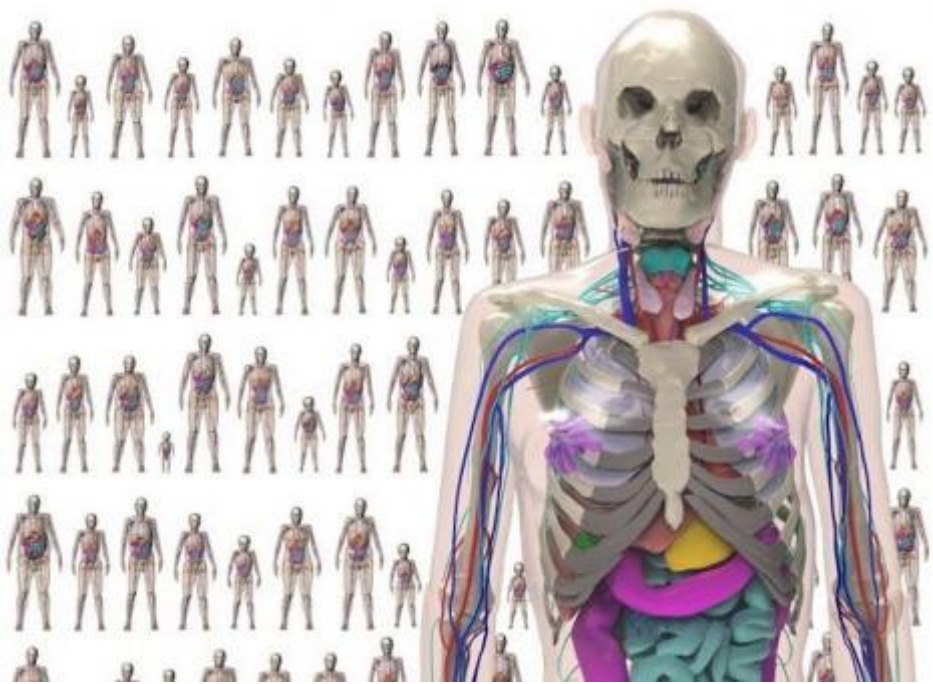




Method 4

- Digital twin

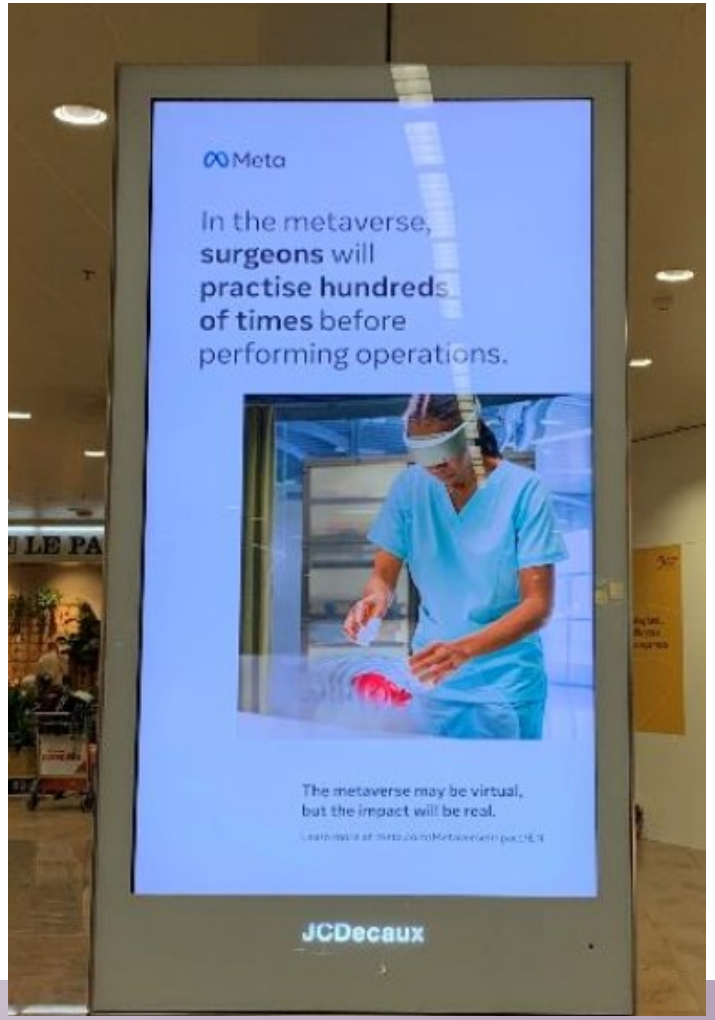
“ A digital twin is a virtual representation of an object or system that spans its lifecycle, is updated from real-time data, and uses simulation, machine learning and reasoning to help decision-making” (IBM)



Method 4

- The metaverse …

“ is a virtual reality of networked 3D worlds where you can socialize, work, shop, and play. Blurring the line between real life and digital life, the metaverse combines virtual, augmented, and physical reality into a graphically rich world that you interact with through an avatar.”

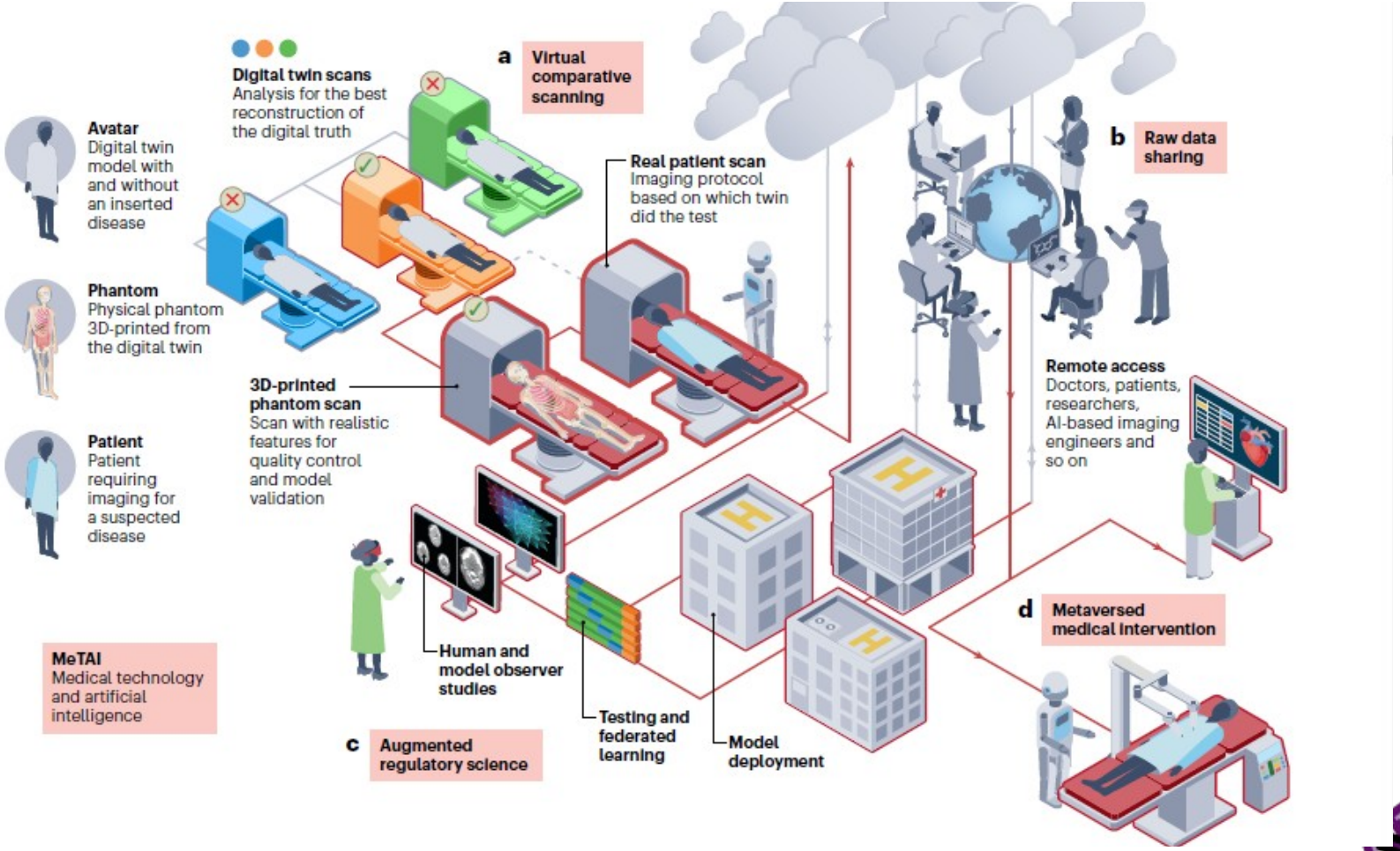


Method 4

- The metaverse …

“ is a virtual reality of networked 3D worlds where you can socialize, work, shop, and play. Blurring the line between real life and digital life, the metaverse combines virtual, augmented, and physical reality into a graphically rich world that you interact with through an avatar.”




Digital twin scans
Analysis for the best reconstruction of the digital truth
a Virtual comparative scanning
Avatar
Digital twin model with and without an inserted disease
Phantom
Physical phantom 3D-printed from the digital twin
Patient
Patient requiring imaging for a suspected disease
Real patient scan
Imaging protocol based on which twin did the test
3D-printed phantom scan
Scan with realistic features for quality control and model validation
b Raw data sharing
Remote access
Doctors, patients, researchers, AI-based imaging engineers and so on
MeTAI
Medical technology and artificial intelligence
Human and model observer studies
Testing and federated learning
Model deployment
c Augmented regulatory science
d Metaversed medical intervention




Back to home!

Hints uit het KB 2020

Art. 103. Er is keuze te over:

a) de keuze, het onderhoud van en de aanpassingen aan de medisch-radiologische uitrusting evenals de integratie, compatibiliteit en connectiviteit hiervan met de reeds aanwezige medisch radiologische uitrusting;

b) de systematische productie van adequate informatie;

d) de kwaliteitsborging, de kwaliteitsbeheersing inbegrepen;

f) de bepaling en evaluatie van de dosis

g) de dosis voor begeleiders en verzorgers

Hints uit het KB 2020

Art. 15. Elk onderhoud, aanpassing of herstelling aan een uitrusting kan een invloed hebben op de beeldkwaliteit en/of op de patiëntdosis. Daarom is het belangrijk dat het hoofd van de dienst voor medische stralingsfysica, of de erkende deskundige in de medische stralingsfysica zelfs indien er geen dienst is, op de hoogte is van elk onderhoud, aanpassing of herstelling. Dit artikel legt de verantwoordelijkheid hiervoor bij de exploitant.

Hints uit het KB 2020

Art. 42. De erkende deskundige in de medische stralingsfysica werkt samen met de onderhoudstechnici en daartoe bevoegde diensten aan het preventieve en correctieve onderhoudsplan van de uitrustingen, en stuurt de uitvoering ervan door het uitvoeren van kwaliteitsbeheersings- en kalibratiemetingen, zowel voor als na een onderhoud, aanpassing of herstelling. Na elke tussenkomst geeft hij schriftelijk toestemming voor het klinisch gebruik van de medisch-radiologische uitrusting al dan niet onder beperkende voorwaarden.

Hints uit het KB 2020

Deelname aan dosissurveys, zodat het FANC de ‘DRLs’ kan berekenen, en dan evalueren waar men zich bevindt.

Nieuwe update DRls 2021 ter beschikking

Tabel 4 : Vergelijking van Europese DRL waarden, met data voor België (BE), Frankrijk (FR), Zwitserland (CH) en Duitsland (GE).

Procedure	$CTDI_{vol}$ (mGy)				DLP (mGy.cm)			
	BE (2021)	FR (2018)	CH (2018)	GE (2016)	BE (2021)	FR (2018)	CH (2018)	GE (2016)
Abdomen	8	13(1)	11	15	490	625(1)	540(1)	700(1)
Angio CT thorax	7,5		8		300		360	
Hart (CCTA) – angiografie	20			20	300			330
Cervicale wervelzuil	25		17	20	450		360	300
Lumbale wervelzuil	26	28	25	10	600	725		180
Schedel (hersenen)	50	46	51	60	800	850	890	850
Sinussen	4,5	14	6	8	65	250	90	90
Thorax	6	9,5	7	10	210	350	250	350
Thorax-abdomen					800	550	740	1000(2)

(1) Abdomen-pelvis
(2) Thorax-abdomen-pelvis

Courtesy A. Dedulle, FANC

Hints uit het KB 2020

Art. 64. Opleiding om leren blind te positioneren

“Goed positioneren is cruciaal voor de beeldkwaliteit en heeft zo ook invloed op de patiëntdosis. Blind positioneren werd expliciet toegevoegd aan het KB. Dit is een techniek die in bijna alle andere landen gebruikt wordt en de dosis voor de patiënt vermindert. In België wordt echter nog vaak korte scopie gebruikt voor het positioneren van de patiënt.”



Hints uit het KB 2020

Art. 109.

De noodzakelijke maatregelen worden getroffen om vrouwen die een blootstelling bij niet-medische beeldvorming met medisch radiologische uitrustingen moeten ondergaan, bewust te maken van het belang van het melden van het bestaan of de mogelijkheid van een zwangerschap, bijvoorbeeld door affiches.

Bijzondere aandacht moet besteed worden aan de begrijpbaarheid van de informatie.

Hints uit het KB 2020

Art 21. In de welkombrochure/website van je dienst een extra woordje toevoegen over de voordelen en de nadelen van ioniserende straling, met focus op de patient en op zijn begeleider of verzorger. -> correcte informative

Zorg ervoor dat uw personeel mondig is, door bv het organiseren van een cursus over de gevolgen van ioniserence straling.

https://fanc.fgov.be/nl/system/files/2020-06-15-begeleidend-document-communicatie-nl.pdf

Hints uit het KB 2020

Art. 12. De exploitant is verantwoordelijk voor

…

f) de voorlichting en demonstratie bij de aanschaf van nieuwe medisch-radiologische uitrustingen;

De UZ Leuven aanpak





- Systematisch bijhouden van alle vragen, opmerkingen, klachten, … en dan oplossen met verslag

- Creatie van 2 e-mail adressen
  - kwaliteitRX@uzleuven.be
  - dosimetrieRX@uzleuven.be

De UZ Leuven aanpak





uz › data › lucmfr › vol1 › QC › Optimalisatie › Projecten › 2021 › 300 ›

Naam	Gewijzigd op	Type
2021-01 Opstellen CT bekken kinderen	24-8-2022 12:32	Bestandsmap
2021-01 Opstellen High Dose schedel pro...	24-8-2022 12:33	Bestandsmap
2021-01 Optimalisatie CEPH	24-8-2022 12:37	Bestandsmap
2021-01 Outliers Vaatheelkunde OK - vraa...	24-8-2022 12:41	Bestandsmap
2021-03 CT 4D bovenbeen	24-8-2022 12:43	Bestandsmap
2021-03 Dosis IO Heliodent	1-12-2021 14:35	Bestandsmap
2021-04 CT Endomitriose	24-8-2022 12:44	Bestandsmap
2021-04 Uitleesscanner IO	24-8-2022 12:46	Bestandsmap
2021-06 Uitleesscanner IO Opvolgstudie	9-9-2022 16:29	Bestandsmap
2021-07 Beeldkwaliteit CT Thorax-Abdo...	24-8-2022 12:52	Bestandsmap
2021-07 Full spine	28-9-2022 17:54	Bestandsmap
2021-08 CT vs MRI voor neuroradiologie	24-8-2022 12:53	Bestandsmap
2021-10 Beeldkwaliteit CT Abdomen ped	24-8-2022 12:54	Bestandsmap
2021-10 Dosis CT Thorax ped CT14	24-8-2022 12:54	Bestandsmap

› data › lucmfr › vol1 › QC › Optimalisatie › Projecten › 2022 › 300

Naam	Gewijzigd op	Type
2022-01 IQ Mammo stereotaxie	9-9-2022 16:39	Bestandsmap
2022-01 IQ RX Chest Pellenberg	24-8-2022 12:58	Bestandsmap
2022-02 Beeldkwaliteit CT trauma kind	22-9-2022 20:50	Bestandsmap
2022-02 Dosisreductie IRCC 5	3-3-2022 15:34	Bestandsmap
2022-02 Nieuw protocol RT Controle Rect...	24-8-2022 13:05	Bestandsmap
2022-02 Reductie iodineconcentratie CT14	9-9-2022 16:11	Bestandsmap
2022-04 CT Thorax CT14	10-11-2022 12:24	Bestandsmap
2022-04 Dosis onder detector - extremitei...	9-9-2022 16:53	Bestandsmap
2022-05 CT Abdomen contrastreductie (R...	10-11-2022 12:24	Bestandsmap
2022-05 CT Uro CT14	22-9-2022 20:50	Bestandsmap
2022-06 CT angio 12 - diepflap CT14	11-10-2022 14:58	Bestandsmap
2022-06 CT LWZ kind CT14 - nieuw proto...	22-9-2022 20:51	Bestandsmap
2022-06 CT pelvimetrie zwangere protoc...	22-9-2022 20:51	Bestandsmap
2022-06 CT Rotsbeenderen CT14	29-9-2022 22:08	Bestandsmap
2022-08 CT Longembolen	24-10-2022 14:30	Bestandsmap
2022-08 CT Whole Body kind - nucl. gen	15-9-2022 10:15	Bestandsmap
2022-09 CT hersenperfusie kadaver	26-10-2022 14:24	Bestandsmap
2022-10 Protocol whole body voor skelet...	7-11-2022 13:25	Bestandsmap
2022-11 CT Abdomen IQ CT12	10-11-2022 14:50	Bestandsmap
2022-11 Klacht IQ CT Abdomen - nucl	9-11-2022 16:13	Bestandsmap
2022-11 URO	8-11-2022 16:10	Bestandsmap

Conclusie

- Het FANC verplicht tot 2 optimalisatieprojecten/jaar in sommige diensten
- Het FANC suggereert een multidisciplinaire aanpak

- Het aanbod aan mogelijke projecten is groot
- De kwaliteitswinst die nog kan gehaald worden, is substantieel. Zie verder.

Bedanking

We ronden stilaan he werkjaar 2022 af. We zijn fier en een beetje overwerkt, en dat is jammer genoeg niet omdat we al klaar zijn met alles.

Dank aan al onze medewerkers

Dank voor jullie aandacht, en voor alle positieve ideeën.

You know what?
Enjoy a Christmas dinner as much as we do!



