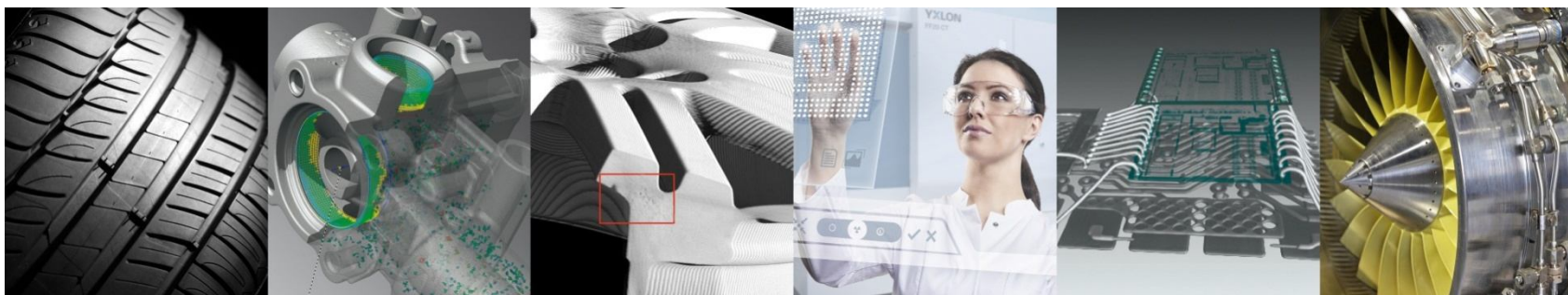


Bevezetés a komputertomográfia alapjaiba



Harnisch József

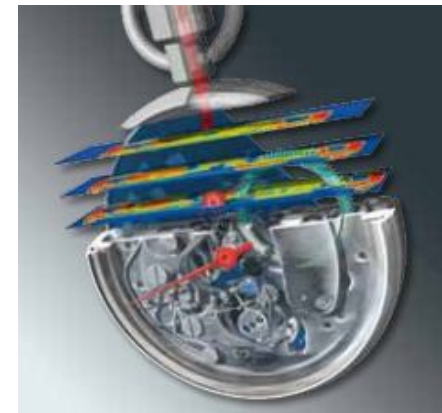
YXLON
Technology with Passion

Mi a komputertomográfia (CT)?

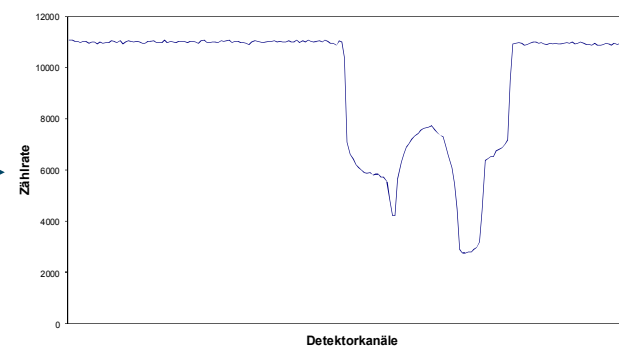
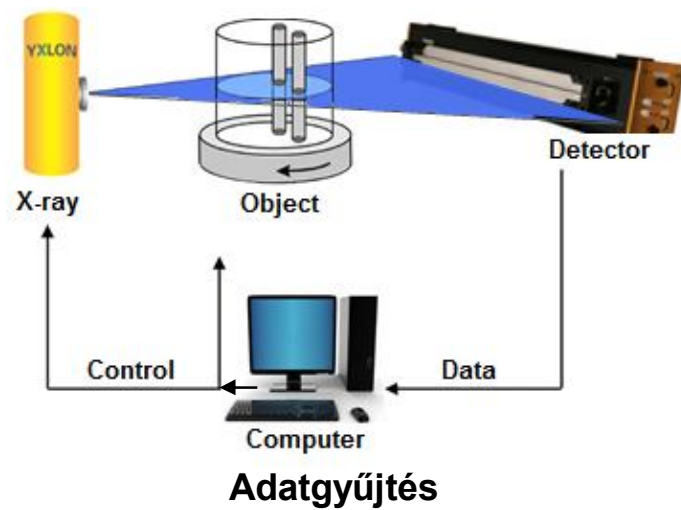
A tomográfia szó görög eredetű, a “ tomos” (szelet) és “graphein” (írni) szóösszetételből ered.

A CT vizsgálat egy tárgy belsejének 2 dimenziós keresztmetszeti térképét állítja elő.

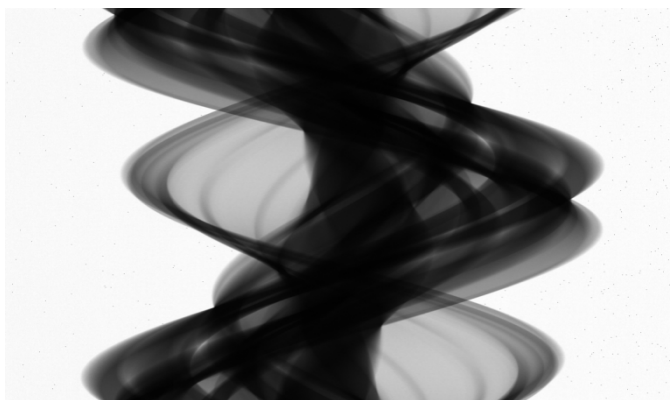
A CT kép sok különböző látószögből, nézetből származik, amelyekből a komputer hoz létre egy egységes képet.



A komputertomográfia folyamata



Abszorpciós profil



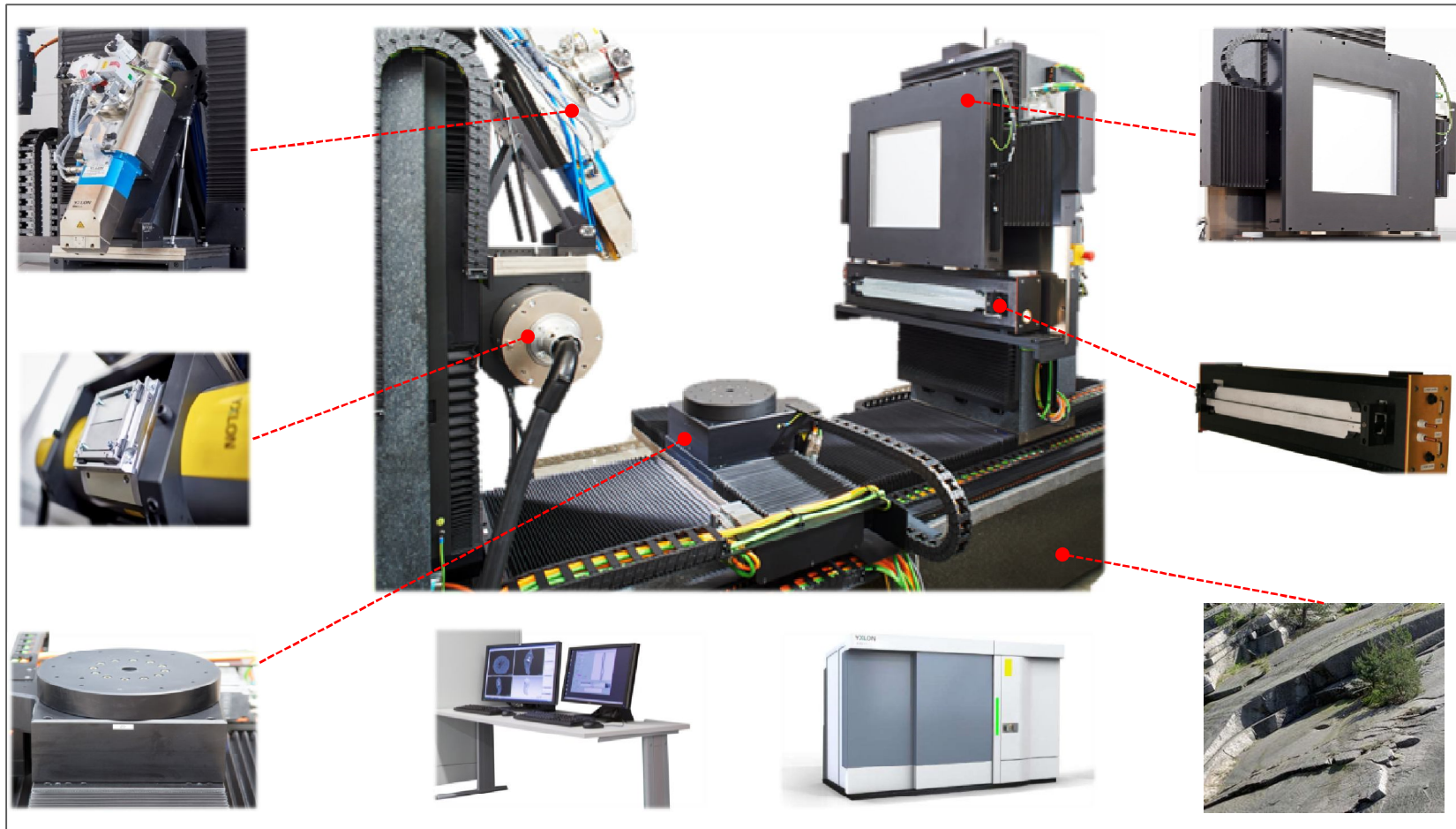
Szinogram



Rekonstrukció

CT összetevők

ÉPÍTŐELEMEK



Összetevők

Röntgenforrás

Mini-fókusz:

- Energia ~20 keV-tól ~600 keV-ig
- Teljesítmény :100 W up to ~1.8 kW
- Fókuszpont ~ 0.25 mm up to ~1 mm

Mikro-fókusz:

- Energia ~20 keV-tól ~750 keV-ig
- Teljesítmény: <1 W up to ~0.3 kW
- Fókuszpont ~1 μm up to ~300 μm



Stabilitás

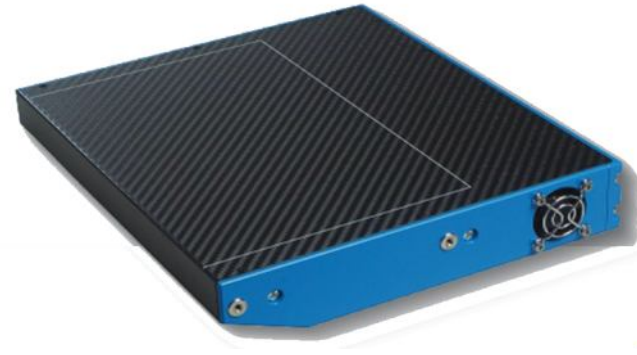


Összetevők

Röntgendetektor

Digital Detector Arrays (DDA):

- Pixel méret $\sim 50 \mu\text{m}$ -tól $\sim 400 \mu\text{m}$ -ig
- Képszám $\sim 2 \text{ fps}$ -tól $\sim 100 \text{ fps}$ -ig
- Általában választható fényerő (= érzékenység)
- Az elektronika árnyékolása szükséges!!!!



Line Detector Arrays (LDA):

- Pixel szélesség $\sim 80 \mu\text{m}$ -tól $\sim 800 \mu\text{m}$ -ig
- Hőmérséklet kontroll a stabil teljesítmény miatt.

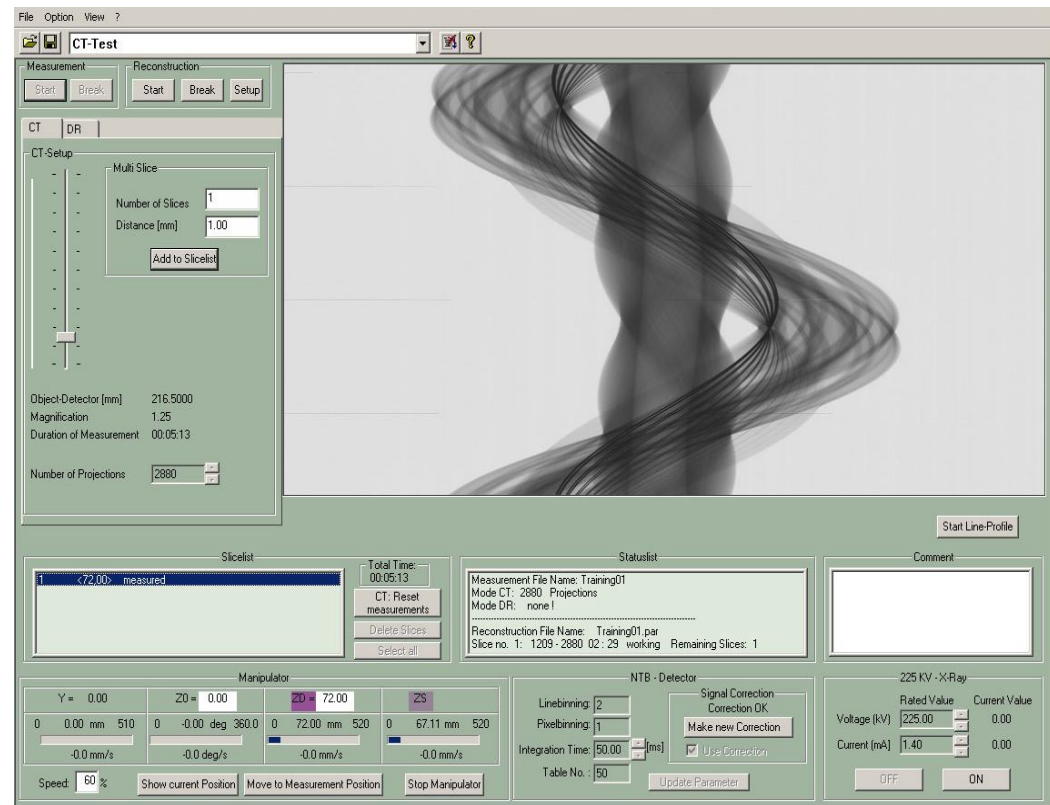


Összetevők

Szoftver eszköztár

Szoftvereszközök szükségesek:

- Könnyű használathoz
- Képkorrekcióhoz
- Képjavításhoz
- A kiváló megjelenítéshez
- Értékelési eszközökhöz
- Riportokhoz



Összetevők

A röntgen forrás fontos összetevői

kV:

- Potenciálkülönbség, az elektronok felgyorsításához a röntgen sugár kvantumjainak előállításához
- Penetráció = alkalmazási tartomány

mA:

- Felgyorsított elektronok a röntgensugár kvantumjainak előállításához
- Jel/Zaj viszony= Kép minőség

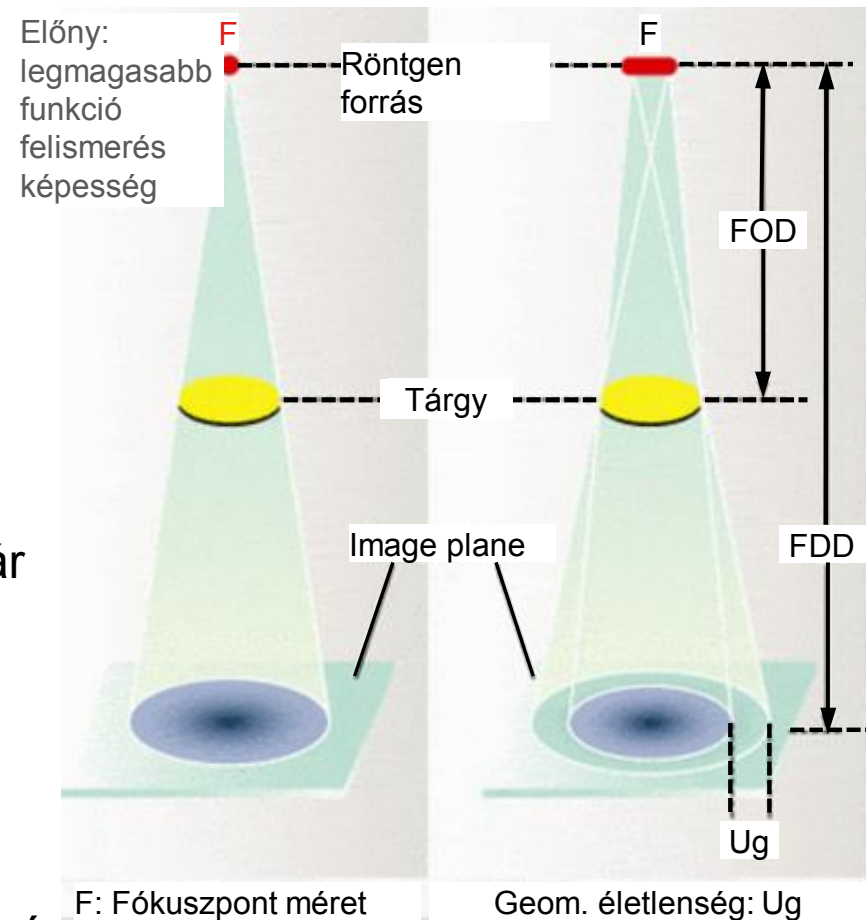
Fókuszpont méret:

- Meghatározza a geometrikus nagyítást/életlenséget = kép részletesség

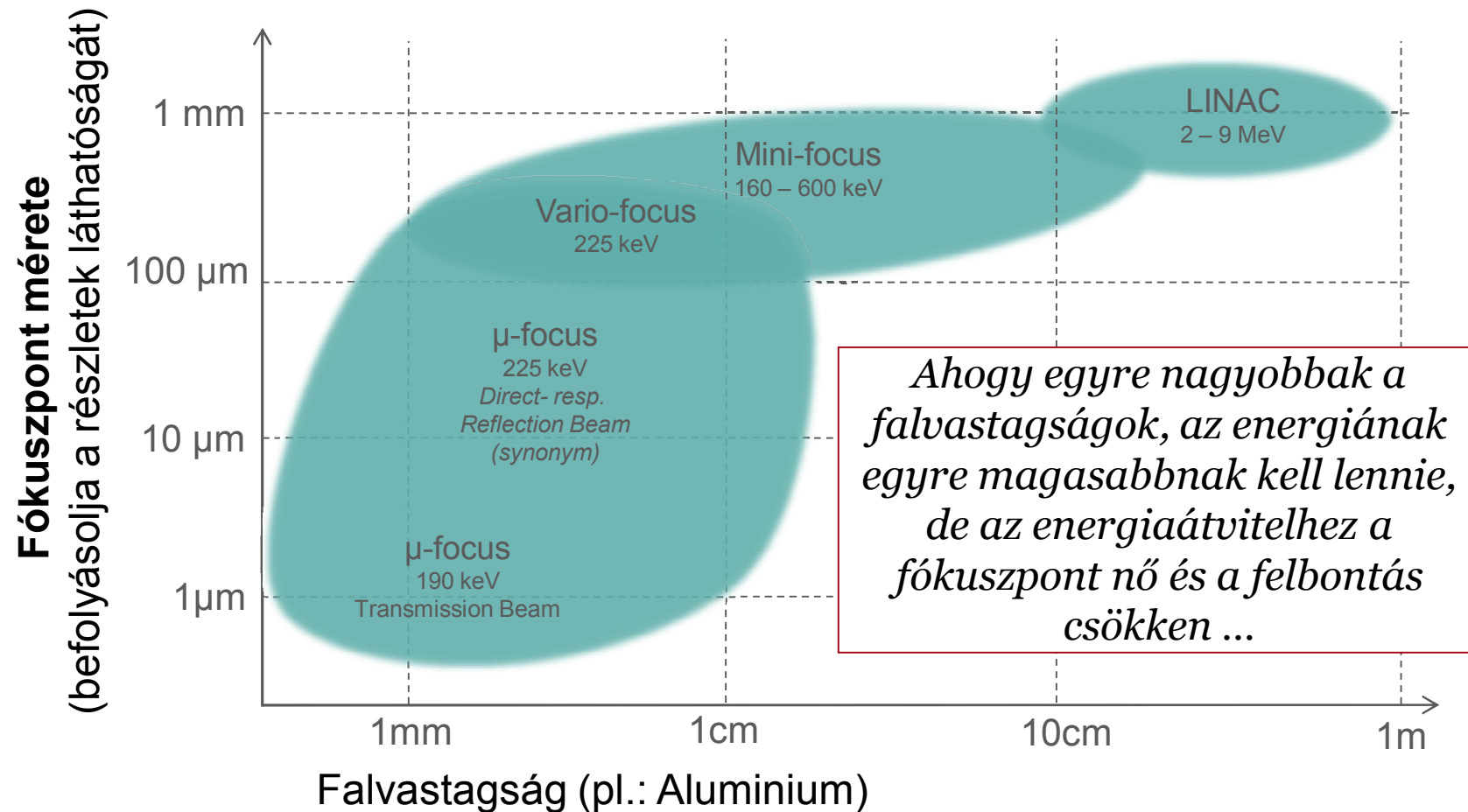
Megjegyzés:

A képminőség mindezek függvénye, úgy mint a teljesítmény, az áramsűrűség és a fókusz méret.

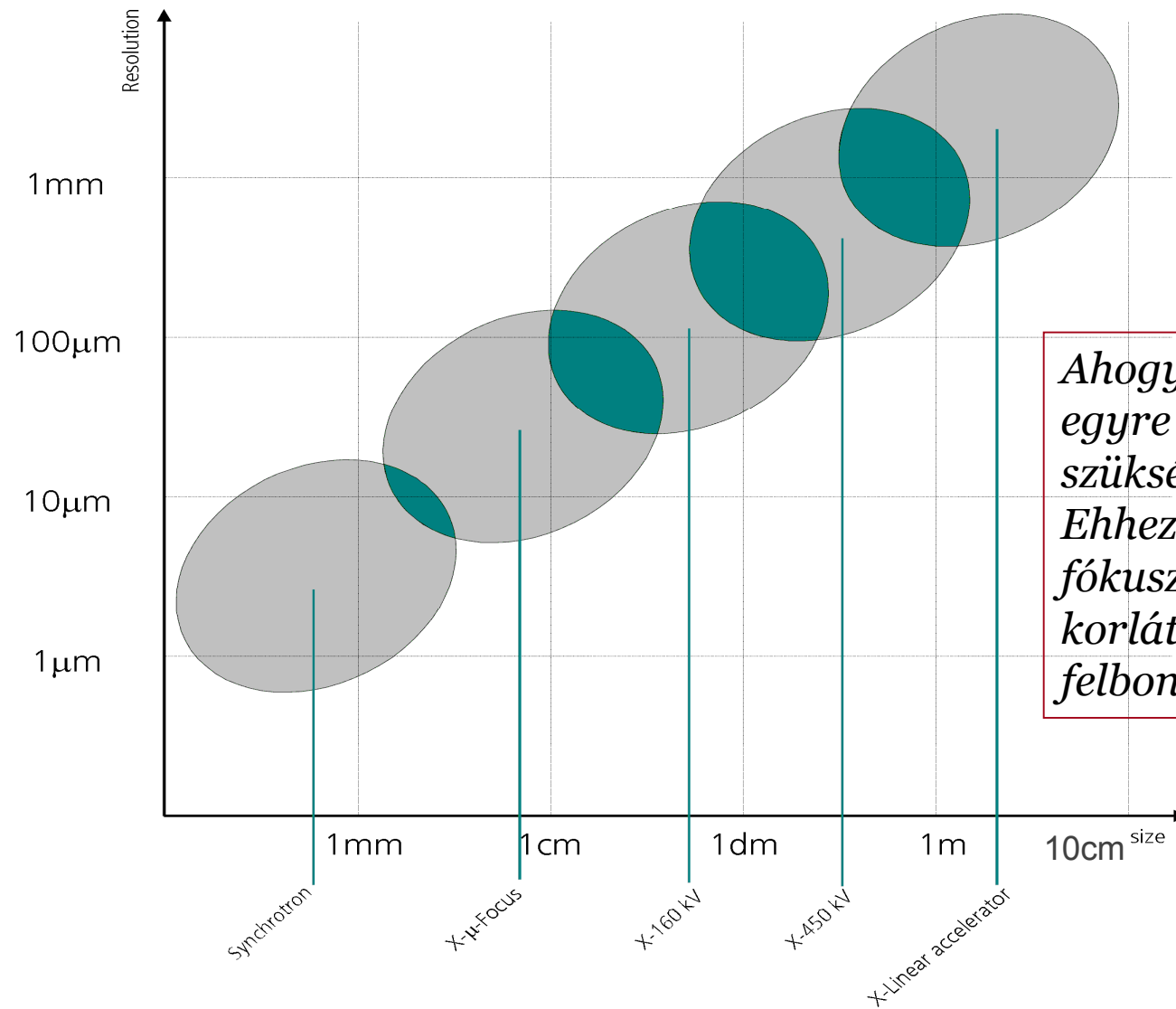
Nincs egy méret, ami mindenre jó



Fókuszpont méret kontra átvilágított vastagság

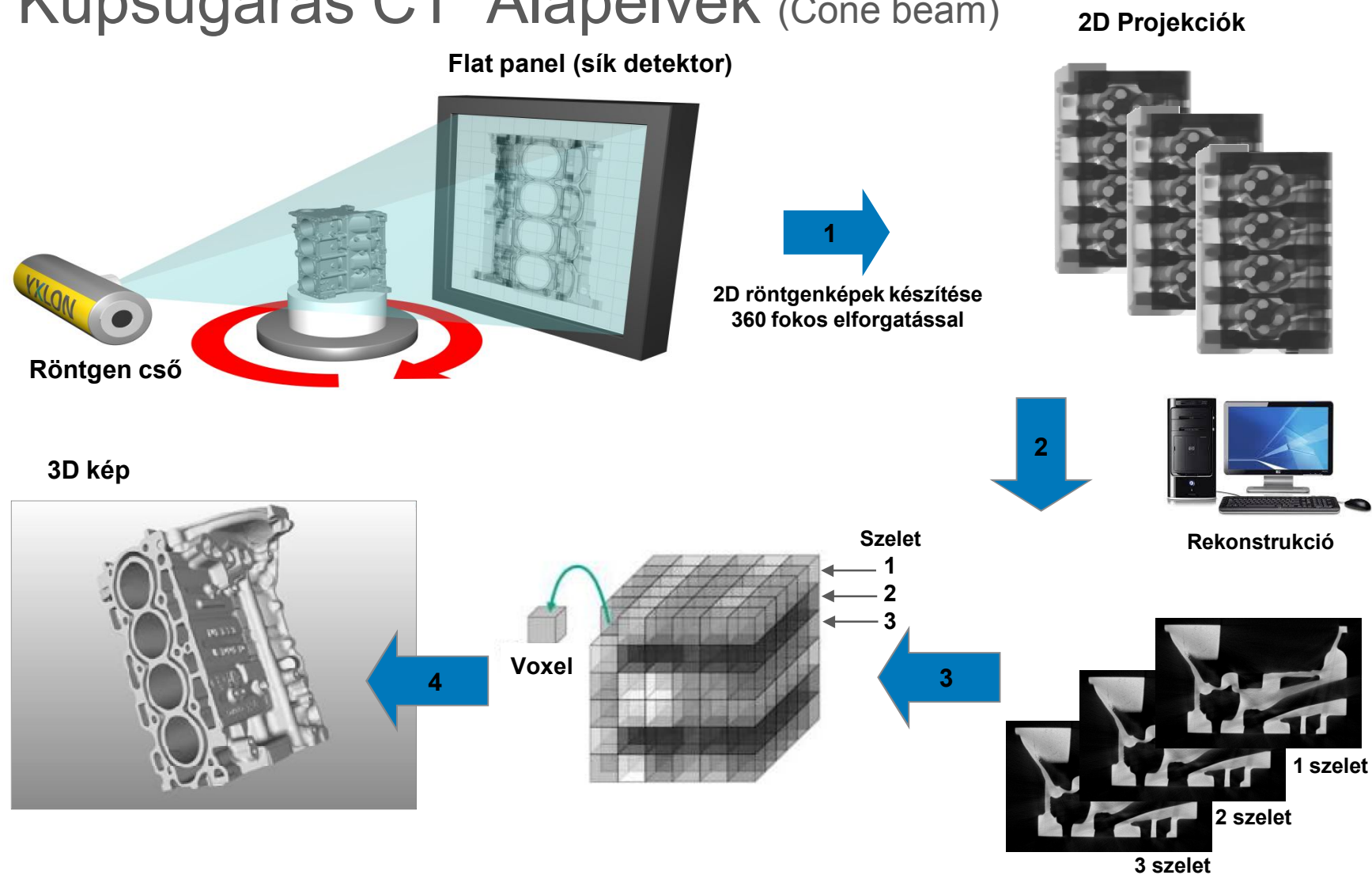


Felbontás kontra tárgyméret

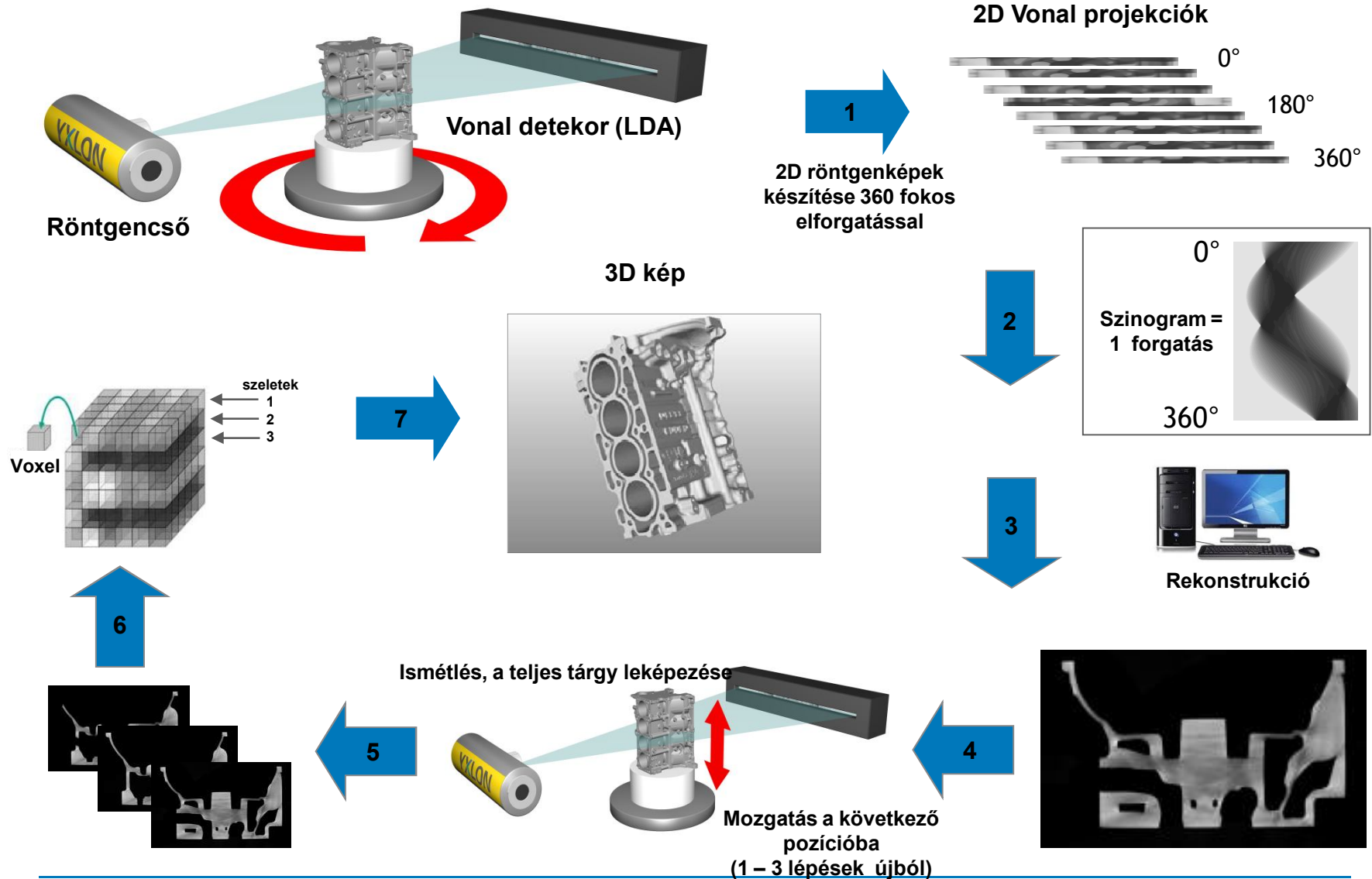


Ahogy a tárgyméret egyre nagyobb, a szükséges energia is nő. Ehhez növelni kell a fókuszpontot, ami korlátozza a lehetséges felbontást!

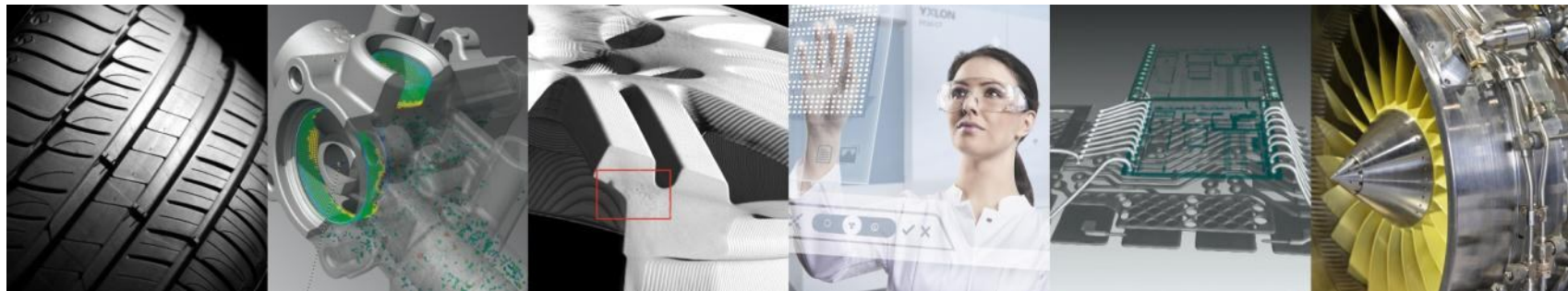
Kúpsugaras CT Alapelvek (Cone beam)



Legyező CT alapelvek (Fan beam)



A metrológia és a CT kapcsolata, lehetőségei



Mi a metrológia?

A metrológia a mérés tudománya, és különösen ipari összefüggésben a mérési tudomány alkalmazása a gyártásban és más folyamatokban.

Metrológia? = CMM (Koordinált mérési módszerek) ?



- Lézeres követő
- Mérési kar
- Fehér fény
- ... és a CT

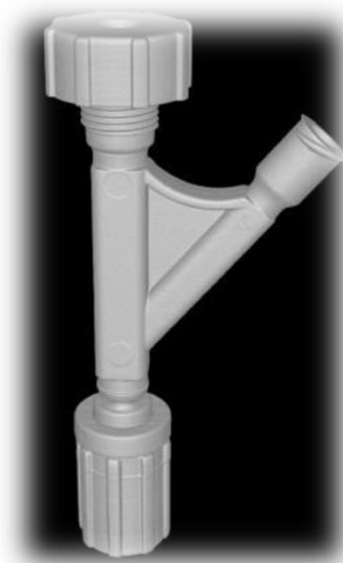


Alkalmazási példa

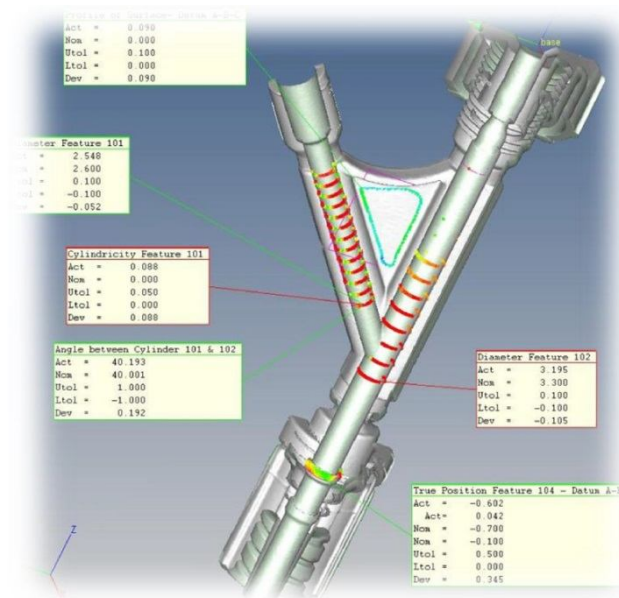
valós alkatrész



CT kép



metrológiai elemzés



- A keresztmetszet bárhova tehető
- Az összeszerelt alkatrészek ellenőrzése
- **CAD adattal összehasonlítás**
- Zöld: tűréshatáron belül
- Piros: tűréshatáron kívül

CT a metrológiában– Javasolt értékek

	CMM	CT
A vizsgálati eljárás időprogramja	40min 	1min 
Teszt idő	10min 	10min 
Mérési pontok	10 ³ 	10 ⁸ 
A teszt helyének klimatizálásnak költsége	100.000 	0 (included) 
A rendszer költsége	~100.000 	~350.000 
Pontosság	~1-10μ 	~4-50μ 
Belső struktúrák mérése	Nem	Igen
A komplex szerkezet mérése	Nem	Igen
Mérés archivált adatokban	Nem	Igen

Ahogy a CT technológia fejlődik, úgy a metrológia is előtérbe kerül mint új alkalmazás

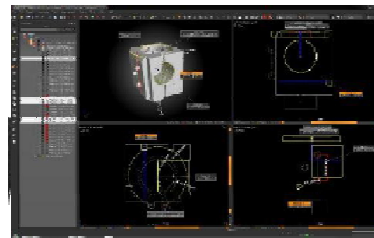
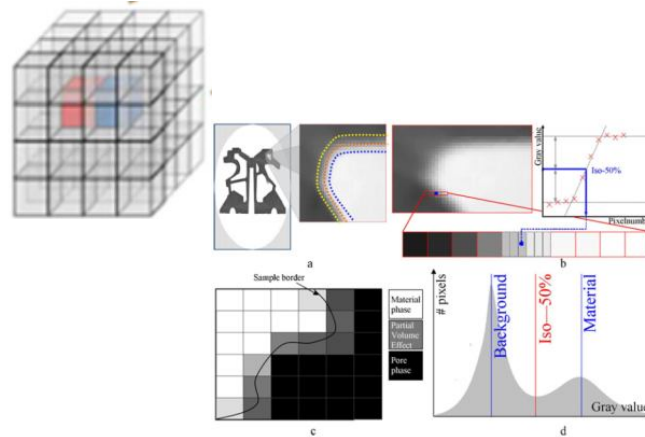
CT

+

Rekonstrukció és
Felület Extrakció

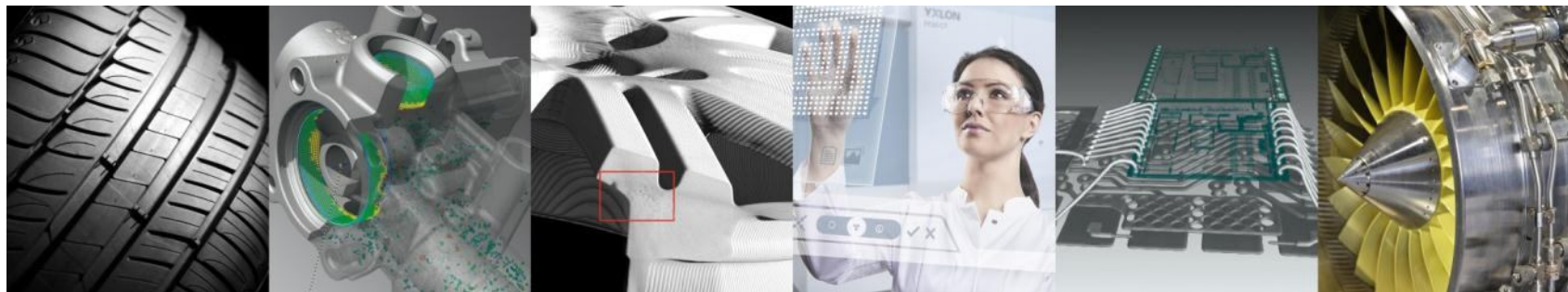
=

Tapintható CMM



GPS becslés
CAD összehasonlítás
Rész a részhez
összehasonlítás

A gyakorlat és a fejlődési irányok



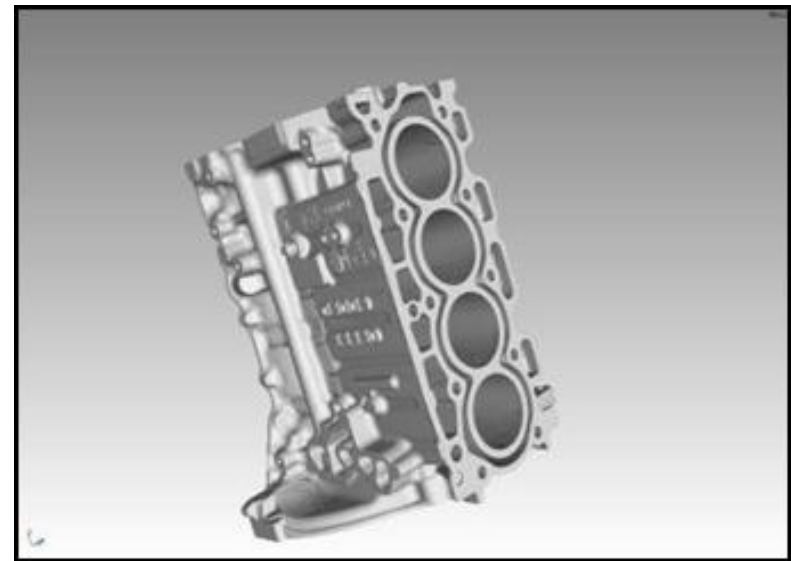
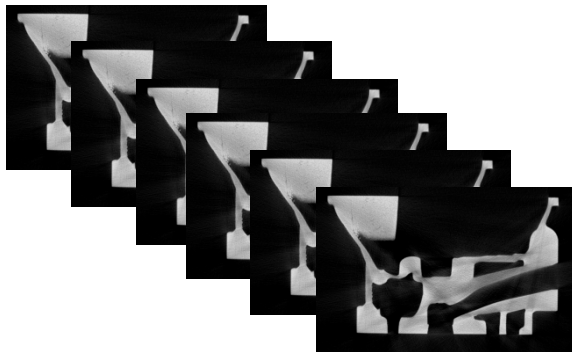
YXLON
Technology with Passion

Képösszeillesztés és -megjelenítés

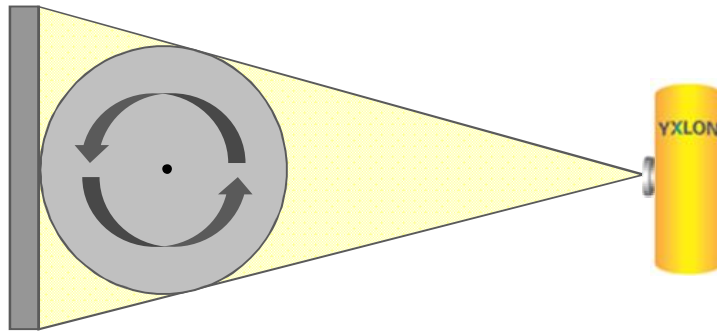
A statikus 2 dimenziós adat csoportokból (rétegfelvételek) egy reális 3 dimenziós modell előállítását képösszeillesztésnek nevezzük

A képösszeillesztés lehetővé teszi a kifinomult, fotorealisztikus látványtervezést és árnyékolást, átlátszatlanságot, kameraszög állítást, video készítést, stb...

Számos CT használó nem használja ki ezeket a lehetőségeket, helyette a 2 dimenziós szeletadatokról értékelnek.

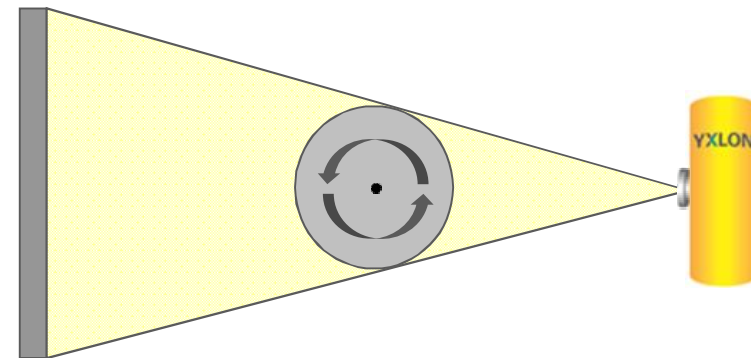


Látómező (FoV)



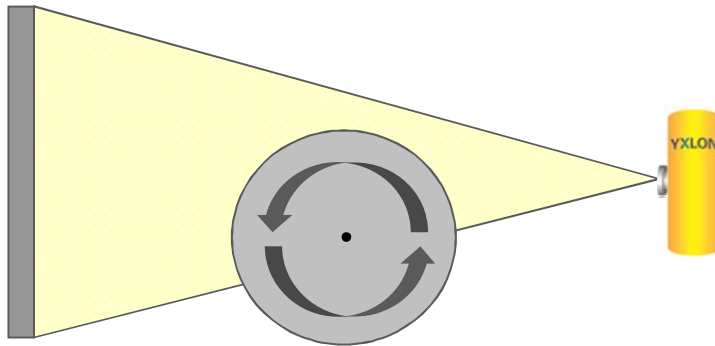
A legnagyobb FoV közel a detektorhoz - a részletességet főként a detektor pixel mérete határozza meg.

Mennyire illeszkednek a részek a képbe?



A geometriai nagyítás növelése csökkenti a látómezt, a részletességet főként a cső fókuszpont mérete határozza meg.

Látómező kiterjesztése(FoVE)



Hogyan tudok nagyobb részeket elhelyezni?
Két lehetőség van a látómező kiterjesztésére:

1) Szoftver használat a detektor „virtuális” növelésére (LDA) – A tárgy kilóghat a látómezőből, amely a minőség csökkenését vagy hosszabb szkennelést jelent.

2) A detektor mozgásával (DDA) további képek készítése – a szkennelés több időt vesz igénybe és szoftveres kezelés kell hozzá...

Képek

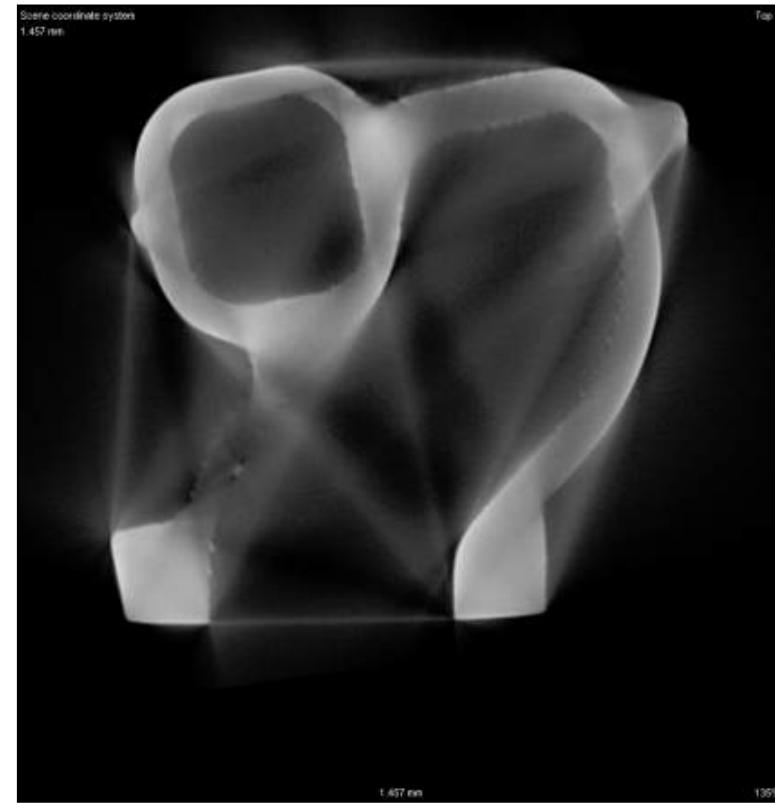
Penetráció hiánya

Következmény:

- Fekete területek az anyag belsejében
- Világos köd a levegőben
- Világos, éles csíkok a vonal mentén (Max. abszorpció)

Ellenintézkedés:

- Röntgen energia növelés
- Integrációs idő növelés



Képek

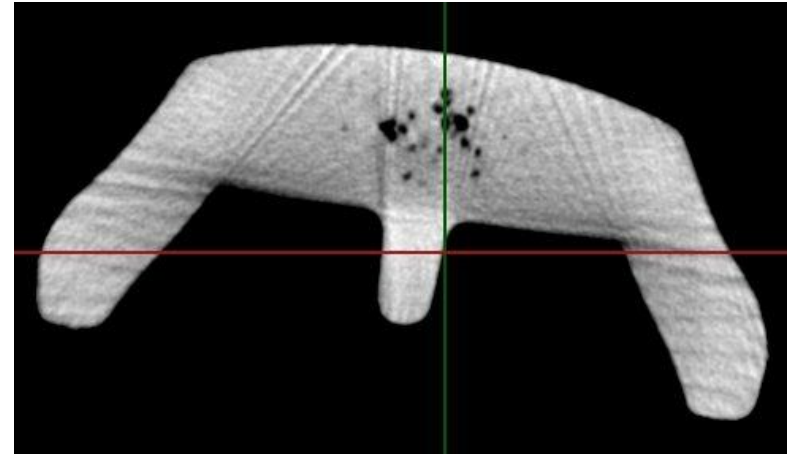
Alulvezérelt kép

Következmény:

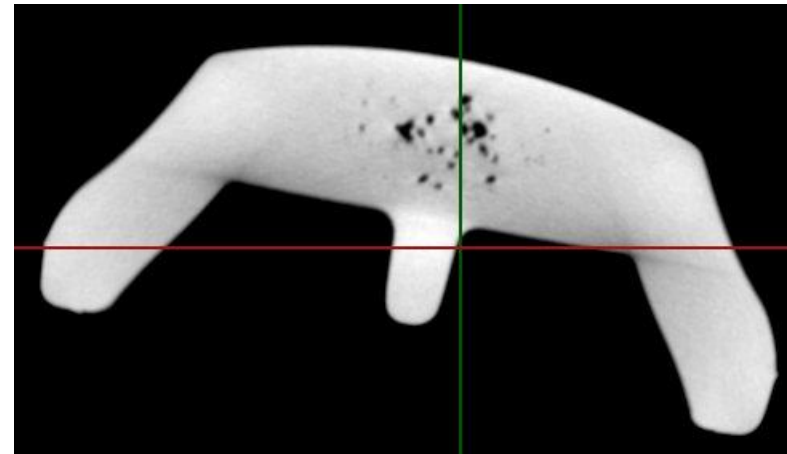
- Gyenge kontraszt
- Életlenség
- Csíkok

Ellenintézkedés:

- Projekciók számának növelése



108 projekció

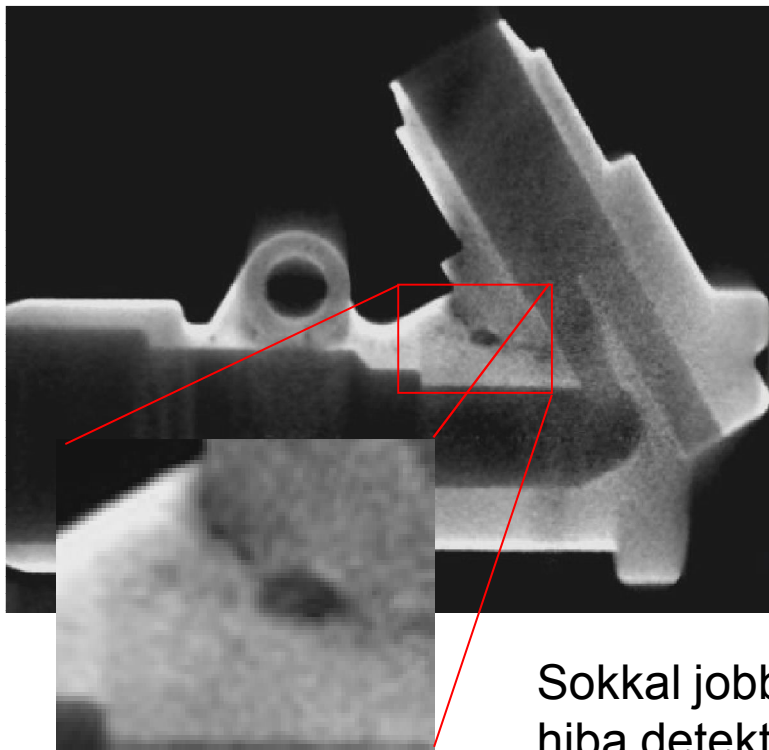


1080 projekció

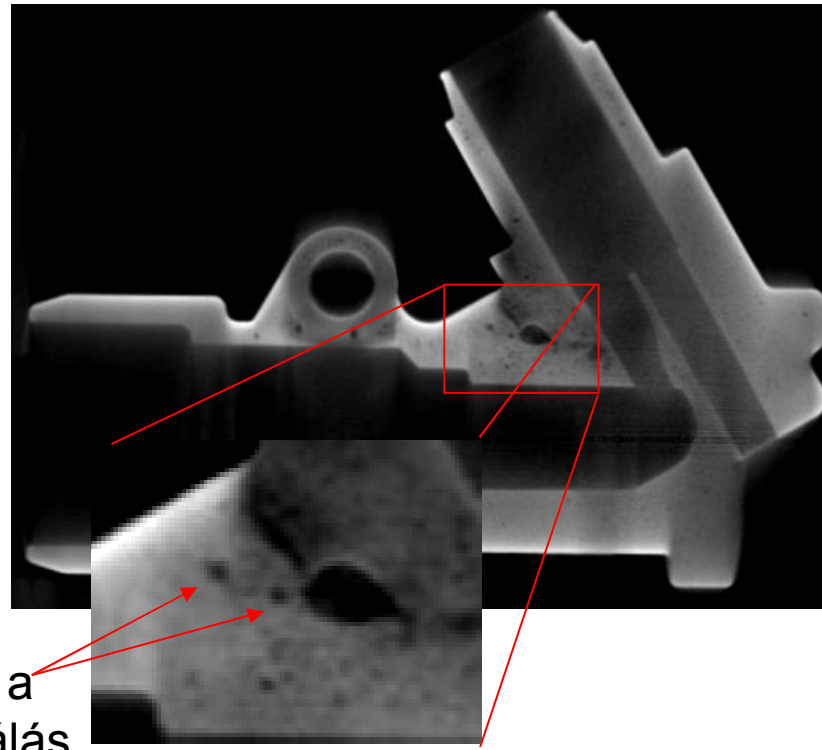
Képek

Kis integráció

Zajos kép:



Kevesebb zaj:



Sokkal jobb a
hiba detektálás

Detektor kalibráció

Kúpsugaras CT (Cone beam)

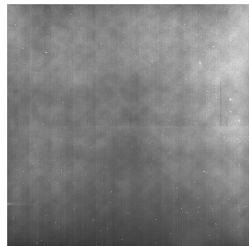
Kalibrálási eszközök - Digital Detector Array (DDA)

Automatizált felderítés és a rossz pixelek eltávolítása

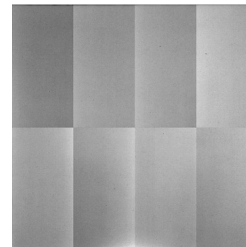
Offset korrekció

Multi-Gain korrekció

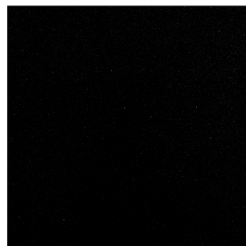
A detektorok Multi-gain és offset korrekciói (YXLON szoftver)



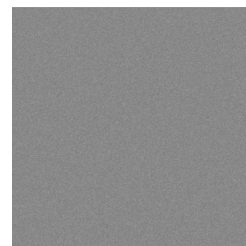
Nincs offset korrekció:
Nincs rtg sugár, a
pixelek mutatják a jelet



Offset korrigált kép rtg
sugárral de gain korrekció
nélkül



offset korrekció után:
Nincs rtg sugár, és az
összes pixel "fekete"



Offset korrigált kép rtg
sugárral de van gain
korrekció

Helical, csigavonalas CT (Spirál CT)

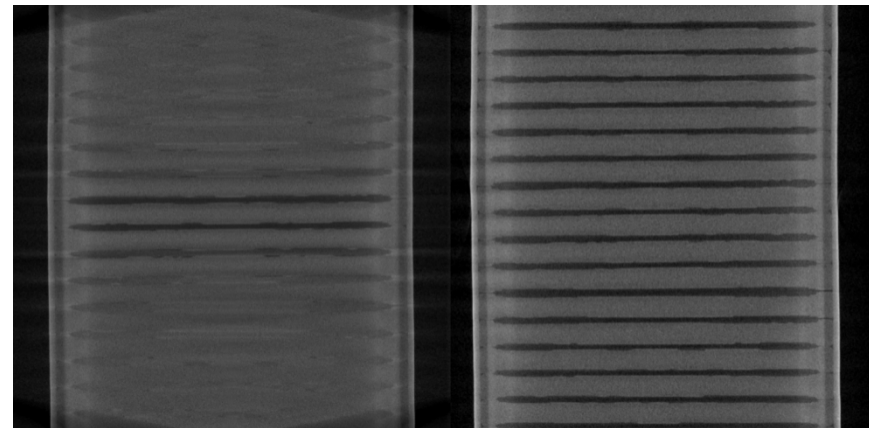
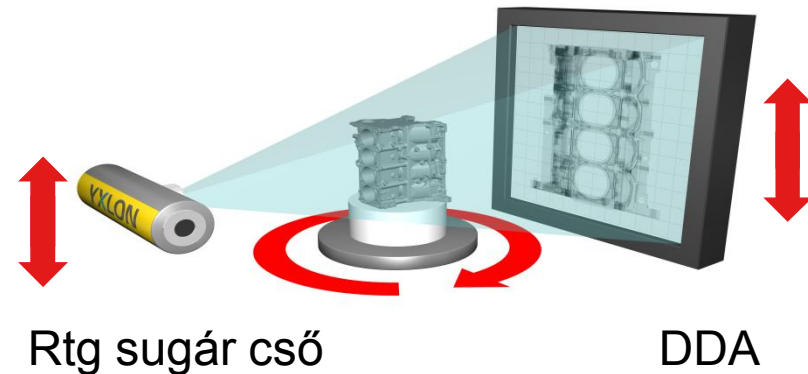
Alapelvek:

- Mindkét fogatás és függőleges mozgások egyidejű végrehajtása – Együtt csigavonalas hatás



Előnyök:

- Kerülni kell a gyűrűs képeket ugyanolyan felbontással a teszt darabon keresztül.
- Hosszabb sugárzási szögnél jobb képminőség
- Különösen megfelelő magas alkatrészeknél az illesztett képek elkerülésére

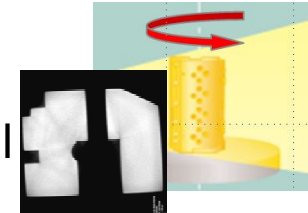


Szkennelési Technikák (általános összehasonlítás)

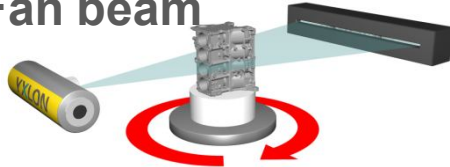
Kúp sugaras CT Cone beam



- Gyors szkennelési sebesség
- Térfogatok szkennelése 1 forgatással
- Nagyon jó képminőség – alacsony kV-nál
- Több szórt sugárzás



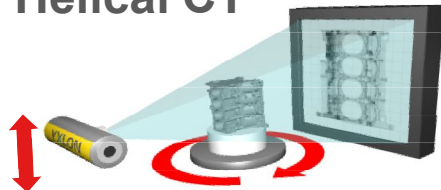
Vonal sugaras CT Fan beam



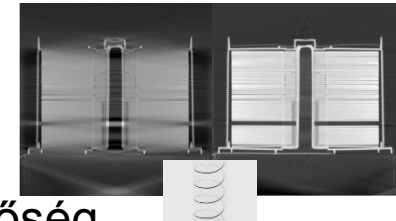
- Hosszabb szkennelési idő (kivételek)
- Képek csökkentése
- Tökéletes nagy energiájú alkalmazásokhoz 15MeV
- Jobb eredmények a dimenziós méréseknél



Helical CT



- Magas tárgyak (illesztés nélkül) vizsgálata
- Képek csökkentése
- Egyidejű forgatás és emelés
- Nagy sugár szög esetén jobb képminőség



YXLON aktuális CT összehasonlítás



	Y.CT Compact	Y.CT Precision	Y.CT Modular
Rész méret*	+	++	+++
Anyag sűrűség	++	+	+++
Rész súly*)	+	+	++
Láthatósági részletesség*)	++	+++	+++
2D (Digital Radioscopy)	n/a	✓	✓
Csigavonalas CT	n/a	✓	✓

*) FF20 és FF35 mérés technikai CT rendszerek nem szerepelnek az összehasonlításban

Köszönöm a figyelmet!

