



# Fejlesztés és tesztfejlesztés az intervenciós radiológiában

Turák Olivér  
Fizikus, Integrációs és verifikációs  
mérnök

GE Healthcare  
**Imagination at work.**



# Intervenciós röntgen berendezés

## Vascular Innova érsebészeti röntgen gép



### Meglehetősen összetett technológiájú gép:

- Több, mint 5 alrendszer van integrálva, amelyek különböző technológiákat alkalmaznak:
  - Windows, VxWorks, Linux, beágyazott rendszerek
  - több, mint 5 millió kódsor
- több száz HW elem



### Meglehetősen széleskörű használat

- szívműtétek (szívinfarktus, szívritmus zavar)
- agyi ér problémák (agyvérzés, aneurizma)
- rák gyógyítás
- sebészeti beavatkozások (gerincműtét)

hogy minimálisan invazív terápiát alkalmazhassanak.



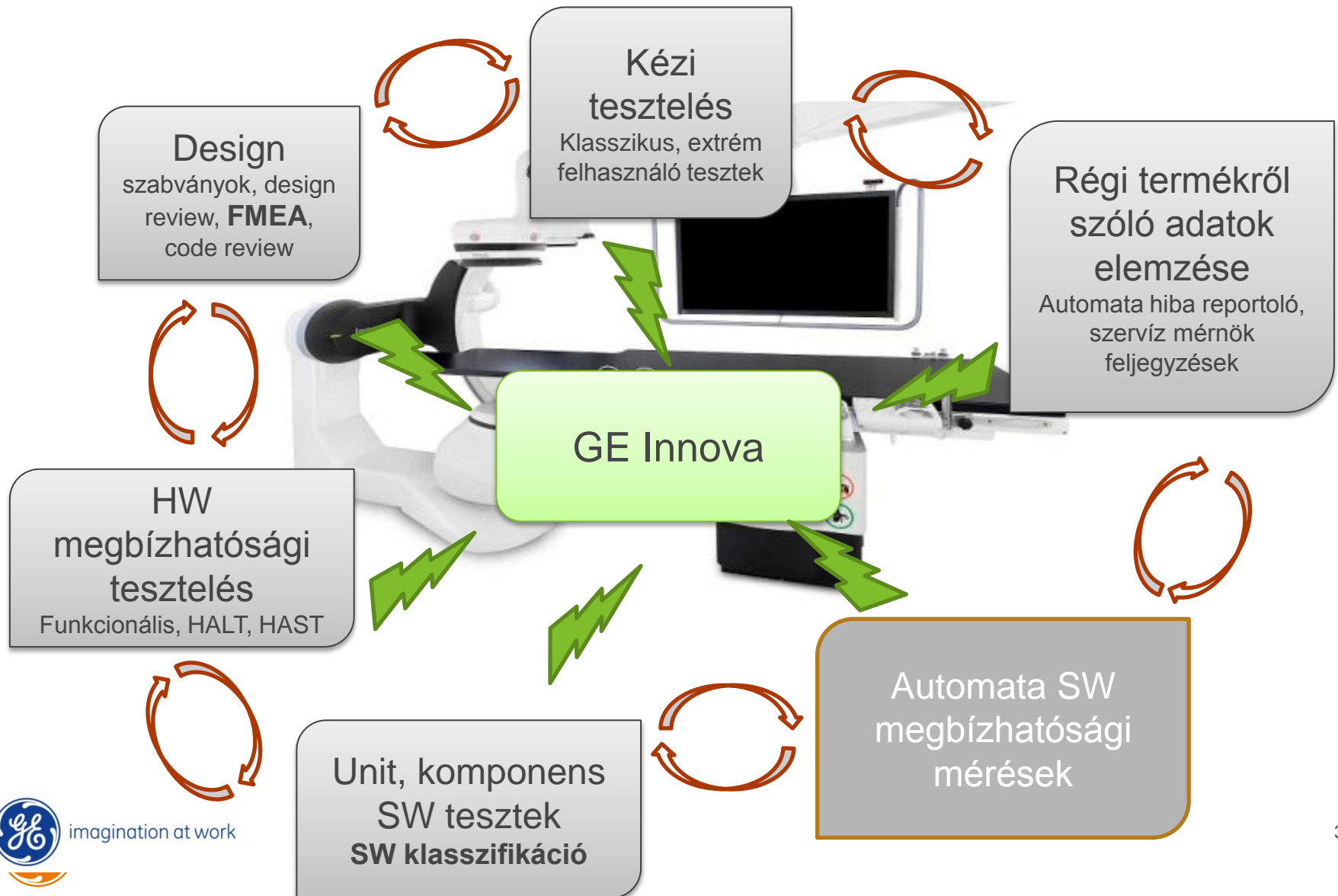
### Meglehetősen nagy termékfejlesztési projekt:

~1-1.5 év az projekt alapítástól a fejlesztés végéig

~40-150 mérnök dolgozik a fejlesztésen, integráción és tesztelésen

Erősen szabályozott fejlesztés (FDA)

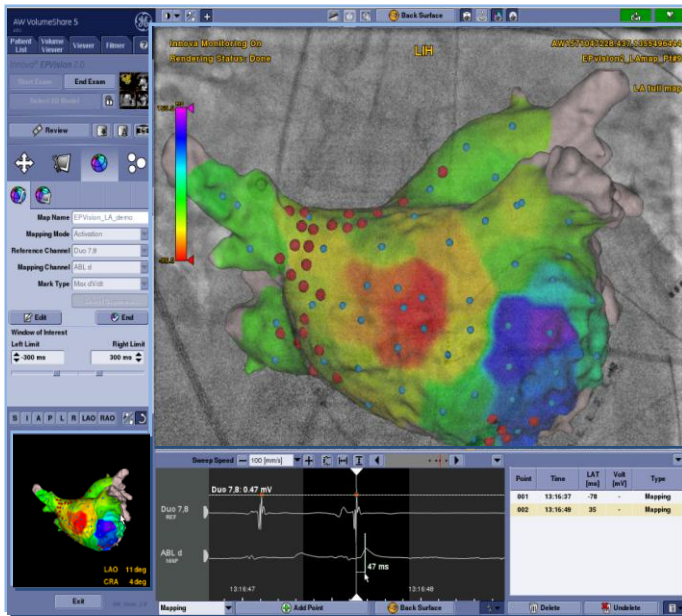
# Fejlesztés és tesztelés



# Fejlesztés

Megfelelés:

1. Hatósági követelmények
2. Felhasználói követelmények
3. Saját követelmények



Főbb fejlesztési irányok:

Dóziscsökkenés  
(7,5fps->3.75fps)

Helykihasználás (műtő)

Vision applikációk



# Tesztfejlesztés

Részvétel a fejlesztésben

Tesztfejlesztés:

- meglévő tesztek fejlesztése
- új tesztkészletek készítése

Tesztkörnyezet fejlesztése

Teszteszközök fejlesztése (HW, SW eszközök)

**„Test Design” - (Mit és miért tesztelünk!!!)**

- Komplex gondolkodás
- Tesztesetek csökkentése
- A tesztelés dózisének csökkentése
- Energia és kapacitás megtakarítás



# Tesztelés

Kulcs a termék gyártásba kerüléséhez!

Hibamentesség bizonyítása!

Teszteléssel bizonyítjuk a termék megfelelését a követelményeknek (hatóság, felhasználó, saját)

Rendszertesztelés

kb. 100 tesztkészlet (dózis, detektor, képminőség, pozicionáló)

kb. 20 dózisteszt

pl. Hatósági dóziskorlátok tesztelése, Átvételi tesztek, Dózishatékonyság, etc.



# Dózishatékonyág tesztelése

## konkrét példa

Követelmény (kb. 40 db):

„The system shall provide two levels of Fluoro Detail, called Normal and Low. Low detail dose shall be at most 50% of Normal detail dose, both doses being measured in the same conditions, at 20 cm of PMMA.”

Rendszer: Single Plan, Biplane

Detektor: 20 cm, 30 cm, 40 cm

Monitor: 19”, LDM (kb. 50”)

COUNTRY = [BELGIUM, USA, OTHERS, NEWZEALAND, JAPAN, DENMARK, AUSTRALIWA, CANADA]

PLANE = [FRT, LAT, BPF, BPL]

AUTOEXPPREF = [IQSTD, IQPLUS, RDLSTD, RDLPLUS ]



**Exposure Dose**

0.0 min	X-ray time	0.0 min
0.0	Rate (mGy/min)	0.0
0	Cumulated (mGy)	0
0	DAP (Gy.cm²)	0

DAP Frt+Lat (Gy.cm²) 0

Rec. Auto-exp. RDL Plus

Fl. Auto-exp. RDL Plus

Fl. Strategy Balanced IQ

**Protocols**

**Abdomen**

- 1 Abdomen dose limited
- Aorta
- Needle Placement
- Pelvis
- Record Dose Limited Needle
- Single Shot
- Cardiac & Combo
- Chest

**PATIENT BROWSER**

Network status	Last exam...	Name	Identification #	Date of birth	Sex
FAILED	11-May-2014	AAA	AAA	23-Aug-1968	F
FAILED	11-May-2014	@AA	@AA	23-Aug-1968	F
FAILED	11-May-2014	AA?	AA?	23-Aug-1968	F
FAILED	11-May-2014	AA>	AA>	23-Aug-1968	F
FAILED	11-May-2014	AA=	AA=	23-Aug-1968	F
FAILED	11-May-2014	A?A	A?A	23-Aug-1968	F
FAILED	11-May-2014	A>A	A>A	23-Aug-1968	F
FAILED	11-May-2014	A	A=A	23-Aug-1968	F
FAILED	10-May-2014	?AA	?AA	23-Aug-1968	F
FAILED	10-May-2014	>AA	>AA	23-Aug-1968	F

New Patient

New Exam

Delete

Info

Network

**Image Display**

Rotation Shutter

Patient Position

Frt Lat

H V Image Flip H V

20 cm FOV 20 cm

**WORKLIST BROWSER**

Patient name	Identification #	Date of birth	Sex
Req. proc. description	Req. proc. ID	Proc. Step Description	Accession number
AA,	AA	23-Aug-1968	F
└ AA	AA	AA	AA
└ AA	AA	AA	AA
└ A A,	A A	23-Aug-1968	F
└ A A	A A	A A	A A
└ IAA,	IAA	23-Aug-1968	F
└ IAA	IAA	IAA	IAA

Date & time: 07-Aug-2000 18:54

Last update: 11-May-2014 06:54

Send To aw-lin-bud03

Refresh

Settings / Search

Add to Database

**Record**

Segment ① ② ③

Frame rate 4 fps 2 fps 1 fps

Duration 5 s 5 s 10 s

Detail Normal

Subtraction

Auto Inject Iodine

Injection Delay 0.5 s

X-ray Delay 0 s

Plane select: Frt Lat

0.1 mmCu	0.0 mmCu
90 kV	0 kV
59.4 mA	0 mA
33 ms	0 ms

**Fluoro**

Frame rate 15 fps

Detail Low

**Biplane Technics**

Frt	Lat
0.0 min	0.0 min
0.9 mmCu	0.9 mmCu
70 kV	70 kV
5.7 mA	8.9 mA



# Dózishatékonyság tesztelése

ACQMODE = [FLUORO, ROADMAP, FL\_SUB, DYNAMIC, IC, DSA, INNO\_3D, INNO\_CT, BOLUS]

FLDOSEREDSTR = [BALANCEDIQ, MAXDOSERED]

FRAMERATE = [ANY, 0.5, 1, 2, 3.75, 5, 7.5, 15, 25, 30, 50, BOLUS\_1]

PEDIATRIC = [ADU, PED, NEO]

DETAIL = [L, N]

ROTSPEED = [ANY, 10, 16, 20, 28, 40]

FOV = [MAG0, MAG1, MAG2, MAG3, 40, 32, 30, 20, 17, 16, 15, 12]

PMMA = [PMMA20, PMMA10]

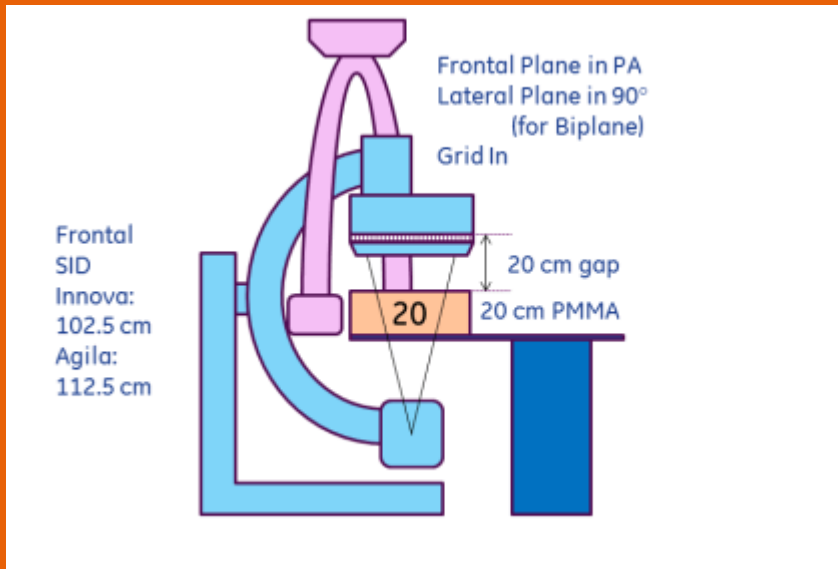
GRID = [IN, OUT]

SID3D = [ANY, MAX, LOW]

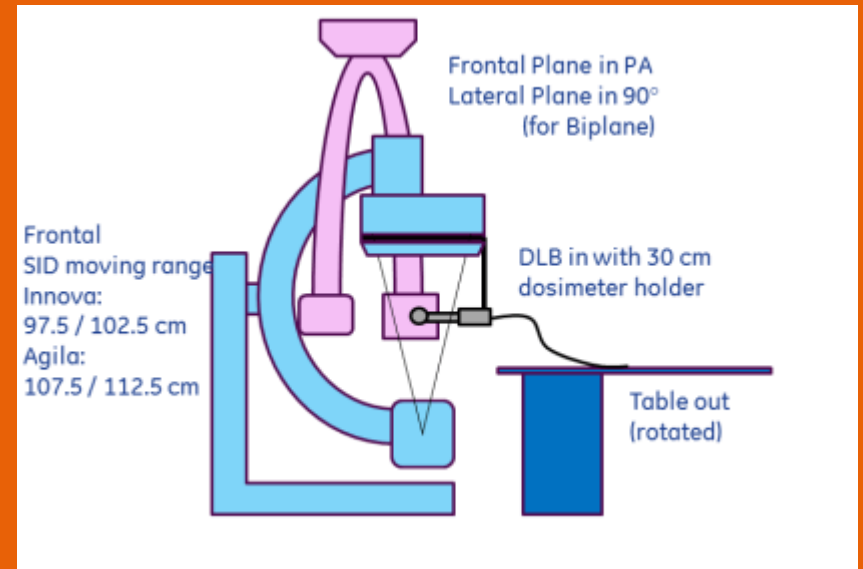


# Mérési elrendezés

## I. Technika felvétel



## II. Dózismérés



# Teszt eredmények

Test Results - Windows Internet Explorer

C:\work\TestTP\DoseEfficiencyforAutomation\AssumptionValidation\AssValid2014\_04\_29\ReportDetailed.html

GE Identity Manager

insideGE : Home MyWorkshop SZTAKI Szótár | angol - mag... Test Results

## Test Results

Test Execution information	
Test executor name:	Olivd'z'r Turd'z'k
Test execution date:	29 d'z'pr 2014
System type and location:	VS1 Buda
System release ID:	Ginkgo_1.18
EVA Tool revision:	EVA Tool AppRev 1

Test Selection by Fixed Variable declaration	
SYSTEM	IGS630

Test Result Summary	
TP had FAILED Test Cases	
Test ID	Result
TPR_168	PASS
TPR_302	PASS
TPR_170	PASS
TPR_306	PASS
TPR_174	PASS
TPR_308	MISSING INFO
TPR_197	FAIL
TPR_172	PASS
TPR_304	PASS

Computer | Protected Mode: Off 125%



# Dózishatékonyság

Fenti paraméterek kombinációja adja az összes tesztelendő esetet, ami több 100 óra tesztfuttatást jelent test design nélkül

Test design esetén 20 %-ra csökkenthető a tesztfuttatás

Kb. 80 % idő és dózismegtakarítás!



# Összefoglalás

Komplex rendszer

- több száz HW elem
- több mint 5 millió kódsor

Erős hatásági követelmények

Magas felhasználói elvárások

Fejlesztés: Dóziscsökkenés, Helykihasználás, Vision

Tesztelés-tesztfejlesztés (24h, 100 tesztkészlet)

Erős test design (kulcs a tesztesetek és dózis csökkentéséhez)

Dóziscsökkenés:

Páciens, Orvos, Tesztelő, Környezet



Köszönöm a figyelmet!



