



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Modulární multiprocesová aplikace pro číslicové řízení experimentálních zařízení

Fakulta dopravní ČVUT, Ústav mechaniky a materiálů

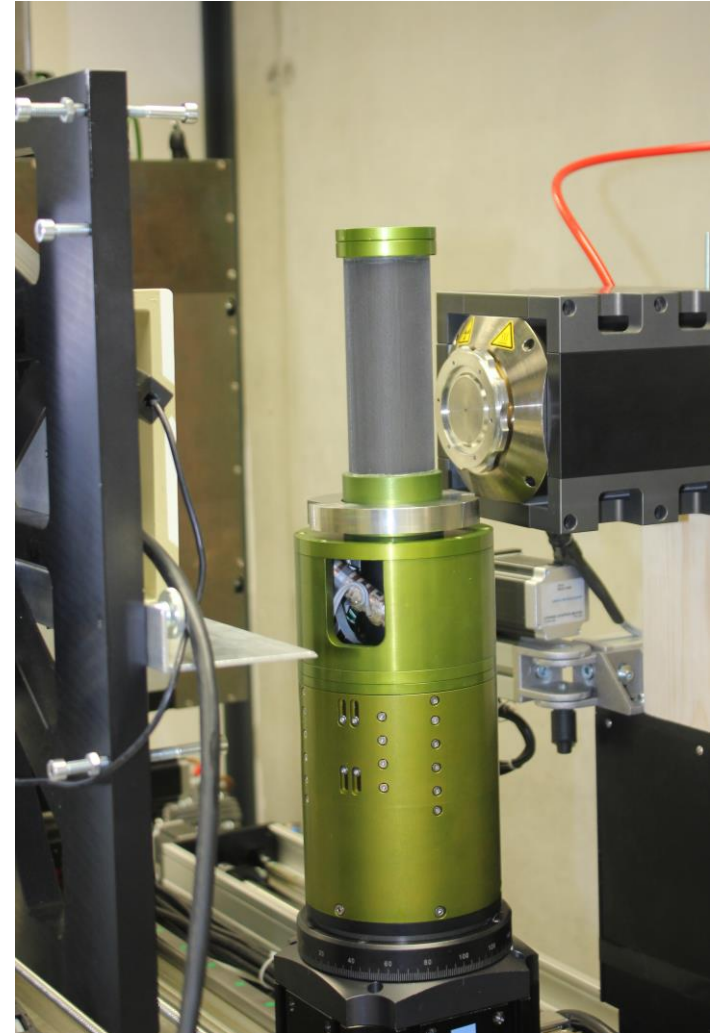
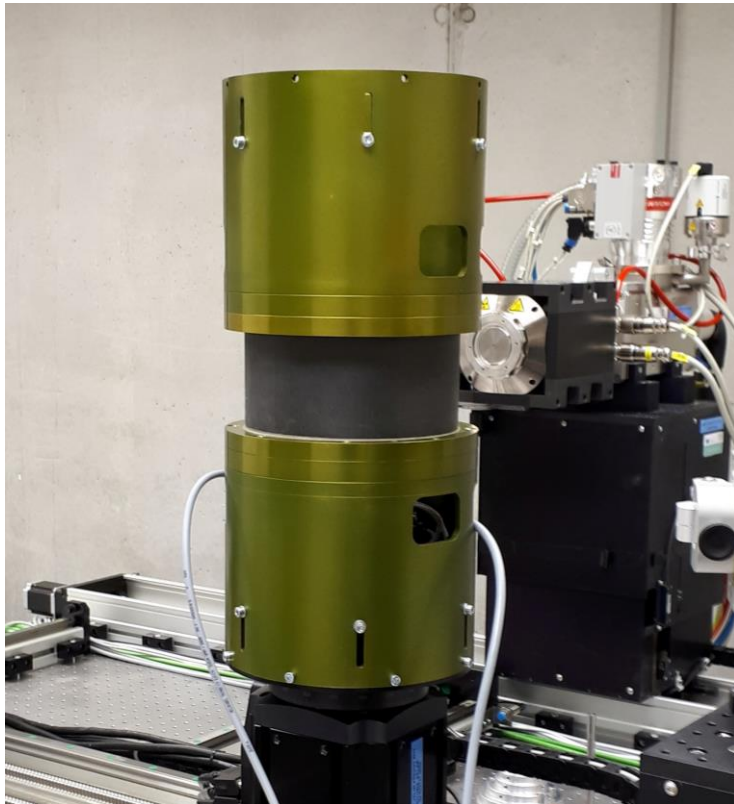
Ústav teoretické a aplikované mechaniky Akademie
věd České republiky, oddělení biomechaniky

Ing. Václav Rada

2019

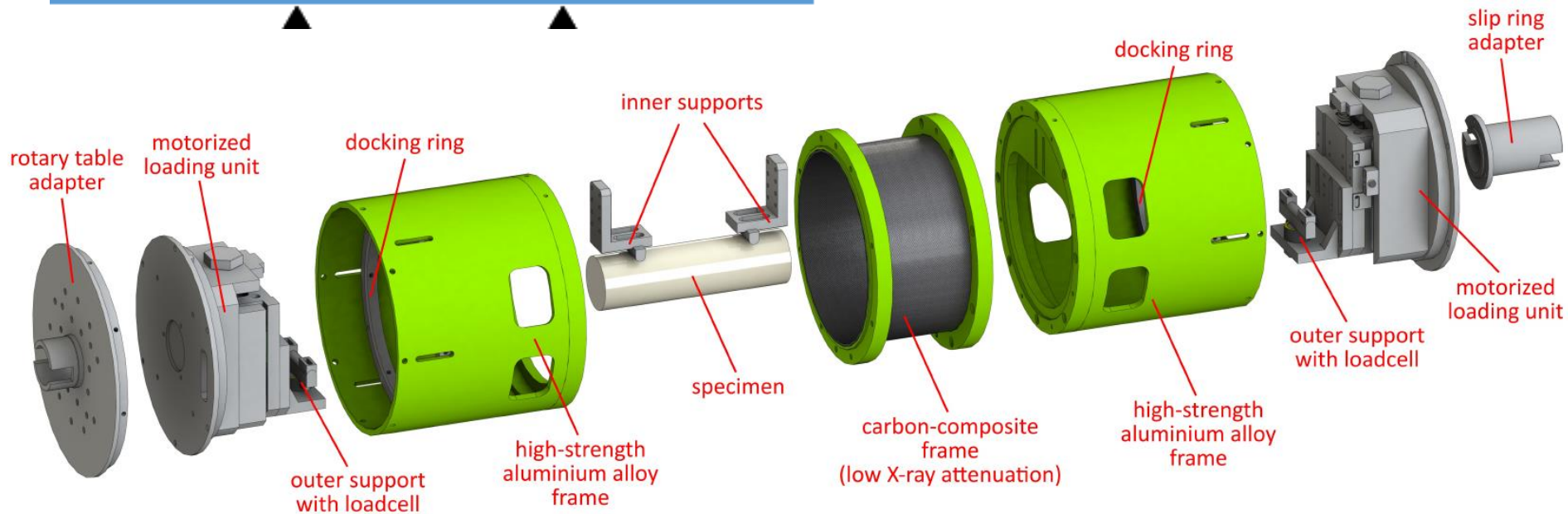
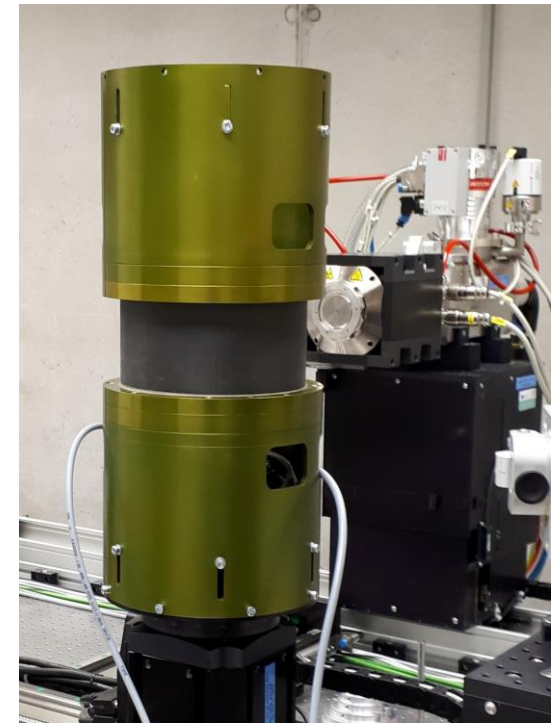
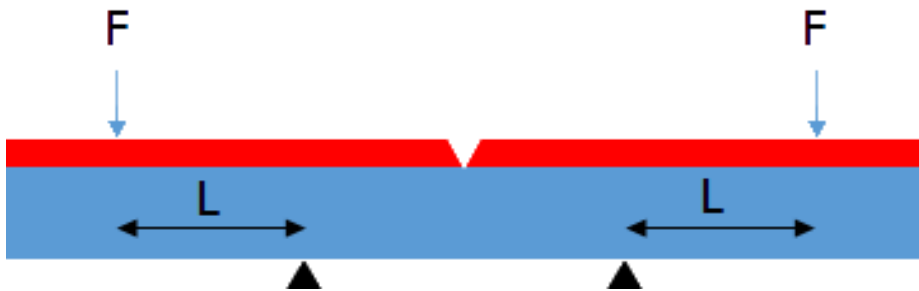
Experimentální zařízení

- Motorizované osy
- Krokové/servo/lineární motory – pohon os
- Koncové spínače – limity os
- Enkodéry – kontrola polohy
- Senzory – siloměry, teplotní čidla

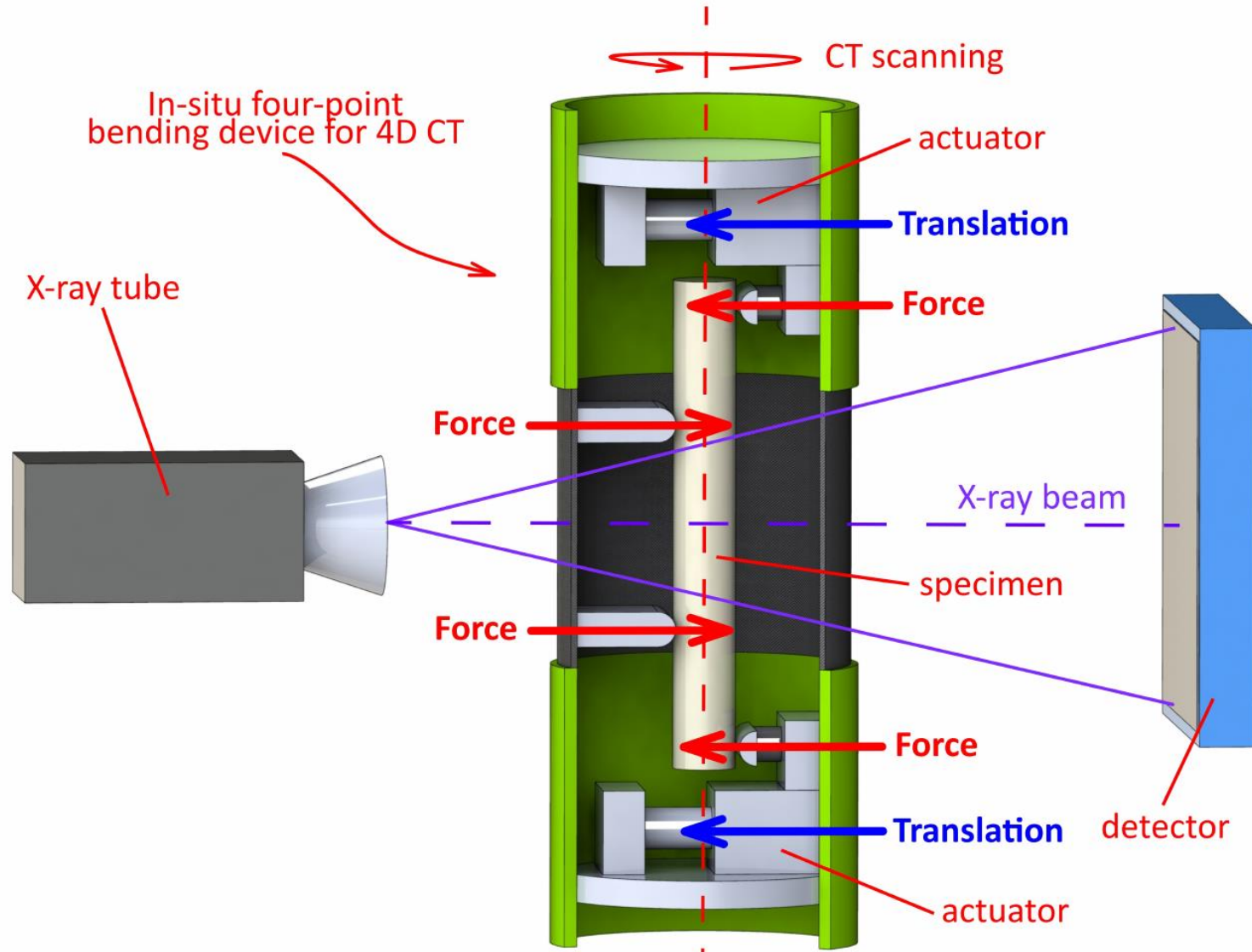


Experimentální zařízení

- 2 zatěžovací osy
- 2 siloměry
- 2 pevné podpory

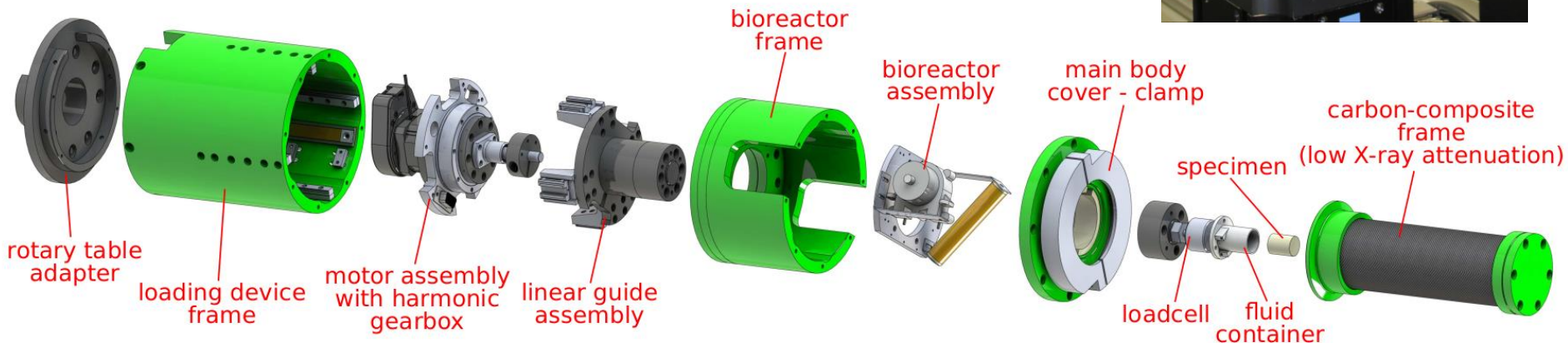


Experimentální zařízení

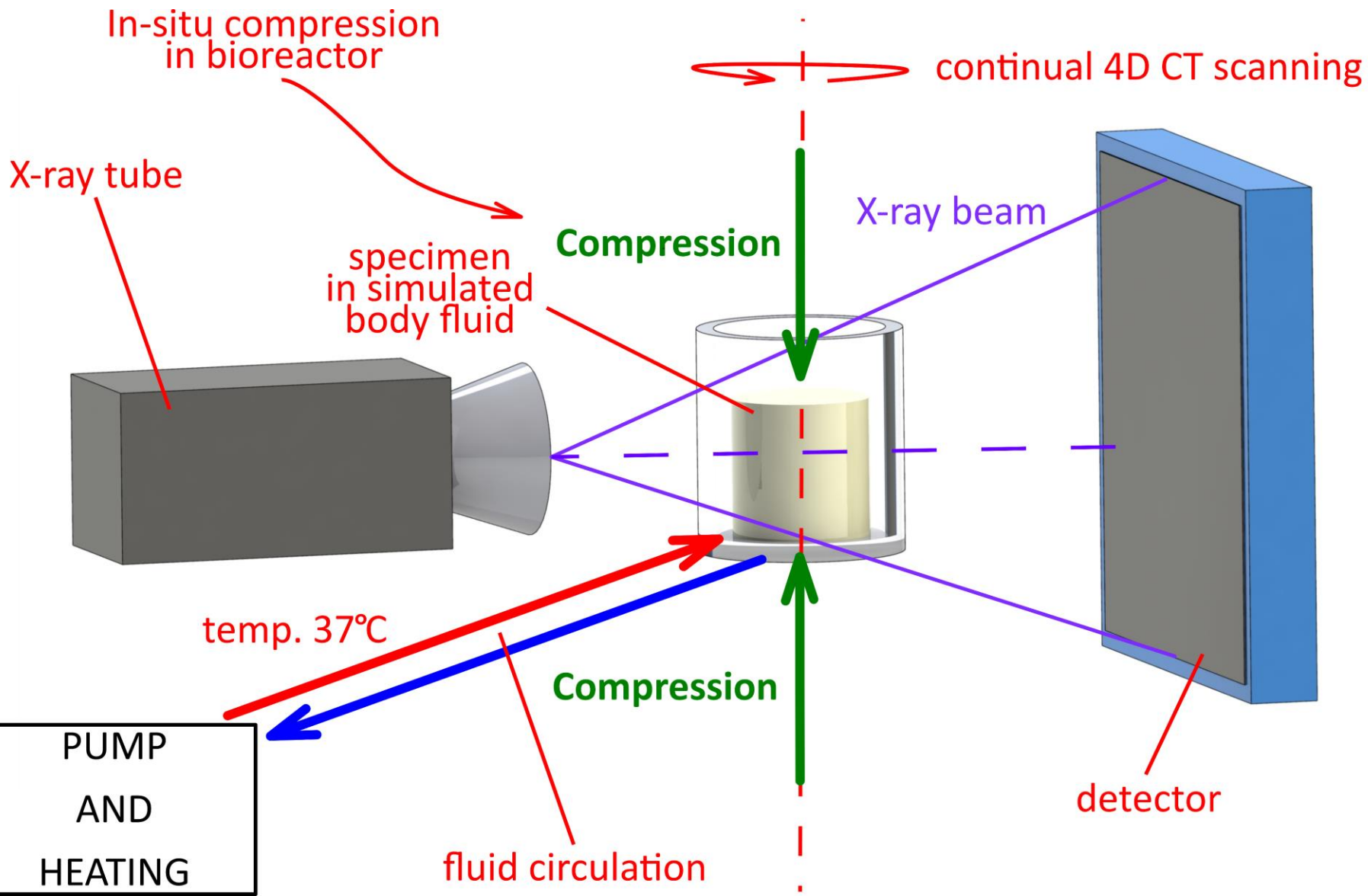


Experimentální zařízení

- 1 zatěžovací osa
- 1 siloměr, 1 teplotní čidlo
- „bioreaktor“
 - Ohřev kapaliny
 - Pumpa

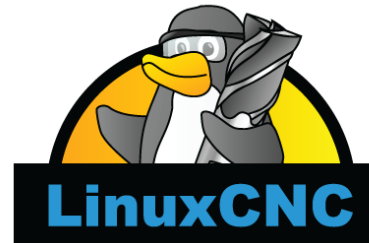


Experimentální zařízení



Řídicí software

- Přizpůsobit funkce LinuxCNC
- Použití LinuxCNC Python Interface
- Použitelnost pro různá zařízení
- Více procesů = vyšší výkon
- Dlouhodobé použití

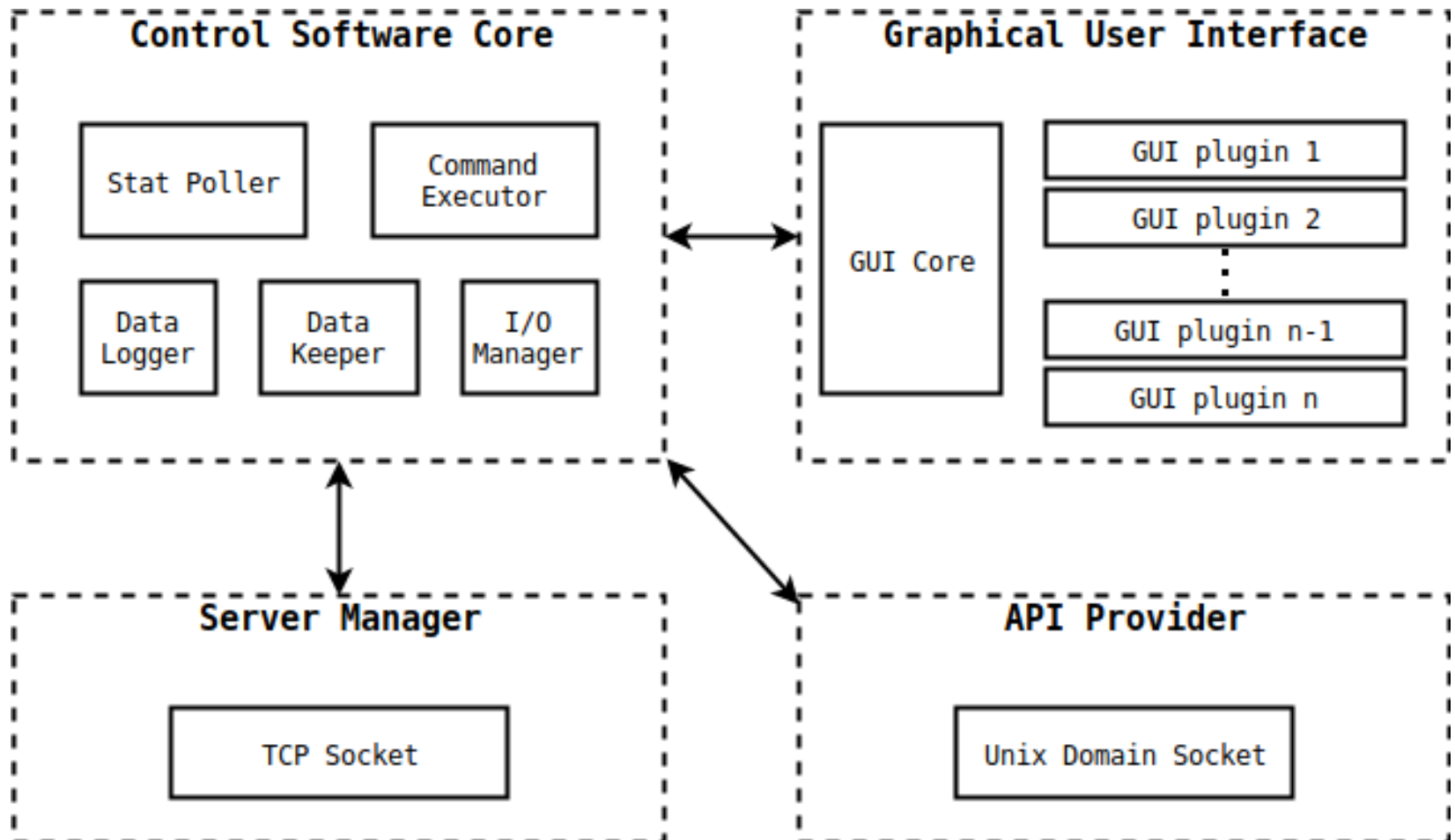


Code less.
Create more.
Deploy everywhere.



Řídicí software

- Robustní jádro, modulární uživatelské rozhraní




Uživatelské rozhraní

RaPoSoft

About Help




ESTOP



POWER



HOME



STOP

X	Min: -0.001	Position: 14411.968 / 2458.222	Max: 26000.000
[um] HOMED		Encoder: 14424.059 / 2470.012	Error: -11.789
		<div style="width: 100%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, blue 55%, white 55%); border: 1px solid gray;"></div>	

Y	Min: -0.001	Position: 15916.424 / 2412.470	Max: 26000.000
[um] HOMED		Encoder: 16821.260 / 2419.572	Error: -7.102
		<div style="width: 100%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, blue 55%, white 55%); border: 1px solid gray;"></div>	

AIN 0:	<input type="text" value="futek_1N"/>		7.090	N	
Smooth:	<input type="text" value="50"/>	Contact:	<input checked="" type="radio"/>	Overload:	<input type="radio"/>
		<input type="button" value="Tare"/>			

AIN 1:	<input type="text" value="futek_1N"/>		7.047	N	
Smooth:	<input type="text" value="50"/>	Contact:	<input checked="" type="radio"/>	Overload:	<input type="radio"/>
		<input type="button" value="Tare"/>			

Manual Control

Measurement

Force Control

Force Control
 Velocity limit: um /min

Max velocity: 2000.0 um /min

Constant

Linear

Sine

Square

Triangle

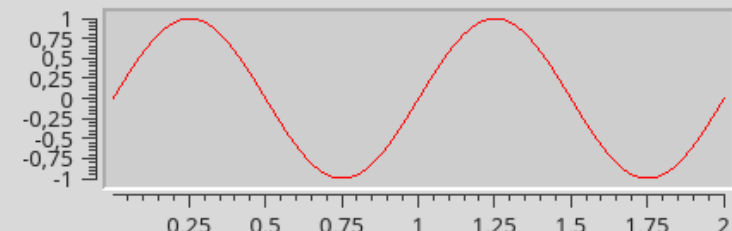
Sawtooth

$f(t) = A \sin(2\pi ft + \varphi) + B$

A
- B
N

f
Hz
φ
rad

Cycles count
Plot periods



Rate: 200.0 Hz Time: 273.9 s Samples: 54774 Data: 3.8 MB

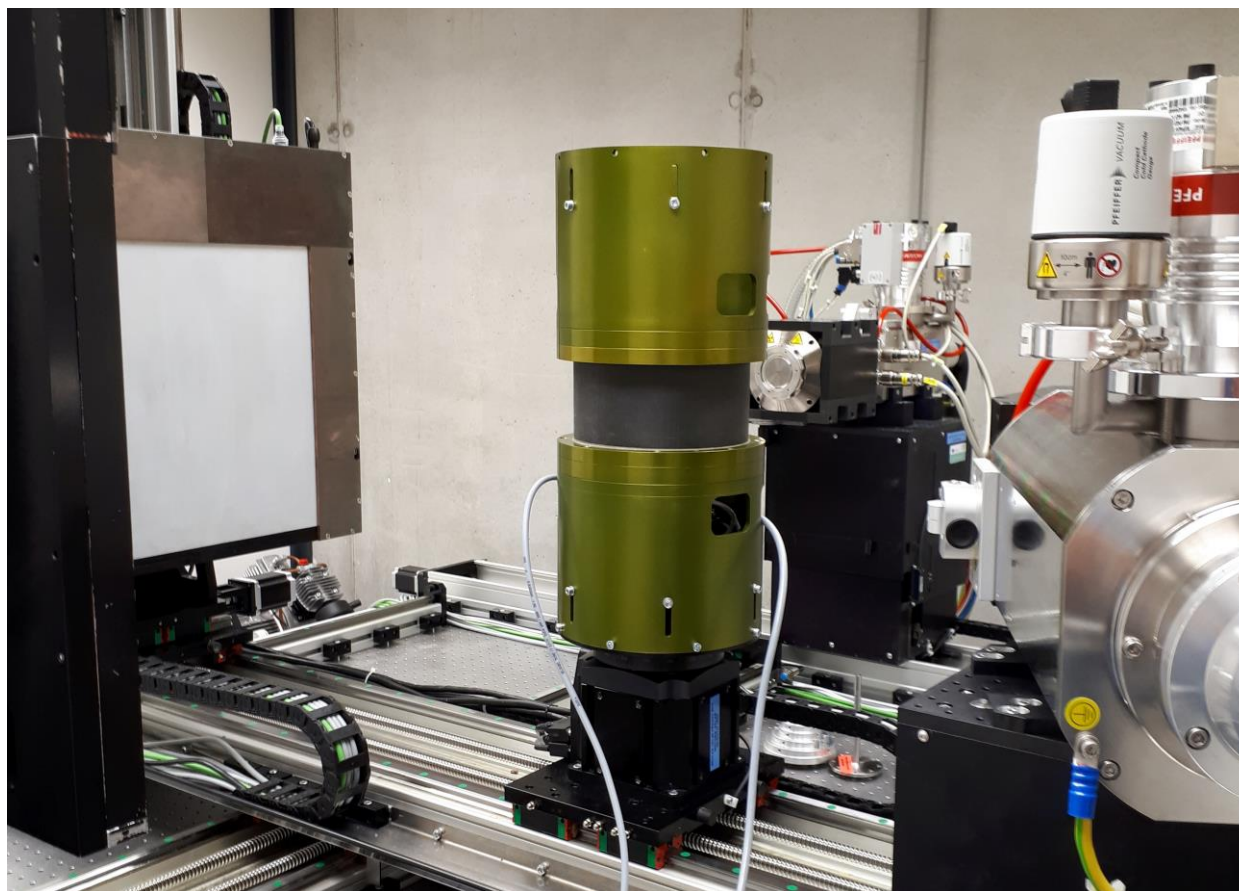
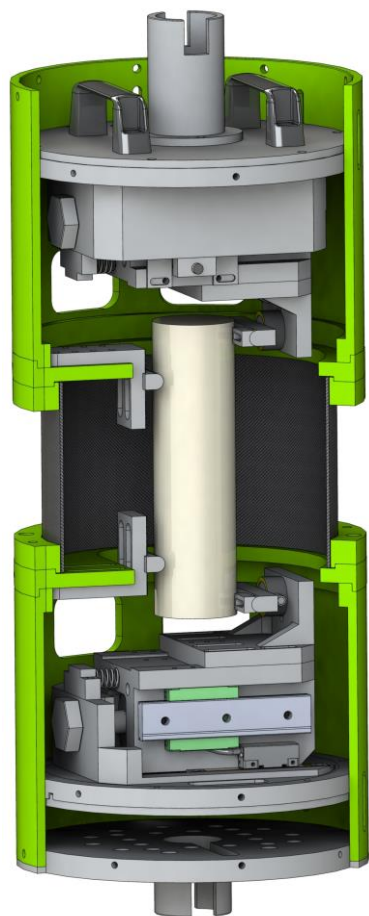
Uživatelské rozhraní

AIN 0:	<input type="text" value="futek_1N"/>	5.025	N
Smooth:	<input type="text" value="50"/>	Contact: <input checked="" type="radio"/>	Overload: <input type="radio"/>
		<input type="button" value="Tare"/>	
AIN 2:	<input type="text" value="bioselmostroj_thermometer"/>	25.047	°C
Smooth:	<input type="text" value="1000"/>		

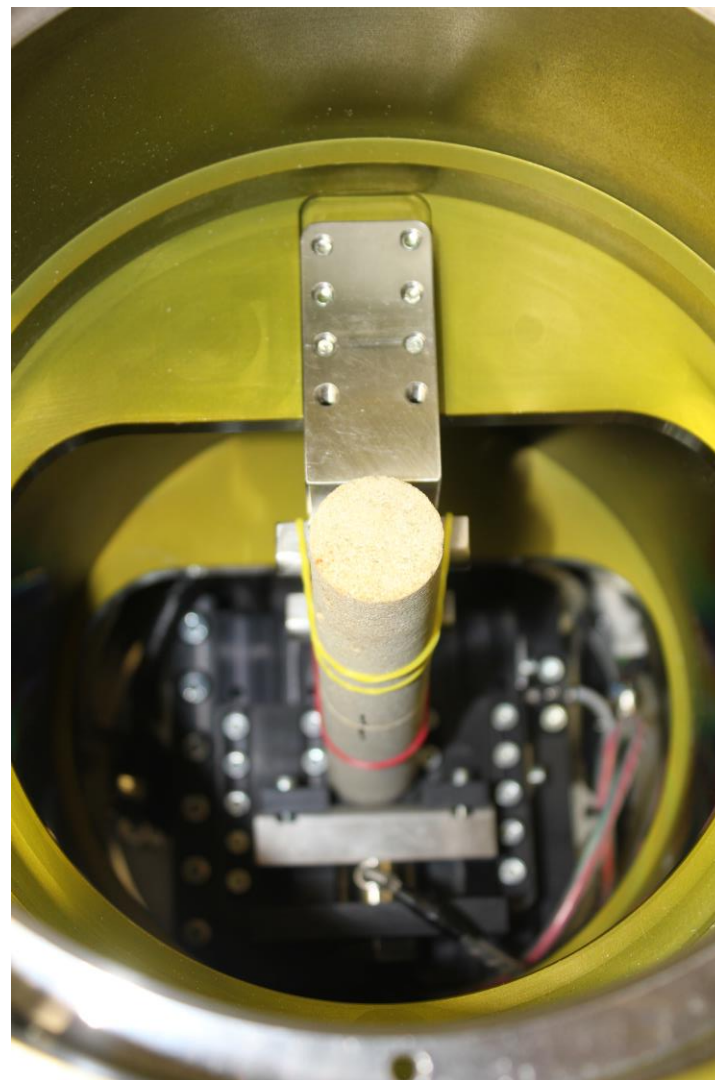
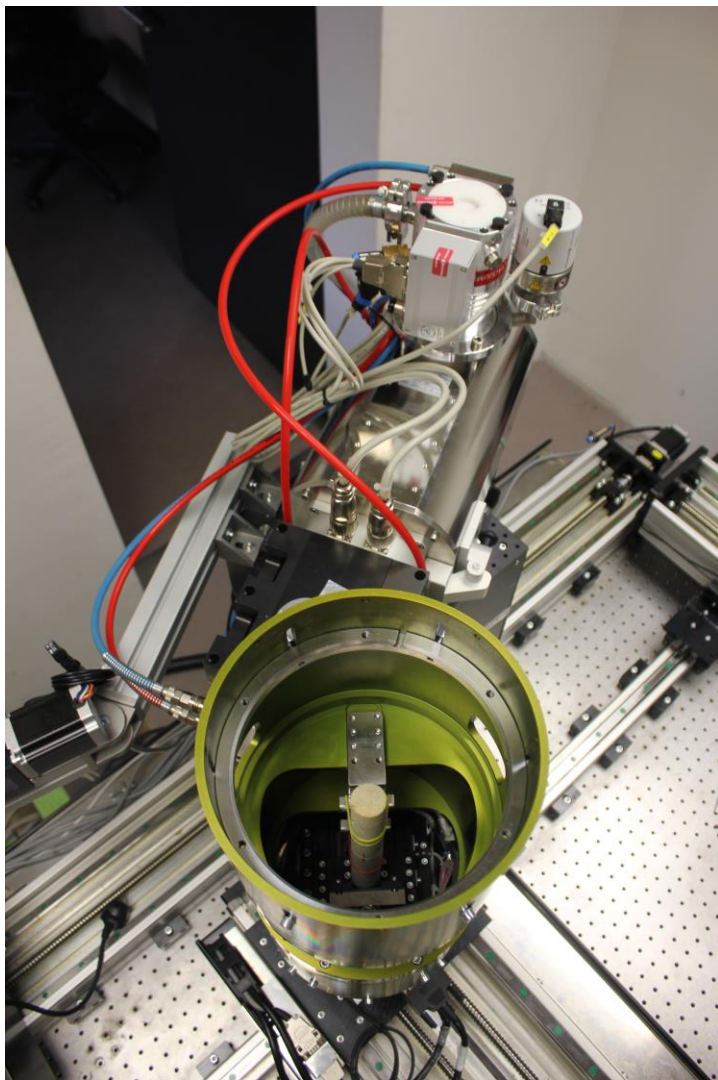
Manual Control Measurement Force Control **Bioreactor**

<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Heating Active	<input checked="" type="radio"/>
Pump	Temp Control	Temp Command	<input type="text" value="37.00"/>

4-bodový ohyb pískovce

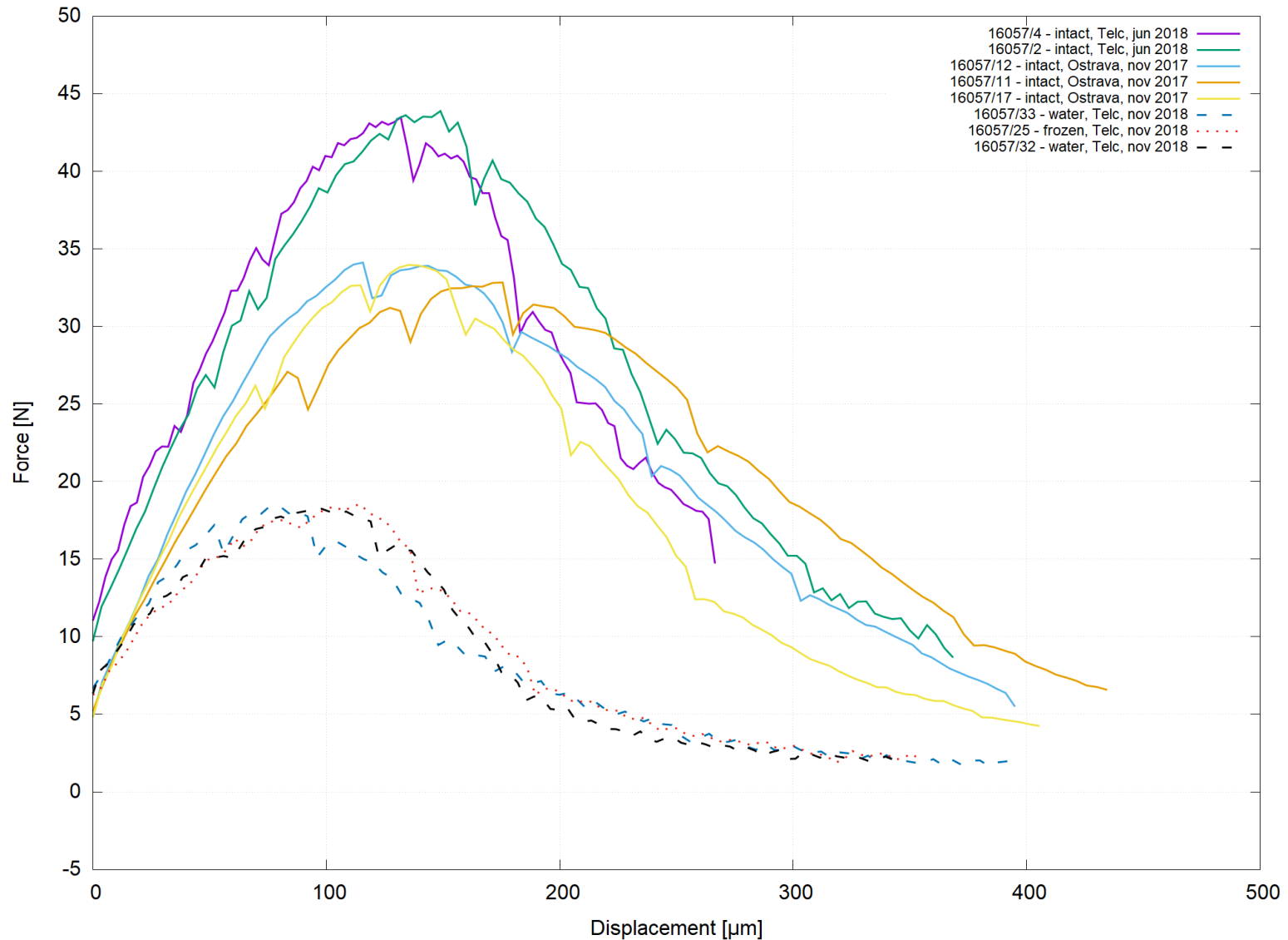


4-bodový ohyb pískovce



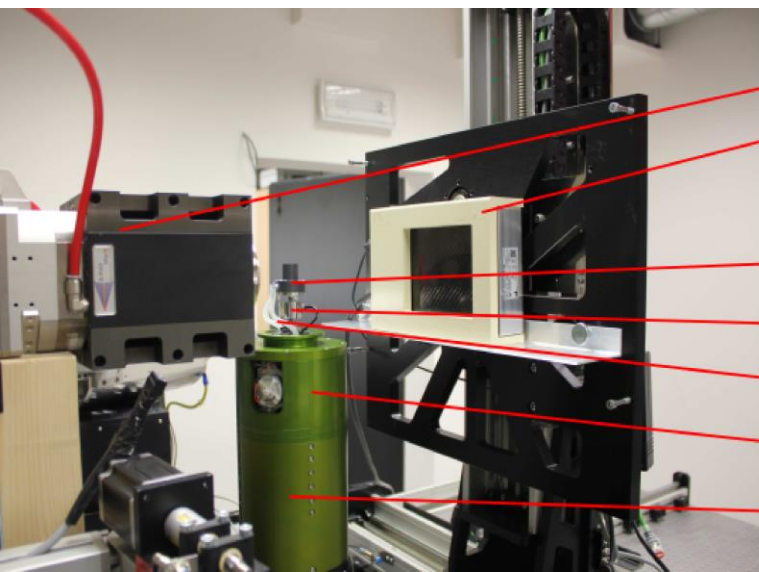
4-bodový ohyb pískovce

Force-displacement 4-point bending, 16057 Msene - averaged

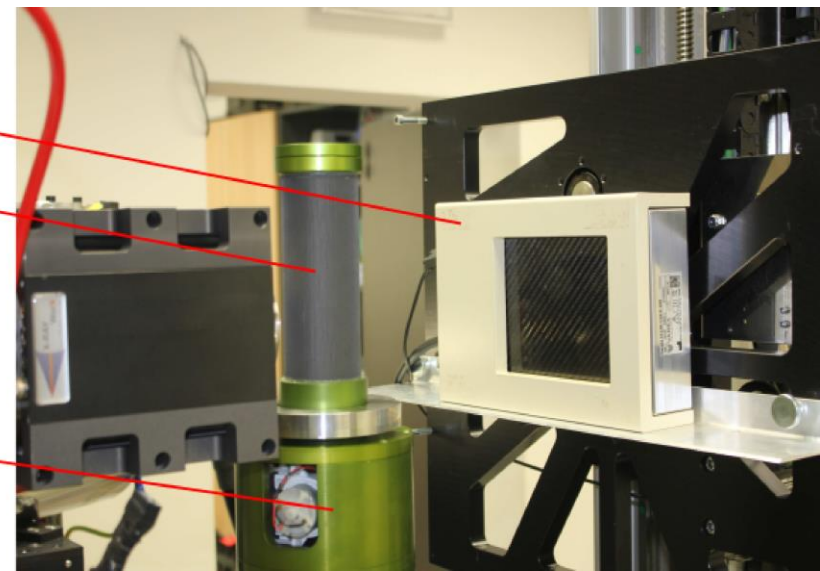


Zatěžování lidské kosti

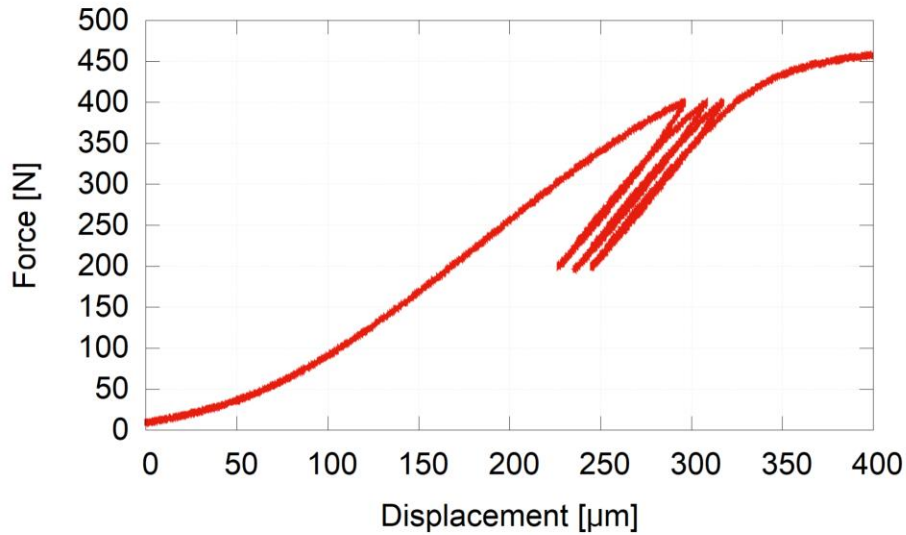
- Zatěžování lidské kosti
- ve fyziologických podmínkách
- Vzorek z kyčelního kloubu



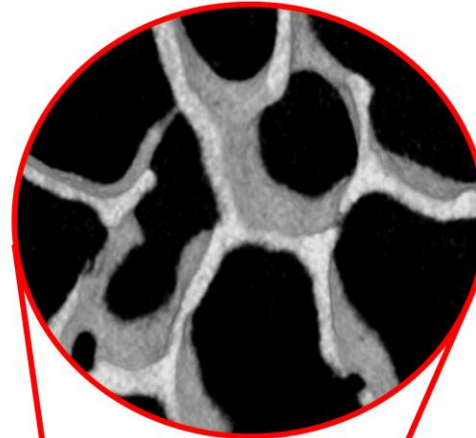
- X-ray tube
- flat panel detector
- carbon tube
- sample container
- loadcell
- fluid hoses
- bioreactor
- loading device



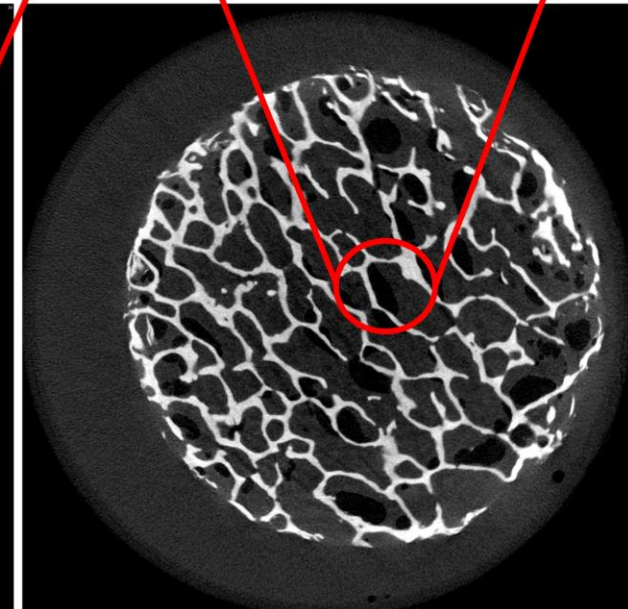
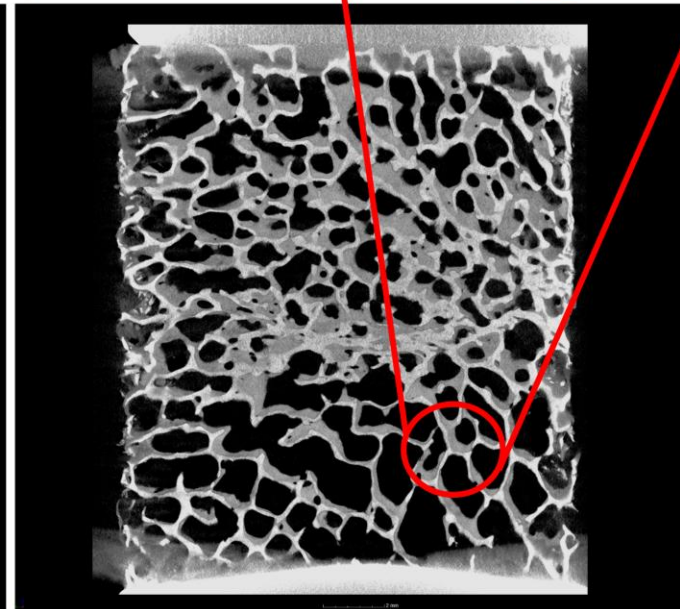
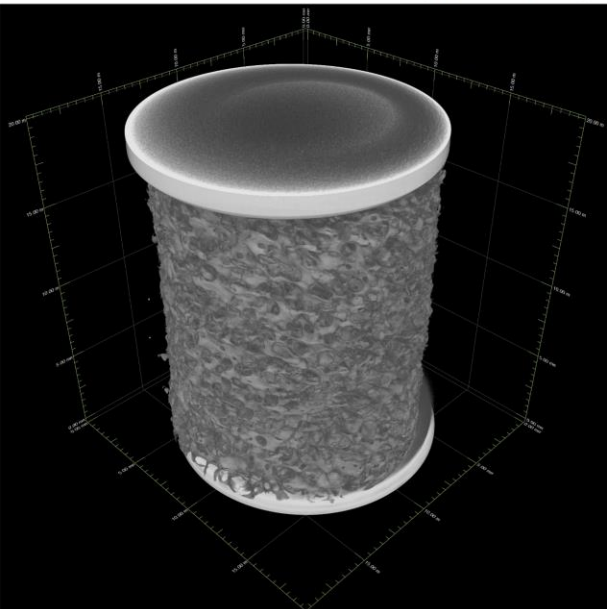
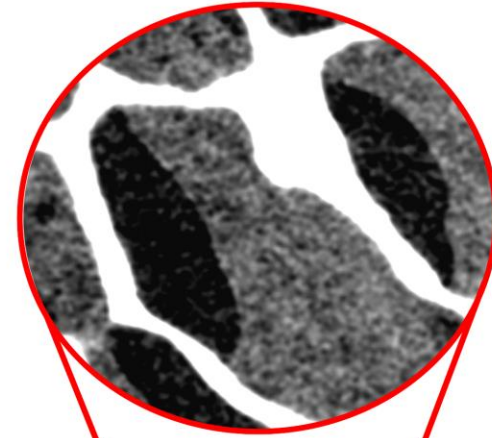
Zatěžování lidské kosti



Human bone



Fluid and voids

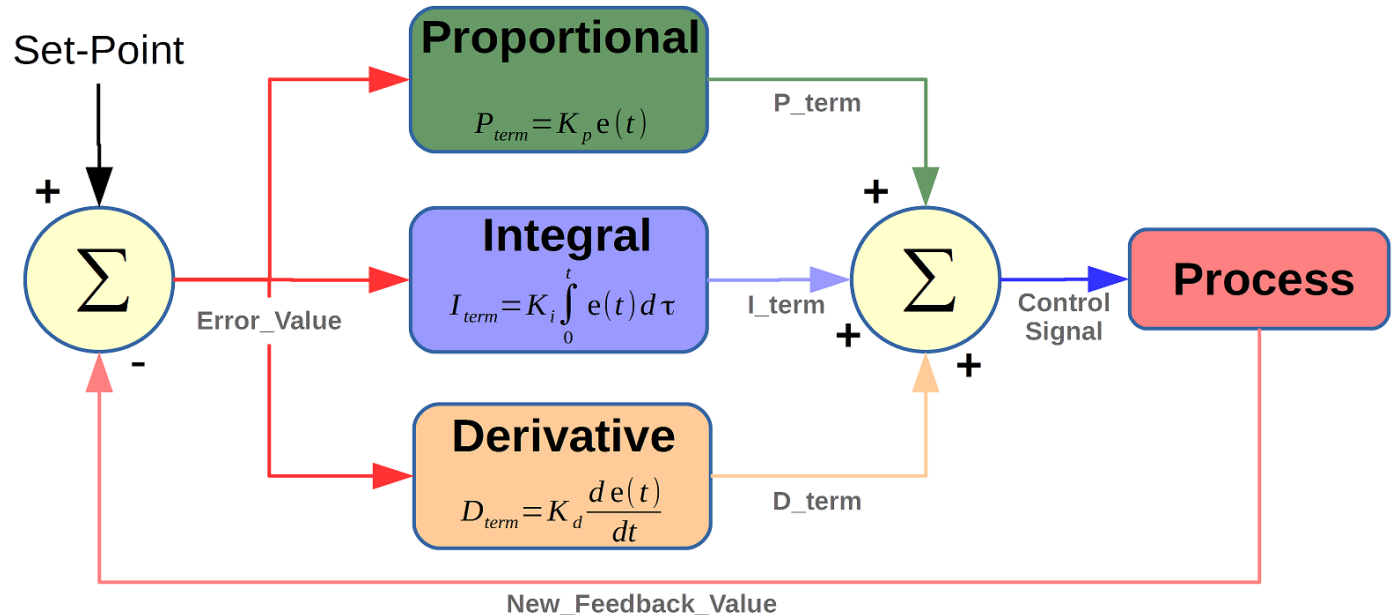


Únavové chování lidské kosti

- Únavové chování lidské kosti
- ve fyziologických podmínkách
- Vzorek stehenní kosti
- Zpětnovazební řízení (PID controller)



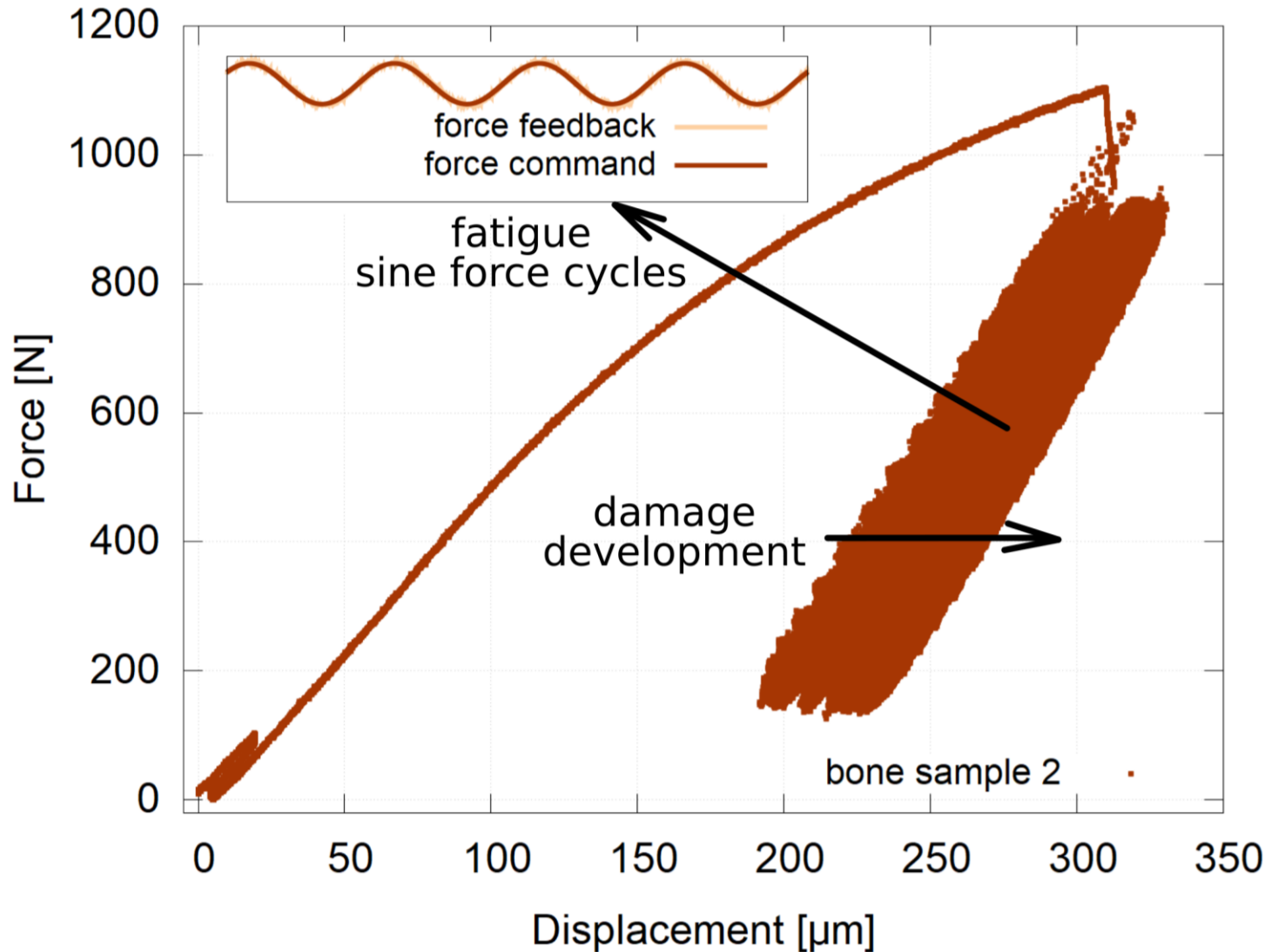
force command —





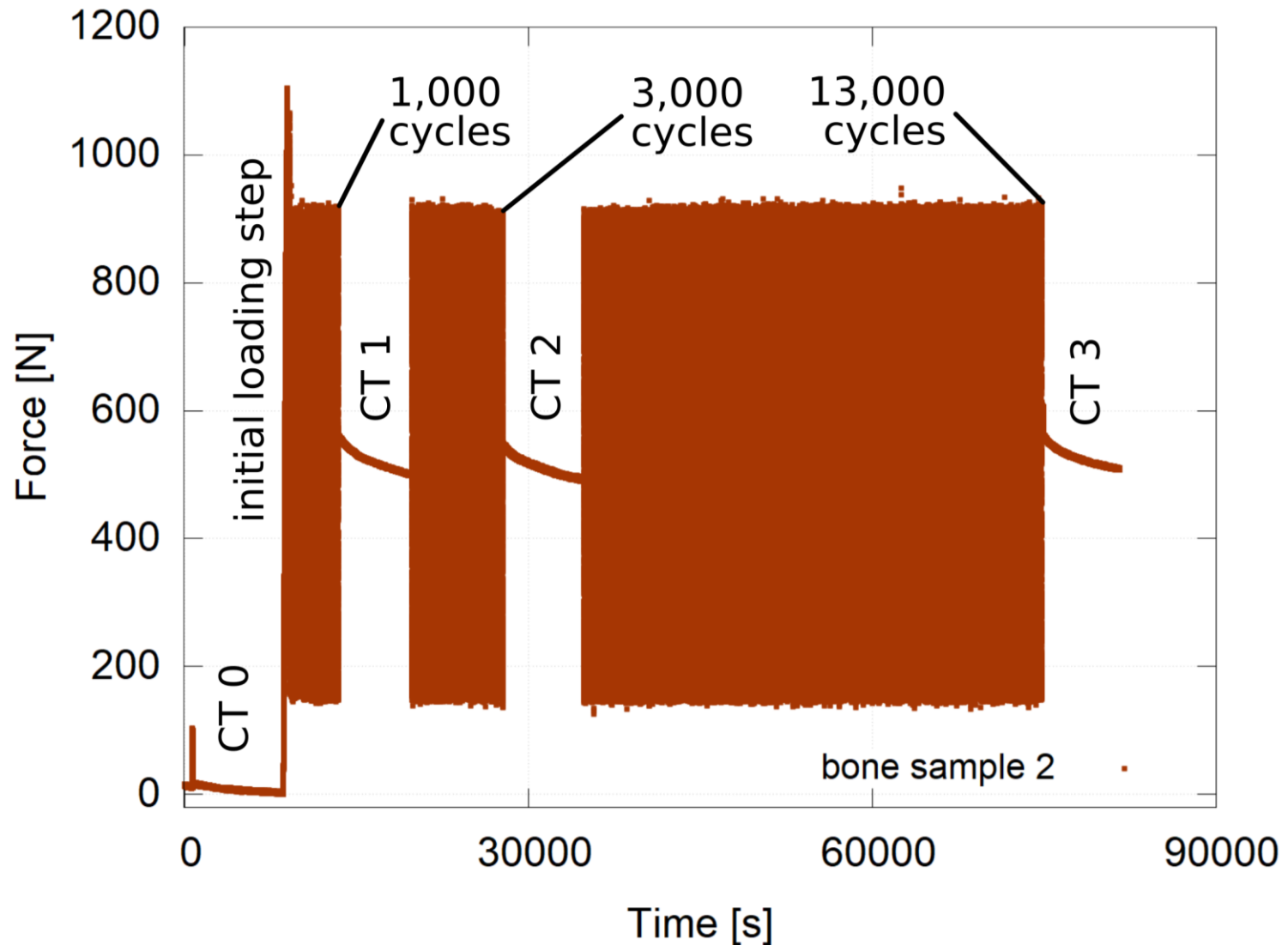
Únavové chování lidské kosti

Force - displacement diagram



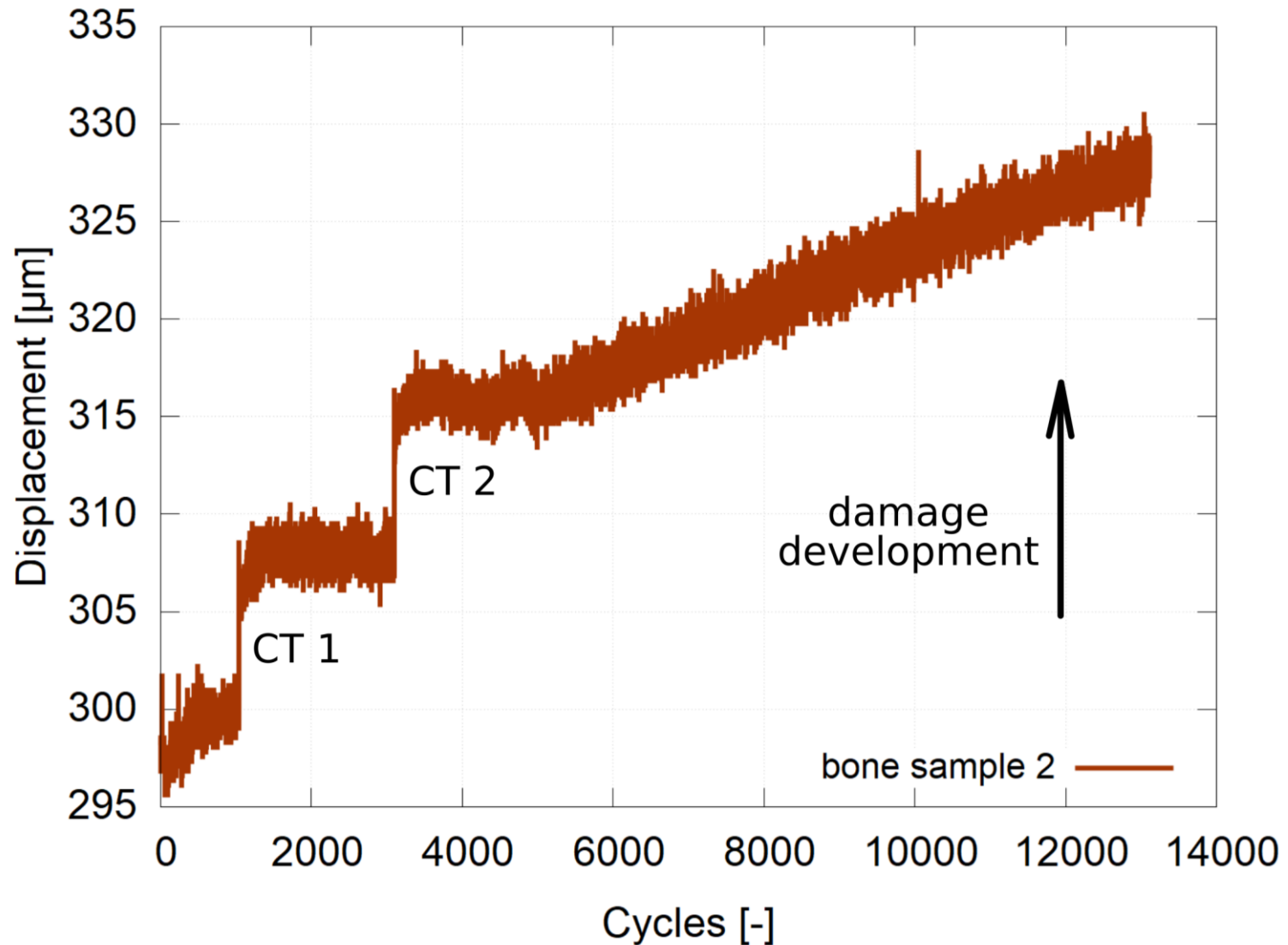
Únavové chování lidské kosti

Force - time diagram

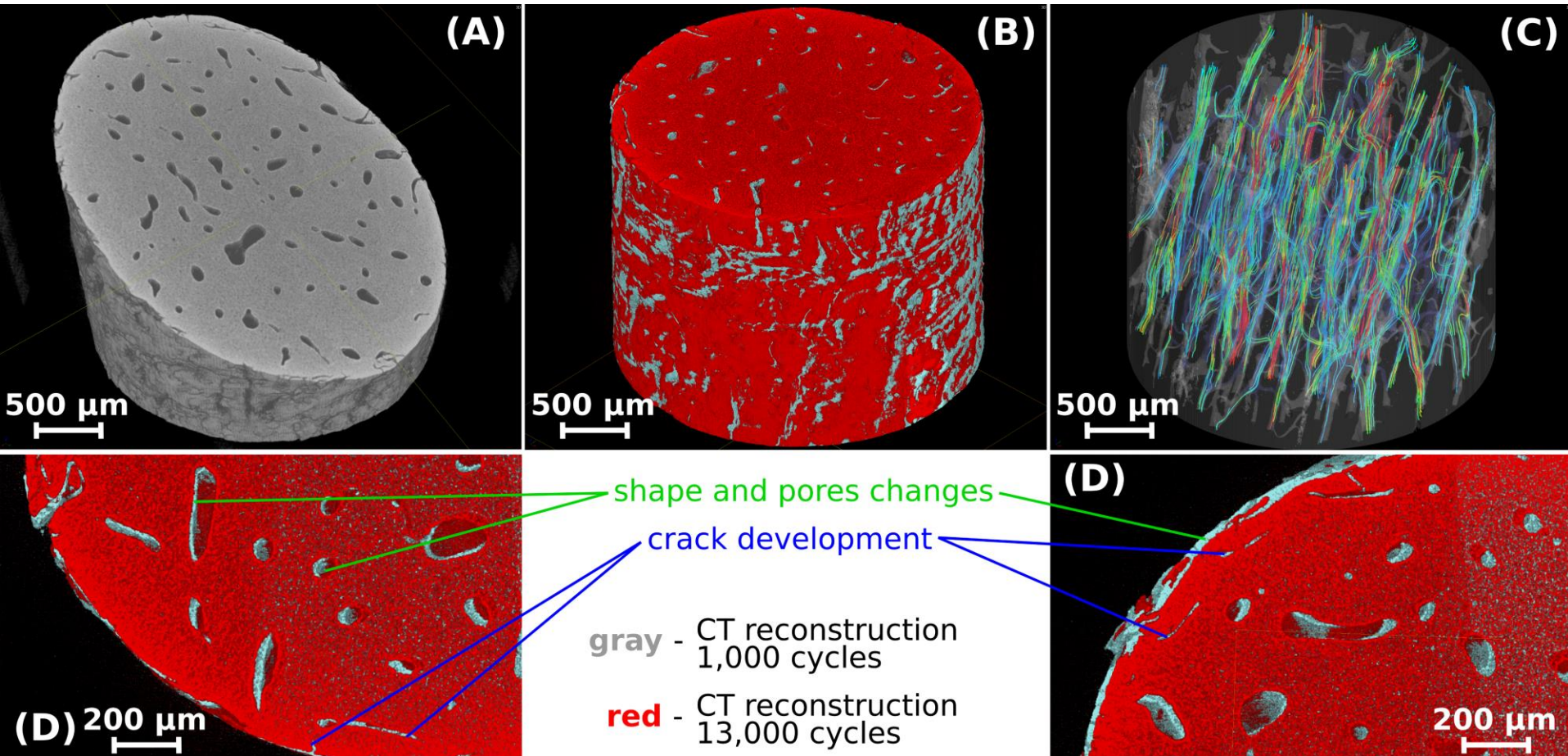


Únavové chování lidské kosti

Displacement - Cycles diagram



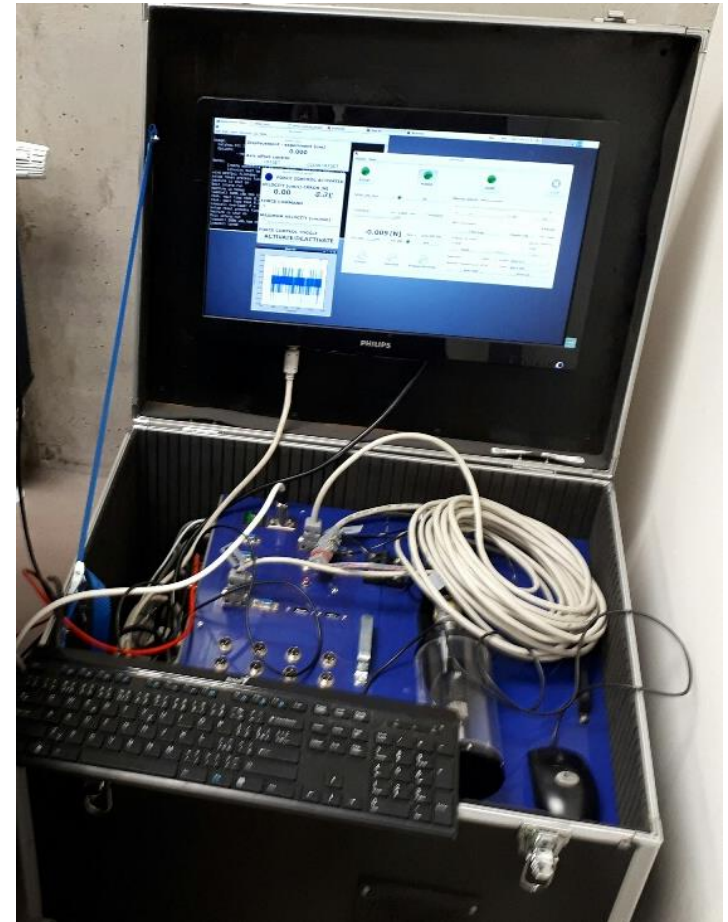
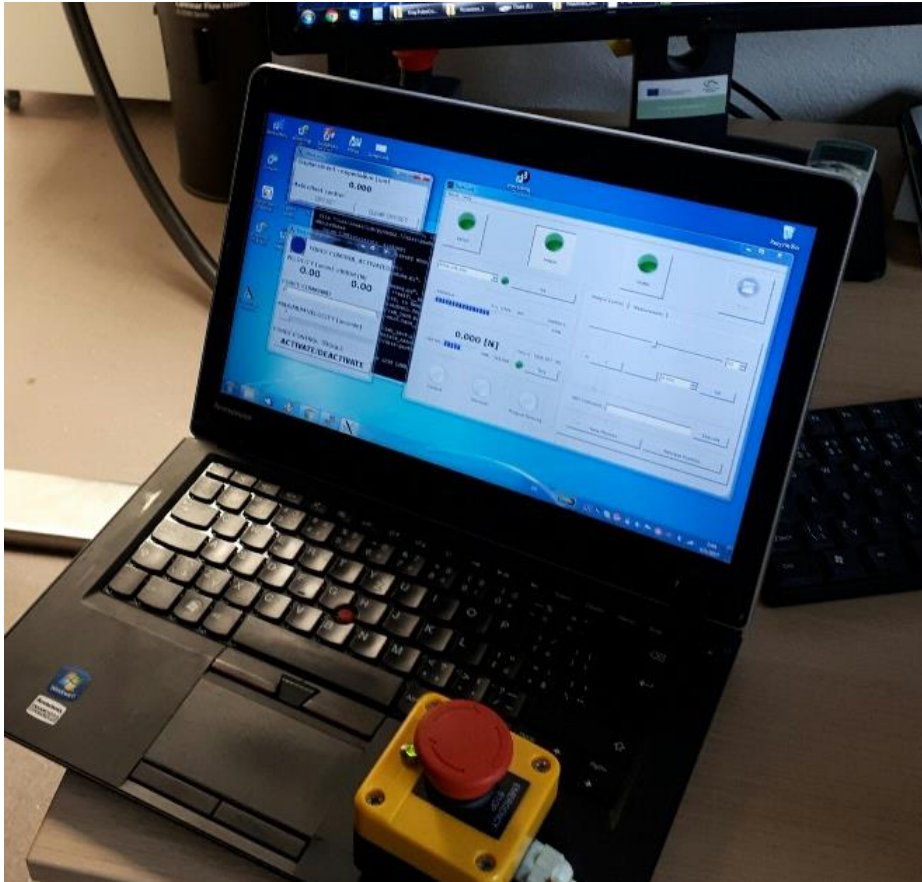
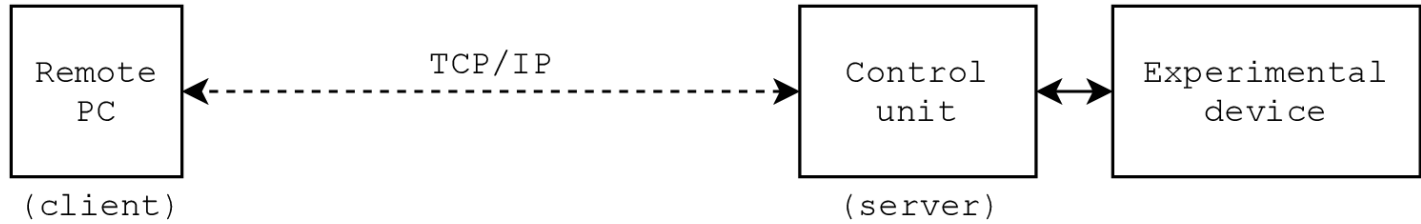
Únavové chování lidské kosti



Závěr

- Univerzální softwarový nástroj pro různá zařízení
- Adaptace pouze změnou parametrů v textovém souboru
- Komerční nasazení pro Ústav geoniky AV ČR v Ostravě
- Řada publikací, zájem LinuxCNC komunity
- Možný vývoj:
 - Pokročilé experimentální procedury (real-time zpracování obrazových dat – 2D/3D obrazová korelace)
 - Vzdálené řízení

Závěr – vzdálené řízení





ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Děkuji za pozornost

