



**Jan BARCIK**  
Mechatronic Engineering



## Actuator - Sensor unit to investigate the influence of mechanical stimulation on bone healing Układ do badania wpływu mechanicznej stymulacji na proces odbudowy kości

AGH-UST Supervisor : **Michał Lubieniecki, PhD** - Department of Robotics and Mechatronics  
AO Research Institute Supervisor : **Manuela Ernst, MSc** - Biomedical Development Program  
AO Research Institute Supervisor : **Markus Windolf, PhD** - Biomedical Development Program

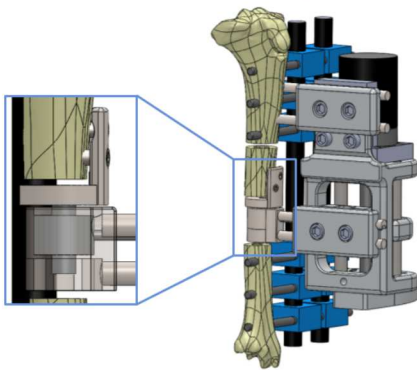
**Streszczenie:** Pomimo wielu przeprowadzonych badań dotyczących wpływu obciążenia mechanicznego na proces odbudowy kości, dokładny mechanizm regulujący go jest wciąż nieznany. Niniejsza praca rozwija projekt aktywnego implantu, który w sposób kontrolowany obciąża mechanicznie złamanie, stymulując nowo powstałą kostninę. Jednocześnie system rejestruje parametry procesu gojenia się złamania. Urządzenie zostało zintegrowane z wprowadzonym niedawno nowatorskim stabilizatorem ortopedycznym, zaprojektowanym do badań mechaniki odbudowy kości na zwierzęcym modelu owcy. Aktywny implant został zaadaptowany na potrzeby planowanych badań *in vivo*, w trakcie których pozycja złamanej kości i obciążenie złamania będą monitorowane. Opracowany sterownik pozwala na programowanie przebiegu eksperymentu oraz parametrów stymulacji, a następnie w sposób automatyczny przeprowadza test. Urządzenie pracuje automatycznie podczas całego testu *in vivo*. Prototyp wraz z poliuretanowym modelem kości został przetestowany w zaprojektowanym i wykonanym specjalnie do tego testu stanowisku. Na podstawie testów laboratoryjnych stwierdzono, że po niewielkich modyfikacjach urządzenie może zostać zastosowane w badaniach *in vivo* na zwierzęcym modelu owcy.

### Motivation & Objectives

It remains unclear when a patient should be allowed to weight bear the fractured limb to promote bone healing. Therefore, the objective of this thesis was to develop a system - Active Fixator - to investigate the influence of temporal modulation of fracture mechanics on bone healing in a sheep *in vivo* study.

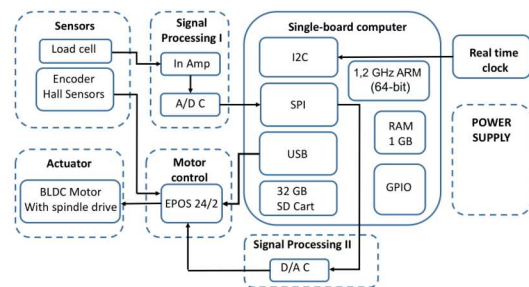
### Device Development

#### Mechanical Design



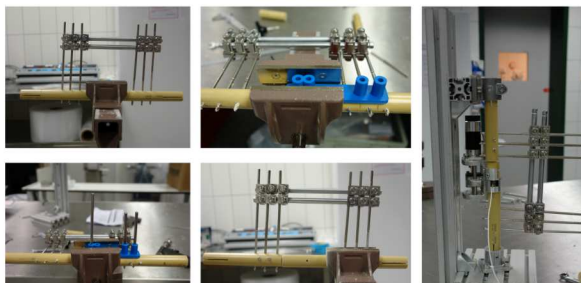
The Active Fixator (AF) [1] is implanted on the sheep tibia and consists of a BLDC motor with spindle drive that introduces axial interfragmentary motion in the fracture gap. Additionally, a load cell continuously measures the force acting on the fracture gap.

#### Hardware Design



Hardware architecture of the AF controller was based on a single-board computer connected to the BLDC motor controller. A signal conditioning unit processed the load signal and fed it into the main unit. A C/C++ code was developed to execute the programmed fracture stimulation protocol and acquired experimental data.

### Instrumentation and *in vitro* testing



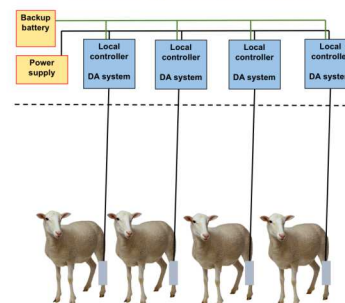
The integrated device was implanted on a synthetic bone model and a set of *in vitro* tests was conducted to verify the device's performance. Laboratory tests proved that the device is able perform desired low frequency fracture stimulation i.e. 0.5 Hz and 1 Hz in the displacement range between 0.1 mm and 1.5 mm.

#### Acknowledgements

The project was supported by AO Foundation, Davos, Switzerland.



### Further perspective



The follow up task is to implant the Active Fixator in the animal model and acquire experimental data in order to optimize rehabilitation protocols in clinics.

#### References

1. Tufekci, P.M. (2015) Development of a novel experimental model to investigate the influence of mechanics on bone healing. PhD thesis, Queensland University of Technology.

Contact: [jan.barcik@aofoundation.org](mailto:jan.barcik@aofoundation.org)