

**75** LAT  
POLITECHNIKI  
ŁÓDZKIEJ

  
wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

  
KATEDRA MIKROELEKTRONIKI  
I TECHNIK INFORMATYCZNYCH

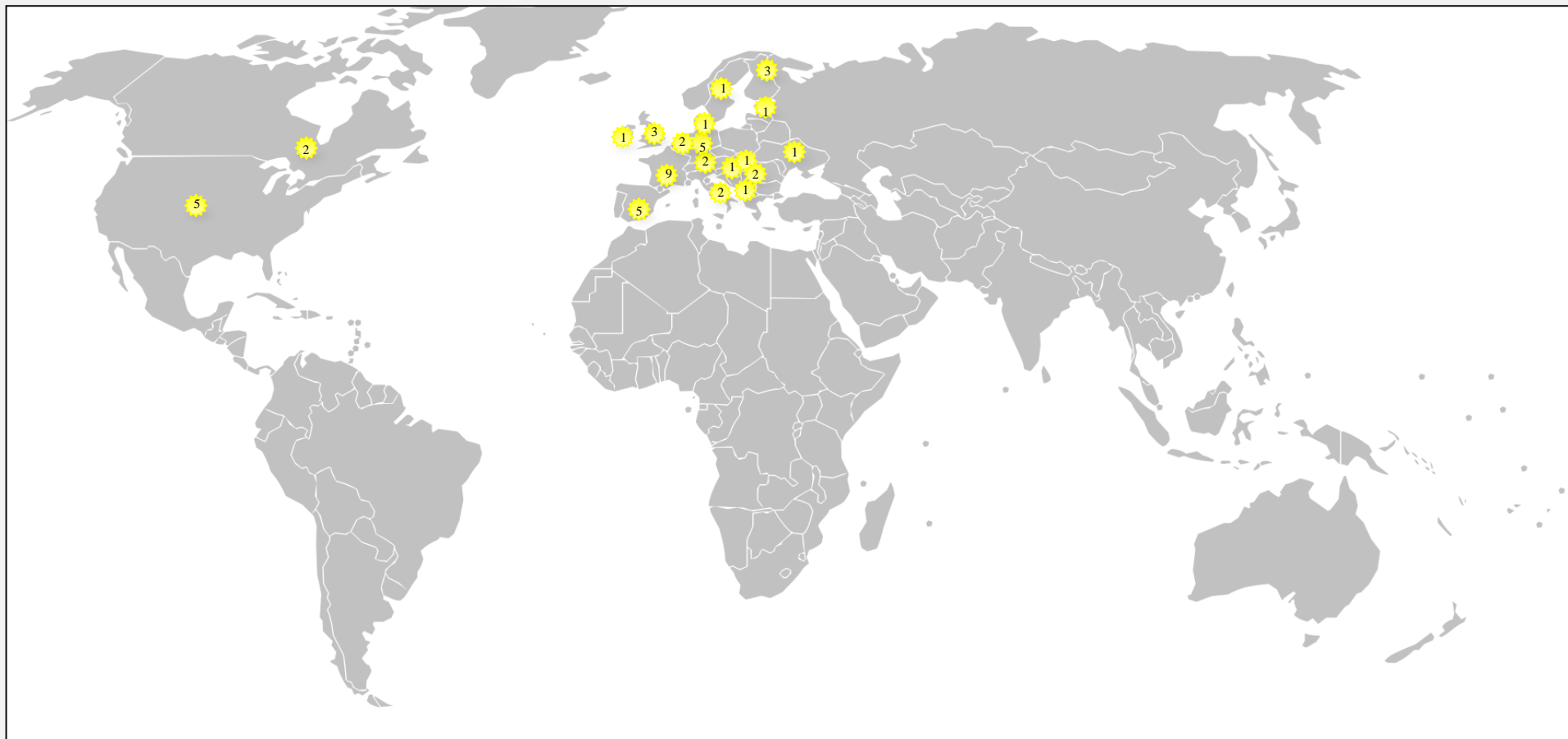
**Prace badawcze w dyscyplinie  
informatyka techniczna i telekomunikacja**



- ❑ 1991 – w Instytucie Elektroniki Wydziału Elektrotechniki i Elektroniki powołany został Zakład Prządów Półprzewodnikowych Mocy i Układów Scalonych. Kierownikiem Zakładu został prof. dr hab. inż. Andrzej Napieralski.
- ❑ 1997 – rozpoczęcie samodzielnej działalności Katedry. Od momentu powstania kieruje nią profesor Napieralski.
- ❑ 2008 – dzięki środkom zdobyтым z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego adaptacja budynku hali przy ul. Wólczańskiej 221/223, który stał się główną siedzibą Katedry.
- ❑ 2015 – otwarcie budynku Centrum Technologii Informatycznych, Katedra sprawuje opiekę nad siedmioma laboratoriami dydaktycznymi.



- ❑ mikroelektronika i mikrosystemy, **systemy wbudowane, systemy mobilne, systemy czasu rzeczywistego**, symulacja i modelowanie przyrządów półprzewodnikowych, układów Smart Power i dużej mocy oraz mikrosystemów, układów i systemów elektronicznych, elektronika przemysłowa, systemy fotowoltaiczne, **analiza sygnałów i obrazów biomedycznych, technologie internetowe, systemy informatyczne i inżynieria oprogramowania** oraz **zastosowanie informatyki w medycynie i przemyśle**.
- ❑ ponad 55 projektów badawczych finansowanych ze środków krajowych oraz 16 projektów międzynarodowych.
- ❑ 100 medali i wyróżnień m. in. na międzynarodowych wystawach wynalazków, ponad 40 nagród i dyplomów Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Przewodniczącego Komitetu Badań Naukowych i 7 statuetek "Łódzkie Eureka".
- ❑ organizowana od 25 lat międzynarodowa konferencja MIXDES "Mixed Design of Integrated Circuits and Systems".
- ❑ wydawany od 9 lat kwartalnik "International Journal of Microelectronics and Computer Science".







- Przetwarzanie danych biomedycznych
- Inteligencja obliczeniowa, modele, algorytmy numeryczne
- Biometria
- ARUZ
- Rozwiązania dla eksperymentów fizycznych
- Inne prace

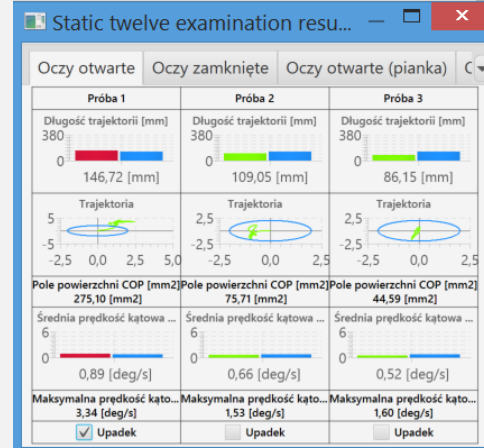
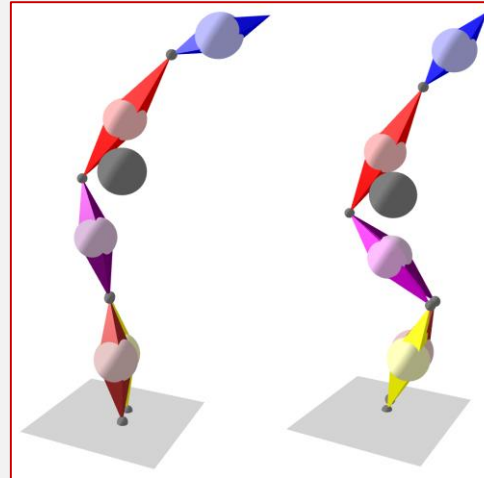
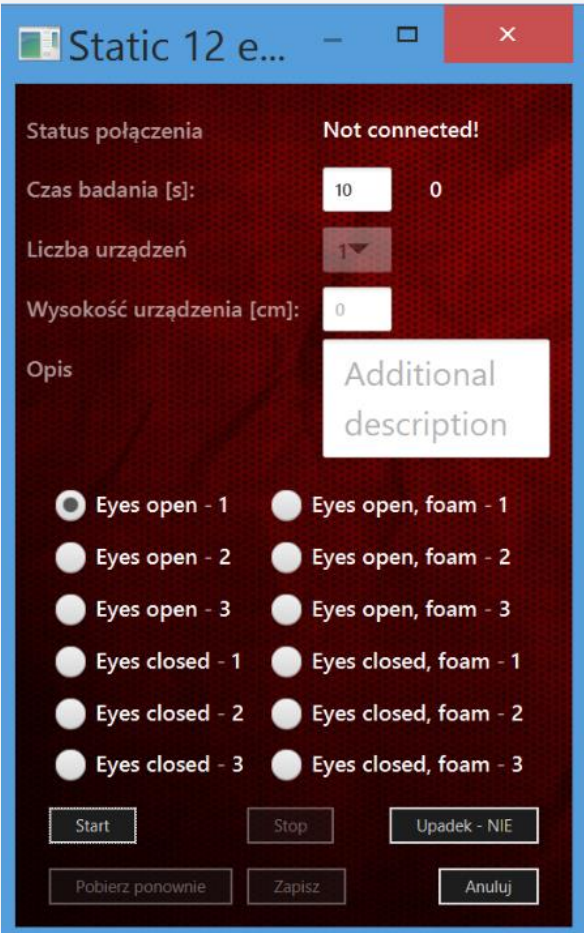




- prof. dr hab. inż. Andrzej Napieralski
- dr hab. inż. Wojciech Tylman
- dr inż. Rafał Kotas
- dr inż. Marek Kamiński
- dr inż. Paweł Marciniak
- dr hab. inż. Mariusz Zubert, prof. uczelni

Współpraca z zewnętrznymi podmiotami:

- Uniwersytet Medyczny w Łodzi (prof. M. Kurpesa, prof. M. Józefowicz-Korczyńska, prof. P. Lipiec, prof. P. Liberski, doc. E. Trzos, dr n. med. U. Cieślik-Guerra)
- Instytut Medycyny Pracy (prof. E. Zamysłowska-Szmytke, mgr M. Janc)
- Centralny Instytut Ochrony Pracy (dr hab. inż. G. Bartkowiak, dr inż. A. Dąbrowska)
- Uniwersytet Łódzki (dr Agnieszka Płusajska-Otto)
- Instytut Ogrodnictwa i Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa im. Szczepana Pieniążka w Skierniewicach

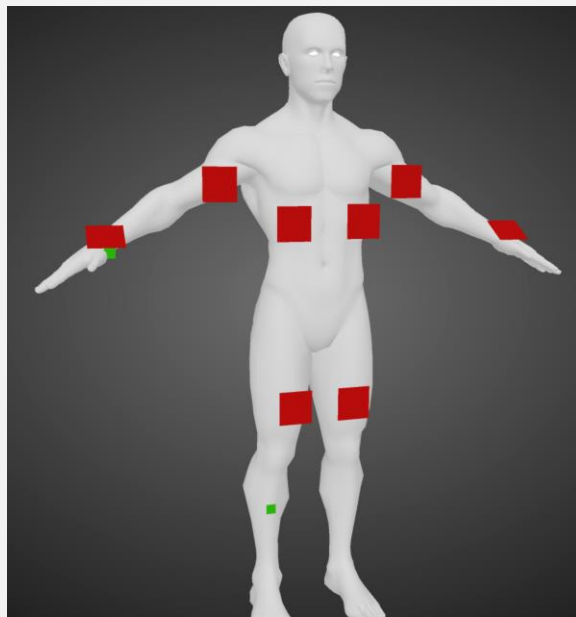


- modelowanie ludzkiego ciała (model biomechaniczny)
- metody sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego
- grafika 3D

Projekt finansowany przez NCBR, 2016-2020



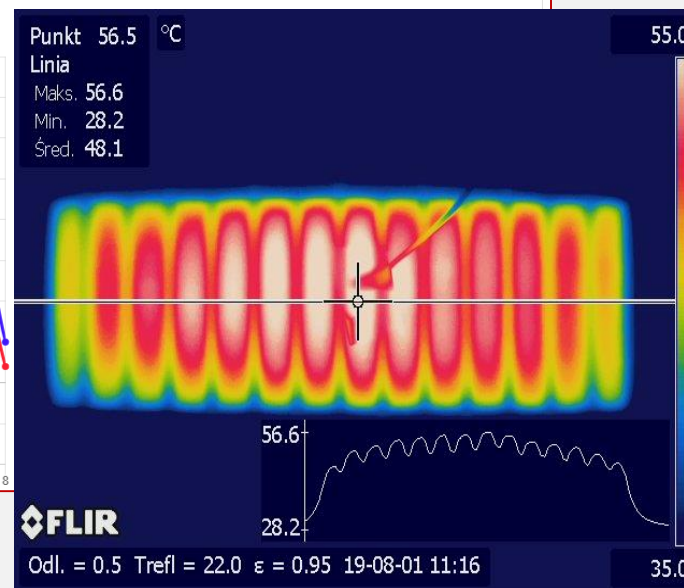
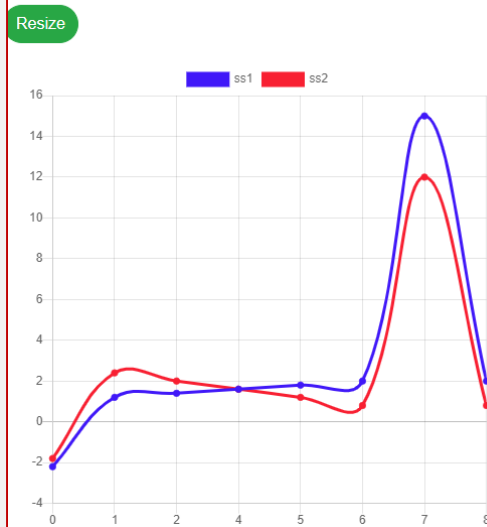
# Spersonalizowana odzież dla ratowników górskich z funkcją aktywnego ogrzewania



Sensor identifier	Position	Description
ss1	ENVIRONMENT	opis1/TEMPERATURA
ss2	BODY	opis2/HUMIDITY

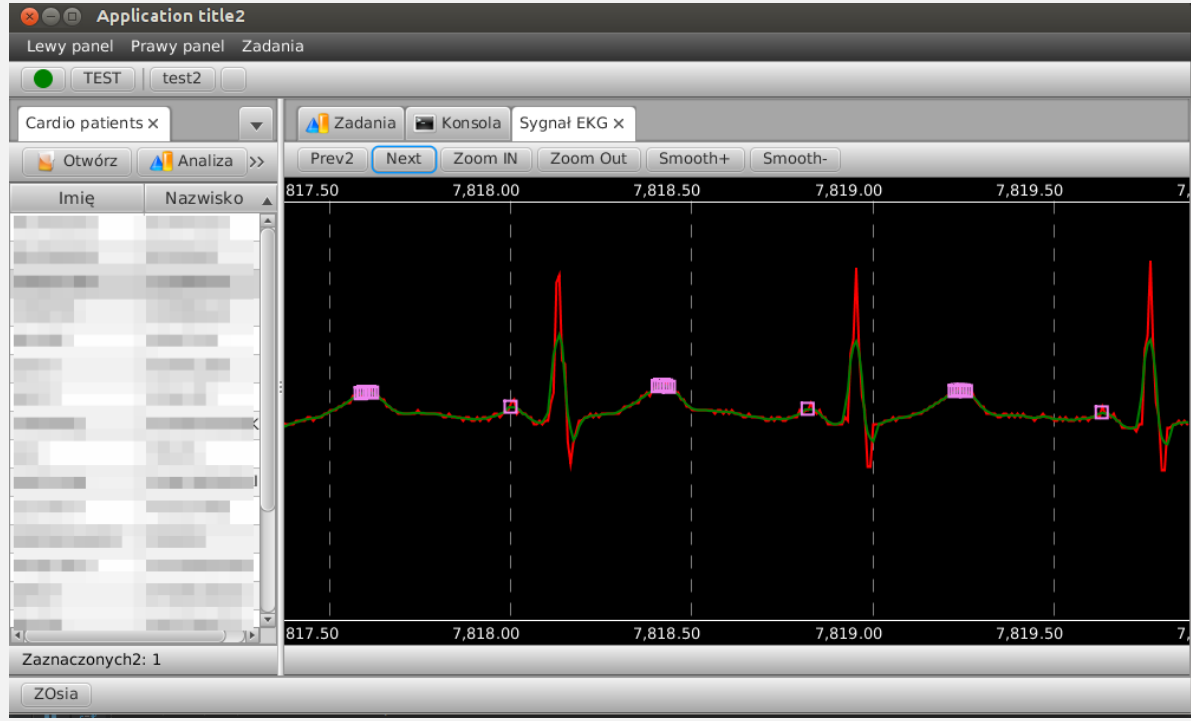
  

Heater identifier	Date	Description
rightHand	2007-12-03T10:15:31.600	tooCold
leftHand	2007-12-03T10:15:31.650	hotter
global	2007-12-03T10:15:31.700	tooWarm

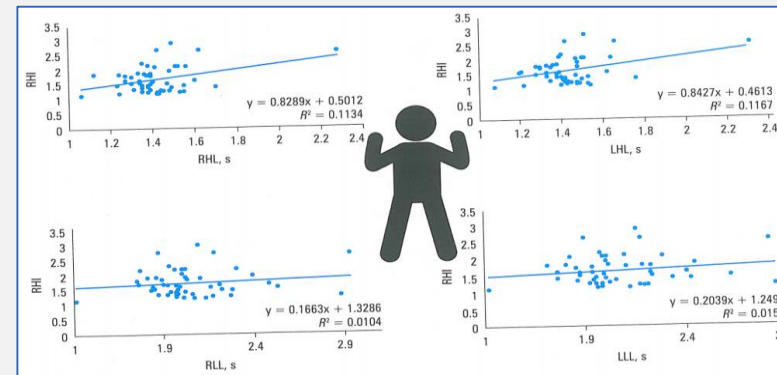
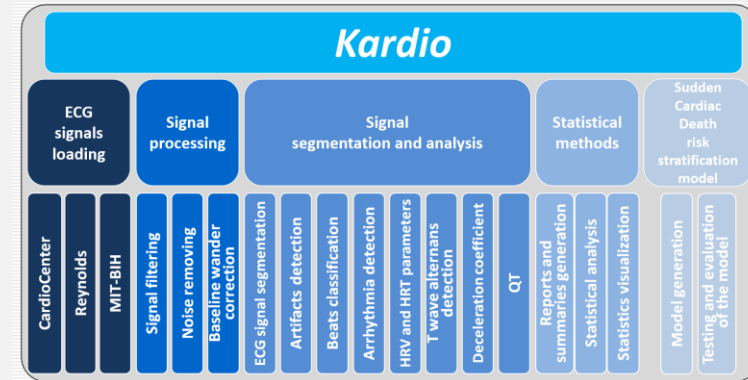


- modelowanie ludzkiego ciała (model termiczny)
- metody sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego
- optymalizacja sterowania

Projekt finansowany przez NCBR, 2019-2021



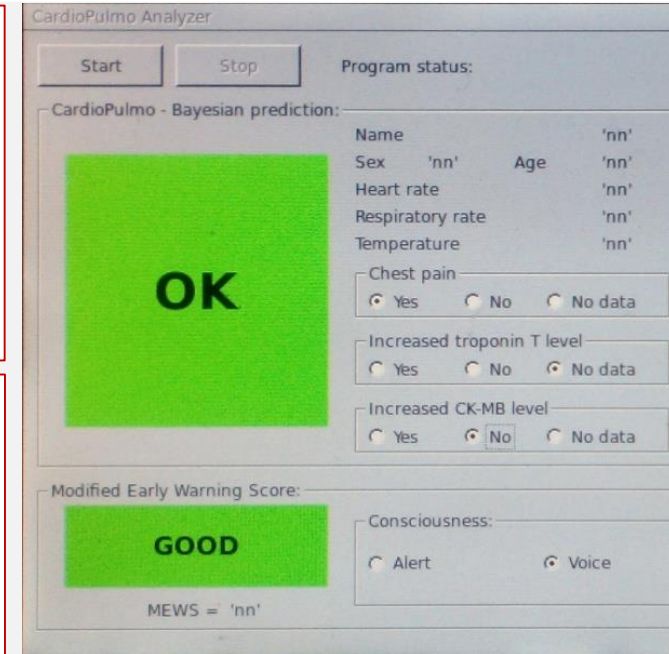
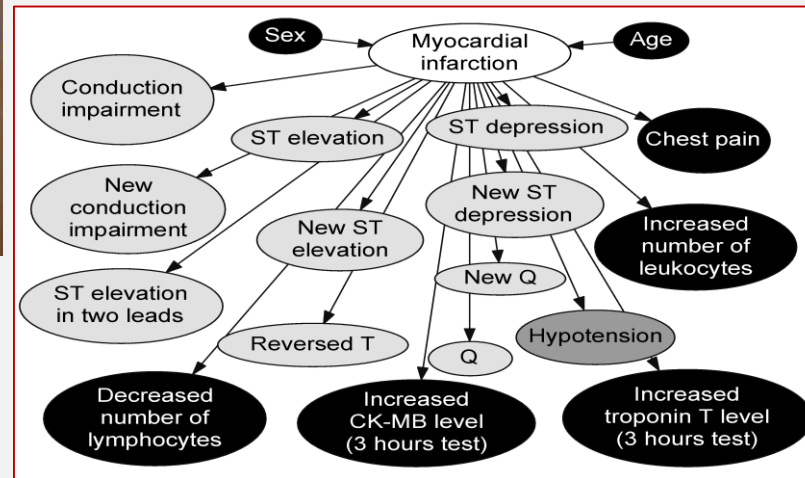
Projekt finansowany przez NCBR, 2012-2015



- metody sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego
- przetwarzanie sygnałów biomedycznych (EKG, ciśnienie krwi, potencjały wywołane)
- inne: optymalizacja, metody numeryczne, aplikacje internetowe



# Zautomatyzowany system wieloparametrowej oceny stanu ogólnego



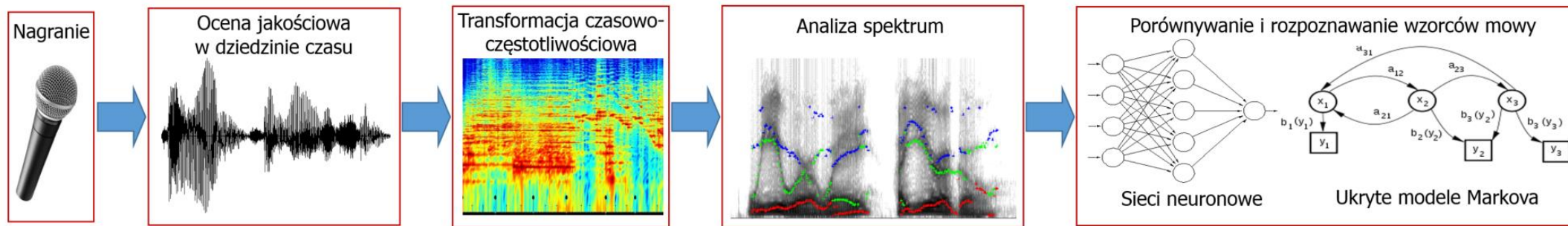
Projekt finansowany przez NCN, 2011-2015

- ❑ metody sztucznej inteligencji – sieci Bayesa
- ❑ przetwarzanie sygnałów biomedycznych (EKG, krzywa oddechowa)

### Moduł terapeutyczny

### Moduł diagnostyczny

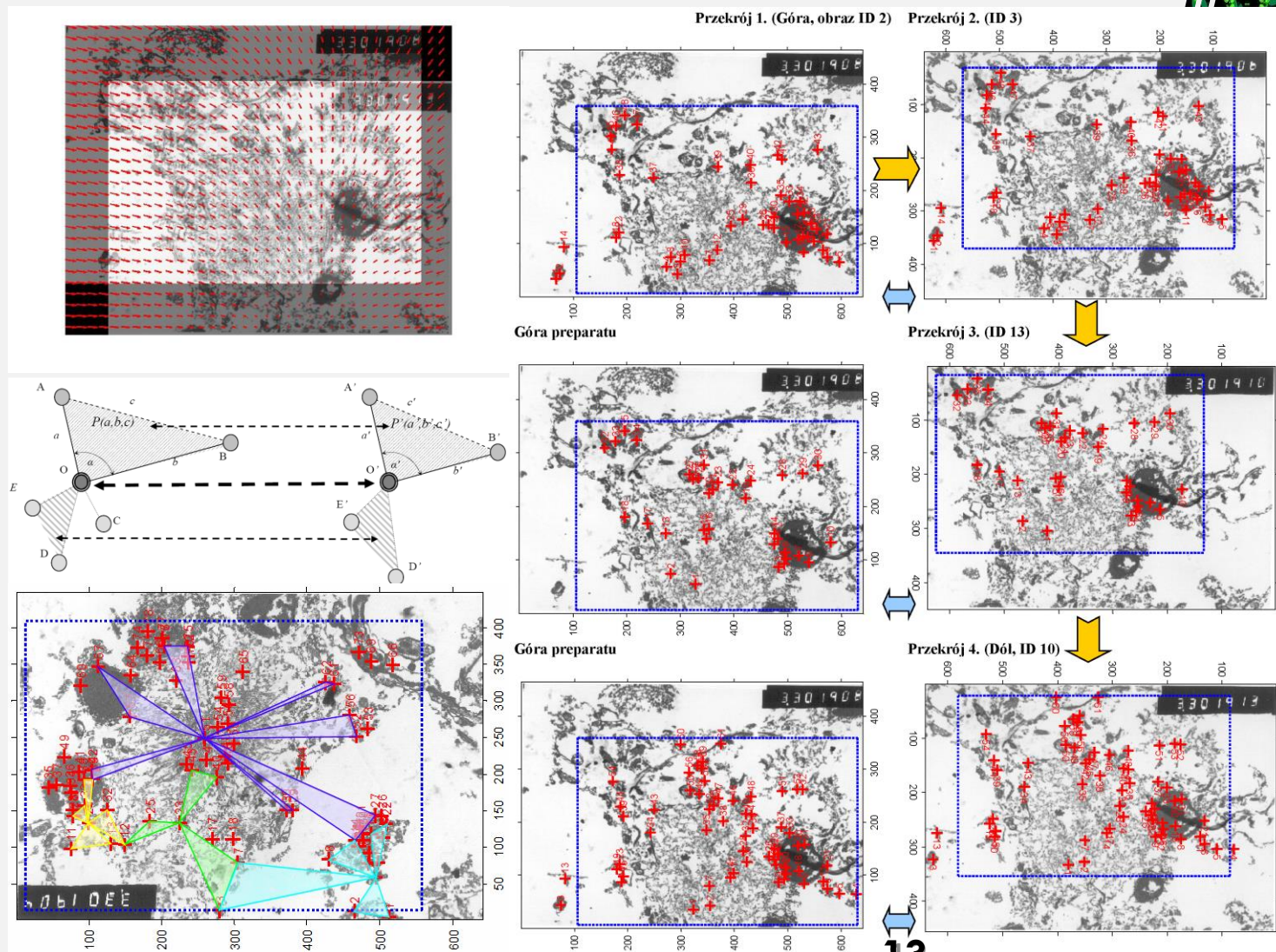
- przetwarzanie sygnałów biomedycznych (nagrania głosu)
- inne: aplikacje internetowe, gry multimedialne



Projekt finansowany przez NCBR, 2014-2016

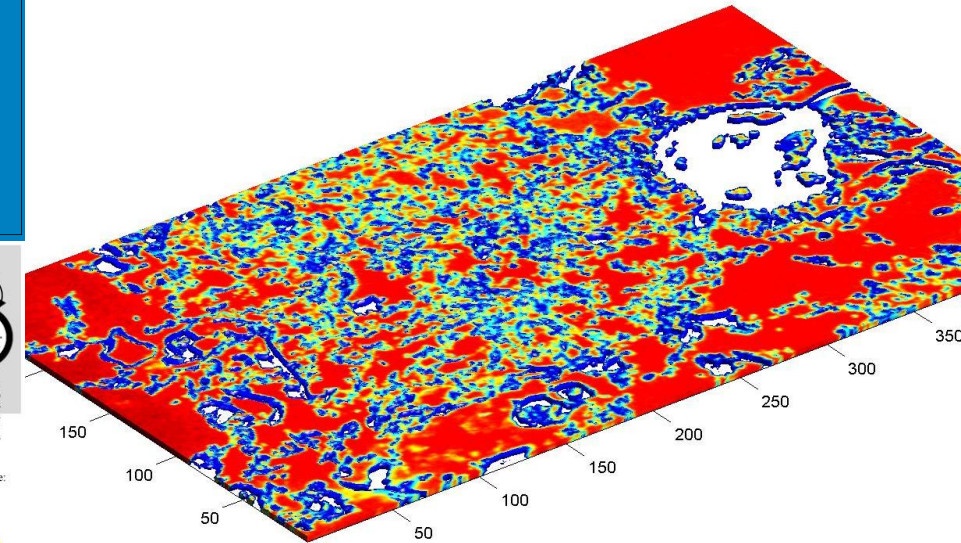
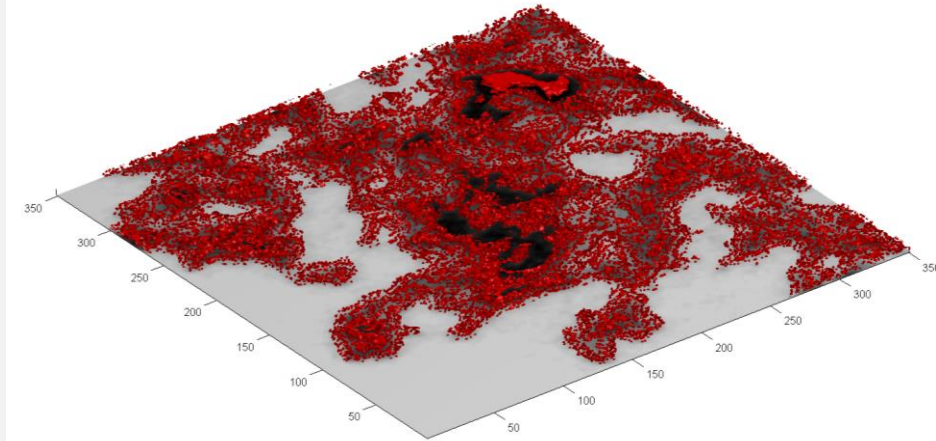
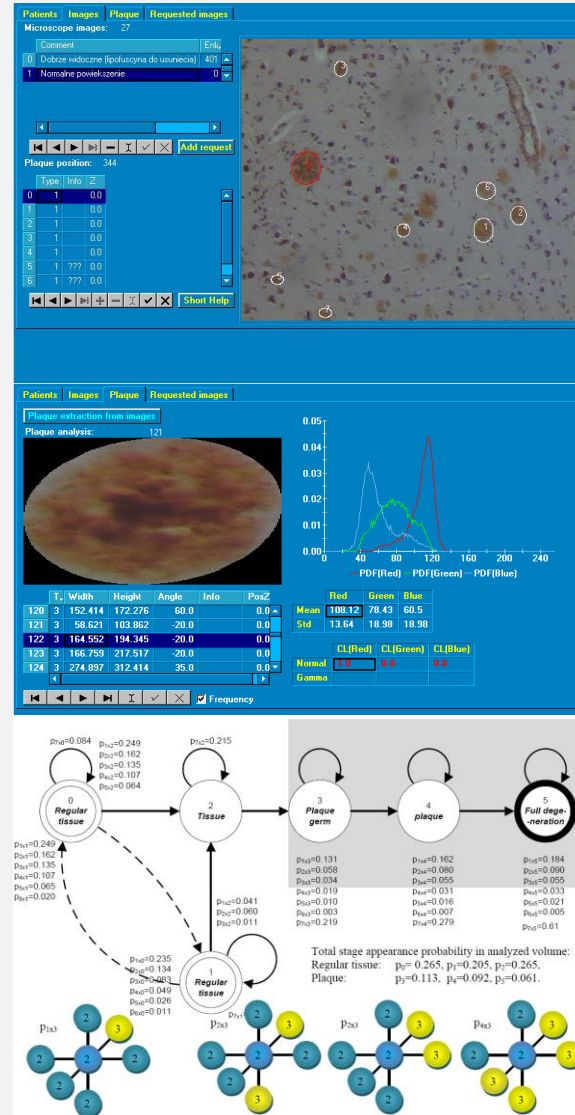


- ❑ dr hab. inż. M. Zubert, prof. uczelni
- ❑ dr inż. M. Napieralska
- ❑ prof. dr hab. inż. A. Napieralski
  
- ❑ Uniwersytet Medyczny w Łodzi (prof. P.Liberski et al.)
- ❑ D.C. Gajdusek nagroda Nobla 1976r.
  
- ❑ Image Processing, Soft AI:
  - algorytmy rozpoznawania blaszek amyloidowych na obrazach 2D,
  - algorytmy wspomagające diagnozowanie chorób amyloidozowych.
  - pasowanie (ang. registration) zdeformowanych obrazów medycznych,
  - rekonstrukcja obiektów 3D z obrazów 2D.





- ❑ dr hab. inż. M. Zubert, prof. uczelni
- ❑ dr inż. M. Napieralska
- ❑ prof. dr hab. inż. A. Napieralski
  
- ❑ Probabilistyczne modelowanie przekrojów tkanki za pomocą 2-D i 3-D ukrytych Gaussowskich pól Markova (GHMRF).
  
- ❑ Implementacja algorytmu maksymalizowania wartości oczekiwanej (EM) oraz algorytmu ang. Iterated Conditional Modes, w celu syntetycznego rozrostu tkanki w trzech wymiarach.





- ❑ dr hab. inż. M. Zubert, prof. uczelni
- ❑ Instytut Ogrodnictwa i Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa im. Szczepana Pieniążka w Skierniewicach.
- ❑ Wielokanałowe filtry morfologiczne.
- ❑ Dedykowane oprogramowanie do przetwarzania obrazów biologicznych.

The screenshot displays the MImage software interface for biological image processing. It features several windows:

- Main Image Processing Window:** Shows multiple image panes (example1.tif, opryski2.tif, IMAGE4.tif, example2.tif) and an 'Options' dialog box. The 'Options' dialog includes settings for 'Real picture' (Width, Height, Xoffset, Yoffset), 'Units' (um, mm, cm, m, km), 'Contours' (Threshold, Color band), and 'Evaluate' (Area, Periphery, Diameter, etc.).
- Microsoft Excel - Example1.TXT (Read-Only):** Contains a data table and two charts.
 

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Periphery	Area	Xavg	Yavg	Rmin	R*	M1	M7	N	Width	Height		
2	7.27E-05	0.148219	0.000472	1.									
3	0.000167	0.884355	0.000543	2.									
4	7.86E-05	1.363393	0.000589	6.									
5	3.89E-05	0.478487	0.000462	7.									
6	0.000115	0.592381	0.000433	2.									
7	0.000164	1.80631	0.000271	9.									
8	4.30E-05	0.178515	0.000279	3.									
9	0.000001	0.9501	0.000000	4.									
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													
- Information about selected contours:** A table showing parameters for selected contours.
 

Name	Periphery	Area	Max diameter	Xavg
Average	8.45833 cm	3.38406 cm <sup>2</sup>	0 cm	52.5285 cm
STD	3.38617 cm	2.22231 cm <sup>2</sup>	0 cm	9.00836 cm
N	25			
Cover	3.4%			
1	13.6285 cm	3.09697 cm <sup>2</sup>	0 cm	36.4782 cm
2	8.15792 cm	3.52409 cm <sup>2</sup>	0 cm	43.7384 cm
3	12.1528 cm	6.35218 cm <sup>2</sup>	0 cm	45.7382 cm
4	9.54861 cm	4.50982 cm <sup>2</sup>	0 cm	46.8609 cm
5	11.0243 cm	3.50387 cm <sup>2</sup>	0 cm	50.0997 cm
6	5.81537 cm	1.61633 cm <sup>2</sup>	0 cm	51.0729 cm
7	13.8889 cm	7.62938 cm <sup>2</sup>	0 cm	51.7583 cm
8	6.59722 cm	2.61095 cm <sup>2</sup>	0 cm	53.4219 cm
9	4.51389 cm	1.42415 cm <sup>2</sup>	0 cm	53.5342 cm
10	9.20139 cm	4.55903 cm <sup>2</sup>	0 cm	57.3532 cm
11	5.72917 cm	1.85366 cm <sup>2</sup>	0 cm	53.5052 cm
12	12.5868 cm	5.51577 cm <sup>2</sup>	0 cm	62.1431 cm
13	8.76736 cm	3.66211 cm <sup>2</sup>	0 cm	63.8744 cm
14	10.7639 cm	3.77514 cm <sup>2</sup>	0 cm	64.721 cm
15	15.9641 cm	8.31881 cm <sup>2</sup>	0 cm	66.9481 cm

- ❑ Anestezjologia (współpraca w ramach WEEiA)
- ❑ Neurochirurgia (dr hab. inż. M. Zubert, prof. uczelni)
- ❑ Analiza potencjałów czynnościowych jednostek ruchowych
  
- ❑ Szpital im. Barlickiego





- dr hab. inż. Mariusz Zubert, prof. uczelni
- dr hab. inż. Wojciech Tylman
- dr hab. inż. Marcin Janicki, prof. uczelni
- prof. dr hab. inż. George Anders
- prof. dr hab. inż. Andrzej Napieralski
- dr inż. Mariusz Orlikowski
- dr inż. Tomasz Raszkowski
- dr inż. Agnieszka Raszewska
- dr inż. Piotr Zajac
- dr inż. Mariusz Jankowski
- mgr inż. Zbigniew Kulesza
- mgr inż. M. Chmurski

Współpraca z zewnętrznymi podmiotami:

- Infineon
- Technische Hochschule Deggendorf (prof. R. Boesnecker)
- Uniwersytet Łódzki (prof. J. Ławrynowicz et al.)
- CNRS Institut Pluridisciplinaire Hubert CURIE/Strasbourg University (prof. M. Rausch de Trautenberg)





- ❑ dr hab. inż. M. Zubert, prof. uczelni
- ❑ prof. dr hab. inż. A. Napieralski
- ❑ Języki programowania, translacja, metody numeryczne:
  - opracowanie języka opisu równań PDE/DAE,
  - implementacja bezsiatkowej FDM,
  - implementacja redukcji symbolicznej równań różniczkowych,
  - opracowanie metod translacji w/w języka do elektrycznej postaci obwodowej (PSPICE, SPICE),
  - opracowanie metod translacji w/w języka opisu do VHDL-AMS, HDL-A i środowiska Mathematica.

❑ Translator.

10.12.2019

Równanie:

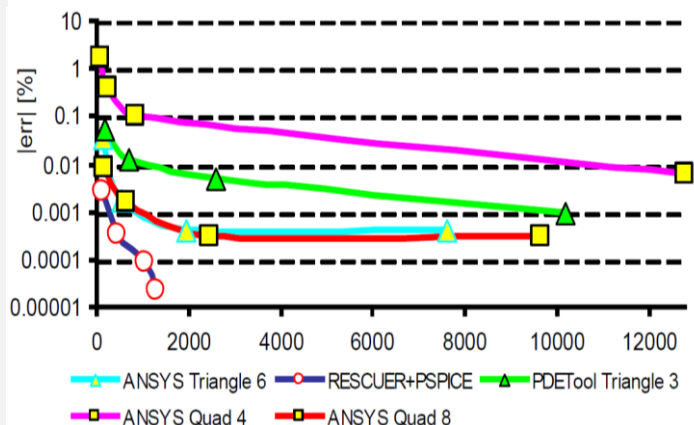
$$\frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2} = \frac{\pi^2}{20000} \cdot \frac{\partial T(x,t)}{\partial t}$$

$$x \in \Omega, \Omega = \langle 0,100 \rangle, t \geq 0$$

B.C. i I.C.:

$$\left. \begin{aligned} T(x,t)|_{t=0} &= \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{200}\right) \text{ for } x \in \Omega \\ T(x,t)|_{x=0} &= \exp\left(-\frac{t}{2}\right) \text{ for } t \geq 0 \\ T(x,t)|_{x=100} &= 0 \text{ for } t \geq 0 \end{aligned} \right\}$$

```
-- Input: TIME=t, Output: T(x,t), External functions: Cos[...], Exp[...]
object 1d Diffusion1 {
  const Pi=3.1459265358979324;
  var T=Cos[Pi*X_0/200]; -- Initial value
--equ r1(T):poisson[T,diff[T,t]*Pi*Pi/20000]; -- or e.g.
  equ r1(T):diff[T,x,x]==diff[T,t]*Pi*Pi/20000;
-- object bcl {var T=Cos[Pi*X_0/200];equ r1(f):T==Exp[-TIME/2];
-- point p1(0);}; -- or e.g.
  point p1(0){var T=1; equ r1(T):T==Exp[-TIME/2];}; -- b.c.
```



```
nt P4(30);point P5(40);point P6(50);
nt P9(80);point P10(90);
_0/200]; equ r1(T):T==0;}; -- b.c.
```



- ❑ prof. dr hab. inż. A. Napieralski
- ❑ dr hab. inż. M. Zubert, prof. uczelni
- ❑ prof. dr hab. inż. G. Anders
- ❑ dr hab. inż. W. Tylman
- ❑ dr inż. M. Orlikowski
  
- ❑ Symulacja komputerowa – model przepływu ciepła w instalacjach elektroenergetycznych chłodzonych wolno cyrkulującym olejem i innych (dokładniejsze modele od dotychczas stosowanych),
- ❑ Estymatory dynamicznego obciążenia linii energetycznych,
- ❑ Soft AI – detekcja wycieków oleju.
  
- ❑ System czasu rzeczywistego wdrożony dla Kinectrics Inc., Consolidated Edison Inc. zainstalowany w Nowym Yorku, Long Island, Ontario Hydro One, etc.



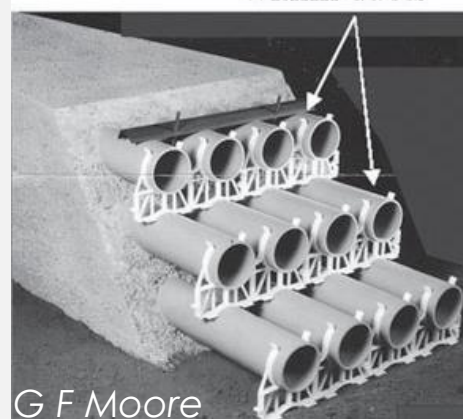
Zjawiska elektryczne



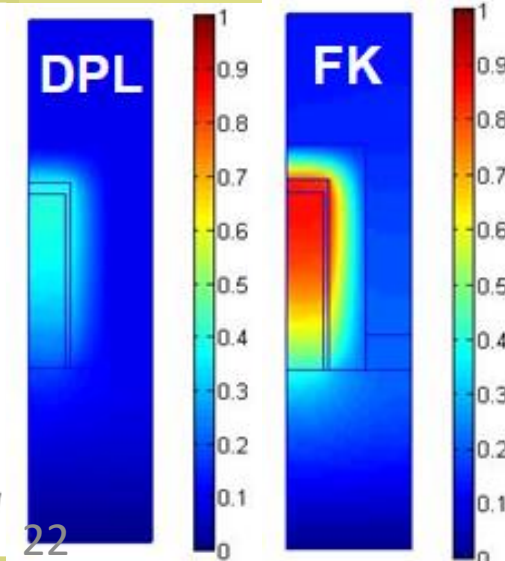
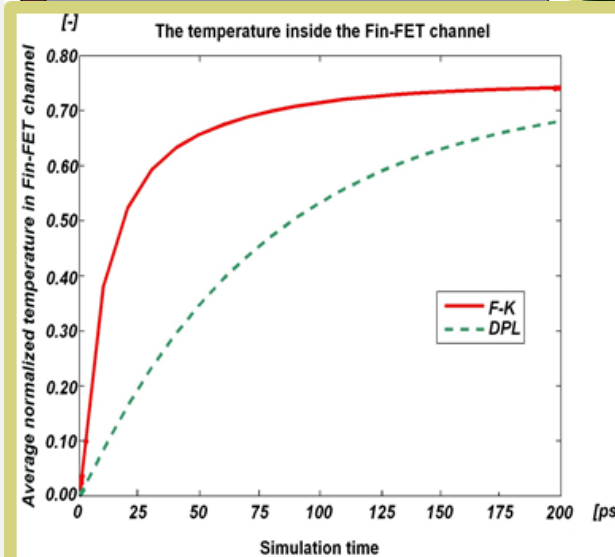
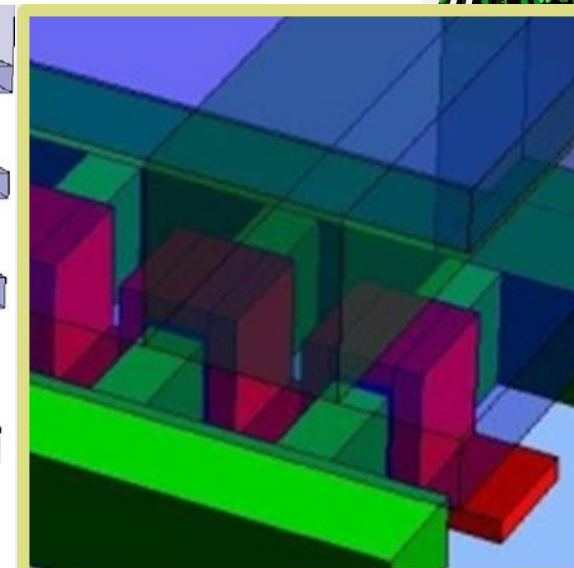
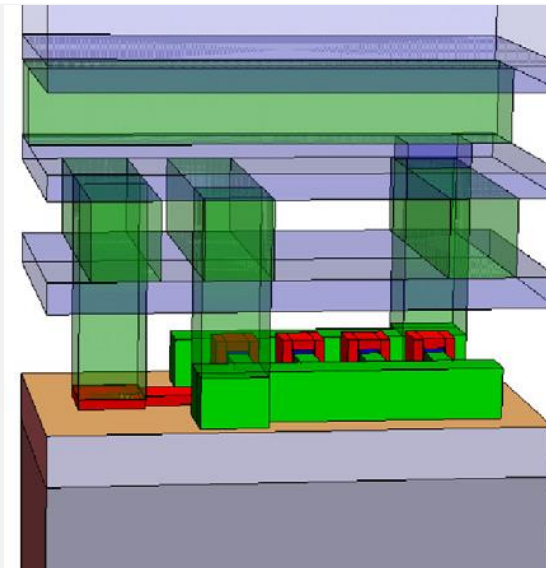
Zjawiska termiczne



Zjawiska przepływu cieczy

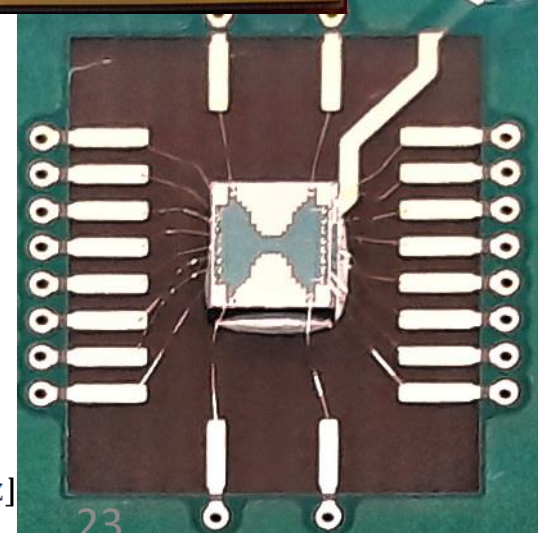
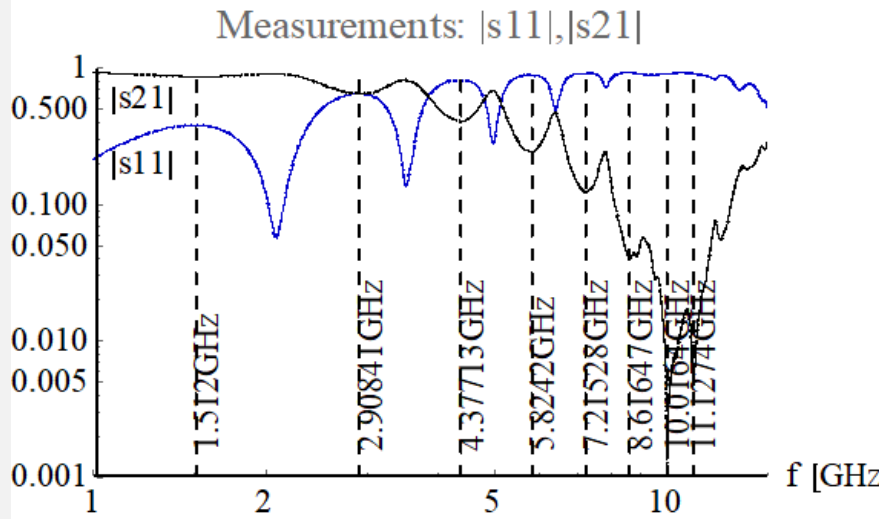
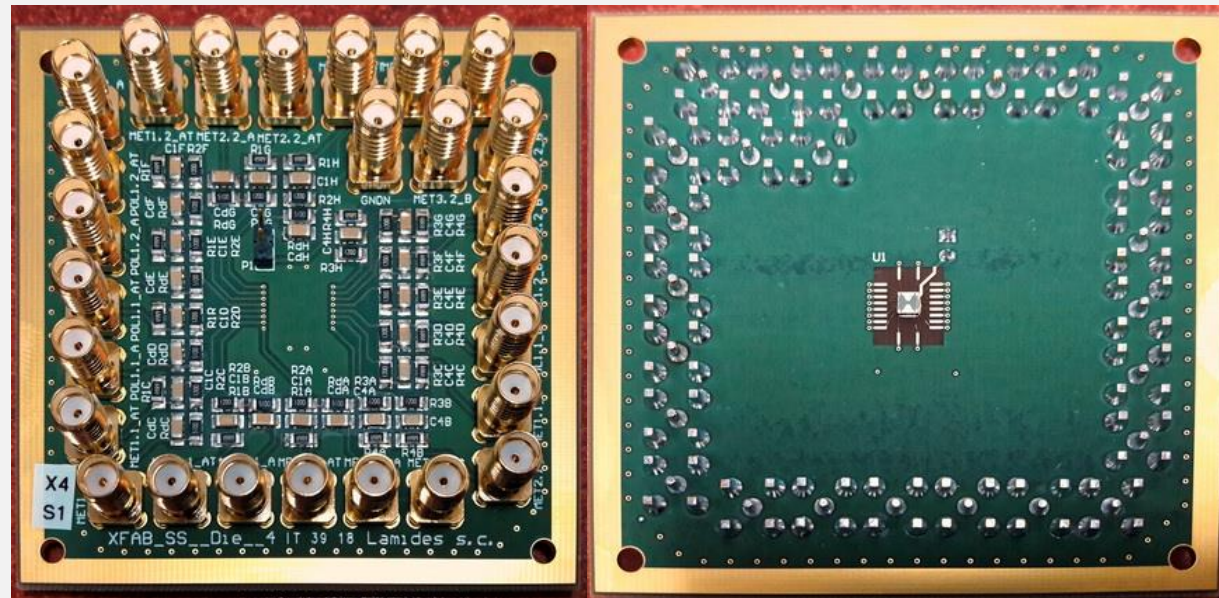


- ❑ dr hab. inż. M. Zubert, prof. uczelni
- ❑ dr inż. T. Raszkowski, dr inż. A. Raszkowska,
- ❑ dr hab. inż. M. Janicki, prof. uczelni, dr inż. P. Zając
  
- ❑ Metody numeryczne:
  - zastosowanie pochodnej Grünwalda-Letnikova rzędu ułamkowego do aproksymacji i symulacji numerycznej równania ang. Dual-Phase-Lag (dla nanometrowych struktur elektronicznych),
  - opracowanie schematu różnicowego dla modelu DPL,
  - opracowanie algorytmu redukcji rzędu układu ODE w przestrzeni Krylova,
  - Zastosowanie spektralnych metod do rozwiązywania zagadnień DPL.
  
- ❑ Implementacja dedykowanego symulatora cyfrowego przepływu ciepła w strukturach nanometrycznych.





- ❑ dr hab. inż. M. Zubert, prof. uczelni
- ❑ dr inż. M. Jankowski
- ❑ mgr inż. Z. Kulesza
- ❑ prof. dr hab. inż. A. Napieralski
  
- ❑ Metody numeryczne
  - prace nad zrównoleglaniem obliczeń dla wielkich układów równań ODE.
- ❑ Elektronika:
  - Estymacja parametrów rozłożonych układów ASICs i PCBs (ang. advanced de-embedding).
- ❑ Prace nad wielowątkowym symulatorem cyfrowym dedykowanym do symulacji zagadnień EMC opisanych pełnofalowym równaniem Maxwella.



- ❑ dr hab. inż. M. Zubert, prof. uczelni
- ❑ mgr inż. M. Chmurski
  
- ❑ Infineon,
- ❑ Technische Hochschule Deggendorf (prof. R. Boesnecker).
  
- ❑ Image Processing, Soft AI (DNN), Edge Computing, elementy Human Machine Interface.
- Opracowanie własnej struktury głębokiej sieci neuronowej wykorzystującej sieć LSTM (ang. Long short-term memory) dla sekwencji sygnałów widmowych z radaru FMCW (ang. Frequency-modulated continuous-wave radar).
- Opracowanie architektury sprzętowej opartej na procesorach ARM.





# Matematyczne odpowiedniki w równaniach różniczkowych, geometrii, informatyce i zastosowaniach fizycznych



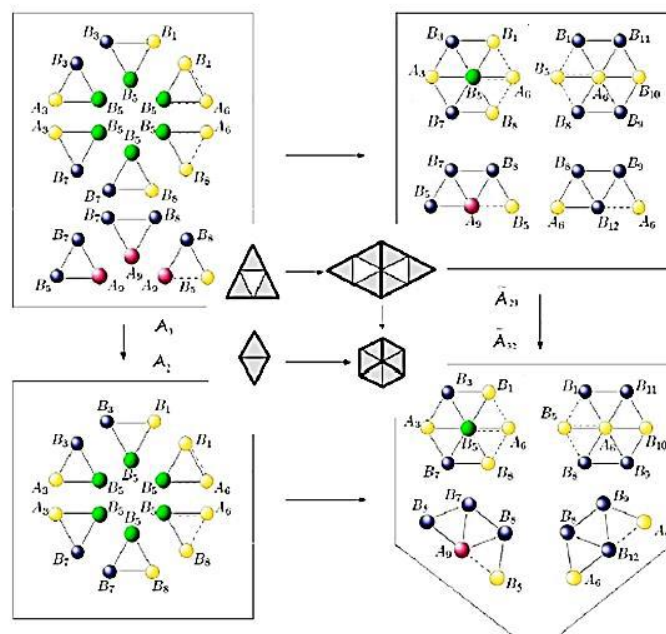
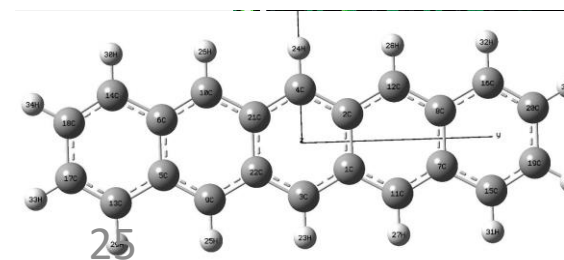
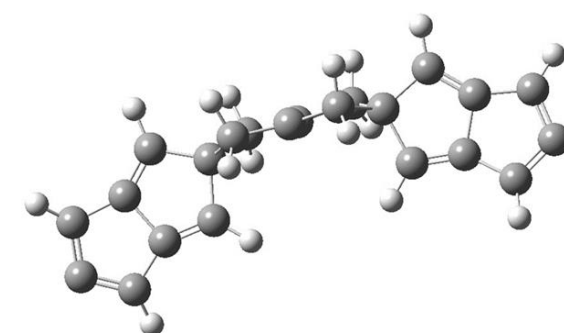
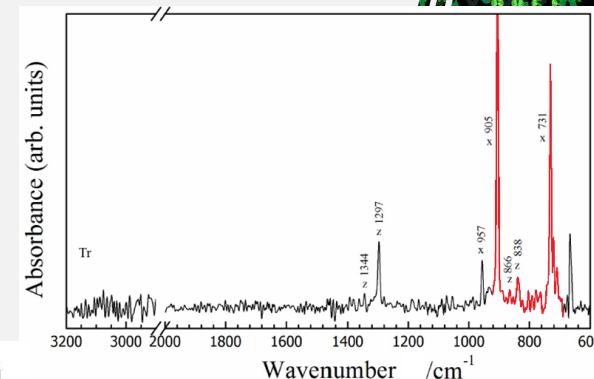
- ❑ dr hab. inż. M. Zubert
- ❑ Uniwersytet Łódzki (prof. J. Ławrynowicz et al.)
- ❑ CNRS Institut Pluridisciplinaire Hubert CURIEN Strasbourg University (prof. M. Rausch de Traubenberg) et al.

Modelowanie analogów/odpowiedników:

- ❑ maszyny Turinga i jej rozwinięć/rozszerzeń,
- ❑ równania Diraca (komputer kwantowy), równaniem Dual-Phase-Lag (przepływ ciepła w nanoskali),
- ❑ rekonfiguracji topologicznej w przestrzeni Riemanna dla quasi-quaternionowej and quasi-octonionowej algebry,
- ❑ rekonfiguracji półprzewodników i nanomaszyn.

10.12.2019

Matematyczne koncepcje powiązane z dwiema nagrodami Nobla z 2016r.:  
z fizyki - "topologia struktur fizyki przejść fazowych",  
z chemii - "geometria molekuł jako nanosilnik".  
Projekt PAN.



- prof. dr hab. inż. Andrzej Napieralski
- dr hab. inż. Mariusz Zubert, prof. uczelni
- dr inż. Małgorzata Napieralska
- dr inż. Wojciech Sankowski
- dr inż. Kamil Grabowski
- dr inż. Michał Włodarczyk
- dr inż. Damian Kacperski
- mgr inż. Piotr Nowak
- mgr inż. Paweł Krotewicz

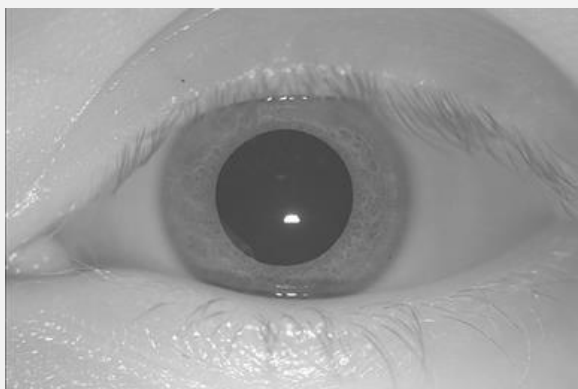
Współpraca z zewnętrznymi jednostkami:

- University of Beira Interior, Department of Computer Science, Covilhã, Portugal
- Instytut Optyki Stosowanej imienia prof. Maksymiliana Pluty w Warszawie

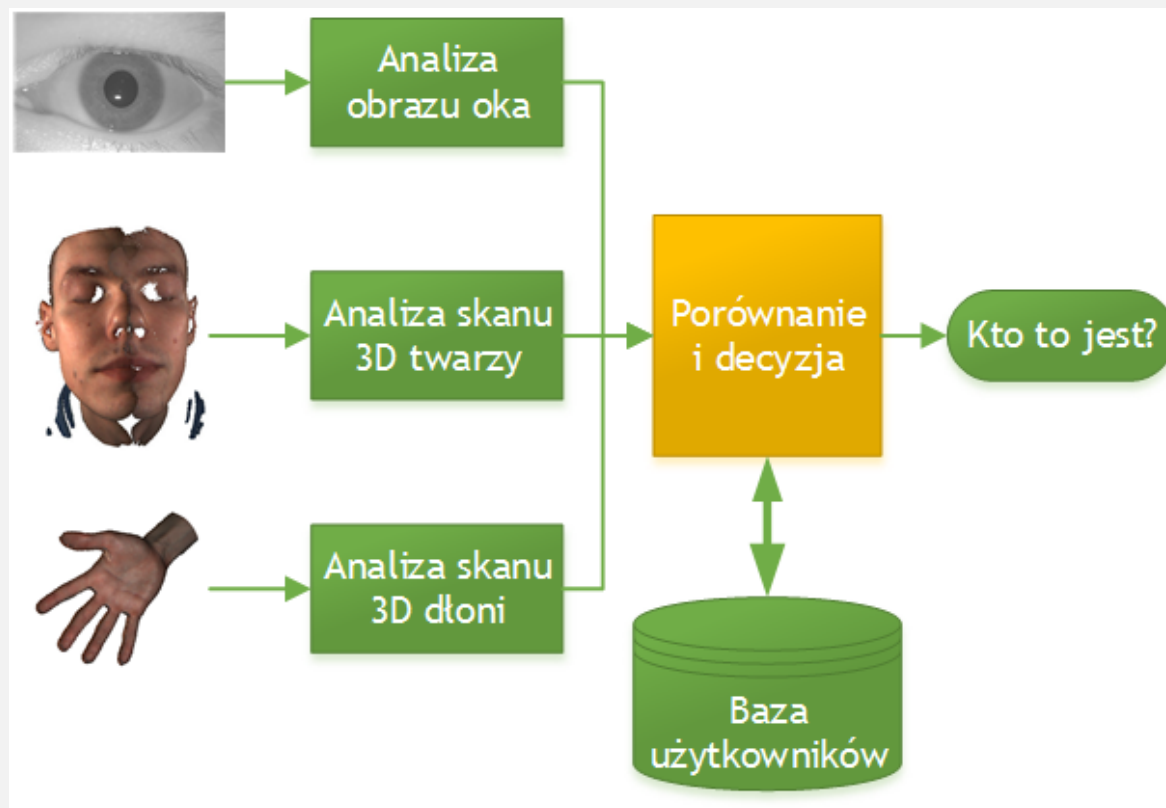




- ❑ System identyfikacji osób na podstawie wzoru tęczówki oka
- ❑ 2004 – 2007
- ❑ Technologia identyfikacji
  - ❑ System akwizycji
  - ❑ Algorytmy

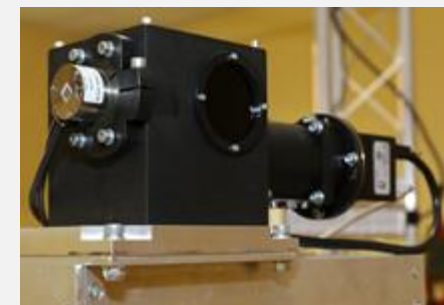
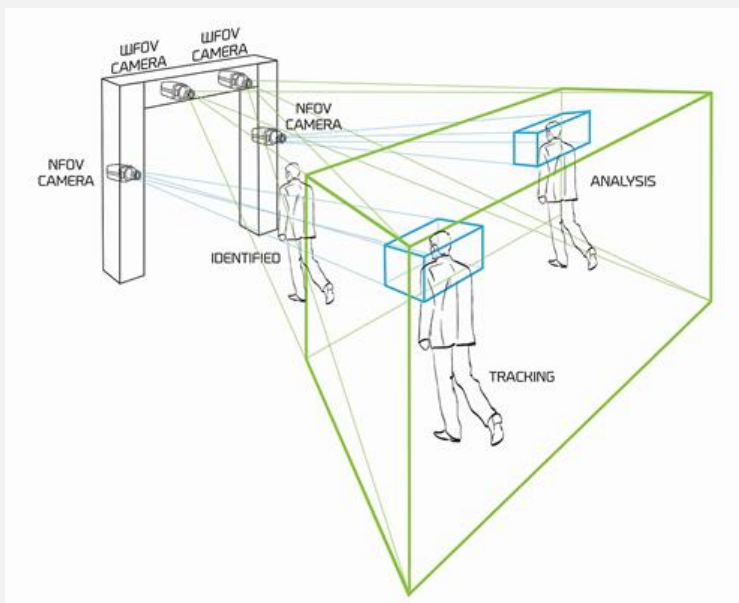


- ❑ 2011 – 2014
- ❑ Fuzja biometryk
  - ❑ Poprawa skuteczności
  - ❑ Detekcja ataków
- ❑ Baza danych publicznie dostępna
  - ❑ Unikalna baza dłoni





- ❑ 2013 – 2016
- ❑ Systemy wizyjne
  - ❑ Szerokiego kąta widzenia
  - ❑ Wąskiego kąta widzenia
- ❑ Zgłoszenie patentowe
- ❑ Baza danych publicznie dostępna



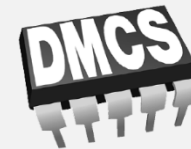
- dr inż. Piotr Amrozik
- dr inż. Grzegorz Jabłoński
- dr inż. Rafał Kiełbik
- mgr inż. Zbigniew Mudza

Współpraca z zewnętrznymi jednostkami:

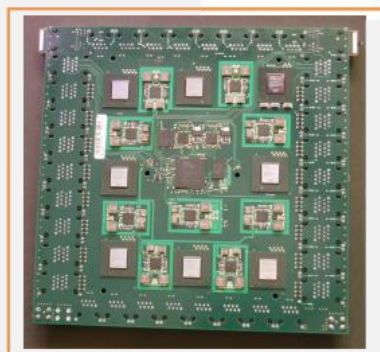
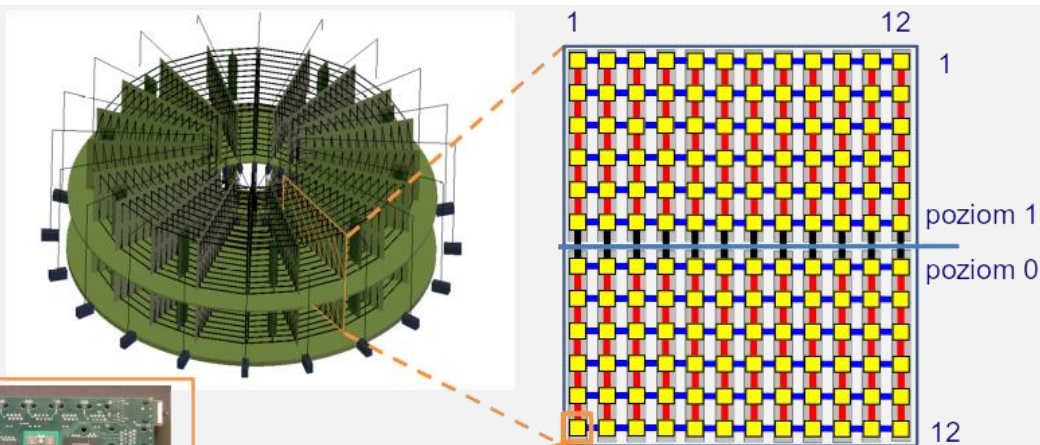
- Katedra Fizyki Molekularnej PŁ (prof. dr hab. Jacek Ulański, dr hab. Inż. Jarosław Jung, dr inż. Krzysztof Hałagan)
- Bionanopark
- Ericsson



# Analizator Rzeczywistych Układów Złożonych ARUZ (2015)



- ❑ Algorytm DLL (Dynamic Lattice Liquid)
- ❑ 20 paneli 5 m x 5 m
- ❑ 12 x 12 PCB na każdym panelu
- ❑ Sieć 3D 24 x 24 x 40 układów FPGA
- ❑ W sumie 26 000 układów FPGA
- ❑ 80 000 kabli
- ❑ Chłodzenie wodne
- ❑ 100 kW mocy rozpraszanej
- ❑ BioNanoPark w Łodzi

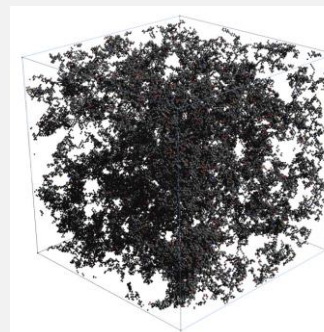


Panel = 144 x DBoard

DBoard = Daughter Board  
(płyta "córka")



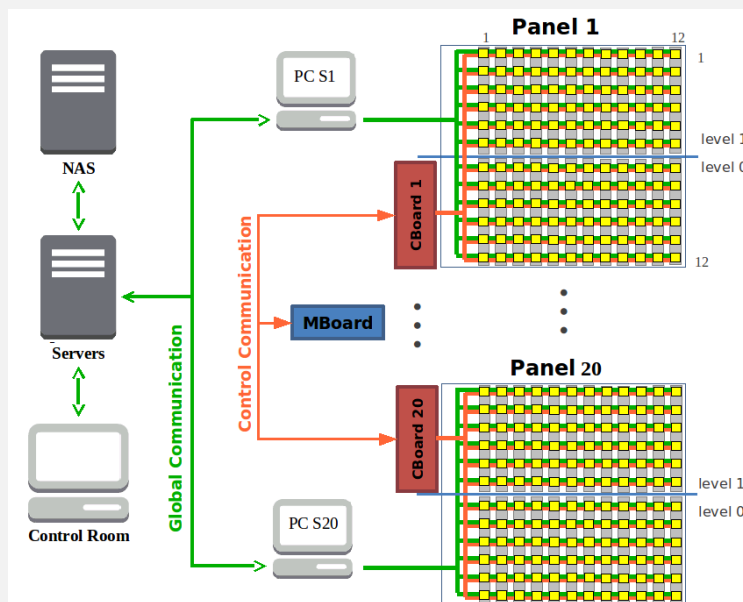
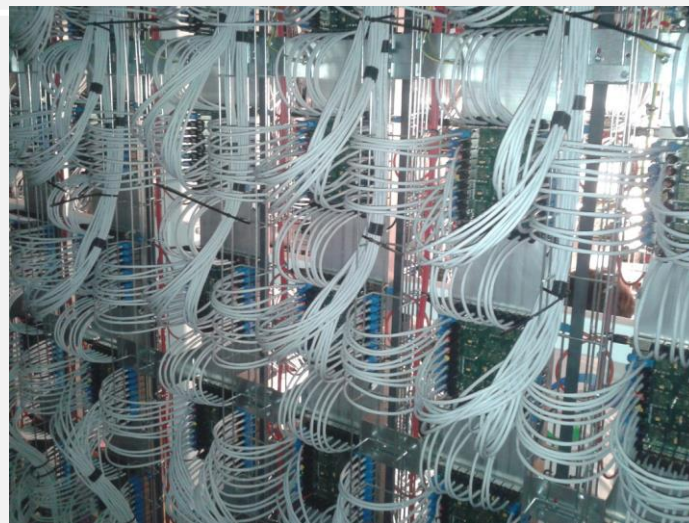
Metryka	ARUZ		PC	
	ALC	SLC	x 1	x 6
Prędkość [cykli/s]	10 000	4 100	8	6
Prędkość [LUPS]	15e+9	6.15e+9	12e+6	(9e+6) x 6
Moc [kW]	100	100	0.14	0.21/6 = 0.035
Energia [GJ]	100	244	175	58
Czas [dni]	12	28	14 468 (40 years)	19 290 (58 years)





## 3 rodzaje komunikacji:

- ❑ Lokalna – 1 Gb/s z najbliższymi sąsiadami FPGA w 6 kierunkach (góra, dół, prawo, lewo, poprzedni i następny panel) – intensywnie wykorzystywana w trakcie obliczeń
- ❑ Globalna – Ethernet do 20 serwerów podpanelowych – do konfigurowania, monitorowania, dostarczania danych i odbioru wyników
- ❑ Sterująca - z płytą-matką - do synchronizacji pracy całego systemu

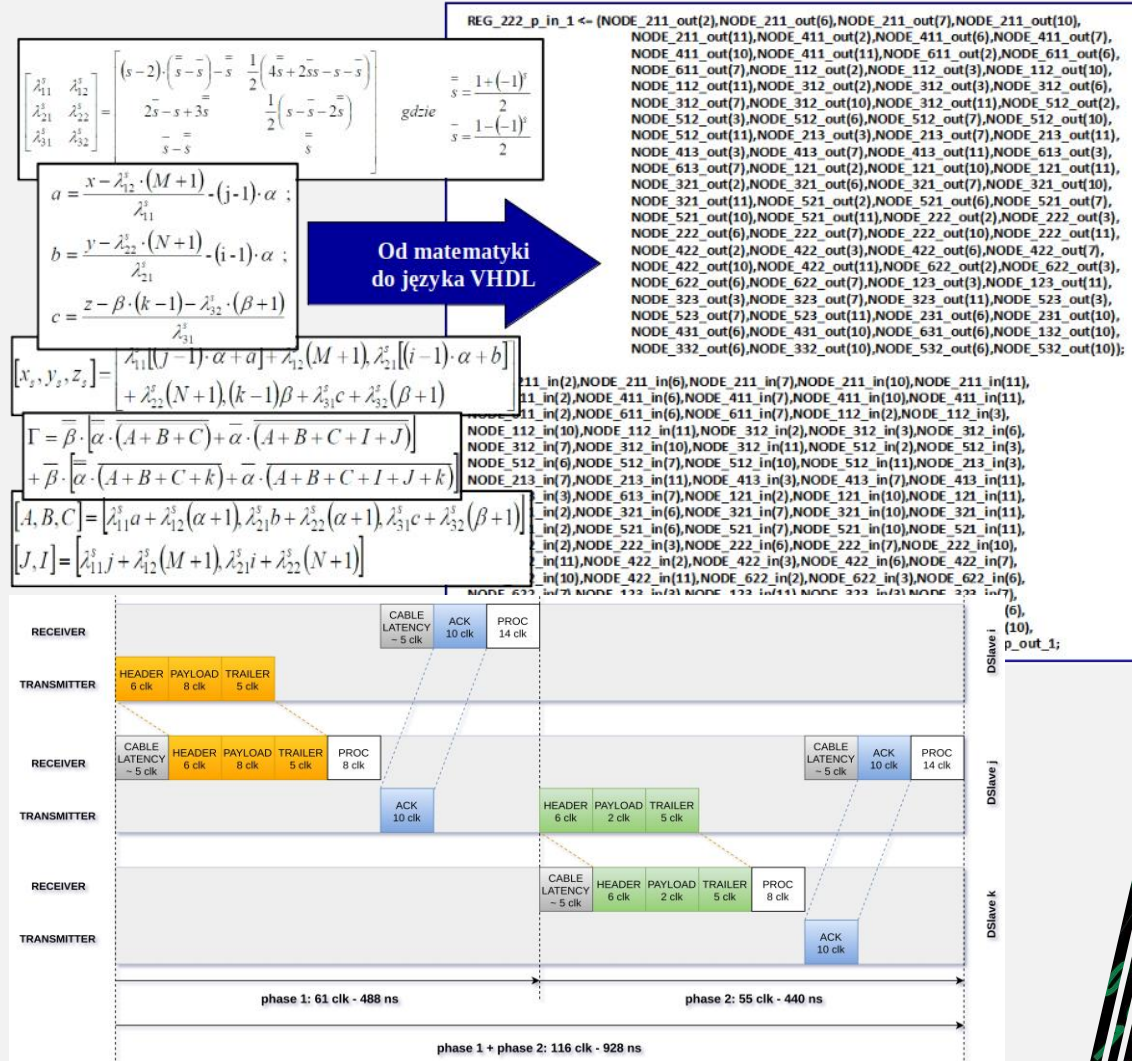




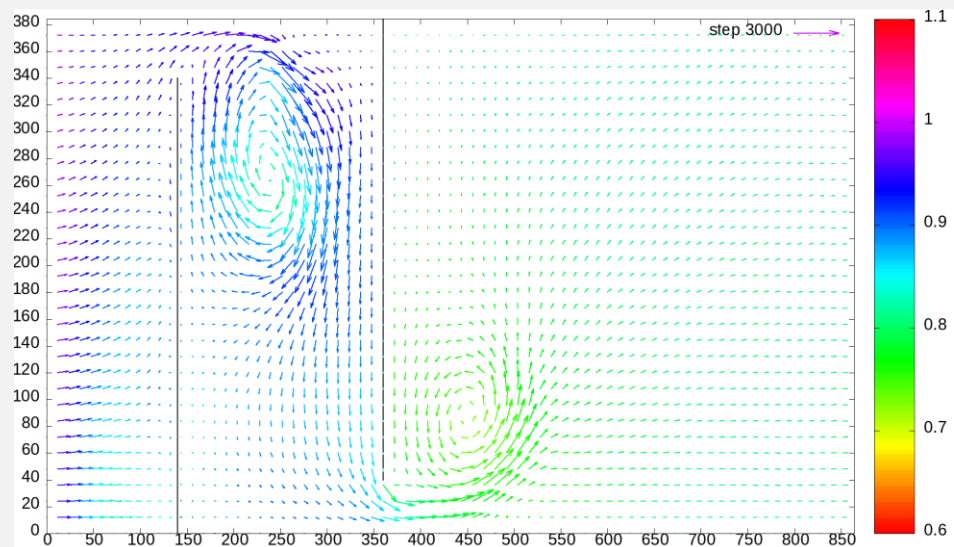
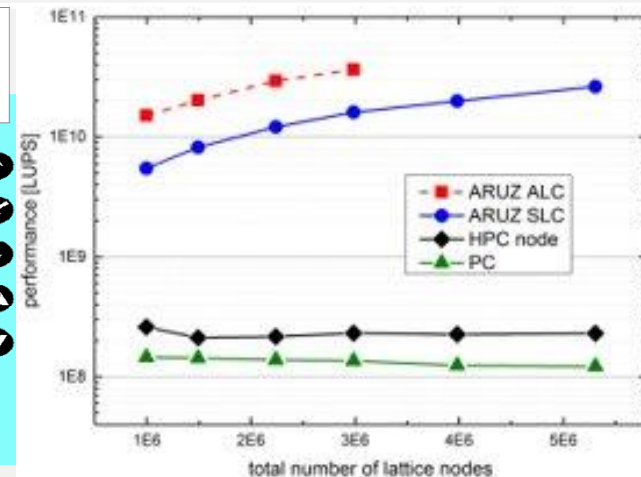
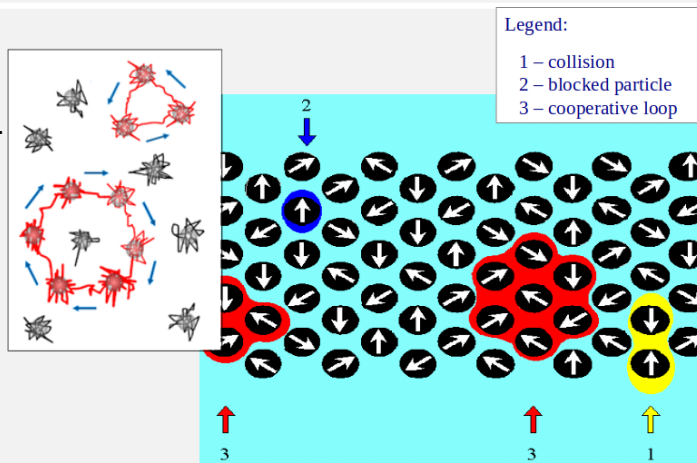
- ❑ Sterowanie całością oraz dostarczanie i odbiór danych do FPGA - system operacyjny (C, C++, Python, HTML, JavaScript)
- ❑ Dedykowane protokoły wymiany danych
- ❑ Obliczenia – VHDL
  - ❑ 40 000 linii napisanych ręcznie
  - ❑ 1 60 000 linii generowanych automatycznie
- ❑ 12 mechanizmów w różnych kombinacjach

LOOPS	BOND_BREAKS	REACTION
WAYS	TERMINATION	APERIODIC
BONDS	MOBILITY	VECTOR
BOND_BINDS	ENERGY	REORIENTATION

- ❑ Dla każdej kombinacji dedykowana konfiguracja układów FPGA



- ❑ Wydajna implementacja algorytmu DLL na superkomputerach/kartach graficznych
  - ❑ Wyzwanie – czy da się poprawić skalowalność maskując opóźnienia komunikacyjne
- ❑ Implementacja innych algorytmów w systemie ARUZ
  - ❑ Pierwsze próby – algorytm Lattice Boltzmann
- ❑ Wysokopoziomowe metodologie programowania rekonfigurowalnych systemów obliczeniowych
  - ❑ Próby zastosowania High Level Synthesis – ale wbrew nazwie to wciąż względnie niski poziom





- prof. dr hab. inż. A. Napieralski
- dr inż. Wojciech Cichalewski
- dr inż. Piotr Amrozik
- dr inż. Rafał Kiełbik
- dr inż. Grzegorz Jabłoński
- dr inż. Wojciech Jałmużna
- dr hab. inż. Dariusz Makowski
- dr inż. Aleksander Mielczarek
- dr inż. Mariusz Orlikowski
- mgr inż. Kacper Kłys
- mgr inż. Piotr Perek
- mgr inż. Paweł Plewiński
- inni

Współpraca z zewnętrznymi jednostkami:

- DESY, Hamburg, Niemcy
- ESS, Lund, Szwecja
- ITER, Cadarache, Francja
- Wielu innych partnerów krajowych oraz zagranicznych

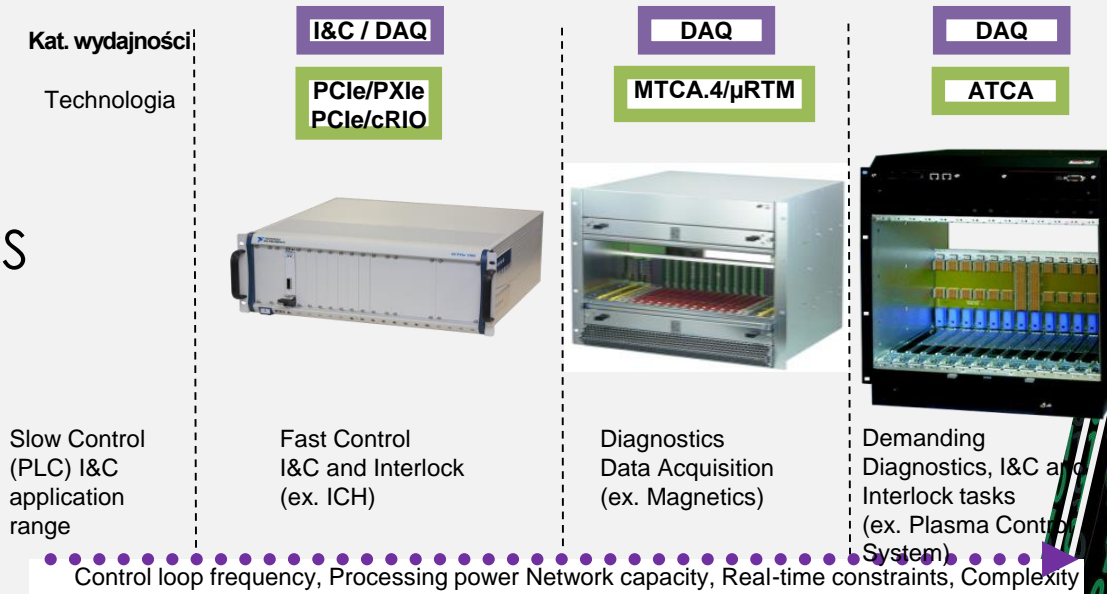


- ❑ Europejski Rentgenowski Laser na Swobodnych elektronach – European X-FEL (oraz FLASH),
- ❑ Europejskie Źródło Spalacyjne – European Spallation Source (ESS-ERIC),
- ❑ Międzynarodowy Projekt Fuzji Jądrowej – International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER)

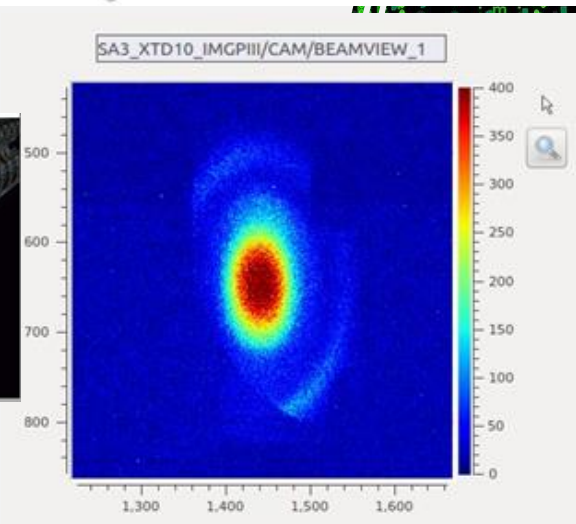
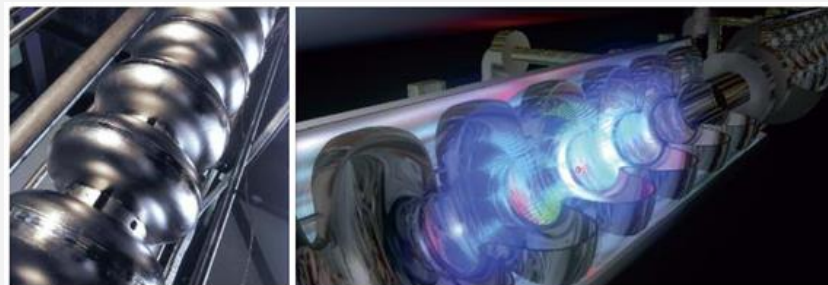
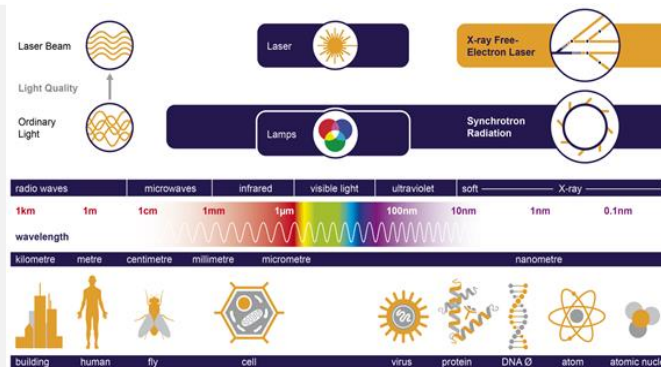




- ❑ Rozwój standardu modułowych systemów komputerowych **Advanced Telecommunication Architecture (ATCA)** oraz **Micro Telecommunication Architecture (MTCA)**, w szczególności MTCA for physics – MTCA.4
- ❑ Oprogramowanie systemów SCADA – DOOCS oraz EPICS
- ❑ Projektowanie modułów zgodnych ze standardem MTCA
- ❑ Opracowywanie oprogramowania FPGA dla systemów przetwarzania i analizy danych o wysokiej wydajności (VHDL)



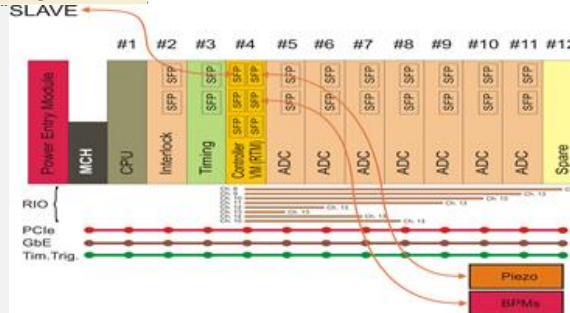
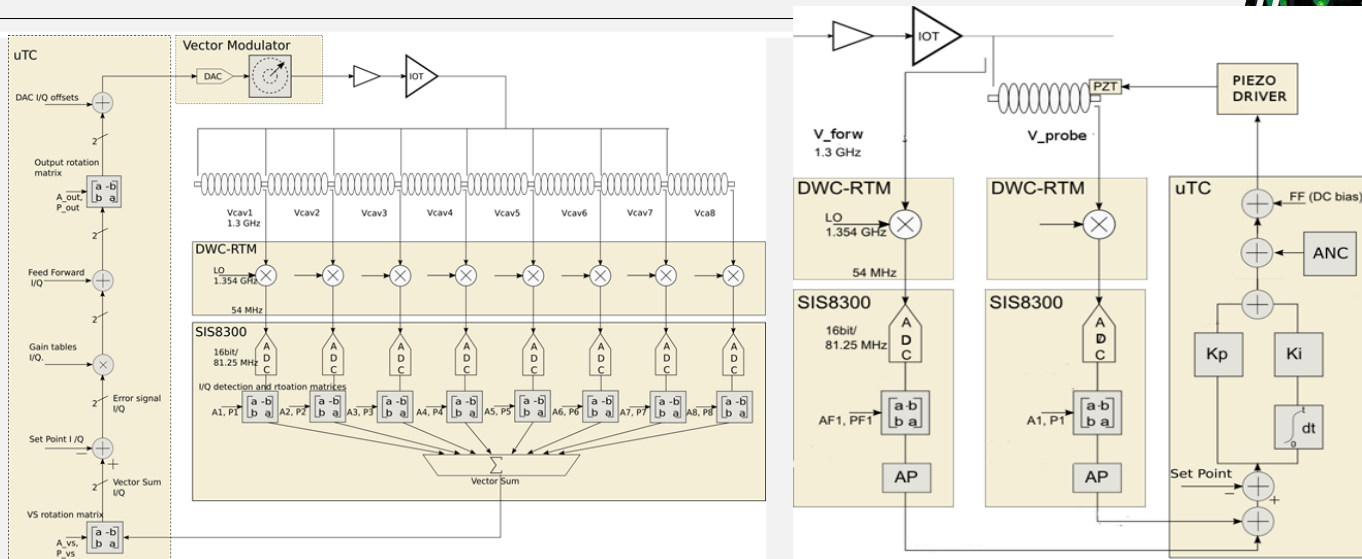
- ❑ 27 tysięcy błysków na sekundę,
- ❑ Długość fali od 0.05 do 4,7 nm,
- ❑ Długość trwania – kilka femtosekund (możliwość wykonywania szybkich ujęć badanych próbek),
- ❑ Lokalizacja: Hamburg, Niemcy (DESY)
- ❑ Długość całkowita: 3,4 km,
- ❑ Głębokość osadzenia tunelu: 6 do 38 m,
- ❑ Akcelerator: liniowy, nadprzewodzący (1,7km), wykonany z niobowych wnęk pracujących w temp 2K. Przyspieszanie elektronów do energii w zakresie od 10 do 17.5 GeV,
- ❑ Koszt fazy konstrukcyjnej 1200 MEuro (na 2005 r.)





- ❑ Rozwój, testowanie i wdrażanie oprogramowania dla podsystemów akceleratora liniowego:
  - ❑ Firmware
  - ❑ Sterowniki systemowe,
  - ❑ Adaptacyjne algorytmy sterowania realizowane jako aplikacje wysokiego poziomu,
  - ❑ Interfejsy operatora/eksperta systemu.
- ❑ Integracja i ewaluacja systemów,
- ❑ Systemy precyzyjnej piezoelektrycznej kontroli częstotliwości rezonansowej komór,
- ❑ Pakiet oprogramowania do realizacji testów parametrów wnek nadprzewodzących,
- ❑ Oprogramowanie dedykowane dla pierwszych na świecie testów systemu LLRF pracującego w trybie ciągłym.

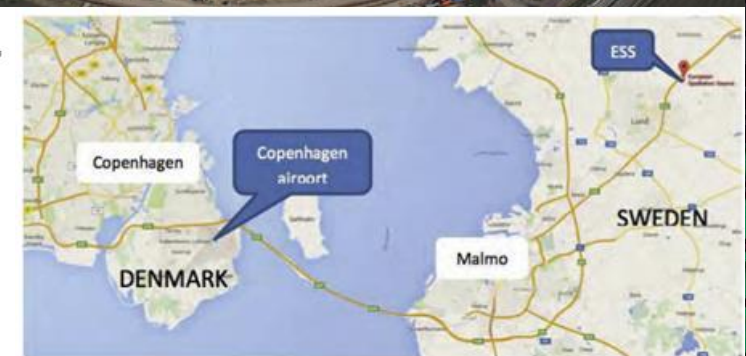
10.12.2019



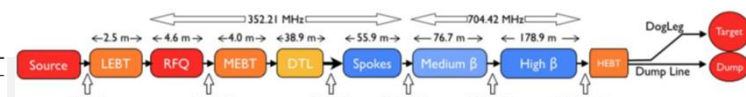
## Spalacyjne źródło neutronów

- ❑ Najsilniejsze (budowane) impulsowe źródło promieniowania neutronowego (5 MW),
- ❑ Wiązka protonów (przyspieszona w części normalnie przewodzącej oraz nadprzewodzącej) uderza w obracający się wolframowy cel powodując wygenerowanie wiązki neutronowej,
- ❑ Lokalizacja: Lund, Szwecja,
- ❑ Projekt realizowany ze znacznym udziałem partnerów z całej Europy (Polski wkład własny na poziomie 2%),
- ❑ Początek budowy: 2014,
- ❑ Planowane pierwsze uruchomienie: 2023,
- ❑ Przewidywany koszt fazy konstrukcyjnej: ok 1450 ME (na rok 2013)

Parameter	Units	Value
Energy	GeV	2.0
Current	mA	62.5
Pulse length	ms	2.86
Pulse repetition frequency	Hz	14
Average power	MW	5
Power during pulse	MW	125



Institution	Main deliverables
Aarhus Univ (DK)	Rastering system
Atomki (HU)	RF local protection system
Bergen University (NO)	Seconded staff
CEA Saclay (FR)	RFQ, elliptical cavities and cryomodules, diagnostics
DESY (DE)	Diagnostics
Elettra (IT)	Spoke RF sources, magnets, power converters, diagnostics
ESS-Bilbao (ES)	MEBT, warm linac RF, diagnostics
Huddersfield Univ (UK)	RF distribution, radiation protection
IFJ PAN (PL)	Manpower for installation
INFN Catania (IT)	Ion source, LEBT
INFN Legnano (IT)	Drift tube linac
INFN Milan (IT)	Medium-beta elliptical cavities
IPN Orsay (FR)	Spoke cavities, cryo distribution
Lodz Univ of Techn (PL)	Low-level RF
Lund Univ (SE)	Low-level RF
NCRJ (PL)	Low-level RF, gamma blockers
Oslo Univ (NO)	Diagnostics
STFC Daresbury (UK)	High-beta elliptical cavities, vacuum
Tallinn Univ of Techn (EE)	IOT modulator development
Uppsala Univ (SE)	Tests of spoke cavities and cryomodules
Warsaw Univ of Techn (PL)	Phase-reference line, low-level RF
Wroclaw Univ of Techn (PL)	Cryogenic distribution



**Table 19. Number of cavities, frequency and peak power level.**

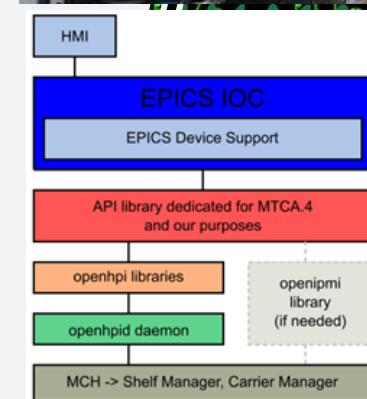
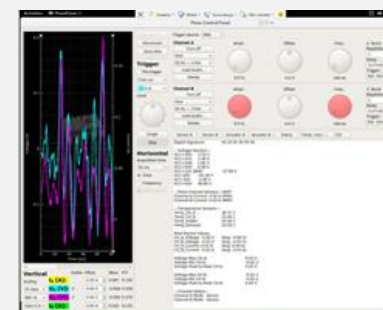
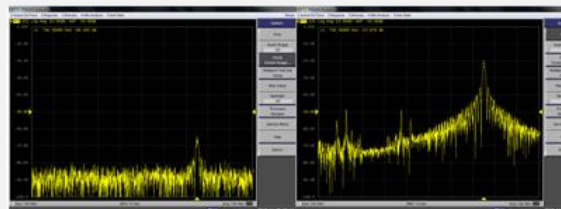
Linac section	Energy (MeV)	Freq. (MHz)	Number of cavities	Cavities per cryo-module	Geometric $\beta$	Temp. (K)	Max. RF power (kW)
Ion source, LEBT	0.075	—	0	—	—	300	—
LEBT	0.075	—	1	—	—	300	—
RFQ	3.6	352.21	0	—	—	300	1600
MEBT	3.6	352.21	3	—	—	300	20
DTL	90	352.21	5	—	—	300	2200
Spoke	220	352.21	6	2	0.5 $\beta_{opt}$	2	330
Medium- $\beta$	570	704.42	36	4	0.67	2	870
High- $\beta$	2000	704.42	84	4	0.86	2	1100
HEBT	2000	—	0	—	—	300	—



- ❑ Oprogramowanie dla systemów sterowania parametrami pola przyspieszającego:
  - ❑ Oprogramowanie niskiego poziomu dla projektowanych modułów elektronicznych w standardzie MTCA.4 (regulator pracy elementów piezo-elektrycznych),
  - ❑ Sterowniki,
  - ❑ Oprogramowanie wyższego poziomu dla modułów - w środowisku EPICS,
  - ❑ Oprogramowanie wysokiego poziomu dla konfiguracji systemu referencyjnego oraz przeprowadzania testów integrowanych systemów LLRF,
- ❑ Integracja funkcjonalności IPMI w środowisku EPICS – zapewnienie dostępności zaawansowanej funkcjonalności zarządzania oraz diagnostyki systemów elektronicznych,
- ❑ Oprogramowanie dla systemów detekcji strat przyspieszanej wiązki (neutron Beam Loss Monitor i ionisation chamber BLM), realizujące algorytm bezzwłocznego wykrywania niewłaściwego toru lotu protonów.



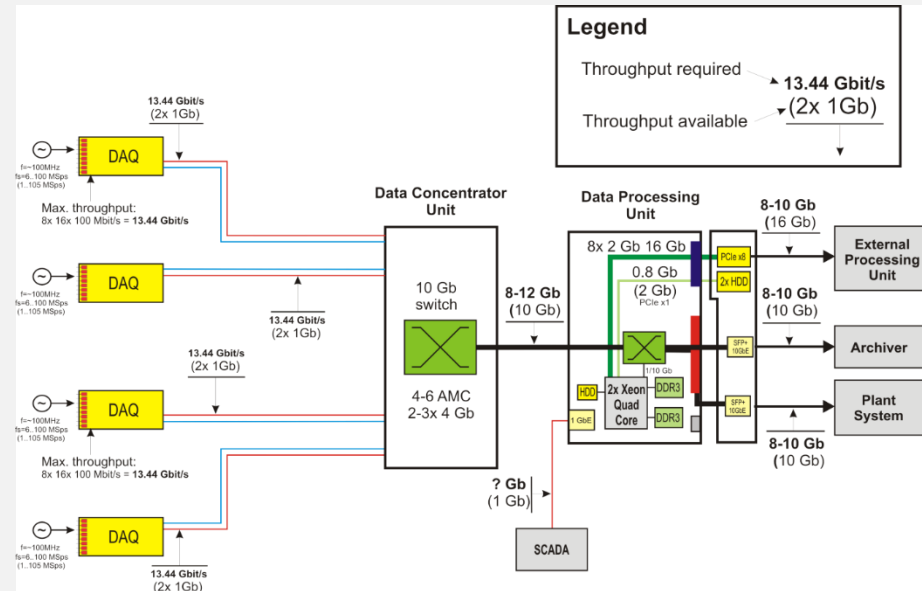
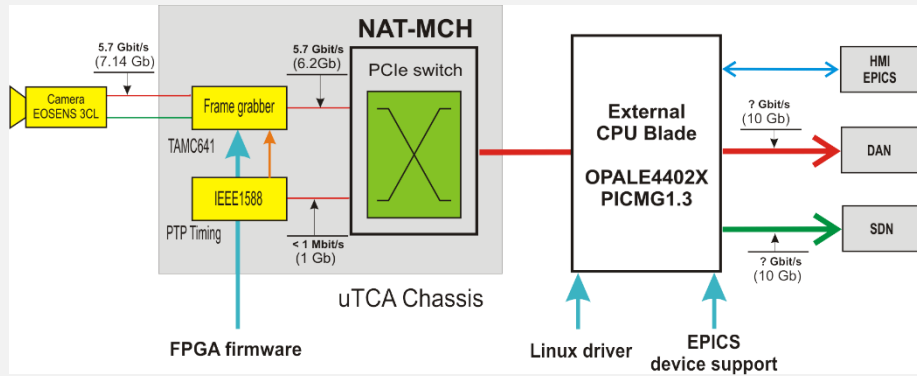
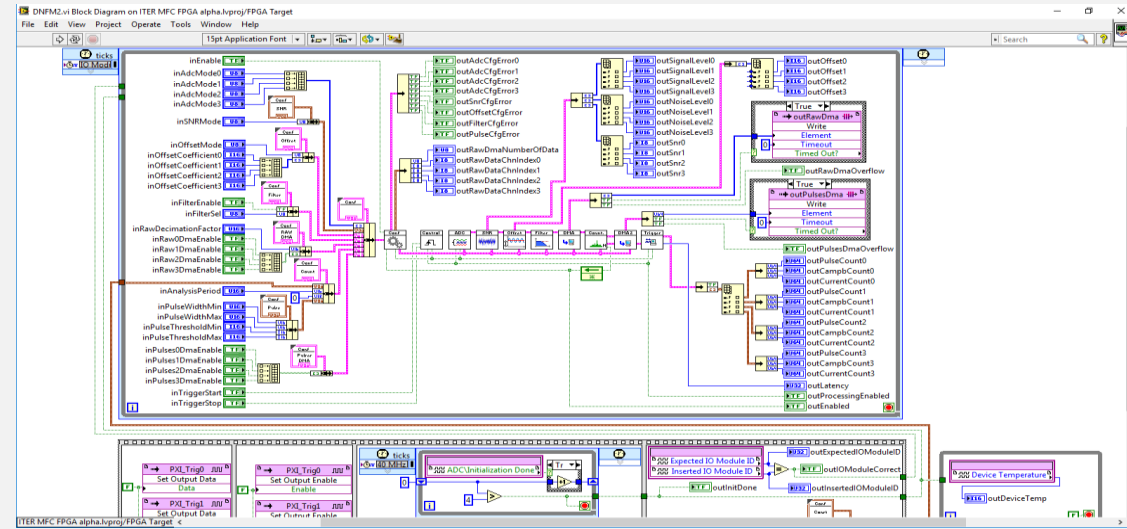
Figure 1: High beta 704.42 MHz undressed cavity.

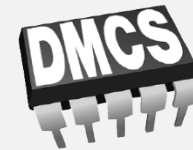






- ❑ Akwizycja i przetwarzanie danych z szybkich przetworników ADC (FPGA, CPU)
  - ❑ Divertor Neutron Flux Monitor
  - ❑ Hard X-Ray Monitor
- ❑ Akwizycja i przetwarzanie danych obrazowych z szybkich kamer (FPGA, CPU, GPU)
- ❑ Integracja systemów sterowania i nadzoru
- ❑ Oprogramowanie systemów sterujących i diagnostycznych





- ❑ "PERPLEXUS (Pervasive Computing Framework for Modelling Complex Virtually-Unbounded Systems)", FP6, 2007-2010, opracowanie rozproszonej sieci bio-inspirowanych, dynamicznie rekonfigurowalnych modułów obliczeniowych.
- ❑ "REuP (REconfigurable uProcessor) - Instructionless general purpose coarse-grained reconfigurable processor", 2010-2014, opracowanie architektury procesora ogólnego przeznaczenia bazującego na układzie dynamicznie rekonfigurowalnym
- ❑ "Środowisko zapewniające przetwarzanie wysokiej wydajności przez zrównoleglenie obliczeń i optymalne wykorzystanie zasobów sprzętowych", grant NCBR-INNOTECH dla Samsung Electronics Polska, 2015, opracowanie kompilatorów C++ zrównoleglających pętle i obsługujących standard OpenACC
- ❑ Basset, 2006-2009 oraz BassetS, 2011-2014 – systemy bezpieczeństwa sieciowego dla Internetu oraz rozwiązań SCADA, oparte o sieci bayesowskie. Granty MNiSW oraz NCN



- ❑ Modelowanie ludzkiego ciała
- ❑ Metody sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego – w różnorodnych zastosowaniach
- ❑ Przetwarzanie sygnałów biomedycznych (EKG, EEG, EOG, PSG, EMG, nagrania głosu, inne)
- ❑ Optymalizacja, metody numeryczne, bazy danych, aplikacje internetowe i mobilne
- ❑ Biometria
- ❑ Z pogranicza elektroniki i informatyki: projektowanie i programowanie systemów wbudowanych, sterowników przemysłowych, systemów SCADA, termografia
- ❑ Zagadnienia interdyscyplinarne z zakresu matematyki, informatyki, elektroniki, fizyki i medycyny
- ❑ Języki programowania i translatory
- ❑ Modelowanie i estymacja parametrów
- ❑ Ang. hardware software co-design
- ❑ Układy ASIC, MEMS, nanomaszyny



- ❑ Nowatorski system do oceny i rehabilitacji zaburzeń układu równowagi, NCBR, 2016-2020
- ❑ Spersonalizowana odzież ochronna dla ratowników górskich z funkcją aktywnego ogrzewania, NCBR, 2019-2021
- ❑ Internetowy system wspomagający identyfikację i terapię wad wymowy w grupie dzieci w wieku przedszkolnym, NCBR, 2014-2016
- ❑ Stratyfikacja ryzyka nagłego zgonu sercowego w oparciu o ocenę funkcji autonomicznego układu nerwowego metodami Holterowskimi, NCN, 2012-2015
- ❑ Zautomatyzowany system wieloparametrowej oceny stanu ogólnego pacjenta z pogłębioną analizą funkcji układu oddechowego i układu krążenia, NCN, 2011-2015
- ❑ Opracowanie przestrzennego ultrastrukturalnego modelu blaszki amyloidowej oraz jej automatycznej identyfikacji w wariancie choroby Creutzfeldta-Jakoba, KBN, 2004-2006
- ❑ British Council research program – Electronmicroscopic and image analysis of the florid plaque in variant Creutzfeldt-Jakob disease. University of Edinburgh/Uniwersyt Medyczny w Łodzi/Politechnika Łódzka, 2003



- ❑ Biometryczny system uwierzytelniania pozytywnego dla scenariuszy niekooperacyjnych, NCBR, 2013 – 2016
- ❑ Wielomodalny biometryczny system bezdotykowej identyfikacji osób, NCN, 2011 – 2014
- ❑ Rozpoznawanie i identyfikacja osób na podstawie parametrów biometrycznych oka, KBN, 2004 – 2007
- ❑ Moduł dedykowanego klastra obliczeniowego realizującego algorytm Dynamicznej Cieczy Sieciowej, MNiSW, 2009-2012
- ❑ Realizacja algorytmu dynamicznej cieczy sieciowej za pomocą dedykowanej, mikroprogramowalnej komórki liczącej, MNiSW, 2006-2008
- ❑ Bon na Innowację dla firmy MarketLab, PARP, 2016-2018
- ❑ Bon na Innowację dla firmy CamSat, PARP, 2017
- ❑ Bon na Innowację dla firmy Linteria, PARP, 2017
- ❑ Rejestracja obrazu stereoskopowego ROS3D, „Demonstrator +”, NCBR, 2015-2018



- ❑ Counterparts of complex analysis in differential equations, geometry and in physical application, PAN i Narodowa Akademia Nauk Ukrainy, 2018–2020
- ❑ Modelowanie zjawisk termicznych w nanosystemach elektronicznych, NCN, 2017-2020
- ❑ Modelowanie oddziaływań elektromagnetycznych w nowoczesnych (ang. More-Than-Moore) trójwymiarowo scalanych strukturach półprzewodnikowych, NCN, 2014-2017
- ❑ Modelowanie nieliniowych zjawisk cieplnych w systemach elektronicznych, NCN, 2014-2017
- ❑ Modelowanie systemów dynamicznych ze szczególnym uwzględnieniem obciążalności elektroenergetycznych sieci przesyłowych wysokich i najwyższych napięć, KBN, 2006-2007
- ❑ Opracowanie metody i systemu automatycznej analizy obrazów mikroskopowych blaszki amyloidowej, w chorobie Alzheimera oraz chorobach wywołanych przez priony, KBN, 1999-2001
- ❑ System czasu rzeczywistego do szybkiego przetwarzania obrazu z kamery z obiektywem typu "rybie oko", Lider III, 2012-2015
- ❑ Coordinated Accelerator Research in Europe (CARE), WP8, VI Program Ramowy UE, 2004-2008