



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

PRZEDMIOT OBIERALNY

INTEGRACJA SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA ZASOBAMI MECHATRONICZNYMI BUDYNKU

Katedra Aparatów Elektrycznych

Kierownik Katedry:

prof. dr hab. inż. **Piotr Borkowski**

piotr.borkowski@p.lodz.pl

Członkowie zespołu m.in.:

dr inż. **Magdalena Stasiak-Bieniecka**

stasiak@p.lodz.pl

dr inż. **Mariusz Jabłoński**

mariusz.jablonski@p.lodz.pl

mgr inż. **Arkadiusz Ambroziak**

arkadiusz.ambroziak@p.lodz.pl

mgr inż. **Adrian Chojecki**

adrian.chojecki@p.lodz.pl

mgr inż. **Michał Rodak**

michal.rodak@p.lodz.pl

mgr inż. **Adrian Sienicki**

adrian.sienicki@p.lodz.pl



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ

www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Podstawowe obszary badań naukowych, specjalizacji i edukacji w Katedrze Aparatów Elektrycznych

Aparatura Elektryczna

Technologie stykowe

- > Konstrukcja i badania zestyków,
- > Technologie ultraszybkie,
- > Technologie styków kompozytowych,
- > Elektrodynamika styków,
- > Modelowanie i symulacja łączników.

Inteligentny budynek

- > Sterowanie urządzeniami budynku,
- > Integracja systemów Smart City,
- > Systemy BMS,
- > Współpraca z systemami DSR,
- > Systemy OZE.

Automatyka przemysłowa

- > Sterowniki PLC,
- > Przełączniki i falowniki,
- > Servo-napędy i multi-napędy,
- > Wizualizacja HMI i SCADA,
- > Komunikacja przemysłowa,
- > Technologie Przemysł 4.0.

Elektroenergetyka

- > Liczniki inteligentne,
- > Power Line Communication,
- > Urządzenia dla DSR,
- > Inteligentne systemy pomiarowe
- > Rozwiązania Smart Grids.

Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ

www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Laboratoria i badania z zakresu systemów inteligentnych

- Badania i analiza funkcjonalności systemów zarządzania budynkami (BMS),
- Opracowania algorytmów sterowania:
 - logika rozmyta, sieci neuronowe, techniki optymalizacyjne;
- Opracowania algorytmów dla systemów zintegrowanych z odnawialnymi źródłami energii,
- Opracowania algorytmów dla współpracy systemów inteligentnego budynku z urządzeniami zarządzających stroną popytową (DSR),
- Modelowanie i analiza problemów cieplnych w budynku.





POLITECHNIKA ŁÓDZKA

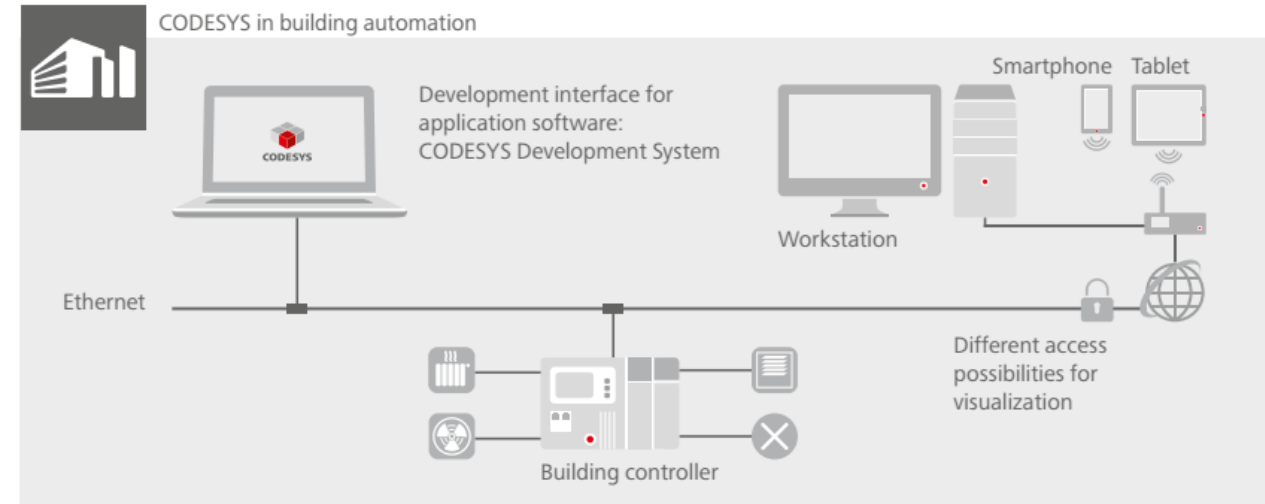
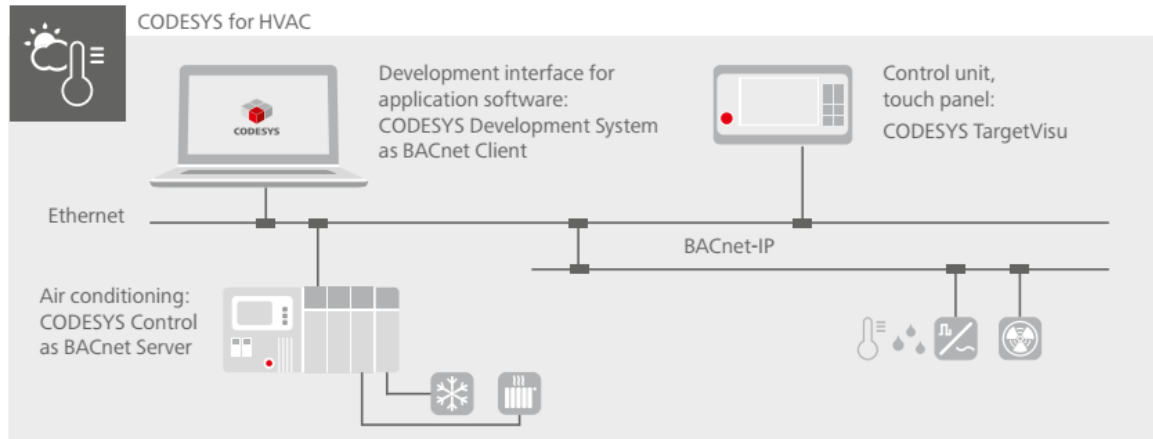
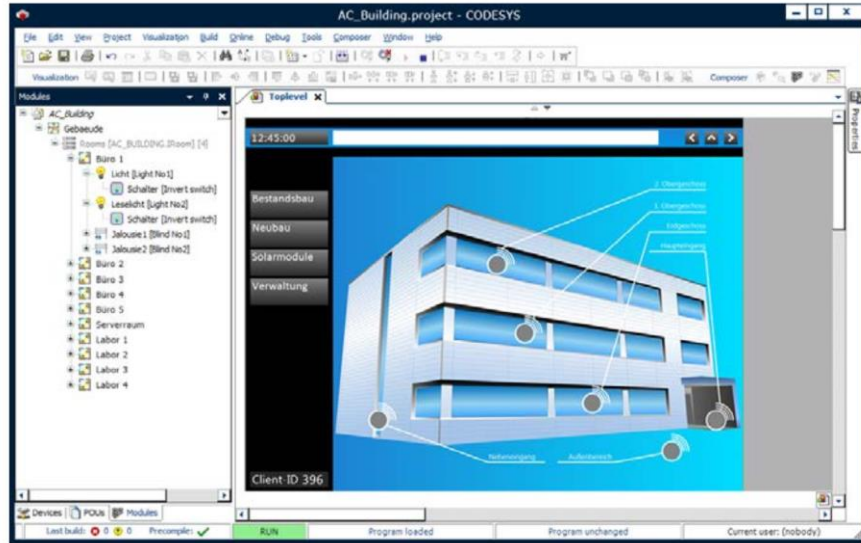


KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

AUTOMATYKA BUDYNKOWA – SMART HOME, SMART BUILDING



wydział elektrotechniki elektroniki informatyki i automatyki





POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

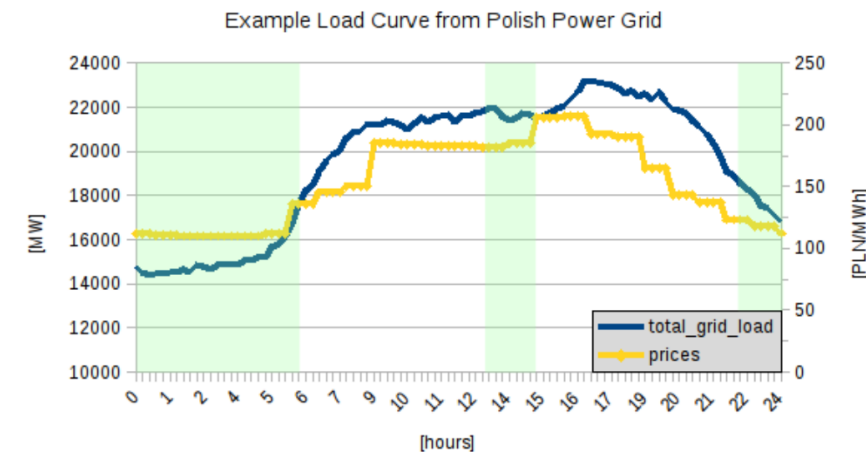


wydział elektrotechniki elektroniki informatyki i automatyki

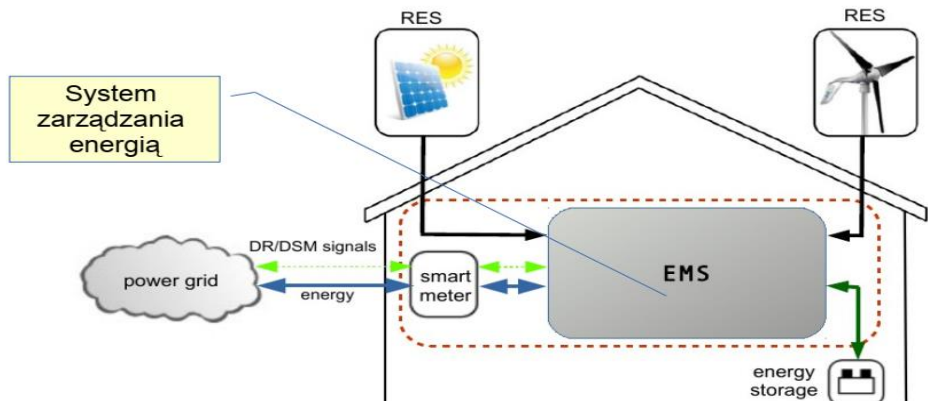
Zarządzenie energią budynku



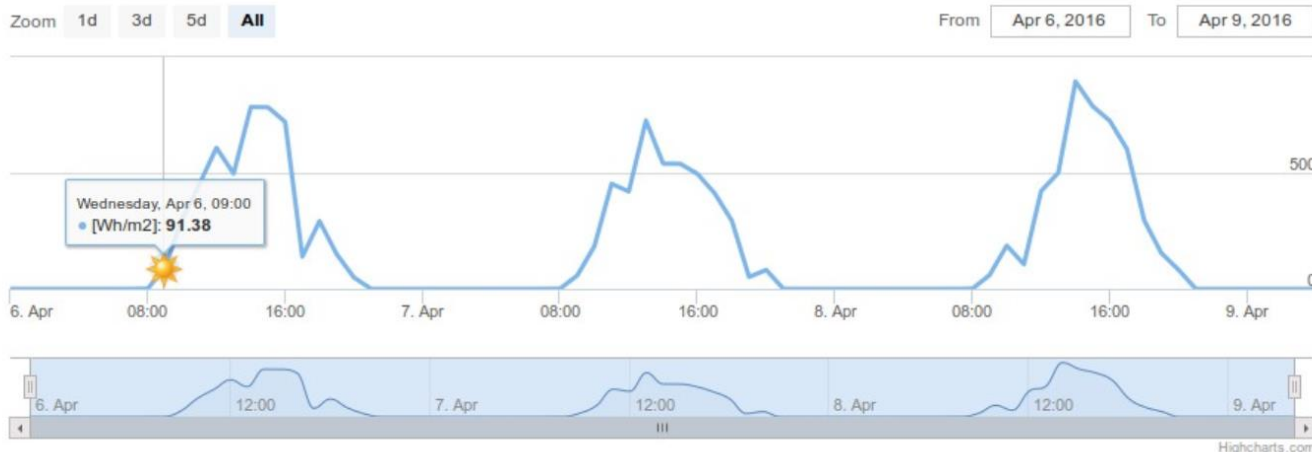
Daily Load Curve



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ
www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



Hourly Global Tilted Solar Irradiation [Wh/m2]





POLITECHNIKA ŁÓDZKA

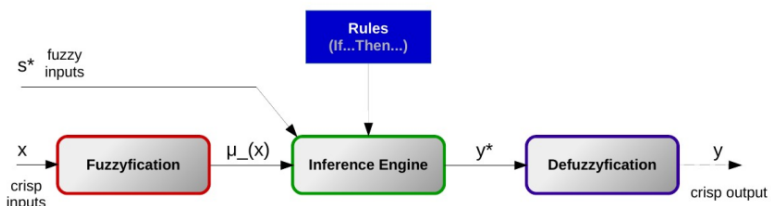


KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

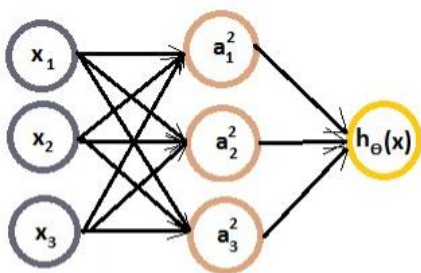
Inteligencja w zarządzaniu budynkiem



wydział elektrotechniki elektroniki informatyki i automatyki



IF active_power IS high AND energy_price IS cheap THEN cont_b_ne

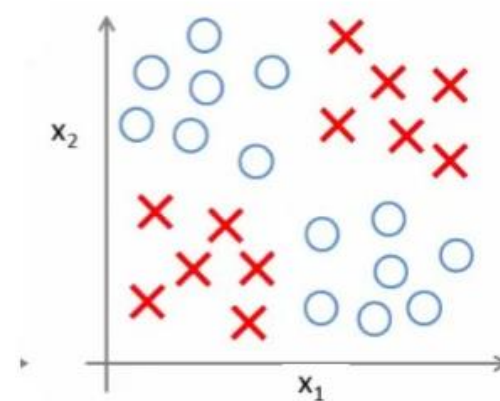
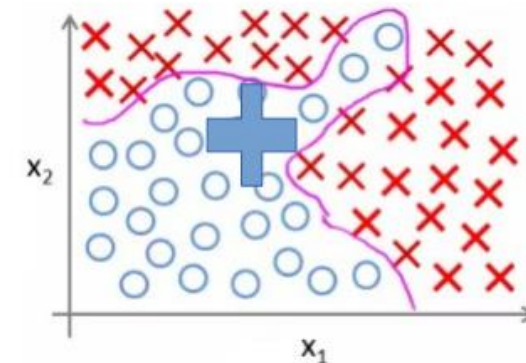
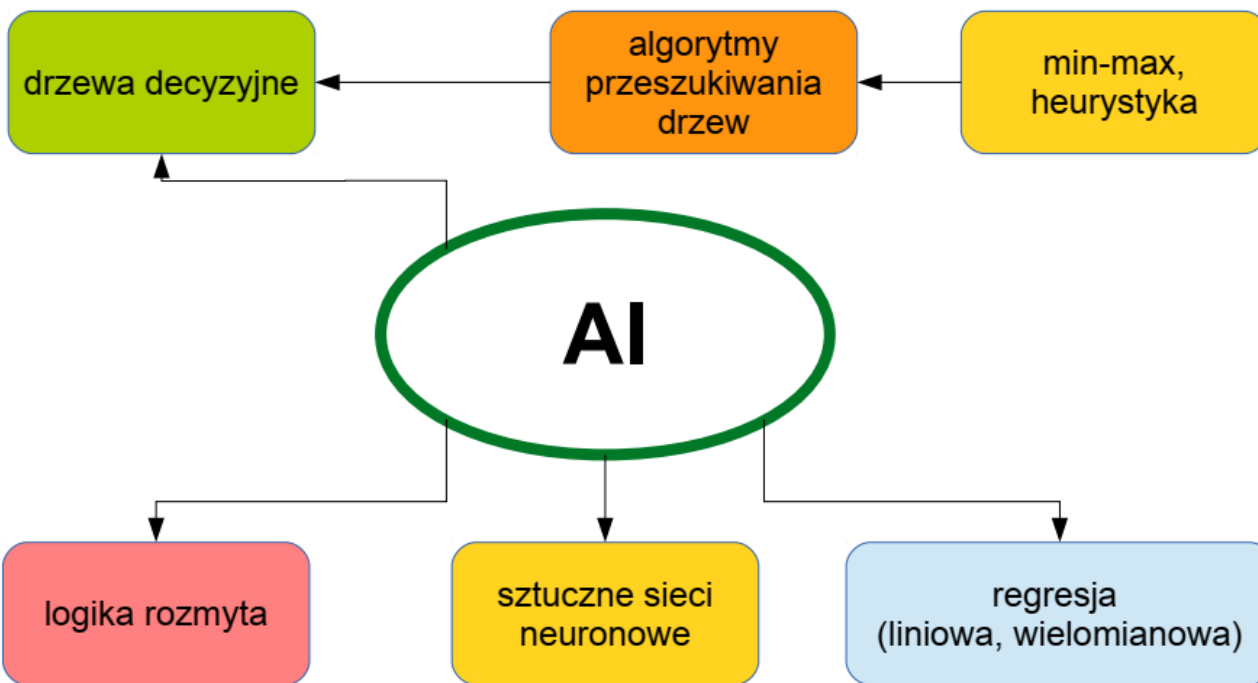


$$a_1^{(2)} = g(\Theta_{10}^{(1)} x_0 + \Theta_{11}^{(1)} x_1 + \Theta_{12}^{(1)} x_2 + \Theta_{13}^{(1)} x_3)$$

$$a_2^{(2)} = g(\Theta_{20}^{(1)} x_0 + \Theta_{21}^{(1)} x_1 + \Theta_{22}^{(1)} x_2 + \Theta_{23}^{(1)} x_3)$$

$$a_3^{(2)} = g(\Theta_{30}^{(1)} x_0 + \Theta_{31}^{(1)} x_1 + \Theta_{32}^{(1)} x_2 + \Theta_{33}^{(1)} x_3)$$

$$h_{\theta}(x) = a_1^{(3)} = g(\Theta_{10}^{(2)} a_0^{(2)} + \Theta_{11}^{(2)} a_1^{(2)} + \Theta_{12}^{(2)} a_2^{(2)} + \Theta_{13}^{(2)} a_3^{(2)})$$





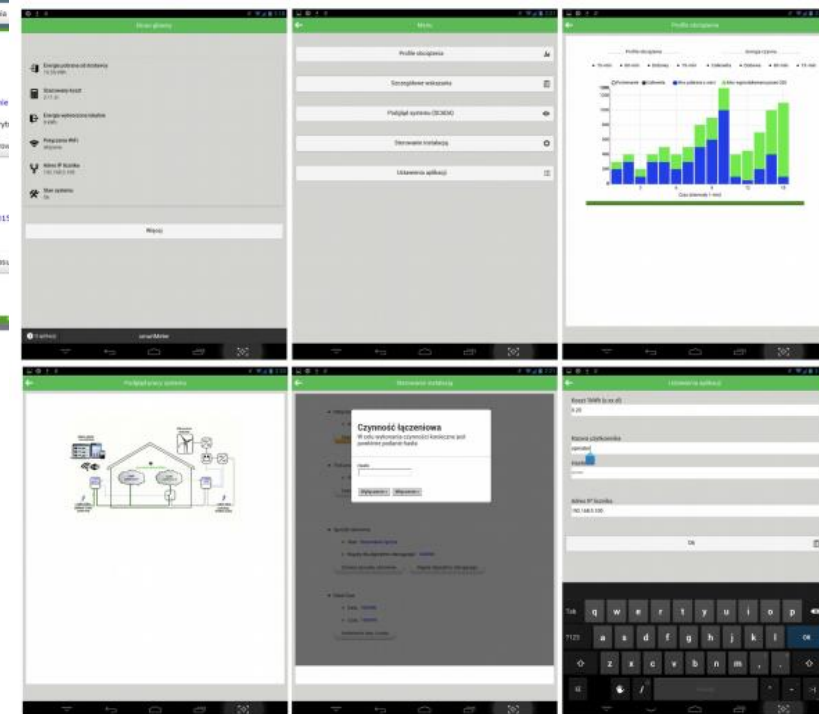
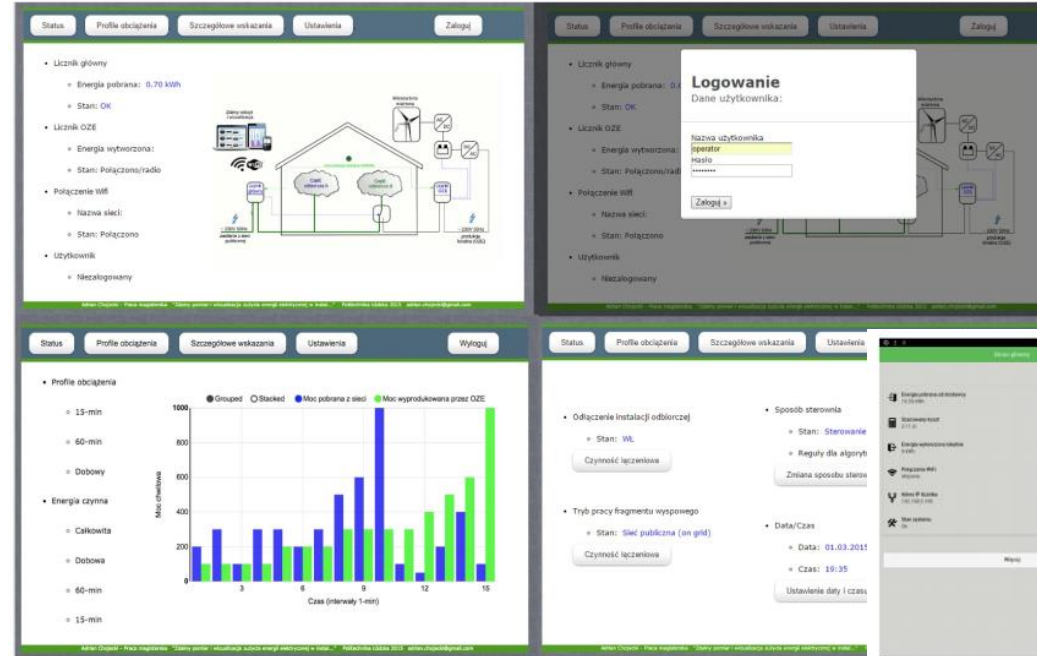
POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH SMART METERING



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ
www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Wdrażanie systemów smart-metering i integracja z automatyka budynkową

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r.



do 2020 r. w inteligentne systemy pomiarowe energii elektrycznej
powinno być wyposażone co najmniej 80% konsumentów



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

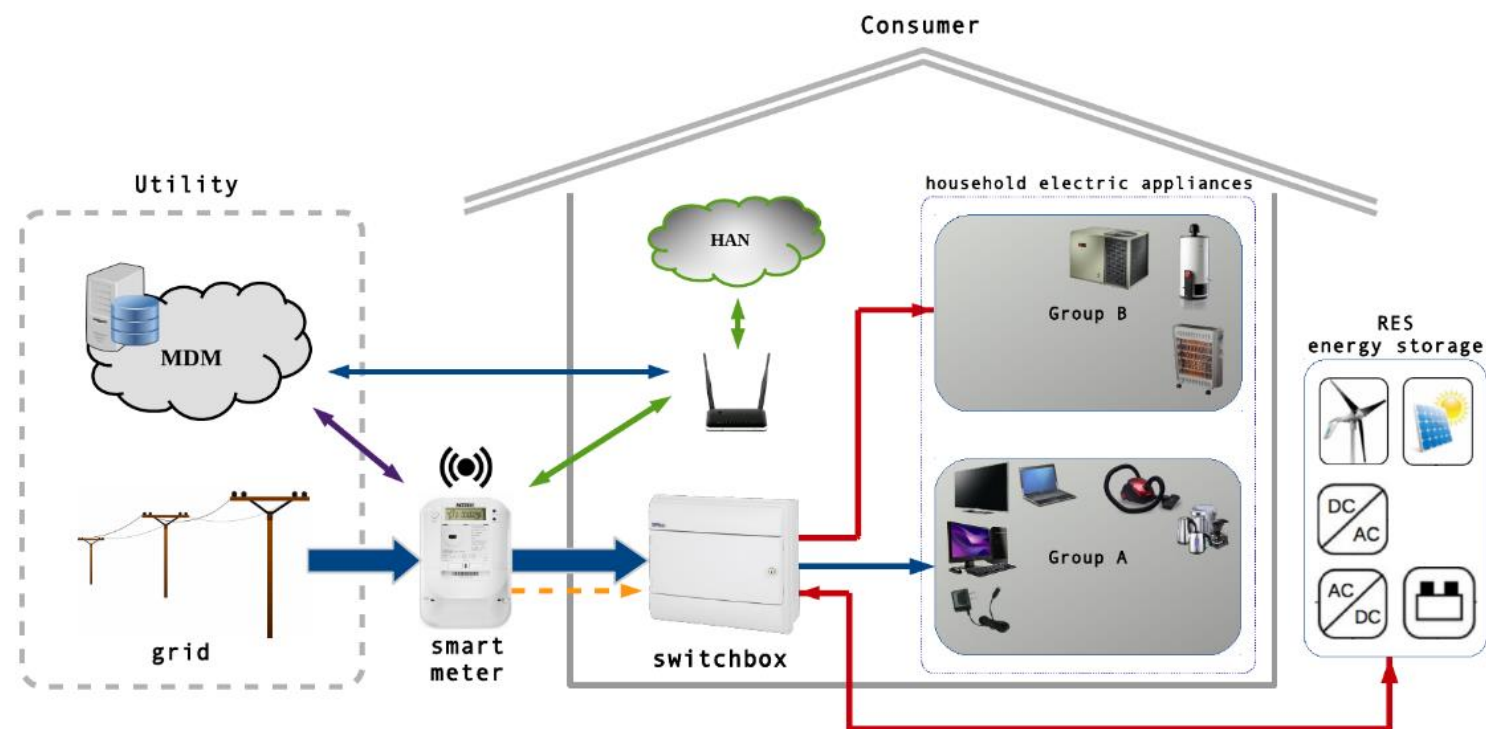
Elektroenergetyka



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Obszar laboratoriów i badań w elektroenergetyce

- Liczniki inteligentne,
- Power Line Communication,
- Urządzenia dla DSR,
 - Liczniki energii dla automatyzacji usług DSR,
 - Moduły raportujące zużycie (kontrolno-pomiarowe),
 - Nagroda Siemens w 2017 roku za najlepszą pracę dyplomową,
- Systemy pomiarowe,
- Właściwości elektryczne i mechaniczne połączeń.





POLITECHNIKA ŁÓDZKA



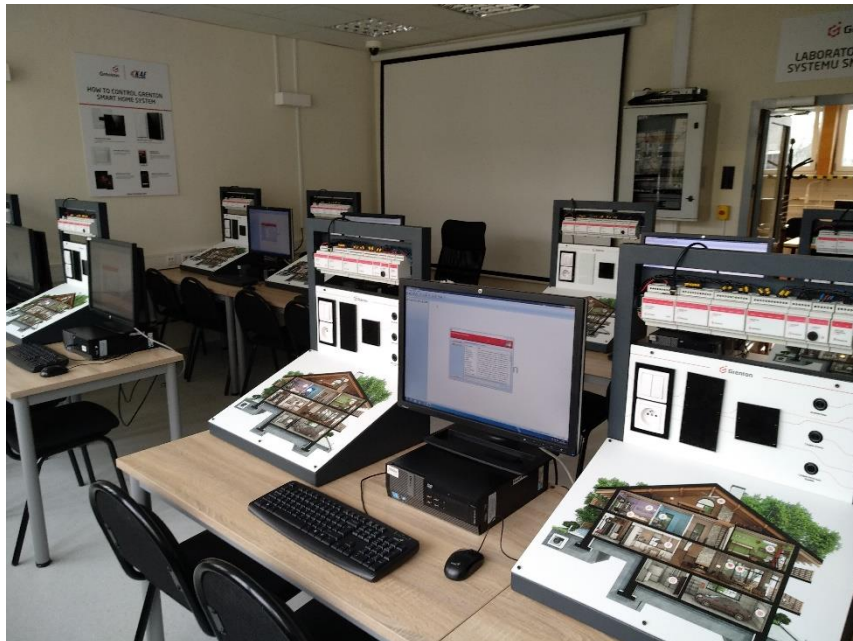
KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Stanowiska dydaktyczne z zakresu systemów inteligentnych budynków

- Stanowiska badawcze i dydaktyczne z instalacjami inteligentnego budynku:
 - KNX, LCN, Bosch, Grenton, CODESYS, Soft PLC,
- Stanowiska badawcze i dydaktyczne dla rozwoju algorytmów sterowania inteligentnymi budynkami w oparciu o popularne platformy mikroprocesorowe:
 - Raspberry Pi, Arduino,
- Stanowiska sterowania budynkiem za pomocą gestów przy wykorzystaniu kamer VGA.



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ
www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl





POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Cele dodatkowe osiągnięte w trakcie realizacji wybranych przedmiotów i bloków obieralnych w Katedrze

- Uzupelnienie wiedzy specjalistycznej z zakresu elektrotechniki, elektroniki, energoelektroniki, automatyki i mechatroniki,
- Wiedza praktyczna z zakresu zastosowań elektrotechniki,
- Obwody elektryczne prądu stałego i prądu przemiennego,
- Podstawy energoelektroniki,
- Wiedza praktyczna z zakresu metrologii i pomiarów elektrycznych,
- Umiejętność posługiwania się miernikami elektrycznymi,
- Umiejętność wykonywania i interpretacji pomiarów,
- Obsługa oscyloskopu cyfrowego,
- Rejestracje przebiegów statycznych i dynamicznych na oscyloskopie,
- Rejestracje pomiarów za pomocą komputerowych systemów pomiarowych,
- Wiele innych.



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ
www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

Koncepcja laboratoriów TIA i CODESYS



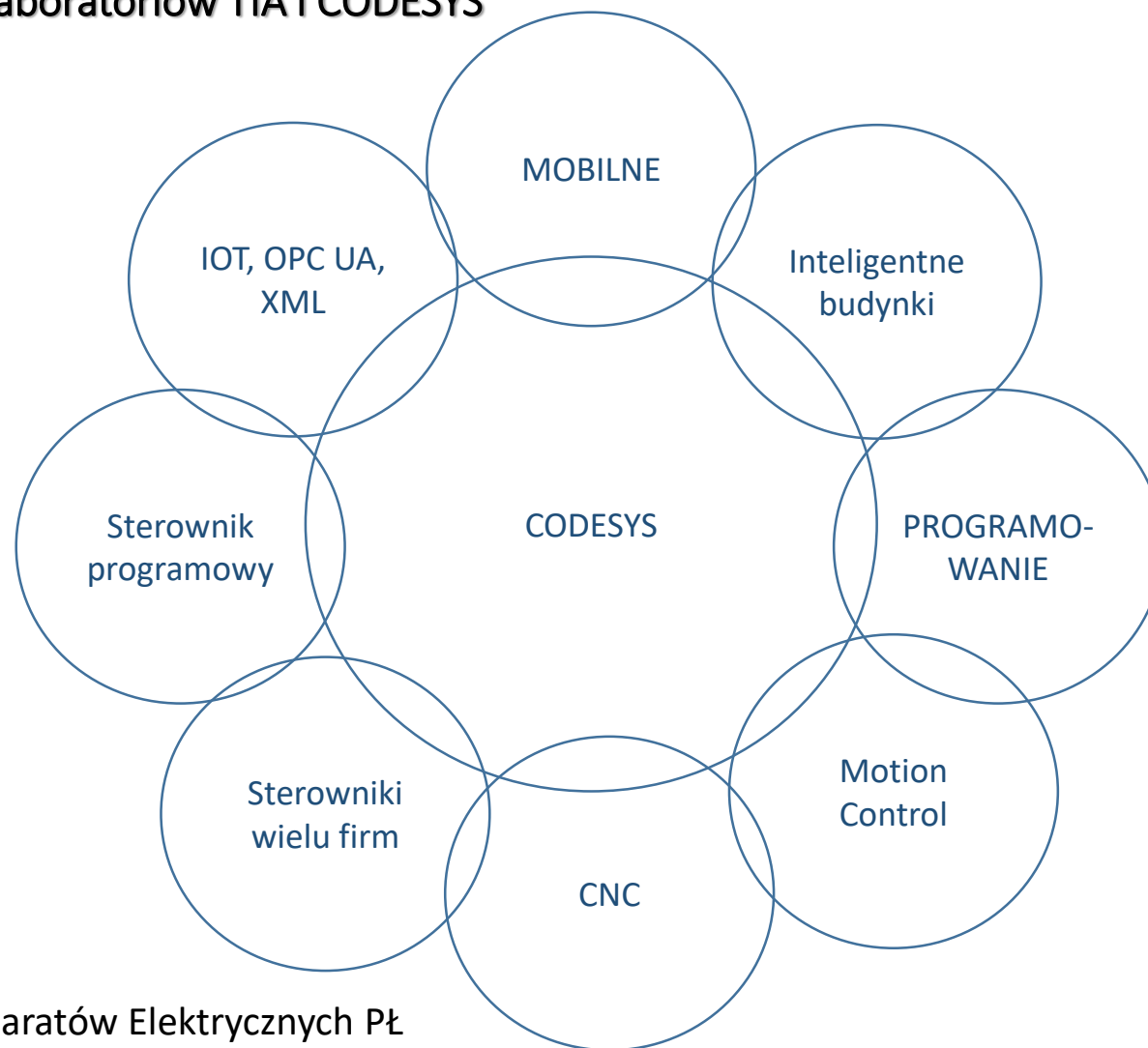
wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Sterowniki programowalne, napędy
elektryczne, sterowanie, komunikacja

ZESATWY NR 1
6 X S7-1200, HMI,
V20, WE.WY,
PROFINET, RS485,
RS232

ZESATWY NR 2
6 X V90, PROFINET,
WE/WY

ZESATWY NR 3
6 X SAFETY S7-
1200 I PROFISAFE



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ
www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Laboratoria i badania z zakresu automatyki przemysłowej

- Sterowniki PLC Siemens S7-1200,
- Stanowisko Allen Bradley L32e,
- Sterowanie napędami elektrycznymi: przemienniki Sinamics V20 – sterowanie i regulacja prędkości,
- Stanowisko z napędem serwo Sinamics V90 – regulacja położenia,
- Integracja pomiędzy różnymi systemami sterowania, w tym wykorzystanie platformy Raspberry Pi,
- Wizualizacja – pakiety SCADA Siemens WinCC oraz GE iFix,
- Laboratorium CODESYS,
- Laboratorium OZE,
- Komunikacja przemysłowa PROFIBUS, PROFINET, ETHERCAT, MODBUS, CANBUS,
- Monitorowanie maszyn i serwery OPC.



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ
www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



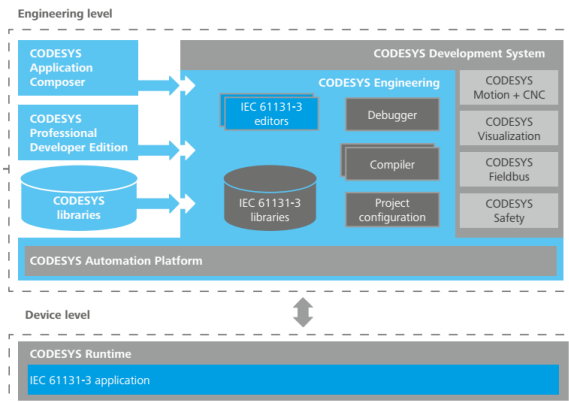
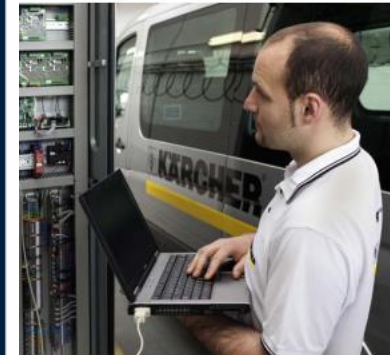
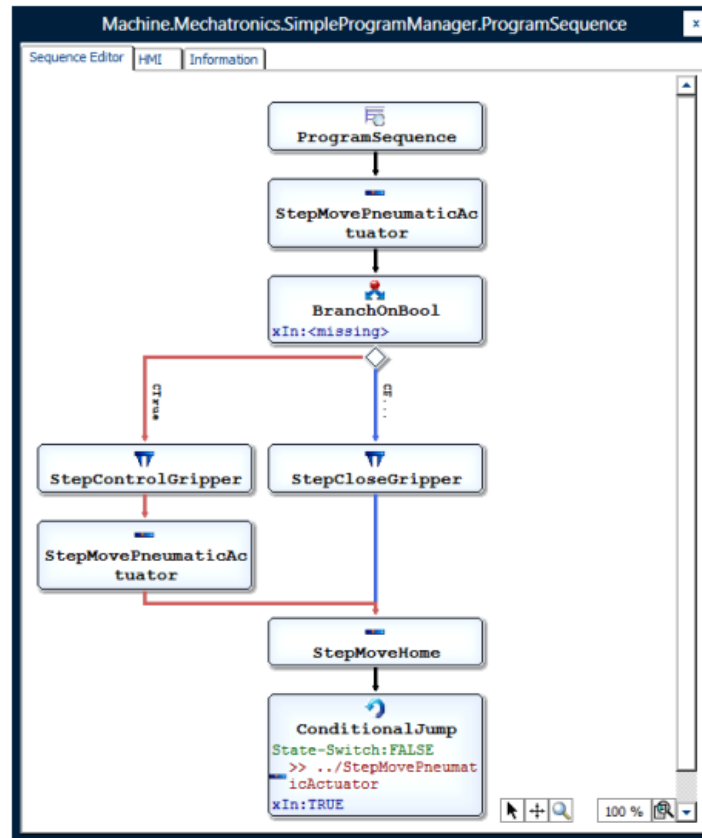
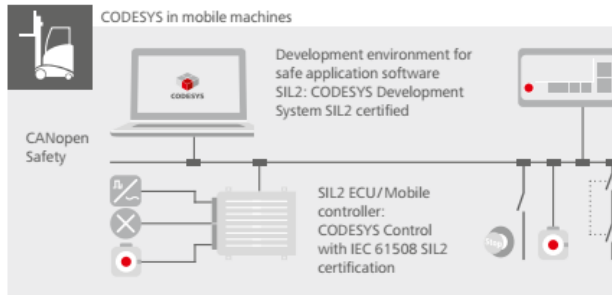
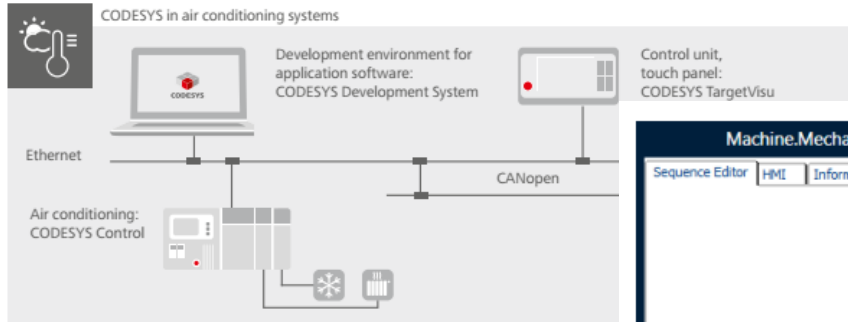
KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział elektrotechniki elektroniki informatyki i automatyki

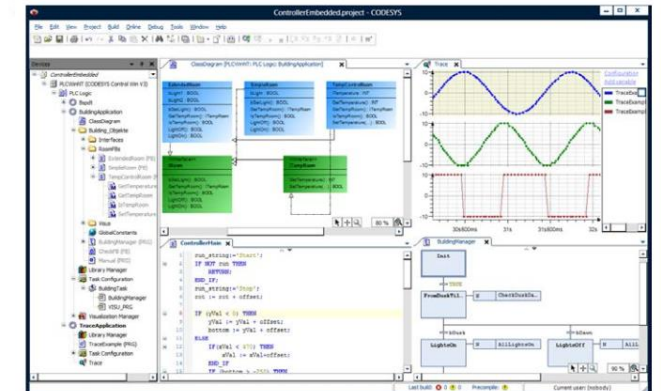
Sample application configurations with CODESYS

Laboratorium CODESYS



Źródło: www.codesys.com

Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ
www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl





POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH
AUTOMATYKA MOBILNA



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Construction



Mining



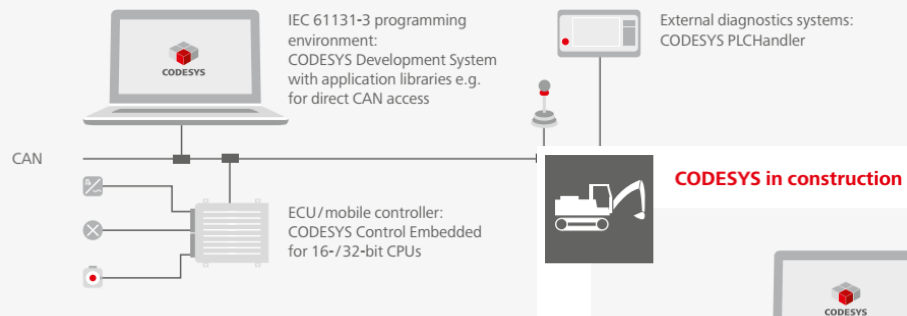
Marine



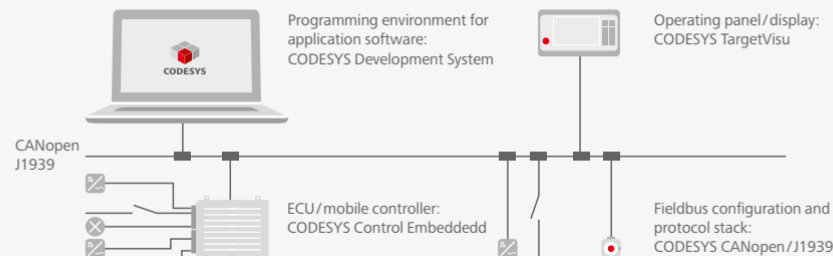
Agriculture



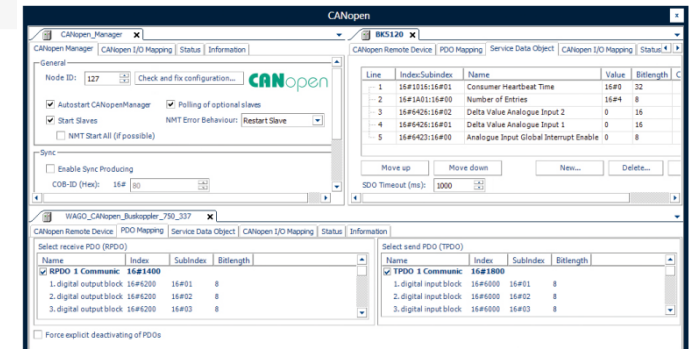
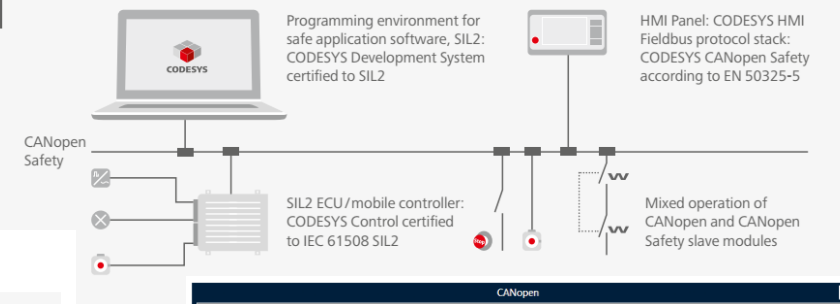
CODESYS in fork lift trucks



CODESYS in construction machines



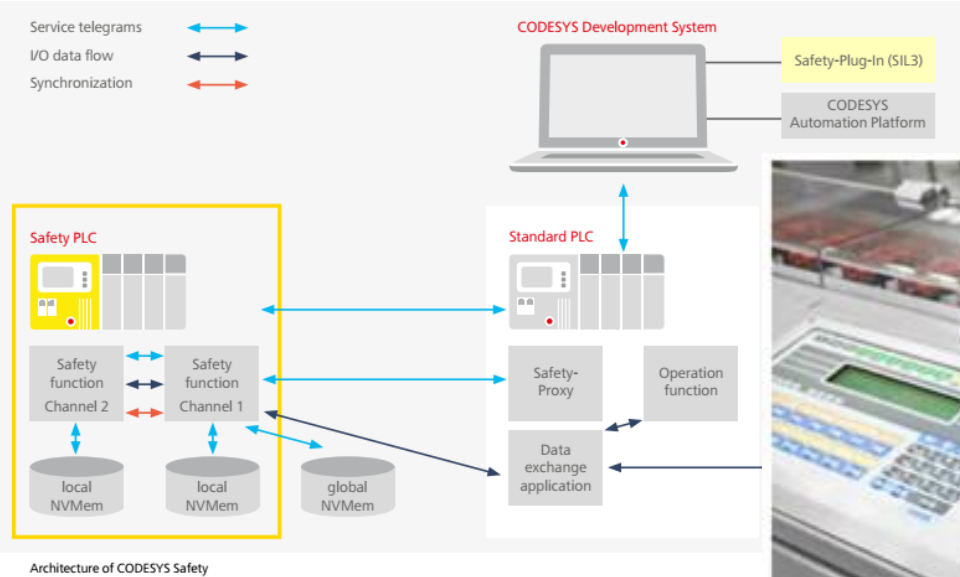
CODESYS in cranes



Źródło: www.codesys.com



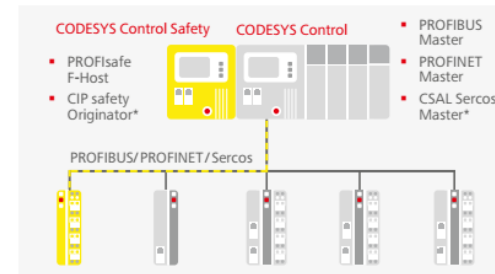
Bezpieczeństwo w systemach procesowych i sterowania - programowanie rozwiązań bezpieczeństwa



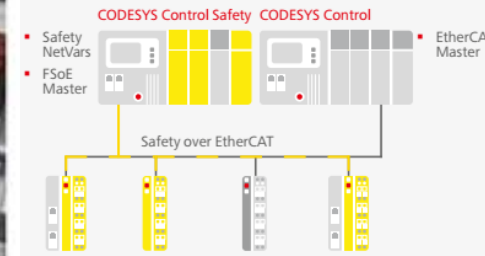
Typical system structures

Safety controller as expansion module on a standard controller

- PROFISafe F-Host and CIP Safety Originator as external expansion module

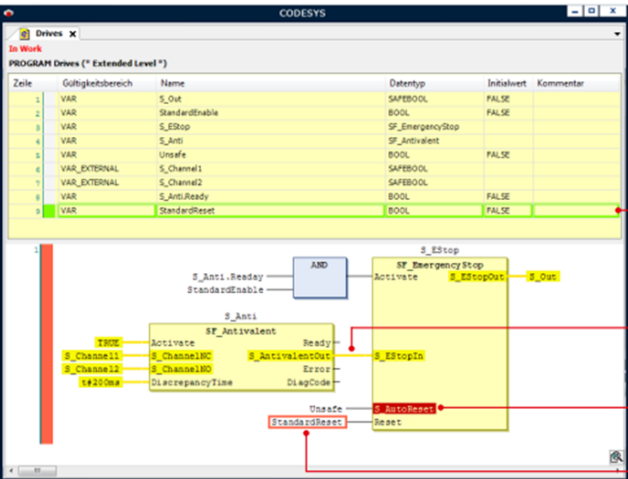
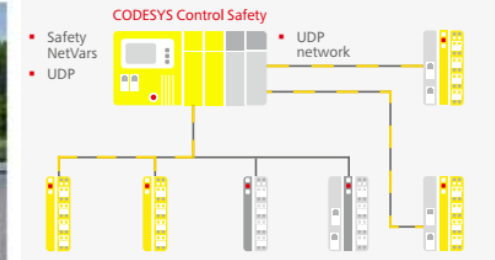


*customer-specific component



Remote safety controller on the network of the fieldbus system

- FSoE Master as EtherCAT modul
- Optional: safe cross-communication with other safety controllers (SafetyNetVars)



Changes are highlighted

Safe signal flow

Error, safe data type expected

Changes are highlighted



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Studenci na naszych zajęciach zdobywają doświadczenie praktyczne





POLITECHNIKA ŁÓDZKA

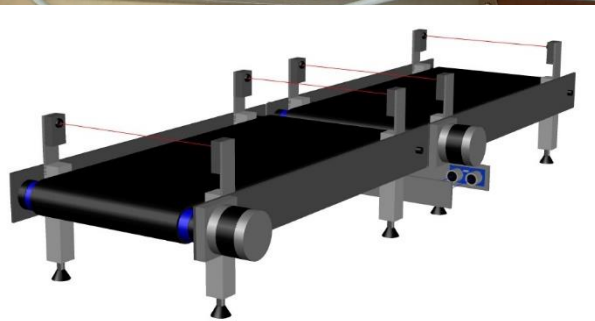
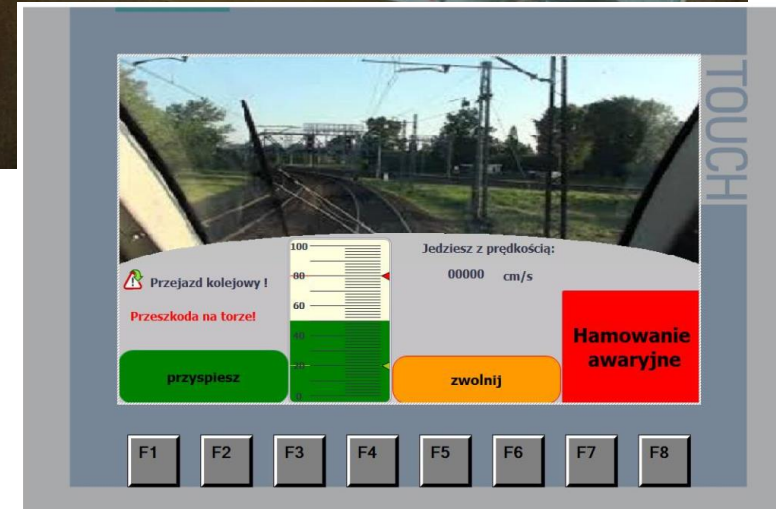


KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

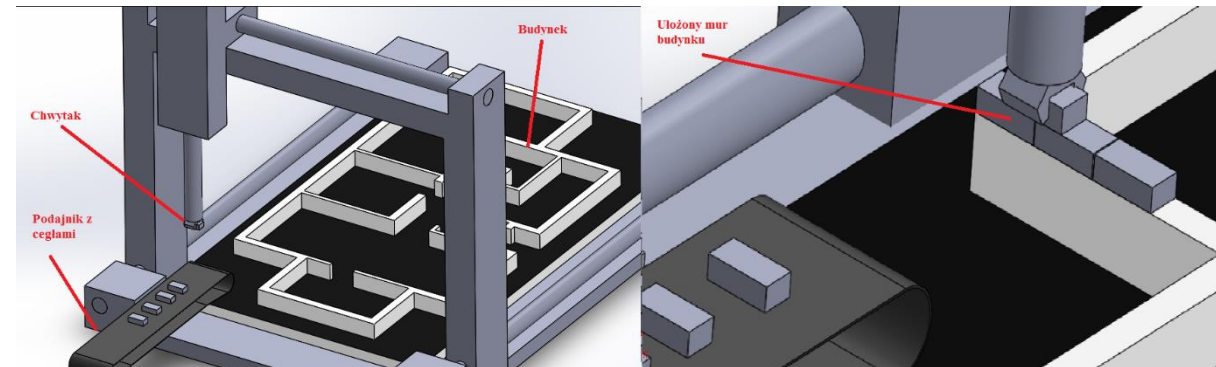
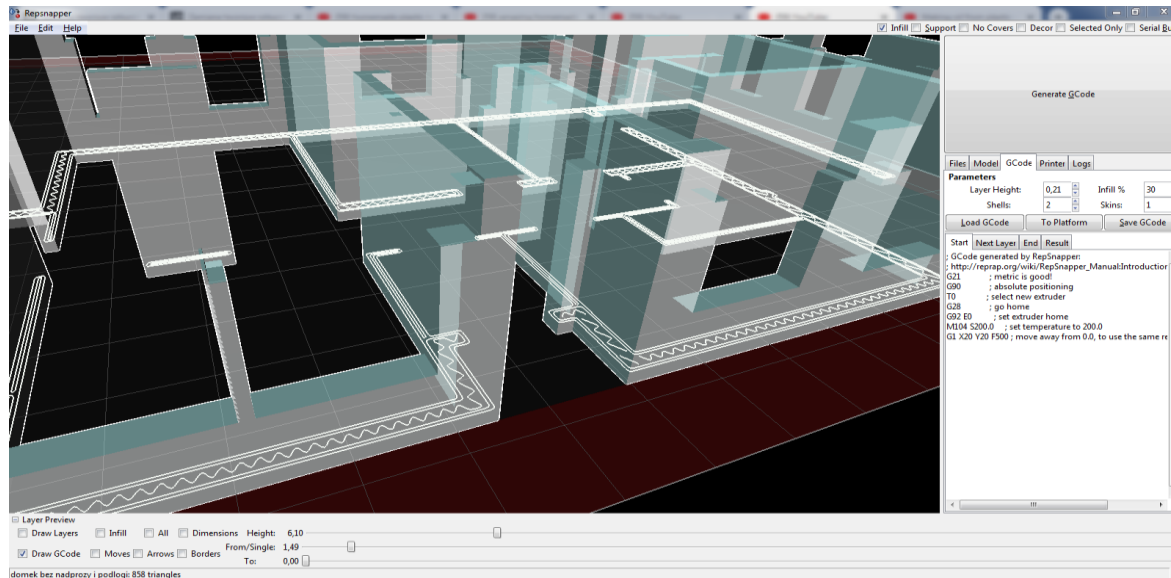
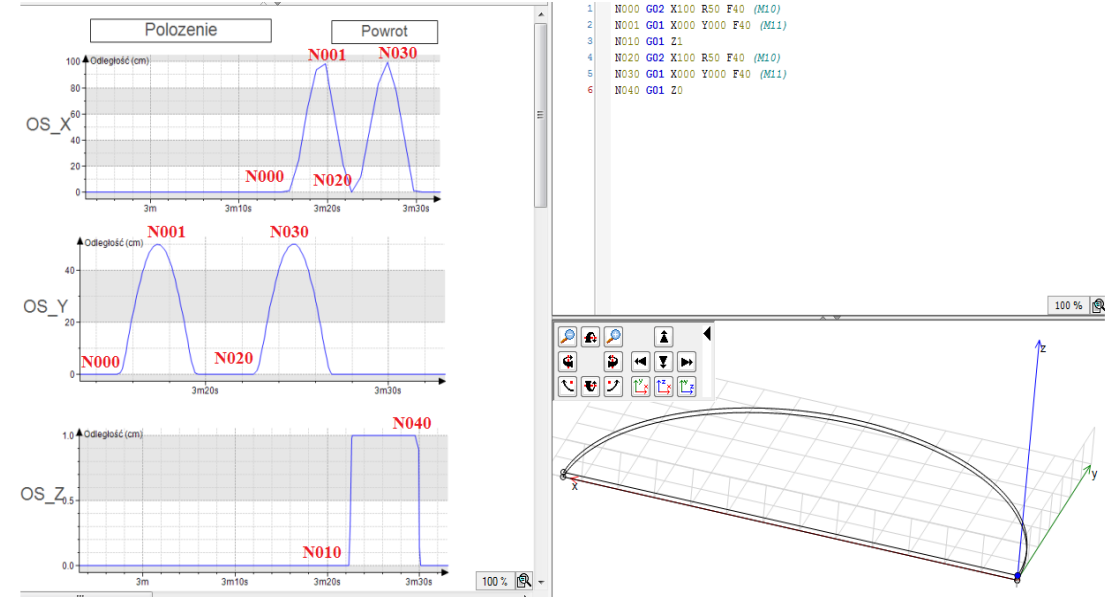
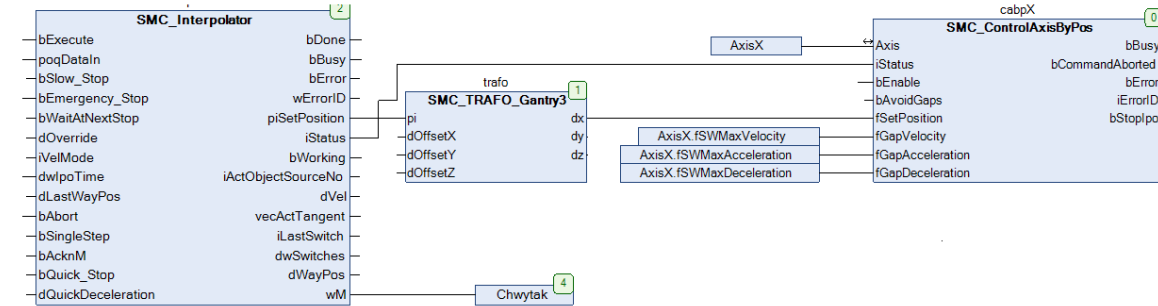


wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

PRZYKŁADY PRAC DYPLOMOWYCH



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ
www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl





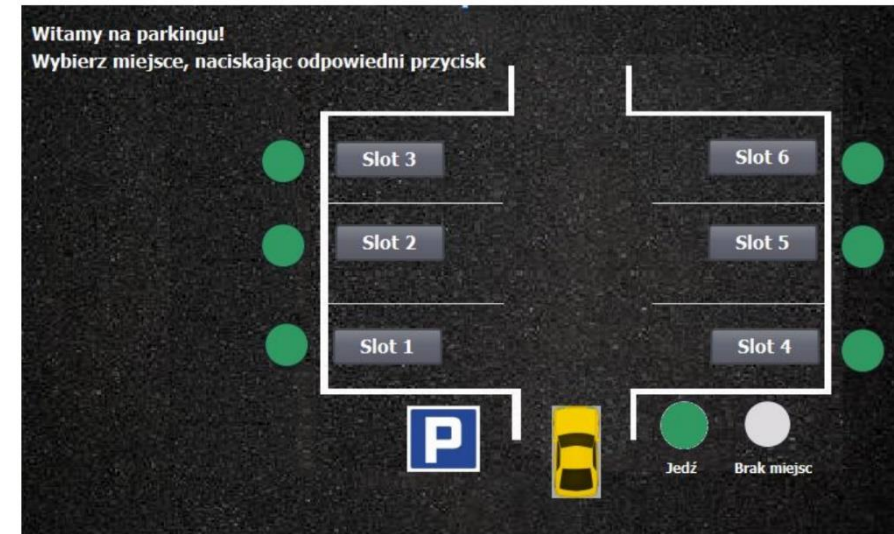
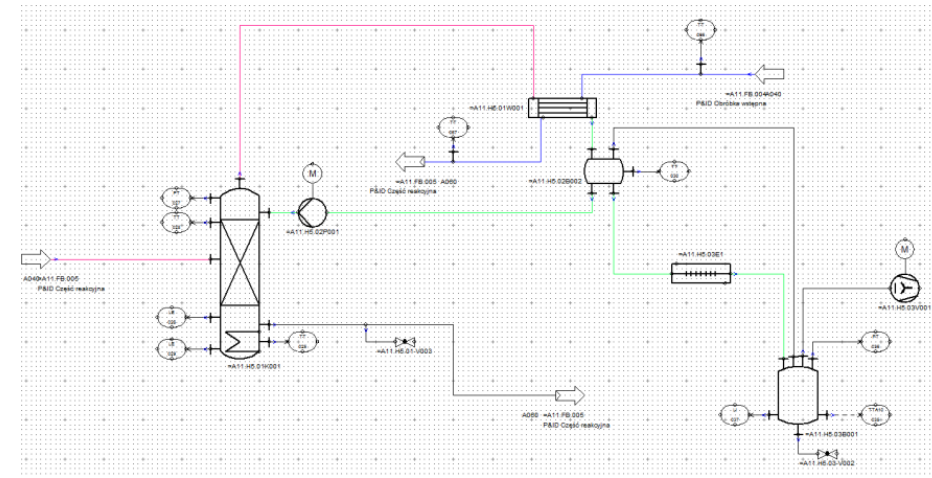
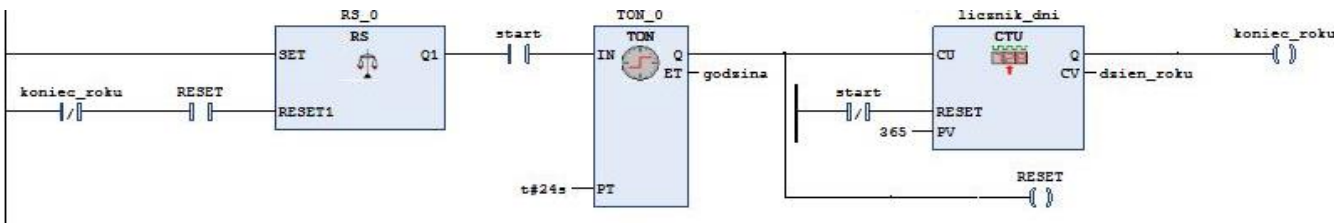
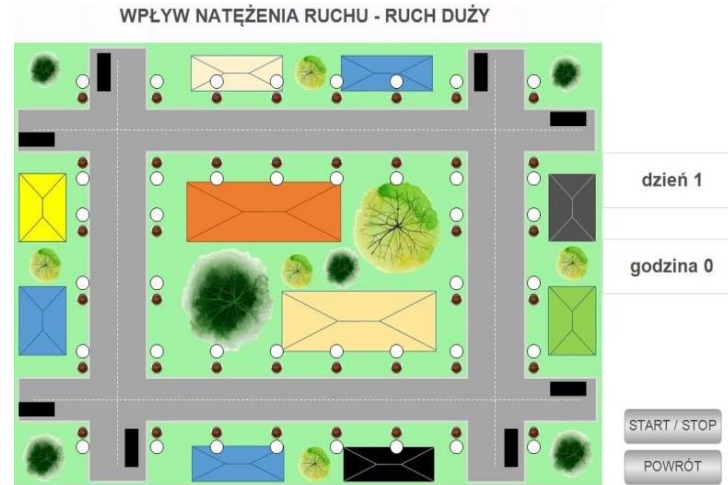
POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH PRZYKŁADY PRAC DYPLOMOWYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki





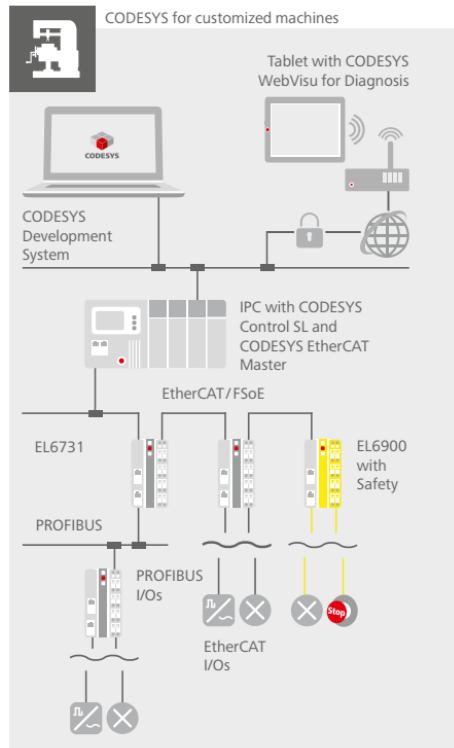
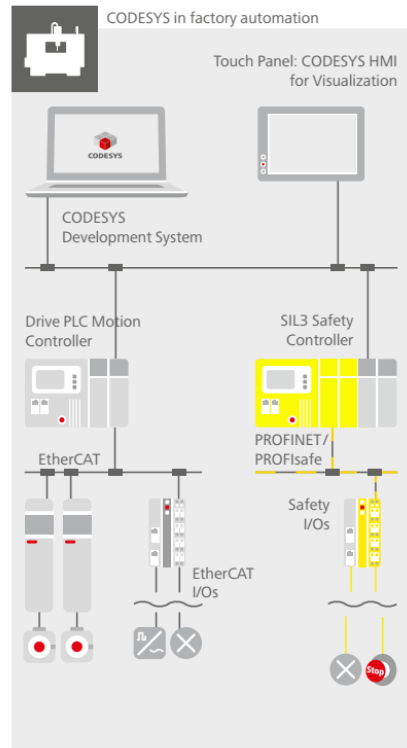
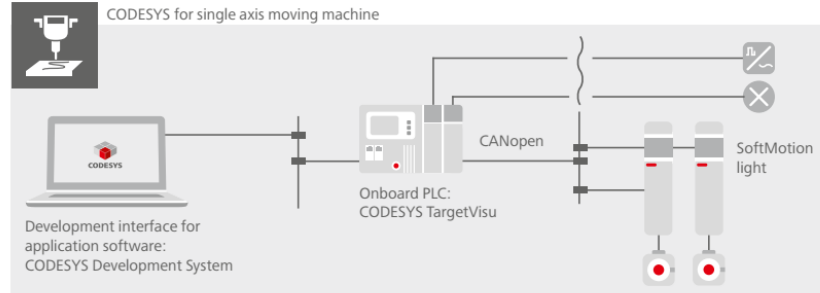
POLITECHNIKA ŁÓDZKA



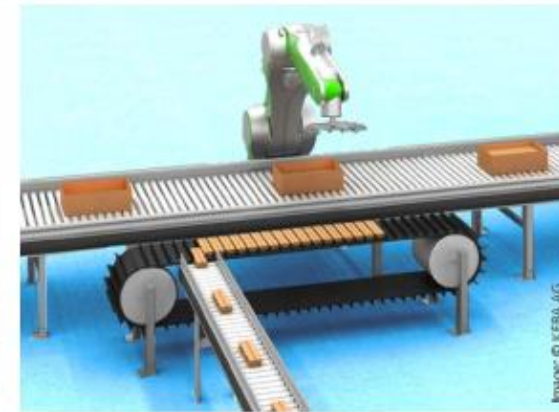
KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH CYFROWA FABRYKA – PRZEMYSŁ 4.0



Sample Application Configurations with CODESYS



W Katedrze Aparatów Elektrycznych rozwijamy i wdrażamy koncepcję Przemysł 4.0



A selection of CODESYS applications in the factory automation technology:

- Polymeric machines
- Glasshaping machines
- Rolling machines
- Machinetools
- Laser & Plasmacutting machines
- Assembly machines
- Textile machines
- Paper and Paperhandling machines
- Packaging machines
- Cigarette machines
- Printing machines
- Industrial handling machines
- Woodworking machines
- Coating machines
- Engraving machines
- Labeling machines
- Filling machines
- Tyre modelling machines

Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ

www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl

Źródło: www.codesys.com



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Współpraca z przemysłem Katedry Aparatów Elektrycznych szansą na dobra pracę naszych studentów i dyplomantów

Katedra Aparatów Elektrycznych współpracuje bezpośrednio z następującymi firmami i ośrodkami:

ABB, Łódź;
APATOR, Toruń;
APENA, Bielsko-Biała;
Bombardier Transportation Polska Sp. z o.o.;
BREVE-TUFVASSON Łódź;
CARGO, Katowice;
Elester-PKP, Łódź;
FRAPOL Sp. z o.o., Kraków;
Grenton sp. z o.o., Kraków;
KGHM Ecoren, Lubin;
KOLTECH, Bydgoszcz;
Legrand/FAEL, Ząbkowice Śląskie;

Medcom Sp. z o.o, Warszawa;
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy ORAM Sp. z o.o., Łódź;
PGE Kopalnia Węgla Brunatnego, Bełchatów;
Przemysłowy Instytut Elektroniki, Warszawa;
SIAE POKÓJ, Łódź;
Siemens Sp. z o.o.;
SESTO, Łódź;
THERMOSILESIA sp. z o.o. sp. k. Katowice;
VEOLIA, Łódź;
WOLTAN, Łódź;
Zakład Aparatury Trakcyjnej, Łódź;



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Projektowanie i badanie styków i łączników elektrycznych

- Konstrukcja ultraszybkich łączników prądu stałego i przemiennego oraz ograniczników przepięć:
 - **współpraca z CERN*** – wykonanie najnowszej generacji zabezpieczeń dla elektromagnesów LHC**,
- Projektowanie energooszczędnych układów i urządzeń zasobnikowych do użytkowania energii elektrycznej,
- Badania elektrodynamiki aparatów elektrycznych,
- Badanie zjawisk fizycznych w stykach elektrycznych:
 - **erozji łukowej, szepiania, rezystancji zestykowej,**
- Ocena eksperymentalna właściwości materiałów stykowych,
- Opracowanie skomputeryzowanych systemów badań łączników elektrycznych i ich elementów,
- Ekspertyzy i doradztwo z zakresu zastosowania i pracy w łącznikach materiałów stykowych.



* **Europejska Organizacja Badań Jądrowych CERN** (fr. *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire*) – ośrodek naukowo-badawczy położony na północno-zachodnich przedmieściach Genewy na granicy Szwajcarii i Francji, pomiędzy Jeziorem Genewskim a górkim pasmem Jury. Obecnie do organizacji należą dwadzieścia dwa państwa. CERN zatrudnia 2600 stałych pracowników oraz około 8000 naukowców i inżynierów reprezentujących ponad 500 instytucji naukowych z całego świata. Najważniejszym narzędziem ich pracy jest największy na świecie akcelerator cząstek – **Wielki Zderzacz Hadronów**. <https://pl.wikipedia.org/wiki/CERN>

****Wielki Zderzacz Hadronów** ([ang. Large Hadron Collider, LHC](https://en.wikipedia.org/wiki/Large_Hadron Collider)) – największy na świecie **akcelerator cząstek (hadronów)**, znajdujący się w Europejskim Ośrodku Badań Jądrowych **CERN** w pobliżu **Genewy**. LHC jest położony na terenie **Francji** oraz **Szwajcarii**^[1]. Wielki Zderzacz Hadronów jest największą **maszyną** świata. Jego zasadnicze elementy są umieszczone w tunelu w kształcie **torusa** o długości około 27 km^[2], położonym na głębokości od 50 do 175 m pod ziemią^[3]. https://pl.wikipedia.org/wiki/Wielki_Zderzacz_Hadronów

Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ

www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Rozwijamy się w służbie nauki i dla naszych studentów – udział w projekcie budowy centrum badawczo-rozwojowego i budowa nowych laboratoriów na rok 2019/2020

W projekcie Interdyscyplinarnego Centrum Badawczo-Rozwojowego Zaawansowanych Materiałów i Inteligentnych Systemów Zarządzania w Budownictwie 2020+ Politechniki Łódzkiej, planowane są nowe laboratoria w Katedrze Aparatów Elektrycznych. W ramach projektu wykonana zostanie adaptacja pomieszczeń Katedry Aparatów Elektrycznych pozwalająca na prowadzenie prac B+R z zakresu opracowania wieloparametrycznych i wielofunkcyjnych algorytmów inteligentnych systemów zarządzania budynkiem oraz umożliwiająca badania i wielokryterialną ocenę funkcjonalności systemów zarządzania budynkiem (w tym: drobne prace remontowe, dostosowanie instalacji elektrycznej, modernizacja systemów HVAC, zakup oraz montaż niezbędnych czujników i aktuatorów, instalacja rejestratorów zużycia oraz analizatorów jakości mediów, zakup niezbędnego oprogramowania) – koszt: 850.000 zł brutto.

W ramach zadania 2 w Katedrze Aparatów Elektrycznych Wydziału WEEIA PŁ przeprowadzone zostaną prace adaptacyjne pomieszczeń, a także zakupiona zostanie infrastruktura badawcza oraz rozwiązania teleinformatyczne, które są konieczne dla osiągnięcia celów przedmiotowego projektu. Będą one bowiem służyły prowadzeniu badań zarówno naukowych, jak i prac badawczo-rozwojowych świadczonych na rzecz przedsiębiorstw bądź też we współpracy z nimi. W ramach Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki wezmą udział dwie jednostki, będą nimi Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych oraz Katedra Aparatów Elektrycznych.

Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ

www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



POLITECHNIKA ŁÓDZKA

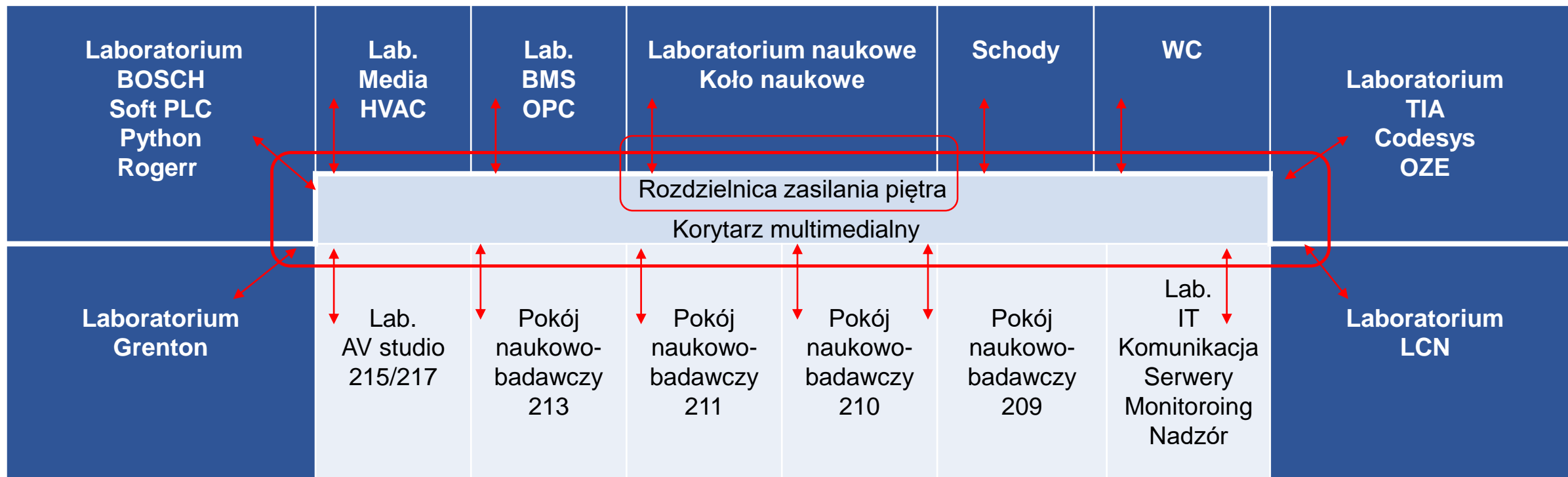


KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Projekt II piętro



Katedra Aparatów Elektrycznych zostanie wyposażona w następującą aparaturę: system kontroli dostępu do pomieszczeń, system oświetlenia, system HVAC, system bezpieczeństwa, system zasilania, system centralny.

Ponadto zostaną przeprowadzone prace mające na celu adaptację i modernizację pomieszczeń i laboratoriów. Wymienione zostaną w tym zakresie m.in. drzwi wewnętrzne, a także przeprowadzone zostaną niezbędne prace remontowe.

Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ

www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział
elektrotechniki
elektroniki
informatyki
i automatyki

Szanowni studenci !

Studiujcie przyjemnie i z pasją w Politechnice Łódzkiej.

Niech studia będą Waszą drogą w przyszłość.

**Uczcie i rozwijajcie się poprzez zdobywanie nowych
umiejętności oraz doświadczeń praktycznych.**

Rozwijajcie się razem z nami!

Katedra Aparatów Elektrycznych

Wydział Elektrotechniki Elektroniki Informatyki i Automatyki

Politechniki Łódzkiej



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ

www.kae.p.lodz.pl; k-26@adm.p.lodz.pl