



Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie



Wydział Energetyki i Paliw



Katedra Zrównoważonego Rozwoju
Energetycznego



Instytut Zrównoważonej Energetyki

Możliwości prototypowania dedykowanych systemów sterowania pracą urządzeń grzewczych z wykorzystaniem sterowników PLC

Krzysztof Sornek

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Energetyki i Paliw
Katedra Zrównoważonego Rozwoju Energetycznego

[Instytut Zrównoważonej Energetyki](#)

Szkolenie techniczne pt.
URZĄDZENIA GRZEWCZE NA PALIWA STAŁE MAŁEJ MOCY - wyzwania środowiskowe, technologiczne i konstrukcyjne

Park Naukowo-Technologiczny Euro-Centrum Sp. z o.o., Katowice, 1 grudnia 2017 r.

Prototypowanie systemów sterowania

Prototyp - pierwowzór; pierwszy, próbny, doświadczalny egzemplarz maszyny nowego typu; wzorzec (Słownik Wyrazów Obcych i Zwrotów Obcojęzycznych W. Kopalińskiego).

Prototypowanie - jest to ogół czynności zmierzających do opracowania próbnego, doświadczalnego egzemplarza maszyny, obiektu, regulatora itd.

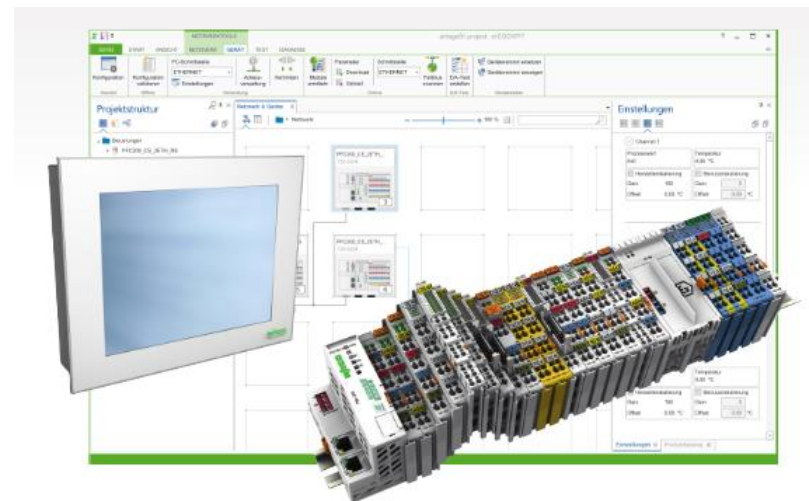
Szybkie prototypowanie (z ang. Rapid prototyping) - w automatyce pojęcie to oznacza ogół czynności zmierzających do zbudowania prototypu układu sterowania umożliwiającego wszechstronne przetestowanie badanego aspektu „in situ” (działania regulatora, urządzenia pomiarowego, wykonawczego, optymalizatora itp.). Systemy szybkiego prototypowania cechują się dużą elastycznością tj. możliwościami realizacji różnych zadań i włączania w różne miejsca pętli sterowania, możliwościami analizy i oceny jakości pracy prototypu.

Sterowniki PLC (Programmable Logic Controller)

Sterownik PLC to uniwersalne urządzenie mikroprocesorowe, wykorzystywane do sterowania pracą maszyn, urządzeń oraz całych ciągów technologicznych. Podstawowym zadaniem sterowników PLC jest realizacja zaprogramowanych algorytmów sterowania w czasie rzeczywistym, na podstawie analizy sygnałów wejściowych, pochodzących od sterowanego procesu.



Modicon 084, 1969 r.



WAGO, obecnie

Dostępne rozwiązania sterowników PLC

Na rynku występuje wiele rozwiązań sterowników PLC różnych firm.



WAGO ELWAG



Siemens



Moeller



Fanuc



Mitsubishi



Allen-Bradley

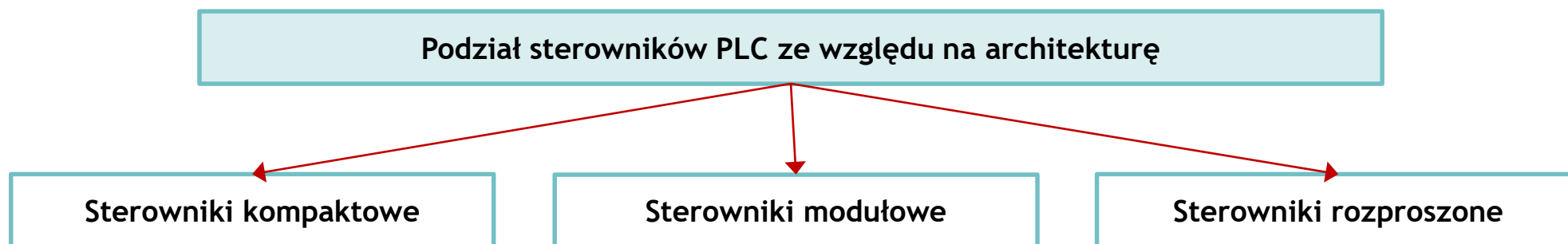


Omron

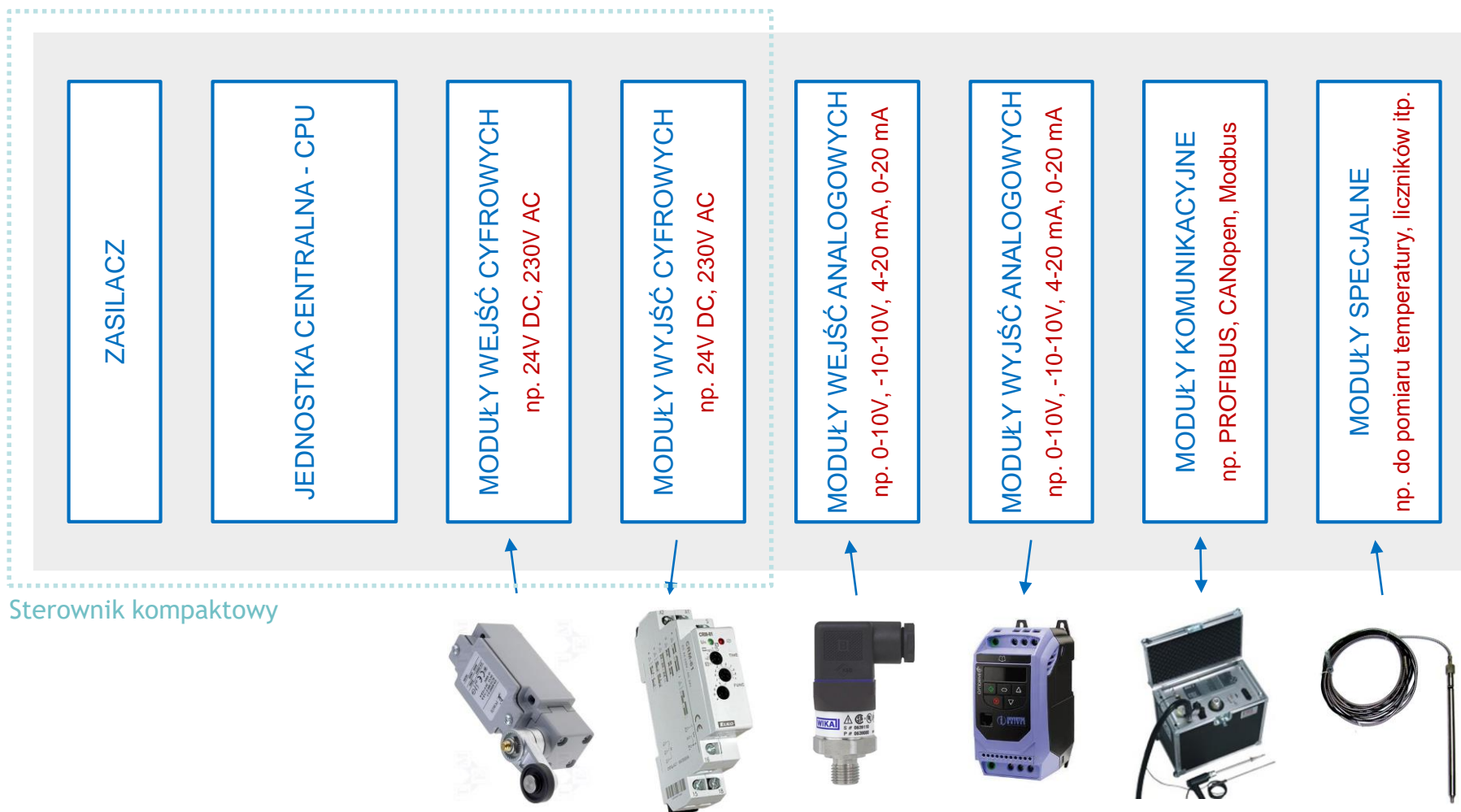


Modicon

Podział sterowników PLC



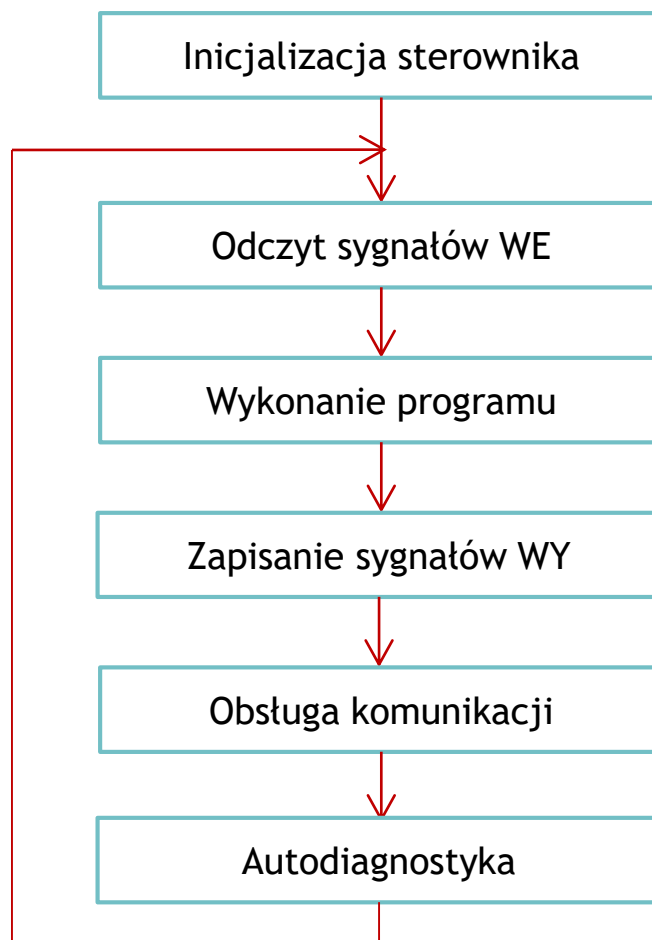
Podstawowa konfiguracja sterownika PLC



Sterownik kompaktowy

Podstawowa konfiguracja sterownika PLC

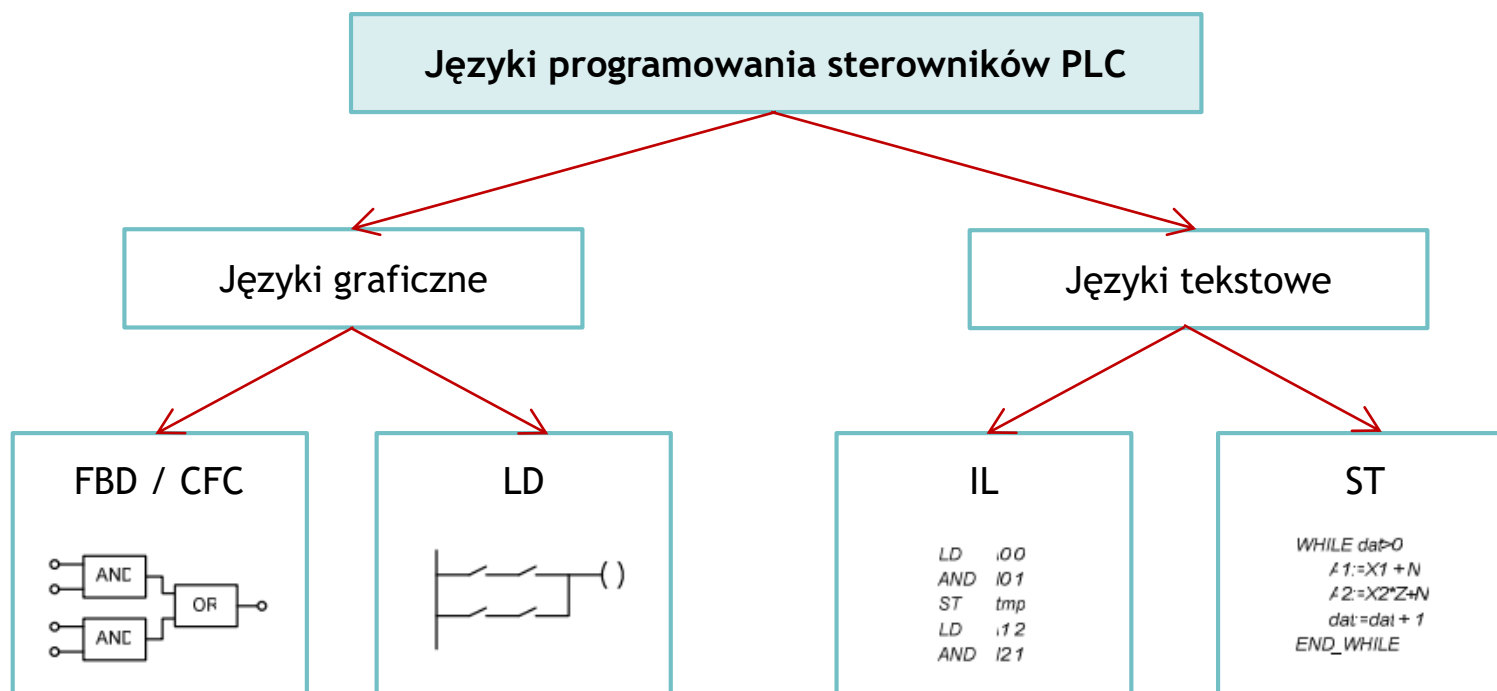
Cykl pracy sterownika PLC



Cykl pracy sterowników PLC

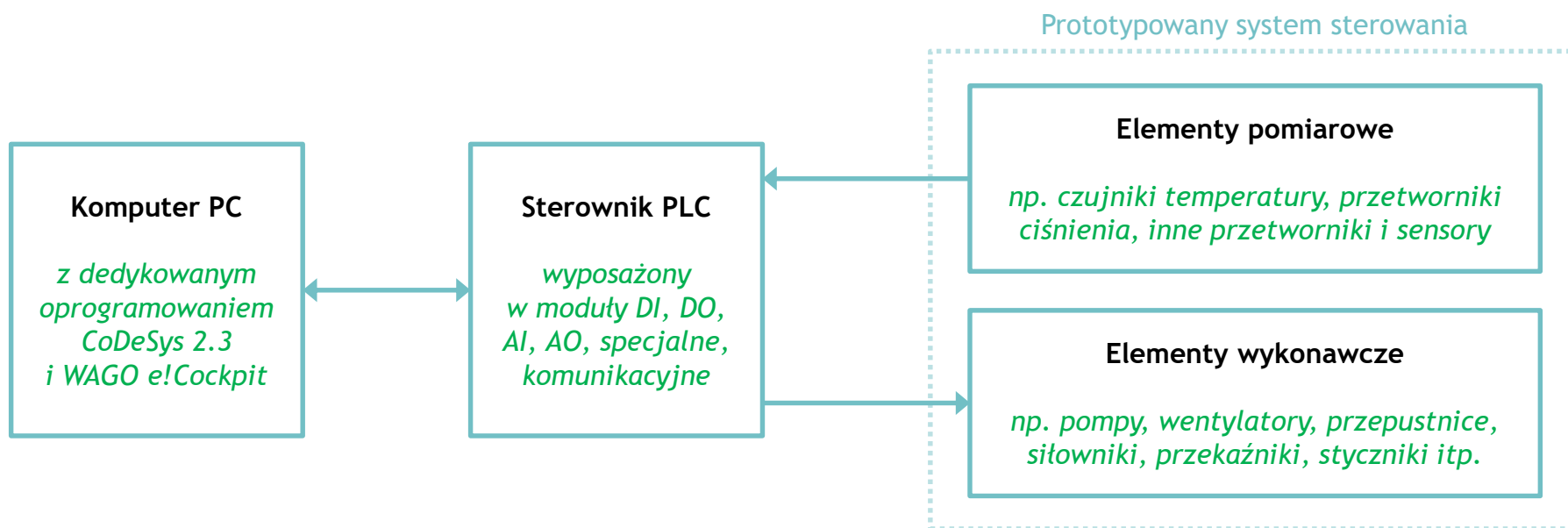
Języki programowania sterowników PLC

Zgodnie z normą IEC 61131 języki programowania sterowników PLC dzieli się na dwie główne grupy: języki tekstowe oraz języki graficzne.



Stanowiska do prototypowania systemów sterowania i poprawy parametrów pracy urządzeń grzewczych

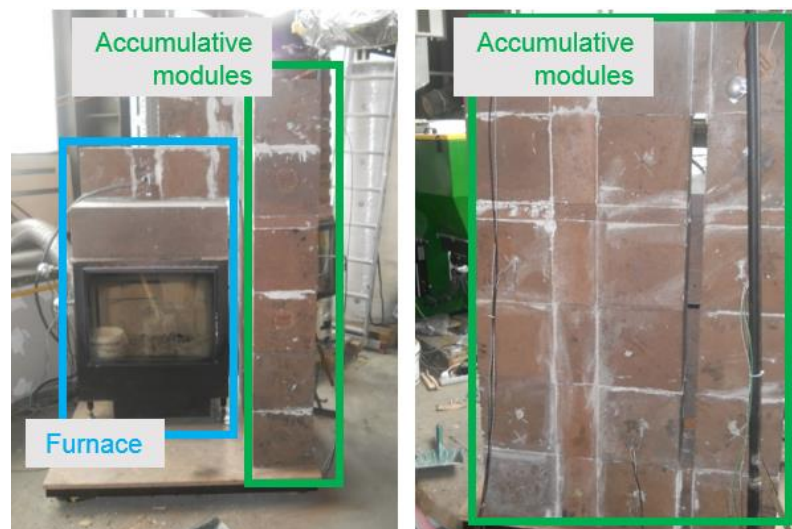
Stanowiska o zmiennej konfiguracji, umożliwiające badanie dowolnych parametrów procesowych związanych z działaniem urządzeń grzewczych pod kątem poprawy parametrów ich pracy oraz opracowania systemu sterowania.



Konfiguracja stanowisk do prototypowania systemów sterowania

Przykład 1: Kominak akumulacyjny z wymiennikiem ceramicznym

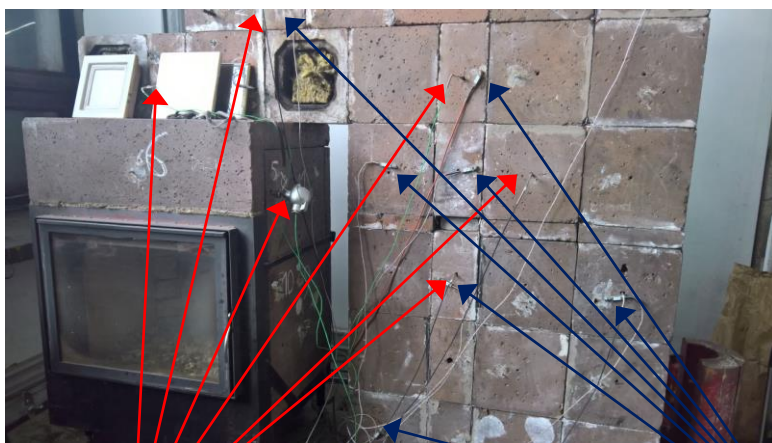
Główny cel badań: usprawnienie typowego systemu sterowania pracą kominaka pod kątem redukcji emisji CO i pyłów.



Kominak akumulacyjny z wymiennikiem ceramicznym

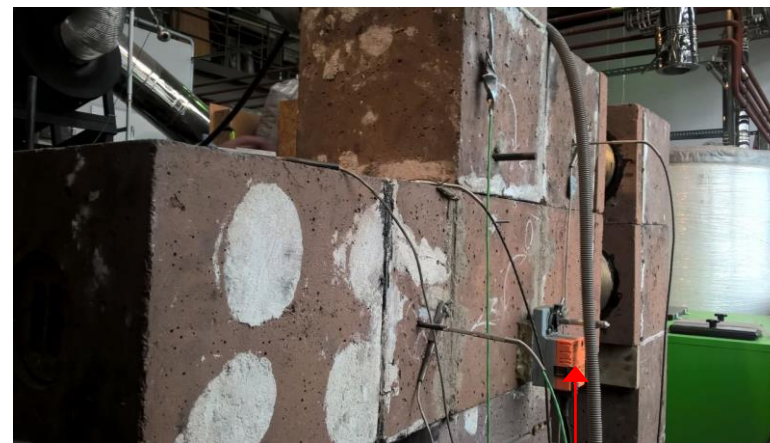
Przykład 1: Kominak akumulacyjny z wymiennikiem ceramicznym

Stanowisko pomiarowe wyposażone zostało w sterownik PLC współpracujący z czujnikami temperatury spalin i temperatury powierzchni zewnętrznej wymiennika (termopary, Pt100), przepustnicami powietrza wlotowego (3 szt.), siłownikiem przepustnicy spalin, termoanemometrami, analizatorem spalin oraz pyłomierzem.



Czujniki temperatury spalin wewnątrz wymiennika ceramicznego

Czujniki temperatury powierzchni wymiennika ceramicznego



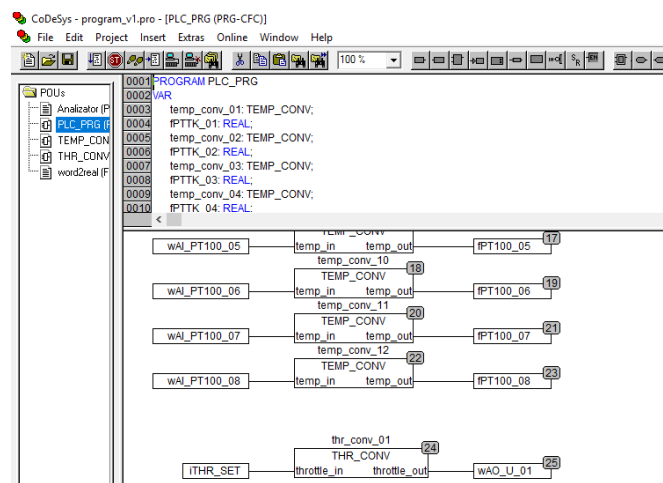
Siłownik przepustnicy spalin

Stanowisko pomiarowe kominaka akumulacyjnego

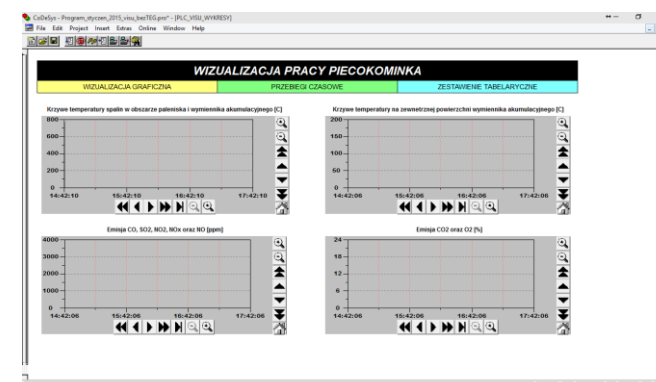
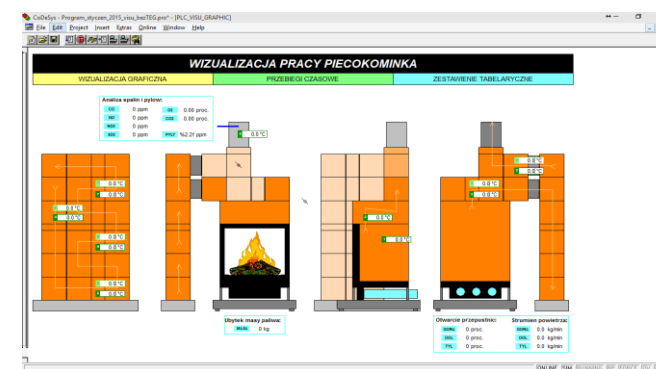
Przykład 1: Kominek akumulacyjny z wymiennikiem ceramicznym



Szafa sterownicza ze sterownikiem PLC i elementami zabezpieczającymi



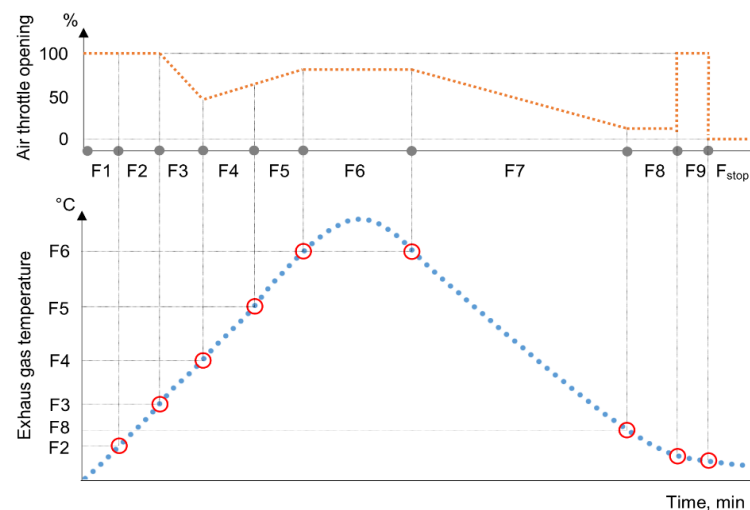
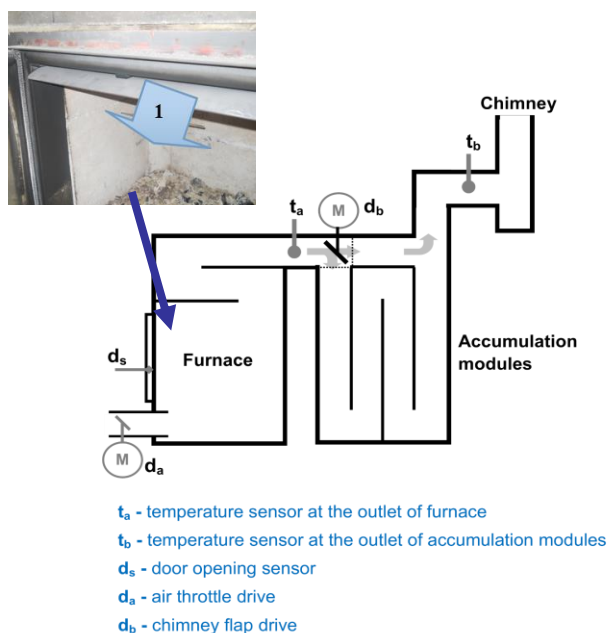
Okno CoDeSys - fragment programu



Okno CoDeSys - fragment wizualizacji

Przykład 1: Kominek akumulacyjny z wymiennikiem ceramicznym

Standardowy sposób sterowania - kontrola stopnia otwarcia przepustnicy powietrznej na podstawie pomiaru temperatury spalin.



Sterowanie pracą kominka akumulacyjnego z wykorzystaniem standardowego optymalizatora spalania i przepustnicy powietrznej

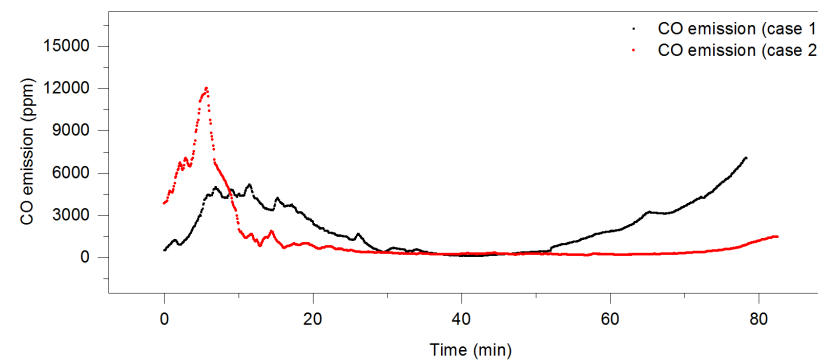
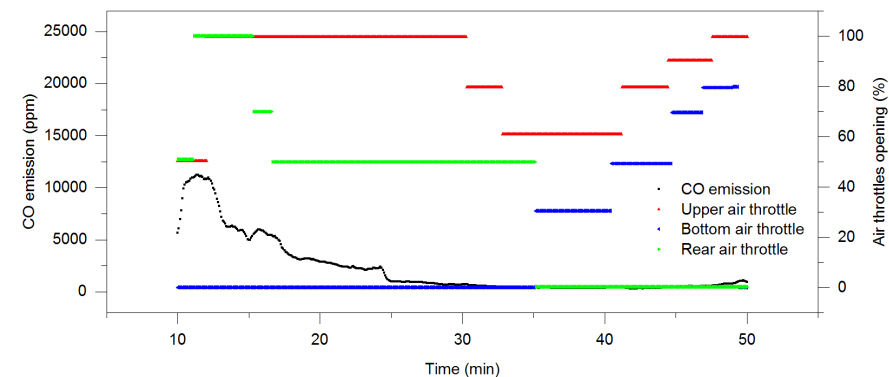
Przykład 1: Kominek akumulacyjny z wymiennikiem ceramicznym

Zastosowana modyfikacja - dodanie dodatkowych wlotów powietrza (oraz przepustnic powietrznych), a także oparcie pracy układu sterowania na pomiarze stężenia CO i O₂.



Modyfikacja systemu doprowadzania powietrza do paleniska

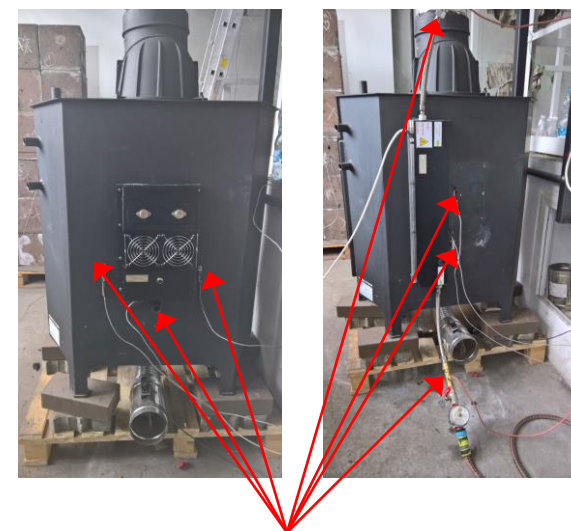
	Typowy układ	Układ zmodyfikowany
Średnia emisja CO, ppm	1 748 - 10 821	1 170 - 2 137



Emisja CO w zależności od sposobu sterowania pracą przepustnic

Przykład 2: Wkłady kominkowe

Główny cel badań: usprawnienie pracy wkładu kominkowego pod kątem redukcji emisji CO i pyłów, a także stworzenie systemu sterowania dla układu mikrogeneracyjnego z generatorem termoelektrycznym.



Czujniki temperatury powierzchni i wody chłodzącej (powietrza)

Przykład 3: Piec ceramiczny z rusztem obrotowym

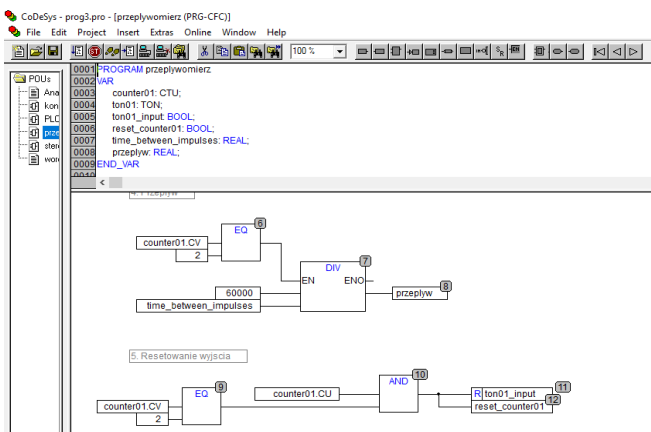
Główny cel badań: opracowanie systemu sterowania pracą pieca ceramicznego pod kątem zapewnienia efektywnej utylizacji odpadów.

Stanowisko pomiarowe wyposażone jest w sterownik PLC współpracujący z czujnikami temperatury spalin (termopary typu B i K), inwerterami sterującymi pracą silnika rusztu obrotowego i podajnika paliwa, 12 wentylatorami nawiewnymi powietrza do komory spalania, analizatorem spalin oraz zapalarką automatyczną.

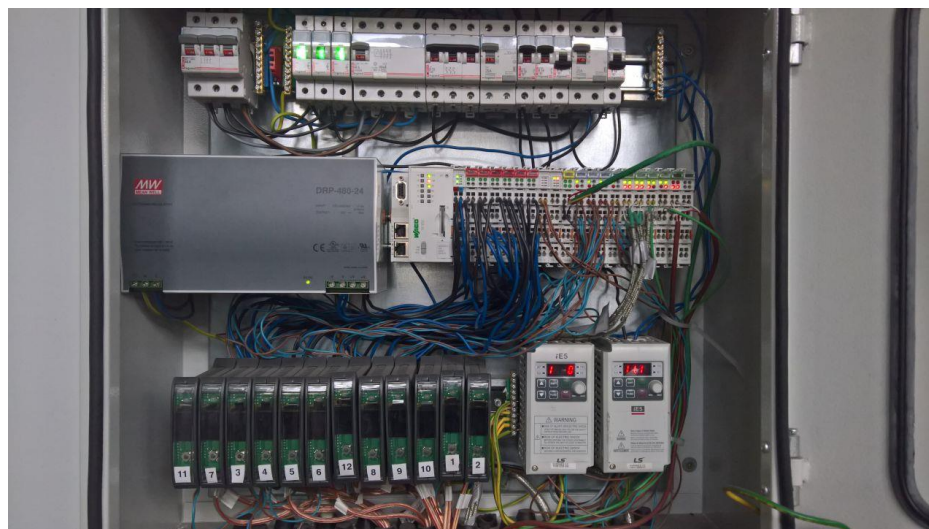


Piec ceramiczny z rusztem obrotowym do utylizacji odpadów

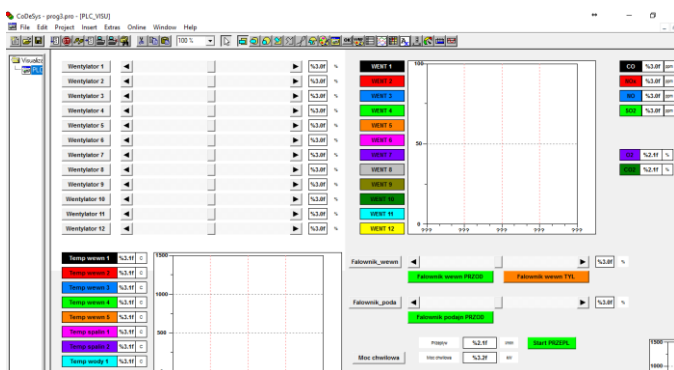
Przykład 3: Piec ceramiczny z rusztem obrotowym



Okno CoDeSys - fragment programu



Szafa sterownicza ze sterownikiem PLC, elementami zabezpieczającymi, zasilaczem oraz regulatorami wentylatorów nawiewnych powietrza



Okno CoDeSys - fragmen wizualizacji

Przykład 4: Układ mikrokogeneracyjny z kotłem wsadowym na słomę

Podstawowe elementy układu mikrokogeneracyjnego:

- » kocioł wsadowy na słomę o mocy 100 kW z płaszczem olejowym,
- » obieg olejowy (parownik, wymiennik awaryjny, pompa obiegowa itp.),
- » obieg parowy (parownik, przegrzewacz pary, stacja uzdatniania pary, silnik parowy / turbina parowa, skraplacz, odgazowywacz, pompa ciśnieniowa itp.),
- » obieg wodny (zbiornik buforowy, skraplacz, chłodnice, pompa obiegowa itp.).

Instalacja wyposażona m.in. w 42 czujniki temperatury (termopary typu K, Pt100), 14 przetworników ciśnienia, 2 przepływomierze oleju, 4 przepływomierze wody, 1 przepływomierz pary, 2 mierniki wysokości słupa cieczy, analizator spalin, pyłomierz, a także w 8 przetwornic częstotliwości do sterowania pracą pomp obiegowych i wentylatorów. Wszystkie elementy współpracują z dwoma sterownikami PLC.

Przykład 4: Układ mikrokogeneracyjny z kotłem wsadowym na słomę



Pomiar temperatury i ciśnienia



Przepływomierz pary, zawór redukcyjny



Układ rozruchowy silnika parowego



Parowniki - pomiar temperatury i ciśnienia



Wentylator wyciągowy sterowany inwerterem



Przepływomierz z wyjściem analogowym

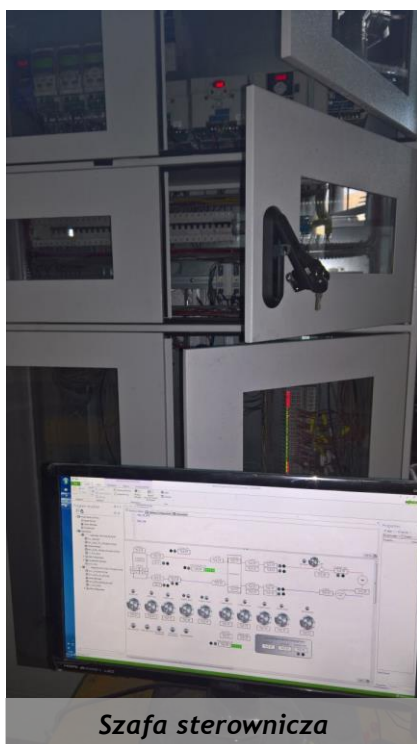


Pompa sterowana sygnałem napięciowym



Króćce do montażu czujników temperatury

Przykład 4: Układ mikrokogeneracyjny z kotłem wsadowym na słomę



Szafa sterownicza



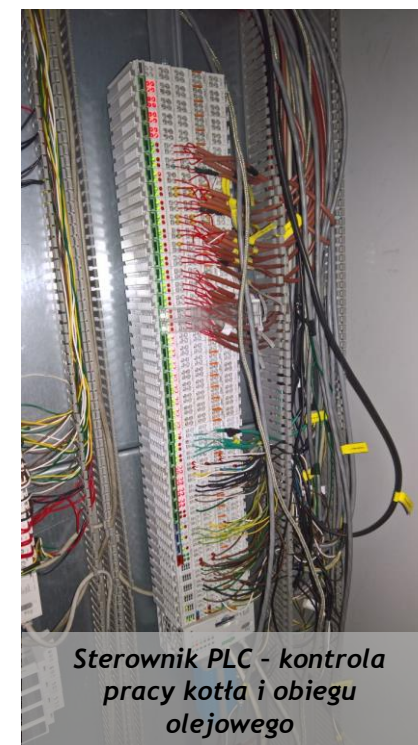
Zabezpieczenia, przekaźniki, zasilacze



Przetwornice częstotliwości

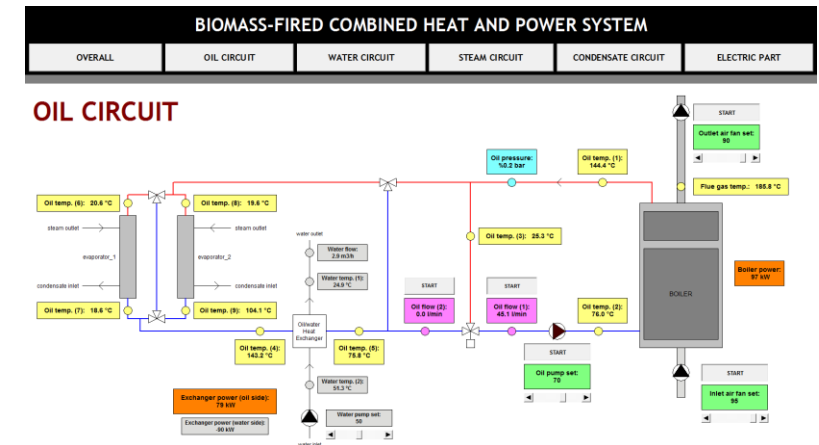
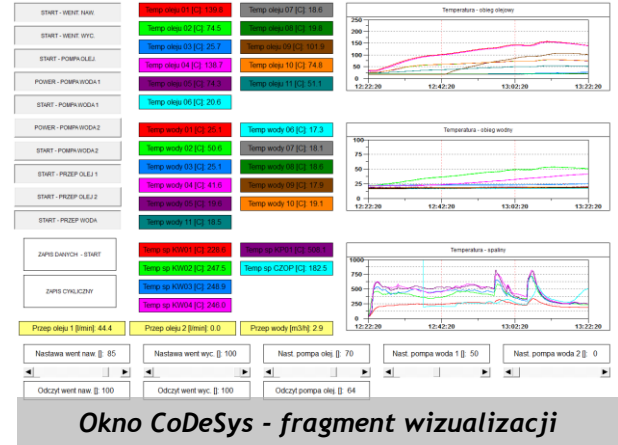


Sterownik PLC - obsługa części parowej i obiegu kondensatu

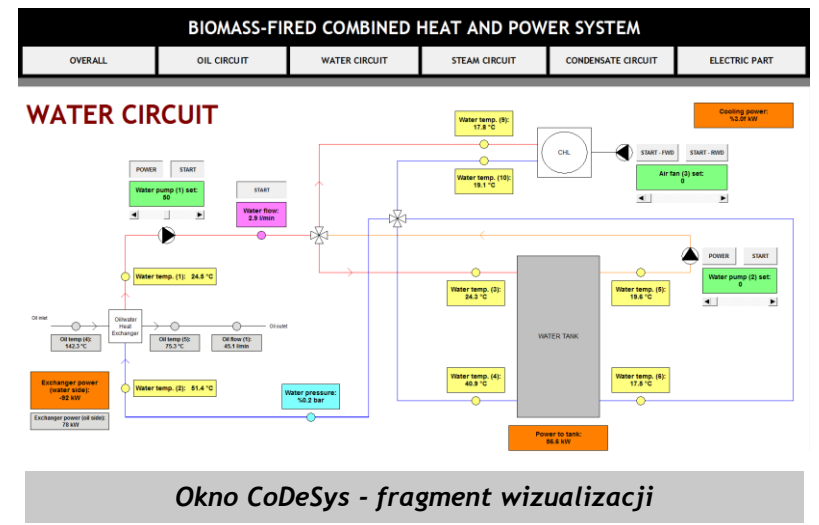


Sterownik PLC - kontrola pracy kotła i obiegu olejowego

Przykład 4: Układ mikrokogeneracyjny z kotłem wsadowym na słomę



Okno e!Cockpit - fragment kodu programu



Podsumowanie - główne kierunki prowadzonych prac

- » szczegółowe zapoznanie się z przebiegiem poszczególnych procesów zachodzących w testowanych układach (akwizycja i analiza danych),
- » określenie minimalnego zestawu elementów pomiarowych i sterujących,
- » opracowanie algorytmów sterujących,
- » opracowanie docelowych systemów sterowania, zapewniających prawidłową, bezpieczną i wydajną pracę testowanych układów,
- » usprawnienie pracy istniejących urządzeń,
- » redukcja emisji CO, pyłów itp.,
- » zapewnienie współpracy wielu urządzeń (instalacje hybrydowe),
- » implementacja zdalnego monitoringu (w tym systemy SCADA),
- » inne działania (ustalone ze Zleceniodawcami).

Podsumowanie - zalety prototypowania systemów sterowania z wykorzystaniem sterowników PLC

- » możliwość tworzenia dedykowanych konfiguracji stanowisk pomiarowych, ściśle dopasowanych do konkretnych potrzeb,
- » możliwość wykorzystania szerokiego spektrum elementów pomiarowych i wykonawczych pod kątem szczegółowego poznania przebiegu danego procesu oraz opracowania systemu sterowania,
- » możliwość łatwego tworzenia i testowania kolejnych wersji oprogramowania pod kątem opracowania wersji finalnej,
- » możliwość akwizycji danych, w tym akwizycji online,
- » możliwość łatwej integracji wielu urządzeń (instalacje hybrydowe),
- » niezawodność działania.

Zapraszam do współpracy

Krzysztof Sornek

e-mail: krzysztof.sornek@agh.edu.pl, krzysztof.sornek@ize.org.pl

tel. 600 313 157



Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie



Wydział Energetyki i Paliw



Katedra Zrównoważonego Rozwoju
Energetycznego



Instytut Zrównoważonej Energetyki

Możliwości prototypowania dedykowanych systemów sterowania pracą urządzeń grzewczych z wykorzystaniem sterowników PLC

Krzysztof Sornek

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Energetyki i Paliw
Katedra Zrównoważonego Rozwoju Energetycznego

[Instytut Zrównoważonej Energetyki](#)

Szkolenie techniczne pt.
URZĄDZENIA GRZEWCZE NA PALIWA STAŁE MAŁEJ MOCY - wyzwania środowiskowe, technologiczne i konstrukcyjne

Park Naukowo-Technologiczny Euro-Centrum Sp. z o.o., Katowice, 1 grudnia 2017 r.