

# Funkcjonalności systemu nadążające za potrzebami klientów

Adam Kowalski – Energotest

## Streszczenie

Referat zawiera opis nowych funkcjonalności systemu ECONTROLplus, które pojawiają się dzięki temu, że technologie rozwijane do tej pory w innych obszarach biznesowych, mogą być coraz szerzej zaadaptowane do przemysłowego Systemu Sterowania i Nadzoru. Ich zastosowanie ułatwia nadzór nad rozbudowanymi systemami, jak również daje narzędzia do optymalizacji procesu w mniejszych zakładach.

## 1. Wstęp

Energotest jest firmą inżynierską działającą na polskim rynku od 20 lat. System ECONTROL, rozwijany od początku istnienia firmy, jest używany do sterowania i nadzoru największych i najbardziej skomplikowanych obiektów energetycznych w Polsce, między innymi w Elektrowniach w Bełchatowie, Kozienicach, Łaziskach, Ostrołęce, Dolnej Odrze, Skawinie, a także w Elektrociepłowniach Warszawa – Żerań, Gdynia oraz PKN Orlen, Elektrowni Wodnej Włocławek i wielu innych, również spoza branży energetycznej.

W przeciągu tych dwóch dekad, programiści tworzący system ECONTROL pracowali przy użyciu platform i narzędzi największych firm tworzących oprogramowanie SCADA na świecie, głównie GE, Schneider Electric, Siemens, Wonderware i Ascom.

Od 2013 roku Energotest jest członkiem programu partnerskiego austriackiej firmy Copa-Data – producenta platform Zenon i Straton, na których oparty jest system ECONTROLplus. Dzięki zawiązanej współpracy korzystamy ze światowego doświadczenia, jakie posiadają inżynierowie naszego Partnera. Mamy również realny wpływ na rozwój kolejnych wersji produktu. Pozwala to na dostarczanie naszym klientom innowacyjnych rozwiązań na najwyższym światowym poziomie.

Równolegle Energotest rozwija też własne rozwiązania, dobrym przykładem jest system **SmartLoad** mający zastosowanie w zakładach przemysłowych, którego głównym zadaniem jest kontrolowane przejście do pracy wyspowej w przypadku zewnętrznej awarii zasilania, oraz bezpieczne powrotne połączenie z Krajową Siecią Energetyczną po usunięciu awarii.

W niniejszym referacie chcielibyśmy się skupić na przybliżeniu kilku nowych funkcjonalności i narzędzi dostępnych w Systemie, a po krótko są to:

**Analiza danych archiwalnych** daje możliwość zaawansowanej analizy gromadzonych danych w postaci przejrzystych raportów, których przygotowanie jest dostępne dla pracowników zakładu. Zestaw gotowych szablonów ułatwia stworzenie wykresów dedykowanych konkretnym obszarom (np. elektrownie wodne, farmy wiatrowe, wykresy Gantt, Sankeya).

Rozwiązania takie jak **integracja z usługą chmury**, lub przedstawienie **informacji systemowych na cyfrowej mapie geograficznej (GIS)** dają obsłudze szerszy obraz tego, co w czasie rzeczywistym dzieje się na obiekcie. Ponadto umożliwia zebranie danych z różnych systemów w jednym miejscu, celem dalszej analizy.

**Zarządzanie obciążeniem** pozwala na optymalizację kosztów korzystania z energii elektrycznej, poprzez automatyczne zarządzanie urządzeniami odbiorczymi, jak i produkującymi energię na potrzeby własne.

**Sekwencja komend** ułatwia obsłudze przeprowadzenie złożonych sekwencji sterujących w sposób kontrolowany i powtarzalny.

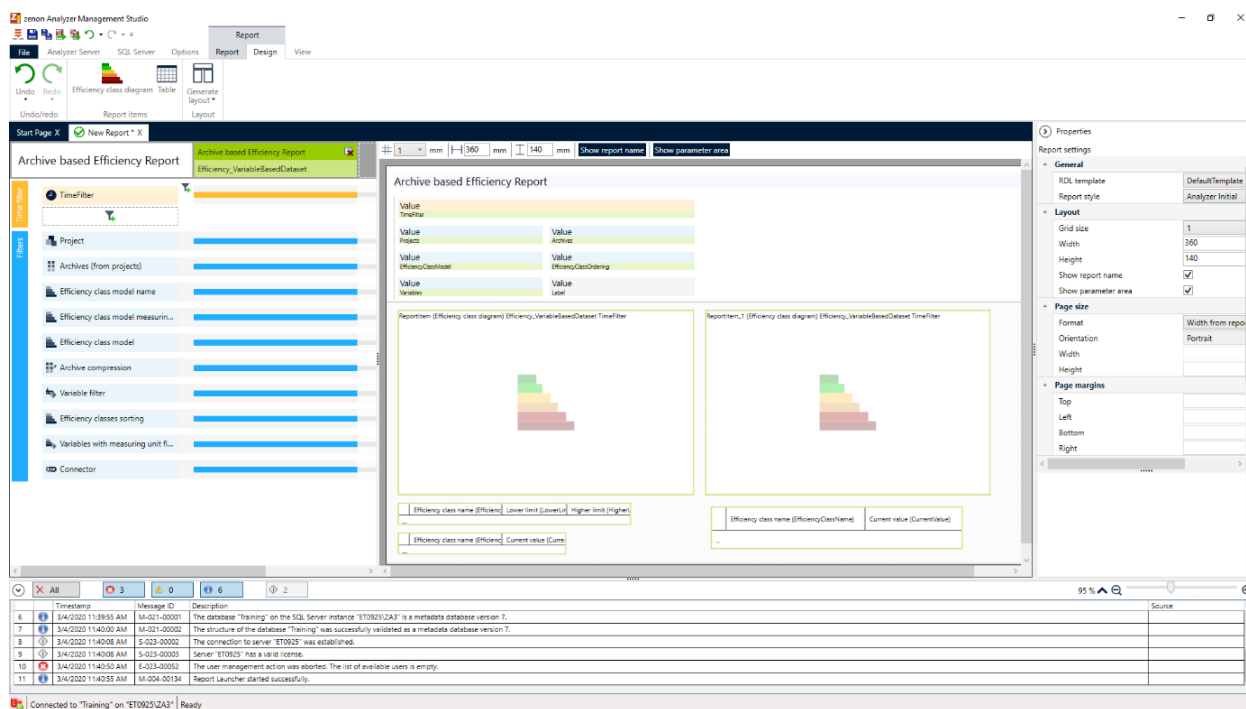
**Inteligentny system pomiarowy** - we współpracy z nowoczesnymi licznikami energii, system zbiera dane z dowolnego obszaru, pozwala na ich archiwizację i prowadzenie okresowych analiz zużycia energii elektrycznej za pomocą czytelnych raportów. Możliwe jest również śledzenie zużycia energii w czasie rzeczywistym, stworzenie Strażnika Mocy lub progów alarmowych.

## 2. Analiza danych archiwalnych (Zenon Analyzer)

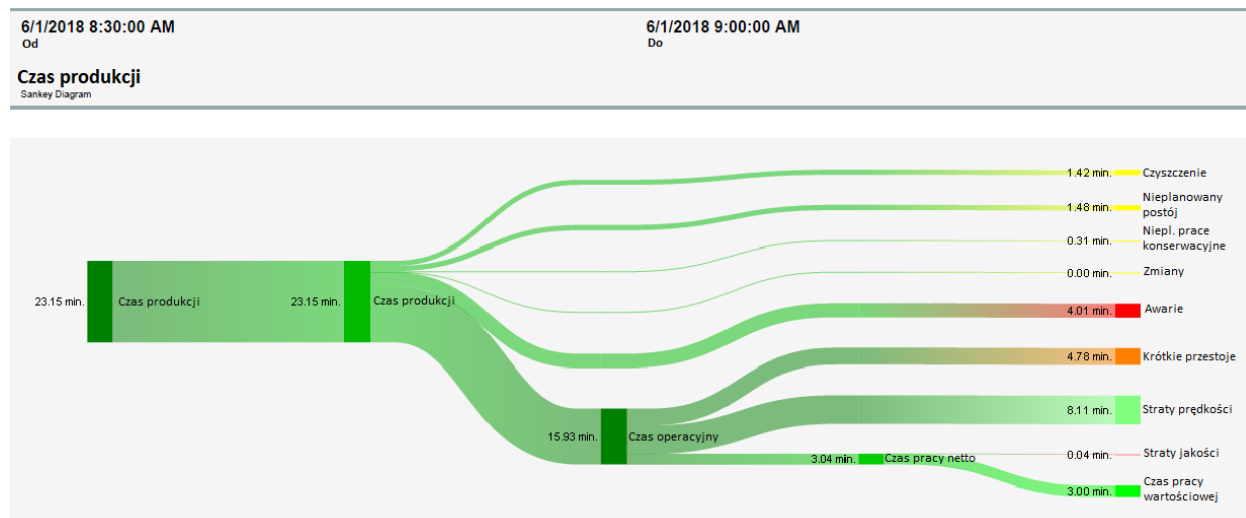
Zenon Analyzer to narzędzie, które umożliwia tworzenie raportów na podstawie danych zgromadzonych przez systemy pracujące na obiekcie. Dzięki intuicyjnemu oprogramowaniu zarządzającemu, które oparte jest na koncepcji parametryzacji zamiast programowania, przygotowanie raportów jest łatwe i szybkie.

- Integracja z Microsoft Azure umożliwia uruchomienie serwera Analyzer w chmurze, dzięki czemu dostęp do raportów jest możliwy z dowolnego miejsca na świecie.

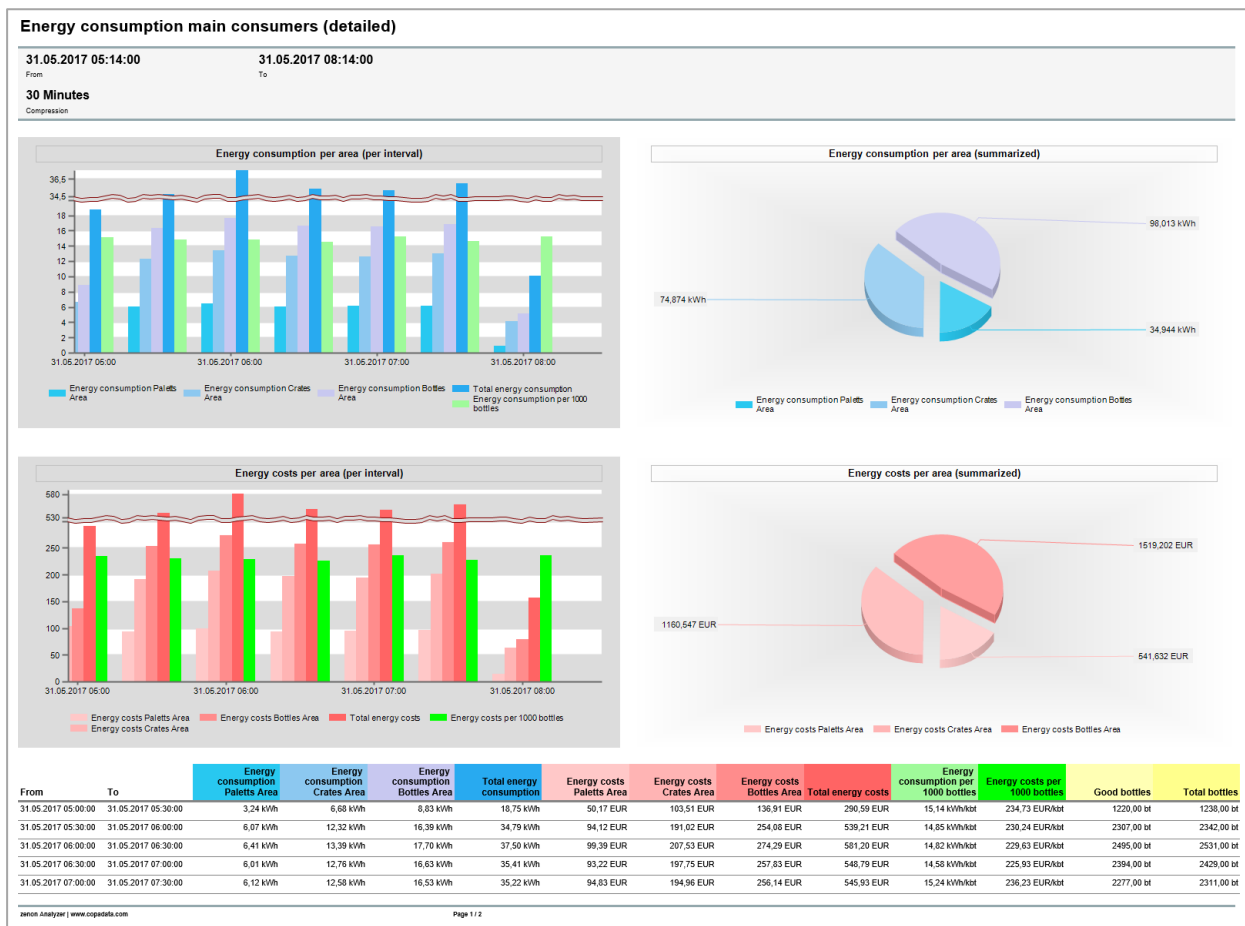
- Dzięki otwartości na zewnętrzne bazy danych, Analizer pozwala na używanie danych pochodzących nie tylko z systemu ECONTROLplus.
- Gotowe szablony raportów, które mogą być personalizowane, wspierają wiele branż pod kątem analizy procesów produkcyjnych, np.: zużycie mediów, zużycie na sztukę, koszt na sztukę, analiza wydajności, analiza maszyny i linii, analiza alarmów.
- Raporty zgodne z ISO 50001: krzywa czasu obciążenia, krzywa obciążenia, Sankey, zużycie mediów, koszty mediów.
- Prosta i elastyczna parametryzacja i modyfikacja nie wymaga umiejętności programowania.
- Elastyczna, rozszerzalna architektura – możliwość raportowania z kilku lokalizacji.
- Raporty dostępne z poziomu przeglądarki internetowej, wysyłane ma email lub zapisywane na dysku sieciowym.
- Generacja raportu automatyczna lub ręczna.



Rys. 1. Interfejs programu Zenon Analyzer Management Studio



Rys. 2. Przykładowe raporty – wykres Sankeya



Rys. 3. Przykładowy raport, zużycie i koszty energii

### 3. Integracja z usługą chmury

Trwająca cyfryzacja produkcji, czyli m.in. powszechne stosowanie systemów SCADA, MES, DCS oraz inteligentnych urządzeń elektronicznych na szeroką skalę, umożliwiła zbieranie i archiwizowanie ogromnej ilości danych procesowych. Jednak mnogość stosowanych urządzeń i systemów komplikuje analizę zebranych informacji w szerokim zakresie.

Przemysł 4.0 i towarzyszące mu rozwiązania ze świata informatycznego pozwalają na łatwiejszą analizę informacji gromadzonych przez SSiN.

Aby szerzej zobrazować to, co dzieje się na obiekcie na podstawie zebranych danych, konieczne jest zgromadzenie ich w jednym miejscu, natomiast do opracowania takiej ilości danych niezbędna jest potężna moc obliczeniowa. Oba te problemy można rozwiązać poprzez zastosowanie chmury obliczeniowej, która może bez problemu przechowywać, oraz przeliczać ogromne ilości danych.

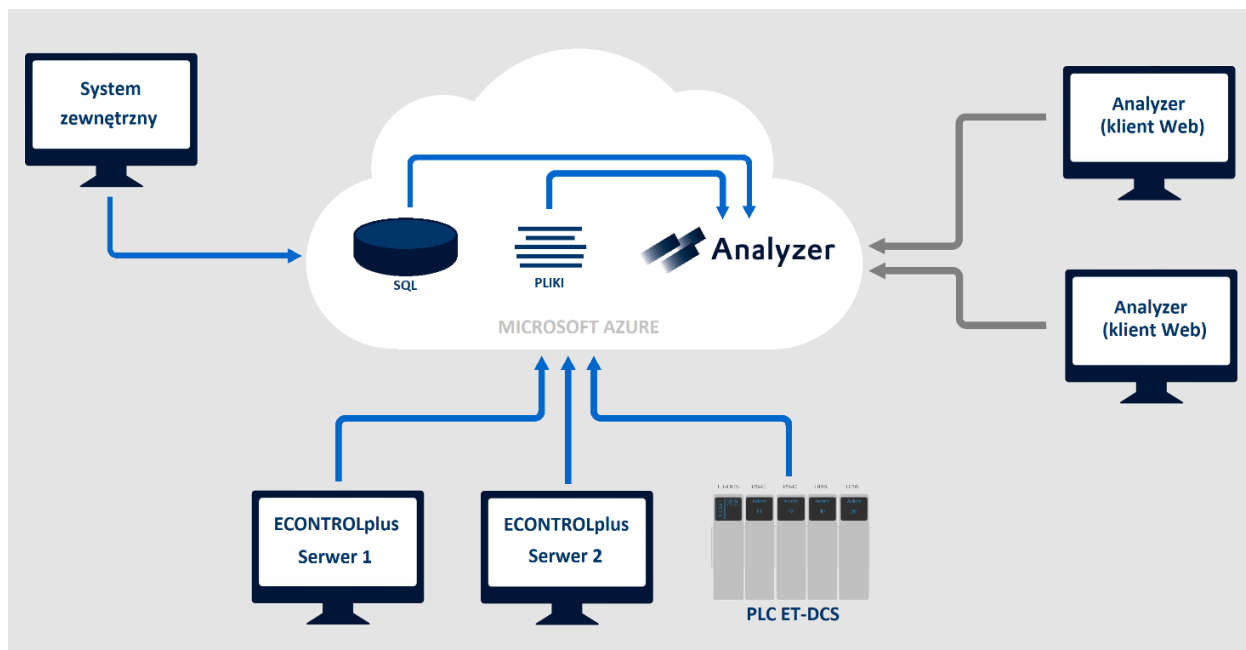
System ECONTROLplus posiada mechanizmy niezbędne do wymiany danych z chmurą Microsoft Azure, takie jak:

- oprogramowanie Process Gateway – możliwość eksportu danych zarówno do kolejki jak i do centrum zdarzeń MS Azure,
- SQL export – wpisywanie danych do kolejki archiwum. Dane zostają przeniesione do bazy SQL w chmurze MS Azure, z której mogą być potem odczytane,
- Zenon Analyser – narzędzie do przygotowywania raportów na podstawie danych przechowywanych w bazie chmurowej, która może być zasilana z różnych źródeł, z wielu lokalizacji.

Dodatkowo, dane zgromadzone w chmurze MS Azure mogą być wykorzystane do implementacji rozwiązań chmurowych opartych na funkcjach oferowanych przez firmę Microsoft, takich jak np. uczenie maszynowe, lub analiza predykcja.

Maszyny wirtualne obsługujące system ECONTROLplus, które zastępują fizyczne serwery również mogą zostać umieszczone w chmurze. Takie rozwiązanie niweluje potrzebę tworzenia i utrzymywania

serwerowni, oraz zapewnia ciągłość pracy systemu, polegając na największym na świecie dostawcy usług chmurowych, firmie Microsoft.



Rys. 4. Przykładowy schemat współpracy systemu ECONTROLplus z chmurą MS Azure

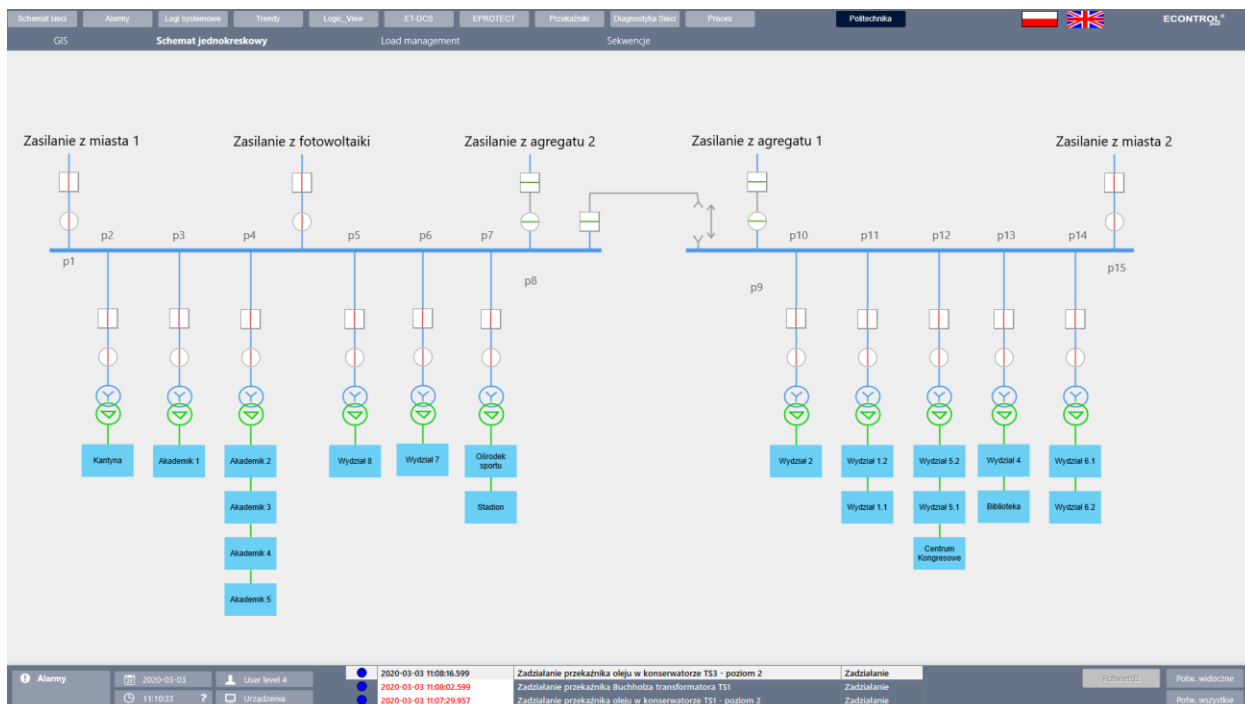
#### 4. Informacje systemowe na mapie geograficznej (GIS)

Zarówno w przypadku obiektów rozproszonych na dużej przestrzeni, jak i mniejszych zakładów zorganizowanych na niewielkim obszarze, znajomość umiejscowienia poszczególnych układów, maszyn i linii zasilania jest kluczowa dla sprawnego nadzoru nad procesem.

Ekran GIS pozwala umiejscowić obszary, obiekty, urządzenia i linie zasilające na mapach cyfrowych. Ułatwia nawigację po terenie zakładu lub dojazd do oddalonej lokalizacji osobom nie mającym na co dzień kontaktu z systemem (ekipy serwisowe), oraz umożliwia sprawną koordynację prac wszystkich zespołów przebywających w zakładzie poprzez przeniesienie schematów jednokreskowych na rzeczywiste mapy terenu bądź budynku, bez konieczności przeszukiwania dokumentacji.

Przygotowanie tego rodzaju wizualizacji składa się z następujących kroków:

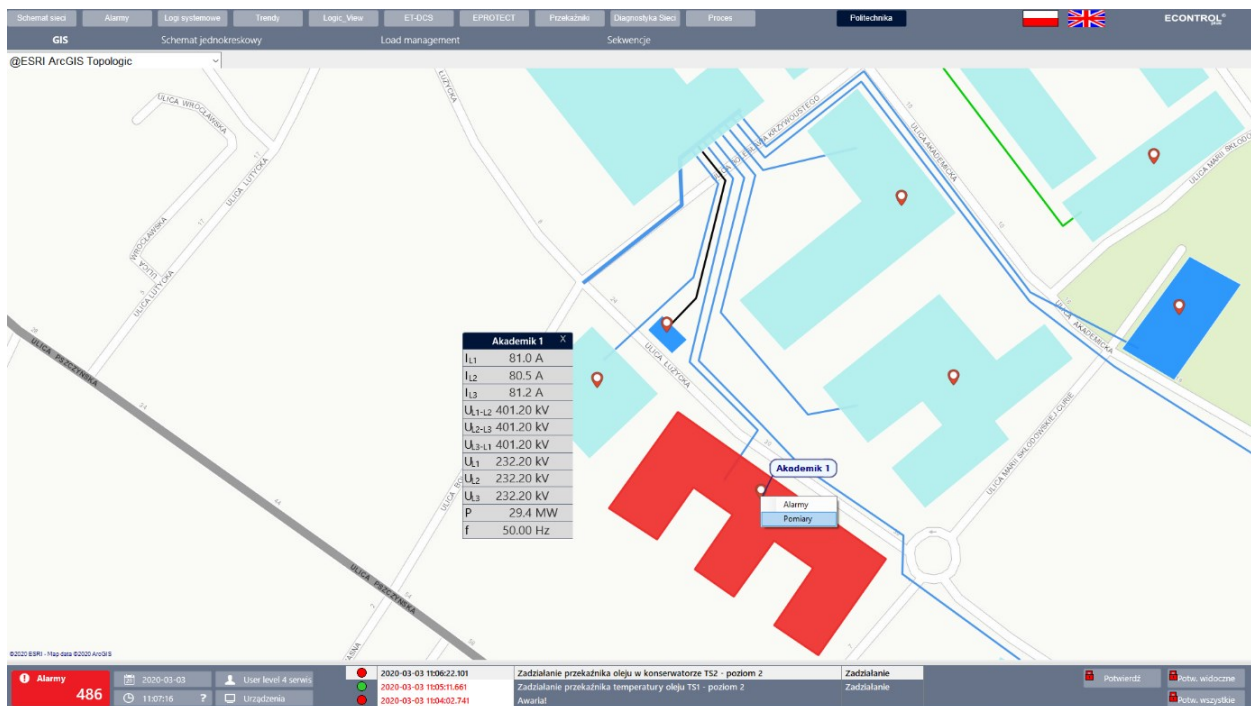
- stworzenie ekranu ze schematem jednokreskowym (rys. 5) zawierającym elementy topologii sieci (łączniki, transformatory, generatory) skonfigurowane pod kątem obsługi funkcji ALC (automatyczne kolorowanie linii),
- stworzenie warstw mapy cyfrowej, które odzwierciedlają schemat jednokreskowy. Umieszczenie linii zasilających i obszarów zasilania na mapie w ich rzeczywistym położeniu (rys. 6),
- powiązanie stworzonych linii i obszarów na mapie cyfrowej z obiektami schematu jednokreskowego, opcjonalnie dodanie funkcji wywoływanych z menu kontekstowego dla danego obszaru/elementu (rys. 7 i 8).



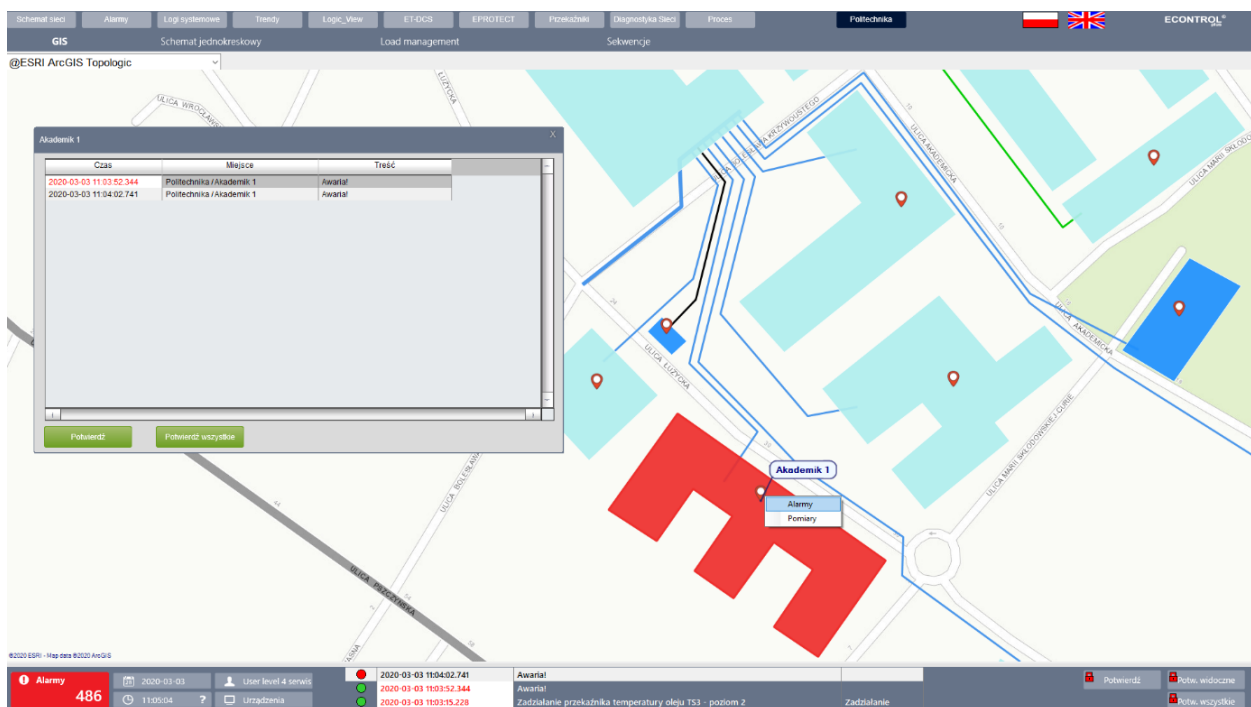
Rys. 5. Prosty, przykładowy układ zasilania kampusu uczelni - schemat jednokreskowy



Rys. 6. Prosty, przykładowy układ zasilania kampusu uczelni – obiekty i linie naniesione na mapę cyfrową, linie kolorowane zgodnie z poziomem napięcia



Rys. 7. Prosty, przykładowy układ zasilania kampusu uczelni – powiązanie linii z ALC, widok przybliżony, wywołanie stacyjki z pomiarami



Rys. 8. Prosty, przykładowy układ zasilania kampusu uczelni – powiązanie linii z ALC, widok przybliżony, wywołanie stacyjki z alarmami

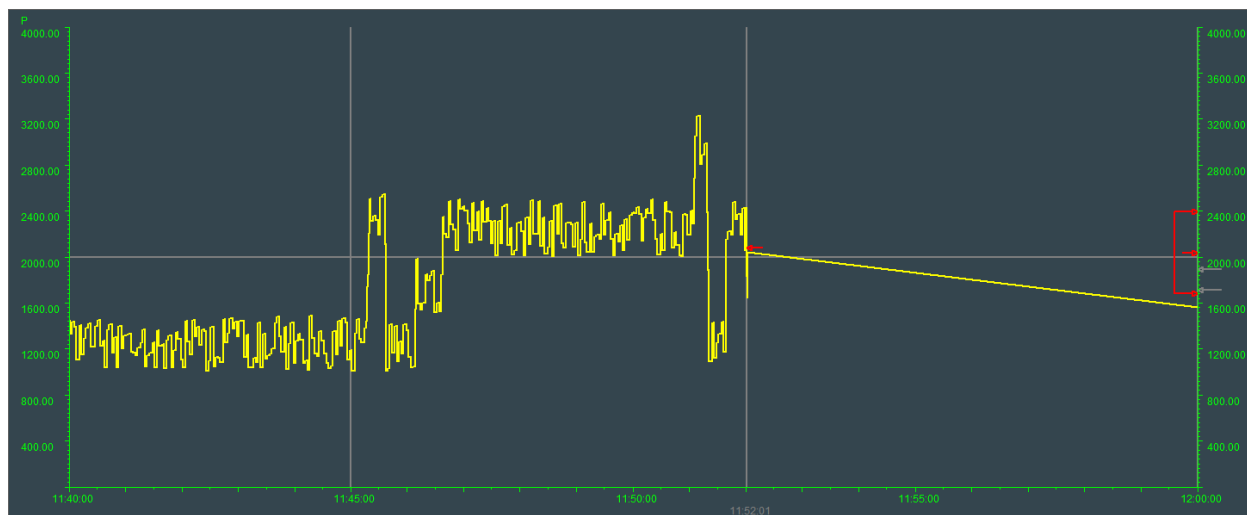
Dodatkowo, na ekranach typu GIS możliwe jest wyświetlanie schematu na dowolnej mapie cyfrowej z licencją wolnego oprogramowania (np. mapy topograficzne, satelitarne, plany) od różnych dostawców. Wybór wyświetlanej mapy jest dostępny z poziomu uruchomionej aplikacji.



## 5. Zarządzanie obciążeniem (Load management)

Optimalizacja poboru energii elektrycznej przez zakład jest prostą i skuteczną metodą obniżenia kosztów produkcji. Zarówno moc czynna jak i bierna może być kontrolowana w sposób, który pozwala na jej maksymalne wykorzystanie w okresach rozliczeniowych.

W obu przypadkach, moduł zarządzania obciążeniem monitoruje chwilowy pobór mocy w zdefiniowanym obszarze. Na podstawie zgromadzonych danych jest prognozowany szacunkowy pobór do końca interwału rozliczeniowego (przedstawiony w postaci wykresu funkcji mocy chwilowej w czasie – rys. 9). Zarządzanie obciążeniem odbywa się poprzez odpowiednio wcześnie reagowanie na nadchodzące gwałtowne wzrosty bądź spadki poboru i wyłączanie urządzeń obciążających (jeżeli jest taka możliwość), lub załączanie generatorów rezerwowych (np. agregaty prądotwórcze).



Rys. 9. Wykres chwilowego poboru mocy czynnej dla 15-minutowego okresu rozliczeniowego, z prognozą

Dwie podstawowe funkcje modułu zarządzania obciążeniem:

- prognoza krótkoterminowa – zapobiega obciążeniom szczytowym poprzez automatyczne zrzucanie obciążenia,
- optymalizacja – maksymalne wykorzystanie średniego zużycia energii dla danego okresu rozliczeniowego w celu ograniczenia kosztów związanych z zakupem energii.

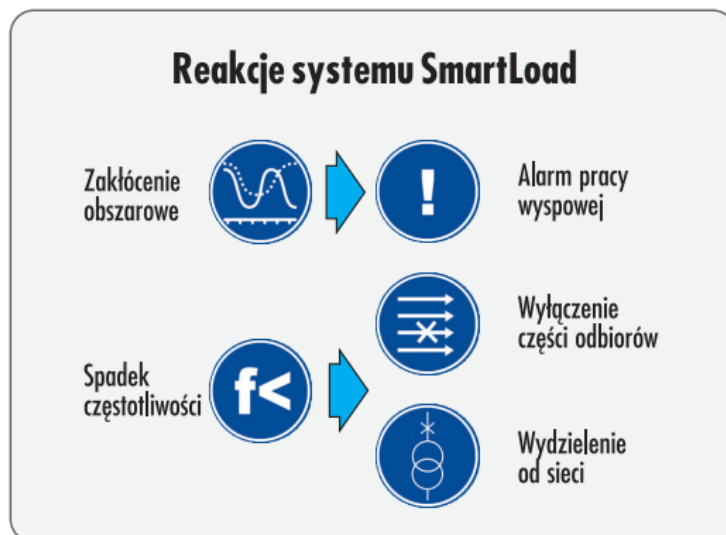
Dodatkowo, urządzenia, którymi moduł zarządzania obciążeniem steruje, mogą być sparametryzowane pod kątem priorytetu pracy, okresów pracy koniecznej, minimalnego wymaganego czasu pracy pomiędzy przełączeniami.

Moduł zarządzania obciążeniem może współpracować z opracowanym przez Energotest systemem **SmartLoad**. Ma on zastosowanie w zakładach posiadających własne źródła wytwórcze. Jego głównym zadaniem jest kontrolowane przejście do pracy wyspowej w przypadku zewnętrznej awarii zasilania, oraz bezpieczne powrotne połączenie z KSE po usunięciu awarii.

System SmartLoad umożliwia:

- bardzo szybkie wykrywanie obszarowych zaburzeń w KSE,
- błyskawiczne wyłączenia części odbiorów, oraz w razie potrzeby odłączenie zakładu od KSE,
- utrzymanie pracy wyspowej zakładu, w której moc pozostawionych odbiorów równoważy się z mocą generatora.

System SmartLoad reaguje na wychwycone awarie w czasie do 200 ms.



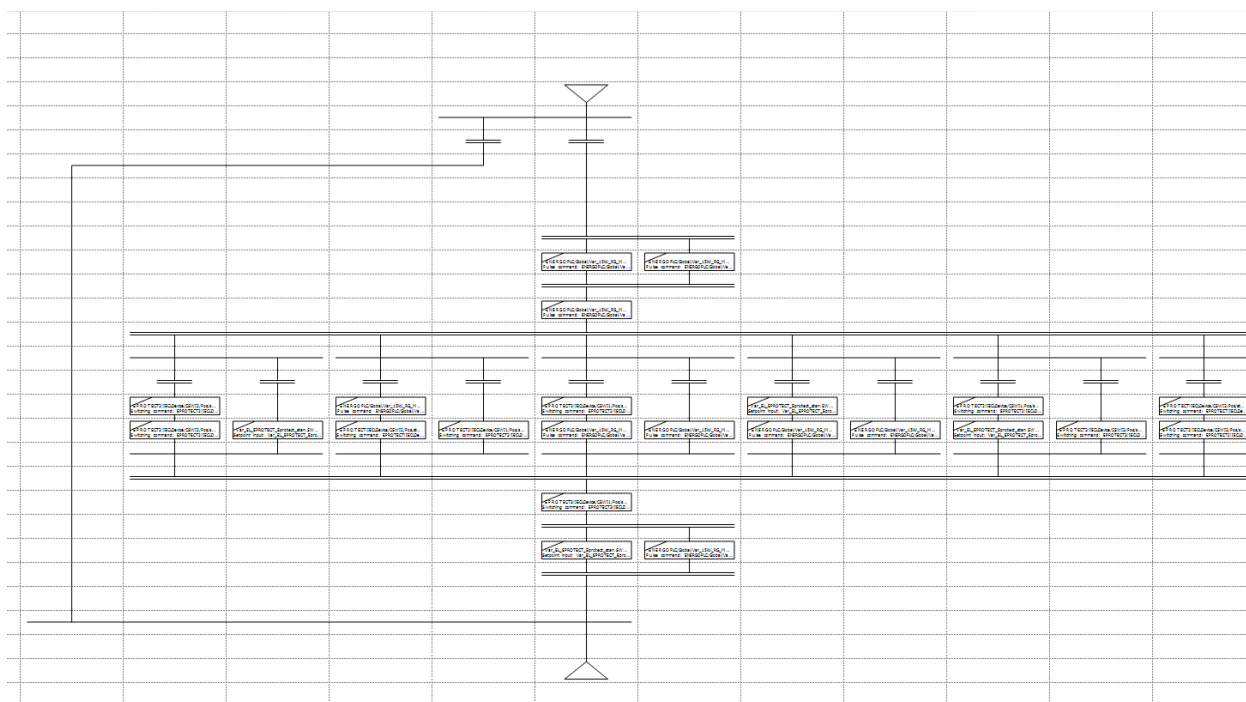
Rys. 10. Reakcje systemu SmartLoad

## 6. Sekwencja komend

Moduł sekwencji komend sterujących (Command Sequencer) stanowi rozszerzenie funkcji przetwarzania komend (Command Processing), dotychczas używanego w systemie ECONTROLplus.

Bazując na zdefiniowanych w edytorze pojedynczych komendach sterujących, rozszerza funkcjonalność w następujący sposób:

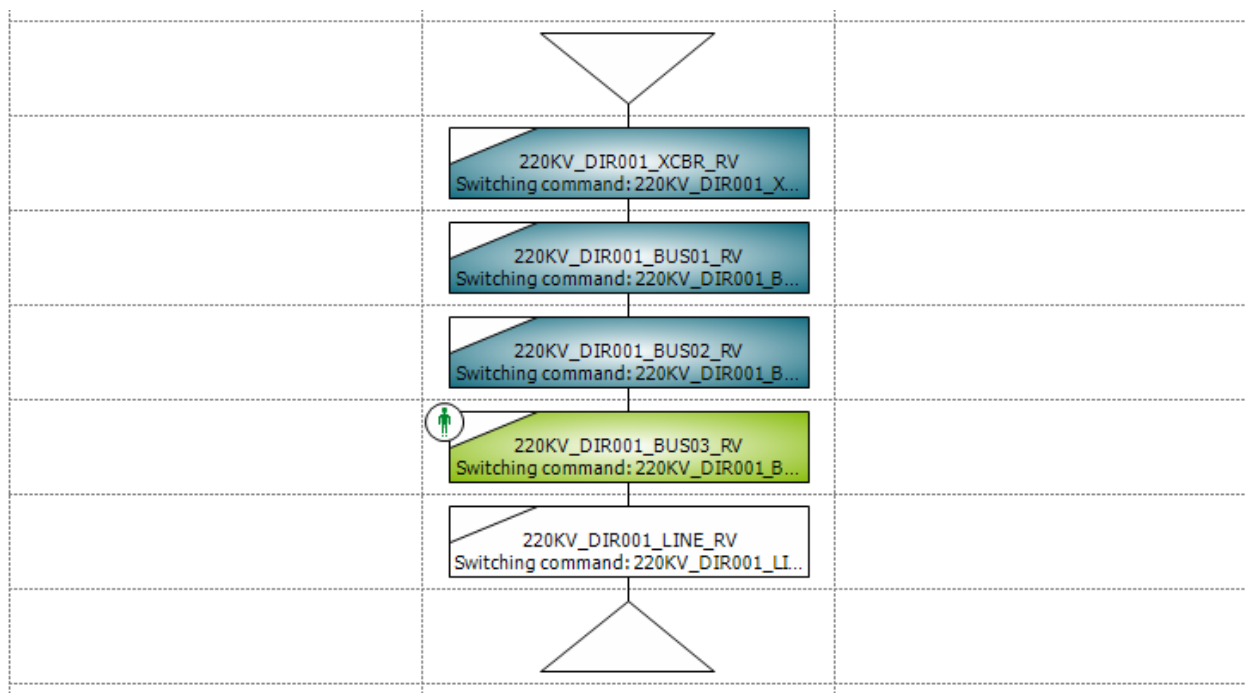
- przygotowanie sekwencji sterujących w edytorze graficznym dostępnym z poziomu aplikacji na stacji operatorskiej/inżynierskiej (Runtime),
- możliwość testowania przygotowanych sekwencji przed ich wykonaniem w trybie symulacji,
- uruchomienie sekwencji w sposób ręczny lub automatyczny (za pomocą funkcji),
- kontrolowanie kroków wykonywanej sekwencji w czasie rzeczywistym,
- możliwość tworzenia gałęzi równoległych (wiele sekwencji wykonywanych jednocześnie),
- możliwość „uczenia” sekwencji poprzez ręczne wykonanie w trybie symulacji,
- możliwość tworzenia sekwencji przełączeń bez konieczności programowania sterownika PLC.



Rys. 11. Przykładowa, złożona sekwencja komend z gałęziami równoległymi - tryb edycji

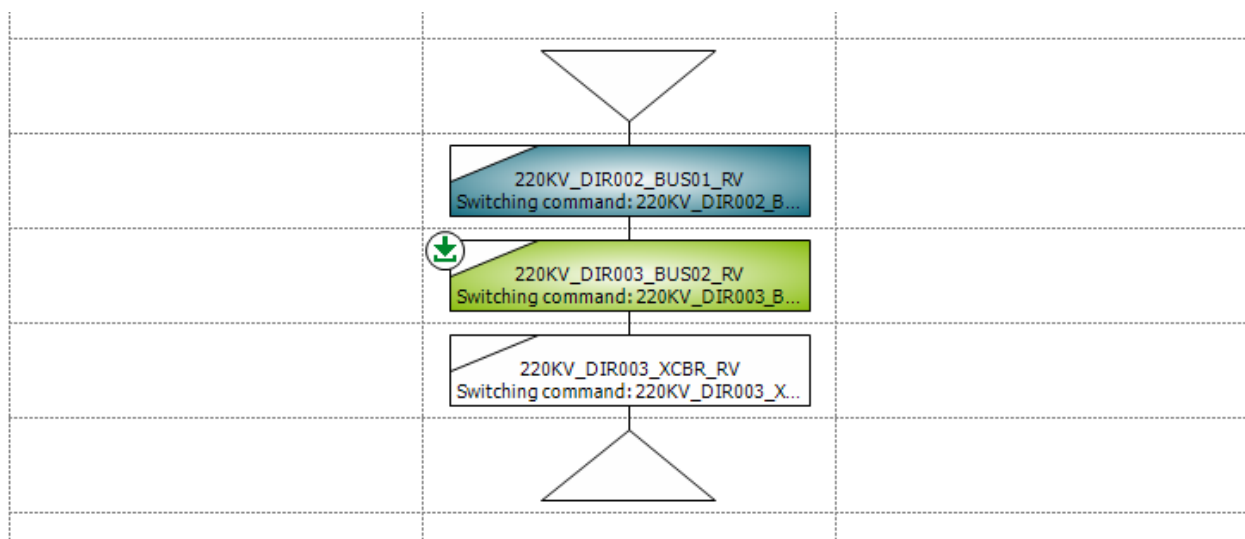


W trybie wykonywania, uruchomiona sekwencja w sposób graficzny informuje operatora o tym, w jakim stanie aktualnie się znajduje. Na rysunku 12 widoczne są cztery komendy ułożone w prostą sekwencję szeregową. Trzy pierwsze zostały wykonane poprawnie, o czym informuje ciemnozielony kolor, oraz brak statusu. Status widoczny przy czwartej komendzie mówi o tym, że oczekiwana jest akcja operatora (np. potwierdzenie blokad).



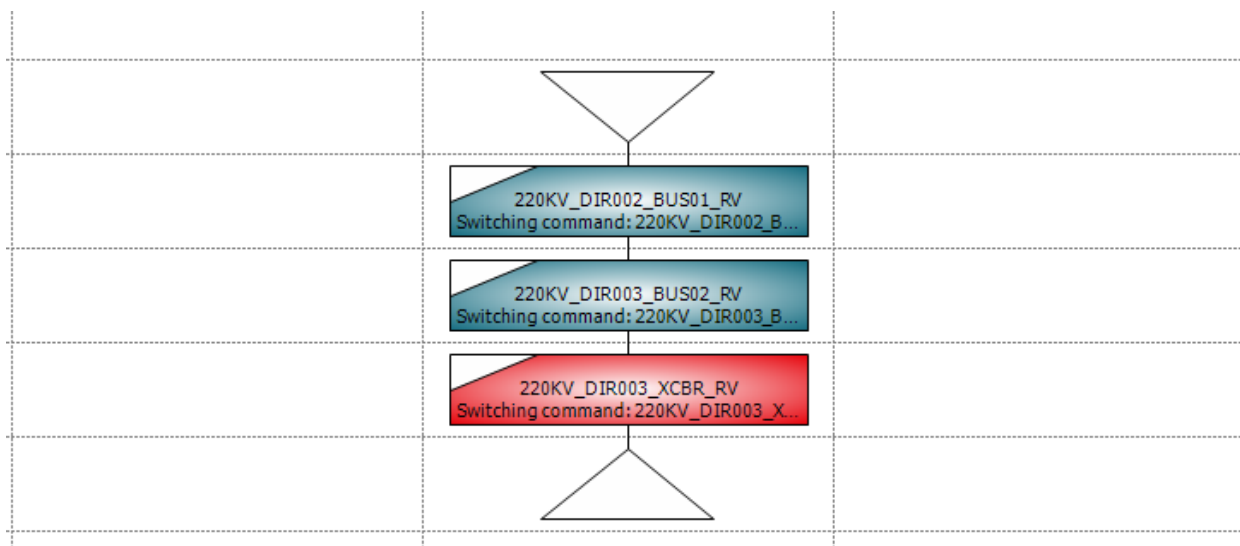
Rys. 12. Przykładowa, prosta sekwencja komend - tryb wykonywania, oczekiwanie na reakcję operatora.

Druga w kolejności komenda na rysunku 13 jest tą aktualnie wykonywaną, jej status świadczy o trwającym wpisywaniu wartości (sterowaniu).



Rys. 13. Przykładowa, prosta sekwencja komend - tryb wykonywania, trwa wpisywanie wartości.

Kolor czerwony trzeciej komendy widocznej na rysunku 14 oznacza, że nie została ona wykonana poprawnie – sekwencja została wstrzymana.



*Rys. 14. Przykładowa, prosta sekwencja komend - tryb wykonywania, sekwencja wstrzymana*

Dzięki zapisanym sekwencjom sterującym obsługa nie popełni błędu wykonując skomplikowane, ale powtarzalne przełączenia, oszczędzi czas na przygotowanie do koniecznego przełączenia w przypadku awarii, przyspieszy wykonywanie rutynowych przełączeń. Dodatkowo, dzięki trybowi symulacji, możliwe jest przetestowanie nowych sekwencji sterujących przed wykonaniem na rzeczywistych układach.

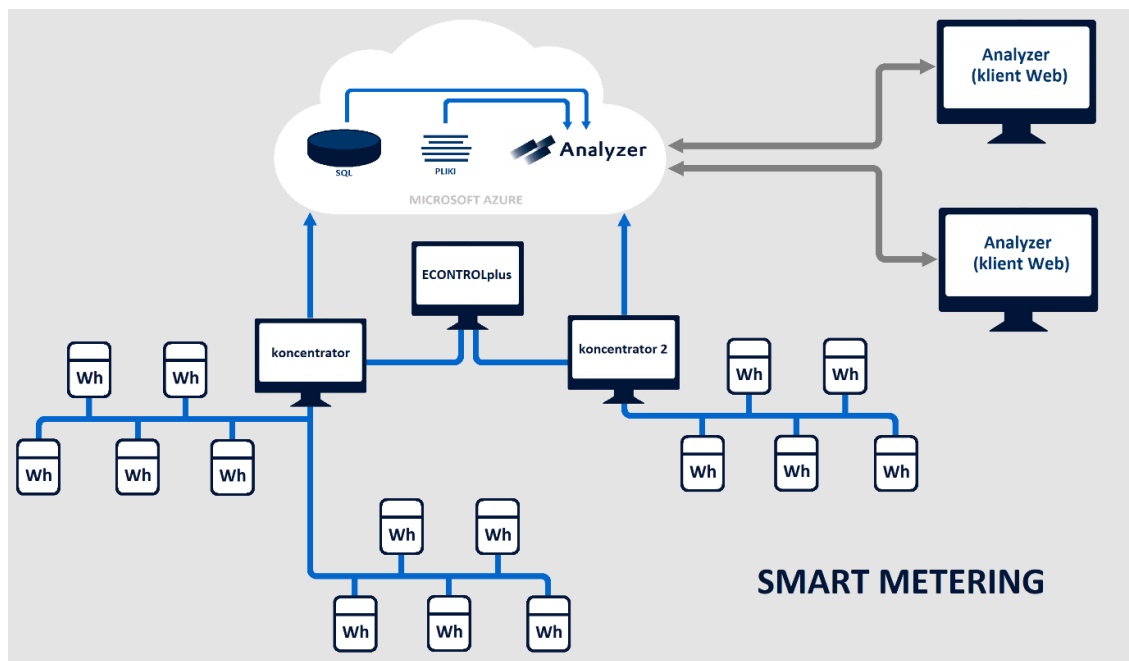
## **7. Inteligentny system pomiarowy (smart metering)**

ECONTROLplus dzięki swej elastyczności w zakresie komunikacji cyfrowej umożliwia zintegrowanie mniejszych, dedykowanych systemów do obsługi urządzeń pomiarowych w obrębie jednego, spójnego systemu. Takie rozwiązanie pozwala zebrać dane z urządzeń różnych producentów, upraszcza obsługę i niesie oszczędności poprzez łatwiejsze rozbudowywanie pojedynczego systemu.

Nowoczesne liczniki energii i przetworniki pomiarowe wyposażone w ujednolicone i powszechne protokoły komunikacyjne, dzięki integracji z funkcjonalnością systemu ECONTROLplus mogą stworzyć narzędzie do monitorowania i zarządzania dowolnym obszarem, pod kątem zużycia energii.

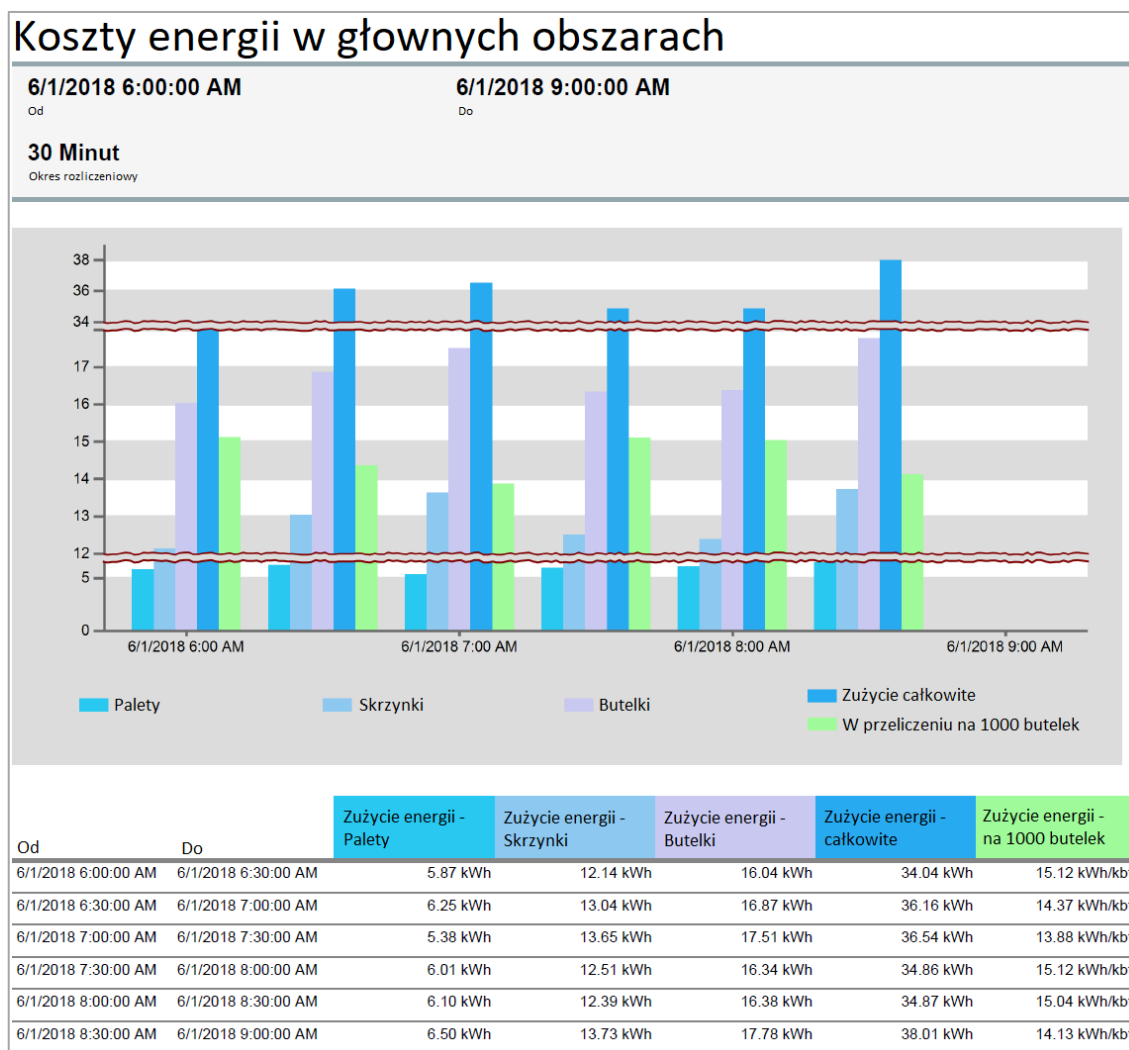
Tak przygotowany system daje możliwość:

- monitorowania i archiwizowania pomiarów z urządzeń końcowych rozmieszczonych na dowolnym obszarze, dzięki integracji z usługami chmurowymi,
- reakcji na nagłe zmiany w czasie rzeczywistym, dzięki wizualizacji aktualnego stanu sieci,
- alarmowania o nadchodzących skokach/spadkach obciążenia dzięki analizie predykcyjnej archiwizowanych danych,
- automatycznego reagowania na zmiany obciążenia oraz optymalizację kosztów zużycia energii, dzięki modułowi zarządzania obciążeniem,
- analizy danych archiwalnych w postaci czytelnych raportów okresowych, lub jednorazowych dostępnych z każdego miejsca w internecie, dzięki usłudze Analitycznej umieszczonej w chmurze.



Rys. 15. Przykładowy schemat Inteligentnego systemu pomiarowego opartego na ECONTROLplus

Takie połączenie możliwości nowoczesnych urządzeń pomiarowych z funkcjonalnością systemu ECONTROLplus składa się na **Inteligentny system pomiarowy**.



Rys. 16. Raport dotyczący zużycia energii całkowitej, oraz z podziałem na obszary

## **8. Podsumowanie**

System Sterowania i Nadzoru ECONTROLplus od lat stanowi istotne wsparcie dla obsługi na wielu obiektach w Polsce. Rozszerzając funkcjonalność systemu o technologie oparte na najnowocześniejszych rozwiązaniach wchodzących do świata przemysłu, Energotest gwarantuje rozwój istniejących instalacji nadążający za potrzebami swoich wieloletnich klientów, oraz oferuje ciekawe rozwiązania sprawdzające się w wielu branżach przemysłowych, mając nadzieję na zainteresowanie swoim produktem nowych nabywców.

## **Literatura**

- [1] Prezentacje: Mazurek K., Copa-data (2020), Zenon Analyzer
- [2] Materiały promocyjne i informacyjne: Copa-data, Zenon 8.1 manual (2019), Command sequencer, Load management, MS Azure. Energotest.com.pl (2019), SmartLoad