

System zasilania w wodę browaru Carlsberg – oddział w Sierpcu.

Zadaniem nowego układu zasilania kaskadami pomp jest zapewnienie stałego ciśnienia wody w instalacji dla Browaru Carlsberg w Sierpcu. Układ składa się z szafy zasilająco-sterowniczej, pomp hydroforów oraz pomp głębinowych.

Szafa zasilająca składa się z następujących części:

1. Zasilanie części hydroforu „Browar” z wyłącznikiem 250A.
2. Szafa zasilająca z czterema falownikami 18,5 kW części „Browar” oraz softstarty trzech pomp głębinowych.
3. Szafa sterownicza ze sterownikiem S7-300, kartami wejść/wyjść, panelem operatorskim oraz przetwornikami pomiarowymi.
4. Szafa zasilająca z pięcioma falownikami 22 kW części „Słodownia”.
5. Szafa zasilająca hydroforu „Słodownia” z wyłącznikiem 400A.
6. Stacja robocza – komputer PC z wizualizacją WinCC.



Zdjęcie 1. Rozdzielnice zasilające i sterownicze systemu zasilania w wodę

Zadaniem systemu jest utrzymanie stałego ciśnienia wody w instalacji poprzez płynną regulację wydajności pomp. Układ sterowania dobiera odpowiednią ilość aktualnie pracujących pomp oraz steruje ich prędkością. Możliwa jest jednoczesna praca kilku pomp przy niepełnej wydajności, dzięki czemu zużycie energii elektrycznej jest mniejsze niż w przypadku pracy jednej większej pompyysterowanej z pełną wydajnością. Dodatkowo układ zapewnia równomierne zużywanie się pomp dzięki pracy w trybie rotacji. Wszystkie niezbędne stany pracy oraz alarmy wyświetlane są na panelu operatorskim oraz na komputerze PC, na którym pracuje aplikacja wizualizacyjna WinCC.

System hydroforów zbudowany został w oparciu o przetwornice częstotliwości Danfoss FC 202 AQUA Drive pracujące w układzie master-follower. Zastosowane przetwornice są napędami dedykowanymi do aplikacji wodno-ściekowych, wyposażonymi w graficzne panele sterowania, USB do komunikacji z komputerem PC, obsługą w języku polskim oraz zabudowaną, dostępną z pozycji paneli LCP skróconą DTR. Mogą pracować zarówno w trybie master jak i follower, co zapewnia dywersyfikację sterowania ciśnieniem w zamkniętej pętli regulatora PI na wypadek awarii lub konserwacji jednego z napędów. Jest to możliwe dzięki zamontowaniu w każdej z nich zaawansowanego sterownika kaskady pomp MCO 102. W naszym układzie wybór trybów pracy master/follower dla każdego napędu odbywa się automatycznie po samoczynnym wykryciu awarii, wyłączeniu jednego z napędów lub ręcznie, przełącznikiem na elewacji szafy.

Sterownik kaskady pomp MCO 102

Opcja MCO-102 rozszerzonego sterownika kaskady pomp umożliwia zestawienie systemu pracującego w trybie master/follower. Przykładowo system może być złożony z 4 pomp o tej samej wydajności zasilającej układ wodociągowy. Każda z pomp wyposażona jest w przetwornicę częstotliwości VLT® AQUA Drive. Sygnał sprzężenia zwrotnego 4–20 mA doprowadzony jest do przetwornicy zawierającej opcję MCO-102, pełniącej dla układu rolę mastera, narzucającego płynnie prędkość pracy dla pozostałych przetwornic i pomp. Argumenty przemawiające za rozwiązaniem typu master/follower:

- uzyskujemy bardzo płynną regulację bez żadnych uderów hydraulicznych związanych z odstawianiem lub dostawianiem pomp;
- przy regulacji stałego ciśnienia układ zapewnia najbardziej efektywną energetycznie pracę zespołu pomp;
- w systemach z dużymi zmianami przepływu układ bardzo szybko reaguje na zmianę, zapewniając stabilny stan hydrauliczny.

W porównaniu do tradycyjnych rozwiązań ilość pracujących pomp wyznacza minimalna wydajność, a nie sygnał sprzężenia zwrotnego. Dzięki temu zapewniamy maksymalnie energooszczędną pracę pomp. Poziomy prędkości włączania i wyłączania pomp w kaskadzie ustawiane są przez użytkownika. Poprawne nastawy systemu mogą być wyliczone przy pomocy programu MUSEC, dostępnego na stronach internetowych www.danfoss.com.

Prosty w montażu Zaawansowany Sterownik Kaskady Pomp MCO 102 jest dostępny jako opcjonalna karta przeznaczona do montażu w przetwornicy częstotliwości Danfoss VLT AQUA Drive FC202. Może sterować systemami kaskadowymi złożonymi nawet z 8 pomp w trybie master/follower.

Wracając do naszej aplikacji. W szafie sterowniczej został zamontowany sterownik SIEMENS serii S7-300 z procesorem 315-2DP. W nim zbierane są sygnały z czujników oraz realizowane jest sterowanie całym układem kaskad. Poniżej parametry i sygnały mierzone w opisywanym systemie sterowania:

- ciśnienie w instalacji hydroforu Browar,
- ciśnienie w instalacji hydroforu Słodownia,
- pomiar poziomu w studni PG2,
- pomiar poziomu w studni PG3,
- pomiar poziomu w studni PG5,
- pomiar poziomu w zbiorniku retencyjnym,
- pomiar temperatury w zbiorniku retencyjnym,
- pomiar ciśnienia źródeł odżelaziaczy,
- przepływ wody w instalacji,
- kontrola napięcia zasilającego,
- kontrola zabezpieczeń,
- kontrola poziomu wody w zbiorniku „min” i „max”,
- sygnalizacja i kontrola trybu pracy Auto/0/Manual,
- potwierdzenia pracy pomp i awarie.

W automatycznym trybie pracy układ pracuje w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego. Zapewnia on wówczas utrzymanie zadanego ciśnienia w instalacji, kompensując chwilowe wahania zależne od poboru. Całością układu zarządza regulator zaimplementowany w przetwornicy pompy wskazanej jako „master”. Niewielkie zmiany poboru kompensowane są zmianami obrotów pompy „master” w zakresie od 15-50Hz. W przypadku wzrostu poboru wody włączana jest w pierwszej kolejności następna pompa sterowana z przetwornicy częstotliwości „follower”, a następnie w zależności od zapotrzebowania kolejne pompy. Obroty pomp „master” i „follower” regulowane są synchronicznie. Jeżeli odbiór spada, pompy wyłączane są w odwrotnej kolejności. Przy całkowitym braku odbioru pompa „master” przechodzi w tryb uśpienia. Cały układ może być załączany i wyłączany z nadrzędnego układu sterowania. W przypadku awarii lub przełączenia w tryb sterowania ręcznego pompy wskazanej jako „master”, jej funkcje przejmuje automatycznie pompa pracująca do tej pory jako „follower”. Zapewnia to nieprzerwaną pracę układu nawet w przypadku awarii jednej z

przetwornic częstotliwości MASTER. Układ umożliwia również ręczne załączanie i wyłączanie poszczególnych pomp z trybu pracy kaskady.

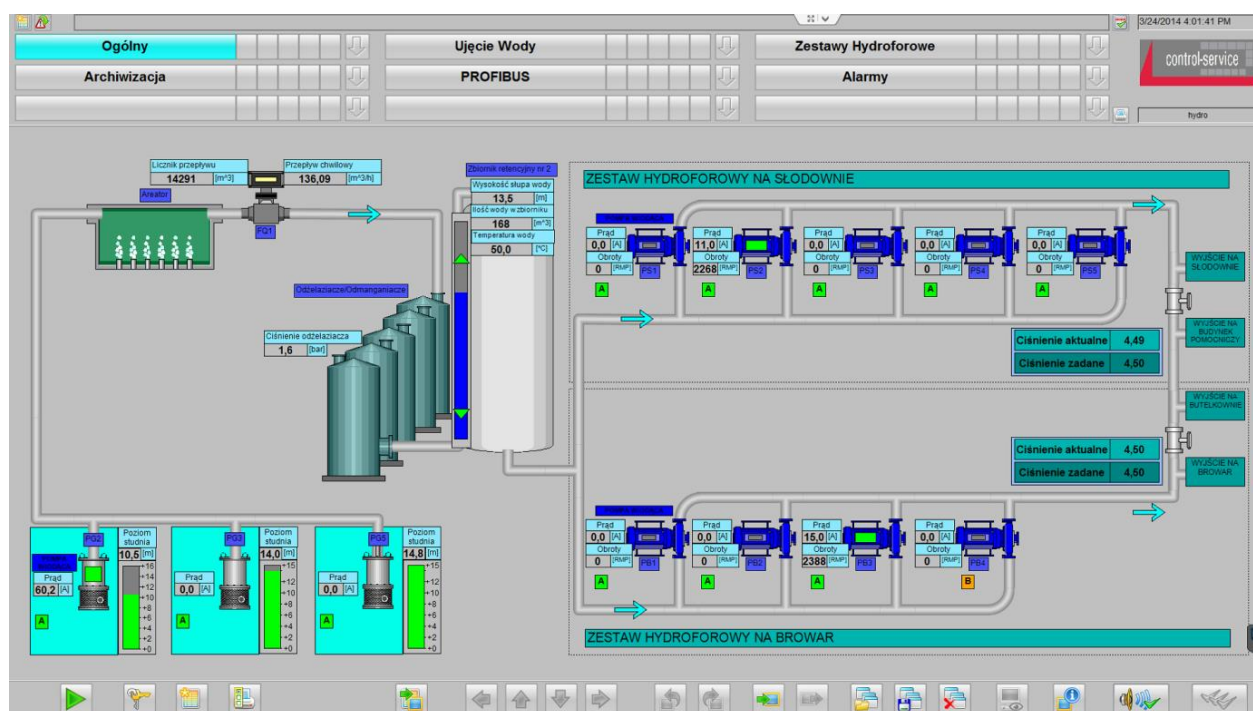
Wizualizacja pracy układu

Wizualizacja całości procesu działa w środowisku WinCC V7.0 i została uruchomiona na stacji operatorskiej-komputerze PC oraz panelu operatorskim.

Dzięki menu nawigacyjnemu możemy poruszać się po wizualizacji. Otworzenie wybranego ekranu odbywa się poprzez naciśnięcie odpowiedniego przycisku w menu nawigacyjnym u góry poniższego ekranu. Pokazuje on informacje ze wszystkich czujników oraz stan pracy poszczególnych zespołów pompowych. Wizualizacja została podzielona na dwie grupy: „ujęcie wody” i „zestawy hydroforowe”.

Ekran pozwala na monitorowanie takich parametrów pracy, jak:

- status każdego z napędów elektrycznych,
- parametry pracy każdego z napędów elektrycznych,
- poziom studni głębinowych,
- przepływ chwilowy i całkowity przez przepływomierz,
- ciśnienie w instalacji odźlaziacza,
- poziom w zbiorniku retencyjnym nr 2,
- ciśnienie aktualne oraz zadane w zestawach hydroforowych.



Rysunek 2. Ekran główny systemu wizualizacji.

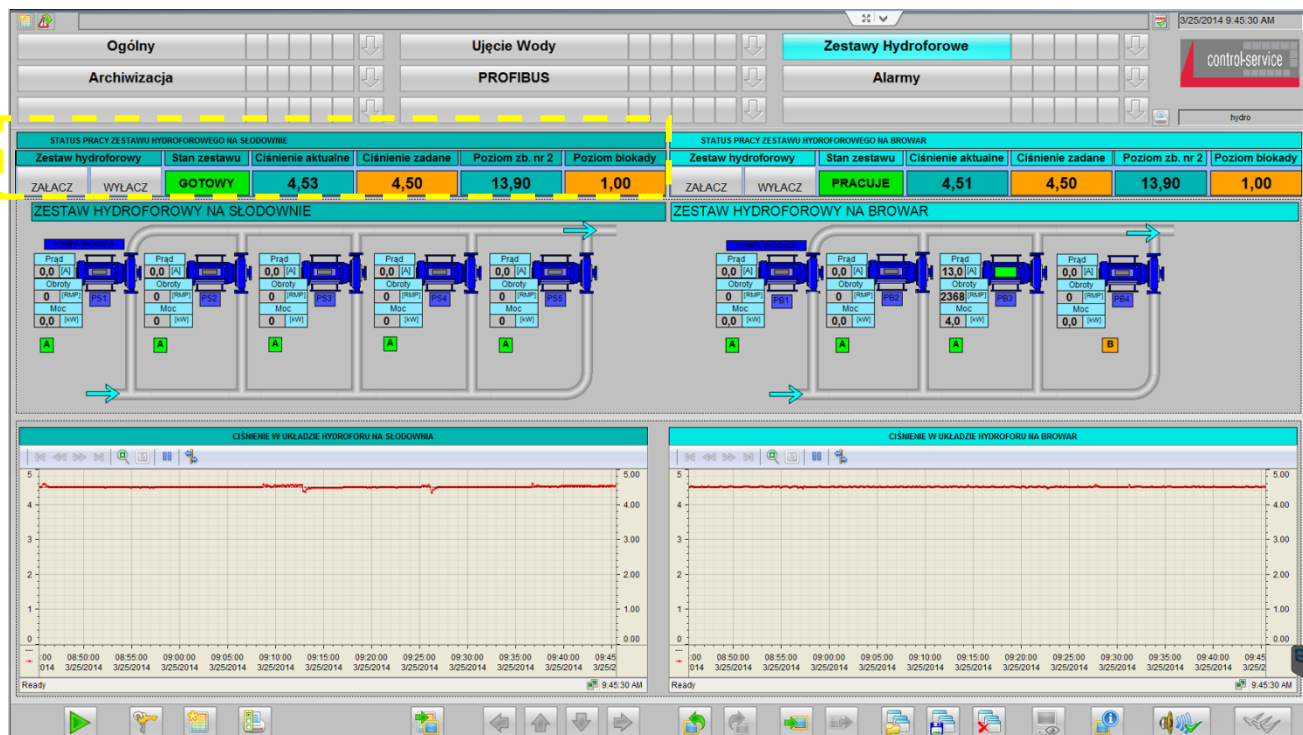
Ekran „Ujęcie Wody” pokazuje rozmieszczenie poszczególnych urządzeń w instalacji ujęcia wody ze studni głębinowych. Umieszczony tutaj jest także panel sterowania pompami i trendy wybranych zmiennych procesowych.



Rysunek 3. Ekran "Ujęcie Wody"

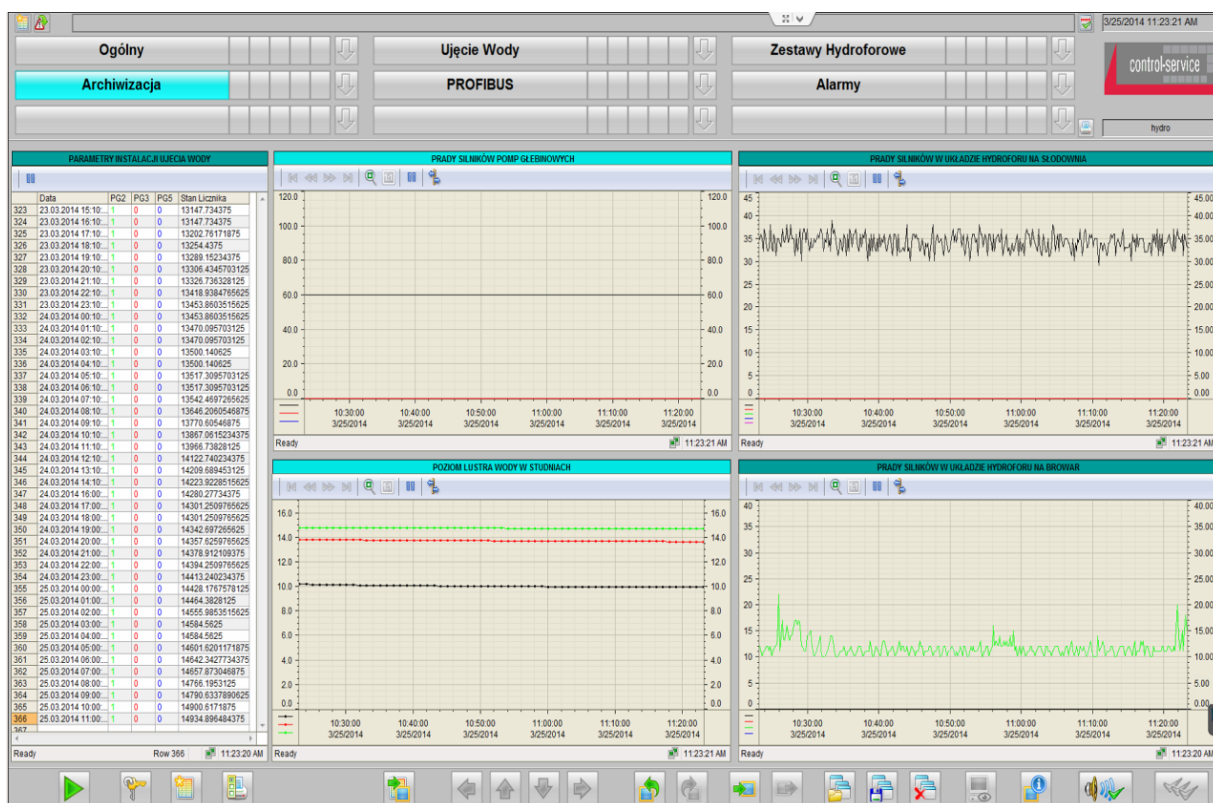
Z poziomu tego ekranu możliwa jest zmiana pompy wiodącej, zmiana okresu pracy pompy wiodącej oraz zmiana poziomu blokady pracy każdej z pomp głębinowych. Blokada ma nie dopuścić do suchobiegu pomp głębinowych. Można również zmienić progi załączające i wyłączające pompy głębinowe uzależnione od poziomu lustra wody w zbiorniku retencyjnym. Trendy historyczne wyświetlane na ekranie „Ujęcie wody” przedstawiają wielkości takie, jak poziom lustra wody w zbiorniku retencyjnym wraz z nastawami poziomów, przy których włączą się pompy głębinowe i przepływ chwilowy wody przez przepływomierz.

Ekran „Zestawy Hydroforowe” pokazuje rozmieszczenie poszczególnych pomp w kaskadach oraz trendy historyczne wybranych parametrów układu.



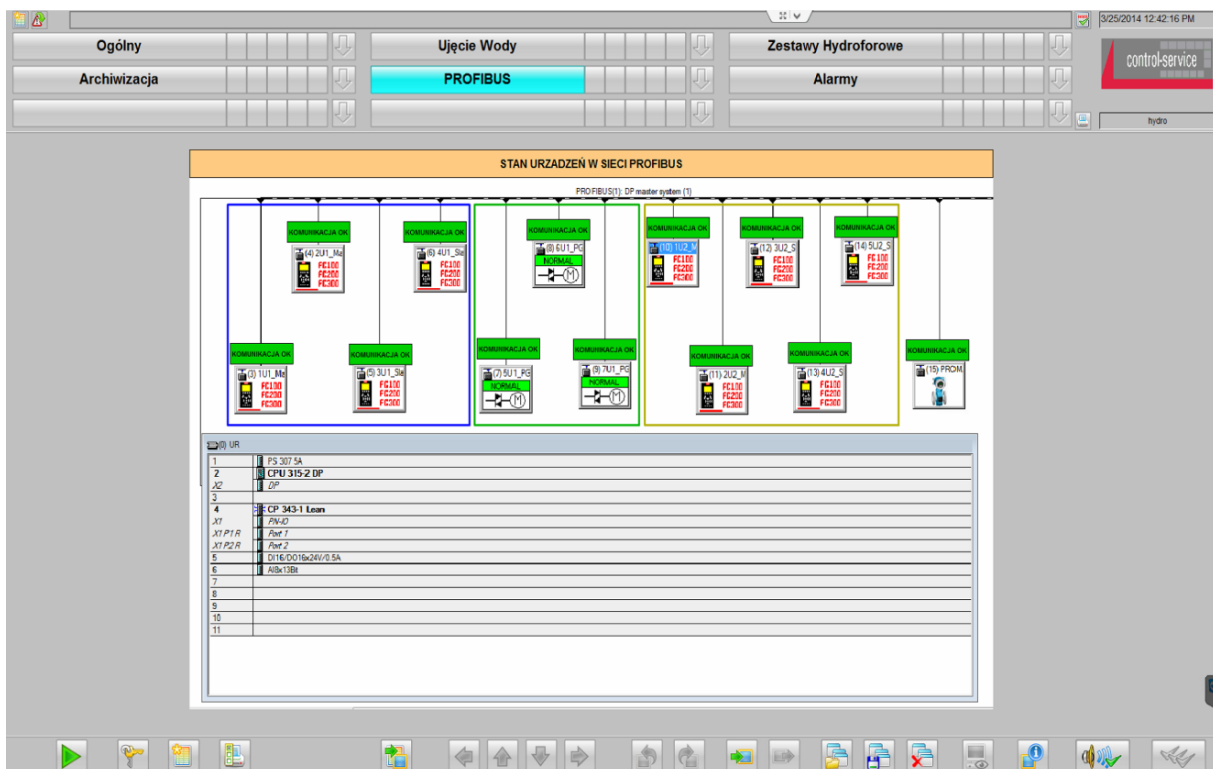
Rysunek 4. Ekran "Zestawy Hydroforowe"

Dzięki ekranowi „Archiwizacja” będzie możliwe podglądnięcie parametrów zarchiwizowanych w systemie WinCC. Z lewej strony ekranu znajduje się tabela, dzięki której możemy zobaczyć dane historyczne dotyczące stanu licznika z przepływomierza. Na tym ekranie możemy również śledzić trendy historyczne zmiennych takich, jak prądy silników pomp głębinowych oraz pomp pracujących w zestawach hydroforowych czy poziom luster wody w studniach głębinowych



Rysunek 5. Ekran "Archiwizacja"

Ekran „Profibus” jest typowo diagnostyczny. Dzięki temu obszarowi aplikacji wizualizacyjnej możemy szybko diagnozować sieć PROFIBUS, za pomocą której komunikują się urządzenia wykonawcze i pomiarowe z nadrzędnym sterownikiem PLC.

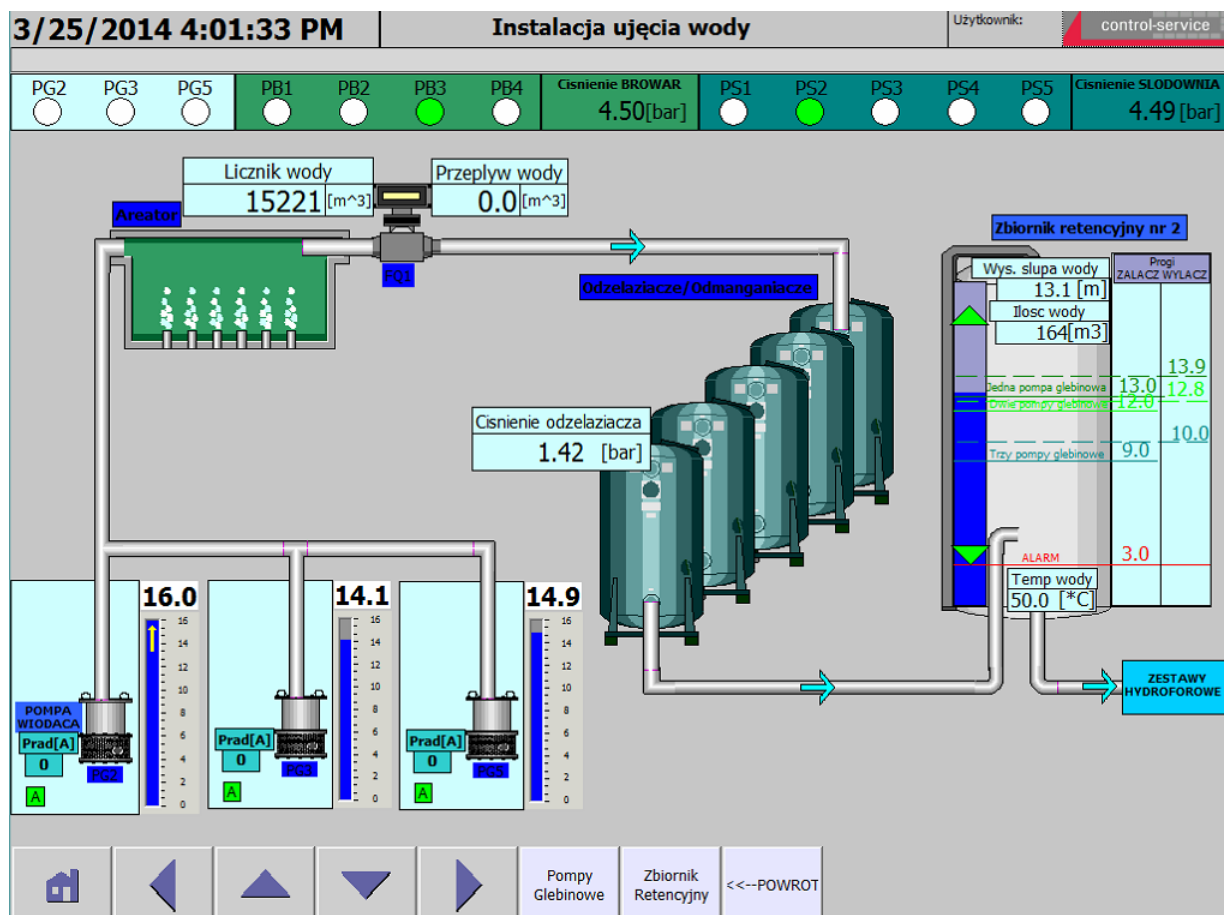


Rysunek 6. Ekran "Profibus"

Dla wygody użytkownika system zasilania w wodę wyposażono dodatkowo, oprócz stacji operatorskiej PC, w graficzny panel operatorski Siemens znajdujący się na elewacji szafy ze sterownikiem PLC. Panel umożliwia bieżący podgląd parametrów, odczyt oraz potwierdzanie informacji o stanach alarmowych, a także zmianę nastaw dla sterowania automatycznego.

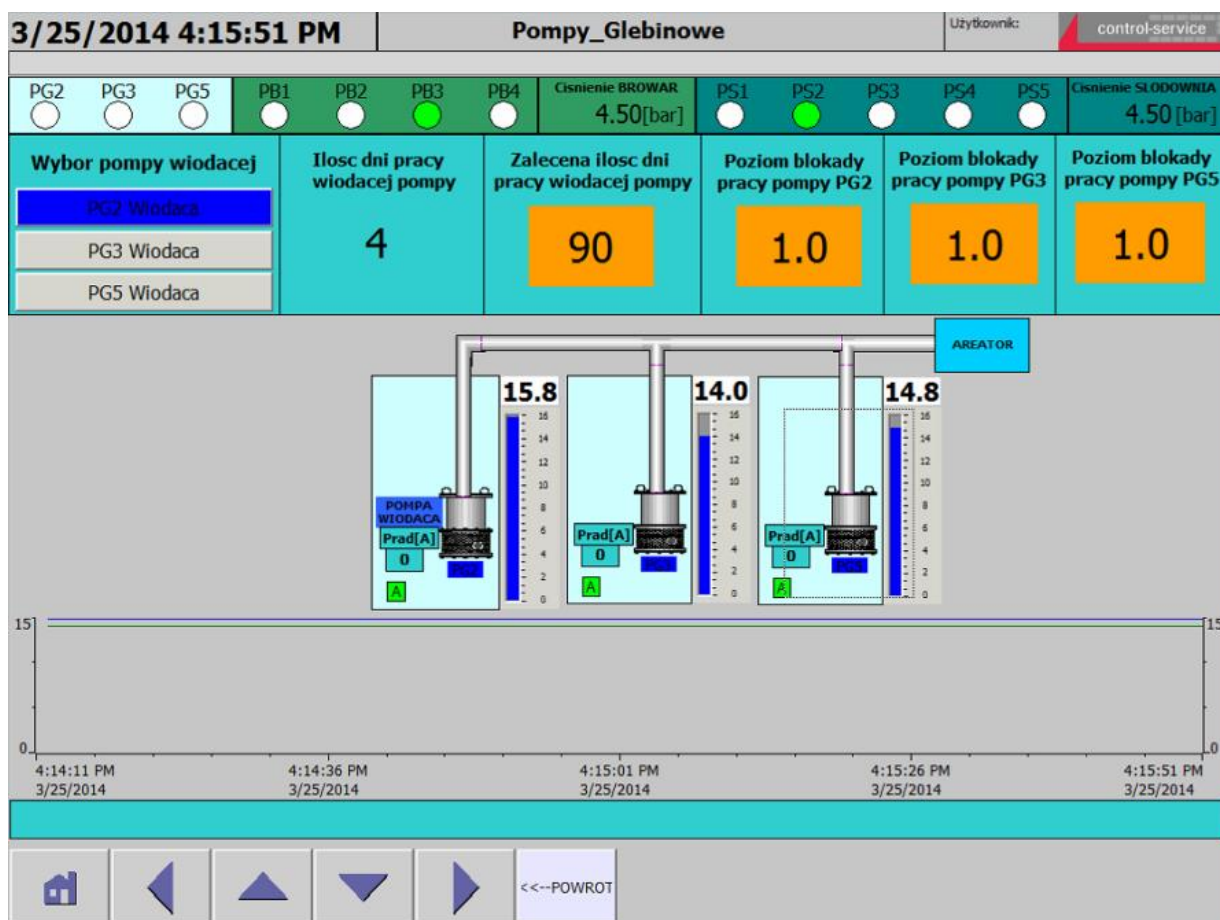
Ekran synoptyczny przedstawiają poszczególne sekcje instalacji systemu utrzymującego stałe ciśnienie wody na obszarze „Browaru” i „Słodowni”. Na ekranach synoptycznych w formie graficznej przedstawione są takie informacje, jak: status i parametry pracy każdego z napędów elektrycznych, poziom studni głębinowych, przepływ chwilowy i całkowity przez przepływomierz, ciśnienie w instalacji odzależniacza, poziom w zbiorniku retencyjnym czy ciśnienie rzeczywiste oraz zadane w zestawach hydroforowych.

Na ekranie „Instalacja ujęcia wody” widzimy wartości mierzone w sekcji tej instalacji. Z poniższego okna mamy możliwość przejścia do kolejnych ekranów, w których można zmieniać nastawy. W górnej części ekranu znajdziemy ciągły podgląd na najważniejsze parametry instalacji takie, jak status poszczególnych pomp, zalogowany użytkownik, alarmy. W dolnej części ekranu widać menu nawigacyjne.



Rysunek 7. Ekran "Instalacja Ujęcia Wody"

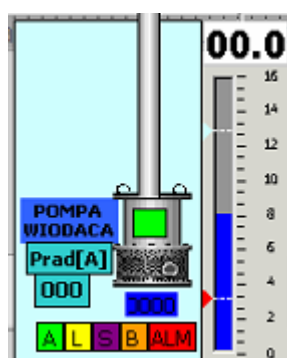
W obszarze ekranu „Pompy Głębiniowe” mamy możliwość zmiany nastaw.



Rysunek 8. Ekran "Pompy Głębiny"

Należą do nich: zmiana pompy wiodącej, zmiana okresu pracy pompy wiodącej oraz zmiana poziomu blokady pracy każdej z pomp głębinowych. Blokada zabezpiecza pompy przed suchobiegiem.

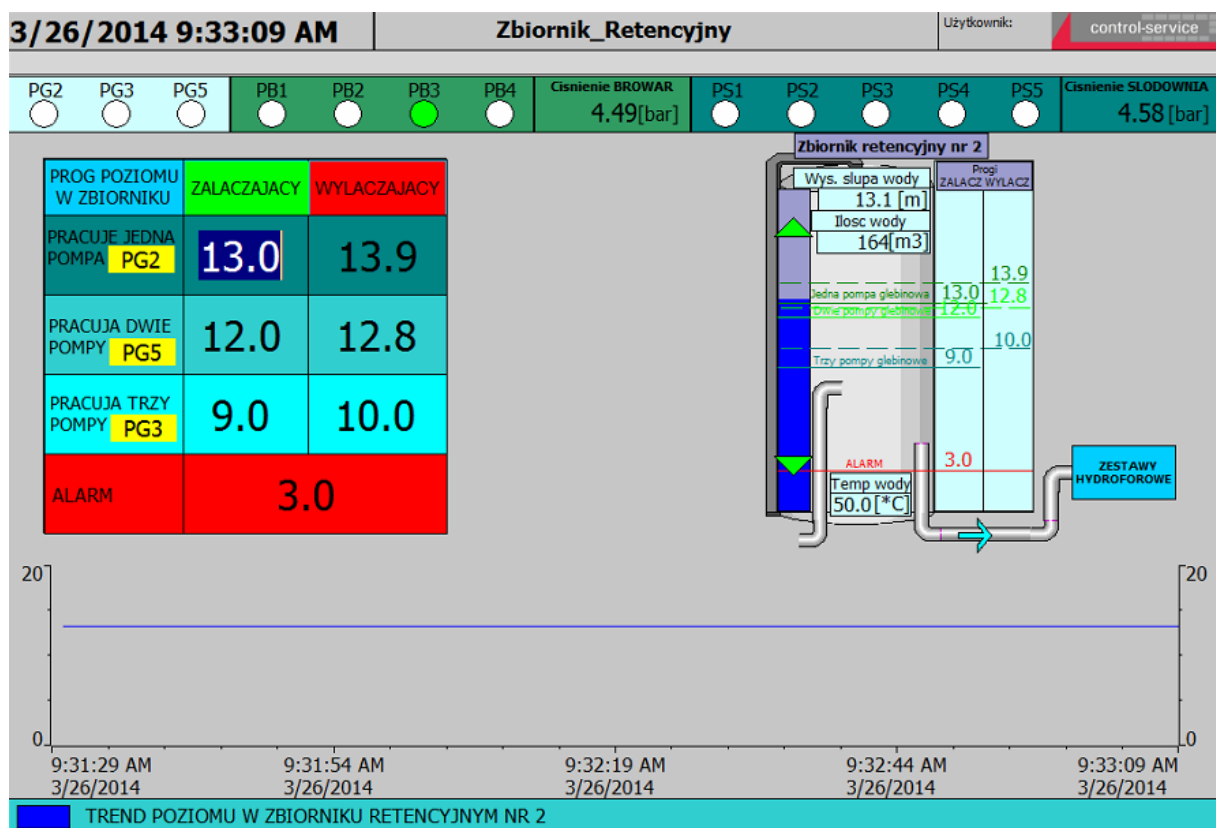
Możliwy jest także podgląd stanu pracy pomp głębinowych, jej status praca/awaria, poziom wody w studni oraz w dolnej części ekranu aktualny status napędu.



Rysunek 9. Ikona pojedynczej pompy

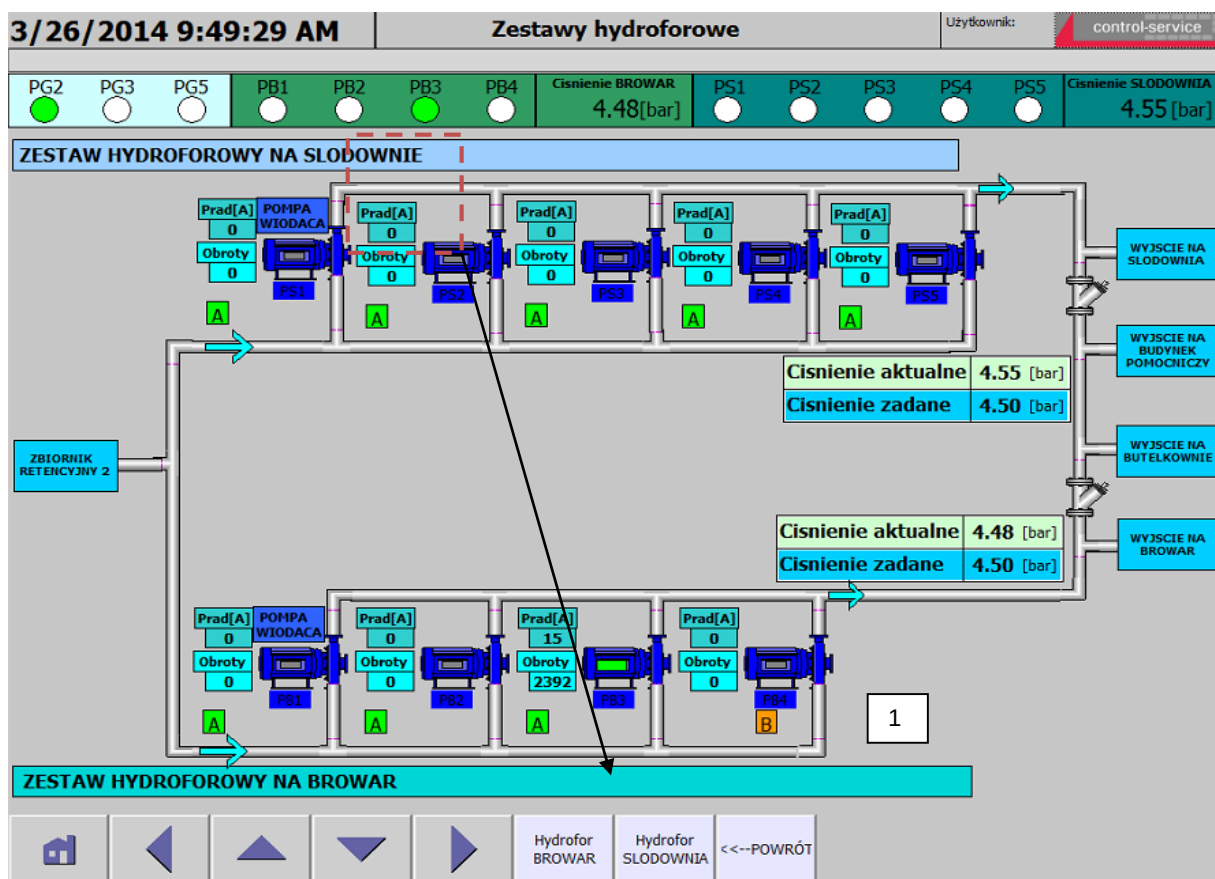
Statusy napędu: **A**- tryb automatyczny, **L**-tryb lokalny, **S**- tryb serwisowy/wyłączony zestaw, **B**- blokada pracy zestawu (niski poziom w zbiorniku retencyjnym), **ALM**- alarm napędu elektrycznego (odczyt alarmu z przetwornicy). Dostępny jest również wykres określający zmiany poziomu wody w studniach głębinowych.

Poniższy ekran umożliwia zmianę nastaw poziomów, przy których następuje załączenie i wyłączenie pomp głębinowych w zależności od poziomu lustra wody w zbiorniku retencyjnym.

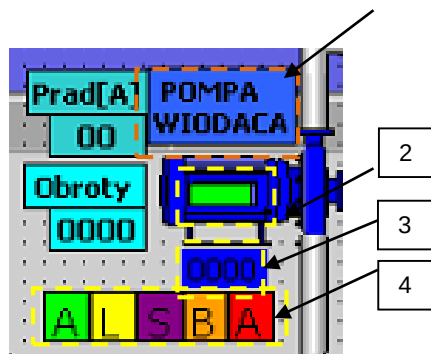


Rysunek 10. Ekran "Zbiornik Retencyjny"

Ekran „Zestawy Hydroforowe” pokazuje rozmieszczenie poszczególnych pomp w kaskadach w obszarach „Browar” i „Słodownia”. Z tego poziomu aplikacji wizualizacyjnej możliwe jest przejście do ekranów, w których mamy możliwość zmiany nastaw zestawów hydroforowych.

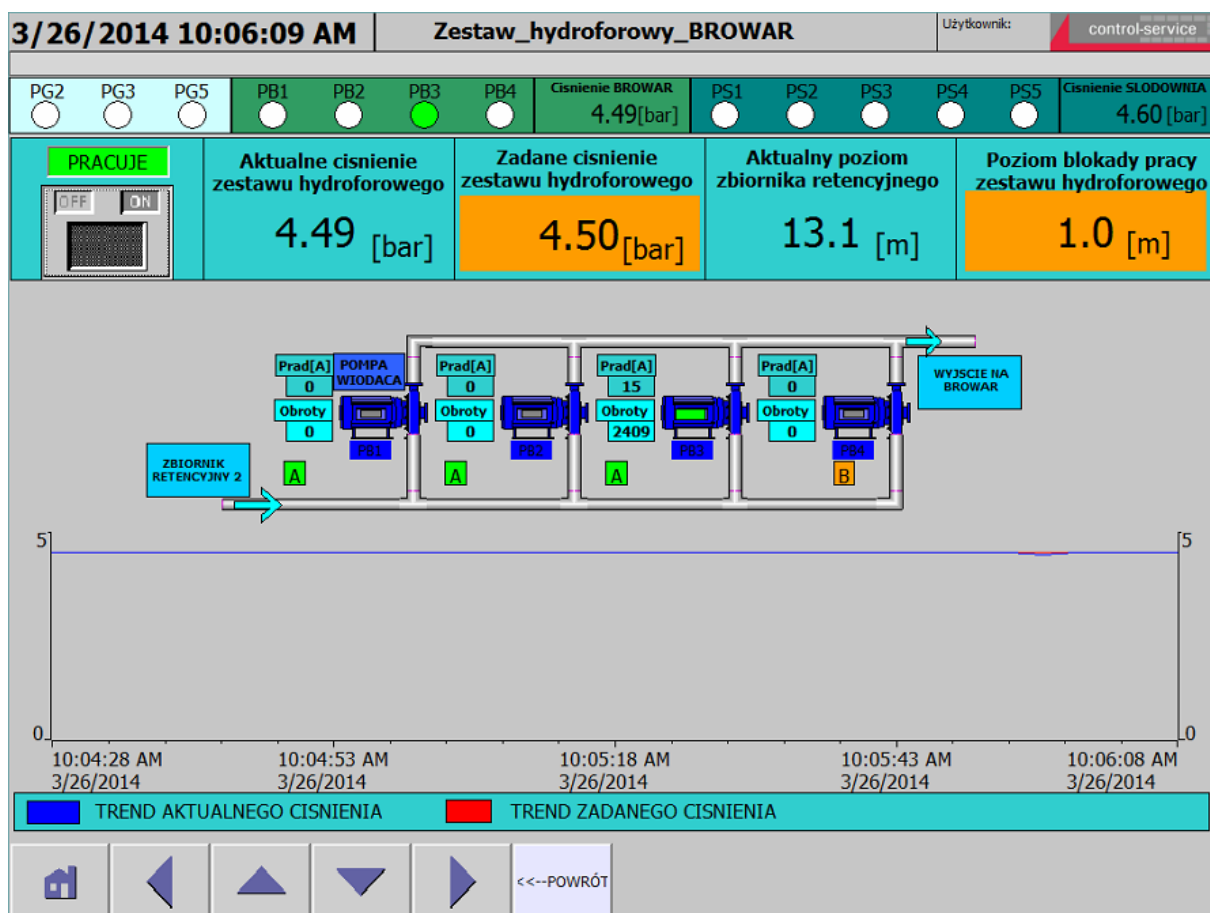


Rysunek 11. Ekran „Zestawy Hydroforowe”



1. Gdy pompa posiada status pompy wiodącej oznacza to, że kontroler MCO102 wbudowany w przetwornicę steruje pracą zestawu hydroforowego.
2. Zielony prostokąt sygnalizuje pracę napędu.
3. Nazwa pompy.
4. Statusy napędu: A- tryb automatyczny, L-tryb lokalny, S- tryb serwisowy/wyłączony zestaw, B- blokada pracy zestawu (niski poziom w zbiorniku retencyjnym), ALM- alarm napędu elektrycznego (odczyt alarmu z przetwornicy).

W tej sekcji możliwe jest sterowanie pracą układu hydroforowego dla wybranego układu.



Rysunek 12. Ekran „Zestaw Hydroforowy Browar”

Ekran pozwala na załączenie lub wyłączenie oraz wyświetlenie informacji dotyczącej statusu zestawu hydroforowego, wyświetlenie aktualnego ciśnienia w układzie, zmianę zadanego ciśnienia, wyświetlenie poziomu lustra wody w zbiorniku retencyjnym oraz zmianę poziomu blokady pracy zestawu hydroforowego zależnej od poziomu lustra wody w zbiorniku retencyjnym.

System wyposażony jest w obsługę alarmów. Pojawienie się nowego alarmu sygnalizowane jest w kilku miejscach: sygnałem świetlnym na szafie sterowniczej, dźwiękowym z syreny zlokalizowanej w kotłowni, komunikatem na monitorze stacji operatorskiej z wizualizacją oraz na panelu operatorskim. Jeżeli w systemie znajduje się więcej niż jeden alarm aktywny, kolejne komunikaty o alarmach są wyświetlane w postaci list alarmów w aplikacjach wizualizacyjnych. Alarmy są wyświetlane w systemach wizualizacyjnych do momentu ustąpienia przyczyny ich występowania. Są dostępne oczywiście trendy historyczne alarmów.

Przedstawiona aplikacja stanowi kompletny, redundantny oraz niezwykle bezpieczny system zasilania w wodę zakładu produkcyjnego. Decyduje o tym przede wszystkim zastosowanie do sterowania kaskadami pomp przetwornic częstotliwości Danfoss, z których każda wyposażona w kartę regulatora pomp MCO 102 może samodzielnie sterować kaskadą i stanowi autonomiczny system utrzymania zadanego ciśnienia w dedykowanym obszarze. Sterownik i aplikacja wizualizacyjna nie warunkuje utrzymania zadanego ciśnienia a poziom wody w zbiornikach retencyjnych zawsze można uzupełnić, włączając pompy w trybie ręcznym. Dodatkowo wizualizacja, z poziomu której można zmieniać parametry układu i monitorować jego pracę, również jest redundantna, ponieważ występuje zarówno na stacji operatorskiej, jak i na panelu operatorskim. Wszystkie te cechy przedstawionego układu, jego redundancja oraz rozproszony charakter sprawiają, że świetnie nadaje się wszędzie tam, gdzie utrzymanie stałego, zadanego ciśnienia wody jest kluczowe dla zapewnienia niezakłóconego procesu produkcyjnego.

Jaromir Turlej

