3.2.2 Napędy z regulacją prędkości

Do tej grupy napędów należy m.in. przenośniki sortownicze oraz sita. Są to urządzenia zasilane poprzez przetwornice częstotliwości, dzięki czemu istnieje możliwość zmiany ich prędkości.

Na rysunku nr 5 przedstawiono wygląd okienka sterowania tego rodzaju napędów.

W górnej części znajduje się oznaczenie symboliczne napędu oraz rysunek silnika w kolorze odpowiadającym aktualnemu stanowi urządzenia według przedstawionej wcześniej kolorystyki.

Poniżej znajduje się opis stanu – „Gotowość" lub „Awaria" oraz informacja o postoju lub pracy (dla napędów dwukierunkowych również informacja o kierunku).

Rys. 5. Okienko sterowania napędów z regulacją prędkości

Pod opisem stanu napędu znajduje ramka z informacjami o parametrach pracy przetwornicy częstotliwości i silnika. Pierwszym parametrem jest zadana prędkość pracy przetwornicy wprowadzana przez operatora. Pozostałe parametry to wartości odczytane z przetwornicy. Są to: prędkość, wartość pobieranego przez silnik prądu, moment obciążenia silnika oraz ostatni błąd falownika.

Prędkość jest zawsze liczbą dodatnią niezależnie od kierunku pracy napędu. Prędkość jest podawana jako % częstotliwości maksymalnej napędu. Dla większości napędów częstotliwość ta jest równa 50Hz. Wyjątkami są napędy przenośników pod separatorami opto-pneumatycznymi – maksymalna częstotliwość ich pracy to 75Hz.

Moment jest podawany jako % momentu znamionowego silnika.

Poniżej znajduje się informacja o aktualnie wybranym trybie pracy oraz przyciski do jego zmiany („Ręczne" i „Auto"). Przyciski zmiany trybu pracy są aktywne tylko wtedy, gdy napęd jest zatrzymany i gotowy do pracy.

Ostatni, umieszczony na dole przycisk służy do zamknięcia okienka.

3.3 Linia sortowania odpadów

3.3.1 Automatyczne sterowanie linii sortowania odpadów

Zrealizowany układ sterowania pozwala na uruchomienie linii sortowania odpadów w kilku wariantach w zależności od aktywowanych urządzeń i ustawionych kierunków przenośników rewersyjnych.

Linia sortownicza została wyposażona w separatory: metali, separatory opto-pneumatyczne i metali nieżelaznych.

Wyłączenie separatorów powoduje wyłączenie umieszczonych za nimi urządzeń odbierających materiał.

Start linii jest poprzedzony trwającą 10 sekund sygnalizacją ostrzegawczą. Następnie uruchamiane są kolejne napędy od końca linii, zgodnie z zasadą, że żadne z urządzeń nie może podawać odpadów na inne urządzenie, które nie jest uruchomione. Zatrzymywanie linii przebiega od jej początku według tej samej zasady. Układ sterowania wybiera właściwą kolejność i listę uruchamianych napędów w zależności od wybranej przez operatora

konfiguracji linii. W warunkach normalnej, niezakłóconej pracy zarówno uruchamianie jak i zatrzymywanie linii następuje na żądanie operatora.

Aby istniała możliwość wystartowania całego układu, linia musi być w stanie gotowości. Dla osiągnięcia stanu gotowości konieczne jest spełnienie wielu warunków, które można podzielić na kilka grup.

Pierwsza grupa warunków decydujących o gotowości linii to „Wyłączenia awaryjne". Najważniejszą funkcją układu wyłączenia awaryjnego jest zapewnienie bezpieczeństwa dla obsługi w sytuacjach stwarzających zagrożenie dla zdrowia lub życia, poprzez natychmiastowe zatrzymanie wszystkich urządzeń linii. Przy każdym urządzeniu znajduje się czerwony przycisk wyłączenia awaryjnego (tzw. „grzybek"). Przyciski takie znajdują się również na drzwiach rozdzielnic RT1, RT2 i RT3, na filarze przy stacjach załadunku kontenerów oraz w dyspozytorni. Funkcję wyłączników awaryjnych spełniają także linki bezpieczeństwa zainstalowane w kabinach sortowniczych nad przenośnikami. Aby przywrócić gotowość układu, należy sprawdzić przyczynę wyłączenia a po jej usunięciu wyciągnąć wszystkie przyciski awaryjne i skasować przekaźnik bezpieczeństwa. Jeśli przekaźnik bezpieczeństwa nie daje się skasować, oznacza to, że nadal jest aktywny co najmniej jeden z przycisków wyłączenia awaryjnego, lub linka bezpieczeństwa.

Druga grupa warunków gotowości linii jest związana z zabezpieczeniami i sterowaniem elektrycznym urządzeń. W pobliżu przycisków bezpieczeństwa każdego z urządzeń znajduje się czerwony wyłącznik remontowy. Jeśli jest on wyłączony, urządzenie nie jest gotowe do pracy. Przyczyną braku gotowości może być także zadziałanie elektrycznego zabezpieczenia przeciążeniowego lub zwarciowego w układzie zasilania któregoś z silników. W takiej sytuacji należy sprawdzić, czy dany napęd nie jest zablokowany mechanicznie. Tego samego rodzaju zabezpieczenia są zainstalowane w układzie zasilania wentylatorów napędów z regulacją prędkości. Kolejną przyczyną braku gotowości urządzenia może być błąd zgłoszony przez przetwornicę częstotliwości. Zawsze należy sprawdzić przyczynę takiego błędu. Część napędów z regulacją prędkości jest wyposażona w czujniki temperatury uzwojeń silnika. Zadziałanie takiego czujnika uniemożliwia uruchomienie urządzenia. Inną przyczyną braku gotowości linii może być przełączenie przetwornicy częstotliwości w tryb sterowania lokalnego bezpośrednio z panelu. W takim stanie przetwornica jest poza kontrolą układu

sterowania linii. Ostatnią w tej grupie przyczyną utraty gotowości układu może być brak komunikacji między jednym ze sterowników podrzędnych a przetwornicą.

Trzecia grupa warunków gotowości linii dotyczy również bezpieczeństwa ludzi obsługujących sortownię. Sito i separator balistyczny są urządzeniami zamkniętymi. Dostęp z zewnątrz, w celu np. sprawdzenia lub czyszczenia uzyskuje się po otwarciu drzwi, klap i opuszczeniu pomostu wewnątrz. Układ sterowania sprawdza ich stan i nie pozwala na uruchomienie linii, jeśli wszystkie drzwi i klapy nie są zamknięte. Zamknięte są także komory separatorów opto-pneumatycznych. Otwarcie ich drzwi również uniemożliwia uruchomienie linii.

Ostatnia grupa warunków decydujących o gotowości linii dotyczy stacji załadowczych kontenerów. Aby można było uruchomić układ, pod każdą stacją musi znajdować się przynajmniej jeden niezapełniony kontener. Zapełnienie kontenera powoduje zmianę kierunku pracy stacji załadowczej pod warunkiem, że jest dostępny drugi kontener lub zatrzymanie części linii.

Jeśli w trakcie pracy sortowni jedno z urządzeń straci gotowość, zostaje natychmiast zatrzymane. W konsekwencji zatrzymują się również wszystkie urządzenia przed nim. Linia, jako całość, pozostaje nadal uruchomiona. Po uzyskaniu ponownie gotowości całego układu nie da się ponownie wystartować zatrzymanych awarią urządzeń. Należy zatrzymać i ponownie uruchomić całą linię.

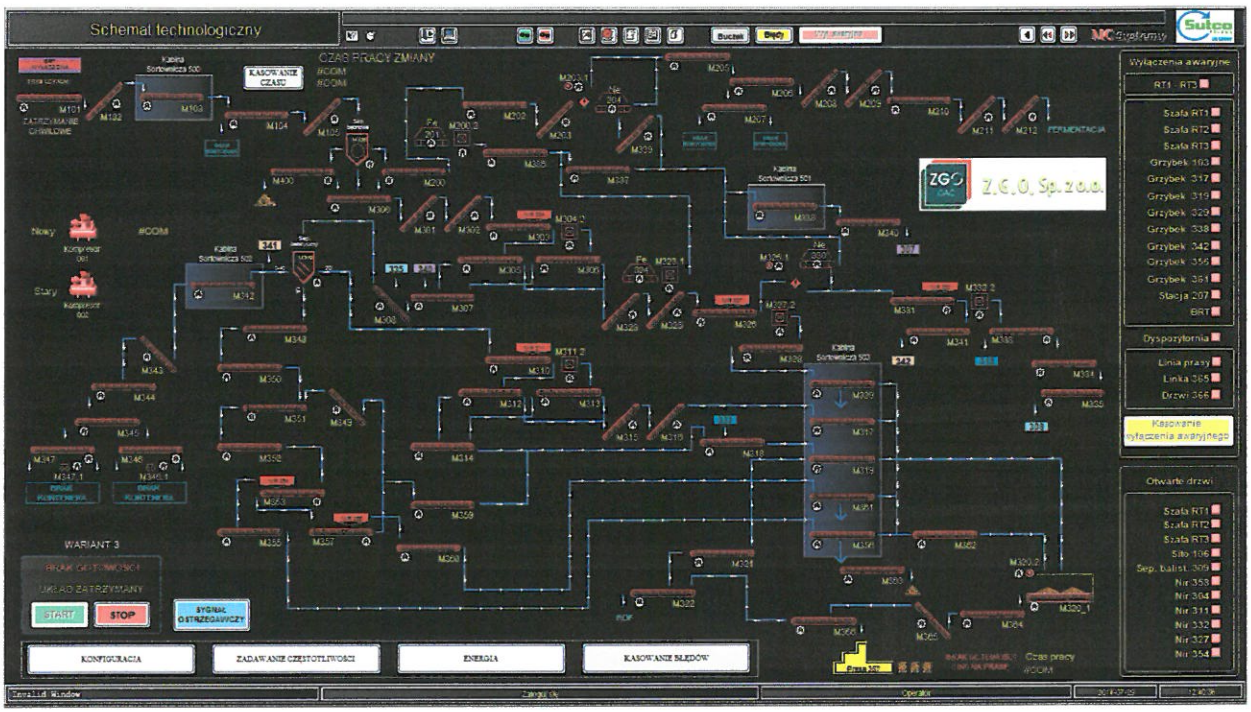
3.3.2 Wizualizacja linii sortowania odpadów

Podstawowym ekranem aplikacji jest „Schemat technologiczny" przedstawiony na rysunku nr 7.

Na ekranie tym przedstawione są wszystkie urządzenia linii technologicznej oraz kierunki przepływu odpadów. Każde urządzenie posiada własny symbol graficzny obrazujący aktualny stan (praca, postój, awaria). Stan urządzenia jest obrazowany odpowiednim kolorem symbolu. Kolor czerwony – brak gotowości, kolor niebieski – urządzenie falownikowe błąd systemowy, kolor żółty – gotowość do pracy, kolor zielony – praca urządzenia.

Umieszczono także informacje ze stacji załadowczych kontenerów: obecność lub brak kontenera, stan czujnika zasypu i stan zapełnienia kontenera. Stan zapełnienia kontenera może zostać skasowany przez jego zabranie ze stacji załadowczej.

Oprócz urządzeń linii technologicznej przedstawiono na tym ekranie również stan kompresorów oraz wentylacji kabiny sortowniczej. Informacje dotyczące kompresorów są identyczne, jak większości urządzeń (postój, praca, awaria).



Rys. 6. Ekran startowy wizualizacji – „Schemat technologiczny"

W prawej części ekranu umieszczono dwie grupy informacji.

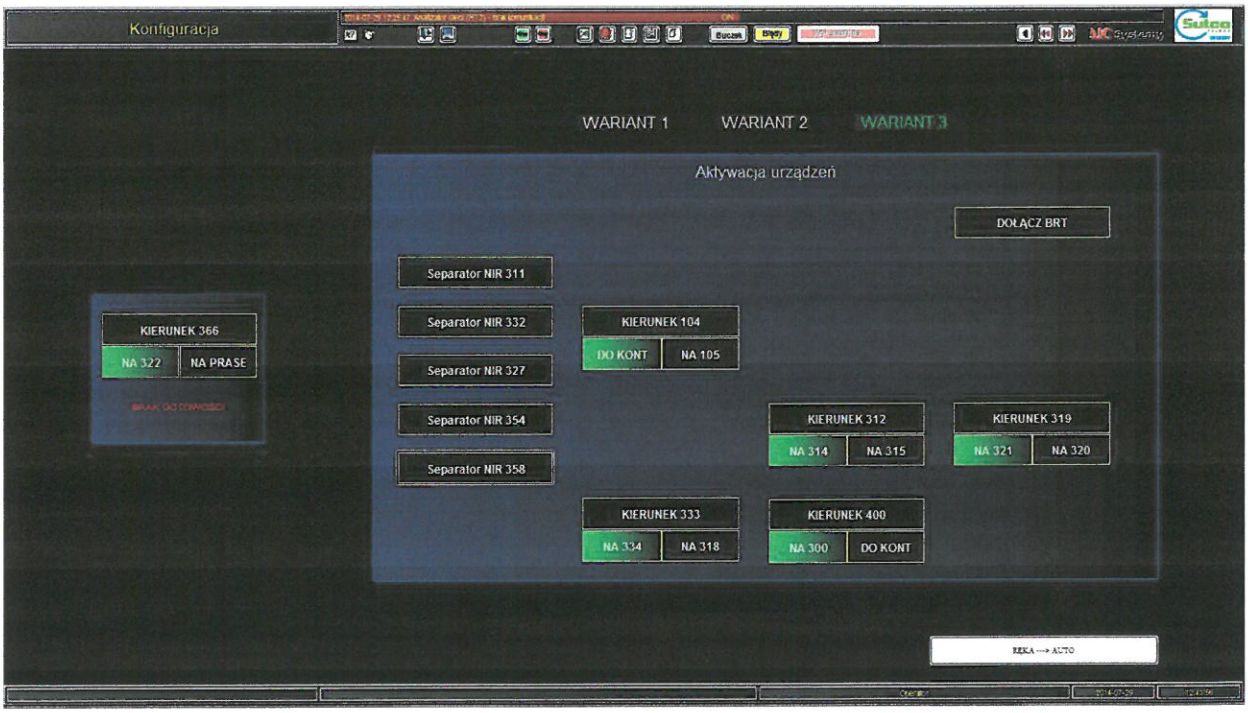
Pierwsza z nich przedstawia stan wyłączenia awaryjnego linii. Jeśli którykolwiek z elementów pętli bezpieczeństwa zostanie aktywowany, wówczas przekaźnik bezpieczeństwa przechodzi w stan wyłączenia awaryjnego. Jest to sygnalizowane na ekranie mrugającym czerwonym kolorem ramki „Wyłączenie awaryjne". W ramce tej znajduje się informacja o stanie wyłączników awaryjnych nie przypisanych bezpośrednio do urządzeń technologicznych oraz linek bezpieczeństwa (kolor zielony – gotowość do pracy, kolor czerwony – wyłączenie awaryjne). Identyfikacja pozostałych wyłączników jest możliwa po kolorze czerwonym na głównym schemacie technologicznym, jednocześnie identyfikacja wyłączenia jest możliwa przy analizie listy zgłoszonych alarmów. Urządzenie, przy którym naciśnięto przycisk bezpieczeństwa, zgłosi komunikat „brak gotowości" w przypadku

napędów bez regulacji prędkości lub „brak gotowości obiektowej" w przypadku napędów z regulacją prędkości.

Poniżej znajduje się ramka z informacjami o stanie zamknięcia lub otwarcia drzwi i klap sit oraz komór separatorów opto-pneumatycznych (kolor zielony – drzwi i klapy zamknięte, kolor czerwony – drzwi lub klapy otwarte).

Z lewej strony schematu znajduje się ramka zawierająca aktualnie wybrany wariant, stan oraz przyciski uruchomienia i zatrzymania linii.

Zmiany konfiguracji parametrów pracy linii dokonuje się na stronie „Konfiguracja". Strona ta jest wyświetlana po naciśnięciu przycisku „Konfiguracja" w lewym dolnym rogu ekranu „Schemat technologiczny". Jego wygląd przedstawiono na rysunku nr 7.



Rys. 7. Strona zmiany konfiguracji linii

Konfigurację linii można zmienić tylko wtedy, gdy jest ona zatrzymana.

Aktywacja urządzeń dodatkowych (separatory i kierunki wybranych napędów) zmieniamy klikając na wybrane urządzenie. Kolor zielony oznacza urządzenia aktywne, kolor czarny nieaktywne, natomiast kolor żółty urządzenia których konfiguracja została zmieniona przez operatora. Nie wszystkie urządzenia możemy aktywować w każdym wariancie pracy.

Jeżeli dane urządzenie nie może być aktywowane w danym wariancie pracy staje się nie widoczne dla operatora.

Przycisk w dolnym prawym rogu służy do zamknięcia okienka.

Wcześniej opisano już możliwość ustawiania prędkości zadanej w okienku sterowania napędów z regulacją prędkości indywidualnie dla każdego urządzenia. Ponieważ nie zawsze jest to najwygodniejsze rozwiązanie, przygotowano również możliwość zmiany prędkości zadanych wszystkich przetwornic jednocześnie. Służy do tego ekran „Zadawanie częstotliwości". Ekran ten jest wyświetlany po naciśnięciu przycisku „Zadawanie częstotliwości" w dolnej części ekranu „Schemat technologiczny". Jego wygląd przedstawiono na rysunku nr 8.

Rys. 8. Ekran zadawanie częstotliwości

Na stronie znajdują się trzy ramki – „zestawów prędkości". W każdej ramce znajdują się od góry: nazwa zestawu, prędkości zadane kolejnych napędów oraz przycisk przepisujący dany zestaw do sterownika. Nazwa każdego zestawu może zostać zmieniona. W tym celu należy kliknąć w jej obszar, wpisać z klawiatury nową nazwę i zatwierdzić klawiszem „Enter". Wpisywanie wartości zadanych prędkości każdego z napędów w poszczególnych zestawach odbywa się tak samo jak wpisywanie w okienkach sterowania poszczególnych urządzeń.

3.4 Układ zasilania

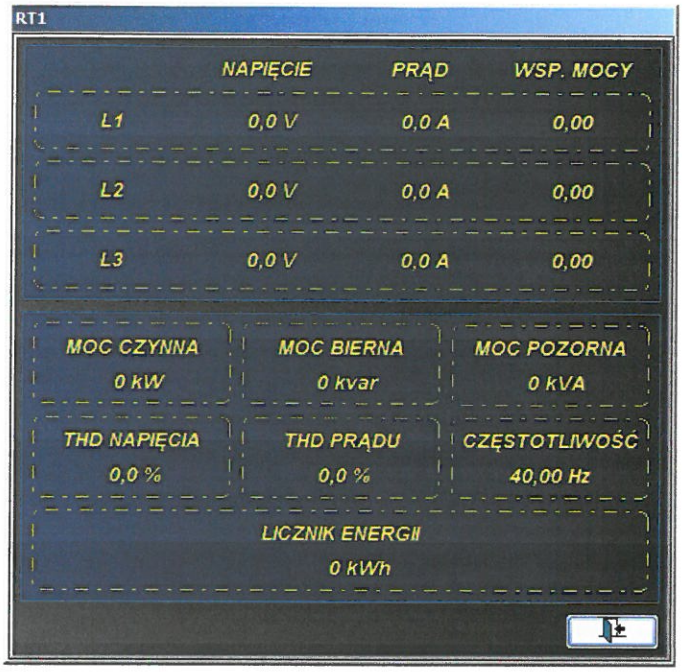
Wykonany system sterowania posiada możliwość monitorowania parametrów zasilania układu w energię elektryczną. Mierzone są wartości natężenia prądów, napięć, mocy, współczynników mocy, częstotliwości, współczynników zniekształceń harmonicznych napięcia i prądu oraz zużycia energii. Dostęp do tych parametrów można uzyskać po otwarciu strony „Energia i komunikacja" (patrz rysunek nr 9).

Rys. 9. Ekran „Energia i komunikacja"

W górnej części znajdują się rysunki rozdzielnic RT1, RT2 i RT3. Każdy ich segment symbolizuje pojedyncze pole rozdzielnicy. Umieszczono na nich informacje o stanie znajdujących się w tych polach układów zasilania poszczególnych napędów. Wyświetlana jest także informacja o temperaturze wewnątrz poszczególnych pól rozdzielnicy i na hali sortowni oraz o otwarciu drzwi.

Dostęp do wartości parametrów zasilania elektrycznego uzyskuje się po kliknięciu lewym przyciskiem myszy w napis „Analizator". Wywoływane jest wtedy okienko przedstawione na rysunku nr 10. Wyświetlane są w nim wartości wszystkich wymienionych wyżej parametrów elektrycznych.

Kliknięcie lewym przyciskiem myszy w napis „Schematy" otwiera okno z dokumentacją elektryczną wybranej rozdzielnicy.



Rys. 10. Okienko pomiarów z analizatora sieci

3.5 Stan sieci komunikacyjnej

Wszystkie sterowniki zrealizowanego układu są połączone siecią komunikacyjną CANopen. Analizatory sieci są podłączone bezpośrednio do stacji komputerowej siecią Modbus. Wszystkie zainstalowane przetwornice częstotliwości są połączone ze sterownikami w rozdzielnicach RT1, RT2 i RT3 oddzielnymi sieciami komunikacyjnymi Modbus.

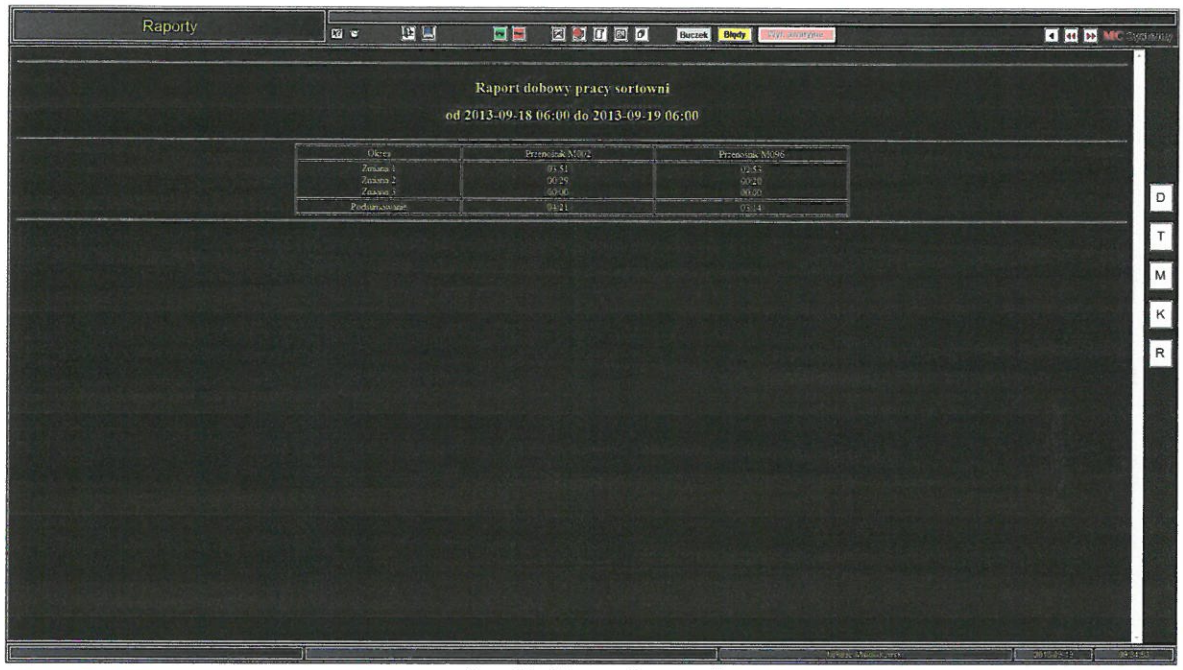
Stan wszystkich tych sieci można sprawdzić na opisanym wcześniej ekranie „Energia i komunikacja" (patrz rysunek nr 9).

Urządzenia sieciowe zostały podzielone na dwie grupy ze względu na ich lokalizację w rozdzielnicach.

Pierwszym urządzeniem w każdej grupie jest sterownik podrzędny z danej rozdzielnicy. Czerwona lampka obok napisu „CAN" oznacza przerwanie komunikacji sterownika centralnego z odpowiednim sterownikiem podrzędnym. Drugie urządzenie w grupie to analizator sieci. Czerwona lampka obok napisu „Analizator sieci" oznacza przerwanie komunikacji stacji komputerowej z odpowiednim analizatorem sieci. Pozostałe urządzenia to przetwornice częstotliwości oznaczone numerami napędów z danej rozdzielnicy. Czerwona lampka przy numerze napędu oznacza brak komunikacji sterownika podrzędnego w rozdzielnicy z odpowiednią przetwornicą częstotliwości.

3.6 Raporty

Opracowany system wizualizacji umożliwia generowanie raportów pracy sortowni. Dostęp do nich uzyskuje się z ekranu „Raporty" (patrz rysunek nr 11).



Rys. 11. Ekran „Raporty"

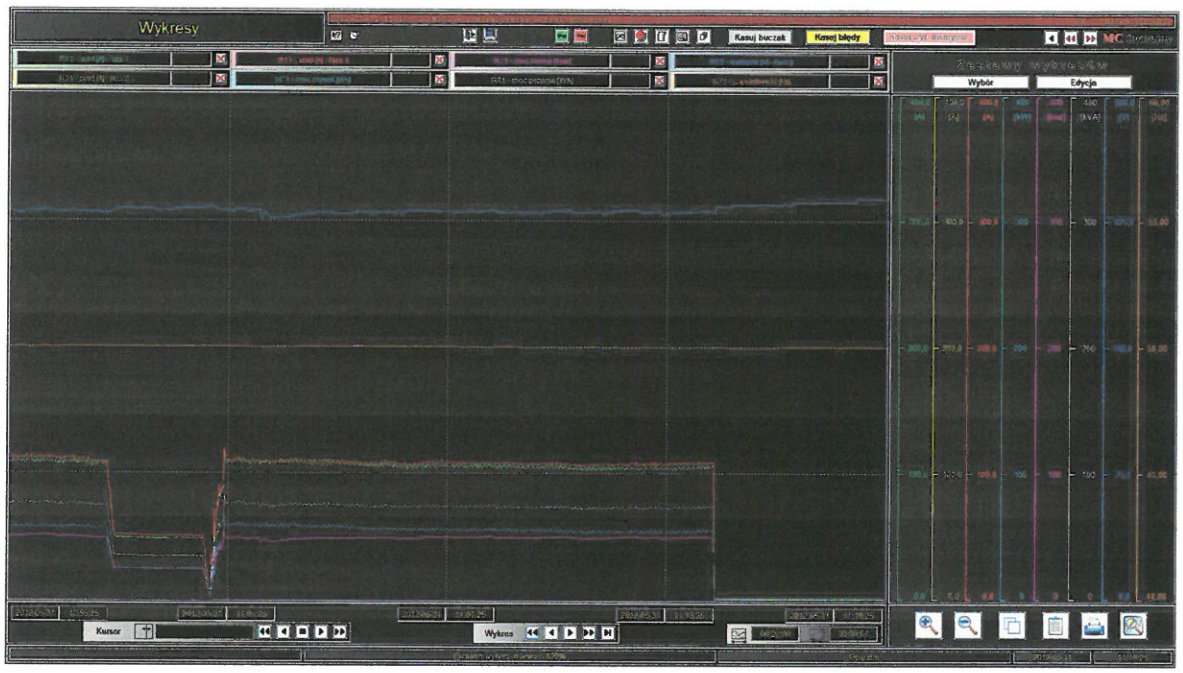
Raport może obejmować czas doby (z podziałem na 3 zmiany), tygodnia, miesiąca, kwartału i roku. Każdy raport podsumowuje czas pracy przenośnika nadawy sortowni oraz przenośnika wznoszącego do prasy w trybie automatycznym w danym okresie czasu. Czas pracy nadawy jest przyjmowany jako czas aktywnej pracy całej linii sortowania.

Po prawej stronie ekranu znajduje się 5 przycisków służących do wyboru odpowiedniego raportu. Po naciśnięciu jednego z nich na ekranie pojawia się okienko ze spisem dostępnych raportów posortowanych według daty. Należy myszą wybrać jeden z nich i zatwierdzić przyciskiem OK.

3.7 Wykresy

System wizualizacji posiada możliwość przeglądania danych archiwalnych zarejestrowanych wielkości parametrów pracy układu. Dostęp do nich umożliwia ekran „Wykresy" przedstawiony na rysunku nr 12.

Największą część ekranu zajmuje obszar przeznaczony do rysowania krzywych odpowiadających zmianom w czasie wartości wybranych parametrów pracy układu. Jednocześnie można wyświetlić maksymalnie 8 parametrów (pisaków).



Rys 12. Ekran „Wykresy"

Nad wykresem umieszczony jest zestaw narzędzi umożliwiający wybór pisaków (patrz rysunek nr 13 Jest on podzielony na 8 jednakowych pól, oznaczonych kolorami odpowiadającymi kolejnym pisakom.

Rys 13. Górny zestaw narzędzi ekranu „Wykresy"

Największy element każdego pola ma dwie funkcje. Pierwszą jest wybór pisaka, drugą informacja o aktualnie wybranym pisaku. Następny element wyświetla wartość danego pisaka w miejscu kursora, Jeśli kursor jest wyłączony, pole to jest puste. Ostatni element z czerwonym znakiem „x" usuwa dany pisak z wykresu.

Pod wykresem znajdują się informacje dotyczące osi czasu, modyfikacji jej parametrów oraz obsługi suwaka (patrz rysunek nr 14).

Rys 14. Dolny zestaw narzędzi ekranu „Wykresy"

W pierwszym wierszu znajduje się data i czas pięciu punktów wykresu oznaczonych pionowymi liniami (początek – najstarsze dane, 25%, 50%, 75% i koniec – najnowsze dane). Kliknięcie na pole daty lub czasu końca wykresu umożliwia wpisanie nowej wartości tych parametrów i przesunięcie wyświetlanego wykresu do konkretnej chwili w czasie. Kolor czcionki informuje o tym czy wyświetlane są dane od pewnego punktu w czasie do chwili obecnej (czcionka żółta), czy między dwoma innymi punktami w przeszłości (czcionka fioletowa)

W dolnym wierszu zlokalizowano trzy grupy elementów dotyczące sterowania kursora, przesuwania wykresu i rozdzielczości wykresu.

Kursor można włączyć poprzez kliknięcie w obszarze wykresu lub kliknięcie jednego z przycisków przesuwania kursora.

Funkcja i znaczenie poszczególnych elementów sterowania kursora:

- data i czas w miejscu kursora

- szybkie przesuwanie kursora w lewo

- wolne przesuwanie kursora w lewo

- wyłączanie kursora

- szybkie przesuwanie kursora w prawo

- szybkie przesuwanie kursora w prawo

Funkcja i znaczenie poszczególnych elementów przesuwania wykresu:

- przesunięcie okna wykresu 100% w lewo (kierunek do starszych danych)

- przesunięcie okna wykresu 50% w lewo (kierunek do starszych danych)

- przesunięcie okna wykresu 50% w prawo (kierunek do nowszych danych)

- przesunięcie okna wykresu 100% w prawo (kierunek do nowszych danych)

- przesunięcie okna wykresu do chwili obecnej (najnowsze dane)

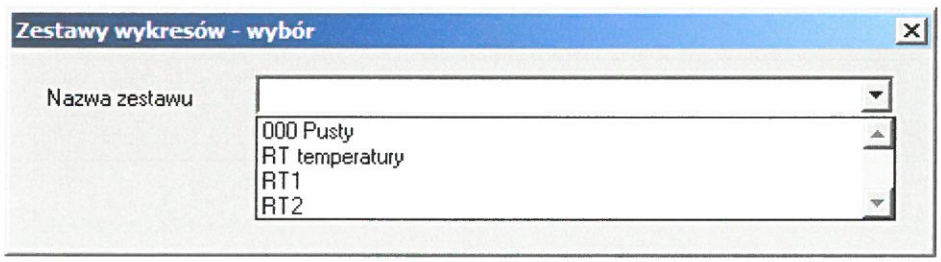
Funkcja i znaczenie poszczególnych elementów dotyczących rozdzielczości wykresu:

- zakres czasowy obserwowanego na ekranie wykresu, kliknięcie daje możliwość zmiany tego parametru

- rozdzielczość czasowa obserwowanego wykresu – czas między dwoma sąsiednimi punktami na kreślonej krzywej, kliknięcie daje możliwość zmiany tego parametru

Oprócz możliwości wyboru poszczególnych pisaków przez zestaw narzędzi umieszczony nad wykresem przygotowano również „zestawy wykresów" pozwalające wybrać od razu wszystkie 8 pisaków. Zestawy te mogą być tworzone i modyfikowane przez użytkownika. Przyciski do ich wyboru i edycji są umieszczone w górnej części ekranu po prawej stronie.

Po naciśnięciu przycisku „Wybierz" na ekranie ukazuje się okienko wyboru zestawu wykresów przedstawione na rysunku nr 15.



Rys. 15. Okienko wyboru zestawu wykresów

Z listy stworzonych wcześniej zestawów należy wybrać jeden i potwierdzić przyciskiem „OK".

Po naciśnięciu przycisku „Modyfikuj" na ekranie ukazuje się okno umożliwiające tworzenie i edycję zestawów wykresów (patrz rysunek nr 16).