

Rafał CUPEK

## METODY HIERARCHIZACJI WIZUALIZACJI ROZPROSZONYCH PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie. Publikacja przedstawia propozycje metod związanych z hierarchizacją wizualizacji i sterowania procesem przemysłowym. W pracy zwrócono uwagę na problematykę decentralizacji procesu sterowania oraz problemy związane z koniecznością hierarchizacji informacji prezentowanej operatorowi procesu. Druga część pracy stanowi ilustrację proponowanych metod hierarchizacji i jest opisem zrealizowanej aplikacji przemysłowej: stacji kontrolno-nadzorczej systemu przygotowania wody na potrzeby Elektrowni Trebovice w Czechach.

## HIERARHIZATION OF VIZUALIZATION IN DECENTRALIZED INDUSTRIAL PROCESS

Summary. In this paper few ways of hierarhization, vizualization and control in industrial proces. Problems of growing up number of inputs and otputs controlled by operator are presented. The second part of this article describe realized industrial aplication: control system for station of prepring water for powerplant Trebovice in Czech Republic.

## DES METHODES QUI CONCERNENT UNE HIERARCHISATION DE LA VISUALISATION ET UN PILOTAGE D'UN PROCE'S INDUSTRIEL

Résumé. La publication presente les propositions des methodes pui concernent une chierarchisation de la vivisualisation et un pilotage d'un proce's industriel. Au travail on a atlire l'attention sur des problemes qui concernent une necessite de hierarchisation des informations qui sont presentees a l'operateur du proces. La deuxime partie de travail forme une illustration des methodes propose de la hierarchisation et est la description d'une application industrielle realisee: de la station controle-surveillance de systeme de preparer l'eau pour les besoins d'une station Electrique "TREBOVICE" eu Tscheq.

## 1. Wstęp

Systemy automatyki przemysłowej obejmują swym zasięgiem coraz to nowe dziedziny zastosowań. Rozwój technologii urządzeń sterownikowych budowanych w oparciu o mikroprocesory oraz spadek ceny tych układów sprawiają iż systemy automatyki przemysłowej znajdują coraz to nowe zastosowania w dziedzinie sterowania i kontroli procesem przemysłowym. Stosowanie układów mikroprocesorowych o wysokiej skali integracji sprawia, iż lawinowo rośnie liczba informacji przetwarzanych poprzez systemy automatyki przemysłowej. Duża liczba dostępnych informacji pozwala operatorowi na pełniejszą kontrolę nad realizacją procesu, jednak z drugiej strony stwarza ona problemy związane z projektowaniem scenariusza dostępu do posiadanych przez system informacji, w taki sposób aby większa ilość danych przyspieszała i usprawniała komunikację operatora z systemem. Ze względu na rosnącą liczbę wejść/wyjść systemów automatyki przemysłowej coraz powszechniej stosuje się **rozproszone systemy sterowania**. Koncepcja rozproszenia terytorialnego funkcji automatyki pozwala na wyróżnienie układów automatyki w obrębie każdej z grup funkcjonalnych, a następnie zamknięcie ich w obrębie automatu umieszczonego w bezpośrednim sąsiedztwie danej grupy urządzeń. Takie rozwiązanie pozwala na uproszczenie okablowania obiektu, jak również zwiększa niezawodność działania systemu, poprzez **decentralizację sterowania** danym fragmentem procesu.

Wymianę informacji niezbędną do zapewnienia koordynacji poszczególnych grup urządzeń, jak również do realizacji funkcji związanych z kontrolą i sterowaniem procesem zapewnia stosowanie **sieci przemysłowych** o topologii i protokole dostępu zależnym od charakteru i liczby wymienianych informacji (np. sieci Master-Slave, krążący żeton, sieci polowe).

Stosowanie koncepcji sterowania rozproszonego wymogło konieczność realizacji **komputerowych stacji zarządzania i nadzoru**. Stacje te zbierają w jednym miejscu informacje pochodzące z różnych punktów obsługiwanego procesu dając pełną informację technologiczną na temat jego przebiegu. Stacje kontrolno-nadzorcze umożliwiają także zmianę parametrów procesu technologicznego, prowadzą archiwizację zdarzeń i alarmów, monitorują działania operatora. W niniejszym opracowaniu przedstawiono próbę rozwiązania problemu hierarchizacji danych o systemie dla potrzeb wizualizacji procesu z uwzględnieniem struktury wynikającej z zastosowania sterowania rozproszonego. Wyróżniono **czteropoziomą strukturę hierarchizacji** wizualizowanej informacji oraz opisano zastosowanie wymienionych metod do realizacji wizualizacji na poziomie pojedynczego sterownika przemysłowego oraz na poziomie segmentu lokalnej sieci przemysłowej. Opisywana w pracy aplikacja to system kontrolno-nadzorczy stacji przygotowania wody na potrzeby Elektrowni Trebovice w Czechach.

## 2. Czteropoziomowa hierarchia wizualizacji procesu

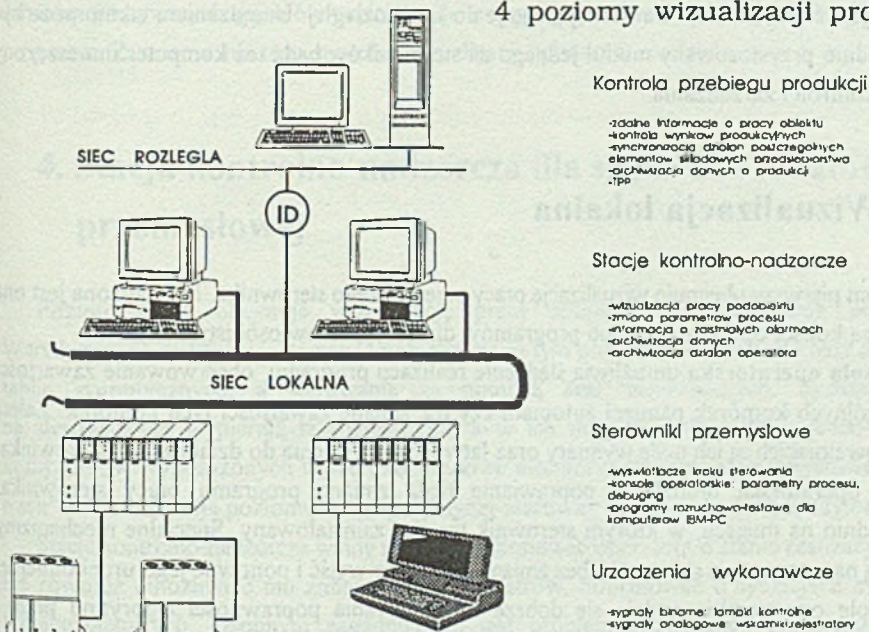
Sterowniki przemysłowe ze swej natury nie są wyposażane w urządzenia służące do wizualizacji ich pracy. Bez stosowania specjalnych narzędzi nie ma możliwości uzyskania informacji o tym, w jakiej fazie działania znajduje się aktualnie realizowany proces przemysłowy. Informacja o stanie realizacji procesu jest potrzebna nie tylko w fazie uruchamiania i testowania programu, ale także podczas działania gotowego programu sterowania.

Dzięki wizualizacji działania programu istnieje możliwość optymalizacji procesu technologicznego, wykrywania sytuacji nietypowych dla danego zastosowania, jak również możliwość natychmiastowego wychwytywania sytuacji awaryjnych.

W przypadku rozproszonego systemu sterowania można wyróżnić cztery poziomy do zastosowania wizualizacji (patrz rys.8.1).

**Poziom zerowy** to bezpośrednia wizualizacja pracy elementów wykonawczych. Dla tego poziomu narzędzia stosowane w systemach sterownikowych nie różnią się od narzędzi stosowanych w rozwiązaniach automatyki tradycyjnej. Są to zainstalowane bezpośrednio na obiekcie lampki kontrolne sygnalizujące załączenie bądź wyłączenie elementu, wskaźniki itp.

### 4 poziomy wizualizacji procesu



Rys. 1. Miejsce wizualizacji w systemie rozproszonego sterowania procesem  
Fig. 1. Place of visualisation in decentralized process control

**Poziom pierwszy** obejmuje pojedynczy sterownik, kontrolujący pracę jednego, kilku bądź kilkunastu podzespołów. Istnieją trzy główne rodzaje narzędzi pozwalających na kontrolę pracy sterownika, oraz modyfikację jego sposobu działania. Są to wyświetlacze kroku sterowania, konsole operatorskie oraz programy wizualizacyjne dla komputerów klasy IBM-PC.

**Poziom drugi** to stacje kontrolno-nadzorcze zlokalizowane w sterownikach bądź dyspozytorniach pozwalające na śledzenie pewnego wybranego, spójnego technologicznie fragmentu procesu przemysłowego. Stacje te winny informować operatora o stanie realizacji procesu, umożliwiać zmianę niektórych jego parametrów, informować o sytuacjach awaryjnych i niebezpiecznych, archiwizować zarówno przebieg procesu, jak i działania operatora.

**Poziom trzeci** obejmuje kompleksową informację o pracy całego zakładu, włącznie z informacjami pochodzącymi od poszczególnych jego filii. Na podstawie danych o bieżącej produkcji, stanie magazynów czy wpływających zamówień na wyroby istnieje możliwość optymalnego sterowania pracą zakładu i jego poszczególnych działów. Wymienione tu zadania realizuje się za pomocą dużych komputerów połączonych w sieć rozległą. Wykorzystywane oprogramowanie to systemy baz danych bądź programy technicznego przygotowania produkcji.

Z punktu widzenia projektanta systemu sterowania ważne jest połączenie sieci rozległej zakładu (bądź wielu zakładów) z lokalnymi sieciami sterowników. Połączenie takie realizuje się za pomocą urządzenia pośredniczącego (ang. *interconnection device*) pobierającego potrzebne informacje z sieci lokalnej i transmitującego je do sieci rozległej. Urządzeniem takim może być odpowiednio przystosowany moduł jednego ze sterowników bądź też komputer umieszczony w stacji kontroli i zarządzania.

### 3. Wizualizacja lokalna

Poziom pierwszy obejmuje wizualizację pracy pojedynczego sterownika. Prowadzona jest ona za pomocą konsol operatorskich lub programów dla komputerów osobistych.

**Konsola operatorska** umożliwia śledzenie realizacji programu, obserwowanie zawartości poszczególnych komórek pamięci automatu czy też zmianę zawartości tych komórek. Zaletą konsol operatorskich są ich małe wymiary oraz łatwość podłączenia do działającego sterownika. Konsola operatorska umożliwia poprawianie bądź zmianę programu pracy sterownika, bezpośrednio na miejscu, w którym sterownik ten jest zainstalowany. Specjalne mechanizmy pozwalają na zatrzymanie sterownika bez zmiany stanu jego wyjść i ponowne jego uruchomienie.

Konsole operatorskie nadają się dobrze do testowania poprawności algorytmu pracy sterownika. Dzięki możliwości nie tylko podglądania, ale również zmiany zawartości dowolnej komórki obszaru pamięci sterownika możliwa jest obserwacja zachowania się automatu w sytuacjach nietypowych lub wręcz awaryjnych.

Rozbudowane wersje konsol umożliwiają emulację terminala, zbieranie danych ze sterownika celem późniejszej ich obróbki bądź też przenoszenie treści programu sterowania z jednego sterownika na drugi, lub ze sterownika do laboratorium, w którym program ten zostanie poddany analizie i obróbce.

Konsola operatorska ze względu na formę wizualizacji (mały wyświetlacz ciekłokrystaliczny) nadaje się raczej do uruchamiania i testowania programów niż do wizualizacji pracy gotowego układu.

**Program wizualizujący pracę sterownika** z użyciem komputera osobistego służy do podglądania na bieżąco pracy pojedynczego automatu, jak również pozwala na uzyskiwanie informacji dotyczącej przebiegu sterowanego procesu, przekroczenia zadanych parametrów czy wystąpienia sytuacji nietypowych.

Ilustracją zagadnienia wizualizacji lokalnej może być program wizualizacji pracy automatu sekwencyjnego zaprogramowanego z użyciem języka Grafcet. Standard Grafcet wyróżnia poszczególne kroki obsługiwanego procesu, warunki przejścia pomiędzy kolejnymi krokami oraz operacje wykonywane podczas przebywania automatu w danym kroku.

W przypadku zatrzymania się automatu w którymś z kroków diagnoza przyczyn, które nie pozwalają na przejście do kroku następnego, jest praktycznie natychmiastowa. Istnieją także mechanizmy pozwalające na wymuszone wprowadzenie automatu w jeden ze stanów bądź też zamianę rzeczywistych sygnałów wejściowych na sygnały symulowane przez operatora z poziomu programu. Zastosowanie tego sposobu wizualizacji opisano w rozdziale.

## 4. Stacja kontrolno-nadzorcza dla segmentu lokalnej sieci przemysłowej

Poziom drugi obejmuje wizualizację pracy spójnego technologicznie podobiektu. W tradycyjnych systemach automatyki wizualizacja na tym poziomie realizowana była za pomocą tablic synoptycznych, a sterowanie za pomocą szaf sterowniczych. Systemy oparte na sterownikach wypierają te rozwiązania, a w ich miejsce wprowadzają jeden lub kilka komputerów wyposażonych w szerokoekranowe monitory, klawiatury przemysłowe czy "ball track"-i. Wizualizacja poziomu drugiego dotyczy sterowni, nastawni bądź dyspozytorni.

Stacje kontrolno-nadzorcze winny nie tylko informować operatora o stanie realizacji procesu, ale również umożliwiać mu zmianę jego parametrów, informować o sytuacjach awaryjnych i niebezpiecznych. Osobnym zagadnieniem jest problem archiwizacji przebiegu procesu, występujących alarmów oraz działań operatora.

#### 4.1. Problem filtracji informacji w lokalnych sieciach przemysłowych

Filtracja informacji polega na odpowiednim doborze spośród wszystkich danych dostępnych w systemie tych, które są w danym momencie operatorów potrzebne.

W przypadku **wizualizacji lokalnej** transmisja danych odbywa się bezpośrednio na linii sterownik operator. Zbyt duża liczba transmitowanych danych może spowodować spowalnianie pracy sterownika bądź nienadążanie programu wizualizacji za pracującym automatem.

W przypadku **stacji kontrolno-nadzorczej** konsekwencje transmitowania zbyt dużej ilości informacji mogą być bardziej niebezpieczne. Programy stacji operatorskich wykorzystują do transmisji danych istniejącą lokalną sieć przemysłową. Oprócz danych do wizualizacji sieć ta transmituje także informacje wymieniane pomiędzy poszczególnymi sterownikami.

**Sieci przemysłowe** gwarantują określony czas dostępu do łącza, lecz z drugiej strony ograniczają one czas wykorzystania linii przez abonenta. W przypadku złego zaprojektowania wymiany informacji pomiędzy stacją kontrolno-nadzorczą a poszczególnymi sterownikami może to doprowadzić do sytuacji, w której dane dostępne dla operatora są już dawno nieaktualne, a wysłanie danych parametryzujących pracę sterownika jest niemożliwe z powodu zbyt dużej liczby zaprogramowanych wymian.

Ze względu na powyższe ograniczenia projektant oprogramowania stacji kontrolno-nadzorczej wyposażony jest w szereg mechanizmów pozwalających na prawidłowe zaprojektowanie wymiany danych pomiędzy stacją a poszczególnymi abonentami sieci.

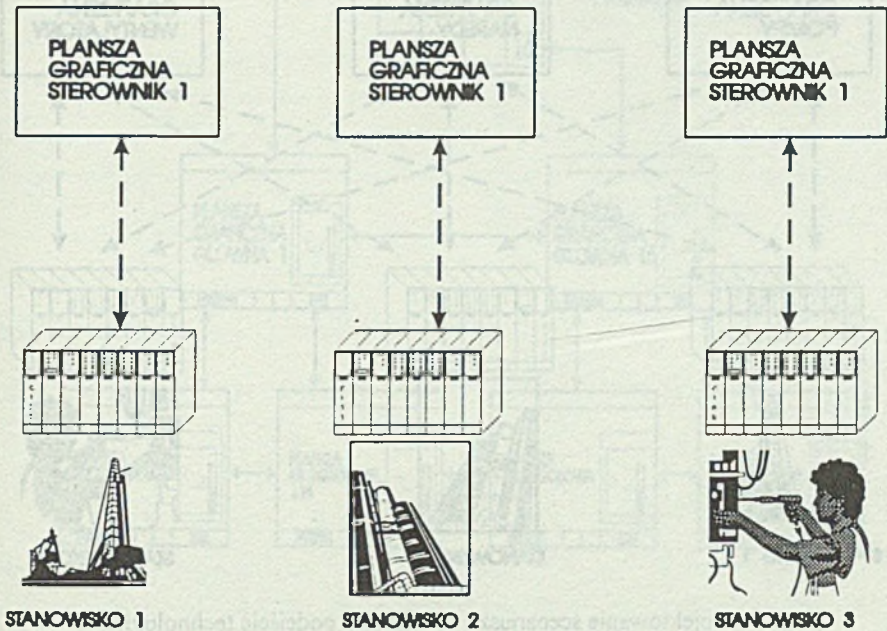
**Mechanizmy te pozwalają na:**

- selektywną transmisję informacji prowadzoną na zlecenie stacji nadzorczej,
- ustalanie priorytetów ważności dla poszczególnych grup informacji,
- regulację czasu wykorzystania łącza przez poszczególnych abonentów sieci,
- możliwości zatrzymywania, bądź wymuszania transmisji informacji poprzez stację nadzorczą, w zależności od rozwoju scenariusza wizualizacji,
- regulację okresu nadawania ramek poprzez poszczególnych abonentów (w przypadku transmisji cyklicznej).

Osobnym zagadnieniem jest problem uwzględnienia zmniejszonej przepustowości sieci np. z powodu "wypadnięcia" jednego z jej abonentów, co w konsekwencji prowadzi do wydłużenia cyklu sieci. Powyższe okoliczności powinny być uwzględnione podczas projektowania scenariusza wymian, a następnie sprawdzone doświadczalnie z użyciem sprzętowych mechanizmów kontroli stopnia zajętości sieci. Zagadnienia te wykraczają poza tematykę wizualizacji i wiążą się ściśle z problemami analizy czasowej lokalnych sieci przemysłowych.

## 4.2. Problem projektowania scenariusza wizualizacji

### Projektowanie plansz graficznych podział terytorialny



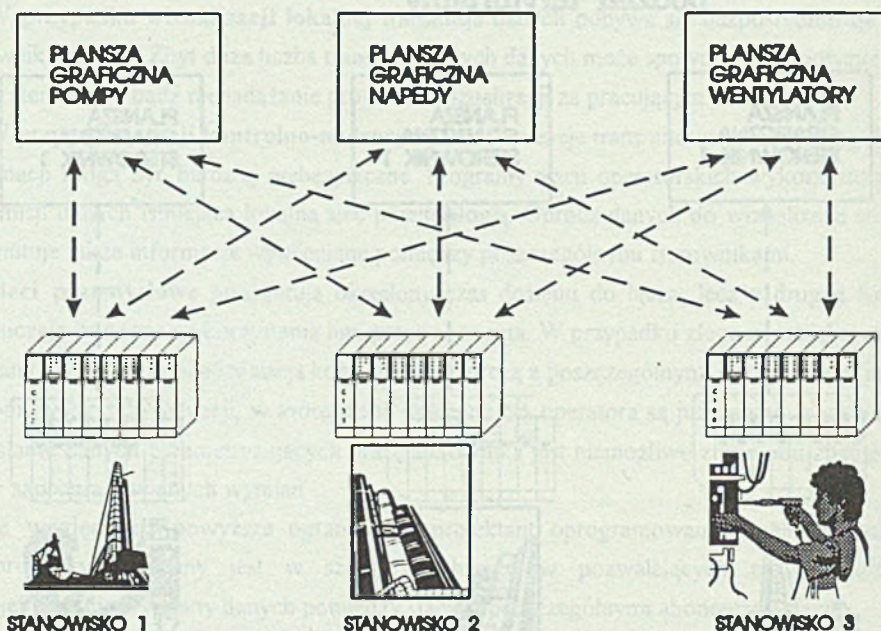
Rys.2. Projektowanie scenariusza wizualizacji - podejście terytorialne  
Fig.2. Configuring a system diagram - territorial method

Projektowanie scenariusza wizualizacji polega na odpowiednim doborze tych spośród wszystkich dostępnych dla stacji nadzorczej informacji, które w danym momencie są dla operatora najbardziej istotne. W odróżnieniu od stosowanych tradycyjnie tablic synoptycznych komputer umożliwia podzielenie dostępnych sygnałów na wiele grup i wybór takiej konfiguracji sygnałów i wielkości, która jest w danym momencie najważniejsza.

Można wyodrębnić trzy zasadnicze podejścia stosowane przy projektowaniu scenariusza wizualizacji.

- **Podział terytorialny** (rys.3). Poszczególne plansze graficzne opisują grupę urządzeń zlokalizowanych w jednym miejscu i sterowanych przez jeden sterownik (bądź jedną grupę sterowników). W takim rozwiązaniu podczas prezentacji jednej planszy stacja pobiera bądź wysyła dane z/do jednego sterownika.

## Projektowanie plansz graficznych podział technologiczny



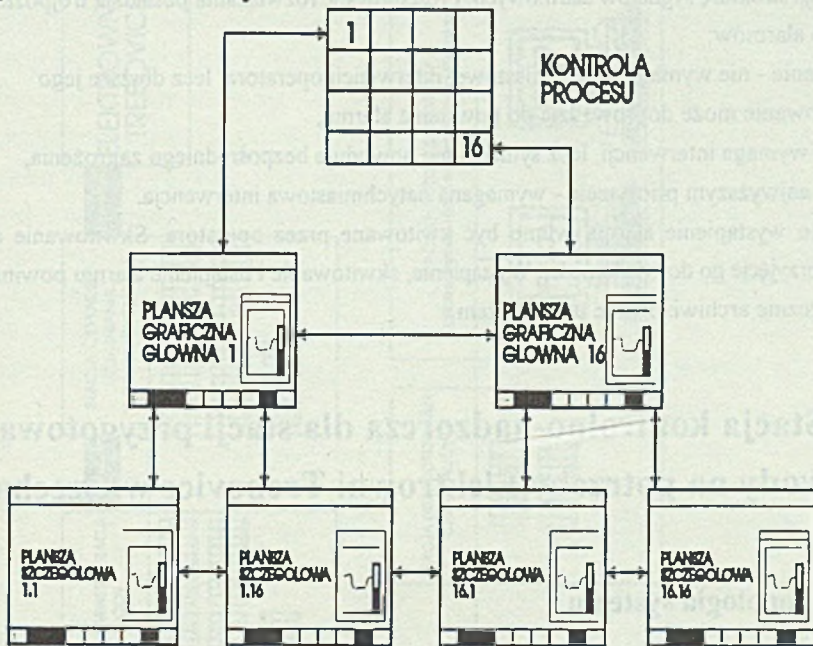
Rys.3. Projektowanie scenariusza wizualizacji podejście technologiczne  
Fig.3. Configuring a system diagram - technological method

- **Podział technologiczny** (rys.3). Każda plansza opisuje pewną powiązaną ze sobą z technologicznego punktu widzenia grupę urządzeń. Urządzenia te nie muszą znajdować się w jednym miejscu i mogą być obsługiwane przez wiele sterowników. Np. wentylatory mogą znajdować się na terenie całego zakładu, a ich sterowaniem może zajmować się wiele sterowników. Prezentacja jednej planszy wymaga zbierania informacji przez stację nadzorczą z wielu sterowników.

Oba opisane wyżej rozwiązania wymagają decyzji projektanta systemu co do scenariusza zmian poszczególnych plansz. Może on na przykład wyodrębnić jedną z plansz jako planszę główną, a przejście do pozostałych dokonywane będzie na żądanie operatora. Inną metodą jest prezentacja planszy zawierającej sytuacje alarmowe. W takim przypadku niezbędne jest ustalenie priorytetów związanych z poszczególnymi alarmami.



### Projektowanie plansz graficznych podział hierarchiczny



Rys.4. Projektowanie scenariusza wizualizacji - podejście hierarchiczne  
Fig.4. Configuring a system diagram - hierarchical method

- **Podział hierarchiczny** (rys.4). Podejście to wyróżnia jedną planszę zawierającą symboliczny opis całego procesu. Stan poszczególnych podprocesów jest reprezentowany przez atrybuty związanego z nim pola (kolor, migotanie). Operator dostaje tu informację na temat całego procesu. Informacja ta jest jednak bardzo ogólna. Wybór odpowiedniego pola pozwala na przejście do planszy bardziej szczegółowej, niosącej więcej informacji. Strukturę tę można dalej zagłębiać. Istnieją także możliwości zmiany planszy w ramach danego poziomu szczegółowości, bez potrzeby przechodzenia przez plansze mniej szczegółowe.

### 4.3. Projektowanie struktury alarmów

Podczas projektowania schematu wizualizacji należy uwzględnić przygotowaną przez technologa strukturę sygnałów alarmowych. Prezentowane rozwiązania posiadają trójpoziomą strukturę alarmów:

- ostrzeżenie - nie wymaga natychmiastowej interwencji operatora, lecz dłuższe jego występowanie może doprowadzić do powstania alarmu,
- alarm - wymaga interwencji, lecz sytuacja nie powoduje bezpośredniego zagrożenia,
- alarm o najwyższym priorytecie - wymagana natychmiastowa interwencja.

Każde wystąpienie alarmu winno być kwitowane przez operatora. Skwitowanie alarmu oznacza przyjęcie go do wiadomości. Wystąpienie, skwitowanie i ustąpienie alarmu powinno być automatycznie archiwizowane przez system.

## 5. Stacja kontrolno-nadzorcza dla stacji przygotowania wody na potrzeby Elektrowni Trebovice w Czechach

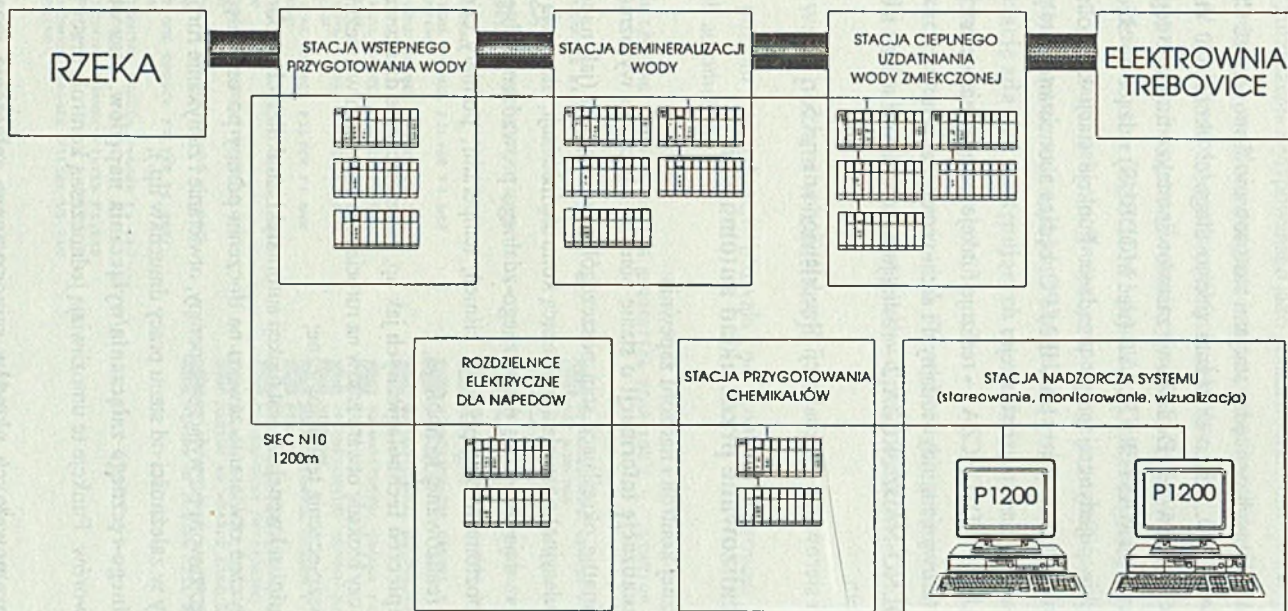
### 5.1. Topologia systemu

System automatycznej kontroli i nadzoru na potrzeby stacji przygotowania wody dla elektrowni Trebovice obejmuje swym działaniem cztery główne, powiązane ze sobą technologicznie grupy obiektów. Są to:

- stacja wstępnego przygotowania wody (STATION2),
- stacja demineralizacji wody (STATION 3),
- stacja termicznego uzdatniania wody zmiękczonej (STATION1),
- stacja przygotowania chemikaliów (STATION4).

Dodatkowo wyróżniono także stację sterowania napędami (STATION5) obejmującą swym zakresem sterowanie pompami, dmuchawami i mieszadłami ze stacji drugiej, trzeciej i czwartej, oraz częścią pomp stacji pierwszej. Wyróżnienie to zostało spowodowane koniecznością uwzględnienia istniejących już rozwiązań elektrycznych dotyczących wymienionych napędów.

Znaczna rozległość terytorialna obiektu oraz istnienie kilku grup funkcjonalnych sprawiły, iż celem realizacji zadań sterowania i nadzoru zdecydowano się na zastosowanie koncepcji sterowania rozproszonego. Wymianę informacji niezbędną do zapewnienia koordynacji poszczególnych grup urządzeń, jak również do realizacji funkcji związanych z kontrolą i sterowaniem procesem zapewnia sieć przemysłowa o topologii magistralowej z protokołem "krążący żeton".



Rys.5. Koncepcja rozproszonego systemu sterowania  
 Fig.5. Project of decentralized control system

Do realizacji tak postawionego problemu sterowania rozproszonego zastosowano sześć sterowników klasy C170 oraz jeden sterownik klasy C100, będących produktami francuskiej firmy CEGELEC.

Na potrzeby transmisji danych pomiędzy stacjami zastosowano firmową sieć CEGELEC-a o oznaczeniu SYCOWAY N10. Użyto segmentu sieci o długości około 650 m pracującej z prędkością transmisji 9600 bitów/sek. Dodatkowo zastosowano także trzy inne segmenty sieci o protokole transmisyjnym typu MASTER - SLAVE (sieć MODBUS) służące do zbierania danych pomiarowych w obrębie pojedynczej grupy urządzeń. Funkcje stacji kontrolno-nadzorczej zrealizowano w oparciu o dwa komputery klasy IBM PC, będące abonentami sieci przemysłowej N10. Komputery te realizują następujące funkcje:

- STACJA KONTROLNO-NADZORCZA 1 - realizuje funkcje związane z wizualizacją obiektu, rejestracją zdarzeń, sterowaniem indywidualnym i archiwizacją danych,
- STACJA KONTROLNO-NADZORCZA 2 - realizuje funkcje związane ze sterowaniem sekwencyjnym procesem.

Schemat koncepcji sterowania i wizualizacji przedstawiono na rys.5.

## 5.2. Funkcje realizowane przez układ automatyki

System automatycznej kontroli i nadzoru zapewnia:

a) **zbieranie i wizualizację informacji** o stanie obiektu. Można tu wyróżnić dwie grupy informacji. Sygnały binarne określające stan poszczególnych urządzeń (jak napędy, zawory, zasowy czy zawory regulacyjne) pozwalają na bieżącą kontrolę instalacji, ułatwiają identyfikację stanów awaryjnych oraz dają podstawę do ręcznego-zdalnego prowadzenia obiektu. Sygnały analogowe (pomiaru poziomów, przepływów, ciśnień, temperatur, pomiaru chemiczne itp.) pozwalają na kontrolę realizowanej technologii;

b) **realizację zabezpieczeń technologicznych** jak np. zabezpieczenie działania pomp przed tzw. "suchym biegiem" czy blokadę otwarć zasuw na rurociągach parowych w zależności od stanu instalacji oraz inne zabezpieczenia technologiczne;

c) **realizację tzw. mini-sekwencji**, to jest funkcji automatyki zamkniętych w obrębie jednego agregatu (np. automatyczne otwieranie zaworu na tłoczeniu pompy po osiągnięciu zadanego ciśnienia, zamykanie tego zaworu po wyłączeniu pompy, otwieranie i zamykanie rurociągu upustu powietrza do atmosfery w zależności od stanu pracy dmuchaw itp.);

d) **możliwość zdalnego-ręcznego załączania/wyłączania napędów**, oraz otwierania lub zamykania zasuw i zaworów. Funkcje te umożliwiają jednoczesną kontrolę pracy sterowanych urządzeń;

e) **realizację programowalnych układów samoczynnego załączenia rezerwy - ASC** (Automatic Standby Controll). Układy te pozwalają na wytypowanie w grupie urządzeń o

dublującym się działaniu urządzenia bądź kilku urządzeń podstawowych - przeznaczonych do pracy normalnej, oraz urządzenia rezerwowego - załączanego automatycznie w momencie awarii ("wypadnięcia") urządzenia wytypowanego jako podstawowe. Funkcje związane z samoczynnym załączaniem rezerwy są w całości programowalne przez operatora. Operator decyduje także o aktywności bądź nieaktywności poszczególnych układów ASC;

f) realizację programów operacji sekwencyjnych. Programy te pozwalają na bezobsługowe prowadzenie określonych fragmentów procesu. Operator posiada możliwość wyboru odpowiedniego programu sekwencyjnego, rozpoczęcia jego realizacji bądź też zatrzymania programu. System pozwala na ciągłą kontrolę realizowanej sekwencji rozkazów;

g) archiwizację zdarzeń występujących na obiekcie;

h) archiwizację działań operatora;

i) archiwizację przebiegów czasowych dla wybranych grup pomiarów;

j) przegląd i wydruk wybranych raportów o pracy systemu.

### 5.3. Pierwszy poziom wizualizacji

Pierwszy poziom wizualizacji pozwala na kontrolę sterowań sekwencyjnych dla poszczególnych automatów.

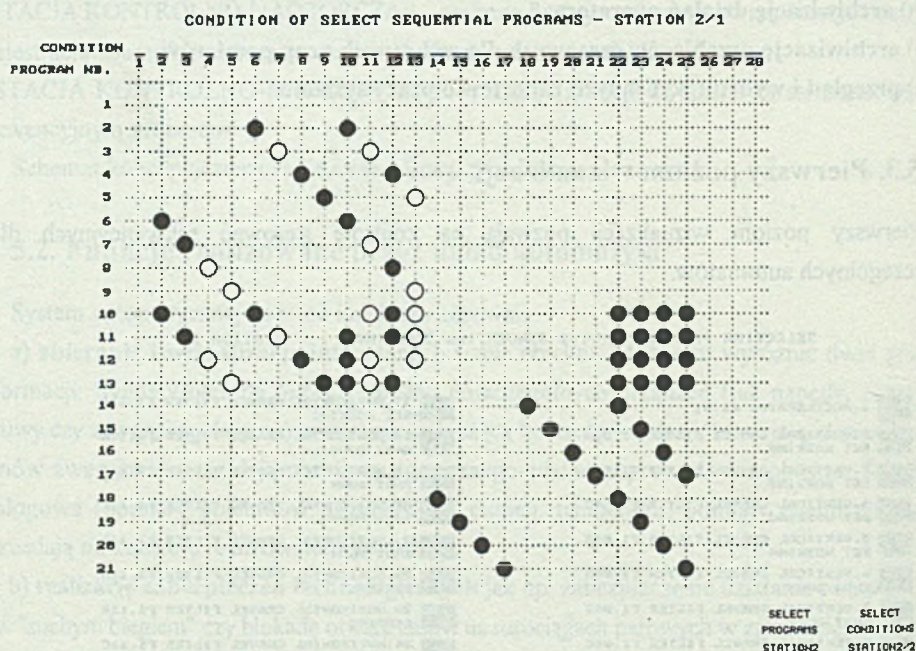
#### SELECTING PROGRAMS OF THE SEQUENTIAL STARTING - STATION 2

<input type="checkbox"/> 1.ACCELERATOR R1.01	<input type="checkbox"/> 17.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11D SET WORKING		
<input type="checkbox"/> 2.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04A SET WORKING	<input type="checkbox"/> 18.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11A SHUT DOWN		
<input type="checkbox"/> 3.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04B SET WORKING	<input type="checkbox"/> 19.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11B SHUT DOWN		
<input type="checkbox"/> 4.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04C SET WORKING	<input type="checkbox"/> 20.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11C SHUT DOWN		
<input type="checkbox"/> 5.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04D SET WORKING	<input type="checkbox"/> 21.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11D SHUT DOWN		
<input type="checkbox"/> 6.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04A SHUT DOWN	<input type="checkbox"/> 22.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11A RINSING		
<input type="checkbox"/> 7.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04B SHUT DOWN	<input type="checkbox"/> 23.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11B RINSING		
<input type="checkbox"/> 8.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04C SHUT DOWN	<input type="checkbox"/> 24.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11C RINSING		
<input type="checkbox"/> 9.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04D SHUT DOWN	<input type="checkbox"/> 25.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11D RINSING		
<input type="checkbox"/> 10.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04A RINSING	<input type="checkbox"/> 26.NEUTRALIZER LIQUID WASTES CHANGE-OVER OF FILLING		
<input type="checkbox"/> 11.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04B RINSING	<input type="checkbox"/> 27.NEUTRALIZER LIQUID WASTES MIXING OF WASTES CELL A		
<input type="checkbox"/> 12.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04C RINSING	<input type="checkbox"/> 28.NEUTRALIZER LIQUID WASTES MIXING OF WASTES CELL B		
<input type="checkbox"/> 13.VERTICAL GRAVEL FILTER F1.04D RINSING			
<input type="checkbox"/> 14.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11A SET WORKING			
<input type="checkbox"/> 15.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11B SET WORKING			
<input type="checkbox"/> 16.HORIZONTAL GRAVEL FILTER F1.11C SET WORKING			
		SELECT	SELECT
		CONDITIONS	CONDITIONS
		STATION2/1	STATION2/2

Rys.6. Plansza informacji o realizacji sterowań sekwencyjnych dla fragmentu instalacji

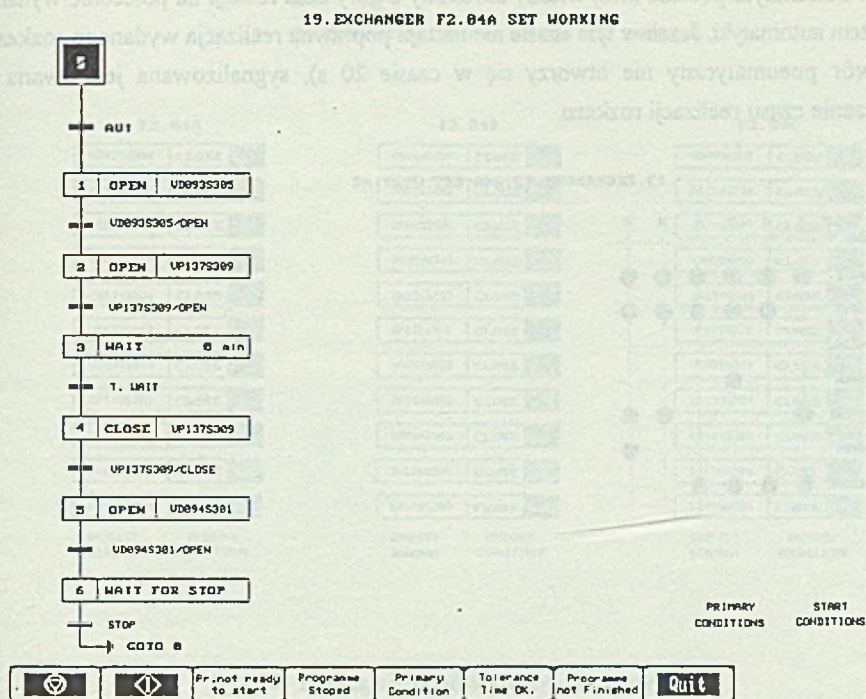
Fig.6. Main diagram of control programs

System komputerowy pozwala na ciągłą kontrolę i sterowanie 76 układami automatyki sekwencyjnej zastosowanymi na obiekcie. Funkcje te osiągalne są z poziomu STACJI KONTROLNO-NADZORCZEJ 2. Dla każdej ze stacji obiektowych, dla której realizowane są sterowania sekwencyjne, przewidziano planszę ogólnej informacji o przebiegu sterowań sekwencyjnych w obrębie danego obiektu (rys.6). Na planszy tej każda z sekwencji przedstawiana jest w postaci prostokąta, którego kolor informuje o stanie realizacji danej sekwencji (sekwencja aktywna - nieaktywna). Plansza ta pozwala także na wybór poszczególnych programów automatyki. Wybór sekwencji może być uzależniony od stanu realizacji innych programów automatyki. Na szybką weryfikację możliwości załączenia danej sekwencji dla konkretnego stanu obiektu pozwala matryca warunków wyboru sekwencji (rys.7).



Rys.7. Matryca wyboru sekwencji dla fragmentu instalacji  
 Fig.7. Matrix of sequence choice

Algorytmy działania sekwencji prezentowane są zgodnie z normą sieci GRAFCET (rys.8). Norma ta wyodrębnia poszczególne kroki sterowania sekwencyjnego (kroki ewolucji programu), tranzycje (warunki przejścia pomiędzy poszczególnymi krokami) oraz rozkazy wykonywane dla aktywnego kroku. Prowadzona jest ciągła animacja algorytmu. Operator informowany jest o stanie realizacji sekwencji przez wyróżnienie na schemacie sekwencji aktywnego w danej chwili kroku, uwidoczniony jest także kolorem stan poszczególnych tranzycji.



Rys.8. Algorytm sterowania sekwencyjnego  
Fig.8. Algotyhm of seqence control

Na poziomie algorytmu dostępna jest także stacyjka sterowania sekwencją pozwalająca na zatrzymanie sekwencji, uruchomienie sekwencji oraz wizualizację alarmów dla danego programu sterowania.

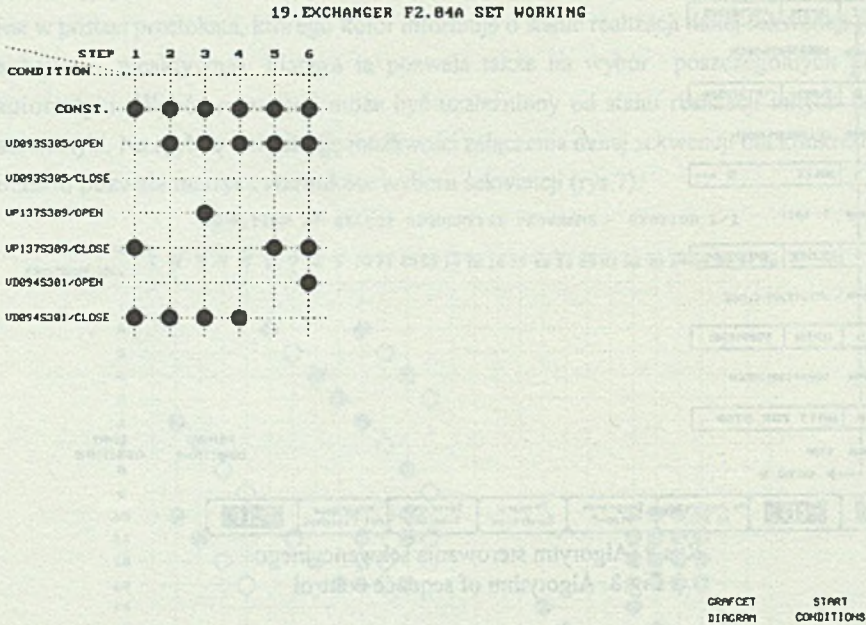
Stacyjka sterowania zawiera pola informujące o stanie realizacji programu (program zatrzymany - program realizowany - program zakończony). W przypadku wystąpienia nieprawidłowości w przebiegu sekwencji prezentowane są one w postaci alarmów.

Alarmy mogące wystąpić podczas pracy sekwencji to:

- "PRIMARY CONDITION MISSING" - brak warunków pierwotnych. Warunki pierwotne to zespół powiązań logicznych, których spełnienie gwarantuje poprawną pracę układu automatyki. Są one definiowane oddzielnie dla każdego kroku GRAFCETU. Warunki pierwotne wynikają tak z założeń technologicznych (parametry technologiczne systemu), jak i z konieczności kontroli wcześniej wykonanych akcji (np. czy załączona wcześniej pompa pracuje nadal), oraz z kontroli zdarzeń, które mają nastąpić w przyszłości (np. jeżeli jakiś element automatyki ma zostać aktywowany w jednym z następnych kroków sterowania, to jego wcześniejsza aktywność może oznaczać zaburzenie dla prawidłowej realizacji sekwencji).

- "TOLERANTION TIME EXCEEDED" - przekroczenie czasu realizacji rozkazu. Większość

urządzeń automatyki posiada swój własny określony z góry czas reakcji na polecenie wydane przez system automatyki. Jeżeli w tym czasie nie nastąpi poprawna realizacja wydanego rozkazu (np. zawór pneumatyczny nie otworzy się w czasie 20 s), sygnalizowana jest awaria - przekroczenie czasu realizacji rozkazu.



Rys.9. Matryca warunków pierwotnych sekwencji  
Fig.9. Matrix of initial conditions

Na łatwą diagnostykę przyczyn awarii pozwalają matryce warunków pierwotnych (rys.9). Matryce te konstruowane są oddzielnie dla każdego algorytmu sterowania sekwencyjnego i zawierają zestaw warunków pierwotnych kontrolowanych dla każdego z kroków GRAFCETU. Na matrycach zaznaczany jest aktualny krok realizowanego programu. Dla danego kroku wszystkie wyróżnione kółeczkami warunki powinny pozostawać spełnione (świadczy o tym zielony kolor kółeczka), niespełnienie któregoś z warunków (biały kolor kółeczka) spowoduje wygenerowanie awarii "brak warunków pierwotnych" i zatrzymanie dalszej realizacji sekwencji. Podobnie jak w przypadku sterowań indywidualnych wszelkie funkcje alarmów i zabezpieczeń generowane są bezpośrednio w sterowniku kontrolującym dany fragment procesu. Funkcja stacji kontrolno-nadzorczej ogranicza się w tym przypadku jedynie do wizualizacji stanu obiektu.



F2.04A		F2.04B		F2.04C	
VD0935308	CLOSE	VD0935309	CLOSE	VD0935318	CLOSE
HS1145302	CLOSE	HS1145303	CLOSE	HS1145304	CLOSE
VD0935303	CLOSE	VD0935306	CLOSE	VD0935307	CLOSE
VD0975316	CLOSE	VD0975317	CLOSE	VD0975318	CLOSE
CR1315301	CLOSE	CR1315302	CLOSE	CR1315303	CLOSE
UP1375309	CLOSE	UP1375318	CLOSE	UP1375311	CLOSE
VD0975319	CLOSE	VD0975328	CLOSE	VD0975321	CLOSE
CR1335301	CLOSE	CR1335302	CLOSE	CR1335303	CLOSE
VD0945301	CLOSE	VD0945302	CLOSE	VD0945303	CLOSE
DV1165307	CLOSE	DV1165308	CLOSE	DV1165309	CLOSE
XS1065302	CLOSE	XS1065303	CLOSE	XS1065304	CLOSE
GRAF CET DIAGRAM	PRIMARY CONDITIONS	GRAF CET DIAGRAM	PRIMARY CONDITIONS	GRAF CET DIAGRAM	PRIMARY CONDITIONS

Rys.10. Tablica warunków startowych programu  
Fig.10. Table of start conditions

Uruchomienie programu automatyki sekwencyjnej wymaga zazwyczaj spełnienia szeregu warunków wstępnych, które prezentowane są za pomocą **tablic warunków startowych** (rys.10). Spełnienie wszystkich wymienionych na danej tablicy warunków (zielony kolor prostokątka związanego z danym warunkiem) umożliwi start danej sekwencji. Kolor biały dla któregośkolwiek z warunków powoduje blokadę uruchomienia sekwencji.

#### 5.4. Drugi poziom wizualizacji

Drugi poziom wizualizacji obejmuje stację kontrolno-nadzorczą dla całego segmentu sieci, która umożliwia w trybie graficznym animację pracy następujących elementów obiektu:

- przepływy mediów przez rurociągi,
- kontrolę pomiarów analogowych,
- kontrolę progów (górných i dolnych) dla pomiarów analogowych,
- odzwierciedlanie pomiarów za pomocą bargrafów,
- prezentację stanów zaworów pneumatycznych,
- prezentację stanu zasuw z napędem elektrycznym,
- prezentację stanu zaworów regulacyjnych,

- h) prezentację stanu napędów jednokierunkowych,
- i) programy działania układów automatycznego załączania rezerwy,
- j) stany przełączników wyboru urządzenia.

Liczba dostępnych na danym ekranie elementów animacji graficznej uzależniona jest od stopnia szczegółowości (poziomu wizualizacji) dla danego obrazu.

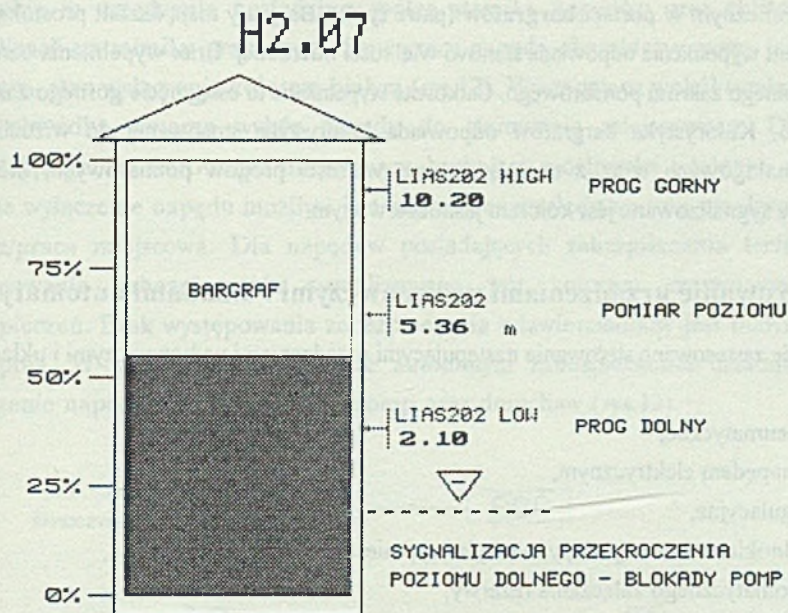
**Obraz pierwszego poziomu** (plansza główna) nie zawiera żadnego z wymienionych elementów animacji graficznej. Dostępne są z jego poziomu jedynie informacje o pracy systemu.

**Obrazy poziomu drugiego** (plansze podstawowe dla poszczególnych stacji) zawierają elementy animacji opisane w punktach a) - d). Zakres występowania tych elementów został jednak ograniczony do urządzeń podstawowych z punktu widzenia pracy systemu.

**Obrazy trzeciego poziomu** (szczegółowe mimiki poszczególnych urządzeń) zawierają wszystkie wyszczególnione powyżej elementy, w pełnym zakresie dla danej grupy technologicznie powiązanych ze sobą urządzeń. Na tym poziomie prezentowana jest cała dostępna informacja dla danego fragmentu instalacji. Trzeci poziom wizualizacji pozwala na sterowanie elementami automatyki wymienionymi w punktach e) - j), za pomocą stacyjek sterowania indywidualnego.

**Przepływ medium przez rurociągi** sygnalizowany jest za pomocą koloru wypełniającego wnętrze rurociągu. Wypełnienie kolorem białym sygnalizuje brak obecności medium w rurociągu, wypełnienie kolorem medium jego obecność (kolorystykę związaną z poszczególnymi rodzajami mediów uwzględnia normy użytkownika systemu). Ze względu na brak możliwości kontroli fizycznej obecności czynnika w rurociągu przyjęto następujące zasady animacji przepływu medium przez rurociągi:

- stan danego odcinka rurociągu zależy jedynie od stanu urządzenia bezpośrednio go poprzedzającego, nie zależy natomiast od stanu wcześniejszych elementów ciągu,
- dla odcinka rurociągu poprzedzonego zaworem pneumatycznym, zasuwą z napędem elektrycznym bądź zaworem sterowanym w sposób ręczny, lecz wyposażonym w wyłączniki krańcowe, jako kryterium przepływu medium przyjęto sygnał otwarcia zaworu,
- dla odcinka rurociągu poprzedzonego zaworem, którego stan wprowadza operator jako kryterium przepływu medium, przyjęto wprowadzenie przez operatora informacji o stanie otwarcia tego zaworu,
- dla odcinka rurociągu poprzedzonego zaworem regulacyjnym jako kryterium przepływu medium przyjęto brak sygnalizacji o zamknięciu tego zaworu,
- dla odcinka rurociągu poprzedzonego pompą lub dmuchawą jako kryterium obecności medium przyjęto pracę danego napędu,
- dla odcinka poprzedzonego połączeniem dwu lub więcej rurociągów obecność medium sygnalizowana jest jako suma obecności mediów w poprzedzających kolektor rurociągach.



Rys.11. Pomiary analogowe  
Fig.11. Analog measurements

## 5.5. Pomiary analogowe

Pomiary analogowe dostępne są na ekranie graficznym w sposób bezpośredni, a każdy z pomiarów poprzedzony jest swoją nazwą. Za wartością pomiaru podano jego jednostkę. Wartości mierzone umieszczone są na schematach graficznych w pobliżu elementu, przy którym dokonywany jest pomiar. Dodatkową pomocą mogą być strzałki wskazujące miejsce pomiaru. Tak opisy, jak i wartości mierzone prezentowane są w kolorze medium.

**Progi górne i dolne** mierzonych wartości prezentowane są nad i pod właściwym pomiarem zgodnie z kolorystyką przyjętą dla mierzonego medium. W przypadku przekroczenia zadanych wartości pomiar prezentowany jest w kolorze jasnoczerwonym. Przy przekroczeniu górnego bądź dolnego progu technologicznego dla danej wielkości zmienia on kolor na jasnoczerwony. Fakt przekroczenia zadanych wartości zostaje odnotowany jako alarm pomiarowy, a następnie jest archiwizowany. W celu uniknięcia wielokrotnej generacji poszczególnych alarmów pomiarowych, spowodowanej niedokładnością pomiaru bądź rzeczywistymi wahaniami wielkości kontrolowanej, wprowadzono dla każdego pomiaru indywidualnie dobranej (w trakcie instalacji systemu)

histerezę. Dla części pomiarów (w większości są to pomiary poziomu) wprowadzono wizualizację na ekranie graficznym w postaci **bargrafów** (patrz rys.2). Bargrafy mają kształt prostokątów, których procent wypełnienia odpowiada stanowi wielkości mierzonej. Brak wypełnienia oznacza osiągnięcie dolnego zakresu pomiarowego. Całkowite wypełnienie to osiągnięcie górnego zakresu pomiarowego. Kolorystyka bargrafów odpowiada kolorystyce stosowanej do wizualizacji pomiarów analogowych wraz z uwzględnieniem wartości progów pomiarowych, których przekroczenie sygnalizowane jest kolorem jasnoczerwonym.

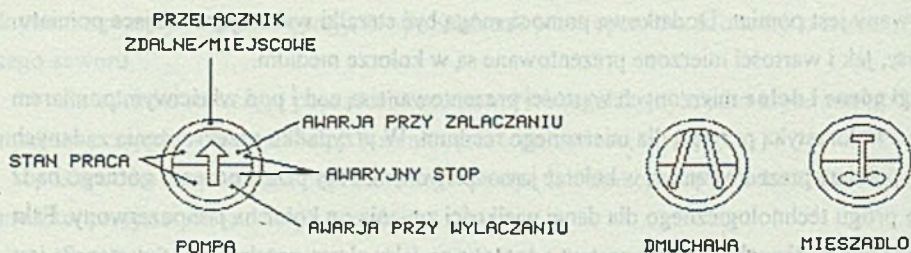
## 5.6. Sterowanie urządzeniami wykonawczymi i układami automatyki

W systemie zastosowano sterowanie następującymi urządzeniami wykonawczymi i układami automatyki:

- zawory pneumatyczne,
- zasuwy z napędem elektrycznym,
- zawory regulacyjne,
- napędy jednokierunkowe (pompy, wentylatory, mieszadła),
- układy automatycznego załączania rezerwy,
- przełączniki wyboru urządzenia.

Sterowanie tymi urządzeniami dostępne jest z obrazów trzeciego poziomu poprzez stacyjki sterowania. Stacyjka sterowania przywoływana jest poprzez wskazanie danego urządzenia na schemacie instalacji za pomocą kursora, a następnie potwierdzenie wyboru. Stacyjki sterowania dla poszczególnych urządzeń różnią się między sobą szczegółami funkcjonalnymi, natomiast prezentują tę samą filozofię sterowania przez ekran. Z powyższych względów przedstawiono jedynie szczegółowy opis wizualizacji i stacyjki sterowania dla napędów jednokierunkowych.

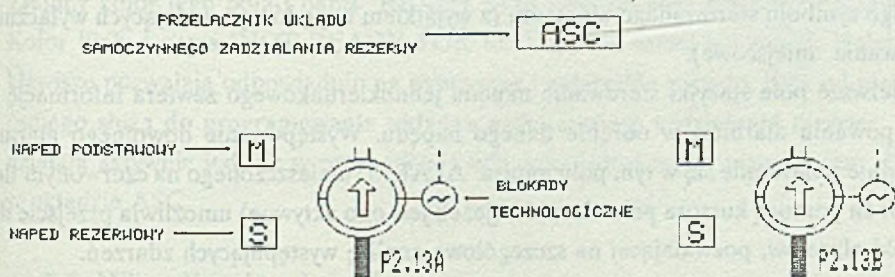
### Napędy jednokierunkowe



Rys. 12. Symbol napędów jednokierunkowych

Fig. 12. One direction motor drives

Wyróżnione w systemie napędy jednokierunkowe to: pompa, dmuchawa oraz mieszadło. Wszystkie te urządzenia posiadają wspólną stacyjkę napędów oraz zbliżony sposób wizualizacji na mimiku graficznym. Stan pracy napędu charakteryzowany jest kolorem zielonym, stan wyłączenia kolorem białym (rys.12). Występująca wokół symbolu napędu żółta obwódka oznacza wybór napędu do sterowania miejscowego. Dla napędu pozostającego na sterowaniu miejscowym brak jest możliwości zdalnego załączenia. Zdalne wyłączenie napędu możliwe jest zawsze bez względu na stan przełącznika praca zdalna/praca miejscowa. Dla napędów posiadających zabezpieczenia technologiczne występowanie zabezpieczenia sygnalizowane jest kolorem czerwonym w polu zabezpieczeń. Brak występowania zabezpieczenia odzwierciedlany jest białym kolorem tego pola. W zastosowanym układzie automatyki zabezpieczenia działają tylko na wyłączenie napędu i dotyczą jedynie pomp oraz dmuchaw (rys.13).



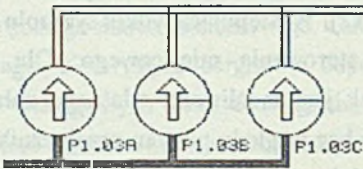
Rys.13. Układy automatyki dla napędów jednokierunkowych

Fig.13. Automatic systems for one direction motor drives

Niektóre napędy nie posiadają możliwości sterowania zdalnego, lecz jedynie sterowanie miejscowe. Symbol graficzny takiego napędu nie zawiera sygnalizacji stanu położenia przełącznika zdalne/miejscowe. Dla napędów sterowanych wyłącznie miejscowo prowadzona jest wyłącznie sygnalizacja pracy napędu oraz działania zabezpieczeń, o ile takie występują. Dla napędów tych brak jest możliwości przywołania stacyjki sterowania.

Wprowadzono także uproszczony symbol napędu (rys.14, rys.15). Symbol ten umieszczany jest na obrazach drugiego poziomu hierarchii wizualizacji oraz dla poziomu trzeciego jako pomocnicza sygnalizacja stanu pracy napędu. Symbol uproszczony napędu nie pozwala na przywoływanie stacyjki sterowania, nie zawiera on także informacji o stanie przełącznika sterowanie zdalne/sterowanie miejscowe oraz informacji o działających zabezpieczeniach.

Wywołanie stacyjki sterowania napędu (rys.14) następuje przez wskazanie kursorem



Rys.14. Uproszczony symbol pomp  
Fig.14. Reduced diagram of pump



Rys.15. Uproszczony symbol dmuchaw  
Fig.15. Reduced diagram of blowers

pełnego symbolu sterowanego elementu (z wyjątkiem napędów posiadających wyłącznie sterowanie miejscowe).

Pierwsze pole stacyjki sterowania napędu jednokierunkowego zawiera informację o występowaniu alarmów w obrębie danego napędu. Występowanie dowolnego alarmu powoduje pojawienie się w tym polu napisu "ALARM" umieszczonego na czerwonym tle. Wybór za pomocą kursora pola alarmów (jeżeli jest ono aktywne) umożliwia przejście do stacyjki alarmów, pozwalającej na szczegółową analizę występujących zdarzeń.

Alarmy występujące dla napędów jednokierunkowych to:

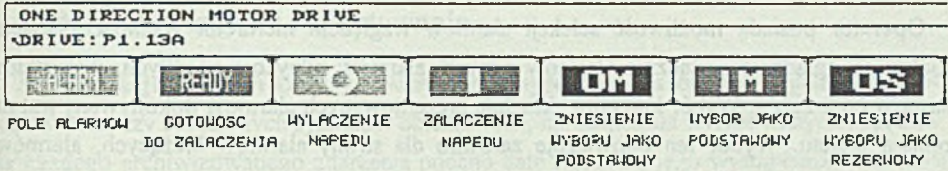
- "TURNING ON ERROR" - awaria przy załączaniu napędu. Stan ten sygnalizowany jest dodatkowo czerwonym migiem górnej połówki symbolu napędu.
- "TURNING OFF ERROR" - awaria przy wyłączaniu napędu. Stan ten sygnalizowany jest dodatkowo czerwonym migiem dolnej połówki symbolu napędu.
- "EMERGENCY STOP" - awaryjne wyłączenie napędu. Stanowi temu towarzyszy równoczesny czerwony mig symbolu napędu.

Na identyfikację przyczyny awaryjnego zatrzymania napędu pozwalają trzy następujące pola stacyjki alarmów.

- "STOP BUTON" - jeżeli zatrzymano napęd z miejsca za pomocą klawisza STOP,
- "POWER SUPPLY" - jeżeli napęd pozbawiony został zasilania,
- "EMERGENCY TURN OFF" - jeżeli aktywne jest zabezpieczenie technologiczne dla danego napędu.

Drugie pole stacyjki sterowania napędu jednokierunkowego przeznaczone zostało do sygnalizacji jego gotowości do załączenia.

SYMBOL NAPĘDU



Rys.16. Stacyjka sterowania dla napędów jednokierunkowych

Fig.16. Control station for one direction motor drive

Zielony kolor tego pola i napis "READY FOR ON" oznacza gotowość do załączenia. Kolor biały i napis "NOT READY FOR ON" to brak takiej gotowości. Kolejne dwa klawisze pozwalają odpowiednio na wyłączenie i załączenie napędu. Pola od piątego do ósmego służą do programowania układów samoczynnego zadziałania rezerwy. Pola te działają aktywnie jedynie w przypadku, kiedy dany napęd został przewidziany do pracy w układzie ASC.

## 5.7. Wizualizacja zdarzeń

Wizualizacja zachodzących na obiekcie zdarzeń możliwa jest do prowadzenia na dwóch stronach:

- stronie zdarzeń bieżących, widoczne są wówczas wszystkie aktywne w danym momencie zdarzenia,
- stronie zdarzeń nieskwitowanych, widoczne są wszystkie zdarzenia, których przyjęcie nie zostało skwitowane przez operatora.

### Hierarchizacja alarmów

Ze względu na znaczenie technologiczne wyróżniono trzy następujące grupy zdarzeń: **ALARMY PILNE (HIGH LEVEL)** - do których zakwalifikowano wszystkie informacje o awaryjnym wyłączeniu napędów, informacje o braku napięć zasilających oraz informacje o niesprawnościach systemu sterownikowego.

**ALARMY (MEDIUM LEVEL)** - grupą objęto niesprawności występujące podczas wydawania rozkazów przez operatora oraz system automatyki. Do grupy należą awarie przy otwieraniu i zamykaniu zaworów oraz awarie przy załączaniu i wyłączaniu napędów.

**OSTRZEŻENIA (LOW LEVEL)** - do grupy tej zaliczono informacje o trwających niesprawnościach urządzeń, jak awarie zaworu, brak zasilania napędów, pozostałe alarmy pomiarowe oraz resztę zdarzeń, dla których przypisano najniższy priorytet.

Priorytet występujących w systemie alarmów ustalany jest w fazie instalacji.

Operator posiada możliwość selekcji alarmów względem hierarchii ważności. Istnieje możliwość oglądania wyłącznie alarmów pilnych, alarmów pilnych i zwykłych, wszystkich alarmów i ostrzeżeń. Wybór kategorii aktualnie prezentowanych alarmów dokonywany jest za pomocą tabletu. Wybór ten obowiązuje zarówno dla strony alarmów bieżących, alarmów nieskwitowanych, jak i dla prowadzonych na bieżąco wydruków zdarzeń. Archiwizacja zdarzeń prowadzona jest niezależnie od aktualnie wybranej hierarchii prezentowanych zdarzeń i umożliwia późniejszy przegląd i wydruk wszystkich alarmów, które miały miejsce w systemie. Alarmy o wysokim i normalnym priorytecie **drukowane są na bieżąco** na drukarce systemowej. Wydruk pozostałych zdarzeń możliwy jest dzięki operacjom dotyczącym archiwum.

## 5.8. Wykresy przebiegów czasowych wartości analogowych

W systemie prowadzona jest archiwizacja wybranych pomiarów analogowych. Pomiaru te dostępne są dla użytkownika w postaci wykresów-trendów. Trendy prezentowane są na ekranie monitora graficznego na przemian z obrazami synoptycznymi obiektu. Istnieje możliwość określenia początkowej daty i godziny, od której prezentowany będzie wykres, nie może ona być jednak wcześniejsza niż data i godzina wskazywana przez system jako start archiwum. W przypadku niewprowadzenia daty i godziny prezentuje się informacje za ostatnie trzy godziny do chwili bieżącej. Na niektórych planszach umieszczono po kilka wykresów, których odróżnienie umożliwia kolorystyka. Opisy poszczególnych histogramów znajdują się z prawej strony ekranu. Poprzez przemieszczanie kursora wzdłuż wykresu można uzyskać dokładne odczyty mierzonych wartości w danej chwili czasowej. Czas odpowiadający położeniu kursora na wykresie prezentowany jest w lewym dolnym rogu ekranu. Wartość pomiaru w danym momencie z lewej strony pod opisem pomiaru. Wydruk aktualnie prezentowanego histogramu możliwy jest poprzez wybranie z menu tabletu opcji wydruku. Za pomocą tabletu można również zarchiwizować wybrany histogram na twardym dysku. Za pomocą tabletu dostępna jest także operacja przesuwania się po skali czasu (w granicach dostępnych dla archiwum).

## 5.9. Wykresy słupkowe pomiarów analogowych

Wybrane grupy pomiarów analogowych mogą być prezentowane w postaci wykresów słupkowych - **BAR-GRAFÓW**. Bargrafy prezentują obecny stan mierzonej wielkości analogowej w sposób cyfrowy oraz za pomocą wykresu słupkowego. Wysokość słupka jest proporcjonalna



do mierzonej wielkości analogowej. Dla pomiarów posiadających progi górne lub dolne wielkości tych progów prezentowane są odpowiednio nad i pod mierzonym sygnałem analogowym. Przekroczenie któregokolwiek z progów powoduje migotanie słupka pomiarowego. Bargrafy prezentowane są na monitorze monochromatycznym.

## 5.10. Archiwizacja i raportowanie

**Archiwizacja zdarzeń** obejmuje wszystkie wytypowane dla obiektu sygnały alarmów niesprawności czy określonych sygnałów obiektowych, np. załączenia wytypowanych napędów. Dla każdego archiwizowanego zdarzenia podano datę i godzinę jego wystąpienia. Zdarzenia zapamiętywane są w kolejności chronologicznej. Jeżeli wcześniej operator wytypował hierarchię ważności prezentowanych alarmów (patrz opis alarmów), to selekcja ta obowiązuje także przy przeglądaniu archiwum. Zmiana hierarchii ważności oglądanych w archiwum zdarzeń pozwala na mniej lub bardziej szczegółową kontrolę pracy systemu w danym przedziale czasu. Wybór operacji przeglądania archiwum, jak i wybór daty i godziny początkowej, od której zdarzenia będą prezentowane, dokonywany jest za pomocą tabletu w sposób analogiczny jak dla trendów. Tablet udostępnia także klawisze poruszania się w przód i w tył po osi czasu. Okres czasu, za który przechowywane są informacje, ograniczony jest pojemnością archiwum. Wytypowana grupa zdarzeń jest na bieżąco raportowana na drukarce, pozostałe zdarzenia można drukować po ich wyborze z archiwum (patrz wydruk trendów).

Archiwizacji podlegają wszystkie sterowania zdalne, dokonywane za pomocą systemu sterownikowego. Operacje te podzielono na następujące grupy:

- załączenia/wyłączenia napędów** - pamiętane jest oznaczenie napędu, data i godzina operacji,
- zamykanie/otwieranie zaworów pneumatycznych** - pamiętany jest symbol zaworu, rodzaj operacji oraz czas systemowy,
- zamykanie/otwieranie zasuw z napędem elektrycznym** - pamiętany jest symbol zasuw, rodzaj operacji oraz czas systemowy,
- zamykanie/otwieranie zaworów regulacyjnych** - odnotowywany jest jedynie stan układu regulacji w momencie opuszczania stacyjki sterowania zaworem regulacyjnym: stan przełącznika automatyka/ręczny, procent otwarcia zaworu, wartość mierzona i wartość zadana oraz czas systemowy,
- wybór i zniesienie wyboru działania układów samoczynnego zadziałania rezerwy,**
- wybór przełączników systemowych.**

**Archiwizacja technologiczna** stanu obiektu pozwala na oglądanie i drukowanie stanu obiektu pod kątem technologii (wybrane pomiary analogowe) w stałym przedziale czasu (jedna godzina). Wybór właściwego raportu dokonywany jest w ten sam sposób co wybór archiwum

działania operatora. Inne działania dotyczące operacji na archiwum wymagają znajomości hasła i dostępne są jedynie dla operatora uprzywilejowanego.

### 5.11. Diagnostyka systemu

Diagnostyka pracy systemu sterownikowego możliwa jest z poziomu głównej planszy programu. Plansza ta przedstawia w sposób symboliczny rozmieszczenie sterowników na obiekcie oraz wskazuje na podstawowe parametry związane z prawidłową pracą systemu.

Pod symbolem każdego ze sterowników umieszczono trzy pola:

**N10** - czerwony kolor tego pola sygnalizuje brak komunikacji sieciowej z danym sterownikiem. Przyczyną alarmu może być uszkodzenie bądź zawieszenie się modułu sieciowego sterownika, zerwanie łącza lub też zakłócenie elektromagnetyczne transmisji. Ostatnia z wymienionych przyczyn związana jest z normalną eksploatacją sieci w warunkach przemysłowych. Jeżeli przyczyną utraty komunikacji jest wystąpienie zakłócenia elektromagnetycznego, to awaria taka ma charakter chwilowy i ustąpi samoczynnie po ustaniu przyczyny ją wywołującej (zakłócenia). Czas regeneracji żetonu i ponownego nawiązywania komunikacji trwa zazwyczaj kilkadziesiąt sekund. Trwały brak komunikacji ze wszystkimi sterownikami jednocześnie może być spowodowany między innymi zawieszeniem się karty sieciowej komputera.

**CONFIG** - czerwony kolor pola oznacza błędy w konfiguracji danego sterownika. Błędy te mogą być spowodowane fizycznym uszkodzeniem któregoś z modułów sterownika. Szczegółowa diagnostyka uszkodzeń sterownika podana została w Dokumentacji Techniczno-Rozruchowej odpowiednich urządzeń.

**I/O POWER** - czerwony kolor pola oznacza błąd zasilania któregoś z modułów wejścia/wyjścia w obrębie wyróżnionego sterownika. Błąd ten może być spowodowany przepaleniem bezpiecznika, awarią zasilacza bądź też awarią samego modułu.

### LITERATURA

- [1] Cupek R.: Wizualizacja systemów automatycznego sterowania, Zeszyty Naukowe Pol. Śl., z.23, Gliwice 1993.
- [2] Praca zbiorowa: Rozproszone systemy komputerowe, Wydawnictwo PRO-net, Gliwice 1994.
- [3] ALSPA P1200 - DPS 51302. MASSY 1992. Wydawnictwo firmowe CEGELEC.

Recenzent: Dr inż. Ryszard Winiarczyk

Wpłynęło do Redakcji 29 listopada 1994 r.

## Abstract

This paper try to show problems connected with visualization of decentralized automatic control systems. There were described four levels for using visualization (fig.1): from the level of industrial tool, single PLC, visualisation on the level of local factory network to global visualisation.

This was described problems with constructing control stations for segment of local or sublocal factory network (fig.2, fig.3, fig.4). There were also described problems with filtration of transmitted data and projecting the scenary of visualization and monitoring of alarms.

The second part of this paper describe solution of this problems in a real application: station of tratment water for Power Plant Trebovice in Czech Republic (fig.5). This was described control and supervision centre for segment of manufactory network, and methods for visualization flow for sequential control algorithms for single PLC.