

STEROWANIE ORAZ WIZUALIZACJA PROCESEM TECHNOLOGICZNYM W OBIEKTACH SZKLARNIOWYCH

Kazimierz Rutkowski, Krzysztof Grodny

Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie.

Streszczenie. Przedmiotem pracy była analiza nowo wdrożonego systemu sterowania i wizualizacji w obiekcie szklarniowym o powierzchni 0,5 ha. W opisywanym obiekcie system sterowania oparty jest na sterownikach PLC firmy Siemens S-5 oraz S-7 (ang. *Programmable Logic Controller*). Każdy ze sterowników wyposażony jest w układy wejściowe i wyjściowe do podłączania standardowych, fizycznych sygnałów automatyki. Przejrzysta i ergonomiczna wizualizacja połączona z możliwością wprowadzania zmian w pracy urządzeń wykonawczych z poziomu operatorskiego oraz zdalne sterowanie poprzez łącza internetowe procesem produkcji jest obecnie jednym z elementów nowoczesnego zarządzania, opartego na optymalizacji kosztowej procesu.

Słowa kluczowe: szklarnia, czujnik, temperatura, system grzewczy, sterowanie

Wstęp

Wolny rynek stawia przed producentami żywności wysokie wymagania. W uprawie pod osłonami, gdzie znaczący wpływ na cenę produktu ma ilość zużytej energii istotnym czynnikiem jest korelacja między nakładami energetycznymi a wielkością i jakością produkcji. Nowoczesna technologia uprawy stawia wysokie wymagania pod względem parametrów technicznych obiektów i urządzeń stosowanych w produkcji szklarniowej. W znacznej mierze poprawność działania tych urządzeń gwarantuje wysoki i dobrej jakości plon. Zapewnienie roślinom odpowiedniego klimatu w zależności od fazy rozwoju i warunków zewnętrznych przyczynia się do obniżenia jednostkowych nakładów. Mikroklimat wokół rośliny (temperatura powietrza, wilgotność powietrza, prędkość ruchu powietrza) to podstawowa wielkość fizyczna, którą należy zapewnić na odpowiednim poziomie z punktu widzenia technicznego w nowoczesnych obiektach szklarniowych. Wprowadzanie nowych systemów grzewczych, sposób ich sterowania nie zawsze spełnia stawiane wymagania. Uzyskane wyniki badań stanowią punkt odniesienia przy dalszej modernizacji szklarni, która w oparciu o nasze spostrzeżenia będzie mogła być wdrażana. W odróżnieniu od powszechnie stosowanych systemów sterowania wdrażany system daje nieograniczone możliwości rozbudowy oraz integracji w jednym module wszystkich nowoczesnych systemów zarządzania produkcją, począwszy od planowania produkcji (receptury dokarmiania roślin, mikroklimat w szklarni, ogrzewanie) poprzez bezpośredni nadzór na infrastrukturze technicznej obiektu do gospodarki magazynowej. Jedyne ograniczenia to ograniczenia wynikające z czasu potrzebnego na wdrożenia kolejnych modułów

uwzględniające indywidualne potrzeby właściciela obiektu. Poważniejszymi barierami w wdrażaniu takiego systemu są bariery mentalne, które niestety dużo trudniej pokonać od napotkanych problemów technicznych.

Cel i zakres pracy

Zdalne śledzenie oraz sterowanie parametrów technicznych urządzeń stosowanych w obiektach szklarniowych pozwala na bieżąco podejmować decyzje i wprowadzać je do procesu produkcji. Zaletą zaprojektowanego systemu jest możliwość doposażenia istniejących urządzeń sterujących w dodatkowe czujniki, umożliwiające pełną wizualizację procesu. System ten ma na celu umożliwienie przejrzystej i ergonomicznej wizualizacji oraz stworzenie możliwości wprowadzenia zmian w urządzeniach wykonawczych z poziomu operatorskiego [Siemens AG 2003; Simatic HMI 2008]. Wykonany system sterowania i wizualizacji umożliwia zdalne sterowanie z dowolnego punktu (poprzez łącza internetowe) procesem produkcji. Istnieje możliwość bieżącej konsultacji ze specjalistami z dziedziny produkcji pod osłonami poprzez bezpośredni dostęp do danych procesowych. Całościowy i szybki obraz nastaw pozwala na śledzenie efektów zmian i bieżącą korektę w oparciu o dane archiwalne zapisywane w pamięci systemu. Zaprojektowany system obecnie służy do obsługi procesu produkcyjnego w szklarni o powierzchni 0,5 ha. System ten jest systemem otwartym o nieograniczonych możliwościach rozbudowy przez co, możliwa jest jego łatwa integracja z nowo powstającymi obiektami szklarniowymi oraz całą infrastrukturą techniczną badanego gospodarstwa ogrodniczego.

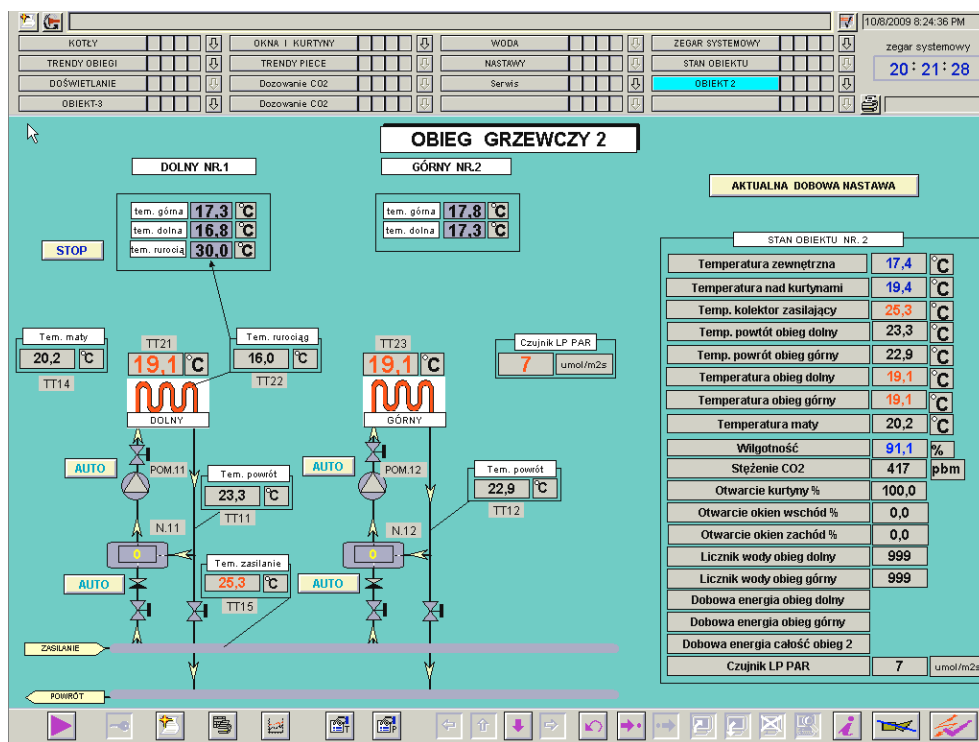
Zakres prac obejmuje kompleksową modernizację systemu sterowania, w skład którego wchodzi:

- sterowanie i wizualizacja kotłów grzewczych wraz z systemem zładu grzewczego.
- sterowanie i wizualizacja mikroklimatem szklarni.
- sterowanie systemem dokarmiania roślin.
- archiwizacja danych procesu technologicznego.
- wizualizacja oraz sterowanie poprzez globalną sieć Internet.

Opis systemu sterowania i wizualizacji

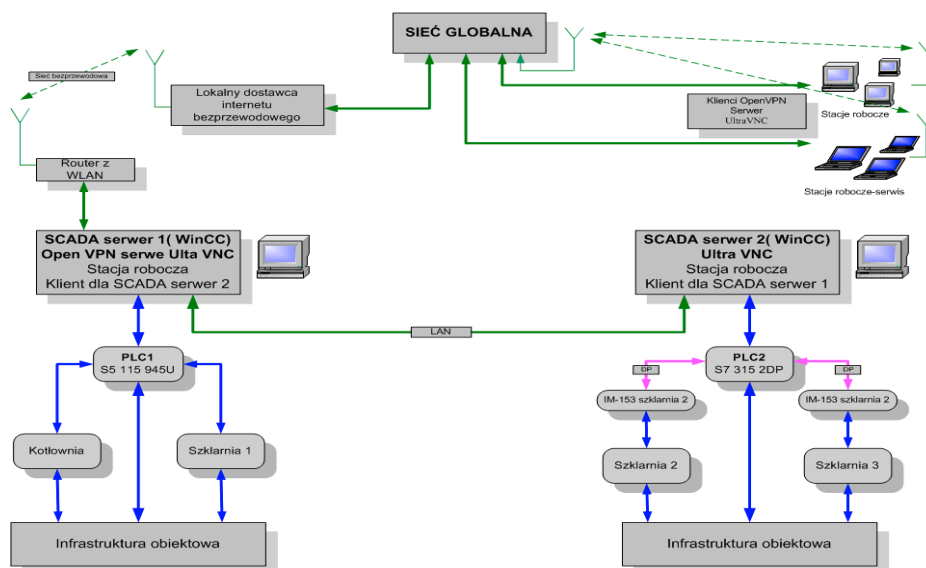
W objętym badaniami obiekcie, system sterowania oparty jest na sterownikach PLC firmy Siemens S-5 oraz S-7 (ang. *Programmable Logic Controller*) [Siemens AG 2003, Simatic S7 2006]. Każdy ze sterowników wyposażony jest w układy wejściowe i wyjściowe do podłączania standardowych, fizycznych sygnałów automatyki. W obiekcie tym, sterowniki dodatkowo wykorzystują system rozproszonego sterowania za pomocą przemysłowej sieci Profibus-DP. Zastosowanie takiego rozwiązania pozwala na szybką i ekonomiczną komunikację pomiędzy sterownikami przemysłowymi a rozproszonymi urządzeniami wejścia-wyjścia, ograniczając znacznie ilość okablowania strukturalnego, mającego bezpośredni wpływ na koszt wdrożenia systemu. Na serwerach została zainstalowana SCADA (ang. *Supervisory Control And Data Acquisition*) firmy Siemens WinCC wersja 6.1. [Siemens AG 2003, Simatic HMI 2008], której zadaniem jest zbieranie aktual-

nych danych o stanie obiektu (pomiarów), ich wizualizację, alarmowanie oraz archiwizację danych. Dla uzyskania przejrzystości, system składa się z kilkunastu masek technologicznych, które uporządkowano według ważności czynników mających wpływ na efektywność prowadzonego procesu produkcji. Na rysunku nr.1 przedstawiono przykładową maskę technologiczną z opisywanego obiektu szklarniowego z funkcjonalnym podziałem na różne obszary. Obszar pierwszy to pasek u góry ekranu, który jest miejscem zarezerwowanym dla komunikatów alarmowych. W oknie tym pojawiają się wcześniej zdefiniowane komunikaty o stanach alarmowych i awaryjnych obiektu (np. zadziałanie zabezpieczenia termicznego pompy obiegowej nr.1). Poniżej znajdują się przyciski z nazwami, służące do zmiany aktywnego obrazu synoptycznego prezentowanego w środkowej części ekranu. Za pomocą tych przycisków możemy w prosty i przejrzysty sposób poruszać się po całym opisywanym obiekcie. Dolny pasek jest paskiem systemowych przycisków o intuicyjnym interfejsie, służącym do bezpośredniego zarządzania programem. Elastyczność tego systemu wizualizacji daje nieograniczone możliwości dla projektanta i technologa w doborze najbardziej ergonomicznych warunków dla prezentacji stanu obiektu i jego starowania.



Rys. 1. Przykładowa maska technologiczna opisywanego obiektu szklarniowego
Fig. 1. Sample technological mask of the described greenhouse facility

Dodatkowo na jednym z serwerów zostało zainstalowane oprogramowanie OpenVPN Server, służące do tworzenia połączenia pomiędzy siecią lokalną a zdalnymi stacjami roboczymi za pomocą Internetu. Do komunikacji pomiędzy serwerami a stacjami klienckimi wykorzystano sieć LAN ze standardowym protokołem TCP/IP. Dział użytkownika korzystanie z oprogramowania OpenVPN sprowadza się do uruchomienia programu OpenVPN na komputerze posiadającym dostęp do Internetu. Program po uruchomieniu automatycznie tworzy wirtualne połączenia z siecią lokalną (obiekt szklarniowy). Wykorzystanie sieci wirtualnej pozwala na dostęp do zasobów sieci lokalnej z każdego miejsca na świecie mającego dostęp do Internetu. Do szyfrowania danych i autoryzacji komputerów w sieci zbudowanej za pomocą OpenVPN wykorzystywane są protokoły SSL/TLS oraz system certyfikatów generowanych na serwerze. W celu zaoszczędzenia licencji WinCC oraz ułatwienia obsługi dla użytkowników znajdujących się poza terenem szklarni, zainstalowano na każdym z komputerów zestaw UltraVNC (serwer + klient), pozwalające w szybki sposób na podgląd pulpitu danego komputera, oraz łatwe przesyłanie plików pomiędzy komputerami. Podgląd pulpitu umożliwia sterowanie procesem ze zdalnych stacji klienckich bez konieczności dodatkowego instalowania na komputerach kosztownego pakietu WinCC. Przejęcie obrazu pulpitu ogranicza ilość danych przesyłanych do komputera (tylko obraz pulpitu). Zastosowanie powyższych technologii informatycznych pozwala użytkownikowi obiektu produkcyjnego na stałą kontrolę i sterowanie procesem technologicznym z dowolnego miejsca wyposażonego w punkt dostępowy do Internetu. Rozwiązanie to umożliwia zdalne świadczenie usług serwisowych, diagnostykę, a nawet usunięcie usterki bez konieczności dojazdu do obiektu. Na rysunku 2 przedstawiono jest schematycznie ideę działania systemu.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Schemat ideowy sytemu zdalnego sterowania obiektem szklarniowym
Fig. 2. Schematic diagram of remote control system for greenhouse facility (own study)

Opis rysunku nr. 2

Sieć globalna – globalna sieć Internet o zasięgu światowym również bezprzewodowa (np. dostęp poprzez telefon komórkowy).

Lokalny dostawca Internetu bezprzewodowego- lokalny dostawca usług internetowych (system radiowy-bezprzewodowy).

Stacje robocze- komputery służące do komunikacji z systemem wizualizacji np: komputer domowy za pomocą którego, łączymy się z badanym obiektem.

Sieć bezprzewodowa- bezprzewodowa sieć lokalnego dostawcy Internetu.

Router WLAN- urządzenie służące do połączenia lokalnej sieci przemysłowej LAN poprzez radio z dostawcą usługi internetowej. Posiada również funkcję bezpieczeństwa (szyfrowania danych).

SCADA serwer (WinCC) – SCADA - wizualizacja. **SCADA** z języka angielskiego *Supervisory Control And Data Acquisition* oznacza system nadzorujący przebieg procesu technologicznego lub produkcyjnego. Jego główne funkcje obejmują zbieranie aktualnych danych (pomiarów), ich wizualizację, sterowanie procesem, alarmowanie oraz archiwizację danych. **WinCC** - to jeden z systemów SCADA który został zaimplementowany w naszym rozwiązaniu. Posiada w swojej strukturze serwer bazy danych do obsługi sterowników PLC (receptury, wartości zadane, parametry obiektu, archiwum itp.).

Sterownik PLC. Jest to swobodnie programowana jednostka arytmetyczno-logiczna realizująca algorytm, który został w niej umieszczony. **PLC (Programowalny Sterownik Logiczny)** (ang. *Programmable Logic Controller*) – mikroprocesorowe urządzenie sterujące układami automatyki. PLC wykonuje w sposób cykliczny program zapisany w jego pamięci. Algorytm działania PLC zapisywany jest w jednym ze specyficznych dla tego rodzaju urządzeń języków programowania. Istnieje możliwość zmiany algorytmu przez wymianę programu. Powszechnie obowiązujące konwencje w zakresie sterowników programowalnych opisuje norma IEC 61131. Największe znaczenie praktyczne ma arkusz 3 tej normy (IEC 61131-3), definiujący zasady i języki programowania.

Kotłownia, szklarnia są fizycznymi obiektami w których umieszczono elementy systemu sterowania (czujniki temperatur, wilgotności, przetworniki, okablowanie itp.
- infrastruktura obiektowa)

IM-153 jest to moduł komunikacyjny z rozproszonym systemem wejść-wyjść.

Profibus-DP służy do szybkiej i ekonomicznej komunikacji pomiędzy sterownikami przemysłowymi i rozproszonymi urządzeniami wejścia/wyjścia. Jest odpowiedni dla transmisji szeregowej, w której może być wykorzystywany sygnał napięciowy lub prądowy. Podczas transmisji możliwa jest synchronizacja wejść i wyjść urządzeń.

Wnioski

1. Zaprojektowany system umożliwia w bezpieczny sposób nadzór i sterowanie procesem produkcyjnym poprzez globalną sieć Internet.
2. System ten pozwala na ograniczenie zatrudnienia osób bezpośrednio biorących udział w procesie produkcji.

3. Możliwość bezpośredniego nadzoru procesu produkcyjnego zwiększa mobilność i odpowiedzialność obsługi technicznej.
4. Archiwizacja danych produkcyjnych ułatwia prowadzenie procesu optymalizacji produkcji.

Bibliografia

Maria Wysocka-Owczarek. 2001. Pomidory pod osłonami, Hortpress Sp. z o.o. ISBN 83-86384-84-0.
Siemens AG 2003. Simatic HMI. 2008. Manual WinCC V6 Pierwsze Kroki. Warszawa. Maszynopis.
Siemens AG 2003. Simatic S7. 2006. Podstawy programowania w STEP 7. Warszawa. Maszynopis.

CONTROL AND VISUALISATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS IN GREENHOUSE FACILITIES

Abstract. The subject of the work was to analyse the newly implemented control and visualisation system in a greenhouse facility with total area of 0.5 ha. In the described facility control system is based on controllers manufactured by Siemens: S-5 and S-7 (Programmable Logic Controllers). Each of them is equipped with input and output systems allowing to connect standard, physical signals from automatics. Clear and ergonomic visualisation combined with capacity to introduce modifications in operation of executive equipment from operator's level, and remote control over production process via Internet links is currently one of elements of modern management based on cost optimisation for the process.

Key words: greenhouse, sensor, temperature, heating system, control

Adres do korespondencji:

Kazimierz Rutkowski; e-mail: k.rutkowski@ur.krakow.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków