

SYSTEM STEROWANIA CZYNNIKAMI WZROSTU ROŚLIN W SZKLARNI

Ewa Wachowicz

Katedra Automatyki, Politechnika Koszalińska

Streszczenie: W pracy przedstawiona zostanie propozycja systemu sterowania, wykorzystującego układy sterowania adaptacyjnego oraz dwupołożeniowego do regulacji czynników wzrostu roślin w szklarni. Przedmiotem rozważań będzie budowa i funkcjonowanie warstwy sterowania bezpośredniego oraz warstwy sterowania adaptacyjnego układów sterowania adaptacyjnego zastosowanych w szklarni.

Słowa kluczowe: szklarnia, parametry technologiczne, sterowanie, sterowanie adaptacyjne

Wykaz oznaczeń

- e – uchyb regulacji,
- u – sygnał sterujący,
- u' – sygnał sterujący na wyjściu regulatora,
- y – wielkość regulowana,
- y_o – wielkość zadana,
- y_m – wielkość regulowana zmierzona przez element pomiarowy,
- z – zakłócenie,
- δ – dopuszczalna wartość odchyłki.

Wprowadzenie

W uprawie roślin w szklarni należy zapewnić odpowiednie czynniki wzrostu tak, aby umożliwić im wysoki plon oraz by ten plon był dobrej jakości. Aby te oczekiwania mogły być zrealizowane, konieczne jest zainstalowanie w szklarni odpowiednich urządzeń technicznych oraz systemu sterowania tymi urządzeniami. Dzięki temu możliwe będzie zapewnienie w szklarni najkorzystniejszych warunków dla uprawy roślin. Warunki te określają wymagane wartości czynników wzrostu roślin [Dobrzańska 1987]. Czynniki te są:

- temperatura i wilgotność względna powietrza wewnętrznego,
- temperatura i zawartość wody w podłożu,
- zawartość CO₂ w powietrzu,
- natężenie światła.

Ponieważ wymagania odnośnie czynników wzrostu roślin zależą od: gatunku, odmiany w ramach gatunku oraz fazy rozwoju hodowanych roślin, dlatego w pracy nie podano

wartości lub przebiegów wymienionych wyżej parametrów. Zapewnienie wymaganych wartości lub przebiegów czynników wzrostu uprawianych roślin jest zadaniem sterowniczym dla systemu sterowania, zainstalowanego w szklarni.

Celem pracy było opracowanie koncepcji systemu sterowania, gwarantującego dokładną regulację czynnikami wzrostu roślin w szklarni.

Krytyczna analiza aktualnie stosowanych w szklarniach układów sterowania

Aktualnie do sterowania czynnikami wzrostu roślin w szklarniach wykorzystywane są układy sterowania wyposażone w komputery klimatyczne. Istnieje wiele typów komputerów klimatycznych (np.: komputer klimatyczny typu CAPI 1000 firmy Iberned, komputery typu MAXICLIM 2004 i MICRO 2500 firmy Anjou Automation). Różnią się one ilością sterowanych parametrów, liczbą obsługiwanych bloków szklarniowych, liczbą czujników pomiarowych, a także oprogramowaniem. Możliwości sterownicze tych układów sterowania są podobne. Opisane one zostaną na przykładzie układu, w skład którego wchodzi komputer klimatyczny MAXICLIM 2004 firmy Anjou Automation.

Układ ten wyposażony jest w następujący zestaw czujników do pomiaru parametrów klimatu wewnątrz i na zewnątrz szklarni:

- czujniki temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnątrz obiektu,
- czujnik temperatury podłoża,
- czujniki kierunku i prędkości wiatru,
- czujnik deszczu,

a ponadto w:

- czujnik temperatury wody w instalacji do ogrzewania podłoża,
- czujnik temperatury wody w instalacji służącej do ogrzewania powietrza,
- czujnik natężenia oświetlenia.

Układ sterowania wyposażony w komputer klimatyczny realizuje takie funkcje, jak:

- sterowanie wietrzeniem dachowym, z uwzględnieniem kierunku wiatru,
- sterowanie zasłoną cieniującą-termoizolacyjną lub/i zaciemniającą,
- sterowanie ogrzewaniem powietrza i podłoża,
- kontrola wilgotności powietrza,
- kontrola temperatury podłoża,
- sygnalizacja wystąpienia stanów alarmowych.

Komputer, sterujący klimatem w szklarni, zbiera z zainstalowanych czujników pomiarowych informacje na temat warunków panujących wewnątrz i na zewnątrz szklarni. Następnie analizuje i przetwarza te informacje. Komputer klimatyczny może sterować działaniem: kotłów grzewczych, zaworów mieszających, pomp, silników cieniówek i wietrzników, wentylatorów. Ponadto umożliwia realizację doświetlania szklarni oraz regulacji stężenia dwutlenku węgla w powietrzu wewnątrz szklarni.

Komputery klimatyczne dają możliwość graficznego przedstawienia zmian parametrów klimatu w szklarni oraz pozwalają na archiwizację stanów pracy urządzeń. Mogą być sterowane i programowane za pomocą komputera stacjonarnego, laptopa czy palmtopa za pośrednictwem lokalnej sieci bezprzewodowej. W przypadku awarii, komputer wysyła wiadomość SMS na telefon komórkowy osoby odpowiedzialnej za obsługę systemu sterowania w szklarni.

Wadą aktualnie stosowanych systemów sterowania w szklarniach, w tym opisanego wyżej systemu, jest to, że nie zapewniają one dokładnej regulacji parametrami technologicznymi szklarni. Wynika to stąd, iż podczas sterowania wykorzystywane są zazwyczaj mało dokładne układy regulacji dwupołożeniowej lub układy regulacji ciągłej z regulatorami PID (proporcjonalno-całkująco-różniczkującymi). Podczas projektowania układów regulacji ciągłej zakłada się stałość właściwości dynamicznych procesu technologicznego i regulatora. Gwarantuje to wymaganą dokładność i jakość regulacji. Jednakże podczas uprawy roślin właściwości procesu technologicznego zmieniają się, wraz z ich wzrostem i rozwojem. Zatem po zmianie właściwości dynamicznych procesu technologicznego, właściwości dynamiczne regulatora nie są już do nich „dopasowane”. Powoduje to pogorszenie dokładności i jakości regulacji parametrami technologicznymi, a tym samym obniżkę plonów i pogorszenie się ich jakości [Krzysiński 2005].

Wydaje się, że powyższy mankament można wyeliminować, jeśli do sterowania czynnikami wzrostu roślin w szklarni zastosuje się układy sterowania adaptacyjnego.

Struktura i funkcjonowanie adaptacyjnego systemu sterowania czynnikami wzrostu roślin w szklarni

W proponowanym w niniejszej pracy systemie, sterowanie zawartością dwutlenku węgla oraz natężeniem światła realizowane będzie z wykorzystaniem dwupołożeniowych układów regulacji. Dwupołożeniowe układy sterowania są znane i powszechnie stosowane, dlatego nie będą przedmiotem dalszych rozważań. W celu uzyskania poprawy dokładności i jakości regulacji parametrów technologicznych szklarni w postaci: temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnętrznego oraz temperatury i zawartości wody w podłożu proponuje się zastosowanie do sterowania nimi adaptacyjnych układów sterowania.

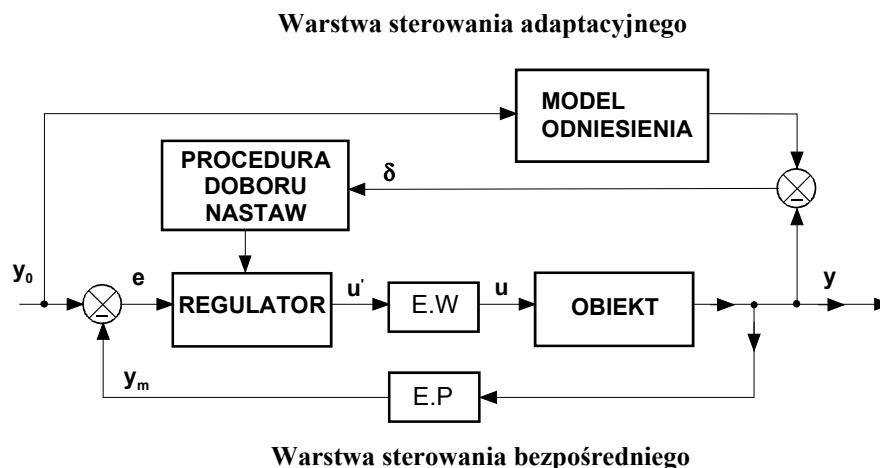
Idea sterowania adaptacyjnego

Na rysunku 1 pokazano schemat blokowy adaptacyjnego układu sterowania jednym z czynników wzrostu roślin w szklarni.

Adaptacyjny układ sterowania, wchodzący w skład systemu sterowania czynnikami wzrostu roślin w szklarni, złożony jest z dwóch warstw: warstwy sterowania bezpośredniego oraz warstwy sterowania adaptacyjnego. Warstwę sterowania bezpośredniego stanowi układ regulacji ciągłej, w skład którego wchodzi komputer klimatyczny. Układ ten realizuje algorytm sterowania PID (proporcjonalno-całkująco-różniczkujący). Warstwę adaptacyjną stanowi dodatkowe oprogramowanie komputera, umożliwiające przeprowadzenie badań symulacyjnych procesu technologicznego uprawy roślin w szklarni z wykorzystaniem modelu odniesienia.

Sygnal wyjściowy y z procesu technologicznego (obiektu sterowania), porównywany jest z wyliczonym podczas badań symulacyjnych sygnałem wyjściowym z modelu. Jeśli wystąpi różnica pomiędzy tymi sygnałami, przekraczająca założoną wartość δ , oznacza to, że nastąpiła zmiana właściwości dynamicznych procesu technologicznego i konieczne jest uruchomienie procedur doboru nowych nastaw regulatora PID tzn.: współczynnika wzmocnienia proporcjonalnego k_p , czasu całkowania T_i , czasu różniczkowania T_d .

Dzięki temu właściwości dynamiczne regulatora dostosowane będą do zmienionych właściwości procesu technologicznego, a tym samym regulacja będzie dokładna i będzie posiadała wymaganą jakość w stanie nieustalonym. W dalszej części pracy szerzej opisane zostaną obie warstwy sterowania, z których złożony jest system sterowania.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Schemat blokowy adaptacyjnego układu sterowania. Oznaczenia: EW – elementy wykonawcze, EP – elementy pomiarowe

Fig. 1. Block diagram showing adaptive control system. Symbols: EW – executive elements, EP – measuring elements

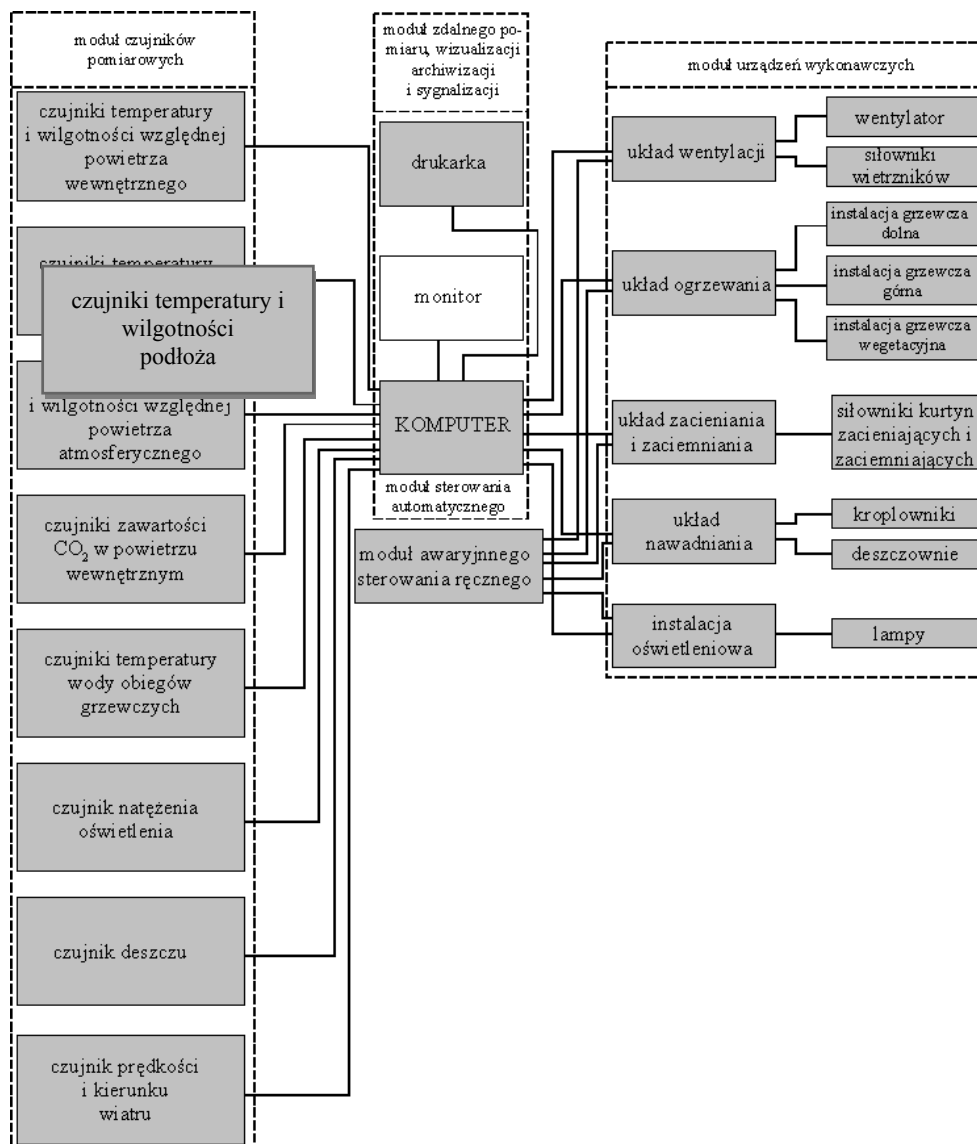
Warstwa sterowania bezpośredniego systemu

Schemat blokowy warstwy sterowania bezpośredniego systemu sterowania czynnikami wzrostu roślin w szklarni pokazano na rysunku 2. W skład warstwy wchodzi następujące moduły:

1. moduł czujników pomiarowych, złożony z czujników: temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnętrznego, temperatury i zawartości wody w podłożu, temperatury i wilgotności względnej powietrza atmosferycznego, zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wewnętrznym, temperatury wody obiegów grzewczych, natężenia światła, obecności deszczu oraz prędkości i kierunku wiatru;
2. moduł sterowania automatycznego, zawierający: komputer, monitor i drukarkę, umożliwiającą realizację: sterowania, monitoringu, wizualizacji oraz sygnalizacji;
3. moduł awaryjnego sterowania ręcznego urządzeniami wykonawczymi;
4. moduł urządzeń wykonawczych, zawierający urządzenia wchodzące w skład układów: wentylacji (wentylator i siłowniki przepustnic), ogrzewania, zaciemniania (siłowniki kurtyn zaciemniających i zaciemniających), nawadniania (kroplowniki, deszczownie) oraz oświetlenia.

Działanie układów sterowania czynnikami wzrostu roślin w szklarni, wchodzącymi w skład warstwy sterowania bezpośredniego, jest podobne do działania aktualnie stosowanych układów sterowania, wyposażonych w komputer klimatyczny.

System sterowania...



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Schemat blokowy warstwy sterowania bezpośredniego systemu sterowania czynnikami wzrostu roślin w szklarni
 Fig. 2. Block diagram showing direct control layer of the system controlling factors determining growth of plants in a greenhouse

Warstwa sterowania adaptacyjnego

Warstwę sterowania adaptacyjnego stanowi dodatkowe oprogramowanie komputera. W skład oprogramowania warstwy sterowania adaptacyjnego wchodzi: model odniesienia oraz moduł procedur doboru nastaw regulatorów. Modelem odniesienia w proponowanym systemie sterowania jest lingwistyczny model procesów zachodzących w szklarni. Opisano go w pracy [Wachowicz 2006]. Model ten umożliwia przeprowadzenie badań symulacyjnych. W wyniku przeprowadzonych badań uzyskuje się przebiegi: temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnętrznego oraz temperatury i zawartości wody w podłożu. Przebiegi te są wykorzystywane przez adaptacyjne układy sterowania wymienionymi wyżej parametrami. Każdy z tych układów wykorzystuje swój własny moduł doboru nastaw regulatora PID.

Podsumowanie

Przedstawiony w pracy system sterowania może w pełni realizować wymagania odnośnie czynników wzrostu roślin w szklarni. Zastosowanie adaptacyjnego systemu sterowania, dzięki możliwości samoczynnego przystosowywania się właściwości dynamicznych regulatora PID do zmieniających się właściwości dynamicznych procesu technologicznego, gwarantuje uzyskanie dokładniejszej regulacji czynników wzrostu roślin w szklarni (temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnętrznego, temperatury podłoża oraz zawartości wody w podłożu). Zdolności takiej nie posiadają aktualnie stosowane w szklarniach systemy sterowania. Wydaje się, że dzięki dokładniejszej regulacji możliwe będzie uzyskanie wyższych i lepszej jakości plonów.

Bibliografia

- Krzesiński W.** 2005. Zasady sterowania klimatem z wykorzystaniem komputerów. *Hasło Ogrodnicze*. Nr 4. s. 3-8.
- Kurpaska S.** 2007. Szklarnie i tunele. Inżynieria i procesy. PWRiL. Warszawa. ISBN 978-83-09-01024-1.
- Tatjewski P.** 2002. Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych. *Struktury i algorytmy*. AOW EXIT. Warszawa. ISBN 83-87674-43-5.
- Wachowicz E.** 2006. Lingwistyczny model procesów zachodzących w szklarni. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 12(87). Kraków. s. 527-536.

THE SYSTEM FOR CONTROLLING FACTORS DETERMINING GROWTH OF PLANTS IN A GREENHOUSE

Abstract. The paper proposes a control setup using adaptive and two-position control systems for adjustment of factors determining growth of plants in a greenhouse. Considered issues will include design and functioning of direct control layer and adaptive control layer in adaptive control systems used in a greenhouse.

Key words: greenhouse, technological parameters, control, adaptive control

Adres do korespondencji:

Ewa Wachowicz; e-mail: ewa.wachowicz@tu.koszalin.pl
Katedra Automatyki
Politechnika Koszalińska
ul. Raławicka 15/17
75-620 Koszalin