

ANALIZA ENERGETYCZNO-TECHNOLOGICZNA SZKLARNI

Kazimierz Rutkowski

Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie: Na polskim rynku budowanych jest coraz więcej szklarni pochodzących z obrotu wtórnego. Są to szklarnie wyższe od tych budowanych na przełomie lat siedemdziesiątych – osiemdziesiątych. Zapewniają wprawdzie lepszy dostęp światła uprawianym roślinom, ale czy w pełni spełniają oczekiwania producentów warzyw pod względem energochłonności i wymagań technologicznych? W pracy przedstawiono analizę rozkładu temperatur w strefie wegetacji roślin w dwóch typach importowanych szklarni. Oceniono badane obiekty pod względem rozkładu temperatur w strefie wegetacji roślin przy różnych systemach ogrzewania. Analizowane obiekty różniły się wysokością, ilością oraz rozmieszczeniem elementów grzejnych jak też technologią uprawy.

Słowa kluczowe: szklarnie, zużycie ciepła, technologia uprawy, ocena

Wstęp

Cena nośników energetycznych stale rośnie. Stąd też aby zapewnić opłacalność produkcji szklarniowej należy dążyć do zmniejszenia zużycia ciepła, zwiększenia plonu i podniesienia jakości produktu co pozwoli na uzyskanie wyższych dochodów za dostarczany na rynek towar. Spełnienie powyższych warunków wymaga dokładnej znajomości wielu zagadnień występujących w procesie produkcji. Nowoczesne obiekty zapewniające dobry dostęp światła dla roślin a tym samym umożliwiające uzyskanie wysokiego plonu są ponad dwukrotnie wyższe od tych, pochodzących z lat osiemdziesiątych stanowiących większość na terenie naszego kraju. Nowo budowane obiekty szklarniowe często pochodzą z obrotu wtórnego. Posiadają błędy techniczne i technologiczne których naprawa w krajach skąd pochodzą jest nieopłacalna. W Polsce gdzie siła robocza jest tańsza i jest jej nadwyżka można pokusić się o drobne przeróbki poprawiające efektywność produkcji. Zwiększona wysokość szklarni a tym samym powierzchnia osłony w stosunku do powierzchni uprawy przy niewłaściwej eksploatacji często jest przyczyną zwiększonych strat ciepła [Rutkowski 2008]. Szczególnie jest to widoczne w okresie wczesnej wiosny i późnej jesieni. Niejednokrotnie właściciele nowo nabytych obiektów eksploatowanych w naszych warunkach nie znają przyczyn zmniejszonej wydajności produkcji. Szczegółowe badania obiektów szklarniowych zarówno pod względem energetycznym jak też technologicznym pozwalają na wskazanie przyczyn technicznych będących przyczyną zwiększonych kosztów produkcji. Często na podstawie uzyskanych wyników badań właściciel szklarni zostaje przekonany o konieczności modernizacji obiektu. Mając powyższe spostrzeżenia na uwadze oraz kilkunastoletnie doświadczenie w tej branży wydaje się celowym prowadzenie takich badań albowiem prowadzą one w konsekwencji do zmniejszenia nakładów na jednostkę produkcji [Rutkowski 2004]. Ilość zużytego ciepła, wielkość i jakość produkcji decyduje o efektach ekonomicznych a także w następstwie ekologicznych (produktu) danej firmy.

Przedmiot i metodyka badań

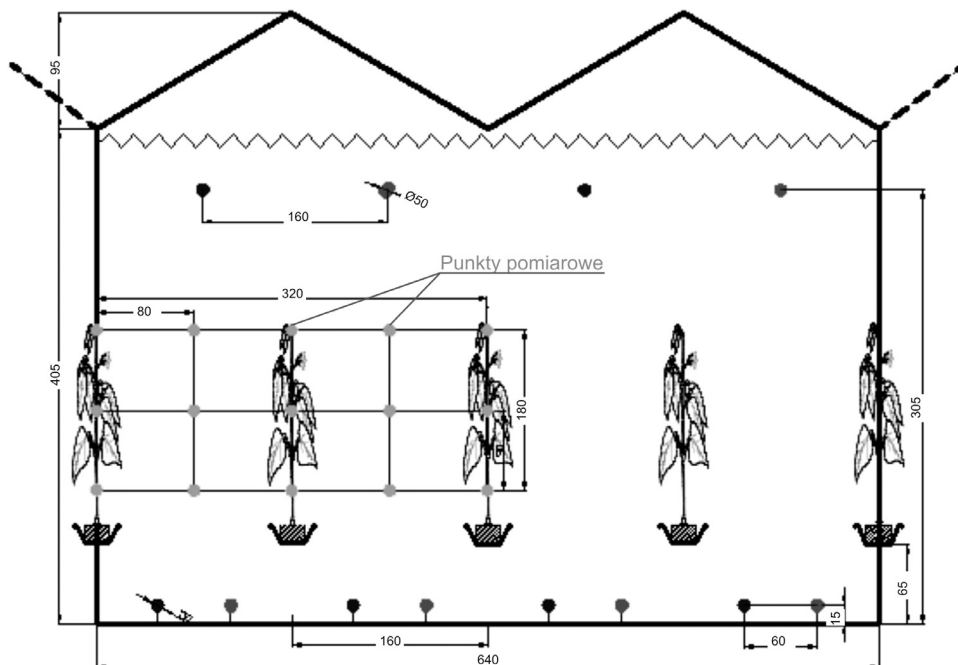
Prowadzone badania obejmują dwa typy szklarni, w których przeprowadzono analizę zużycia ciepła oraz rozkładu temperatur w strefie wegetacji roślin, mającego znaczący wpływ na wielkość i jakość uzyskiwanego plonu. Niezależne sterowanie systemami grzewczymi o różnej bezwładności cieplnej oraz ich rozmieszczenie pozwala na dostosowanie ich pracy do zmiennych warunków klimatu zewnętrznego. Stąd też dla opracowania programu sterowania systemami grzewczymi niezbędna jest znajomość zachowania się danego obiektu i mikroklimatu wewnętrznego w zależności od wyposażenia i zmieniających się warunków zewnętrznych [Zabeltitz 1991]. Optymalny rozkład temperatury wilgotności oraz ruch powietrza w strefie wegetacji roślin jest celem do którego należy dążyć przy ocenie obiektu szklarniowego zarówno pod względem uprawy jak też energetycznym. Nowe szczegółowe wytyczne dotyczące uprawy roślin szklarniowych [Owczarek 2001] stawiają duże wymagania w zakresie mikroklimatu wewnętrznego. On zapewnić ma roślinom optymalne warunki rozwoju, zaś służby energetyczne mają dążyć do tego aby osiągnąć założony cel przy minimalnym zużyciu ciepła i materiałów.

Założony cel realizowany jest w trakcie prowadzonych badań empirycznych.

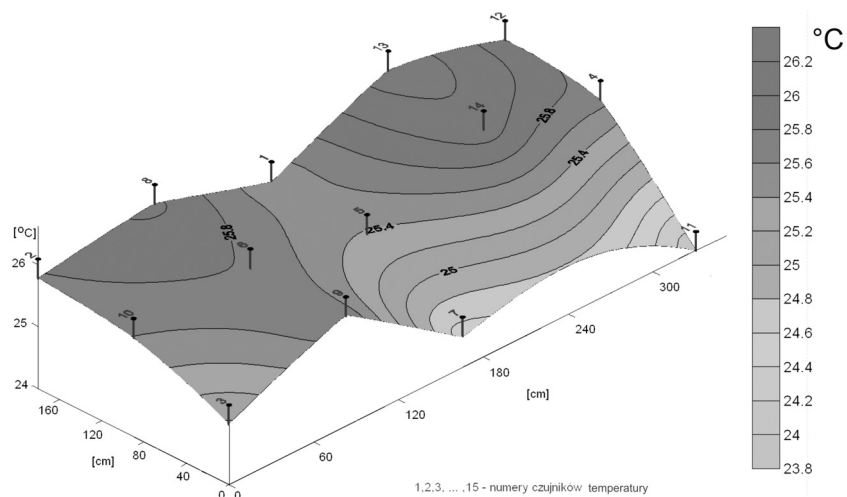
Badaniami objęto obiekty szklarniowe o powierzchniach 5100 m² i 4600 m². Wybrane szklarnie posiadały jednakową szerokość nawy wynoszącą 6,4 m. Zasadnicza różnica w konstrukcji i wyposażeniu badanych obiektów to wysokość szklarni oraz ilość i rozmieszczenie elementów grzejnych. Obiekt nr 1 (rys. 1) posiadał wysokość (mierzoną do okapu) 4 m i posiadał w jednej nawie 8 rur grzewczych umieszczonych nad podłogiem (ogrzewanie przygruntowe) i 4 rury grzewcze stanowiące tzw. ogrzewanie górne umieszczone na wysokości 3,05 m.

W obiekcie nr 2 wysokość mierzona do okapu szklarni wynosiła 3,5 m, zaś ilość elementów grzewczych była większa. Ogrzewanie przygruntowe było identyczne jak w obiekcie nr 1, zaś ogrzewanie górne stanowiło średnio w szklarni 5 rur na jedną nawę. Dodatkowo przy słupach podporowych nawy znajdowały się po 2 rury umieszczone na wysokości 52 cm (pod rynnami uprawowymi) (rys. 3). Poszczególne obwody stosowane w tym systemie grzewczym posiadały niezależny układ regulacji temperatury. W przeliczeniu na jednostkę powierzchni szklarnia nr 2 posiada o 17% wydajniejszy system grzewczy. Należy także zwrócić uwagę na występujące różnice w rozmieszczeniu elementów grzewczych w szklarni w stosunku do rozmieszczenia rzędów roślin (rys. 1. i 3). Elementy grzewcze umieszczone u góry szklarni mają za zadanie wyrównanie rozkładu temperatur w dolnej strefie szklarni.

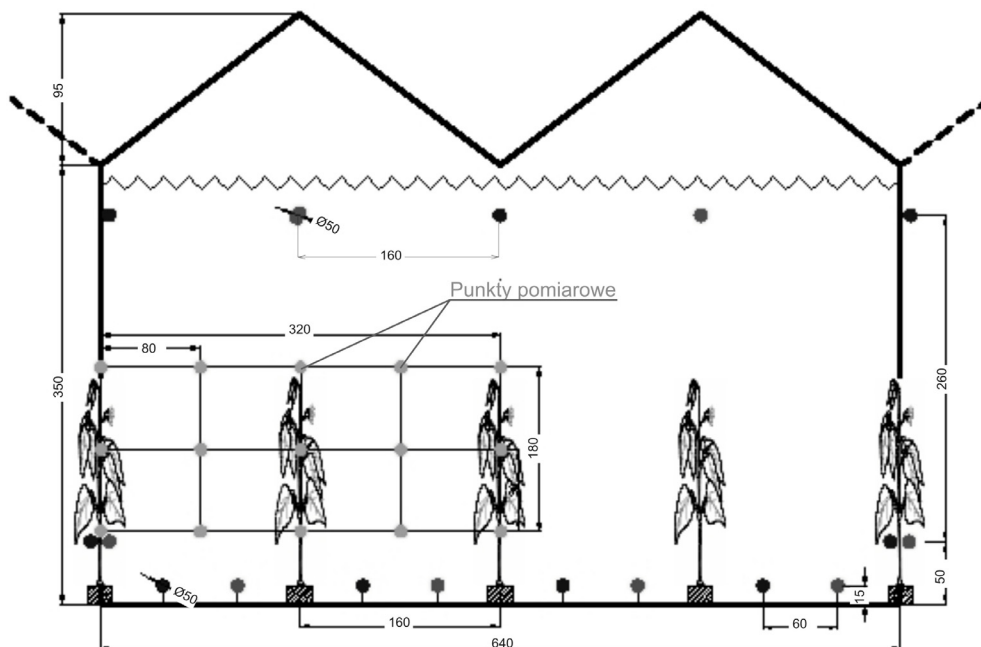
W wybranych do badań obiektach zamontowano przenośny system pomiarowy umożliwiający równoczesny pomiar oraz zapis 30 wielkości fizycznych. Podłączone czujniki mogą posiadać wyjście prądowe lub napięciowe. W realizowanych badaniach dokonywano pomiaru temperatury w strefie wegetacji roślin w 15 punktach, na trzech różnych poziomach, obejmując pomiarami połowę szerokości nawy. Czujniki pomiarowe przymocowano do kratownicy pokazanej na rysunkach 1 i 3. Ponadto prowadzono ciągły pomiar temperatur poszczególnych systemów grzewczych oraz temperatury zewnętrznej. Do analizy wyników wybrano te dni w których nie wietrzono szklarni. Szczegółowej analizie poddano wyniki uzyskane z 5-ciu rannych godzin z trzech wybranych dni gdzie różnice temperatur poszczególnych systemów grzewczych nie różniły się więcej niż 5%.



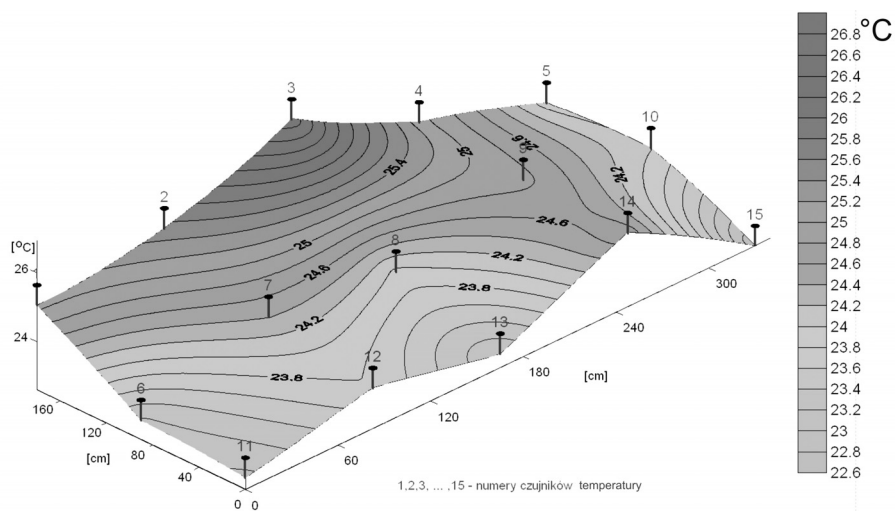
Rys. 1. Przekrój poprzeczny nawy szklarni nr 1. Rozmieszczenie elementów grzewczych oraz punktów pomiarowych
 Fig. 1. Aisle cross-section for greenhouse no. 1. Layout of heating elements and measurement points



Rys. 2. Przestrzenny rozkład temperatur w strefie wegetacji roślin w szklarni nr 1
 Fig. 2. Spatial distribution of temperatures in plant vegetation zone in greenhouse no. 1



Rys. 3. Przekrój poprzeczny nawy szklarni nr 2. Rozmieszczenie elementów grzewczych oraz punktów pomiarowych
 Fig. 3. Aisle cross-section for greenhouse no. 2. Layout of heating elements and measurement points



Rys. 4. Przestrzenny rozkład temperatur w strefie wegetacji roślin w szklarni nr 2
 Fig. 4. Spatial distribution of temperatures in plant vegetation zone in greenhouse no. 2

Przyjęte do analizy kryteria uzasadniono tym, że w godzinach rannych gdy już przebiega asymilacja i występują najmniejsze zakłócenia temperatury wewnętrznej spowodowanej oddziaływaniem słońca istotnym jest rozkład temperatur w strefie wegetacji roślin i ruch powietrza, który ma wpływ na przyswajalność i straty dostarczanego CO₂. Przyjmując wartości średnie z wybranych dni i godzin sporządzono wykresy przedstawione na rysunkach 2 i 4.

Analizując rozkład temperatur w strefie wegetacji roślin w poszczególnych obiektach szklarniowych zauważa się, że w obiekcie nr 1 w rzędach roślin znajdujących się w okolicy słupów podporowych różnice temperatur na wysokości w strefie wegetacji roślin sięgają 0,6°C. Rośliny rosnące pod najwyższą częścią szklarni otoczone są powietrzem o różnicy temperatur sięgającej 1°C. W środkowej części nawy występują najwyższe różnice i wynoszą średnio 1,6°C. Należy zauważyć, że rośliny w tej szklarni posadzone są w rynnach umieszczonych na wysokości 0,65 m. Pomiarów uzyskane w międzyrzędziach roślin posiadają mniejsze zróżnicowanie temperatur mieszczące się w zakresie 0,4-1,4°C z tendencją rosnącą wraz ze zbliżaniem się do środka nawy.

Analizując rozkład temperatur w poziomie nie zauważa się zbyt wysokiego zróżnicowania. Występujące różnice nie przekraczają 1°C, co w obecnie stosowanych systemach grzewczych jest dopuszczalne. Biorąc pod uwagę ocenę całościową rozkładu przestrzennego temperatur w badanej szklarni można powiedzieć, że jest ona zadawalająca.

W obiekcie nr 2, gdzie występuje bardziej rozbudowany system grzewczy w strefie wegetacji roślin zauważa się znacznie większe zróżnicowanie temperatur. Tu różnice na wysokości roślin sięgają aż 3,6°C. Największe zróżnicowanie zauważa się pod szczytami szklarni gdzie nad roślinami znajduje się zasilająca rura grzewcza ogrzewania górnego. Podobnie jak w pierwszym obiekcie w międzyrzędziach występują na wysokości mniejsze różnice temperatur (w zakresie od 0,8 do 1,6°C). Analizując rozkład temperatur w układzie poprzecznym nawy również zauważa się większe zróżnicowanie niż miało to miejsce w wyżej analizowanym obiekcie. Występujące różnice wynoszą od 0,8°C do 1,8°C. Biorąc pod uwagę niesymetryczne rozmieszczenie elementów grzejnych oraz mniejszą wysokość szklarni można było przypuszczać, że takie wyniki mogą mieć miejsce. Obiekt szklarniowy zakupiony z obrotu wtórnego nie spełnia wymagań nowych technologii uprawy. Zauważono również, że właściciel szklarni do momentu prowadzenia badań nie był świadomy wad jakie posiada zakupiony przez niego obiekt. Zestawiając wielkość plonu uzyskiwanego w badanej szklarni z uzyskanymi wynikami zauważa się ścisłą korelację między zaistniałymi faktami. W celu poprawy wyników produkcyjnych należy w badanym obiekcie zmienić rozmieszczenie elementów grzejnych.

Wnioski

1. Zastosowane w nowoczesnych obiektach szklarniowych (importowanych) systemy grzewcze w różnym stopniu spełniają wymagania producentów szklarniowych. Przy uprawie pomidorów rozkład temperatur w szklarniach wyższych można uznać za zadawalający.
2. Rozkład temperatur w strefie wegetacji roślin w badanej szklarni o wysokości 3,5 m zarówno w układzie poprzecznym jak też pionowym wykazuje duże zróżnicowanie w zakresie od 0,4 do 3,6°C. Wielkości te przekraczają zalecane normy, w związku z czym sugeruje się zmianę systemu grzewczego.

3. W celu oceny pod względem technologicznym i energetycznym importowanych szklarni zaleca się przeprowadzenie niezbędnych badań, których wyniki pozwolą na wyłonienie i eliminację niektórych wad i osiągnięcie lepszych efektów ekonomicznych.

Bibliografia

- Wysocka-Owczarek M.** 2001. Pomidory pod osłonami. Hortpress, Warszawa. ISBN 83-86384-84-0.
- Rutkowski K.** 2004. Nakłady energetyczno-ekonomiczne na uprawę pomidora szklarniowego. Inżynieria Rolnicza. Nr 4(59). Kraków s. 191-198.
- Rutkowski K.** 2008. Analiza energetyczna wybranych typów szklarni. Inżynieria Rolnicza. Nr 9 (107). Kraków s. 249-255.
- Zabeltitz Ch.** 1991. Szklarnie-projektowanie i budowa. PWRiL. Warszawa. ISBN 83-09-0057-6.

Badania prowadzono w ramach realizacji grantu., Nr NN313307034.

ENERGY AND TECHNOLOGICAL ANALYSIS FOR A GREENHOUSE

Abstract. More and more second-hand greenhouses are built in Polish market. These greenhouses are higher than those built at the end of 1970s and beginning of 1980s. Admittedly, they ensure better access of light for cultivated plants, but do they fully measure up to vegetable manufacturers' expectations as regards energy consumption and technological requirements? The paper presents analysis of temperature distribution in plant vegetation zone for two types of imported greenhouses. Examined objects were assessed as regards distribution of temperatures in plant vegetation zone for different heating systems. Analysed objects differed in height, number and layout of heating elements, and cultivation technology as well.

Key words: greenhouses, heat consumption, cultivation technology, assessment

Adres do korespondencji

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