

STEROWANIE PROCESEM PAKOWANIA PRODUKTÓW POCHODZENIA ROLNICZEGO

Henryk Juszka, Marcin Tomasiak

Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. Przedstawiono kierunki rozwoju nowoczesnych struktur sterowania maszynami pakującymi. Opracowano system automatyzacji systemu pakowania produktów, na który składa się schemat automatyzacji, algorytm sterowania. Zaprogramowano aplikację realizującą opisany proces dla sterownika logicznego. Obiekt badań stanowiła linia pakowania mniejszych opakowań z produktami pochodzenia rolniczego do opakowań zbiorczych. Modyfikacja polegała na wprowadzeniu czujników optycznych wysyłających sygnały wejściowe do sterownika PLC, który zaprogramowano w języku drabinkowym (LD). Na podstawie informacji z wagi ISHIDA system dobiera odpowiedni algorytm sterujący. Prezentowane rozwiązanie odpowiada wymaganiom stawianym liniom pakującym, polegającym na możliwości własnych integracji i późniejszych modyfikacji.

Słowa kluczowe: pakowanie, programowanie, sterownik PLC

WSTĘP

Branża maszyn pakujących oczekuje na przyjęcie jednoznacznych standardów budowy maszyn. Tymczasem użytkownicy wprowadzają własne standardy, ułatwiające integrację poszczególnych maszyn w kompleksowe linie oraz dopuszczają własną integrację w późniejsze modyfikacje. Coraz częściej klienci życzą sobie przygotowania maszyny pakującej czy innych elementów linii do możliwości przekazu informacji, przeznaczonych do innych urządzeń przed lub za maszyną. Aktualnie rozwój maszyn i urządzeń rozumiany jest szerzej, bowiem obok elementów technicznych i ekonomicznych rozważa się również, czynniki ekologiczne [Kurczewski i Kłós 2003]. Konieczne jest zatem odpowiednie wyposażenie automatów pakujących, które zapewni nie tylko odpowiedni poziom higieny, ale również powtarzalność porcji i minimalne straty produktu. W celu zachowania ciągłości procesu produkcyjnego niezbędny jest minimalny zakres i czas przezbierania maszyny. Coraz częściej stosowane są wielofunkcyjne systemy pakowania produktów w kompletnych zautomatyzowanych liniach technologicznych [Juszka i in. 2003].

Corresponding Author – Adres do korespondencji: Henryk Juszka, Marcin Tomasiak, Zakład Energetyki Rolniczej, Akademia Rolnicza w Krakowie, ul. Balicka 104, 30-149 Kraków

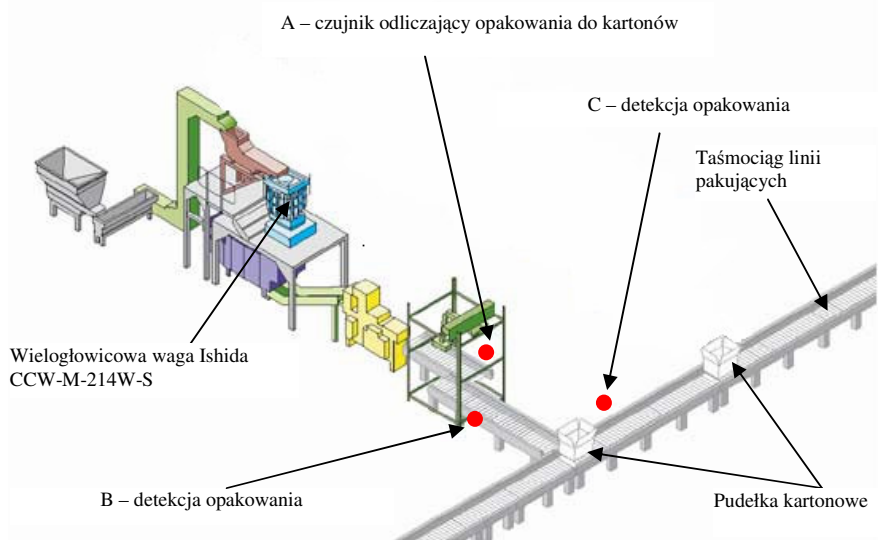
Dodatkowym wymaganiem dotyczącym poszczególnych urządzeń stanowiących elementy systemu pakowania jest zdolność do zsynchronizowanej współpracy oraz możliwość bezstopniowej regulacji wydajności [Warczyński 1999]. Coraz częściej stosowanym rozwiązaniem jest synchronizacja elektroniczna z zastosowaniem sterowników. Elektroniczne systemy sterowania pozwala zapamiętywać parametry pracy, co z kolei oszczędza czas poszukiwania błędów i napraw [Jankowski 2003].

Celem pracy było opracowanie automatycznego systemu sterowania procesem sortowania oraz pakowania produktów w opakowania zbiorcze. Pakowanie produktów do mniejszych opakowań realizuje maszyna pakująca RM-30 Als. Następnie ręcznie transportowane są one do opakowań zbiorczych kartonowych. Automatyzacja polega na zastąpieniu pracy ręcznej kompleksowym systemem realizującym wszystkie zadania dotąd wykonywane przez człowieka, m.in.: liczenia, umieszczania w zbiorczych opakowaniach, dostarczania pustych opakowań kartonowych, odsyłanie zapakowanych.

Przedmiotem badań był odcinek technologiczny pakowania produktów rolno-spożywczych Ishida z wielozakresową naważarką. Naważarka posiada od 8–24 kierowanych głowic ważących utrzymujących dokładność ważenia w granicach $\pm 0,5$ g.

KONCEPCJA SYSTEMU AUTOMATYCZNEGO STEROWANIA PROCESEM PAKOWANIA

Opracowany systemu automatycznego pakowania do opakowań kartonowych przedstawiono na rysunku 1. Składa się z naważarki Ishida do której dołączono dwa przenośniki taśmowe oraz czujniki: A – odliczający opakowania do kartonów, B – wykrywający



Rys. 1. Schemat systemu pakowania
Fig. 1. Packaging system scheme

cy obecność opakowań kartonowych na krótszym przenośniku taśmowym, C – wykrywający gotowość opakowań kartonowych na długim przenośniku taśmowym. Czujniki te współpracują ze sterownikiem PLC, wysyłają sygnały wejściowe decydujące o uruchamianiu poszczególnych przenośników taśmowych.

Komunikacja w systemie sterowania jest realizowana poprzez:

- interfejs komunikacyjny (tworzą go optoizolowane złącza RS 232, które umożliwiają programowanie i współpracę z urządzeniami zewnętrznymi),
- sterownik programowalny PLC z panelem operatorskim oraz wyświetlaczem,
- waga CCW-214-S-W może być połączona z komputerem poprzez Internet,
- serwer Windows DDE umożliwiający bezpośrednią transmisję danych do typowej aplikacji oprogramowania archiwizującego danych z produkcji.

W opisywanej aplikacji zastosowano odbiciowiec z eliminacją wpływu tła i elementem laserowym. Zaletą takiego rozwiązania jest bezbłędne wykrywanie obiektów bez względu na materiał, z jakiego są wykonane, precyzja i szybkość działania oraz niezwykle prosta możliwość wyregulowania parametrów pracy już po zainstalowaniu lub przy zmianie asortymentu produkcji.

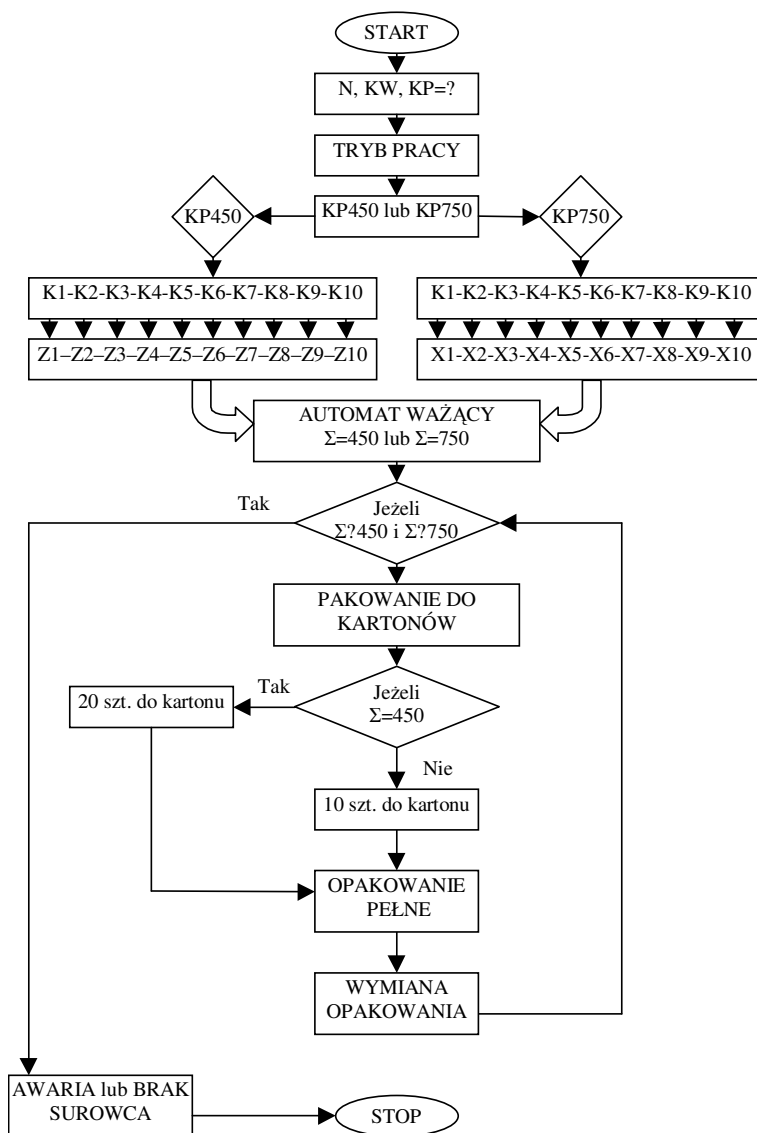
ALGORYTM SYSTEMU PAKOWANIA PRODUKTÓW

Po uruchomieniu procesu pakowania zadajemy wielkość opakowań. Automat pakujący posiada 10 głowic ważących (KP – kubeków podających), wybiera spośród kilku głowic sumę wag zbliżoną do zadanej – w tym przypadku będzie wynosił, 450 g (Z1-Z10) lub 750 g (X1-X10) (rys. 2). Po umieszczeniu produktów w opakowaniach odbywa się kontrola wagi. Sprawdzone opakowania kierowane są przenośnikiem do kartonów. W przypadku opakowań o wadze 450 g w kartonach umieszczonych zostanie 20 sztuk, a przy 750 g będzie ich 10 szt. W algorytmie znajduje się blok sortowania, operacja ta będzie rozwijana w dalszych modyfikacjach linii, obecnie jest pomijany. Docelowo ma być rozwijana możliwość pakowania na dwóch liniach z jednym systemem transportowym. Wtedy niezbędne będzie sortowanie opakowań do kartonów. Jest to przykład uciekania użytkowników od standardów, a preferowanie rozwiązań umożliwiających dostosowanie linii do własnych potrzeb.

OPIS PROGRAMU STERUJĄCEGO PRACĄ SYSTEMU PAKUJĄCEGO

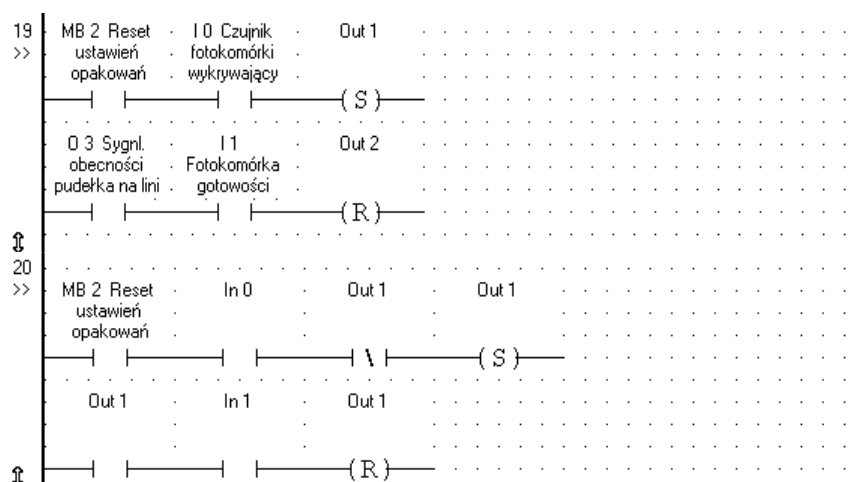
Sterownik M90 programuje się w języku drabinkowym za pomocą komputera PC i pakietu narzędziowego U90 Ladder [Unitronics Industrial Automation 2005]. Oprogramowanie U90 Ladder pracuje w środowisku Windows i składa się z edytorów: programu drabinkowego, konsoli operatorskiej oraz zmiennych sterownika. Edytor programu drabinkowego wykorzystywany jest do tworzenia aplikacji sterującej, przesyłania-pobierania programów ze sterownika oraz testowania i monitorowania jego zasobów. Projektowaniem komunikatów, dołączaniem do nich zmiennych oraz przypisywanie funkcji do przycisków odbywa się za pomocą edytora konsoli operatorskiej i edytora zmiennych. Zastosowano sterownik z panele operatorskim umożliwiający ograniczający

dostęp tylko dla upoważnionych (wpisanie hasła), na panelu otrzymujemy informacje z liczników pudełek. Ponieważ program jest obszerny przedstawiono tylko fragment w języku drabinkowym.



Rys. 2. Algorytm działania systemu pakowania z wagą ISHIDA
Fig. 2. Algorithm for system operation with ISHIDA scales

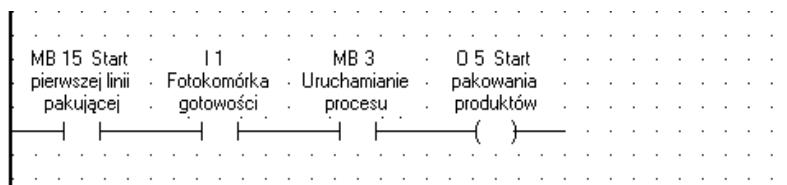
Sterowanie linią. Szczebel 19 (rys. 3) odpowiada za pracę linii z pełnymi kartonami, jeżeli pojawi się sygnał o resecie licznika (pakowanie do kartonu zakończone), następuje przesłanie opakowań na główny przenośnik. Pojawienie się tego opakowania na nim jest wykrywane przez czujnik, który uruchamia tą linię, jednocześnie odsyłając karton do oklejania i pusty karton na linię pomocniczą. Za sterowanie wymianą zapełnionego opakowania na puste odpowiedzialny jest szczebel 20. Jeżeli uruchomi się bit MB 2 (reset licznika) i czujnik wykryje oczekujący karton **In 0** nastąpi uruchomienie poziomej transportowej podstawiającej pusty karton. Linia pracuje do chwili, aż czujnik **In 1** fotokomórki zatrzyma linię (opakowanie jest na miejscu). Cewka reset zatrzymuje linię z pustymi opakowaniami.



Rys. 3. Fragment programu sterującego przenośnikami transportowymi

Fig. 3. Fragment of the software controlling conveyor belts

Wymagania odnośnie bezpieczeństwa pracy linii pakującej narzucają konieczność tworzenia połączeń zależnych, zezwalających na uruchamianie tylko po spełnieniu wszystkich warunków startu (rys. 4).

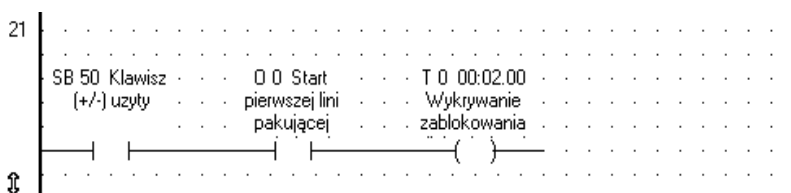


Rys. 4. Sekwencja uruchamiania procesu pakowania

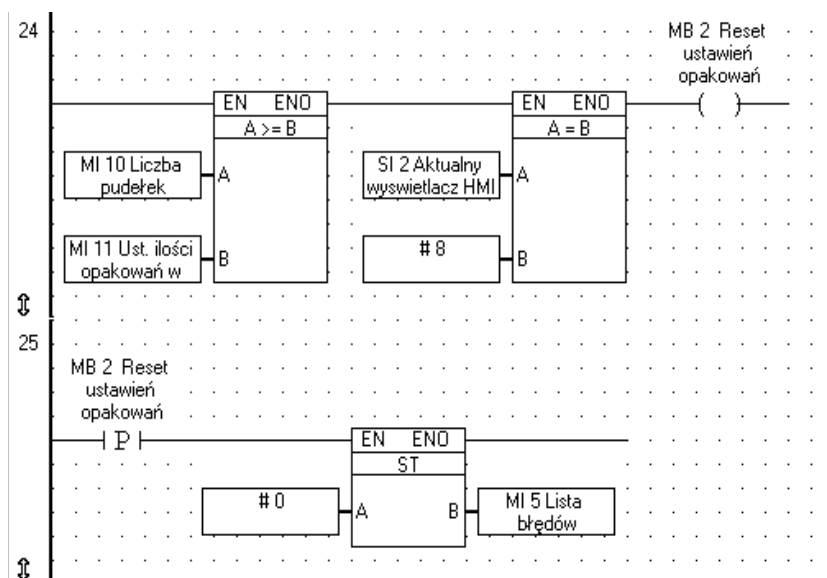
Fig. 4. Launch sequence for the packaging process

Fragment programu odpowiedzialny za sprawdzanie gotowości maszyny do pracy przedstawiono na rys. 5. Jeżeli SB 50 odpowiadające czujnikowi obecności opakowania z produktem ustawi logiczne jeden i linia zostanie włączona, po odliczeniu czasu linia zostanie uruchomiona.

Sterownik na wyświetlaczu ma możliwość prezentowania komunikatów. W całej aplikacji jest ich kilkanaście, np. gdy aktualna ilość pudełek jest równa ilości zadanej oraz aktualnym komunikatem jest komunikat 8, wówczas ustaw na jeden bit MB 2. Odpowiada to pojawieniu się na wyświetlaczu wiadomości – **opak. pełne** (rys. 6).



Rys. 5. Kontrola przebiegu zdarzeń
Fig. 5. Event control



Rys. 6. Komunikaty w programie
Fig. 6. Software notices

W różnych językach programowania sterowniki wartości danych (literale) mogą być przedstawione w postaci liczbowej, ciągu znaków lub w postaci czasowej. Wartości ich mogą się zmieniać w trakcie pracy sterownika, np. dane skojarzone z wejściami, wyjściami lub pamięcią sterownika. W prezentowanej aplikacji jest 11 zmiennych całkowitych typu „integer”, oraz 37 zmiennych binarnych. Cały program składa się z 50 szczebli.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych rozważań w ramach niniejszego opracowania można sformułować następujące wnioski:

1. Wprowadzenie proponowanego systemu automatycznego sterowania podniesie wydajność linii pakującej w porównaniu do istniejącego obecnie sterowania ręcznego.
2. Zastosowanie urządzeń w liczeniu wyeliminuje możliwe błędy typowe dla obsługi.
3. Prezentowane rozwiązanie pozwala na automatyzację linii z możliwością elastycznego dopasowania do odbiorcy. Umożliwia integrację maszyn w kompleksowe linie z jednoczesną możliwością dalszych modyfikacji.
4. Jest dużo tańszym rozwiązaniem niż zakup nowych urządzeń a zatem stwarza mniejszym zakładom możliwość dostosowywać swoje linie do rosnących wymagań.

PIŚMIENNICTWO

- Jankowski S., 2003. Kryteria oceny jakości maszyn pakujących. Opakowanie 1.
- Juszka H., Tomasik M., Gołkowski G., 2003. Badanie systemu sterowania linią rozlewniczą. Inż. Roln. 10(52), 277–283.
- Kurczewski P., Kłos Z., 2003. Środowiskowa analiza konstrukcji wybranych maszyn pakujących. Opakowanie 1.
- Warczyński R., 1999. Rynek opakowań i materiałów opakowaniowych w Polsce. Stan obecny i perspektywy rozwoju. Cz. II. Cobro.
- Unitronics Industrial Automation. 2005. U90LadderSetupV392®. Elmark Automatyka Sp. z o.o. Warszawa.

CONTROL OF THE PACKAGING PROCESS OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Abstract. The article presents trends in development of modern structures for control of packaging machines. A system for automation of the product packaging system has been worked out, consisting of the automation scheme and the control algorithm. An application has been designed that realizes the described process for a logical controller. The facility studied was a packaging line for small collective packs of agricultural products. The modification consisted in introduction of optical sensors sending input signals to a PLC controller designed according to ladder diagram (LD). On the basis of the data from ISHIDA scales, the system selects the relevant control algorithm. The solution presented meets the requirements for packaging lines consisting in the possibility of internal integration and later modification.

Key words: packaging, programming, PLC controller

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 29.05.2005