



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Politechnika
Świętokrzyska



TOMPEX - PAPRYKA

OPRACOWANIE I WDROŻENIE INNOWACYJNEGO PROTOTYPU LINII DO PRZETWÓRSTWA PAPRYKI

Kierownik prac: **Łukasz Nowakowski**

Członkowie zespołu: **Michał Skrzyniarz**

Sławomir Błasiak

Jarosław Rolek

Jakub Takosoglu

Piotr Kurp

Wojciech Depczyński

Mateusz Broniś

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Spis treści

1.	Cel operacji	5
2.	Wstęp.....	7
3.	Charakterystyka problemu technicznego	9
3.1.	Zmienne cechy morfometryczne papryki.....	10
3.2.	Problemy mechaniczne wynikające z morfologii	10
3.3.	Znaczenie analizy obrazowej i modelowania 3D	11
3.4.	Nowoczesne podejścia badawcze i koncepcje prototypowe.....	11
3.5.	Podsumowanie	11
4.	Identyfikacja kształtu i wymiarów gabarytowych	14
5.	Analiza stanu techniki w zakresie wybranych rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń wykorzystywanych w przetwórstwie papryki	16
5.1.	Analiza wybranych rozwiązań konstrukcyjnych	19
5.2.	Ograniczenia aktualnych rozwiązań konstrukcyjnych.....	34
5.3.	Analiza urządzeń tnących oraz rozwiązań patentowych	35
5.4.	Podsumowanie analizy stanu techniki.....	39
6.	Opracowanie koncepcji i założeń konstrukcyjnych dla urządzenia do przetwarzania papryki	46
6.1.	Opracowanie koncepcji układu do usuwania gniazd nasiennych.....	46
6.2.	Opis podzespołów układu usuwającego gniazda nasienne	48
6.3.	Koncepcje rozwiązań konstrukcyjnych usuwania nasion.....	56
6.4.	Wybrane rozwiązania konstrukcyjne dysz pneumatycznych.....	62
6.5.	Opracowanie koncepcji schematu systemu transportowego papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych.....	66

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

6.6.	Schematu systemu transportowego papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych.....	67
6.7.	Wstępny dobór parametrów i elementów składowych systemu transportującego	70
6.8.	Algorytm obliczeniowy doboru napędów	70
6.9.	Przykładowy dobór podzespołów systemu transportowego.....	76
7.	Dobór materiałów konstrukcyjnych	78
7.1.	Podział materiałów konstrukcyjnych.....	79
7.2.	Materiały metalowe urządzeń gastronomicznych	80
7.3.	Materiały dopuszczone do kontaktu z żywnością w urządzeniach gastronomicznych i przemysłowych.....	81
7.4.	Podsumowanie	84
7.5.	Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnych	84
8.	Dobór metod łączenia materiałów konstrukcyjnych urządzenia do obróbki papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych.....	94
8.1.	Spawanie stali nierdzewnej a korozja międzykrystaliczna.....	94
8.2.	Spawanie stali nierdzewnej MIG	95
8.3.	Spawanie stali nierdzewnej TIG.....	95
9.	Opracowanie wytycznych do doboru pneumatycznych elementów wykonawczych urządzenia do obróbki papryki	98
9.1.	Wytyczne do doboru elementów pneumatycznych.....	99
9.2.	Zasady doboru pneumatycznych elementów wykonawczych	100
10.	Badania wymiarów i kształtu papryki	104
10.1.	Analiza mas badanych papryk.....	105
10.2.	Maksymalna szerokość papryki.....	106
10.3.	Minimalna szerokość papryki	106

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

10.4.	Wysokość papryki bez ogonka	107
10.5.	Wysokość papryki z ogonkiem	108
10.6.	Korelacje między cechami	108
10.7.	Wnioski końcowe	110
11.	Badania porównawcze technologii usuwania gniazd nasiennych	111
12.	Wyznaczenie siły dla procesu wypychania	119
13.	Wyznaczenie siły dla procesu cięcia papryki na 4 części	125
14.	Opracowanie konstrukcji urządzenia do przetwarzania papryki	128
15.	Wstępny dobór elementów pneumatycznych	131
15.1.	Wykaz komponentów pneumatycznych	132
15.2.	Charakterystyka komponentów	133
16.	Zasada działania urządzenia	161
17.	Prototyp urządzenia do obróbki papryki	167
18.	System sortowania papryki	180

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

1. Cel operacji

Producenci zajmujący się przetwórstwem papryki są zainteresowani nową technologią usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach. Obecnie stosowane przemysłowe rozwiązania technologiczne do usuwania gniazd nasiennych i cięcia papryki przystosowane są do pracy z paprykami o normatywnych wymiarach (podobny kształt, średnica wysokość, brak deformacji itp.), co w praktyce uniemożliwia prowadzenie wysokowydajnego procesu przetwórczego papryk, posiadających deformację kształtu i różne wymiary gabarytowe.

Celem nadrzędnym planowanej do realizacji operacji jest ograniczenie marnowania żywności w procesie przetwórczym papryki przez wykorzystanie całości dostarczonej do zakładu przetwórczego papryki, bez wyrzucania owoców, które nie spełniają wymagań linii technologicznej.

Realizacja celu głównego będzie obejmować dwa cele szczegółowe: opracowanie wytycznych oraz zaprojektowanie prototypowego urządzenia do usuwania gniazd nasiennych, ziarenek, bieli oraz cięcia świeżej i schłodzonej papryki na 4/8 części o różnych wymiarach nienormatywnych i gabarytowych. Ponadto, wdrożenie innowacyjnej technologii w przetwórstwie papryki o nienormatywnych wymiarach gabarytowych.

Wybór tego asortymentu (papryki) jest uzasadniony preferencjami rynku owocowo-warzywnego i grupy konsumentów, którzy bardzo często wybierają produktu o długim terminie przydatności (np. papryka konserwowa).

Realizacja celów szczegółowych, przyczyni się do zmiany jakościowej produktu. Zakres oddziaływania operacji będzie miał charakter lokalny, z uwagi na niewielką skalę ręcznej produkcji ciętej papryki w przetwórni, wchodzącej w skład grupy operacyjnej. Jednakże ze względu na rosnącą grupę odbiorców tego typu produktów opracowana innowacyjna

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
technologia będzie mogła być wdrożona w innych regionach Polski i Europy, gdzie również występuje w/w problem.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

2. Wstęp

Papryka (*Capsicum annuum*) jest jednym z najpopularniejszych warzyw, szeroko wykorzystywanym zarówno w przemyśle spożywczym, jak i gastronomii. Jednym z kluczowych etapów jej przetwarzania jest usuwanie gniazd nasiennych oraz pozostałych po tym procesie nasion, co stanowi wyzwanie, zwłaszcza w przypadku owoców o nieregularnych kształtach i rozmiarach. Tradycyjne metody, takie jak ręczne usuwanie nasion, są czasochłonne, mało efektywne i wymagają dużych nakładów pracy. W większości zakładów przetwórczych ręczne sortowanie papryki pozostaje powszechną praktyką, co generuje znaczne koszty produkcyjne. Podobne praktyki są stosowane w przypadku innych warzyw i owoców. Stosując analogię i opierając się na badaniach przedstawionych w opracowaniu [1], koszty produkcji ogórków gruntowych, które również wymagają intensywnej pracy ręcznej, mogą sięgać nawet 40 tys. zł/ha, co wskazuje na wysokie nakłady finansowe związane z ręcznym przetwarzaniem warzyw.

Papryka charakteryzuje się dużą zmiennością morfologiczną, co sprawia, że automatyzacja jej przetwarzania wymaga zaawansowanych technologii. Nienormatywne kształty oraz różnorodność wymiarów stanowią wyzwanie zarówno w kontekście mechanicznego nacinania, jak i precyzyjnego usuwania gniazd nasiennych oraz samych nasion. Rozwój systemów wizyjnych oraz adaptacyjnych narzędzi w znacznym stopniu ułatwił prowadzenie tego procesu. Badania przedstawione w pracy [2] wykazały, że zastosowanie mechanicznych metod separacji miękkiej tkanki perykarpu papryki pozwalają na uzyskanie puree o wysokiej jakości, co wskazuje na potencjał automatyzacji w procesie przetwarzania tych warzyw.

Ręczne sortowanie papryki wymaga również znaczących nakładów na szkolenie pracowników, aby zapewnić odpowiednią jakość procesu. Wprowadzenie zaawansowanych systemów wizyjnych pozwala na eliminację błędów ludzkich, co z kolei przekłada się na wyższą jednorodność przetwarzanych produktów. Technologie automatycznego sortowania nie tylko

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
zwiększają dokładność procesów produkcyjnych, ale również redukują straty surowca wynikające z błędnego sortowania. Jak zauważają Stolarska i in. (2022) [3], wdrożenie metod automatyzacji zwiększa efektywność i zmniejsza koszty produkcji.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

3. Charakterystyka problemu technicznego

Usuwanie gniazd nasiennych z papryki (*Capsicum annuum* L.) o nieregularnych kształtach i rozmiarach stanowi istotne wyzwanie w przemyśle przetwórczym. Tradycyjne metody mechaniczne często nie radzą sobie z taką zmiennością morfologiczną owoców, co prowadzi do obniżenia efektywności procesu oraz zwiększenia strat surowca. W związku z tym konieczne jest opracowanie podzespołów maszyn zdolnych do adaptacji do różnorodnych form i wymiarów papryki.

Badania nad mechanizacją procesów związanych z papryką koncentrowały się głównie na zbiorze i usuwaniu szypulek. Przykładowo, w pracy opublikowanej w *Frontiers in Genetics* [1] opisano dziedziczenie cechy łatwego odszypułkowania, co może ułatwić mechaniczny zbiór papryki. Jednakże aspekty związane z usuwaniem nasion z owoców o nieregularnych kształtach pozostają mniej zbadane.

W kontekście nasion o nieregularnych kształtach, istotne są badania [2] dotyczące modelowania i kalibracji parametrów w symulacjach metodą elementów dyskretnych (DEM). W artykule opublikowanym w *Scientific Reports* przedstawiono metodę rekonstrukcji chmury punktów 3D do precyzyjnego modelowania małych, nieregularnych nasion, co może mieć zastosowanie w projektowaniu mechanizmów do ich usuwania.

Ponadto, w badaniu opublikowanym w *Applied Sciences* [3] zaprojektowano i przetestowano urządzenie do oddzielania łodyg papryki w maszynie zbierającej. Choć skupiono się na oddzielaniu łodyg, przedstawione podejście może dostarczyć cennych wskazówek dotyczących projektowania mechanizmów do usuwania nasion.

W kontekście przetwarzania nasion papryki, istotne są również badania nad optymalizacją ekstrakcji związków bioaktywnych. W pracy opublikowanej w *Molecules* [4] przeprowadzono optymalizację ekstrakcji kapsaicyny z papryki, co może mieć znaczenie przy projektowaniu procesów przetwórczych.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Analizując powyższe badania, można zauważyć, że choć istnieje wiele prac dotyczących mechanizacji zbioru i przetwarzania papryki, to problematyka usuwania nasion z owoców o nieregularnych kształtach wymaga dalszych, bardziej szczegółowych badań. Opracowanie adaptacyjnych mechanizmów, zdolnych do efektywnego usuwania nasion z różnorodnych morfologicznie owoców, jest kluczowe dla zwiększenia efektywności i jakości procesów przetwórczych.

3.1. Zmienne cechy morfometryczne papryki

Papryka (*Capsicum annuum* L.) cechuje się znaczną zmiennością morfologiczną, wynikającą z szerokiego wachlarza odmian, warunków środowiskowych oraz praktyk uprawowych. Występują odmiany o kształtach:

- kulistych (np. 'Cherry'),
- stożkowatych (np. 'Hungarian Wax'),
- wydłużonych i cylindrycznych (np. 'Corno di Toro'),
- nieregularnych, często asymetrycznych (np. niektóre formy lokalne i ekologiczne).

Różnice obejmują też grubość ścianki owocu, ilość komór nasiennych (zwykle 2–4), długość szypułki, twardość tkanek i lokalizację nasion. Zmienne te wpływają istotnie na możliwość skutecznego mechanicznego oczyszczania.

3.2. Problemy mechaniczne wynikające z morfologii

Potencjalne trudności, które napotykają mechanizmy usuwające nasiona to:

- Niestabilne pozycjonowanie owocu: nieregularne kształty powodują trudności w ustaleniu papryki w jednej pozycji względem ostrzy czy chwytaków.
- Zmienna lokalizacja komór nasiennych: uniemożliwia stosowanie jednego stałego punktu cięcia lub perforacji.
- Zatkanie kanałów transportowych nasion: węższe i mniej jednorodne owoce mają skłonność do zatrzymywania nasion.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Uszkodzenia miąższu: niewłaściwie dobrane parametry pracy mogą prowadzić do rozrywania tkanek i strat produktu.

3.3. Znaczenie analizy obrazowej i modelowania 3D

Zastosowanie technik obrazowania, takich jak skanowanie 3D czy analiza obrazu, pozwala na:

- ocenę zmienności kształtów w czasie rzeczywistym,
- dostosowanie pozycjonowania i trajektorii narzędzi tnących,
- predykcję trudnych przypadków do oczyszczania.

W pracy Wang et al. (2024) [5] pokazano, jak skutecznie odtwarzać nieregularne nasiona z obrazów 2D, co potencjalnie można zastosować również do całych owoców papryki.

3.4. Nowoczesne podejścia badawcze i koncepcje prototypowe

W literaturze pojawiają się propozycje zastosowania nowoczesnych rozwiązań z zakresu robotyki i inżynierii biomimetycznej. Przykłady:

- Elastyczne chwytaki adaptacyjne (soft grippers) – dopasowujące się do nieregularnych kształtów papryki bez uszkodzania jej struktury, np. systemy oparte na pneumatyce miękkiej (soft robotics).
- Modelowanie komputerowe przepływu nasion i cięcia – z wykorzystaniem metody elementów dyskretnych (DEM), o której wspomniano wcześniej [5].
- Systemy wizyjne z AI – analiza obrazu w czasie rzeczywistym do klasyfikacji kształtu owocu oraz przewidywania lokalizacji komory nasiennej.

3.5. Podsumowanie

Skuteczne i bezpieczne usuwanie gniazd nasiennych z papryki o nieregularnych kształtach stanowi wyzwanie techniczne wymagające zastosowania nowoczesnych, adaptacyjnych rozwiązań. Konwencjonalne metody mechaniczne, mimo swojej prostoty

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

i niezawodności w przypadku owoców jednorodnych, okazują się niewystarczające przy zmienności morfologicznej typowej dla wielu odmian papryki, szczególnie tych pochodzących z upraw ekologicznych lub lokalnych. Dlatego konieczne jest opracowanie systemów, które będą reagować dynamicznie na cechy każdego przetwarzanego owocu.

W przyszłych badaniach kluczowe będzie zintegrowanie technologii rozpoznawania obrazu, czujników kształtu i inteligentnych układów sterowania, które pozwolą na automatyczne dopasowanie działania maszyny do konkretnego egzemplarza papryki. Warto również rozwijać elastyczne systemy chwytające oparte na pneumatyce miękkiej, które umożliwiają manipulację owocami bez ryzyka ich uszkodzenia. Istotnym kierunkiem będzie też wykorzystanie algorytmów uczenia maszynowego do klasyfikacji geometrii owocu i przewidywania optymalnego sposobu jego obróbki.

Kolejnym aspektem wymagającym dalszych prac jest opracowanie symulacji fizycznych przepływu nasion oraz ich separacji wewnątrz owocu. Pozwoli to na precyzyjniejsze projektowanie układów ekstrakcyjnych. Integracja tych elementów doprowadzi do powstania nowej klasy urządzeń – elastycznych, precyzyjnych i samoadaptujących się – które będą w stanie sprostać rosnącym wymaganiom nowoczesnego przetwórstwa warzyw. Tym samym możliwe stanie się ograniczenie strat surowca, zwiększenie jakości produktu końcowego i poprawa efektywności linii technologicznych.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Literatura

1. Wang L., Zhang Y., Li B., et al.: Inheritance and Mapping of the Easy-Deheading Trait in Pepper (*Capsicum annuum* L.). W: *Frontiers in Genetics*. [online]. 2023, t. 14, s. 1114832. Dostępny w Internecie: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2023.1114832/full>.
2. Li X., Zhou J., Wang H., et al.: DEM simulation of irregularly shaped seeds using 3D point cloud reconstruction. W: *Scientific Reports*. [online]. 2024, t. 14, nr. 1, s. 375. Dostępny w Internecie: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-84375-3>.
3. Zhang W., Yang C., Li Y., et al.: Design and Experimental Research on the Stem-Removing Device of a Pepper Picking Machine. W: *Applied Sciences*. [online]. 2021, t. 11, nr. 19, s. 9225. Dostępny w Internecie: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/19/9225>.
4. Bucio-Nieto M., Martínez-Ayala A. L., Hernández C., et al.: Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction of Capsaicinoids from Habanero Chili Pepper (*Capsicum chinense*) Using Response Surface Methodology. W: *Molecules*. [online]. 2022, t. 27, nr. 7, s. 2090. Dostępny w Internecie: <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/7/2090>.
5. Shao Y., Wang Q., Sun H., Ding X.: Irregular seeds DEM parameters prediction based on 3D point cloud and GA-BP-GA optimization. W: *Scientific Reports*. [online]. 2025, t. 15, nr. 1, s. 304.

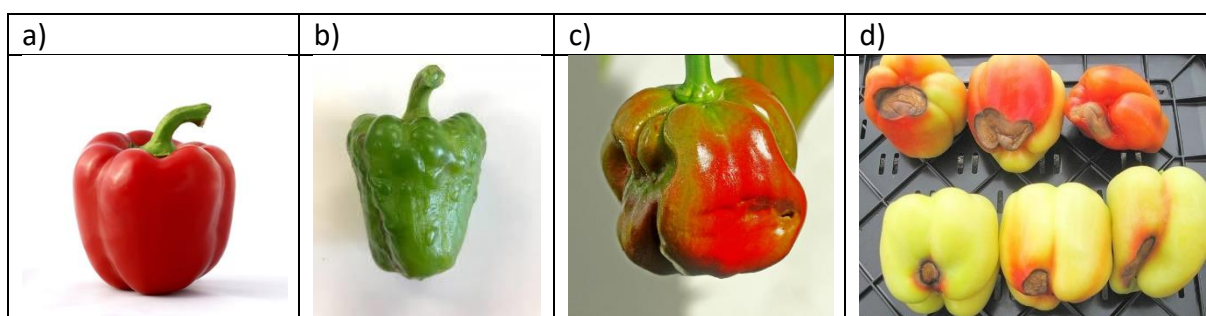
Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

4. Identyfikacja kształtu i wymiarów gabarytowych

Ręczna segregacja owoców papryki pod kątem identyfikacji ich kształtu i wymiarów gabarytowych jest kluczowym etapem w procesie przygotowania warzyw do sprzedaży i przetwórstwa. Zgodnie z normami jakościowymi, papryka jest klasyfikowana na podstawie cech takich jak kształt, wielkość oraz barwa owoców. W praktyce oznacza to, że pracownicy ręcznie oceniają i sortują papryki, aby spełniały one określone standardy jakościowe. Na rys. 1 przedstawiono przykładowe owoce poddawane procesowi sortowania.



Rys. 1. Przykładowe owoce papryki, a) owoc zdrowy, b),c),d) owoce uszkodzone

Według wytycznych zawartych w "Normie jakościowej dla papryki słodkiej", minimalna średnica poprzeczna dla papryki w kształcie graniastosłupa wynosi 40 mm, a dla papryki spłaszczonej (pomidorokształtnej) 55 mm. Sortowanie według wielkości nie jest obowiązkowe dla papryki klasy II, ale musi ona spełniać wymagania co do wielkości minimalnej [4].

Proces ręcznego sortowania obejmuje ocenę wizualną każdego owocu pod kątem jego kształtu, rozmiaru oraz ewentualnych uszkodzeń. Pracownicy muszą posiadać odpowiednie umiejętności i doświadczenie, aby skutecznie identyfikować i klasyfikować papryki zgodnie z obowiązującymi standardami [5]. Jest to zadanie wymagające precyzji i uwagi, ponieważ od dokładności segregacji zależy jakość końcowego produktu trafiającego do konsumenta.

Warto również zauważyć, że różne odmiany papryki charakteryzują się odmiennymi cechami morfologicznymi, co dodatkowo komplikuje proces ręcznej segregacji. Na przykład, papryki mogą różnić się kształtem (graniastosłupowe, spłaszczone), wielkością oraz barwą

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie” (czerwona, żółta, zielona). Dlatego też, pracownicy muszą być dobrze zaznajomieni z cechami poszczególnych odmian, aby prawidłowo je klasyfikować.

Ręczna segregacja jest procesem pracochłonnym i czasochłonnym, co wpływa na koszty produkcji. Jednakże, mimo rozwoju technologii automatyzujących proces sortowania, w wielu przypadkach ręczna segregacja pozostaje niezastąpiona ze względu na jej precyzję i możliwość uwzględnienia subtelnych różnic między owocami.

Literatura

1. Brzozowski T., Zmarlicki K.: Koszty produkcji ogórków gruntowych i analiza efektywności w uprawach warzyw 2016.
2. Nowaczyk L.: Ocena jakości i przydatności technologicznej papryki (*Capsicum spp.*) linii miękkomięksiszowej (Soft Flesh). W: Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. [online]. 2004, t. 4, s. 88–98. Dostępny w Internecie: <https://wydawnictwo.pttz.org/magazine-archive/luboslawa-nowaczyk-ocena-jakosci-i-przydatnosci-technologicznej-papryki-capsicum-spp-linii-miekkomiekiszowej-soft-flesh/>.
3. Stolarska A., Kowalski P., Nowak M.: Zastosowanie filozofii Lean Manufacturing w automatyzacji procesów produkcyjnych w branży spożywczej. W: Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Handlowej. [online]. 2022, t. 6, s. 45–59. Dostępny w Internecie: https://www.gwsh.pl/content/biblioteka/org/zeszyty/ag/zn6/ZN6AG_Stolarska.pdf.
4. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 543/2011 z dnia 7 czerwca 2011 r. ustanawiające szczegółowe normy handlowe dla owoców i warzyw 2011.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykułskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

5. Analiza stanu techniki w zakresie wybranych rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń wykorzystywanych w przetwórstwie papryki

W rozdziale 5 przedstawiono analizę stanu techniki dotyczącą istniejących na rynku rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń wykorzystywanych w przetwórstwie papryki ze szczególnym uwzględnieniem ich budowy.

Na podstawie przeglądu literaturowego tematu można wyróżnić dwa podstawowe podejścia do usuwania gniazd nasiennych z papryki: manualne oraz zautomatyzowane. Każde z nich ma swoje mocne i słabe strony. Manualne metody są powszechnie stosowane w domach i małych zakładach przetwórczych. Cechują się niskim kosztem początkowym, ale proces ten jest czasochłonny i może skutkować uszkodzeniem owoców, jeśli nie jest przeprowadzany precyzyjnie. Przy okazji generowany jest spory odpad produkcyjny w postaci odcięcia pełnowartościowego produktu wraz z gniazdem nasiennym i traktowania go jako odpad. Do najpopularniejszych technik manualnych zaliczamy:

- wydrążanie: najprostszy sposób - ręczne usunięcie gniazda nasiennego palcami lub łyżeczką. Chociaż metoda ta jest szybka i łatwa, może prowadzić do uszkodzenia miąższu, jeśli nie zostanie wykonana ostrożnie,
- nacinanie: metoda polega na przecięciu papryki wzdłuż, a następnie rozłożeniu jej na płasko, co ułatwia usunięcie gniazda. Jest to dokładniejsza metoda, ale bardziej czasochłonna,
- wyciskanie: technika polegająca na wciśnięciu ogonka do środka papryki, co oddziela miąższ wokół ogonka i ułatwia usunięcie gniazda. Metoda ta jest skuteczna, ale wymaga pewnej wprawy, aby nie uszkodzić owocu.

W mechanicznych sposobach często stosowanych w branży spożywczej, gdzie przetwarzane są duże ilości papryki, stosuje się specjalistyczne maszyny do usuwania gniazd nasiennych. Maszyny te cechują się wysoką wydajnością i dokładnością, ale wymagają

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

inwestycji w sprzęt i mogą powodować dość duże straty materiału, jeśli nie są dobrze skalibrowane. Maszyny te usuwają gniazda nasienne i mają z reguły możliwość krojenia papryki na 2 lub 4 części. Dostępne na rynku maszyny działają w podobny sposób realizacji procesu. Elementami składowymi takich maszyn są np.: moduł podający, moduł orientujący, moduł tnący, moduł czyszczący oraz moduł sortujący. Zadaniem modułu podającego jest załadunek papryki do gniazd maszyny, ręcznie lub za pomocą systemów taśmociągowych lub podajników transportujących. W skład tego modułu można zaliczyć jeszcze moduł orientujący, zastosowany w niektórych rozwiązaniach, gdzie system wizyjny i mechaniczny analizuje kształt i rozmiar papryki, a następnie ustawia ją w odpowiedniej pozycji do usuwania gniazda nasiennego. Układem wykonawczym jest moduł tnący służący do wycięcia gniazda papryki za pomocą systemu noży. W niektórych rozwiązaniach można spotkać również system tnący dedykowany do odcinania ogonków papryki w celu minimalizacji strat miąższu podczas procesu. Proces cięcia często jest wspomagany przez moduł czyszczący, który ma na celu wykorzystanie strumienia sprężonego powietrza do usunięcia pozostałych nasion lub fragmentów gniazd. Niektóre rozwiązania podczas procesu wycinania gniazda dokonują procesu sortowania. Są również rozwiązania, w których wycięte gniazdo papryki trafia na ten sam fragment linii produkcyjnej co pełnowartościowy produkt. Wówczas zadaniem modułu sortującego jest oddzielenie papryki od odpadów najczęściej za pomocą sit. Trudnościami związanymi z usuwaniem gniazd nasiennych z papryki, zarówno w sposób ręczny, jak i mechaniczny, jest możliwość uszkodzenia owoców. W trakcie ręcznego usuwania gniazd nasiennych mogą pojawić się uszkodzenia owoców, takie jak naderwanie miąższu, zgniecenie owocu czy przecięcie skórki. Uszkodzenia te mogą zmniejszać wartość handlową papryki, a w niektórych przypadkach wykluczać ją z dalszego przetwarzania. W przypadku maszyn, niewłaściwe ustawienia lub brak konserwacji mogą prowadzić do zgniecenia, rozerwania lub uszkodzenia papryki. Istotnym problemem podczas procesu są straty materiału. Podczas usuwania gniazd nasiennych część miąższu papryki jest usuwana razem z gniazdem, co

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

generuje straty materiału. Straty te mogą być znaczne, zwłaszcza przy stosowaniu metod mechanicznych, które nie są precyzyjnie skalibrowane. Wszystkie te czynniki mają wpływ na jakość produktu końcowego. Uszkodzenia owoców podczas usuwania gniazd nasiennych mogą obniżać jakość produktu końcowego, np. w przypadku papryki przeznaczonej do sprzedaży w całości. Uszkodzone warzywa są mniej atrakcyjne dla konsumentów i mogą szybciej ulegać zepsuciu.

Podstawowym wyzwaniem procesu jest duża zmienność naturalnego surowca pod względem rozmiaru, kształtu, położenia rdzenia oraz siły przytwierdzenia szypułki. Konieczna jest wysoka precyzja operacji, aby zmaksymalizować odzysk wartościowej części miąższu i uniknąć jej uszkodzenia, co ma kluczowe znaczenie dla jakości i trwałości produktu końcowego.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

5.1. Analiza wybranych rozwiązań konstrukcyjnych

W tym rozdziale przedstawiono metody mechanicznego usuwania gniazd nasiennych z papryk na podstawie wybranych rozwiązań konstrukcyjnych. Na rysunkach 2 do 6 zaprezentowano rozwiązanie, w którym element tnący ma postać pierścienia z częścią stożkową. Podczas ruchu roboczego, element ten wykonuje zarówno ruch obrotowy, jak i posuwisto-zwrotny, wcinając się w wcześniej spozycjonowaną paprykę. Na rysunku 2 widać otwartą konstrukcję noża wycinającego. Konstrukcja ta ma na celu samooczyszczanie elementu wycinającego, aby wycięte fragmenty papryki nie powodowały jego zapychania. Jest to kluczowe dla utrzymania ciągłości procesu oraz efektywności pracy urządzenia. Przed właściwym procesem cięcia, na rysunku 3 można zauważyć, że papryki są dociskane za pomocą elastycznego dociskacza w postaci specjalnie wyprofilowanej pianki. Poza funkcją dociskania, pianka ta dodatkowo pozycjonuje paprykę w osi ostrza wycinającego, co zapewnia precyzję cięcia. Rysunki 4 do 5 przedstawiają widok na paprykę po zakończeniu procesu cięcia. Na rysunku 4 można zauważyć, że niektóre papryki są dodatkowo uszkodzone w wyniku cięcia. Jest to efekt niestandardowych wymiarów i kształtów papryki, co skutkuje wycięciem dodatkowej części materiału i prowadzi do powstawania nadmiernych odpadów. Z kolei na rysunku 5 można dostrzec paprykę, w której część gniazda nasiennego nie została wycięta. Taka sytuacja wynika z niewłaściwego spozycjonowania papryki w gnieździe, przez co gniazdo nie jest całkowicie usuwane. Rysunek 6 przedstawia widok na odpad produkcyjny powstały w wyniku metody wycinania gniazda nasiennego. Na rysunku można zauważyć, że znaczna część warzywa jest również usuwana wraz z gniazdem nasiennym, co powoduje duże straty produkcyjne. W celu zminimalizowania tych strat, konieczne jest dalsze doskonalenie procesu oraz dokładniejsze pozycjonowanie papryki przed cięciem.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 2. Pozycjonowanie papryki przed procesem, ustawienie noży wycinających gniazda [1]



Rys. 3. Docisk papryki przed wykonaniem procesu cięcia [1]

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

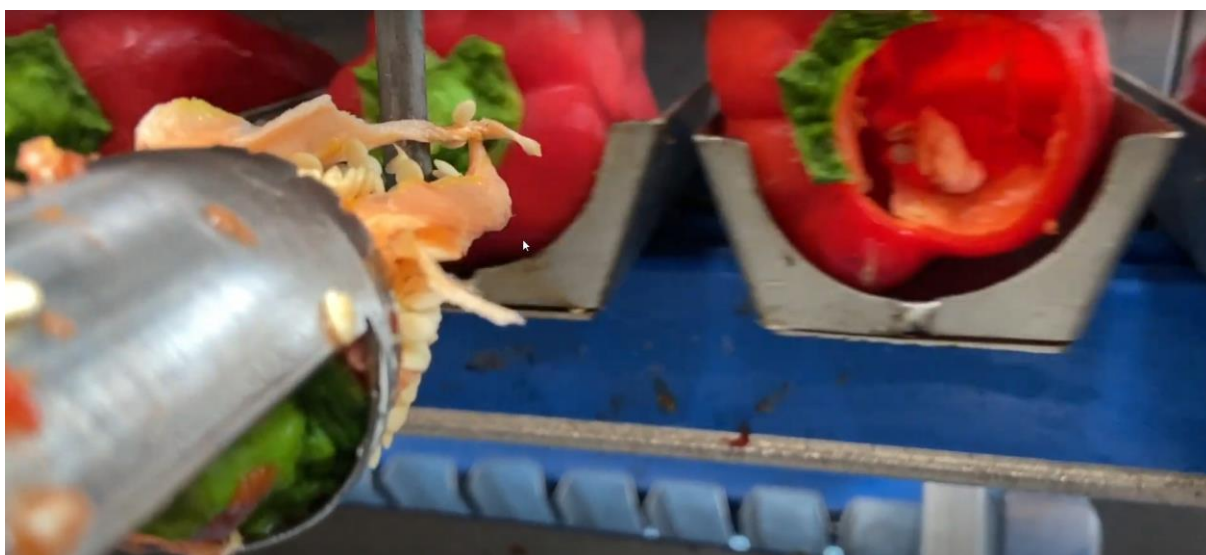
Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 4. Widok po zrealizowaniu procesu cięcia [1]



Rys. 5. Widok na paprykę z częściowo nieusuniętym gniazdem nasiennym [1]

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 6. Widok na odpad produkcyjny [1]

Na rysunku nr 7 przedstawiono kolejne rozwiązanie dotyczące usuwania gniazd nasiennych z papryk. Chociaż sam proces wycinania nie został szczegółowo ujęty na rysunku, można zauważyć, że papryka jest ustawiona pionowo w specjalnie wyprofilowanych gniazdach do jej precyzyjnego pozycjonowania. Te pionowe nacięcia gniazd pełnią kluczową rolę w ułatwieniu pracy elementu tnącego. Element trący, poza wycięciem gniazda nasiennego, pełni również funkcję rozcięcia papryki na dwie równe części. Proces ten jest szczególnie istotny z punktu widzenia efektywności pracy, ponieważ jednoczesne usunięcie gniazda i podział papryki na pół pozwala na zaoszczędzenie czasu i zwiększenie wydajności produkcji. Dzięki precyzyjnemu pozycjonowaniu papryki w pionowych gniazdach oraz odpowiedniemu nacięciu, element trący może dokładnie przeprowadzić oba procesy—wycięcie gniazda oraz rozcięcie owocu. Taka konstrukcja zapobiega również przemieszczaniu się papryki podczas operacji, co zwiększa dokładność i minimalizuje ryzyko uszkodzeń owoców.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 7. Pozycjonowanie papryki w kolejnym rozwiązaniu [2]

Rysunek nr 8 przedstawia rozwiązanie, w którym papryka trafia między dwa obracające się w przeciwnych kierunkach bębny maszyny. W górnej części, robocza przestrzeń, do której są podawane papryki, ma kształt walcowy. Natomiast ku dołowi, przestrzeń ta zmienia się w kształt stożkowy. Dzięki temu papryka jest automatycznie pozycjonowana w maszynie bez potrzeby stosowania dodatkowych elementów. Gdy papryka trafi między dwa obracające się bębny, następuje jej delikatne zgniatanie. W wyniku tego procesu oddzielana jest część gniazda nasiennego od pozostałej części warzywa. Proces ten jest kluczowy dla efektywnego usuwania gniazd nasiennych, jednak ma swoje wady. W metodzie tej, po zakończeniu procesu, kształt warzywa jest często bardzo zdeformowany. Zniekształcenie to wynika z działania systemu oddzielania gniazd. Często zdarza się, że niektóre egzemplarze papryki są pogniecione, co niekorzystnie wpływa na miąższ warzywa. Deformacja ta może obniżać jakość produktu końcowego i wpływać na jego wizualną atrakcyjność.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



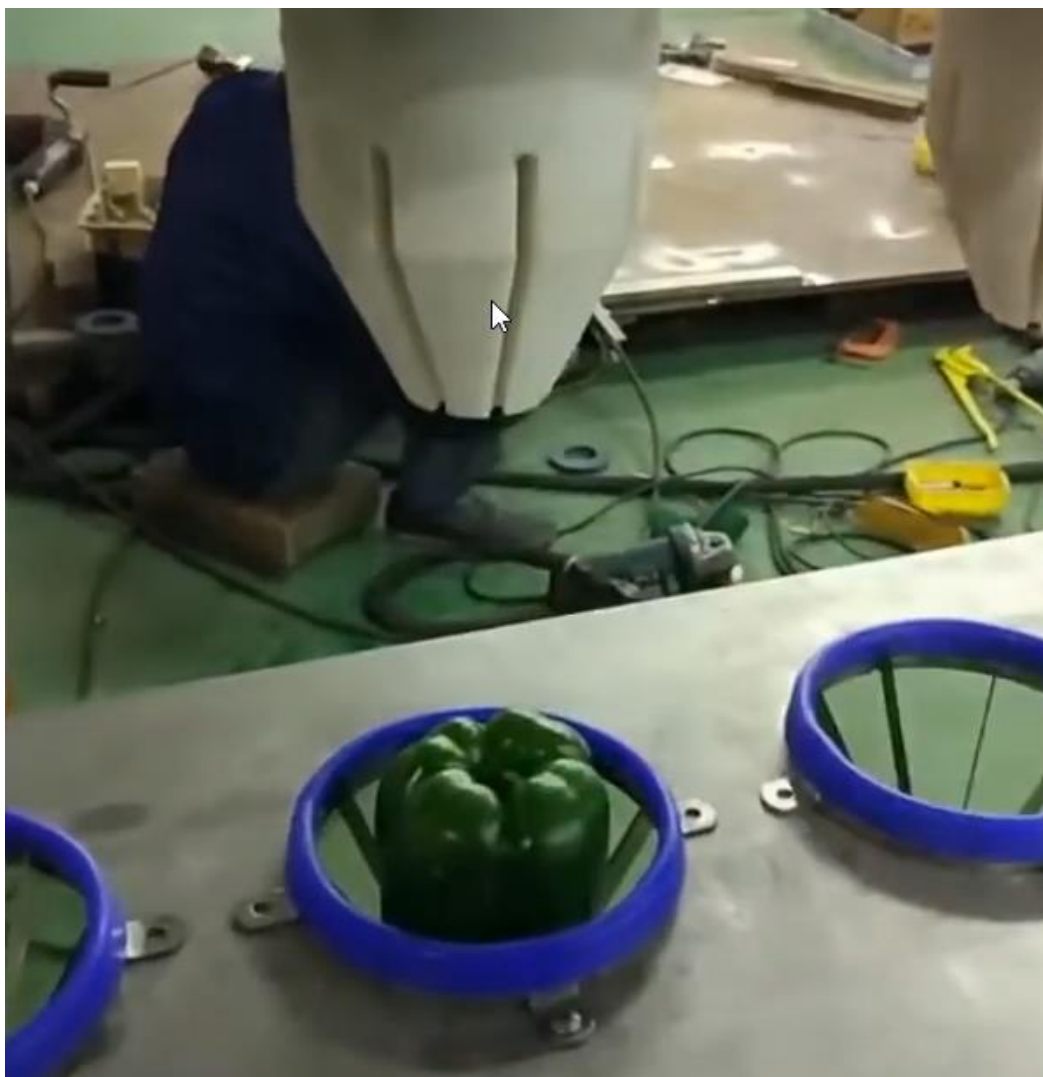
Rys. 8. Widok maszyny podczas cyklu pracy usuwania gniazda [3]

Na rysunku nr 9 przedstawiono rozwiązanie, w którym papryka jest pozycjonowana w gnieździe wyposażonym w elementy tnące. Stożkowy kształt gniazda ułatwia automatyczne pozycjonowanie warzywa, zapewniając dokładne i stabilne ustawienie papryki przed procesem cięcia. W dolnej części gniazda znajduje się pierścień tnący, przez który wycinane jest gniazdo nasienne. Dodatkowo, widoczne na rysunku pionowe elementy tnące mają za zadanie przecięcie papryki na osiem równych części. Takie rozwiązanie pozwala na jednoczesne usunięcie gniazda nasennego oraz równomierne podzielenie warzywa, co zwiększa efektywność i precyzję procesu. Kluczowym elementem tego rozwiązania jest ruch wykonywany przez element dociskający, którego zadaniem jest przepchnięcie papryki przez gniazdo wyposażone w elementy tnące. Element dociskający zapewnia odpowiednią siłę

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
i kontrolę nad procesem cięcia, minimalizując ryzyko uszkodzeń papryki oraz zapewniając dokładne usunięcie gniazda nasiennego.



Rys. 9. Widok maszynę podczas cyklu pracy usuwania gniazda [4]

Na rysunku nr 10 zaprezentowano innowacyjne rozwiązanie, w którym wycięcie gniazda nasiennego realizowane jest równocześnie z rozcinaniem papryki na dwie części. W tej metodzie papryka jest skierowana gniazdem nasiennym w dół, co umożliwia precyzyjne pozycjonowanie warzywa przed procesem cięcia. W pierwszej kolejności papryka jest

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

nacinana przez zespół tnący, co umożliwia częściowe otwarcie warzywa. Po częściowym nacięciu papryki, system tnący stabilizuje jej pozycję, co zapobiega przesuwaniu się papryki w trakcie dalszego procesu. Następnie papryka jest nacinana na całej swojej szerokości, co przygotowuje ją do końcowego etapu - wycięcia gniazda nasiennego. Początkowe nacięcie pozwala na mniejsze naruszenie struktury warzywa, ponieważ umożliwia otwarcie papryki i ruch elementu wycinającego gniazdo nasienne bez wywierania nadmiernego nacisku na całą powierzchnię warzywa. Dzięki temu, całość procesu przebiega bardziej efektywnie, a ryzyko uszkodzenia papryki jest minimalizowane. Na rysunku nr 11 przedstawiono odpad produkcyjny powstały w wyniku tej metody. Można zauważyć, że znaczna część właściwego elementu papryki jest odcinana wraz z gniazdem nasiennym, co prowadzi do dużych strat produktu. Jest to jeden z głównych problemów, który wymaga dalszego doskonalenia procesu, aby zmniejszyć ilość odpadów i poprawić wydajność produkcyjną.

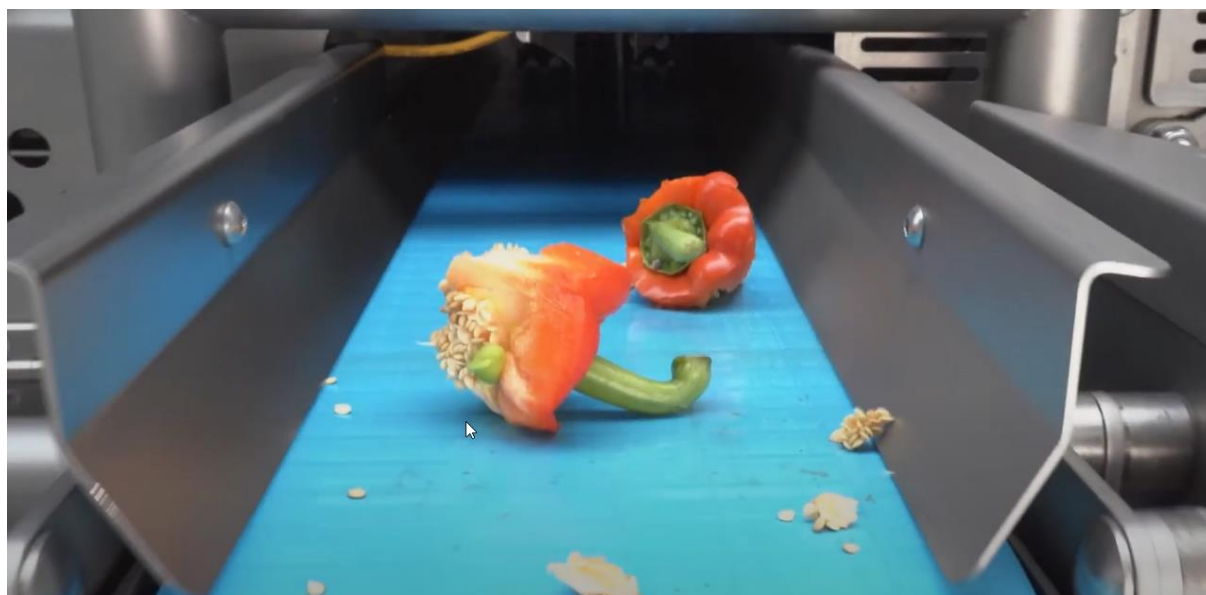


Rys. 10. Dojazd noża przecinającego paprykę na 2 części [6]

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 11. Widok na odpad po procesie [5]

Na rysunku 12 zaprezentowano system w pełni zautomatyzowany, który wprowadza nowoczesne technologie do procesu przetwarzania papryki. Zastosowano w nim zaawansowany system wizji AI, który dokładnie monitoruje każdy etap przemieszczania się papryk po linii transportowej. Wysokiej rozdzielczości kamery rejestrują szczegółowe obrazy każdej papryki, precyzyjnie identyfikując ich rozmiar, kształt i orientację, co pozwala na optymalne dostosowanie dalszych etapów procesu. Dzięki dynamicznej kontroli chwytaków, uzbrojone w dane z systemu wizyjnego silikonowe chwytaki precyzyjnie chwytają każdą paprykę zgodnie z jej unikalnymi cechami. System zapewnia delikatne, lecz pewne trzymanie papryki przez cały proces, minimalizując ryzyko uszkodzeń. Następnie papryka jest podawana do modułu wykrawania i cięcia. W tym module precyzyjne wiertło do wykrawania szybko i dokładnie usuwa gniazdo nasienne papryki z dużą precyzją, gwarantując jednolitość i konsystencję każdej papryki. Proces ten jest realizowany z najwyższą dokładnością, co przekłada się na wysoką jakość końcowego produktu.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 12. Widok na cykl pracy maszyny podczas usuwania gniazd [6]

Na rysunku 13 przedstawiono system wycinania papryki, w którym papryka ustawiona jest szypułką do dołu. Proces cięcia realizowany jest poprzez ruch obrotowy oraz ruch posuwisto-zwrotny noża w kształcie rury. Taka konstrukcja noża umożliwia precyzyjne i efektywne usunięcie gniazda nasiennego papryki. Podczas procesu cięcia położenie papryki jest stabilizowane przez dwie pary chwytaków. Te chwytaki zapewniają odpowiednie pozycjonowanie warzywa względem noża tnącego, co gwarantuje dokładność i jednolitość cięcia. Dodatkowo, zastosowany jest docisk z góry, który ma na celu stabilizację owocu podczas całego procesu cięcia. Dzięki precyzyjnemu pozycjonowaniu i stabilizacji papryki, system minimalizuje ryzyko uszkodzeń warzywa oraz zapewnia wysoką jakość końcowego produktu. Taki sposób przetwarzania papryki jest kluczowy w kontekście produkcji przemysłowej, gdzie liczy się nie tylko efektywność, ale także zachowanie struktury i kształtu warzywa.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 13. Widok na cykl pracy maszyny – wycinanie gniazda papryki nożem z dołu [7]

Na rysunku 14 przedstawiono rozwiązanie, które jest bardzo podobne do tego pokazanego na rysunku 9. Różnica polega jedynie na kształcie gniazda. Natomiast cały proces jest realizowany w identyczny sposób. W opisywanym systemie papryka jest pozycjonowana w gnieździe wyposażonym w elementy trące. W dolnej części gniazda znajduje się pierścień tnący, przez który wycinane jest gniazdo nasienne. Dodatkowo, pionowe elementy tnące mają za zadanie przecięcie papryki na równe części. Takie rozwiązanie pozwala na jednoczesne usunięcie gniazda nasiennego oraz równomierne podzielenie warzywa, co zwiększa efektywność i precyzję procesu.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 14. Widok na cykl pracy maszyny [8]

Ostatnie stosowane rozwiązanie zostało przedstawione na rysunku 15. Jest to urządzenie przeznaczone do ręcznego usuwania gniazd nasiennych z papryki. Widoczne są w nim dwa elementy wycinające, z których oba mają kształt stożka, a następnie przechodzą w część walcową. Taka konstrukcja pozwala na efektywne usuwanie gniazd nasiennych z różnych rozmiarów i kształtów papryk. Praca z tym urządzeniem przebiega w sposób ręczny, co oznacza, że operator musi ręcznie wcisnąć paprykę na element tnący. Proces ten wymaga precyzji i ostrożności, aby zapewnić dokładne usunięcie gniazda nasiennego bez uszkodzenia reszty warzywa. Stożkowy kształt początkowej części elementu tnącego umożliwia łatwe wprowadzenie papryki, podczas gdy część walcowa gwarantuje precyzyjne i równomierne

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
wycięcie gniazda nasiennego. Taka konstrukcja elementów tnących zapewnia, że proces jest zarówno skuteczny, jak i minimalnie inwazyjny dla samej papryki.



Rys. 15. Urządzenie do ręcznego wycinania [9]

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7	Euro-Plan Piotr Figlarz
	26-400 Przysucha	25-314 Kielce	ul. ks. Kazimierza
	www.tompex-agropex.pl/	www.tu.kielce.pl	Sykulskiego 15,
			26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Na rysunku 16 przedstawiono półautomatyczny system, gdzie operator ręcznie pozycjonuje owoc, a maszyna dokonuje cięcia i ekstrakcji nasion (np. Sormac Peeling & Coring Machines),



Rys. 16. Półautomatyczna maszyna do usuwania gniazd nasiennych i cięcia papryki

Ta maszyna wykorzystuje pneumatyczny system wykrawiania do jednoczesnego usuwania gniazda nasiennego i dzielenia papryki na 4, 6 lub 8 części. Wymaga podłączenia do sprężarki powietrza i jest szeroko stosowana w zakładach przetwórstwa spożywczego, czy kuchniach centralnych.

Na rysunku 17 przedstawiono zautomatyzowany system, w których owoc transportowany jest przez zespół chwytaków, poddawany jest rozcięciu, a nasiona są usuwane przez dysze powietrzne, wirujące ostrza lub strumień wody.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 17. Maszyna DDL40 firmy ABL srl

Maszyna DDL40 firmy ABL srl wykorzystuje samocentrujące się uchwyty do transportu papryk przez wieloetapowy proces. Najpierw usuwane są szypułki, wewnętrzne membrany i większość nasion za pomocą obrotowego ostrza. Następnie operator może wybrać między opcjami usuwania pozostałych nasion za pomocą strumienia wody lub powietrza. Po przeniesieniu do sekcji cięcia, papryki mogą pozostać w całości lub zostać podzielone na połówki bądź ćwiartki. Maszyna jest wyposażona w taśmociągi do usuwania odpadów oraz transportu przetworzonego produktu. Obsługuje do 46 sztuk na minutę i wymaga tylko jednego operatora.

Rysunek 18 przedstawia przykład maszyny rotacyjnej z nożami centralnymi, stosowane np. do przetwarzania papryki konserwowej – wykonują jedno centralne nacięcie i mechanicznie wydobywają gniazdo nasienne.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 18. Maszyna PepperCorer PC firmy Sormac

Maszyna PepperCorer PC firmy Sormac została zaprojektowana do automatycznego usuwania gniazd nasiennych z papryk o średnicy od 60 do 115 mm i długości od 70 do 140 mm. Proces rozpoczyna się od ręcznego umieszczenia papryk na taśmie podającej, skąd są one transportowane do stacji obróbczej. Tam specjalnie zaprojektowane noże centralne usuwają gniazda nasienne, a system próżniowy efektywnie oddziela odpady od produktu końcowego, zapewniając wysoką jakość i czystość obrobionych papryk. Maszyna osiąga wydajność do 3 100 sztuk na godzinę, co czyni ją efektywnym rozwiązaniem dla zakładów przetwórstwa spożywczego.

5.2. Ograniczenia aktualnych rozwiązań konstrukcyjnych

- Brak adaptacji do zmienności owoców – urządzenia te nie rozpoznają kształtu owocu i wykonują powtarzalny ruch niezależnie od geometrii jednostkowego egzemplarza.
- Uszkodzenia mechaniczne – zbyt sztywne ustawienie noży prowadzi do rozrywania miąższu lub pozostawiania resztek nasion.
- Wysokie straty surowca – nieprecyzyjne oddzielanie komory nasiennej skutkuje odcinaniem znacznej części miąższu.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Niska wydajność przy papryce ekologicznej lub lokalnej – niestandardowe owoce często wymagają ręcznej interwencji.

5.3. Analiza urządzeń tnących oraz rozwiązań patentowych

Technologie te można podzielić ze względu na usuwany element: szypułkę, rdzeń oraz nasiona. System usuwania szypulek jest szczególnie istotny w przypadku papryki chili, ale stanowi również wstępny etap w niektórych procesach przetwarzania papryki słodkiej. Ręczne usuwanie szypulek jest nieefektywne [10]. Mechaniczne urządzenia do obcinania szypulek często wykorzystują obracające się bębny, noże lub inne elementy tnące do oddzielenia szypułki od owocu [11, 12, 13, 14]. Kolejną metodą jest technologia rozpoznawania ramienia. Jest to innowacja umożliwiająca automatyzację odszypułkowania, zwłaszcza w przypadku nieregularnych kształtów chili. Systemy te identyfikują granicę między owocem a szypułką/kielichem ("ramię" papryki), generując sygnał do precyzyjnego cięcia. Stosowane metody rozpoznawania obejmują:

- czujniki mechaniczne lub prowadnice [10, 15],
- skanowanie laserowe profilu ramienia [10, 15],
- systemy wizji maszynowej (kamery + oprogramowanie) [10, 15],
- systemy hybrydowe (wizja + laser) [10, 15].

Patenty opisujące te metody i urządzenia to US20120294991A1 [35], US20080289515A1 [16], WO2008131040A1 [10] oraz US8511226B2 [17].

Mechanizmy drylowania, stosowane przede wszystkim w przypadku papryki słodkiej, są często połączone z procesem cięcia na segmenty. Poniżej przedstawiono kilka rodzajów metod wykrawania w oparciu o zastosowaną technikę:

- Narzędzia mechaniczne mają szerokie zastosowanie, które obejmuje zarówno proste narzędzia ręczne [18, 19, 20, 21] i manualne urządzenia stołowe [22], jak i zautomatyzowane wiertła oraz wykrojniki zintegrowane z liniami produkcyjnymi.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Patent US2835294A odnosi się do wcześniejszego patentu na urządzenie służące do drylowania papryki [23].

- Wykrawanie pneumatyczne używa sprężonego powietrza do napędzania narzędzia drylującego (wykrojnika, noża, trzpienia) przez paprykę. Często jest ono połączone z ostrzami tnącymi na segmenty. Technologia ta jest stosowana przez TECNOCEAM [24], JBT FTNON [25], Hitec/KRONEN [26, 27] oraz chińskich producentów [28, 29, 30, 31, 32]. Mechanizm polega na umieszczeniu papryki w uchwycie i aktywacji siłownika pneumatycznego (za pomocą pedału nożnego lub automatycznie), który wypycha rdzeń [26, 30].
- Drylowanie próżniowe obejmuje wstępne nacięcie produktu, po czym rdzeń wraz z nasionami jest usuwany za pomocą podciśnienia. Technologia ta jest stosowana przez firmę Sormac, wykorzystującą urządzenia takie jak PepperCorer PC [33] oraz PepperCorer Robotic [34]. Do głównych zalet tej metody należy efektywna separacja odpadów oraz uzyskanie produktu całkowicie pozbawionego nasion [33].
- System Vanmark do hydrotnącego drylowania wykorzystuje ciśnienie wody, aby przepchnąć paprykę przez specjalnie zaprojektowane ostrza, które jednocześnie usuwają nasiona i tną warzywo na paski lub ćwiartki [35, 36]. Kluczowe znaczenie ma precyzyjne rozmieszczenie tych ostrzy w strumieniu wody [35, 36].
- Zrobotyzowane drylowanie, na przykład przy użyciu maszyny Sormac PCR, wykorzystuje ramię robota do pobierania oraz umieszczania papryk w stacji drylująco-tnącej [34]. Linia ZTI stosuje zaawansowane roboty oraz technologię wizji AI do realizacji całego procesu, obejmującego pobieranie, umieszczanie, drylowanie oraz cięcie [37].

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Analiza dostępnych na rynku systemów pokazuje różnorodność podejść technologicznych:

- KRONEN/Hitec PDS4L [26, 27] jest urządzeniem półautomatycznym. Operator manualnie umieszcza cztery papryki na cykl w przegrodach na taśmie transportowej. Cykl działania przesuwają papryki do mostu tnącego. Pneumatyczny nóż drylujący usuwa rdzeń, wypychając go przez płytę podawczą. Taśma odpadowa usuwa rdzeń oraz nasiona. Noże dzielące kroją paprykę na połówki lub ćwiartki. Finalny produkt trafia na taśmę odbiorczą lub do odpowiedniego pojemnika.
- Sormac PepperCorer PC [33] wykorzystuje technologię próżniową do usuwania rdzenia z papryki. Urządzenie automatycznie dostosowuje głębokość cięcia noża drylującego w zależności od rozmiaru papryki. Dodatkowo, urządzenie oferuje opcję odcinania końcówek oraz cięcia na segmenty: od 2 do 24 pionowych części lub od 2 do 3 poziomych pierścieni.
- Sormac PepperCorer Robotic (PCR) [34] to zautomatyzowana linia produkcyjna. Składa się z urządzenia do rozdzielania papryk, systemu wizyjnego do określania orientacji oraz ramienia robota do pobierania i umieszczania. Proces drylowania odbywa się próżniowo.
- JBT FTNON Sweet Pepper Decorer [25] to urządzenie wyposażone w ręczne podawanie przez operatorów do systemu zaciskowego, umożliwiające jednoczesne przetwarzanie do czterech papryk. System ten oferuje automatyczne centrowanie oraz krokową rotację bębna. Proces obejmuje usuwanie szypułki, pomiar wysokości w celu ustalenia głębokości drylowania, pneumatyczne narzędzia drylujące oraz czyszczenie wnętrza papryki przy użyciu nadciśnienia powietrza. Ponadto, urządzenie jest wyposażone w pneumatyczny system cięcia na segmenty.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Urządzenie TECNOCEAM DSP-2P/DSP-4P [24] korzysta z technologii pneumatycznego wykrawania do wykonania operacji drylowania oraz cięcia.
- Vanmark Hydrocutter [35, 36] używa ciśnienia wody do przepychania papryk przez ostrza, co pozwala na ich drylowanie, krojenie w paski lub ćwiartki.
- ZTI Fully Automated Line [37] wyposażona jest w zasobnik załadowniczy oraz system wizyjny AI, który analizuje rozmiar, kształt i orientację obiektów. Posiada dynamiczne chwytaki silikonowe do pobierania i umieszczania elementów, precyzyjne wiertło drylujące oraz wszechstronny system cięcia.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

5.4. Podsumowanie analizy stanu techniki

Analiza dostępnych na rynku rozwiązań ujawniła potrzebę stworzenia systemu, który pozwoli efektywnie usuwać gniazda nasienne z papryki o zróżnicowanych, nienormatywnych kształtach i wymiarach. Poniżej przedstawiono wstępne założenia takiego systemu, uwzględniając kluczowe etapy procesu oraz wymagania techniczne.

Hala chłodnicza do przechowywania papryki jest kluczowym elementem zarządzania jakością i świeżością tego warzywa. Przestrzeń przechowalnicza powinna zapewnić optymalne warunki do przechowywania papryki w tym celu hala chłodnicza musi być wyposażona w systemy chłodnicze, które utrzymują stałą temperaturę, zazwyczaj w zakresie od 7 do 10°C, co minimalizuje procesy dojrzewania i psucia się warzyw. Oprócz temperatury, system powinien kontrolować również poziom wilgotności, co jest istotne dla zachowania świeżości papryki. Zbyt niska wilgotność może prowadzić do wysychania, a zbyt wysoka do pleśnienia. Optymalny poziom wilgotności wynosi zazwyczaj od 85% do 90%. Hala chłodnicza powinna być również wyposażona jest w mechanizmy wentylacyjne, które zapewniają cyrkulację powietrza. Dobre przewietrzanie zapobiega gromadzeniu się wilgoci oraz zapewnia równomierne rozprzesczenie temperatury.

System do kalibracji segregacji papryki pod względem wielkości i kształtu ma na celu automatyzację procesu sortowania tego warzywa w celu poprawy efektywności produkcji oraz jakości dostarczanych produktów.

System powinien być wyposażony w:

- Czujniki i kamery, które skanują papryki w czasie rzeczywistym. Umożliwia to dokładną ocenę wielkości (średnica, długość) oraz analizy kształtu (symetria, obecność wad).
- Algorytmy analizy obrazu, które będą analizowały dane zgromadzone z czujników, identyfikując różnice w kształcie i rozmiarze. Dzięki temu

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

możliwe będzie precyzyjne klasyfikowanie papryk do odpowiednich kategorii.

- Systemy transportowe, które po zidentyfikowaniu wielkości i kształtu, papryki będą je kierowały na odpowiednie taśmy transportowe, które segregują je według ustalonych kryteriów, aby posortować papryki o różnych rozmiarach i kształtach do różnych pojemników lub palet.

System transportu i orientacji. Papryki dostarczane są do stacji usuwania gniazd nasiennych za pomocą dedykowanego systemu transportu (np. taśmociągu). System ten powinien być wyposażony w mechanizm orientacji, który ustawia papryki szypułką w dół, zapewniając optymalne ułożenie do dalszych etapów procesu. Alternatywą dla tego systemu może być człowiek prowadzący załadunek ręcznie.

Przycinanie szypułki. Przed przystąpieniem do usuwania gniazda nasiennego, niezbędne jest precyzyjne przycięcie szypułki papryki. W tym celu można zastosować zautomatyzowany nóż tnący w postaci np. okrągłego obracającego się ostrza wykonującego ruch posuwisto-zwrotny w trakcie, którego będą odcinane szypułki.

Stabilizacja i docisk. Aby zapewnić precyzyjne i efektywne usuwanie gniazda nasiennego, papryka musi być stabilnie unieruchomiona podczas całego procesu. W tym celu zastosowany zostanie element dociskowy, który dopasowuje się do kształtu i rozmiaru papryki, zapewniając jej stabilne położenie. Docisk powinien być sterowany automatycznie, a jego położenie końcowe powinno być precyzyjnie dopasowane do wielkości każdej papryki. Można to osiągnąć za pomocą systemów pneumatycznych.

Usuwanie gniazda nasiennego. Do usuwania gniazda nasiennego można zastosować specjalistyczne urządzenie lub wiertło, które wykonuje precyzyjny ruch w górę. Narzędzie to powinno być zaprojektowane w taki sposób, aby efektywnie usuwać gniazdo nasienne wraz z nasionami, minimalizując uszkodzenia miąższu papryki. Podczas usuwania gniazda, papryka

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

jest stabilizowana przez element dociskowy, co zapobiega jej przemieszczaniu się i gwarantuje precyzję procesu.

System cięcia papryki na 4 lub 8 części z wykorzystaniem noży ze stali nierdzewnej, których pracą sterują siłowniki pneumatyczne, co umożliwia ich szybkie i precyzyjne ruchy. Siłowniki mogą być zaprogramowane tak, aby dostosować czas i siłę cięcia do rodzaju papryki, co zapewnia optymalne rezultaty.

System odprowadzania odpadów, które generowane są podczas procesu. System powinien być wyposażony w mechanizmy do ich automatycznego zbierania i odprowadzania, co ułatwia utrzymanie czystości w obszarze pracy.

Powyższa wstępna koncepcja przedstawia założenia dla linii produkcyjnej przeznaczonej dla przetwórstwa papryki. System uwzględnia kluczowe etapy procesu, od przechowywania, segregacji transportu i orientacji papryki, przez przycinanie szypułki i stabilizację, po precyzyjne usuwanie gniazda nasennego do rozcinania papryki na części. Zastosowanie zaawansowanych technologii, takich jak automatyczne układy sterowania, gwarantuje wysoką efektywność i precyzję procesu, minimalizując straty produktu i zapewniając wysoką jakość końcową.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Literatura

1. Automatic paprika peppers stem trimmer core remover with reject collection conveyor - YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=ZbA-OeTv7pM>
2. Automatic Green Pepper Core and Seeds Removing Machine - YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=SA1UuOp8f-g&t=15s>
3. Automatic Red Pepper Core and Seeds Separating Removing Machine - YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=qwOGAF4pa08&t=94s>
4. Automatic Bell Pepper Paprika Cutting and De Coring Machine- YouTube https://www.youtube.com/watch?v=DjuhcnzD_w
5. Bell pepper coring & dividing machine PDS4L - YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=K4bkrA-T7Jg&t=28s>
6. Fully Automated Bell Pepper Line - YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=UbpHp4a2qbA>
7. PepperCorer, type PC 55 - Sormac - YouTube https://www.youtube.com/watch?v=lheabM_4_Yk
8. Pepper Coring and Cutting- YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=UWj3jbDuAX0>
9. Pepper Corer on Brute - YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=zdweja3FBbs>
10. WO2008131040A1 - Pepper de-stemming - Google Patents, <https://patents.google.com/patent/WO2008131040A1/en>
11. Chili Cutting Machine | Full Automatic Chili Processing Machine <https://www.cnprocess.com/products/chili-cutting-machine/>
12. Semi-Automatic Bell Pepper Core Cutting Removing Machine - Chili <https://www.chiliprocess.com/semi-automatic-bell-pepper-core-cutting-removing-machine/>

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

13. High Quality Chili Pepper Root Slicing Machine to Remove Separate Dry Chili Seed Chili Cutting Machine https://www.alibaba.com/product-detail/High-Quality-Chili-Pepper-Root-Slicing_1601268823026.html
14. CN202197812U - Pepper stem cutting machine - Google Patents <https://patents.google.com/patent/CN202197812U/en>
15. US20120294991A1 - Pepper de-stemming methods and apparatus - Google Patents, <https://patents.google.com/patent/US20120294991A1/en>
16. US-20080289515-A1 - Pepper De-stemming - Unified Patents Portal, <https://portal.unifiedpatents.com/patents/patent/US-20080289515-A1>
17. Stripper Or Stemmer Patents and Patent Applications (Class 460/134), <https://patents.justia.com/patents-by-us-classification/460/134>
18. US8813365B2 - Pepper corer set - Google Patents, <https://patents.google.com/patent/US8813365B2/en>
19. Pepper Cutter - Walmart, <https://www.walmart.com/c/kp/pepper-cutter>
20. Bell Pepper Cutter - Amazon.com, <https://www.amazon.com/bell-pepper-cutter/s?k=bell+pepper+cutter>
21. Pepper Corer | Food Processing Equipment Company LLC, <https://fpequipment.com/product/pepper-corer/>
22. Pepper Corer, <http://charliesmachineandsupply.com/catalog/pepper-corer.shtml>
23. US2835294A - Vegetable coring device - Google Patents, <https://patents.google.com/patent/US2835294>
24. Bell pepper coring machine - DSP-2P - TECNOCEAM - DirectIndustry, <https://www.directindustry.com/prod/tecnoceam/product-210021-2135235.html>
25. Sweet Pepper Decorer SPD 550 Machine - JBT Corporation, <https://www.jbtc.com/foodtech/products-and-solutions/products/peelers-corers-decorers/sweet-pepper-decorer/>

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"

26. PDS4L pepper coring and dividing machine - KRONEN GmbH,
<https://www.kronen.eu/en/solutions/pepper-coring-and-dividing-machine-pds4l>
27. Pepper Decore System - PDS - HiTec Food Systems, <https://hitecbv.nl/product/hitec-pds-pepper-decore-system/>
28. Automatic Vegetable Coring and Cutting Pepper Splitting Wedge Machine,
<https://999fengxiang.en.made-in-china.com/product/fdatvgIDOTRb/China-Automatic-Vegetable-Coring-and-Cutting-Pepper-Splitting-Wedge-Machine.html>
29. Pneumatic Punching Green Pepper Bell Pepper Coring Cutting Cutter Machine,
<https://www.alibaba.com/product-detail/Pneumatic-Punching-Green-Pepper-Bell-Pepper-62520581139.html>
30. Pneumatic Punching Green Pepper Bell Pepper Coring Cutting Cutter Machine - Zhaoqing Fengxiang Food Machinery Co., Ltd., <https://999fengxiang.en.made-in-china.com/product/jdUxInbHhJhX/China-Pneumatic-Punching-Green-Pepper-Bell-Pepper-Coring-Cutting-Cutter-Machine.html>
31. Pneumatic Punching Green Pepper Bell Pepper Coring Machine - Alibaba.com,
https://www.alibaba.com/product-detail/Pneumatic-Punching-Green-Pepper-Bell-Pepper_62520581139.html
32. Pneumatic Type Automatic Vegetable Coring and Cutting Pepper Splitting Machine,
<https://999fengxiang.en.made-in-china.com/product/FOjEYUsPrIkD/China-Pneumatic-Type-Automatic-Vegetable-Coring-and-Cutting-Pepper-Splitting-Machine.html>
33. PepperCorer PC - Sormac, <https://sormac.com/en-us/machines/peppercorer-pc>
34. Sormac launches innovative technology for processing fresh,
<https://fruittoday.com/en/sormac-launches-innovative-technology-for-processing-fresh-produce/>
35. Industrial Pepper Processing Equipment Line - Vanmark, <https://vanmark.com/en-us/Equipment/By-Food-Application/Peppers>

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

36. Industrial Potato & Produce Cutting Equipment - Vanmark, <https://vanmark.com/en-us/Equipment/By-Process/Cutting>

37. Fully Automated Bell Pepper Line - YouTube
<https://www.youtube.com/watch?v=UbpHp4a2qbA>

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

6. Opracowanie koncepcji i założeń konstrukcyjnych dla urządzenia do przetwarzania papryki

Obróbka i przetwarzanie papryki, jako jednego z najpopularniejszych warzyw wykorzystywanych w gastronomii i przemyśle spożywczym, wymaga zastosowania nowoczesnych i efektywnych rozwiązań technologicznych, które umożliwią optymalne wykorzystanie surowca. W rozdziale tym skoncentrowano się na opracowaniu koncepcji oraz kluczowych założeń konstrukcyjnych dla urządzenia dedykowanego do przetwarzania papryki. Celem jest stworzenie innowacyjnej maszyny, która nie tylko zwiększy wydajność produkcji, ale również poprawi jakość końcowego produktu, minimalizując jednocześnie straty związane z usuwaniem gniazd nasiennych.

6.1. Opracowanie koncepcji układu do usuwania gniazd nasiennych

Obecnie spotykane na rynku układy wykonawcze maszyn do usuwania gniazd nasiennych z papryki różnią się w zależności od typu maszyny i jej producenta. Jednakże, można wyróżnić kilka podstawowych elementów, które występują w większości konstrukcji, takich jak noże, chwytaki oraz systemy transportowe. Noże odgrywają kluczową rolę w procesie usuwania gniazd nasiennych z papryki. Ich zadaniem jest wycięcie gniazda nasiennego oraz przecięcie papryki na pół lub ćwiartki. Noże mogą być wykonane z różnych materiałów, najczęściej ze stali nierdzewnej, co zapewnia im odpowiednią wytrzymałość i odporność na korozję. W niektórych konstrukcjach noże mogą być dodatkowo wyposażone w mechanizmy samoostrzące, co znacznie wydłuża ich żywotność i efektywność pracy. Kolejnym elementem wspomagającym proces usuwania gniazda nasiennego z papryki są chwytaki. Chwytaki to elementy odpowiedzialne za przytrzymywanie papryki w odpowiedniej pozycji podczas usuwania gniazd nasiennych. W zależności od konstrukcji maszyny, mogą być to chwytaki mechaniczne, pneumatyczne ciśnieniowe lub podciśnieniowe. Działają na

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

zasadzie zacisku i mogą przybierać formę szczęk, pazurów lub innych mechanizmów chwytających. Są one powszechnie stosowane ze względu na swoją prostotę i niezawodność.

W większości stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych gniazdo nasienne jest wycinane, co wiąże się ze sporym odpadem pełnowartościowego materiału. Proces ten polega na wycięciu gniazda nasiennego za pomocą noża o określonej średnicy. Niestety, średnica noża wycinającego jest zazwyczaj większa od średnicy gniazda nasiennego, co powoduje straty materiału. W praktyce można zaprojektować układ wykonawczy w taki sposób, aby średnica noża była dopasowywana każdorazowo do średnicy gniazda nasiennego. Jednak takie rozwiązanie zdecydowanie skomplikuje konstrukcję, sprawiając, że będzie ona bardziej podatna na awarie. Ponadto zaobserwowany może być spadek wydajności procesu ze względu na konieczność ciągłej zmiany geometrii noża wycinającego, co znacznie wydłuży czas produkcji i zwiększy koszty utrzymania maszyn.

W celu uniknięcia tych problemów zaproponowano alternatywne rozwiązanie, w którym zamiast noża wycinającego zastosowano element wypychający, a właściwie wypychający gniazdo nasienne do środka owocu. W tym przypadku geometria wypychacza może być uniwersalna i dostosowana do szerokiej gamy gniazd nasiennych. Wepchnięcie gniazda nasiennego spowoduje oderwanie się go po krawędzi owocu, co znacząco zminimalizuje odpad produkcyjny. Proces wypychania może również prowadzić do delikatnego oberwania części owocu, zwłaszcza jeśli położenie osi wypychacza względem środka gniazda nasiennego będzie przesunięte. Straty te są jednak zdecydowanie mniejsze w porównaniu z tradycyjnym wycinaniem, co sprawia, że metoda ta jest bardziej efektywna. Ze względu na nienormatywny kształt i wymiary papryki, wymagana będzie jej stabilizacja oraz zapewnienie osiowego ustawienia z przeciwległej strony. W tym celu zaprojektowano specjalny chwytak pneumatyczny, którego położenie będzie każdorazowo dopasowywane do indywidualnego charakteru papryki za pomocą siłownika pneumatycznego. Chwytak zostanie wykonany z tworzywa sztucznego dopuszczonego do kontaktu z żywnością. Jego stożkowy

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

kształt zapewni odpowiednie dopasowanie i właściwe pozycjonowanie papryki wewnątrz maszyny. Aby uniknąć problemów związanych z oddziaływaniem siły wypychania na części ogonków gniazda nasiennego, konieczne będzie ich wcześniejsze obcięcie w sekcji poprzedzającej proces wypychania. W przypadku braku usunięcia ogonka może dojść do sytuacji, w której wypychacz w początkowej fazie działania oddziaływać będzie na ogonek, co może prowadzić do powstawania momentu obrotowego, obracania się papryki, jej przekoszenia lub uszkodzenia owocu.

Cykl pracy usuwania gniazda nasiennego obejmować będzie następujące etapy: w pierwszej kolejności usunięcie/przycięcie ogonka papryki w sekcji poprzedzającej. Następnie w sekcji roboczej chwytak stabilizujący położenie papryki ustawi ją w odpowiedniej pozycji i przytrzyma, umożliwiając elementowi wykonawczemu w postaci wypychacza wykonanie ruchu posuwisto-zwrotnego i wepchnięcie gniazda nasiennego do środka papryki. Po zakończeniu cyklu pracy wypychacz wraz z chwytakiem powrócą do swojego początkowego położenia. Chwytak może być wykonany w technologii druku 3D, co pozwoli na odpowiednie zaprojektowanie wewnętrznych struktur ułatwiających dopasowanie do kształtu papryki. Dzięki zastosowaniu technologii wypychania gniazd nasiennych, proces produkcji staje się bardziej efektywny, zmniejszając straty materiałowe i zwiększając wydajność operacyjną. Jednocześnie, odpowiednie zaprojektowanie elementów stabilizujących i chwytających paprykę zapewnia precyzyjne i bezpieczne przeprowadzanie całego procesu.

6.2. Opis podzespołów układu usuwającego gniazda nasienne

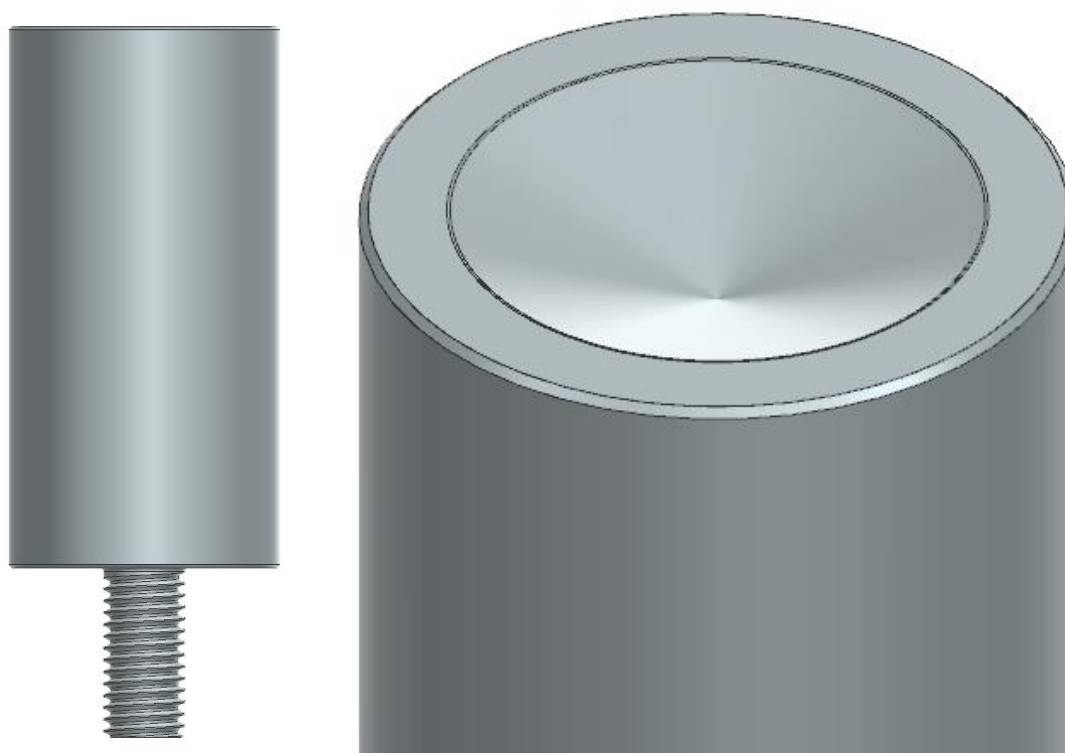
W podrozdziale tym zostały przedstawione przykładowe geometrie podzespołów niezbędnych do usuwania gniazd nasiennych z papryki o różnych nienormalnych kształtach i wymiarach gabarytowych. Proces usuwania gniazd nasiennych z papryki wymaga zastosowania odpowiednich narzędzi i elementów, które będą w stanie skutecznie poradzić sobie z różnorodnymi kształtami i rozmiarami owoców. W tym celu opracowano kilka wariantów

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

geometrii podzespołów, które mogą być dostosowane do specyficznych potrzeb produkcyjnych. W celu wybrania optymalnego kształtu podzespołów zaleca się wykonanie wszystkich wariantów dla średnic 30 mm, 35 mm oraz 40 mm. Każdy z tych wariantów powinien być przetestowany w warunkach rzeczywistych, aby ocenić jego skuteczność i wydajność podczas pracy maszyny. Tylko w ten sposób można wybrać najkorzystniejsze rozwiązanie, które będzie spełniać wymagania dotyczące minimalizacji strat materiałowych oraz zapewnienia wysokiej jakości końcowego produktu.

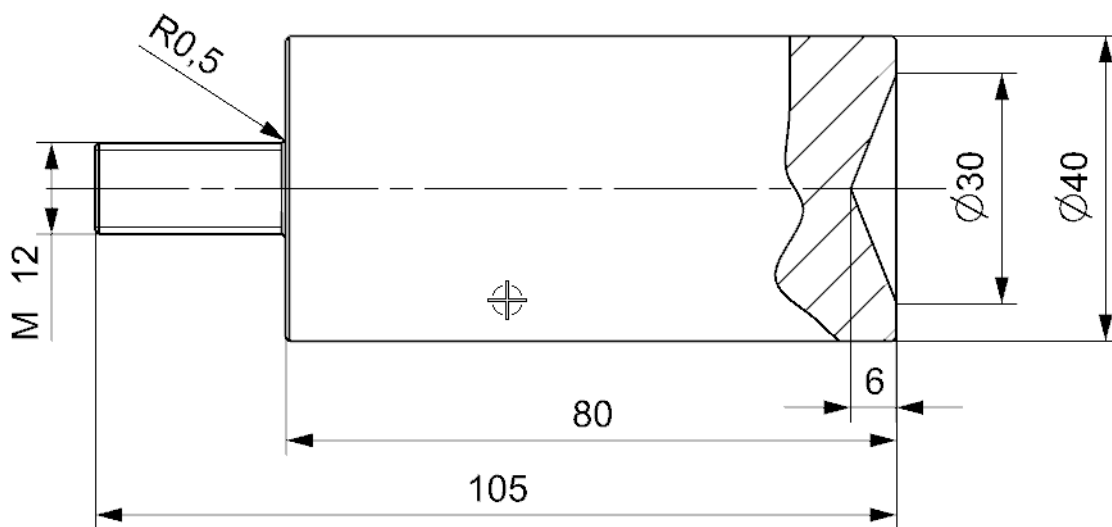


Rys. 19. Konstrukcja wypychacza – wariant 1

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7	Euro-Plan Piotr Figlarz
	26-400 Przysucha	25-314 Kielce	ul. ks. Kazimierza
	www.tompex-agropex.pl/	www.tu.kielce.pl	Sykulskiego 15,
			26-200 Końsk e

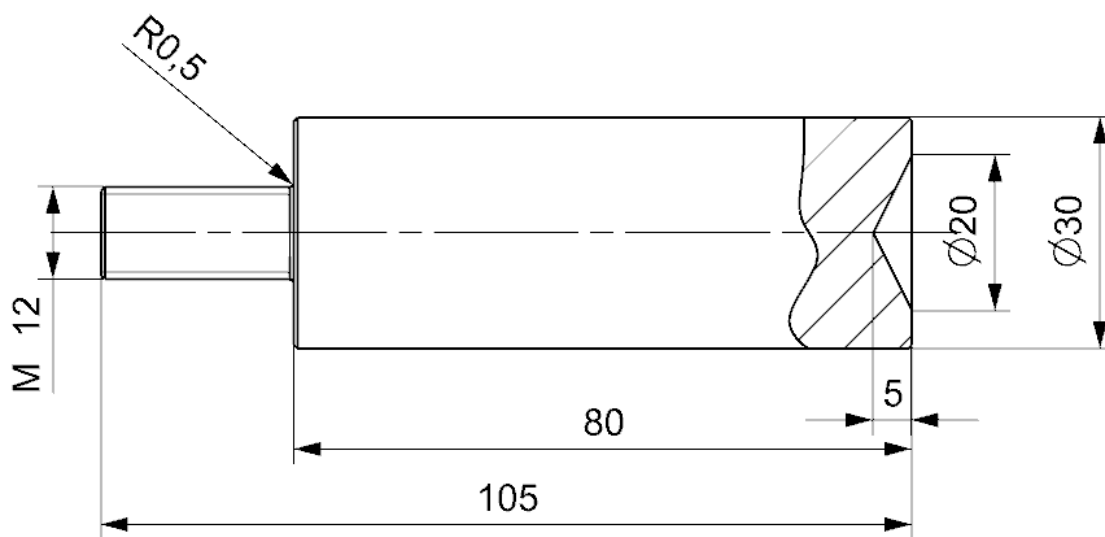


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Niezwymiarowane fazy wykonać 0.5x45°

Rys. 20. Rysunek 1 wykonawczy wypychacza – wariant 1



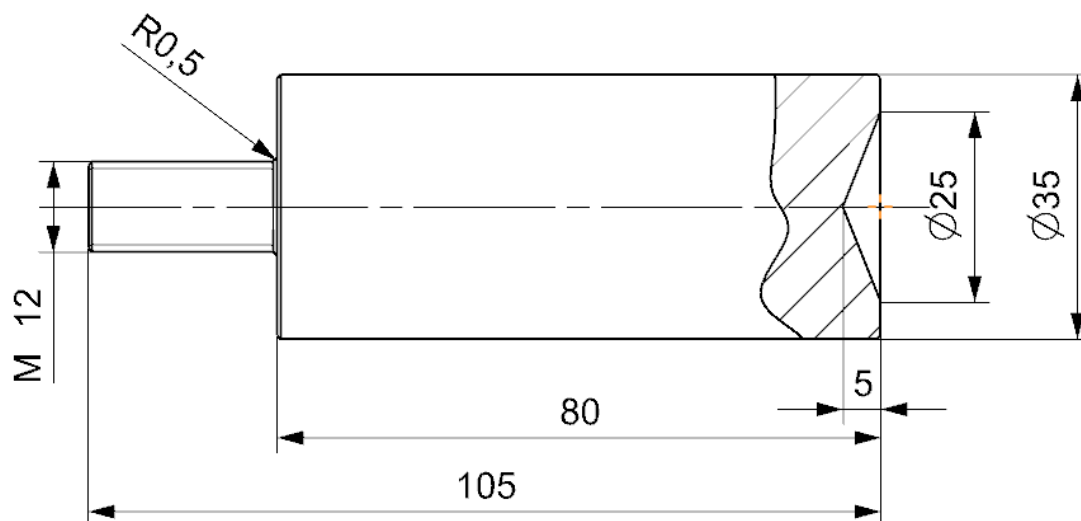
Niezwymiarowane fazy wykonać 0.5x45°

Rys. 21. Rysunek 2 wykonawczy wypychacza – wariant 1

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7	Euro-Plan Piotr Figlarz
	26-400 Przysucha	25-314 Kielce	ul. ks. Kazimierza
	www.tompex-agropex.pl/	www.tu.kielce.pl	Sykulskiego 15,
			26-200 Końsk e

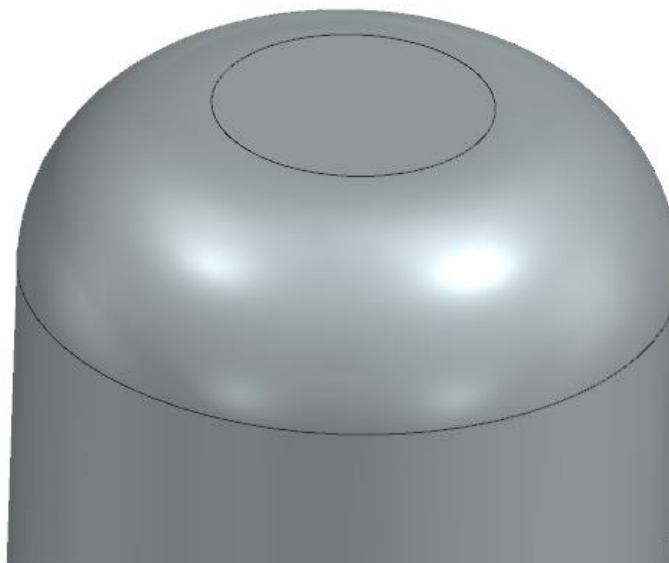


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Niezwymiarowane fazy wykonać 0.5x45°

Rys. 22. Rysunek 3 wykonawczy wypychacza – wariant 1



Rys. 23. Konstrukcja wypychacza – wariant 2

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

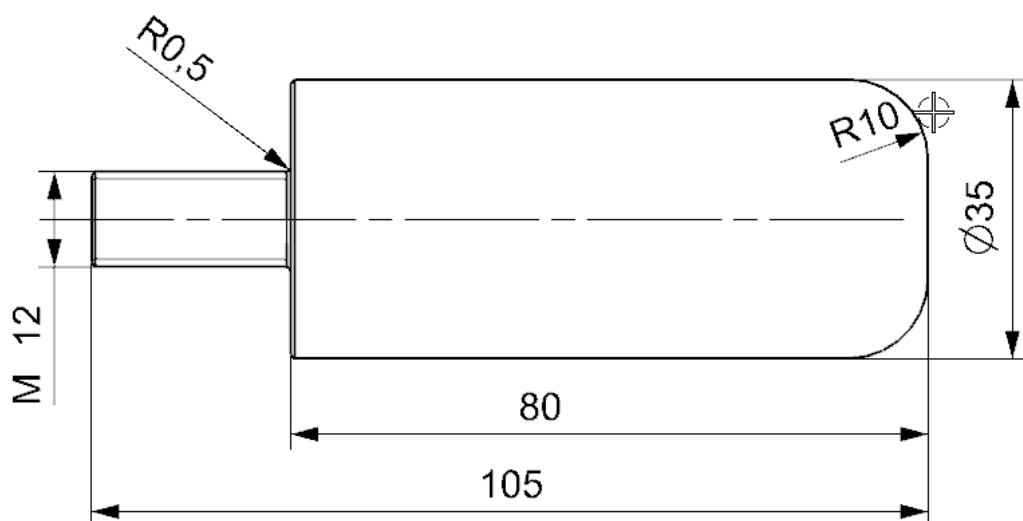
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie

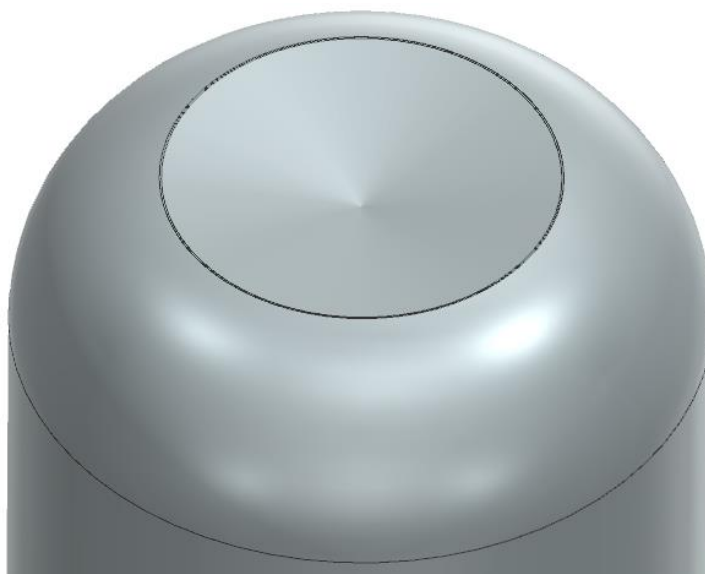


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Niezwymiarowane fazy wykonać 0.5x45°

Rys. 24. Rysunek wykonawczy wypychacza – wariant 2



Rys. 25. Konstrukcja wypychacza – wariant 3

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

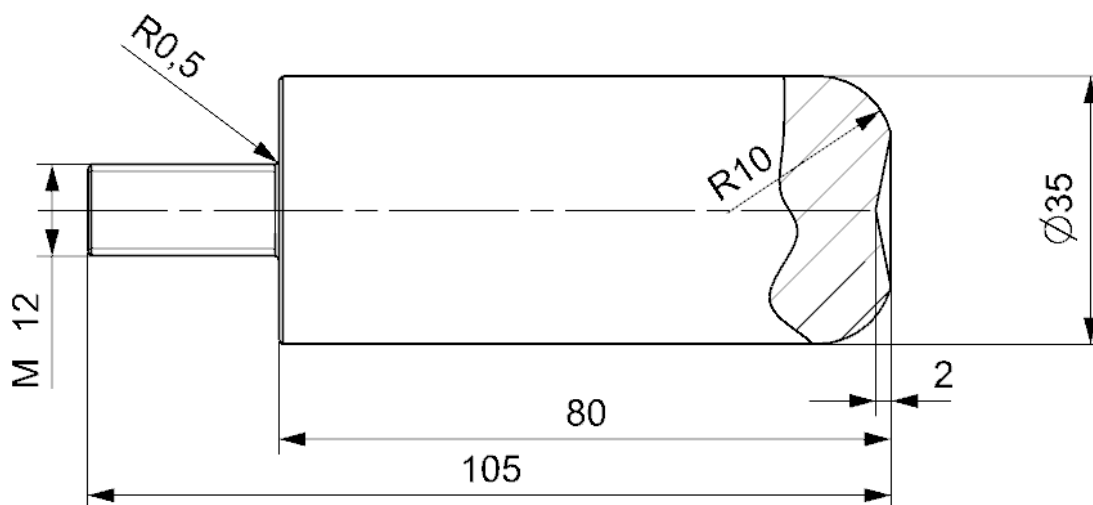
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie

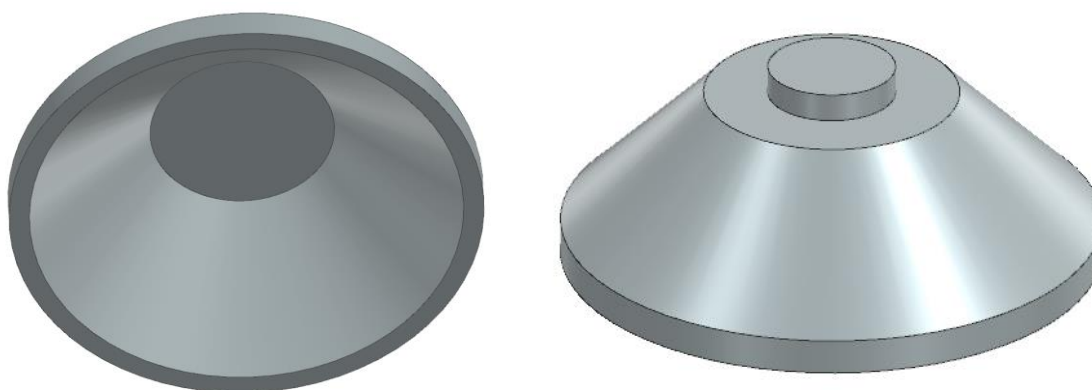


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Niezwymiarowane fazy wykonać 0.5x45°

Rys. 26. Rysunek wykonawczy wypychacza – wariant 3



Rys. 27. Konstrukcja wypychacza – wariant 1

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

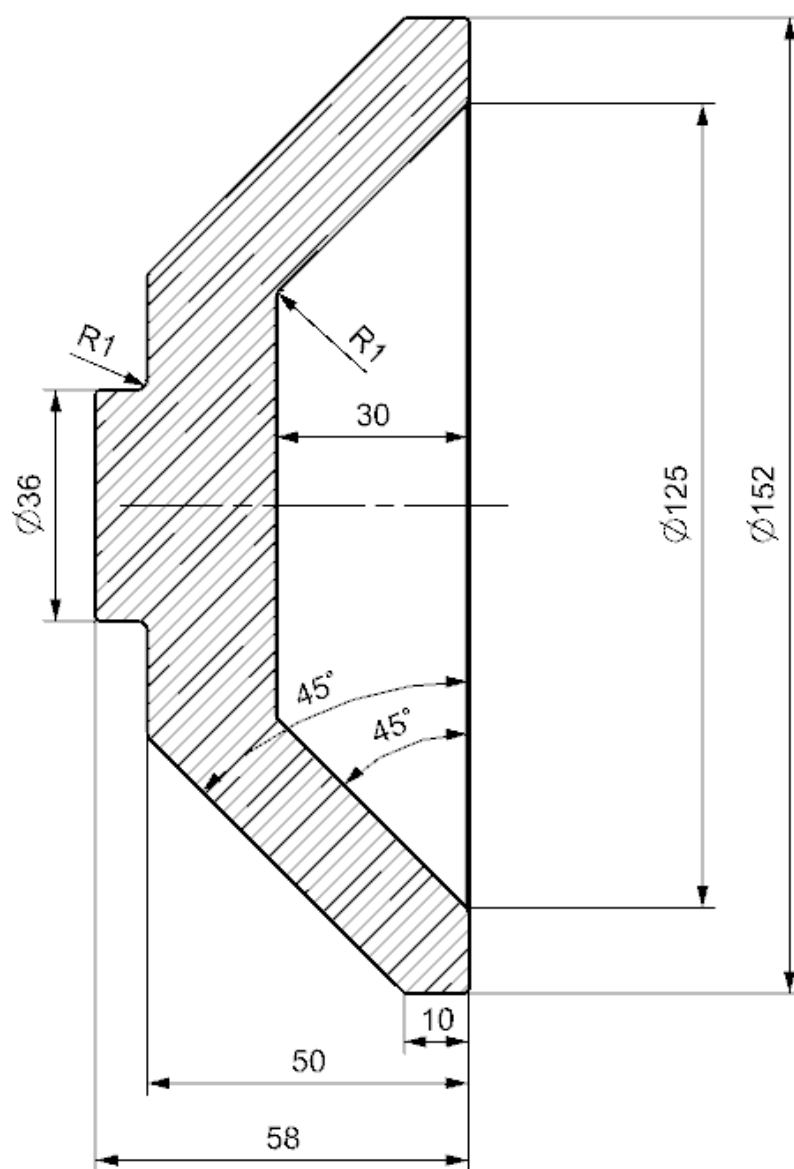
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Niezwymiarowane fazy wyknać 1x45°

Rys. 28. Rysunek wykonawczy wypychacza – wariant 1

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

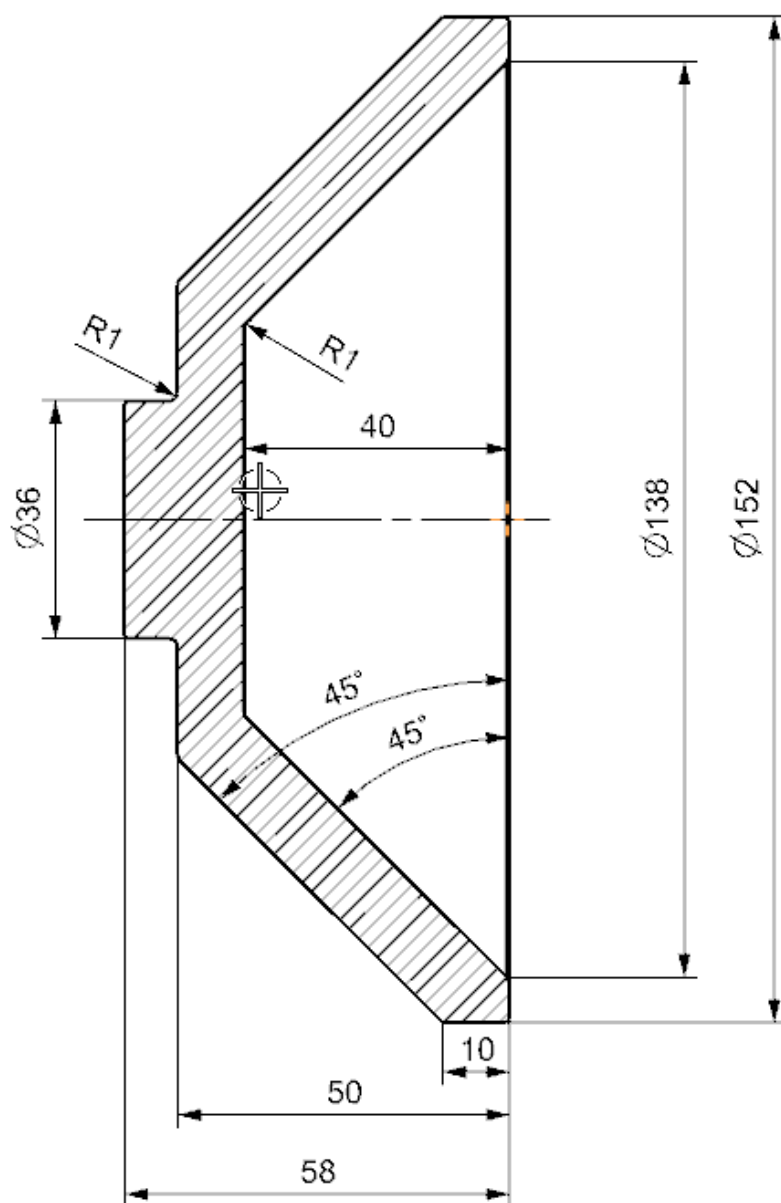
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Niezwymiarowane fazy wyknać 1x45°

Rys. 29. Rysunek wykonawczy wypychacza – wariant 2

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.
Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

6.3. Koncepcje rozwiązań konstrukcyjnych usuwania nasion

Usuwanie ziaren z papryki stanowi jeden z podstawowych etapów w procesie jej przetwarzania przemysłowego, szczególnie w sektorze przetwórstwa spożywczego, ale również w przemyśle nasiennym. Wydajność oraz dokładność działania maszyn odpowiadających za ten proces mają bezpośredni wpływ na jakość końcowego produktu oraz efektywność ekonomiczną całego ciągu technologicznego. Choć w warunkach laboratoryjnych oraz przemysłowych możliwe jest skuteczne oczyszczanie papryki o standardowych kształtach i wymiarach, to jednak w praktyce bardzo często spotyka się egzemplarze odbiegające od normy — o nieregularnym kształcie, asymetrycznych ścianach, zmiennej grubości miąższu czy nietypowej lokalizacji komór nasiennych.

Zmienność morfologiczna papryki (*Capsicum annuum*) wynika zarówno z czynników genetycznych, jak i środowiskowych. Odmiany o zróżnicowanym pokroju roślin, wielkości owocu i rozmieszczeniu nasion są coraz powszechniej wykorzystywane w rolnictwie oraz produkcji ekologicznej, gdzie standaryzacja rozmiarów bywa utrudniona. W konsekwencji projektowanie uniwersalnych rozwiązań mechanicznych, pozwalających na skuteczne usuwanie ziarenek z papryk o nietypowych kształtach, staje się zadaniem złożonym i interdyscyplinarnym, które wymaga uwzględnienia zarówno aspektów biologicznych, jak i inżynierskich.

Celem niniejszego opracowania jest wskazanie wytycznych technicznych, które pozwolą zoptymalizować podzespoły maszyn przeznaczonych do oczyszczania papryki z ziaren w sposób skuteczny i możliwie uniwersalny. W szczególności chodzi o takie modyfikacje konstrukcyjne oraz adaptacyjne, które pozwolą urządzeniom „radzić sobie” z owocami odbiegającymi od normatywnego kształtu i rozmiaru. Praca ma na celu syntetyczne ujęcie aktualnego stanu wiedzy w zakresie mechanicznego usuwania nasion oraz zaproponowanie rozwiązań, które mogą zwiększyć elastyczność i efektywność działania systemów przetwórczych.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Podstawą analizy będą zarówno dostępne publikacje naukowe z zakresu inżynierii rolniczej i technologii żywności, jak i obserwacje praktyczne wynikające z pracy istniejących linii produkcyjnych. W opracowaniu zostaną także uwzględnione dane morfometryczne różnych typów papryki oraz najczęstsze problemy występujące podczas procesu oczyszczania. Całość zostanie podsumowana propozycją wytycznych, które mogą zostać wykorzystane w realizowanym projekcie.

Proces usuwania ziaren papryki o niestandardowych kształtach i wymiarach gabarytowych wymaga zastosowania odpowiednio zaprojektowanych urządzeń mechanicznych, które są zdolne do efektywnego radzenia sobie z różnorodnością form i kształtów owoców. Podstawowym wyzwaniem jest zaprojektowanie systemu, który pozwoli na bezpieczne i skuteczne usunięcie nasion bez uszkodzenia struktury miąższu, co ma kluczowe znaczenie dla jakości końcowego produktu. Mechaniczne podzespoły odgrywają tu kluczową rolę, zapewniając precyzyjne i powtarzalne działanie.

Pierwszym istotnym elementem są systemy transportowe, które umożliwiają przemieszczanie papryki w sposób zapewniający jej stabilne położenie oraz poprawną orientację. Taśmociągi z elastycznymi uchwytami adaptacyjnymi oraz stabilizatory pozwalają na unieruchomienie owoców podczas ich przemieszczania, co minimalizuje ryzyko ich uszkodzenia. W procesie tym ważne jest, aby materiały konstrukcyjne były zgodne z normami dedykowanymi dla przemysłu spożywczego i przetwórczego, np. wykonane ze stali nierdzewnej lub tworzyw sztucznych dopuszczonych do kontaktu z żywnością.

Kolejnym kluczowym podzespołem są mechanizmy usuwające gniazda nasienne. Noże wykrawające lub noże rotacyjne muszą być zaprojektowane tak, aby precyzyjnie wycinać gniazda nasienne, zachowując integralność struktury papryki. Dodatkowym aspektem zapewniającym długotrwałą wydajność i zmniejszenie kosztów konserwacji tego typu noży jest zastosowanie mechanizmów z automatycznym ostrzeniem.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Proces oczyszczania wnętrza papryki z pozostałych nasion może być realizowany za pomocą systemów pneumatycznych i wibracyjnych. Dysze pneumatyczne obrotowe, generujące strumienie powietrza o regulowanej intensywności, skutecznie usuwają resztki nasion z trudno dostępnych miejsc. Uzupełnieniem tego rozwiązania mogą być systemy wibracyjne, które wprowadzają owoce w kontrolowane drgania, co ułatwia separację nasion od miąższu. Konstrukcja takich systemów powinna uwzględniać odpowiednią izolację drgań, aby nie wpływać negatywnie na inne elementy maszyny.

W procesie tym nie można pominąć systemów wspomagających, takich jak moduły dozowania sprężonego powietrza czy systemy odprowadzania usuniętych nasion. Kontrola przepływu powietrza oraz precyzyjne sterowanie pracą mechanizmów wibracyjnych i pneumatycznych są kluczowe dla uzyskania wysokiej efektywności procesu. Dodatkowo, zastosowanie zasobników buforowych na usunięte nasiona pozwala na utrzymanie porządku i higieny podczas pracy.

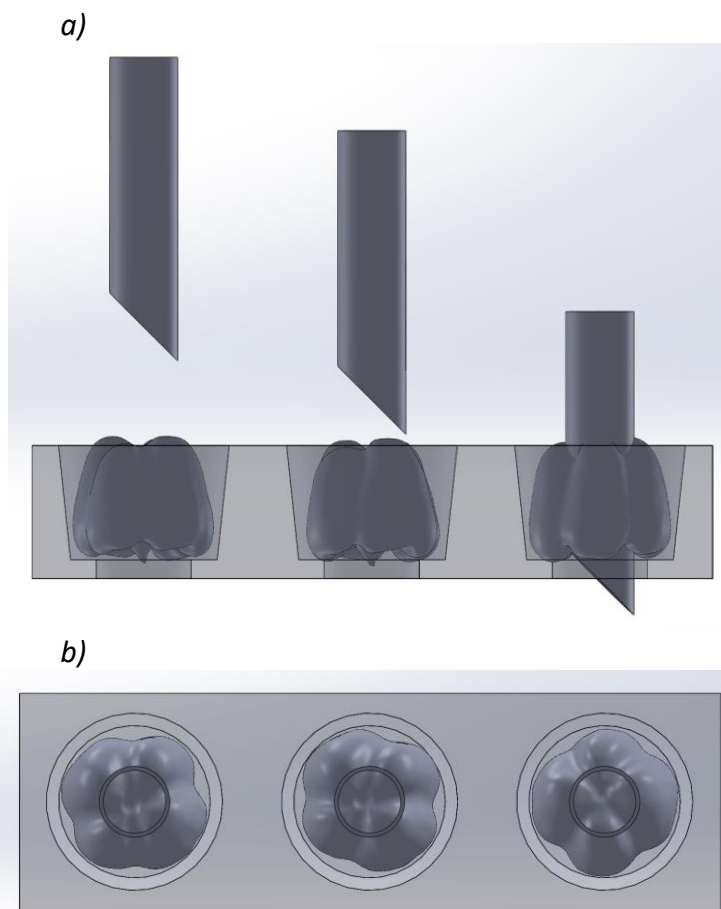
Podsumowując, proces usuwania ziarenek papryki wymaga zaawansowanego podejścia do projektowania urządzeń, gdzie każdy podzespół pełni określoną funkcję w zapewnieniu skuteczności, trwałości i higieny pracy. Mechaniczne systemy transportu, wycinania gniazd nasiennych oraz oczyszczania wnętrza papryki stanowią trzon takich rozwiązań, umożliwiając efektywną obórkę owoców o niestandardowych kształtach i wymiarach gabarytowych.

Na rysunku poniżej przedstawiono koncepcję systemem wycinającego gniazda nasienne z jednoczesnym oczyszczaniem sprężonym powietrzem: Urządzenie to wykrawa gniazda nasienne, a następnie oczyszcza wnętrze papryki z pozostałych nasion za pomocą strumienia sprężonego powietrza.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 30. Schemat działania urządzenia wydrążającego z systemem oczyszczania sprężonym powietrzem, a) widok z boku, b) widok z góry.

Wadą takiego rozwiązania może być duży ubytek masy owocu papryki wraz z usuwanym gniazdem nasiennym, a także podział owocu papryki na cztery, w których mogą pozostawać nieusunięte jeszcze pestki. Pneumatyczny system z dyszą obrotową do usuwania nasion pozostałych po usunięciu gniazd nasiennych: Pneumatyczne dysze obrotowe automatycznie opuszczane są do wnętrza wydrążonej papryki. Pod wpływem sprężonego powietrza nasiona, które pozostały po wydrążeniu gniazd nasiennych są ewakuowane z owocu. Wadą takiego rozwiązania może być duży ubytek masy owocu papryki wraz z usuwanym gniazdem nasiennym.

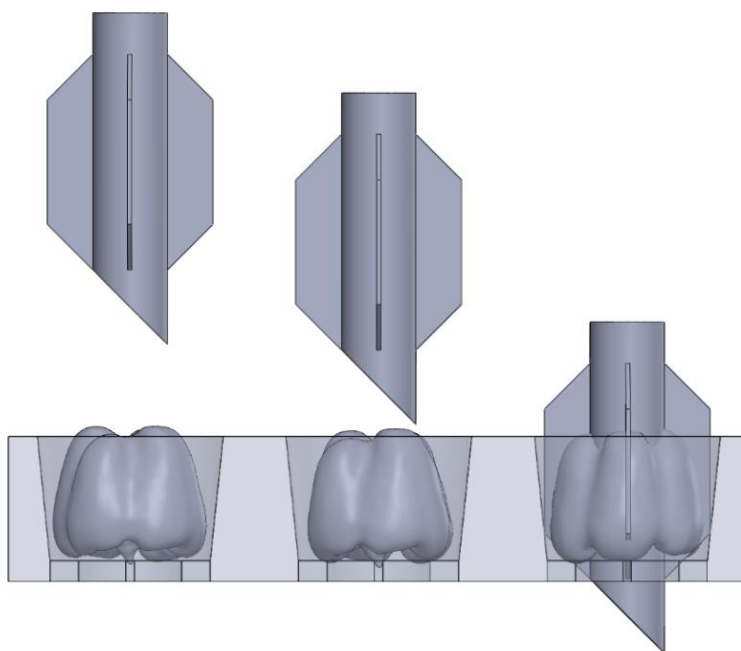
Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



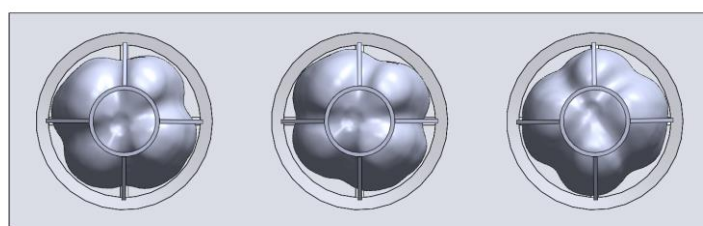
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Kolejnym przykładem konstrukcji jest systemem wydrążająco-tnący z oczyszczaniem sprężonym powietrzem: urządzenie to wykrawa gniazda nasienne z jednoczesnym podziałem owocu na cztery części, a następnie oczyszcza wnętrze papryki z pozostałych nasion za pomocą strumienia sprężonego powietrza. Krojenie papryki jest możliwe dzięki zastosowaniu dodatkowych ostrzy zintegrowanych z nożem wykrawającym.

a)



b)



Rys. 31. Schemat działania urządzenia wydrążająco-tnącego z systemem oczyszczania sprężonym powietrzem, a) widok z boku, b) widok z góry.

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

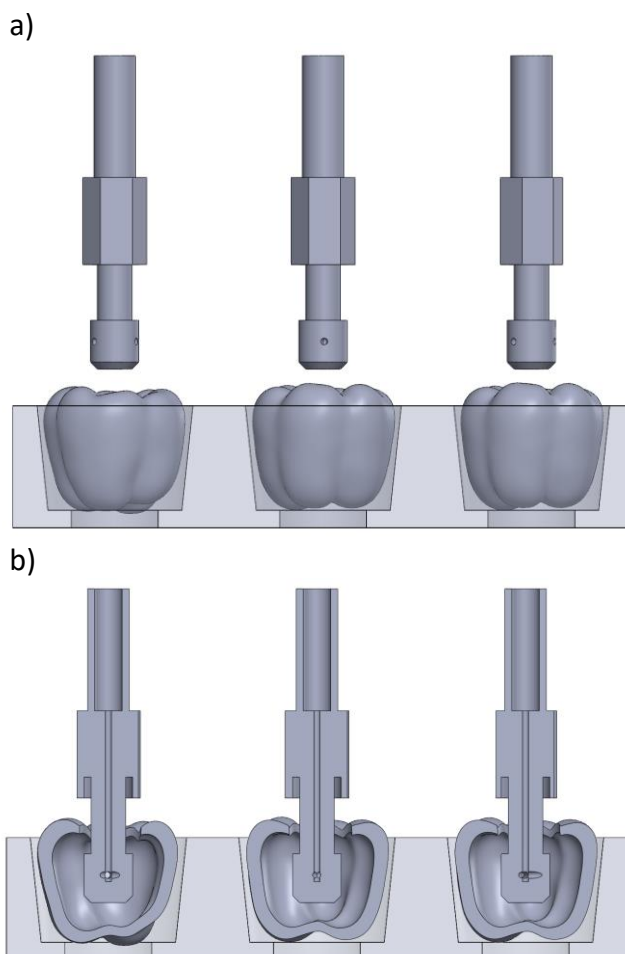
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 32. Schemat ewakuacji nasion z użyciem pneumatycznych dysz obrotowych na sprężone powietrze

W celu poprawy sprawności systemu można dodatkowo zastosować mechaniczne systemy wibracyjne, które stanowią efektywne rozwiązanie w procesie oczyszczania papryki z nasion po usunięciu gniazd nasiennych. Wprowadzenie takich systemów w urządzeniach pozwala na precyzyjne i kontrolowane oddzielanie nasion od miąższu papryki. Drgania generowane przez system wibracyjny o odpowiednio dobranej częstotliwości i amplitudzie prowadzą do „odklejenia” nasion, co minimalizuje ryzyko uszkodzenia struktury miąższu.

Dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest możliwość integracji z pneumatycznymi dyszami obrotowymi, które wykorzystują precyzyjne strumienie powietrza do usuwania

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

nasion z trudno dostępnych miejsc wewnątrz owocu. Dysze obrotowe działają synchronicznie z wibracjami, co zwiększa efektywność procesu. Strumień powietrza jest skierowany w sposób dynamiczny, dostosowując swoją siłę i kierunek do geometrii wnętrza papryki, co pozwala na dokładne oczyszczenie owocu nawet w przypadku nieregularnych kształtów.

6.4. Wybrane rozwiązania konstrukcyjne dysz pneumatycznych

Czyszczenie wnętrza papryki po usunięciu gniazda nasiennego z pozostałych nasion można przeprowadzać, wykorzystując technologie pneumatyczne oraz wibracyjne. Obracające się dysze pneumatyczne, które wytwarzają strumienie powietrza o regulowanej mocy, mogą umożliwić bardziej efektywne usuwanie nasion nawet z najbardziej niedostępnych miejsc we wnętrzu owocu papryki.

Rotacyjna dysza RRT "Pata GUN" to zaawansowane narzędzie do oczyszczania powierzchni, które działa na zasadzie generowania strumieni powietrza o wysokiej prędkości. Dzięki zastosowaniu obracającej się rurki wykonanej z elastycznego poliuretanu, dysza umożliwia dynamiczne wydmuchiwanie zanieczyszczeń, w tym pozostałych nasion wewnątrz papryki.



Rys. 33. Dysza obrotowa, seria RRT [1]

Jej konstrukcja pozwala na precyzyjne kierowanie strumieniami powietrza w trudno dostępne miejsca. Miękki materiał eliminuje ryzyko uszkodzenia delikatnych powierzchni, takich jak miąższ papryki. Dzięki modułowej budowie, dyszę można stosować zarówno jako część większego urządzenia, jak i ręcznie, po połączeniu z pistoletem pneumatycznym. To

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie” narzędzie znajduje zastosowanie w przemyśle spożywczym, gdzie wymagana jest wysoka precyzja i bezpieczeństwo higieniczne.

Dysze obrotowe serii RT zostały zaprojektowane z myślą o szybkim i skutecznym usuwaniu zanieczyszczeń za pomocą fal uderzeniowych sprężonego powietrza.



Rys. 34. Dysze obrotowe, seria RT [2]

Obrotowa konstrukcja zapewnia automatyczne rozprowadzanie powietrza na powierzchni pod różnymi kątami, co sprawia, że jest szczególnie skuteczna w czyszczeniu wnętrza owoców o nieregularnych kształtach, takich jak papryka.

Dysza z serii UEA D020 to wielokanałowe narzędzie zaprojektowane do dokładnego i oszczędnego wykorzystania sprężonego powietrza. Jej konstrukcja redukuje poziom hałasu podczas pracy i jednocześnie zwiększa siłę podmuchu, co czyni ją idealnym rozwiązaniem do zdmuchiwania pozostałych nasion we wnętrzu papryki. Dysza może być stosowana w różnych konfiguracjach, a dzięki łatwej regulacji przepływu powietrza umożliwia dostosowanie do specyficznych wymagań procesowych.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



"Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"



Rys. 35. Dysza powietrzna UEA D020 [3]

Dysza płasko–strumieniowa typu 679 lub kulowe (typ 540, 541) to dysze powietrzne przeznaczone do aplikacji przemysłowych, takich jak zdmuchiwanie, suszenie czy czyszczenie. Dzięki ergonomicznej budowie i zoptymalizowanej aerodynamice, strumień powietrza jest precyzyjnie kierowany, co umożliwia efektywne oczyszczanie wnętrza owoców.



Rys. 36. Dysza powietrzna a) płasko–strumieniowa, b) kulista [4]

Proces oczyszczania wnętrza papryki po usunięciu gniazda nasiennego wymaga zastosowania zaawansowanych technologicznie rozwiązań, które gwarantują skuteczność, precyzję i bezpieczeństwo pracy. Kluczową rolę odgrywają tutaj technologie pneumatyczne oraz wibracyjne, w szczególności dysze obrotowe i wielokanałowe. Ich odpowiednia konstrukcja pozwala na efektywne usuwanie nasion z trudno dostępnych miejsc, zachowując jednocześnie integralność miąższu papryki.

Przedstawione rozwiązania, takie jak rotacyjna dysza RRT "Pata GUN", dysze serii RT, czy wielokanałowa dysza UEA D020, demonstrują szerokie możliwości zastosowania

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

sprężonego powietrza w przemyśle spożywczym. Każda z tych dysz charakteryzuje się unikalnymi cechami, takimi jak redukcja hałasu, modułowość konstrukcji, czy precyzyjne kierowanie strumieni powietrza, co czyni je odpowiednimi narzędziami w procesie oczyszczania owoców o nieregularnych kształtach.

Dodatkowo, zastosowanie dysz płasko-strumieniowych i kulowych umożliwia wszechstronne wykorzystanie w aplikacjach przemysłowych, podkreślając ich uniwersalność i trwałość. Dzięki zastosowaniu materiałów odpornych na korozję i wysokie temperatury, urządzenia te są nie tylko wydajne, ale również spełniają wymogi higieniczne, co ma kluczowe znaczenie w przemyśle spożywczym. Ostatecznie, różnorodność technologii pozwala na elastyczne dostosowanie procesów do specyficznych wymagań produkcyjnych, co stanowi istotny krok w kierunku optymalizacji i elastyczności wykorzystania tych elementów w przemyśle przetwórczym.

Literatura

1. Dysza obrotowa seria RRT Pata GUN 2025.
2. Série RT - Tryska rotační, materiál tělesa: slitina hliníku 2025.
3. Dysze powietrzne UEA D020 2025.
4. Dysze przemysłowe - dysze powietrzne płasko- oraz pełnostrumieniowe 2025.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

6.5. Opracowanie koncepcji schematu systemu transportowego papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych

Papryka (jak każdy owoc czy warzywo) może posiadać różne kształty i wielkości, co stawia przed konstruktorami maszyn wyzwanie w zakresie zapewnienia efektywnego i precyzyjnego transportu w trakcie cięcia. Odpowiednia konstrukcja systemu transportowego na maszynach do cięcia papryki pozwala na zachowanie wysokiej jakości produktu oraz zwiększenie wydajności procesu produkcyjnego, minimalizując czas potrzebny na przetworzenie każdej sztuki warzywa. Ponadto w maszynach do cięcia papryki, systemy transportowe odgrywają kluczową rolę w zapewnieniu płynnego przepływu surowca do sekcji cięcia, jednocześnie minimalizując ryzyko uszkodzeń. W zależności od rodzaju maszyny i wymagań produkcji, stosowane są różne systemy transportowe [1-5]:

1. Taśmociągi. Najczęściej wykorzystywany systemem transportowym w maszynach do cięcia papryki. Taśmociągi zapewniają płynne i kontrolowane przesuwanie warzyw do strefy cięcia. Mogą być wyposażone w różne rodzaje taśm, dostosowane do specyfiki transportu papryki o nienormatywnych kształtach i wymiarach. Taśmy mogą mieć różne szerokości, materiał wykonania oraz profil, który pomaga w stabilizacji papryki i zapobiega jej przesuwaniu się.

2. Systemy rolkowe. Często spotykane rozwiązanie w połączeniu z taśmociągami lub jako uzupełniające elementy transportu. Rolki mogą pomagać w płynniejszym przesuwaniu papryki, zwłaszcza w przypadku warzyw o nieregularnych kształtach. Systemy rolkowe są często używane w obszarach, gdzie konieczne jest precyzyjne ustawienie i ukierunkowanie papryki przed cięciem.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

3. Wibracyjne systemy transportowe. Stosowane w maszynach, w których papryka musi zostać równomiernie rozprowadzona lub ustawiona w określony sposób przed cięciem. Dzięki zastosowaniu wibracji możliwe jest delikatne przesuwanie papryki, minimalizując ryzyko uszkodzenia jej podczas transportu.

4. Systemy z mechanizmami uchwytów lub szczęk. W maszynach o bardziej zaawansowanej konstrukcji stosuje się systemy, które wykorzystują mechanizmy uchwytów, które chwytają paprykę w odpowiednich punktach, zapewniając jej bezpieczny transport. Uchwyt może działać na zasadzie ściskania lub przyssawania papryki do powierzchni transportowej, co pomaga w uniknięciu jej przewrócenia lub zgniecenia.

5. Systemy pneumatyczne. W niektórych rozwiązaniach stosuje się powietrze do transportu papryki, co pozwala na unikanie kontaktu papryki z twardymi powierzchniami. Powietrze jest używane do nadmuchu papryki na taśmociągi lub do jej przesuwania w kierunku cięcia.

6. Podajniki rotacyjne lub spiralne. Systemy takie stosowane są w bardziej specjalistycznych maszynach, gdzie papryki muszą być podawane do sekcji cięcia w określony sposób. Tego typu systemy mogą być używane, gdy wymagana jest precyzja w ustawieniu warzyw lub gdy papryka ma niestandardowy kształt.

Wszystkie te systemy muszą być tak zaprojektowane, aby radziły sobie z transportem papryki o różnych kształtach i wymiarach, zapewniając jej ochronę przed uszkodzeniami, jednocześnie optymalizując proces produkcyjny i zwiększając efektywność maszyn.

6.6. Schematu systemu transportowego papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych

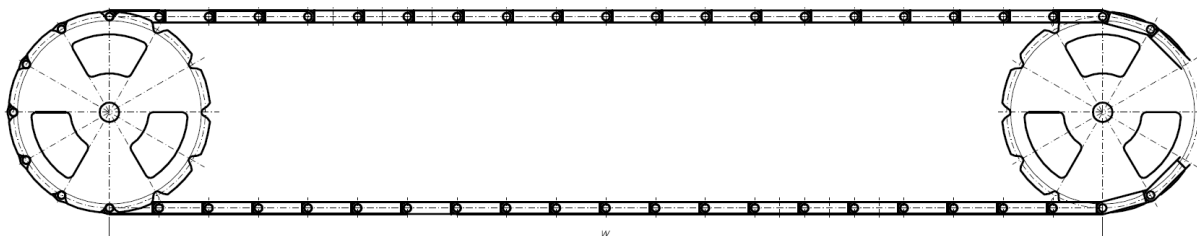
Na podstawie przeprowadzonej analizy oraz na podstawie analizy wymagań i założeń konstrukcyjnych linii do przetwórstwa papryki autor zdecydował się zaproponować system

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
transportu oparty o taśmociąg. Przy czym zdecydowano, że taśmociąg będzie zaprojektowany w postaci podajnika łańcuchowego o specjalnym kształcie.

Schemat przenośnika taśmowego (łańcuchowego) przedstawiono na Rys. 37.



Rys. 37. Schemat systemu transportu papryki - widok z boku (opracowanie własne)

Proponuje się wykonać przenośnik z odpowiednimi gniazdami w takiej ilości aby umożliwiały mocowanie papryki o różnych gabarytach i wymiarach. Przy czym proponuje się wykonać system transportowy z podziałem na kilka sekcji tj. (Rys. 2.):

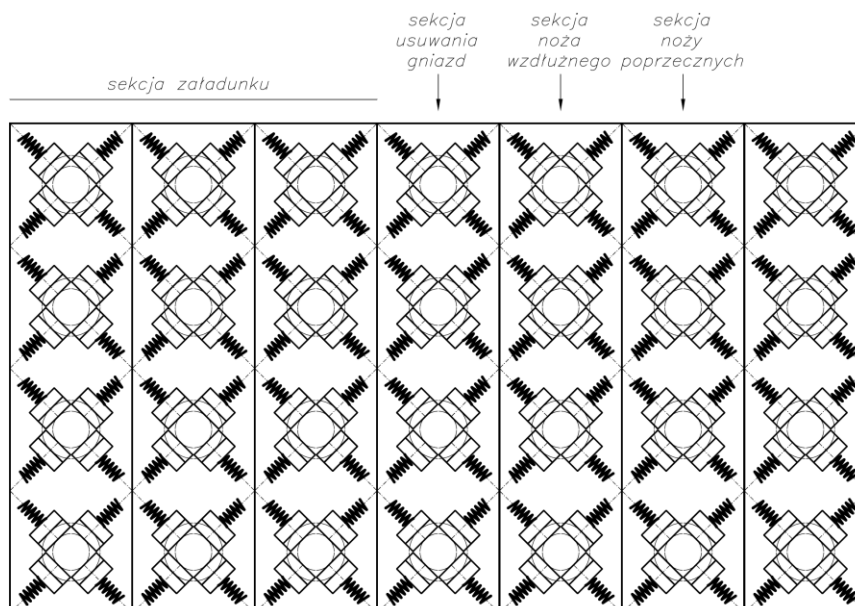
1. Sekcja załadunku.
2. Sekcja usuwania gniazd.
3. Sekcja noża wzdłużnego.
4. Sekcja noży poprzecznych.

Przy czym sekcje 3 i 4 można połączyć w jedną przy zastosowaniu noża zespolonego.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 38. Schemat systemu transportu papryki z podziałem na sekcje - widok z góry (opracowanie własne)

Literatura

1. Bigtem makine: <https://www.bigtem.com/en-US/catalogue/cutting-coring-destemming/full-automatic-pepper-head-cutting-coring-system/79/10522>
2. Kronen GmbH: <https://www.kronen.eu/en/solutions/pepper-coring-and-dividing-machine-pds4l>
3. Romiter Group: <https://www.cnprocess.com/bell-pepper-paprika-cutting-and-de-coring-machine/>
4. HiTec Foodsystems: <https://hitecbv.nl/product/hitec-pds-pepper-decore-system/>
5. Vegetable: <https://vegetable-machine.com/product/automatic-chilli-cutting-machine>

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

6.7. Wstępny dobór parametrów i elementów składowych systemu transportującego

System transportowy papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych wymaga zastosowania specjalistycznych podzespołów, które umożliwiają efektywne przemieszczanie i sortowanie tych warzyw, mimo ich różnorodności pod względem wielkości i kształtu. Po wstępnej analizie konstrukcji zdecydowano się na użycie następujących komponentów systemu transportowego:

1. Motoreduktor do napędu przenośnika taśmowego (łańcuchowego)
2. Silnik elektryczny do napędu piły tarczowej do odcinania ogonków wraz z siłownikiem liniowym i prowadnicą służącą do przemieszczania piły.
3. Przenośnik taśmowy wraz z motoreduktorem służący do ewakuacji gniazd nasiennych.

6.8. Algorytm obliczeniowy doboru napędów

Obliczenia kinematyczne układu napędowego i dobór silnika elektrycznego został wykonany według następującego algorytmu [1-3]:

I. Parametry zadane:

(parametry zadane wyjściowego wału napędu - ostatni wał napędzany w układzie przekładni)

Warianty obliczeń (zależne od posiadanych danych):

- a) F_{wy} , N; V_{wy} , m/s; D_{wy} , mm; g , °;
- b) M_{wy} , Nm; n_{wy} , 1/min;
- c) M_{wy} , Nm; w_{wy} , 1/s;

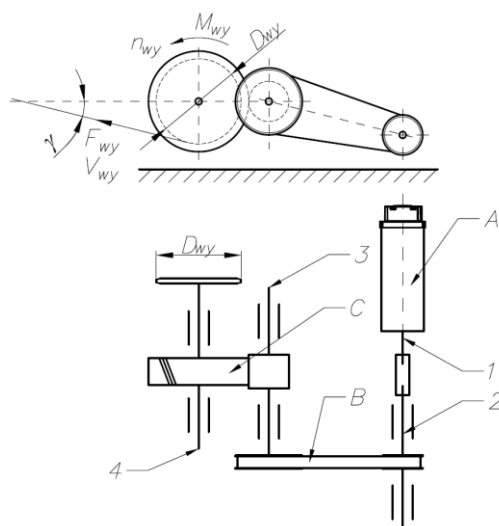
Schemat układu napędowego przedstawiono na Rys. 1. Przy czym do celów obliczeń przekładnia pasowa i przekładnia zębata mogą być zastąpione przekładniami zębatymi

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

dowolnymi (walcowa, stożkowa, ślimakowa w dowolnej konfiguracji oraz o dowolnej liczbie stopni) w postaci zwartego reduktora.



Rys. 39. Schemat układu napędowego: 1, 2, 3, 4 - wały napędowe: 1- wał napędzający od silnika (czyny), 2, 3 - wały pośrednie, 4 - wał wyjściowy (wały bierne). A - silnik napędzający, B - przekładnia pasowa, C - przekładnia zębata (dowolna)

II. Obliczamy (w zależności od danych wejściowych korzystamy z trzech dostępnych wariantów):

1. Moc na wale wyjściowym P_{wy} , kW

$$1a) \quad P_{wy} = \frac{F_{wy} \cdot V_{wy}}{1000} ;$$

$$1b) \quad P_{wy} = \frac{M_{wy} \cdot n_{wy}}{9550} ;$$

$$1c) \quad P_{wy} = \frac{M_{wy} \cdot \omega_{wy}}{1000} .$$

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

2. Współczynnik sprawności napędu

Tabela 1. Orientacyjne wartości współczynników sprawności η_0

Rodzaj przekładni	Zamknięta	Otwarta
Walcowa przekładnia zębata	0,95...0,98	0,92...0,94
Stożkowa przekładnia zębata	0,94...0,97	0,91...0,93
Przekładnia planetarna 1-st	0,90...0,95	
2-st	0,85...0,90	
Przekładnia ślimakowa dla liczby zwojów ślimaka z,		
- niesamohamowna $z_I = 1$	0,68...0,72	0,52...0,62
$z_I = 2$	0,73...0,78	0,60...0,70
$z_I = 4$	0,78...0,85	
- samohamowna $z_I = 1$	0,45	0,40
Przekładnia łańcuchowa	0,94...0,96	0,90...0,93
Przekładnia cierna	0,88...0,94	0,70...0,85
Przekładnia pasowa		
- o pasie klinowym	0,93...0,95	
- o pasie płaskim	0,94...0,96	
Łożyska toczne (jedna para)	0,990...0,995	
Łożyska ślizgowe (jedna para)		
- o tarcu płynnym	0,990...0,995	
- o tarcu mieszanym	0,975...0,985	
Sprzęgła	0,97...0,98	

Wartości współczynników sprawności przekładni są przedstawione bez uwzględnienia sprawności łożysk.

$$\eta_0 = \prod_{i=1}^n \eta_i \quad (\text{dokładność — 3 znaki po przecinku})$$

gdzie: η_i - współczynniki sprawności różnego rodzaju przekładni mechanicznych, jak również innych elementów napędu (Tab. 1).

3. Moc obliczeniowa silnika P_{s0} , kW

$$P_{s0} = \frac{P_{wy}}{\eta_0}$$

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

4. Częstotliwość obracania wału wyjściowego n_{wy} , 1/min

$$4a) \quad n_{wy} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot V_{wy}}{\pi \cdot D_{wy}} ;$$

$$4b) \quad n_{wy} - \text{dane} ;$$

$$4c) \quad n_{wy} = \frac{30 \cdot \omega_{wy}}{\pi} .$$

5. Ogólne przełożenie układu

Korzystając z zalecanych wartości przełożeń przekładni układu napędowego (w zakresie przełożeń minimalnych i maksymalnych), jak również z zaleceń do podziału przełożeń pomiędzy poszczególnymi stopniami, oblicza się minimalne i maksymalne zalecane ogólne przełożenie układu napędowego. W naszym przypadku wartości tych przełożeń zostaną podane jako dane, dla konkretnych wartości przełożeń.

$$u'_0 = \prod_{i=1}^n u'_i$$

gdzie: u'_i - poszczególne przełożenia kolejnych przekładni mechanicznych.

6. Obliczeniowe minimalne i maksymalne częstotliwości obracania wału silnika n_{s0} , 1/min.

W naszym przypadku obliczamy konkretną wartość prędkości obrotowej silnika.

$$n_{s0} = n_{wy} \cdot u'_0$$

7. Dobór silnika

Z katalogu silników dobieramy taki, aby spełniał warunki (Tab. 2.):

$$P_s \geq P_{s0}$$

$$n_s \approx n_{s0}$$

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7	Euro-Plan Piotr Figlarz
	26-400 Przysucha	25-314 Kielce	ul. ks. Kazimierza
	www.tompex-agropex.pl/	www.tu.kielce.pl	Sykulskiego 15,
			26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Tabela 2. Przykładowy katalog trójfazowych silników indukcyjnych

Typ silnika			P_s kW	n_s 1/min	$\frac{T_{max}}{T_{nom}}$	J kg·m ²	Masa kg
Sg 90S-2	SKg 90S-2	SLg 90S-2	1,5	2835	2,6	0,0014	14,0
Sg 90L-2	SKg 90L-2	SLg 90L-2	2,2	2865	3,0	0,0017	16,0
Sg 100L-2	SKg 100L-2	SLg 100L-2	3,0	2905	2,8	0,0048	25,0
Sg 112M-2	SKg 112M-2	SLg 112M-2	4,0	2865	2,3	0,0079	34,0
Sg 132S-2A	SKg 132S-2A	SLg 132S-2A	5,5	2910	3,2	0,0150	60,0
Sg 132S-2B	SKg 132S-2B	SLg 132S-2B	7,5	2920	3,2	0,0180	71,0
Sg 160M-2A	SKg 160M-2A	SLg 160M-2A	11,0	2930	2,9	0,0420	100
Sg 160M-2B	SKg 160M-2B	SLg 160M-2B	15,0	2920	2,7	0,0480	115
Sg 160L-2	SKg 160L-2	SLg 160L-2	18,5	2930	3,0	0,0590	130
Sg 180M-2	SKg 180M-2	SLg 180M-2	22,0	2920	2,5	0,0760	165
Sg 90S-4	SKg 90S-4	SLg 90S-4	1,1	1420	2,5	0,0026	14,0
Sg 90L-4	SKg 90L-4	SLg 90L-4	1,5	1415	2,5	0,0034	17,2
Sg 100L-4A	SKg 100L-4A	SLg 100L-4A	2,2	1425	2,8	0,0058	25,0
Sg 100L-4B	SKg 100L-4B	SLg 100L-4B	3,0	1415	2,7	0,0065	26,0
Sg 112M-4	SKg 112M-4	SLg 112M-4	4,0	1435	3,0	0,0118	34,0
Sg 132S-4	SKg 132S-4	SLg 132S-4	5,5	1450	2,9	0,0290	62,0
Sg 132M-4	SKg 132M-4	SLg 132M-4	7,5	1450	3,1	0,0350	73,0
Sg 160M-4	SKg 160M-4	SLg 160M-4	11,0	1460	3,1	0,0610	105
Sg 160L-4	SKg 160L-4	SLg 160L-4	15,0	1460	3,2	0,0750	125
Sg 180M-4	SKg 180M-4	SLg 180M-4	18,5	1470	2,9	0,1350	165
Sg 180L-4	SKg 180L-4	SLg 180L-4	22,0	1465	2,8	0,1550	175

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Typ silnika			P_s kW	n_s 1/min	$\frac{T_{max}}{T_{nom}}$	J kg·m ²	Masa kg
Sg 90S-2	SKg 90S-2	SLg 90S-2	0,75	935	2,3	0,0029	14,3
Sg 90L-2	SKg 90L-2	SLg 90L-2	1,1	930	2,2	0,0038	15,6
Sg 100L-2	SKg 100L-2	SLg 100L-2	1,5	945	2,3	0,0090	24,0
Sg 112M-2	SKg 112M-2	SLg 112M-2	2,2	960	2,8	0,0177	33,0
Sg 132S-2A	SKg 132S-2A	SLg 132S-2A	3,0	950	2,8	0,0250	54,0
Sg 132S-2B	SKg 132S-2B	SLg 132S-2B	4,0	950	3,1	0,0320	66,0
Sg 160M-2A	SKg 160M-2A	SLg 160M-2A	5,5	950	3,1	0,0400	72,0
Sg 160M-2B	SKg 160M-2B	SLg 160M-2B	7,5	960	3,1	0,0720	100
Sg 160L-2	SKg 160L-2	SLg 160L-2	11,0	960	3,1	0,0960	125
Sg 180M-2	SKg 180M-2	SLg 180M-2	15,0	975	2,4	0,2200	170
Sg 90S-4	SKg 90S-4	SLg 90S-4	0,37	680	1,9	0,0025	13,2
Sg 90L-4	SKg 90L-4	SLg 90L-4	0,55	675	1,85	0,0032	15,8
Sg 100L-4A	SKg 100L-4A	SLg 100L-4A	0,75	710	1,9	0,0090	23,6
Sg 100L-4B	SKg 100L-4B	SLg 100L-4B	1,10	705	1,9	0,0100	26,3
Sg 112M-4	SKg 112M-4	SLg 112M-4	1,50	720	2,3	0,0192	31,0
Sg 132S-4	SKg 132S-4	SLg 132S-4	2,20	710	2,4	0,0330	53,0
Sg 132M-4	SKg 132M-4	SLg 132M-4	3,00	710	3,0	0,0440	65,0
Sg 160M-4	SKg 160M-4	SLg 160M-4	4,00	705	2,7	0,0600	85,0
Sg 160L-4	SKg 160L-4	SLg 160L-4	5,50	710	3,0	0,0770	95,0
Sg 180M-4	SKg 180M-4	SLg 180M-4	7,50	705	3,0	0,1200	115
Sg 180L-4	SKg 180L-4	SLg 180L-4	11,0	730	2,4	0,2130	165

8. Rzeczywista prędkość obrotowa na wale wyjściowym, n_{wy} , 1/min:

$$n_{wy} = \frac{n_s}{u_0};$$

9. Obciążenie na wałach

Wyznacza się obciążenie poszczególnych wałów układu napędowego, którego wyniki wprowadza się do tablicy:

$$P_{i+1} = P_i \cdot \eta_j, \quad \text{kW}$$

$$n_{i+1} = \frac{n_i}{u_j}, \quad 1/\text{min}$$

$$M_{i+1} = M_i \cdot u_j \cdot \eta_j, \quad \text{Nm} \quad \text{lub} \quad M_{i+1} = \frac{9550 \cdot P_i}{n_j}, \quad \text{Nm}$$

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

10. Obliczeniowe średnice czopów

Wstępnie oblicza się średnice czopów wałów z warunku wytrzymałości na skręcanie:

$$\tau_s = \frac{M_s}{W_0} \leq k_s \quad \text{przy obniżonych wartościach naprężeń dopuszczalnych.}$$

Skąd:

$$d_i = 3 \sqrt[3]{\frac{10^3 \cdot M_i}{0,2 \cdot k_s}}, \quad \text{mm}$$

gdzie:

$k_s=(20,30)$ MPa - dla wszystkich wałów (oprócz ślimaków - mniejsze z tych wartości są przyjmowane dla szybkobieżnych wałów, większe - dla wolnobieżnych wałów);

$k_s=(10,12)$ MPa- dla ślimaków.

6.9. Przykładowy dobór podzespołów systemu transportowego

Na podstawie wykonanych obliczeń oraz analiz dobrano następujące główne podzespoły systemu transportowego papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych:

1. Motoreduktor do napędu przenośnika taśmowego (łańcuchowego):

Przekładnia ślimakowa Kacperek model MR40, $n_1=900$ 1/min, $i_0=7,5$ z tuleją zdawczą, napędzana silnikiem trójfazowym SKg 90S-2 o mocy 0,75kW i prędkości $n_s=935$ 1/min.

2. Silnik elektryczny do napędu piły tarczowej do odcinania ogonków wraz z siłownikiem liniowym i prowadnicą służącą do przemieszczania piły:

Silnik elektryczny trójfazowy prądu stałego SKg 90S-4 o mocy 0,37kW i prędkości $n_s=680$ 1/min, prowadnica liniowa TBIMOTION, typ KP-033-10-K-V-1-900-H+M07-F01-C01-S00 wraz z silnikiem o mocy 0,4kW.

3. Przenośnik taśmowy wraz z motoreduktorem służący do ewakuacji gniazd nasiennych:

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Przenośnik taśmowy MK Group, model Belt Conveyor GUF-P 2000 o długości $l=1100\text{mm}$, szerokości pasa $b=200\text{ mm}$, obciążenie całkowite do 30kg , z napędem w rodzaju AF - silnik elektryczny o mocy $0,12\text{kW}$ i prędkości taśmy $2,8\text{ m/min}$.

Literatura

1. Leonid W. Kurmaz, Oleg L. Kurmaz., Podstawy konstruowania węzłów i części maszyn: podręcznik konstruowania, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2011
2. Zdzisław Bańkowski et al., Mały poradnik mechanika. T. 2, Podstawy konstrukcji maszyn, maszynoznawstwo, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1994
3. Eugeniusz Mazanek (red.), Przykłady obliczeń z podstaw konstrukcji maszyn cz. 2, łożyska, sprzęgła i hamulce, przekładnie mechaniczne, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2012

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

7. Dobór materiałów konstrukcyjnych

Zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności zależy nie tylko od jakości surowców, ale również od maszyn i urządzeń będących wyposażeniem zakładów gastronomicznych. Wiele części urządzeń gastronomicznych oraz mebli stosowanych w lokalach gastronomicznych ma bezpośredni kontakt z produktami żywnościowymi, dlatego muszą być wykonane z materiałów bezpiecznych dla zdrowia ludzi. Materiały powinny spełniać określone wymagania Unii Europejskiej. W Polsce wdrożony został system HACCP [Analiza Zagrożeń i Kontrola Punktów Krytycznych], który dba o to, by produkty były przygotowywane w warunkach zapewniających bezpieczeństwo zdrowotne. Żeby system HACCP zapewniał całokształt zagadnień związanych z otrzymaniem żywności wysokiej jakości, musi być stosowany z systemami GMP (Dobra Praktyka Produkcyjna) i GHP (Dobra Praktyka Higieniczna). Materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością muszą być produkowane zgodnie z systemem GMP. W żadnym wypadku nie mogą powodować przenikania do żywności substancji, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka, powodować zmiany w składzie żywności lub pogorszenie jej cech organoleptycznych.

Prawo UE wprowadza normy bezwzględnie wiążące, którym muszą się podporządkować podmioty działające na rynku. Normy mogą mieć zakres ogólny, tj. stosować się do wszystkich FCM, albo szczegółowy, odnosząc się tylko do określonych materiałów. Prawo UE może być uzupełnione o przepisy krajowe państw członkowskich, jeżeli brak szczegółowych norm UE.

Przepisy ogólne:

Rozporządzenie (WE) nr 1831/2003 wprowadza zharmonizowane ramy prawne na szczeblu UE. Wyznacza ogólne zasady bezpieczeństwa i obojętności dla wszystkich FCM.

Wiele części urządzeń gastronomicznych będących na wyposażeniu podmiotów biorących udział w produkcji żywnościowej ma bezpośredni kontakt z tymi produktami. Dlatego istotne jest, by były wykonane z takich materiałów, które nie wpłyną negatywnie na

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

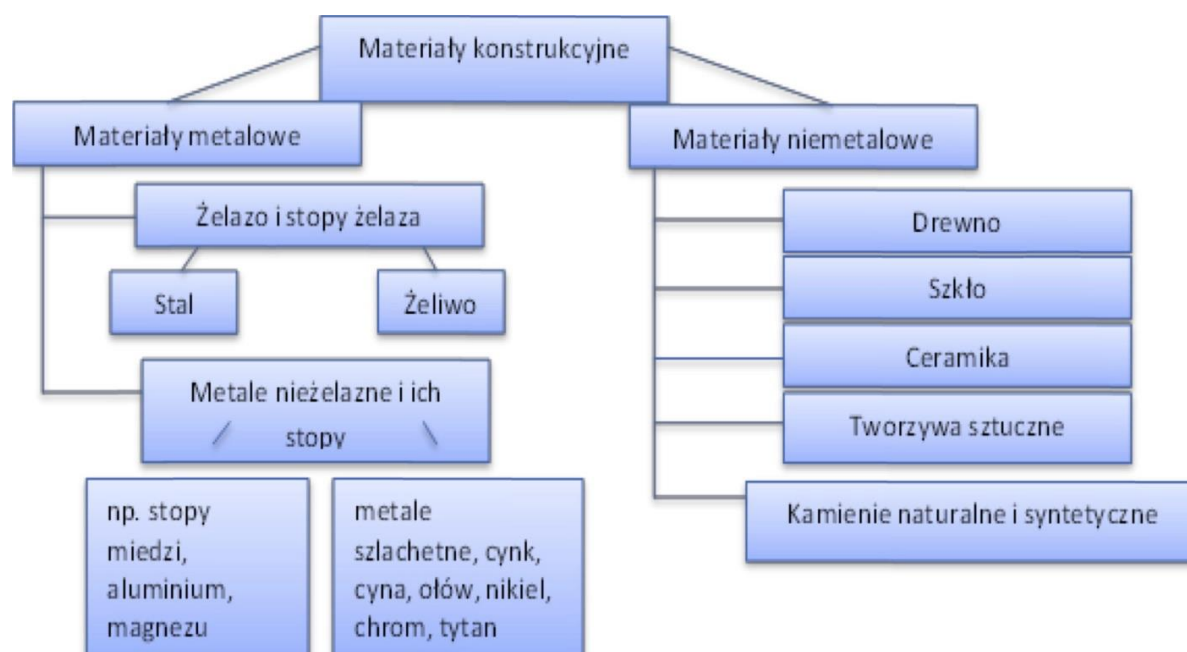
cechy przygotowywanych przy ich pomocy potraw, a do tego zapewnią długotrwałą eksploatację sprzętu.

Materiałami konstrukcyjnymi nazywane są materiały inżynierskie wykorzystywane przy budowie maszyn i urządzeń. W zakładach żywienia zbiorowego i u producentów żywności maszyny, urządzenia i drobny sprzęt gastronomiczny wykonany jest z różnych materiałów konstrukcyjnych.

7.1. Podział materiałów konstrukcyjnych

Materiały konstrukcyjne charakteryzują się różnymi cechami fizycznymi, np.:

plastycznością, łatwością obróbki, przewodnictwem elektrycznym, zastosowaniem w niskich lub wysokich temperaturach oraz wytrzymałością itp.. Pozwala to na dobór odpowiedniego materiału do budowy urządzenia.



Rys. 40. Podział materiałów konstrukcyjnych

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.
Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

7.2. Materiały metalowe urządzeń gastronomicznych

Materiały konstrukcyjne dzieli się na metalowe, do których należą: żelazo i stopy żelaza, metale nieżelazne, oraz niemetalowe, do których należą: materiały ceramiczne, tworzywa sztuczne, drewno, papier, skóra, szkło i materiały pomocnicze (lakiery, kleje itp.).

Metale odznaczają się dobrą przewodnością elektryczną i cieplną. Wykazują również dużą plastyczność. Ponadto metale charakteryzuje nieprzezroczystość i zdolność odbijania światła (połysk metaliczny). Czyste metale są rzadko używane do wyrobu przedmiotów użytkowych. Przeważnie miesza się je i stapia ze sobą w różnych proporcjach, tworząc stopy o innych właściwościach.

Podstawowym materiałem, z którego wykonuje się większość wyposażenia w gastronomii, są metale.

Stal. Stal jest to stop żelaza z węglem (do 2%), plastycznie i cieplnie obrabialny, zawierający domieszki manganu i krzemu, a często i innych metali. Domieszki te nadają stali specjalne właściwości. Ze względu na skład chemiczny rozróżniamy stale węglowe i stopowe.

Stale dzielą się również ze względu na ich zastosowanie:

- ze stali węglowej narzędziowej wykonuje się, jak sama nazwa wskazuje: siekiery, noże, piły, ale też płyty do grilli, brytfanny itp.;
- ze stali stopowej narzędziowej wykonuje się różne narzędzia służące do cięcia;
- ze stali węglowej konstrukcyjnej powstają części maszyn oraz pręty;
- ze stali stopowej konstrukcyjnej podobnie jak z poprzedniej wytwarza się części maszyn, ale również meble wykorzystywane w gastronomii;

Szczególnym rodzajem stali jest stal stopowa nierdzewna a szczególnie pewna jej odmiana, tzw. stal szlachetna 18/10. Jej nazwa wywodzi się stąd, że zawiera w sobie 18% chromu i 10% niklu. Nie ulega ona procesowi rdzewienia, a do tego jest odporna na wiele czynników zarówno mechanicznych, jak i chemicznych. Wykonuje się z niej meble, pojemniki gastronomiczne, wózki, naczynia, zlewy, ale też i noże, sztucce itp. Wiele elementów

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

wyposażenia gastronomicznego jest obecnie wykonywanych ze stali nierdzewnej, Jest to stop typu 18/8 stali chromowo-niklowej, zawierającej około 18% chromu i 8% niklu. Zastosowanie stali nierdzewnej zwiększa bezpieczeństwo zdrowotne. Gładka powierzchnia utrudnia rozwój mikroorganizmów, materiał ten jest nietoksyczny, łatwy do utrzymania w czystości i zapewnia estetyczny wygląd wykonanym z niego sprzętom. Naczynia ze stali nierdzewnej, dzięki zastosowaniu zwiększonej zawartości chromu, są odporne na działanie stężonych kwasów i zasad oraz wysokich temperatur.

7.3. Materiały dopuszczone do kontaktu z żywnością w urządzeniach gastronomicznych i przemysłowych

W produkcji urządzeń i wyposażenia gastronomicznego oraz maszyn mających kontakt z żywnością kluczowe jest stosowanie materiałów bezpiecznych, trwałych i zgodnych z europejskimi regulacjami (m.in. Rozporządzenie (WE) nr 1935/2004, Rozporządzenie (UE) 10/2011).

Stale nierdzewne

Najczęściej stosowane gatunki:

- AISI 304 (18/8)
- AISI 316 (18/10 z Mo)
- AISI 430 (tańsza, ferrytyczna)

Właściwości:

- Odporność na korozję i działanie substancji spożywczych
- Powierzchnia higieniczna, łatwa do czyszczenia
- Brak migracji substancji do żywności
- Możliwość używania w temperaturach wysokich i niskich

Zastosowanie: konstrukcje urządzeń, powierzchnie kontaktowe, zbiorniki, osłony, elementy mechaniczne

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Tworzywa sztuczne dopuszczone do kontaktu z żywnością

Tworzywo	Zastosowanie	Cechy
PE-HD (polietylen wysokiej gęstości)	zbiorniki, obudowy	obojętny chemicznie, odporny na wilgoć i UV
PP (polipropylen)	podajniki, pojemniki	wysoka temperatura topnienia, odporność chemiczna
PA 6.6 (poliamid)	elementy konstrukcyjne, łożyska, tuleje	duża wytrzymałość mechaniczna
POM (polioksymetylen)	koła zębate, prowadnice	niski wsp. tarcia, sztywność, odporność na ścieranie
PTFE (teflon)	uszczelki, powłoki	bardzo wysoka odporność chemiczna, brak adhezji
PVC (do kontaktu z żywnością)	wężę elastyczne, osłony	przezroczysty, elastyczny, odporny na chemikalia

Elastomery i gumy spożywcze

Materiał	Zastosowanie	Cechy
EPDM FPM (Viton)	uszczelki, dociski	odporność na UV i ozon, elastyczność
Silikon (VMQ)	uszczelki, dociski, tłumiki	odporny na temperaturę, bez zapachu
FPM (Viton)	uszczelnienia chemiczne	odporność na agresywne media
NBR	dociskacze, elementy tłoków	dobra elastyczność i odporność na oleje

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyżsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Dane techniczne płyt FKM FPM (Viton)

- Twardość: Najczęściej twardość płyt to 75 ShA (Skala Shore A). Aczkolwiek możliwości produkcyjne umożliwiają otrzymanie płyt w twardościach 70 ShA.
- Zalecany zakres temperaturowy: od -20°C do $+220^{\circ}\text{C}$, a w wersji wysokotemperaturowej nawet do $+275^{\circ}\text{C}$
- Wytrzymałość na rozciąganie: 200 %
- Odporność chemiczna: wysoka odporność na ozon oraz stały kontakt z olejami mineralnymi i roślinnymi, płyny hydrauliczne HFD. Spełniają normy ASTM-1 oraz IRM 902 oraz 903

Jeżeli potrzebne są szeroko pojęte wyroby gumowe do kontaktu z artykułami spożywczymi to również mieszanka FFKM jest właściwa dla tego typu zastosowań. Aczkolwiek, warto pamiętać, iż w profesjonalnych zastosowaniach artykuły gumowe powinny być certyfikowane przez FDA.

Certyfikacja FDA (źródło: Food and drug administration <https://www.fda.gov/>), czyli amerykański odpowiednik Agencji Żywności i Leków. Potwierdza dopuszczalność uszczelnień do kontaktu z artykułami spożywczymi – żywnością, a nawet z wodą bieżącą.

Viton® USP Class VI

USP (Pharmacopoeia of the United States of America) to organizacja pozarządowa non-profit, która wspiera zdrowie publiczne. Zajmuje się branżą farmaceutyczną i biotechnologiczną. Farmakopea Stanów Zjednoczonych ustanawia standardy w celu ochrony jakości leków i innych technologii związanych z opieką zdrowotną.

USP wyznacza standardy jakości, czystości, wytrzymałości i konsystencji poprzez wykonanie serii rygorystycznych testów w celu sprawdzenia ich przydatności. Standardy testów są określone przez Farmakopeę Stanów Zjednoczonych i National Formulary (USP-NF). Jest to organizacja non-profit, która jest odpowiedzialna za jakość i bezpieczeństwo wyrobów medycznych i żywności.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Klasy USP:

USP definiuje sześć klas tworzyw sztucznych I-VI, z których klasa VI uznana jest za najbardziej rygorystyczną. Aby produkt spełnić kryteria USP Class VI musi wykazywać bardzo niski poziom toksyczności. Produkty typu USP klasy VI przechodzą serię testów biologicznych, w których ocenie podlega reaktywność różnych rodzajów tworzyw sztucznych in vivo. Rozdział 88 określa normy testowania i certyfikacji materiału, który został użyty do produkcji wyrobów medycznych.

Na terenie EU guma stosowana np. do dociskania papryki powinna posiadać deklarację zgodności z normami spożywczymi (FDA, EU 1935/2004).

7.4. Podsumowanie

Wszystkie materiały konstrukcyjne wykorzystywane w budowie urządzeń mających kontakt z żywnością powinny zapewniać bezpieczeństwo zdrowotne dla konsumenta, spełniać odpowiednie warunki, powinny być wytwarzane zgodnie z GMP np. dostępny w kraju Viton.

Użyte materiały nie powinny: stanowić zagrożenia dla zdrowia człowieka, powodować niekorzystnych zmian w składzie żywności, niekorzystnie wpływać na cechy organoleptyczne środków spożywczych.

7.5. Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnych

Zarówno piaskowanie, jak i śrutowanie to metody obróbki strumieniowo-ściernej, które polegają na bombardowaniu powierzchni materiału drobnymi cząstkami z dużą prędkością. Różnica tkwi głównie w rodzaju używanego materiału ściernego.

- Piaskowanie (ang. sandblasting): W tym procesie jako medium ściernie wykorzystuje się różnego rodzaju materiały ziarniste, często o nieregularnym kształcie. Tradycyjnie używano piasku kwarcowego, ale ze względu na ryzyko krzemicy, obecnie stosuje się bezpieczniejsze zamienniki, takie jak elektrokorund (tlenek glinu), szklane kulki, węgiel krzemowy, a nawet łupiny orzechów czy pestki owoców.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Śrutowanie (ang. shot peening/grit blasting): Tutaj medium ściernym są zazwyczaj okrągłe lub kuliste cząstki metalowe (śrut). Najczęściej stosuje się śrut stalowy węglowy, nierdzewny, a także śrut z ciętego drutu. W zależności od pożądanego efektu stosuje się śrut o różnej twardości i wielkości.

W obu procesach materiał ścierny jest wyrzucany pod ciśnieniem sprężonego powietrza lub mechanicznie (np. za pomocą turbiny wirnikowej) na powierzchnię obrabianego elementu. Uderzające cząstki powodują erozję powierzchni, usuwając zanieczyszczenia, rdzę, stare powłoki malarskie, a także zmieniając jej teksturę i właściwości.

Parametry procesu mają kluczowe znaczenie dla uzyskania pożądanego efektu.

Do najważniejszych należą:

- Rodzaj i granulacja materiału ściernego: Wybór zależy od rodzaju obrabianej stali nierdzewnej, pożądanego stopnia chropowatości, twardości powierzchni i oczekiwanego efektu. Dla stali nierdzewnych często preferuje się ścierniwa, które nie zawierają żelaza, aby uniknąć ryzyka zanieczyszczenia powierzchni i korozji.
- Ciśnienie robocze (dla piaskowania i śrutowania pneumatycznego): Wyższe ciśnienie oznacza większą energię kinetyczną cząstek i szybsze, bardziej agresywne działanie. Należy je dostosować do twardości materiału i pożądanego efektu.
- Odległość dyszy od obrabianej powierzchni: Zbyt bliska odległość może prowadzić do zbyt agresywnego działania i nierównomiernej obróbki, a zbyt duża zmniejsza efektywność.
- Kąt natrysku: Kąt pod jakim strumień ścierniwa uderza w powierzchnię wpływa na charakter obróbki. Zazwyczaj stosuje się kąty zbliżone do prostokątnego.
- Czas obróbki i prędkość przesuwu dyszy: Dłuższy czas obróbki lub wolniejszy przesuw dyszy prowadzi do intensywniejszej obróbki.
- Rodzaj i konstrukcja dyszy: Dysze o różnym kształcie i średnicy pozwalają na kontrolę strumienia ścierniwa.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Poniżej przedstawiono wybrane wady i zalety procesów obróbki luźnym ścierniwem.

Efekty Pozytywne:

- Czyszczenie powierzchni: Skuteczne usuwanie rdzy, zgorzeliny, starych powłok, farb, lakierów i innych zanieczyszczeń.
- Przygotowanie powierzchni pod malowanie lub inne powłoki: Uzyskanie odpowiedniej chropowatości zwiększa przyczepność kolejnych warstw.
- Poprawa estetyki: Nadanie jednolitego, matowego lub satynowego wykończenia powierzchni.
- Usuwanie wad powierzchniowych: W pewnym stopniu maskowanie drobnych rys i niedoskonałości.
- Wzmocnienie powierzchni (szczególnie śrutowanie): Uderzenia śrutu powodują zgniot powierzchniowy, co prowadzi do powstania naprężeń ściskających, zwiększając odporność na pękanie zmęczeniowe i korozję naprężeniową. Jest to szczególnie istotne w przypadku elementów narażonych na duże obciążenia.

Efekty Negatywne:

- Zmiana geometrii elementu: Agresywne piaskowanie lub śrutowanie może prowadzić do usunięcia niewielkiej ilości materiału, co w przypadku precyzyjnych elementów może być niepożądane.
- Wpływ na chropowatość: Niekontrolowany proces może prowadzić do zbyt dużej lub nierównomiernej chropowatości.
- Ryzyko zanieczyszczenia (szczególnie przy użyciu niewłaściwych materiałów ściernych): Użycie ścierniwa zawierającego żelazo do obróbki stali nierdzewnej może prowadzić do korozji wtórnej.
- Koszty: Proces wymaga specjalistycznego sprzętu, materiałów ściernych i wykwalifikowanego personelu.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Wytwarzanie pyłu i hałasu: Należy stosować odpowiednie środki ochrony osobistej i systemy odpylania.
- Potencjalne uszkodzenie delikatnych elementów: Zbyt wysokie ciśnienie lub niewłaściwy dobór ścierniwa może uszkodzić cienkie lub delikatne elementy.

Piaskowanie i śrutowanie stali nierdzewnych są często stosowane w produkcji sprzętu mającego kontakt z żywnością, ale z pewnymi zastrzeżeniami i szczególną dbałością o proces.

Poniżej opisano w punktach najważniejsze aspekty przy obróbce stali nierdzewnych do kontaktu z żywnością:

- Wybór odpowiedniego materiału ściernego: Niezbędne jest użycie materiałów ściernych, które są chemicznie obojętne i nie stanowią ryzyka zanieczyszczenia żywności. Najczęściej stosuje się szklane kulki, elektrokorund (tlenek glinu) lub śrut nierdzewny. Należy bezwzględnie unikać piasku kwarcowego i śrutu stalowego węglowego, które mogą powodować zanieczyszczenie żelazem i krzemionką.
- Czystość procesu: Należy zapewnić najwyższą czystość podczas procesu piaskowania/śrutowania. Komora robocza, dysze i systemy transportu ścierniwa muszą być wolne od zanieczyszczeń, w tym resztek innych materiałów ściernych.
- Dokładne czyszczenie po obróbce: Po zakończeniu procesu obróbiany element musi zostać bardzo dokładnie oczyszczony z wszelkich pozostałości ścierniwa. Często stosuje się mycie ultradźwiękowe lub inne specjalistyczne metody czyszczenia.
- Kontrola jakości: Należy przeprowadzić szczegółową kontrolę jakości powierzchni po obróbce, aby upewnić się, że nie ma żadnych pozostałości ścierniwa ani innych zanieczyszczeń.
- Dokumentacja: Ważne jest prowadzenie szczegółowej dokumentacji dotyczącej użytych materiałów i parametrów procesu.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Korzyści stosowania piaskowania/śrutowania w sprzęcie do żywności:
- Poprawa higieny: Gładka, jednolita powierzchnia jest łatwiejsza do czyszczenia i mniej podatna na gromadzenie się bakterii i resztek żywności.
- Estetyka: Nadanie profesjonalnego i estetycznego wyglądu.
- Przygotowanie pod inne powłoki (jeśli są stosowane): Zapewnienie lepszej przyczepności powłok ochronnych lub dekoracyjnych, które są dopuszczone do kontaktu z żywnością.

Podsumowując, piaskowanie i śrutowanie są użytecznymi technologiami obróbki powierzchniowej stali nierdzewnych. Przy odpowiednim doborze parametrów i materiałów ściernych można osiągnąć wiele pozytywnych efektów. W przypadku zastosowań w przemyśle spożywczym kluczowe jest zachowanie najwyższej staranności i stosowanie wyłącznie dopuszczonych materiałów, aby zapewnić bezpieczeństwo i higienę.

Wybór odpowiedniego materiału ściernego jest absolutnie kluczowy dla osiągnięcia zamierzonego efektu i uniknięcia problemów, zwłaszcza w przypadku stali nierdzewnych.

- Elektrokorund (Tlenek Glinu - Al_2O_3): Jest to jedno z najpopularniejszych ścierniwi w względu na swoją twardość, ostrość krawędzi i wszechstronność zastosowań. Dostępny w różnych granulacjach, pozwala na uzyskanie zarówno agresywnego czyszczenia, jak i delikatnego matowienia. Jest chemicznie obojętny, co czyni go bezpiecznym dla stali nierdzewnych.
- Szklane Kulki (Glass Beads): Charakteryzują się okrągłym kształtem, co sprawia, że są mniej agresywne niż elektrokorund. Idealnie nadają się do czyszczenia delikatnych powierzchni, usuwania cienkich warstw zanieczyszczeń, wygładzania i uzyskiwania satynowego wykończenia bez znaczącej zmiany geometrii elementu. Są również chemicznie obojętne.
- Węglik Krzemu (SiC): Jest jeszcze twardszy i bardziej kruchy niż elektrokorund, co zapewnia bardzo agresywne działanie. Stosowany jest do usuwania bardzo twardych

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

zanieczyszczeń, zgorzeliny po spawaniu i do szorstkowania powierzchni przed specjalistycznymi powłokami. Należy go używać ostrożnie na stali nierdzewnej, aby uniknąć nadmiernego uszkodzenia powierzchni.

- Śrut Stalowy Nierdzewny (Stainless Steel Shot): Używany głównie do śrutowania stali nierdzewnych, aby uniknąć ryzyka zanieczyszczenia żelazem i korozji. Okrągły kształt zapewnia efekt zgniotu powierzchniowego, zwiększając wytrzymałość zmęczeniową. Dostępny w różnych twardościach i rozmiarach.
- Śrut z Ciętego Drutu Nierdzewnego (Stainless Steel Cut Wire Shot): Oferuje większą trwałość i bardziej agresywne działanie w porównaniu do śrutu kulistego. Stosowany do intensywniejszego wzmacniania powierzchni.
- Organiczne Ścierniwa (np. łupiny orzechów, pestki owoców, kukurydza): Są miękkie i stosowane do delikatnego czyszczenia powierzchni, usuwania farb i lakierów bez uszkodzania podłoża. Znajdują zastosowanie w specjalistycznych aplikacjach, gdzie ochrona powierzchni jest priorytetem.

Precyzyjne ustawienie parametrów jest kluczowe dla powtarzalności i jakości obróbki.

- Ciśnienie Powietrza: Wyższe ciśnienie (mierzone w barach lub PSI) przekłada się na większą prędkość i energię kinetyczną cząstek ściernych, co skutkuje szybszym i bardziej agresywnym działaniem. Dla stali nierdzewnych, zwłaszcza cienkich lub delikatnych, należy stosować niższe ciśnienia, aby uniknąć deformacji. Dla grubych, mocno zanieczyszczonych elementów można zastosować wyższe ciśnienia.
- Wielkość Dyszy: Średnica dyszy wpływa na obszar obróbki i ilość wyrzucanego ścierniwa. Mniejsze dysze pozwalają na bardziej precyzyjną obróbkę mniejszych obszarów, podczas gdy większe dysze zwiększają wydajność na większych powierzchniach.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- **Kształt Dyszy:** Dysze Venturiego przyspieszają strumień ścierniwa, zwiększając jego energię uderzenia. Dysze cylindryczne są bardziej odpowiednie do pracy z bliskiej odległości i precyzyjnego czyszczenia.
- **Odległość Obrabianej Powierzchni:** Zbyt mała odległość może prowadzić do nierównomiernej obróbki i nadmiernego zużycia ścierniwa oraz powierzchni. Zbyt duża odległość zmniejsza energię uderzenia i efektywność czyszczenia. Optymalna odległość zależy od rodzaju ścierniwa, ciśnienia i pożądanego efektu.
- **Kąt Natrysku:** Najczęściej stosuje się kąt około 90 stopni w stosunku do powierzchni, aby uzyskać maksymalną energię uderzenia. Zmiana kąta może być wykorzystana do uzyskania specjalnych efektów lub do obróbki trudno dostępnych miejsc.
- **Prędkość Przesuwu Dyszy:** Równomierny i odpowiedni ruch dyszy jest kluczowy dla uzyskania jednolitej powierzchni. Zbyt szybki ruch może skutkować niedokładnym oczyszczeniem, a zbyt wolny może prowadzić do nadmiernej obróbki i powstawania wgłębień.
- **Czas Obróbki:** Czas trwania procesu zależy od stopnia zanieczyszczenia powierzchni, pożądanego efektu i parametrów pracy.

Oprócz zmian wizualnych i czyszczenia, piaskowanie i śrutowanie mogą wpływać na właściwości mechaniczne i korozyjne stali nierdzewnej:

- **Chropowatość Powierzchni:** Proces zwiększa chropowatość powierzchni, co jest korzystne przed malowaniem lub klejeniem, ponieważ zwiększa przyczepność. Jednak zbyt duża chropowatość może utrudniać czyszczenie, co jest niepożądane w przemyśle spożywczym i medycznym.
- **Naprężenia Wewnętrzne:** Śrutowanie wprowadza naprężenia ściskające w warstwie powierzchniowej, co zwiększa odporność na pękanie zmęczeniowe, korozję

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

naprężeniową i zużycie ściernie. Jest to szczególnie ważne dla elementów pracujących pod obciążeniem.

- **Odporność Korozyjna:** Prawidłowo przeprowadzone piaskowanie/śrutowanie z użyciem odpowiednich materiałów nie powinno negatywnie wpływać na odporność korozyjną stali nierdzewnej. Wręcz przeciwnie, usunięcie zanieczyszczeń, takich jak cząstki żelaza z obróbki skrawaniem, może ją poprawić. Należy jednak unikać materiałów ściernych, które mogą zanieczyścić powierzchnię i inicjować korozję.

W przemyśle spożywczym, gdzie higiena i łatwość czyszczenia są priorytetem, piaskowanie i śrutowanie stali nierdzewnych stosuje się do:

- **Wykańczania powierzchni zbiorników, mieszalników, rurociągów:** Uzyskanie gładkiej, jednolitej powierzchni bez ostrych krawędzi i trudno dostępnych miejsc ułatwia czyszczenie i zapobiega gromadzeniu się bakterii.
- **Przygotowania powierzchni pod polerowanie elektrolityczne:** Piaskowanie/śrutowanie może być etapem przygotowawczym przed polerowaniem elektrolitycznym, które zapewnia najwyższy poziom gładkości i odporności na korozję.
- **Matowienia powierzchni narzędzi i urządzeń:** Redukcja odbłasków światła może poprawić komfort pracy.
- **Czyszczenia form i matryc:** Usuwanie osadów i zanieczyszczeń bez uszkodzania precyzyjnych powierzchni.

Piaskowanie i śrutowanie to wszechstronne metody obróbki powierzchniowej stali nierdzewnych, oferujące wiele korzyści, od czyszczenia i przygotowania powierzchni po poprawę właściwości mechanicznych i estetycznych. Kluczem do sukcesu jest staranny dobór materiałów ściernych i parametrów procesu, a w przypadku zastosowań w przemyśle spożywczym, bezwzględne przestrzeganie zasad higieny i unikanie ryzyka zanieczyszczenia.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Literatura:

1. Kasperek A., Kondratowicz M., Wyposażenie zakładów gastronomicznych i gospodarstw domowych, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2011.
 2. Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o materiałach i wyrobach przeznaczonych do kontaktu z żywnością (Dz.U. nr 128, poz. 1408).
 3. Dąbrowski A., Podstawy techniki w przemyśle spożywczym, WSiP, Warszawa 1999.
 4. Oszmiański J. 2002. Technologia i analiza produktów z owoców i warzyw. Wybrane zagadnienia. AR, Wrocław.
 5. Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A., Jarczyk A. 1973. Technologia produktów owocowych i warzywnych. PWRiL, Warszawa.
 6. Świdorski F. 1998. Towaroznawstwo produktów spożywczych. SGGW, Warszawa.
 7. Zadernowski R., Oszmiański J. 1994. Wybrane zagadnienia z przetwórstwa owoców i warzyw. ART, Olsztyn.
 8. Keane, R.F., Surface Preparation and Cleaning of Steel and Other Materials for Coatings. Pittsburgh: SSPC: The Society for Protective Coatings, 2001.
 9. Dennis, J.K., Such, T.E., Metallic and Nonmetallic Surface Finishing: Fundamentals and Applications. Woodhead Publishing, 1993.
 10. ASM International, ASM Handbook, Volume 5: Surface Engineering. Materials Park, Ohio: ASM International, 1994.
 11. Outokumpu Oyj, Handbook of Stainless Steel. Espoo: Outokumpu Stainless, 2013.
- Dostępny online: <https://www.outokumpu.com>
12. International Organization for Standardization (ISO):
 13. ISO 8501-1:2007 – Preparation of steel substrates before application of paints and related products – Visual assessment of surface cleanliness.
 14. ISO 8503-1:2012 – Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates.
 15. ISO 11124-1:1993 – Preparation of steel substrates – Specifications for metallic blast-cleaning abrasives.
 16. ISO 11126-1:1993 – Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives.
 17. SSPC/NACE International, SSPC-SP 10 / NACE No. 2: Near-White Metal Blast Cleaning. Pittsburgh: SSPC, Houston: NACE, 2000.
 18. ASTM International:

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

19. ASTM D4417 – Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel.
20. ASTM D4285 – Standard Test Method for Indicating Oil or Water in Compressed Air.
21. ASTM D4940 – Standard Test Method for Conductimetric Analysis of Water Extract from Soluble Salts on Surfaces.
22. W Abrasives, Technology Guide – Shot Blasting & Peening Solutions. Winoa Group, 2020. Dostępne na: <https://www.wabrasives.com>
23. Clemco Industries, Abrasive Blasting Guide. Clemco Industries Corp., 2022. Dostępne na: <https://www.clemcoindustries.com>
24. Woźniak, J., Obróbka strumieniowo-ścierna w technologii ochrony powierzchni. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2007.
25. Bohner, G., et al., Influence of Surface Roughness on Cleanability of Stainless Steel for the Food Industry. International Journal of Food Microbiology, Vol. 112, 2006, s. 232–239.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

8. Dobór metod łączenia materiałów konstrukcyjnych urządzenia do obróbki papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych

Stal nierdzewna to stop żelaza zawierający $\geq 10,5\%$ Cr i $\leq 1,2\%$ C, charakteryzujący się specjalnymi właściwościami fizykochemicznymi. Dodatki stopowe w postaci chromu, niklu oraz molibdenu pozwalają uzyskać na powierzchni materiału samoczynnie odbudowującą się warstwę pasywną zapewniającą odporność na korozję. Poszczególne dodatki stopowe wpływają również na zwiększenie wytrzymałości w wysokiej temperaturze.

Stale nierdzewne dzielą się na 4 podstawowe rodzaje o zróżnicowanym składzie chemicznym, zależnym od ilości zastosowanych pierwiastków stopowych:

- stale austenityczne,
- stale ferrytyczne,
- stale austenityczno-ferrytyczne (duplex),
- stale martenzytyczne.

8.1. Spawanie stali nierdzewnej a korozja międzykrystaliczna

Pasywna warstwa tlenków na powierzchni stali może zostać uszkodzona w wyniku wysokiej temperatury charakterystycznej dla procesu spawania o nieprawidłowo dobranych parametrach. Może wówczas dojść do korozji międzykrystalicznej przebiegającej wzdłuż granic ziaren. Proces ten jest niewidoczny na powierzchni i prowadzi do znacznego zmniejszenia wytrzymałości połączenia elementów ze stali nierdzewnej. Ograniczone stężenie węgla lub opcjonalne dodanie tytanu pozwala ograniczyć skłonność do korozji międzykrystalicznej po spawaniu. Badania odporności złączy spawanych pokazują również, że odpowiedni dobór metody spawania pozwala uniknąć występowania tego zjawiska.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Starannie zaplanowany proces pozwala uzyskać trwałe i wytrzymałe połączenie spawane, bez utraty odporności na korozję. Niezależnie od wybranej metody spawania kluczową zasadą jest staranne przygotowanie materiału do obróbki. Dokładne oczyszczenie powierzchni pozwoli uzyskać estetyczną spoinę o dobrych właściwościach mechanicznych. Istotną rolę odgrywa również obojętny gaz ochronny oraz zastosowanie mieszanek formujących z dodatkiem wodoru.

Do spawania stali nierdzewnej stosuje się najczęściej 2 metody:

- spawanie migomatem,
- spawanie tigiem.

8.2. Spawanie stali nierdzewnej MIG

Spawanie stali nierdzewnej migomatem odbywa się przy użyciu topliwiej elektrody w osłonie gazu obojętnego. Energia niezbędna do stopienia metalu tworzy się między podawanym w sposób ciągły metalowym drutem elektrodowym a elementem spawanym. Stale nierdzewne spawa się metodą MIG prądem stałym przy biegunowości dodatniej. Metodę MIG wykorzystuje się do spawania elementów o grubości 1-5 mm.

Spawanie MIG umożliwia:

- wysoką wydajność procesu,
- wysoką trwałość i wytrzymałość łączy,
- wygodną możliwość spawania we wszystkich pozycjach.

8.3. Spawanie stali nierdzewnej TIG

Spawanie stali nierdzewnej metodą TIG odbywa się przy użyciu elektrody wolframowej w osłonie gazu obojętnego. Energia niezbędna do stopienia metalu jest dostarczana przez łuk elektryczny zajarzony i utrzymywany pomiędzy elektrodą wolframową i elementem spawanym. Stale nierdzewne spawa się metodą TIG prądem stałym przy biegunowości

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

ujemnej. Metodę TIG wykorzystuje się do spawania elementów o grubości 0,5-4 mm.

Spawanie TIG umożliwia:

- spawanie cienkich blach,
- uzyskanie estetycznej spoiny wolnej od porów,
- wysoką trwałość i wytrzymałość łączeń,
- wygodną możliwość spawania we wszystkich pozycjach.

Druty spawalnicze oraz gazy ochronne pełnią kluczową rolę w procesie spawania. Wybierając materiały dodatkowe, należy wybrać te specjalnie przeznaczone do spawania stali nierdzewnej, które zapewnią optymalne rezultaty.

Najczęściej stosowane gazy osłonowe do spawania stali nierdzewnej:

- Argon (Ar) - to najczęściej używany gaz osłonowy w spawaniu stali nierdzewnej metodą TIG. Argon zapewnia stabilną łukową osłonę, co przyczynia się do czystego i estetycznego połączenia.
- Mieszanina argonu z tlenkiem węgla (Ar+CO₂) - stosowana głównie w metodzie MIG/MAG. Tlenek węgla dodaje się w niewielkich ilościach, zwykle poniżej 5%. Pomaga w stabilizacji łuku i zapewnia lepszą penetrację spawu.
- Mieszanina argonu z helem (Ar+He) - stosowana w spawaniu metodą TIG, zwłaszcza w przypadku spawania grubych materiałów. Helium zwiększa energię łuku, co prowadzi do głębszej penetracji spawu.
- Mieszanina argonu, helu i tlenku węgla - w pewnych aplikacjach, takich jak spawanie MIG stali Duplex, stosuje się trzykomponentowe mieszaniny gazów.

Drugim typem dodatków są druty topliwe spawalnicze.

Najpopularniejsze rodzaje drutów spawalniczych dla stali nierdzewnej to:

- Druty 308L - są to najbardziej powszechne druty do spawania stali nierdzewnej typu 304. Posiadają niską zawartość węgla, co zapobiega karbidowej korozji.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Druty 309L - stosowane do spawania stali nierdzewnej z węglowymi stalami konstrukcyjnymi.
- Druty 316L - idealne do spawania stali nierdzewnej typu 316, które mają wyższą zawartość molibdenu. Są odporne na korozję w środowiskach morskich.
- Druty 347 - stosowane głównie do spawania stali nierdzewnej typu 321. Charakteryzują się dodatkiem niobu, który wiąże węgiel i zapobiega karbidowej korozji.
- Druty przeznaczone dla stali Duplex - te druty są specjalnie zaprojektowane do spawania stali Duplex, które mają równowagę pomiędzy ferrytycznymi a austenitycznymi strukturami krystalicznymi.

Przy wyborze gazu osłonowego i drutu spawalniczego ważne jest uwzględnienie specyfiki stali, jaką ma się zamiar spawać, oraz metody spawania. Dobór odpowiednich materiałów pozwoli na uzyskanie trwałego, estetycznego i odpornego na korozję połączenia.

Literatura

1. https://esab.com/pl/eur_pl/esab-university/blogs/welding-guidelines-for-stainless-steel-and-nickel-alloys-part-22/
2. KLIMPEL A., Spawanie, zgrzewanie i cięcie metali. Technologie, WNT, Warszawa 1999.
3. KLIMPEL A., Technologia spawania i cięcia metali, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
4. PILARCZYK J., Poradnik Inżyniera. Spawalnictwo, Tom 2, WNT, Warszawa 2005.
5. WARSZ K., Spawanie łukowe elektrodą otuloną, Opracowanie Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach, Kurs Europejskiego Inżyniera Spawalnika EWE.
6. KARPIŃSKI S., MOSZUMAŃSKI J., RADWAN-WIATROWSKI K.: Laboratorium z podstaw spawalnictwa, Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2001.
7. FERENC K., Spawalnictwo, WNT, Warszawa 2007
8. [7] PILARCZYK J., Poradnik Inżyniera. Spawalnictwo, Tom 1, WNT, Warszawa, 2003.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

9. Opracowanie wytycznych do doboru pneumatycznych elementów wykonawczych urządzenia do obróbki papryki

W urządzeniu do obróbki papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych zaproponowano część rozwiązań technicznych jako podzespoły z napędem pneumatycznym. Napęd pneumatyczny jest niezwykle korzystny w zastosowaniu do budowy urządzeń chwytających, realizacji ruchów posuwisto-zwrotnych i obrotowo-zwrotnych. Dodatkowo zastosowanie napędów pneumatycznych wynika również z zalet samego czynnika roboczego (sprężonego powietrza) oraz z zalet samego układu napędowego.

Zalety sprężonego powietrza jako źródła energii:

- powietrze jest wszędzie dostępne,
- możliwość stosowania w przemyśle spożywczym bez dodatkowych wymagań,
- po wykorzystaniu sprężone powietrze nie jest zwracane do sieci, zwraca się je do otoczenia,
- powietrze jest czyste i bezpieczne w eksploatacji,
- sprężone powietrze o ciśnieniu 0,3-1,6 MPa jest bardzo dobrym źródłem energii do uzyskiwania sił rzędu od kilkudziesięciu N do kilkuset N [1],

Natomiast wadą sprężonego powietrza jest jego duża ściśliwość, co utrudnia realizację powolnych i płynnych ruchów napędów pneumatycznych [1].

Zalety napędu pneumatycznego:

- bezpieczeństwo pracy w prawie każdym środowisku,
- niezawodność działania i duża trwałość,
- prosta obsługa i konserwacja urządzeń pneumatycznych,
- łatwość realizacji ruchów posuwisto zwrotnych i obrotowo zwrotnych,
- bezpośredniość napędu liniowego (brak negatywnych zjawisk związanych z napędami przekładniowymi takich jak luzy, rezonanse zespołów mechanicznych silnika i przekładni, ograniczenia prędkości ruchu przez mechanikę przekładni),

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- porównywalne prędkości i przyspieszenia jak w przypadku napędów elektrycznych i hydraulicznych,
- nieograniczona częstość włączeń oraz odporność na przeciążenia siłowe,
- odporność na awaryjną blokadę ruchu (w przypadku innych rodzajów napędów wymagane dodatkowe urządzenia zabezpieczające),
- realizacja zadań ruchowych i siłowych (również uderowych), w tym samym układzie napędowym,
- możliwość wykorzystania siłownika jako elementu konstrukcji urządzenia [2].

9.1. Wytyczne do doboru elementów pneumatycznych

Zgodnie z przedstawioną koncepcją w zadaniu „Opracowanie w formie zwartej schematu urządzenia do wycinania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych”, urządzenie będzie się składać z 4 podzespołów zawierających elementy pneumatyczne. Należą do nich:

- belka dociskająca,
- belka wypychająca gniazda nasienne,
- belka z nożami rozcinającymi,
- napęd piły obcinającej ogonki.

Belka dociskająca będzie zbudowana z 4 siłowników pneumatycznych, gdzie na końcu tłoczek zostaną zamocowane elastyczne/z tworzywa sztucznego elementy stabilizujące paprykę. Do sterowania siłowników zostaną zastosowane 4 zawory rozdzielające sterowane elektrycznie.

Belka wypychająca gniazda nasienne będzie zbudowana z 2 siłowników pneumatycznych, których tłoczyska będą połączone belką. Do sterowania siłowników zostaną zastosowane 2 zawory rozdzielające sterowane elektrycznie.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Belka z nożami rozcinającymi będzie zbudowana z 2 siłowników pneumatycznych, których tłoczyska będą połączone belką. Do sterowania siłowników zostaną zastosowane 2 zawory rozdzielające sterowane elektrycznie.

Nowoczesne urządzenia powinny się charakteryzować energooszczędnością, w związku z czym zaproponowane w urządzeniu napędy pneumatyczne będą zasilane sprężonym powietrzem o obniżonym ciśnieniu. Po etapie projektowania, kiedy będzie znana masa elementów ruchomych napędzanych pneumatycznie będzie można zdecydować czy ruch w obydwu kierunkach będzie się odbywał się przy obniżonym ciśnieniu, czy tylko w ruchu tzw. jałowym np. powrotnym. Dodatkowo w przypadku belki dociskającej można zastosować pneumatyczne siłowniki jednostronnego działania z powrotem realizowanym za pomocą sprężyny tak aby ograniczyć zużycie sprężonego powietrza w ruchu powrotnym belki.

9.2. Zasady doboru pneumatycznych elementów wykonawczych

W celu doboru napędów pneumatycznych (siłowników pneumatycznych) projektowanego urządzenia przyjmuje się pewne dane wejściowe do określenia ich nominalnej średnicy, zużycia powietrza, czasu ruchu tłoczyska oraz wyboczenia tłoczyska.

Dane wejściowe:

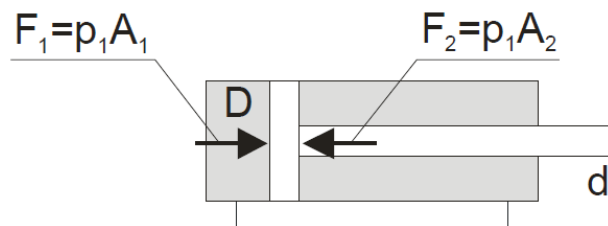
- F_u – siła użyteczna (siła obciążająca),
- s – skok siłownika (zakres ruchu),
- charakter obciążenia (na całej długości skoku, na początku skoku, czy na końcu skoku, uderowo),
- p – wartość ciśnienia sprężonego powietrza dostępnego w instalacji pneumatycznej,
- środowisko w jakim będzie pracował siłownik.

Na rys. 41 przedstawiono schemat obliczeniowy siłownika jednotłoczyskowego dwustronnego działania.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 41. Rys. 1. Schemat obliczeniowy siłownika jednотłoczkowego dwustronnego działania.

Teoretyczną siłę pchającą lub ciągnącą siłownika pneumatycznego F oblicza się według wzoru:

$$F = pA, \quad (1)$$

gdzie:

p – ciśnienie sprężonego powietrza [Pa],

A – czynna powierzchnia tłoka siłownika [m²].

W celu obliczenia powierzchni czynnej siłownika po stronie tłokowej (2) i tłoczkowej (3), korzysta się z następujących wzorów:

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (2)$$

$$A_2 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \quad (3)$$

gdzie:

D – średnica tłoka siłownika [m],

d – średnica tłoczyska siłownika [m].

Rzeczywista siła na tłoczysku zależy jednak od wielu czynników takich jak np. skoki ciśnienia podczas napełniania komór oraz siły tarcia występującej pomiędzy uszczelnieniami, a tłokiem i ścianą cylindra, czy tłoczyskiem i cylindrem. W zastosowaniach praktycznych należy przyjąć współczynnik bezpieczeństwa η , wyrażający stosunek siły użytecznej F_u do siły teoretycznej F generowanej przez siłownik.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

$$\eta = \frac{F_u}{F}, \quad (4)$$

Przyjmuje się więc współczynnik bezpieczeństwa w zakresie 0,65-0,80 wartości siły teoretycznej. W tabeli 3 przedstawiono wartość współczynnika bezpieczeństwa w zależności od zastosowań siłownika.

Tabela 3. Wartość współczynnika η w zależności od zastosowania siłownika.

Zastosowanie	Współczynnik bezpieczeństwa η
Ruch powolny, obciążenie na końcu skoku siłownika	0,8
Ruch szybki, obciążenie na końcu skoku Ruch powolny, obciążenie na całym skoku	0,75
Ruch szybki, obciążenie na całym skoku	0,65

Ilość zużywanego powietrza w czasie jednego cyklu pracy siłownika oblicza się na podstawie wzoru:

$$V = \frac{1}{4}\pi(2D^2 - d^2)sn\left(\frac{p}{p_a} + 1\right) + V_s, \quad (5)$$

gdzie:

n – liczba pełnych suwów (cykli) siłownika,

p_a – ciśnienie atmosferyczne,

V_s – objętość szkodliwa (objętość przewodów, stref martwych itp.).

Znając siłę lub masę obciążającą tłoczysko siłownika oraz ciśnienie zasilania można dobrać siłownik do danego procesu. Znając skok siłownika i liczbę cykli pracy można oszacować koszty eksploatacji ze względu na zużycie sprężonego powietrza.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Literatura

1. Szenajch W.: Napęd i sterowanie pneumatyczne. WNT, Warszawa 1997.
2. Olszewski M.: Sterowanie pozycyjne pneumatycznego napędu siłowego. Prace Naukowe – Mechanika z. 191. OWPW, Warszawa 2002.
3. Szelerski M.: Układy pneumatyczne w maszynach i urządzeniach. Wydawnictwo Kabe, 2018.
4. Dindorf R., Takosoglu J., Woś P.: Development of pneumatic control systems, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2017.
5. Dindorf R., Takosoglu J., Woś P.: Bezpieczeństwo układów hydraulicznych i pneumatycznych, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2018.
6. Dindorf R., Takosoglu J., Łaski P.: Poradnik konstruktora maszyn i urządzeń. (Zespół autorów pod redakcją A. Kubalskiego). Napędy i sterowanie pneumatyczne.
7. Dindorf R. pod red.: Hydraulika i Pneumatyka. Podręcznik Akademicki. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2003.
8. Dindorf R.: Napędy płynowe. Podstawy teoretyczne i metody obliczania napędów hydrostatycznych i pneumatycznych. Podręcznik akademicki. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce, 2009.
9. Dindorf R. Elastyczne aktuatory pneumatyczne. Monografia. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2013.
10. Kowalski T., Lis G., Szenajch W.: Technologia i automatyzacja montażu maszyn. OW PW, Warszawa 2000.
11. Pochopień B., Automatyzacja procesów przemysłowych. WSiP, Warszawa 1993.
12. Norma PN-ISO 12129-1, PN-ISO 1219-2.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

10. Badania wymiarów i kształtu papryki

W niniejszym rozdziale przedstawiono badania dotyczące wymiarów, kształtu oraz masy papryki. Badania zostały przeprowadzone na próbce 19 losowo wybranych papryk na których wykonano pomiary: masy całej papryki, maksymalną szerokość, minimalną szerokość, wysokość bez ogonka, wysokość z ogonkiem. Pomiary zostały zrealizowane z wykorzystaniem suwmiarki elektronicznej firmy MAHR oraz wagi laboratoryjnej WLC 1/A2/C/2 firmy RADWAG.

Zbiornicze wyniki pomiarów zostały zestawione w tabeli 4.

Tabela 4. Zestawienie wymiarów oraz masy badanych papryk

Papryka	Masa całej papryki, g	Maksymalna szerokość, mm	Minimalna szerokość, mm	Wysokość bez ogonka, mm	Wysokość z ogonkiem, mm
1	259.34	90	77.3	94.62	127.22
2	268.37	88.57	69.24	107.65	136.66
3	280.3	96.33	85.64	89.37	116.82
4	265.6	98.15	89.18	89.88	130.02
5	257.56	94.73	83.4	87.53	96.83
6	287.03	102.06	84.81	103.78	142.65
7	259.01	98.37	60.5	103.5	143.2
8	260.32	90.37	67.75	97.01	115.96
9	320.33	98.18	82.72	106.7	132.11
10	266.4	95.63	70.93	93.67	132.3
11	264.48	94.2	81.6	85.3	115.47
12	255.44	90.93	68.66	102.68	138.3
13	275.59	96.4	73.93	105.3	140.65
14	257.8	85.5	74.21	101.52	126.42
15	273.1	91.31	64.98	104.1	131.82
16	261.21	91.81	77.96	97.6	130.47
17	290.67	98.1	84.22	93.23	116.66
18	267.81	88.46	66.59	104.68	117.64
19	274.45	91.5	71.7	105.97	137.41

Na podstawie danych zawartych w tabeli 4 opracowano analizę statystyczną morfometrycznych cech papryki na podstawie pomiarów 19 próbek. Zbadane zostały

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



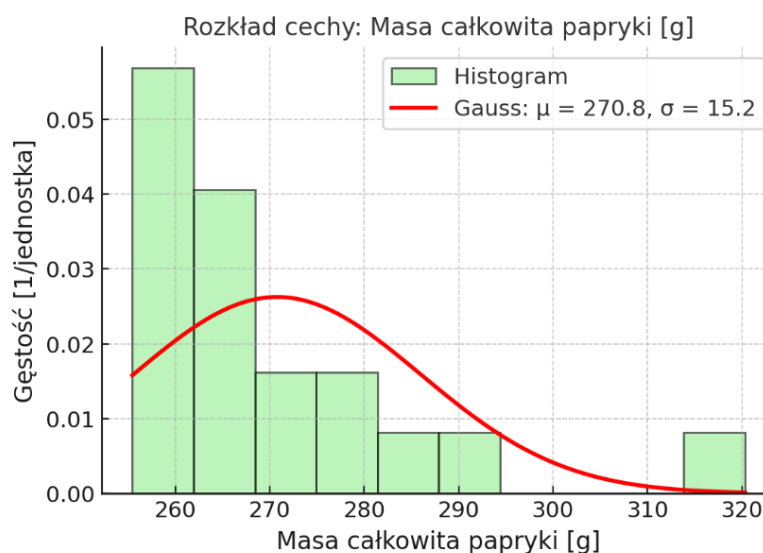
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

następujące cechy: masa całkowita (g), maksymalna i minimalna szerokość (mm), wysokość bez ogonka (mm) oraz wysokość z ogonkiem (mm). Analiza obejmuje zarówno statystyki opisowe, jak i ocenę rozkładów zmiennych oraz ich wzajemnych korelacji. Do każdego zestawu danych dołączono wizualizacje i dopasowanie do rozkładu Gaussa wraz z interpretacją.

Dane wskazują na umiarkowaną zmienność cech. Masa całkowita papryki mieści się w przedziale od 280,03 g do 320,33 g (średnia: 300,18 g). Wymiary geometryczne (szerokość i wysokość) są względnie jednorodne, co potwierdzają niskie odchylenia standardowe. Minimalna szerokość wykazuje najwyższy rozrzut, co może sugerować nieregularność kształtu w przekroju poprzecznym.

10.1. Analiza mas badanych papryk

Histogram masy wskazuje na prawostronną asymetrię, wywołaną jedną znacznie lżejszą próbką. Dopasowanie rozkładu normalnego jest jednak zadowalające. Średnia wartość masy wynosi $\mu = 270,8$ g, a odchylenie standardowe $\sigma = 15,2$ g. Większość wartości mieści się w przedziale $\pm 1\sigma$, co potwierdza stosunkowo małą zmienność masy w obrębie próby.



Rys. 42. Histogram masy

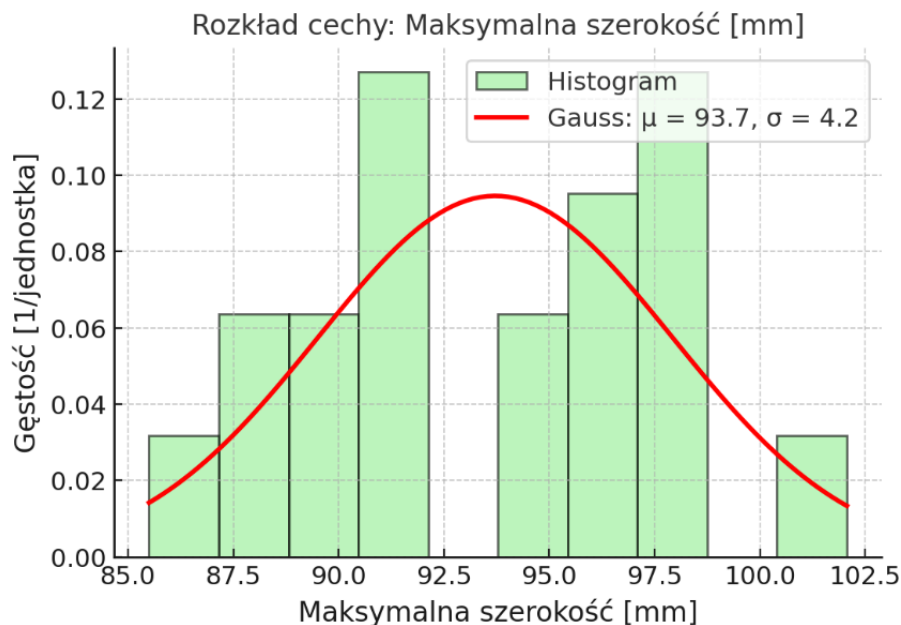
Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

10.2. Maksymalna szerokość papryki

Dane rozkładają się symetrycznie wokół średniej $\mu = 93,7$ mm, a dopasowanie do rozkładu normalnego jest bardzo dobre. Niskie odchylenie standardowe $\sigma = 4,2$ mm świadczy o jednorodności szerokości maksymalnej między badanymi owocami.



Rys. 43. Histogram maksymalna szerokość papryki

10.3. Minimalna szerokość papryki

Wartości wykazują większą zmienność — odchylenie standardowe $\sigma = 8,0$ mm jest wyższe niż dla szerokości maksymalnej. Histogram sugeruje większą anatomiczną zmienność w dolnej części owocu, jednak dopasowanie krzywej Gaussa nadal jest poprawne. Średnia minimalna szerokość to $\mu = 75,5$ mm.

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

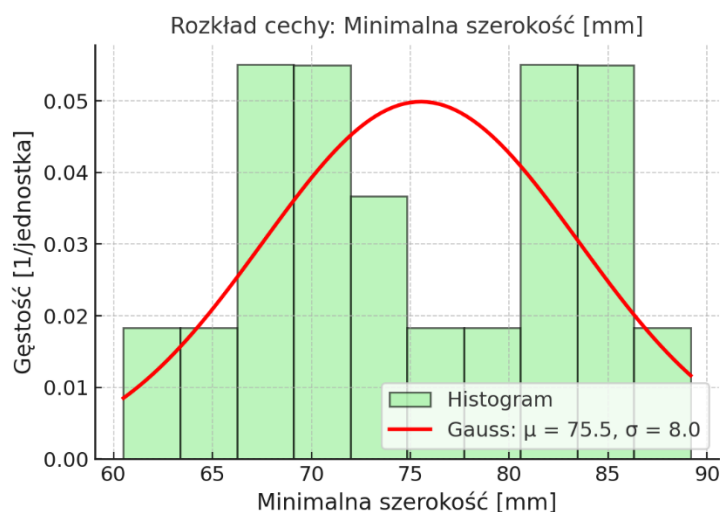
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



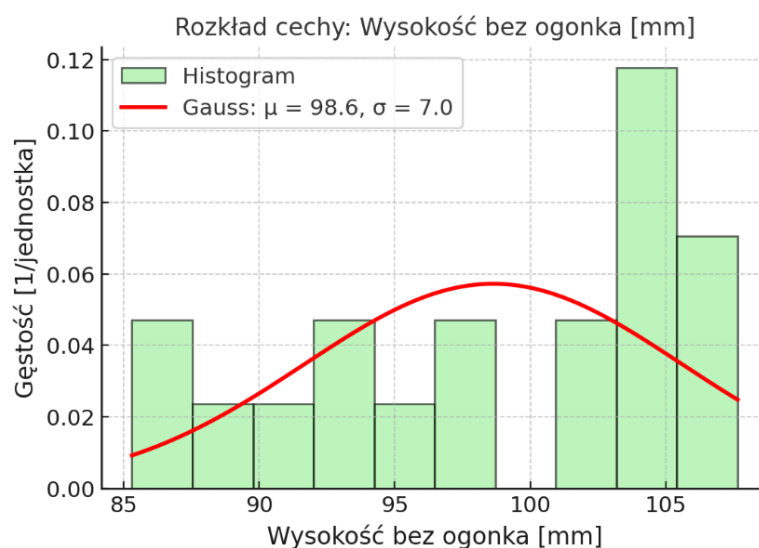
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 44. Histogram minimalnej szerokości papryki

10.4. Wysokość papryki bez ogonka

Rozkład tej cechy jest symetryczny, dobrze opisany rozkładem normalnym. Średnia wysokość bez ogonka wynosi $\mu = 98,6$ mm, a odchylenie standardowe $\sigma = 7,0$ mm, co świadczy o niewielkiej zmienności i regularności owoców w przekroju pionowym.



Rys. 45. Histogram wysokości papryki bez ogonka

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.
Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

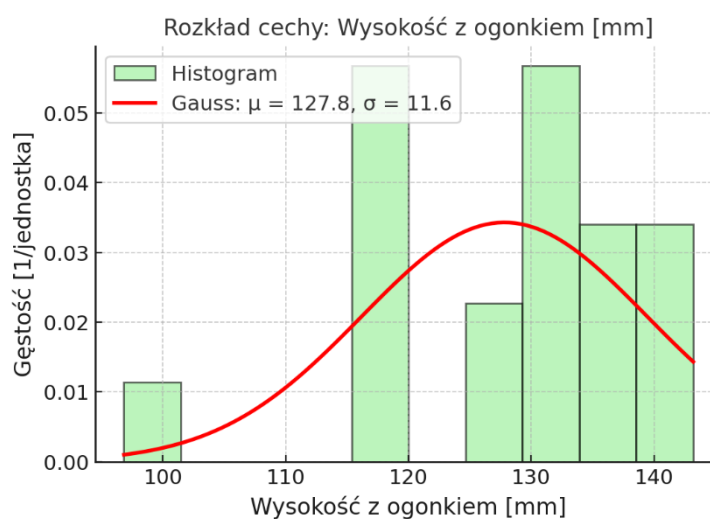
Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

10.5. Wysokość papryki z ogonkiem

Jest to najbardziej zmienny parametr pionowy, z odchyleniem $\sigma = 11,6$ mm. Histogram wykazuje lekką asymetrię, co może być skutkiem różnic w długości ogonka. Średnia wysokość całkowita to $\mu = 127,8$ mm. Krzywa Gaussa dobrze dopasowuje się do danych mimo tej asymetrii.



Rys. 46. Histogram wysokości papryki z ogonkiem

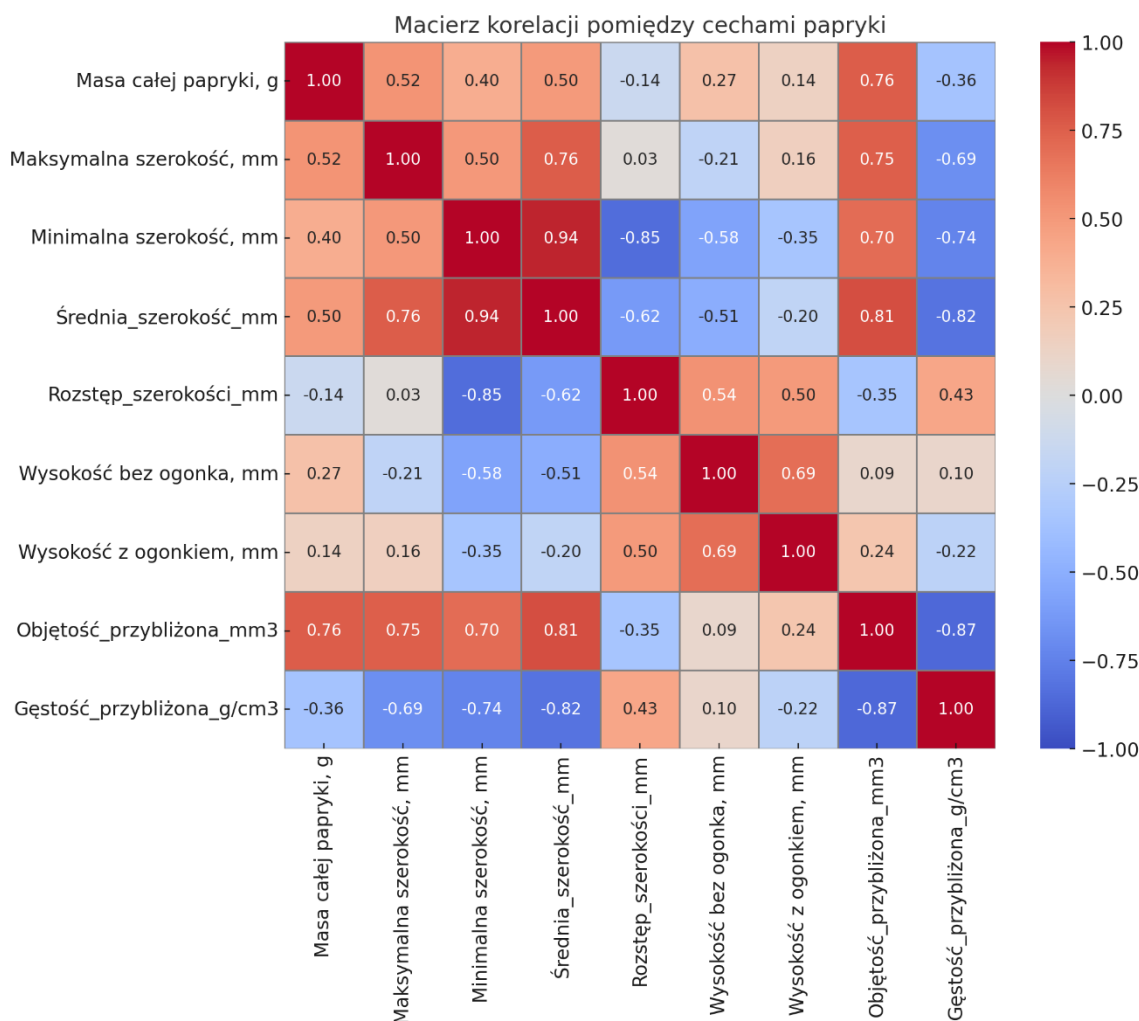
10.6. Korelacje między cechami

W celu zrozumienia wzajemnych zależności pomiędzy poszczególnymi parametrami fizycznymi badanych owoców, przeprowadzono analizę korelacji Pearsona. Ocenie poddano takie cechy, jak masa całkowita, wymiary geometryczne (szerokości i wysokości), objętość oraz gęstość. Wyniki przedstawiono w formie macierzy korelacji.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 47. Macierzy korelacji badanych parametrów papryki

Najsilniejszą dodatnią korelację uzyskano pomiędzy wysokością bez ogonka a wysokością z ogonkiem ($r = 0.69$). Zależność ta jest intuicyjna, ponieważ wysokość całkowita owocu (z ogonkiem) w znacznej mierze zależy od jego samej długości (bez ogonka), a ogonek stanowi dodatek o względnie mniejszym zróżnicowaniu. Wysoka korelacja sugeruje też jednorodność proporcji owoców badanej odmiany.

Kolejną istotną zależność odnotowano między maksymalną a minimalną szerokością owocu ($r = 0.50$), co świadczy o zachowaniu ogólnych proporcji kształtu owoców pomimo ich

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

zróżnicowania. Szerokość owocu jako cecha anatomiczna wydaje się być dość stabilna i proporcjonalna w obrębie badanej próby.

Umiarkowaną korelację zauważono pomiędzy masą całkowitą papryki a wysokością bez ogonka ($r = 0.39$). Oznacza to, że cięższe owoce są zazwyczaj wyższe, ale nie jest to zależność ścisła. To może świadczyć o istotnym wpływie innych cech, takich jak gęstość miąższu, grubość ścianek czy zawartość wody, które nie były bezpośrednio mierzone.

Warto zwrócić uwagę na silną ujemną korelację pomiędzy minimalną szerokością a wysokością bez ogonka ($r = -0.58$). Zależność ta sugeruje, że papryki o mniejszej szerokości u podstawy (w dolnej części) cechują się większą wysokością, a tym samym są bardziej smukłe. Współczynnik korelacji dla średniej szerokości względem wysokości bez ogonka także wskazuje na istotną ujemną zależność ($r = -0.51$), co tylko potwierdza występowanie tej tendencji w morfologii owoców.

Dla pozostałych par cech uzyskano niskie lub bardzo niskie wartości współczynnika korelacji. Przykładem jest brak zależności między masą a szerokością maksymalną ($r \approx 0$), co może świadczyć o tym, że masa owocu zależy raczej od jego objętości oraz struktury wewnętrznej niż od wymiarów zewnętrznych.

10.7. Wnioski końcowe

Większość zmiennych dobrze dopasowuje się do rozkładu normalnego, co pozwala na stosowanie klasycznych narzędzi statystycznych w dalszych analizach. Istnieje silna zależność między wymiarami geometrycznymi a masą, co może być podstawą do budowy modeli predykcyjnych.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

11. Badania porównawcze technologii usuwania gniazd nasiennych

Wielkość powstałego odpadu w wyniku wycięcia gniazda nasiennego może stanowić od kilku do kilkunastu procent masy owocu, w zależności od wielkości papryki. Dla wielu producentów takie straty materiałowe są istotnym problemem, ponieważ wpływają nie tylko na koszty produkcji, ale także na efektywność całego procesu i końcową jakość produktu. W związku z tym, istnieje potrzeba optymalizacji metod usuwania gniazd nasiennych w celu minimalizacji tych strat.

W niniejszym rozdziale przedstawiono porównanie trzech metod usuwania gniazd nasiennych w papryce. Pierwsza metoda to tradycyjne przecinanie papryki na pół i ręczne wrywanie połówek gniazd, druga to wycinanie gniazda nasiennego za pomocą noża, a trzecia to innowacyjne podejście polegające na wypychaniu gniazda do wnętrza owocu, które zostało opracowane w ramach realizowanego projektu.

W tabeli 5, 6 i 7 zestawiono kluczowe parametry badanych metod usuwania gniazd z papryki, takie jak: masa całej papryki bez ogonka, masa poówek papryki bez gniazda, masa gniazda z miąższem, masa gniazda, masa miąższu usuniętego z gniazdem.

Tabela 5. Zestawienie wyników dla procesu przecinanie papryki na pół z ręcznym wrywaniem gniazd

Lp.	Masa całej papryki bez ogonka, g	Masa poówek papryki bez gniazda, g	Masa gniazda z miąższem, g	Masa gniazda, g	Masa miąższu usuniętego z gniazdem, g
1	264.97	213.76	48.89	25.49	23.2
2	262.26	231.32	30.36	19.77	10.51

Na rysunkach poniżej przedstawiono zdjęcia obrazujące proces przecinanie papryki na pół z ręcznym wrywaniem gniazd i powstałego w jego wyniku strat miąższu.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 48. Papryka przetworzona w wyniku procesu przecinania papryki na pół z ręcznym wrywaniem gniazd

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 49. Połówki gniazd papryki wyrwane ręcznie po przecięciu papryki na pół



Rys. 50. Połówki gniazd nasiennych po usunięciu miąższu

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 51. Miąższ usunięty z gniazd nasiennych

W tabeli zestawiono kluczowe parametry obu metod, takie jak masa papryki z gniazdem nasiennym, masa usuniętego gniazda z częścią miąższu oraz masa odpadu powstałego przy gnieździe.

Tabela 6. Zestawienie wyników dla procesu wycinania i wypychania gniazd nasiennych z papryki

	Wypychanie	Wycinanie
Masa papryki z gniazdem nasiennym, g	196	203
Masa usuniętego gniazda z częścią miąższu, g	33	44
Masa odpadu przy gnieździe, g	3	20

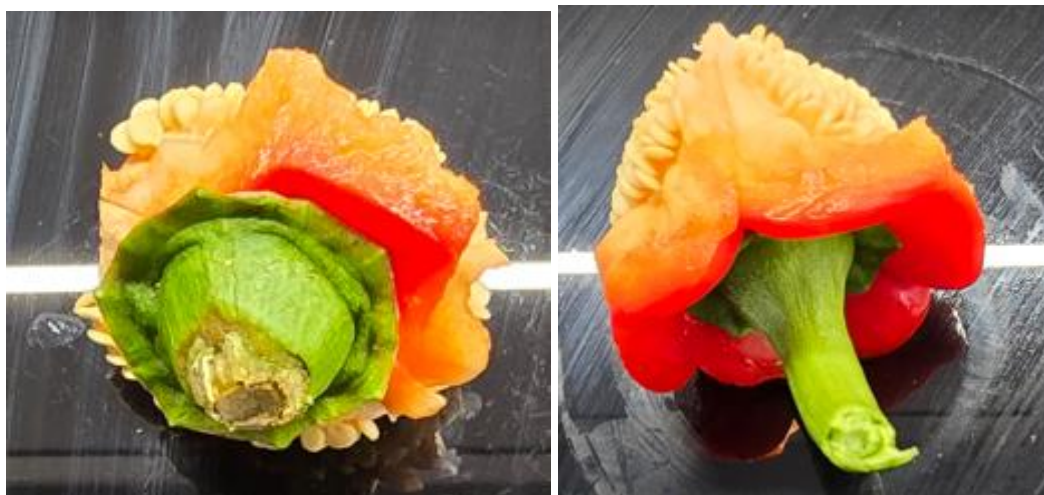
Na rysunku nr 52 (lewa strona) można zauważyć gniazdo w procesie wypychania. Zawiera ono zdecydowanie mniej miąższu niż gniazdo na rysunku nr 52 (prawa strona), w którym część owocu została wycięta z produktu. Na skutek wypychania „oberwaniu” zostało 3 gramy miąższu, co stanowi 1,8% masy papryki bez gniazda. Natomiast podczas wycinania gniazda, masa odpadu stanowi 11,2% masy papryki bez gniazda. W wyniku zmiany procesu udało się zaoszczędzić w tym przypadku 9,4% masy papryki, co stanowi znaczną część owocu, który jest wyrzucany razem z gniazdem jako odpad.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

To porównanie wyraźnie pokazuje, że metoda wypychania gniazda nasiennego jest znacznie bardziej efektywna pod względem minimalizacji strat materiałowych. Dzięki zastosowaniu tej metody, możliwe jest zaoszczędzenie większej ilości owocu, co przekłada się na bardziej ekonomiczny i ekologiczny proces produkcji. Ponadto, mniejsze straty materiałowe oznaczają wyższą jakość końcowego produktu, co jest istotnym czynnikiem.



Rys. 52. Porównanie gniazda usuniętego za pomocą wypychania i wycinania

W tabeli 7 przedstawiono zestawienie wyników dla procesu wypychania gniazd nasiennych z papryki. Analizując wyniki możemy zaobserwować, że w wyniku procesu wypychania nie zaobserwowano strat mięszu.

Tabela 7. Zestawienie wyników dla procesu wypychania gniazd nasiennych z papryki

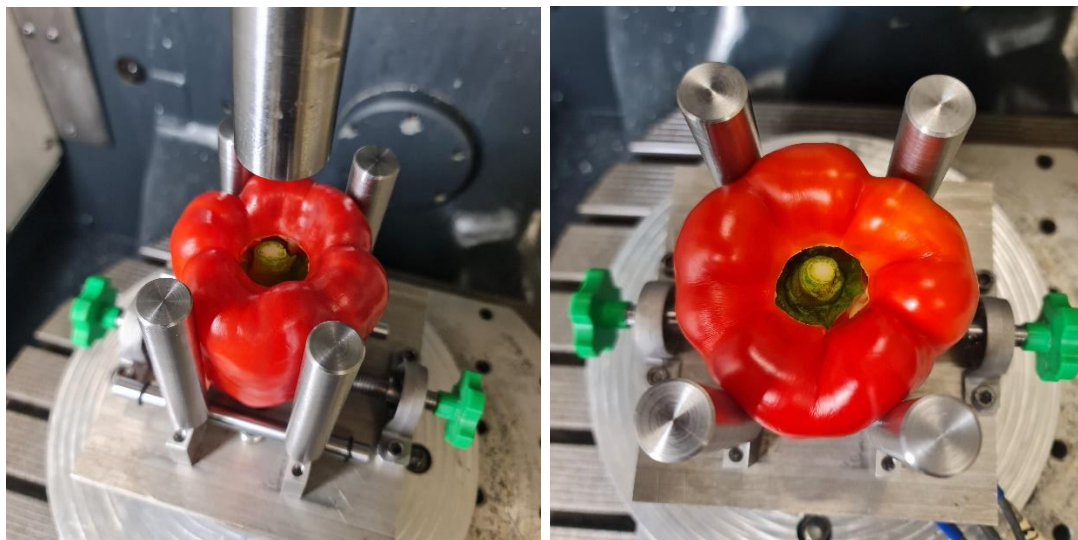
L p.	Masa całej papryki bez ogonka, g	Masa połówki papryki bez gniazda, g	Masa gniazda, g	Masa mięszu usuniętego z gniazdem, g
1	248.65	229.4	19.1	-
2	269.74	246.32	23.41	-

Na rysunkach poniżej przedstawiono przykładowe zdjęcia papryk po procesie wypychania gniazd nasiennych.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 53. Przykładowe widoki wypchniętych gniazd papryki na stanowisku badawczym



Rys. 54. Przykładowe widoki papryk z wypchniętymi gniazdami

Analizując przedstawiane zdjęcia możemy zaobserwować, że proces wypychania pozwala na idealne oddzielenie gniazda nasiennego od miąższu papryki bez strat.

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e

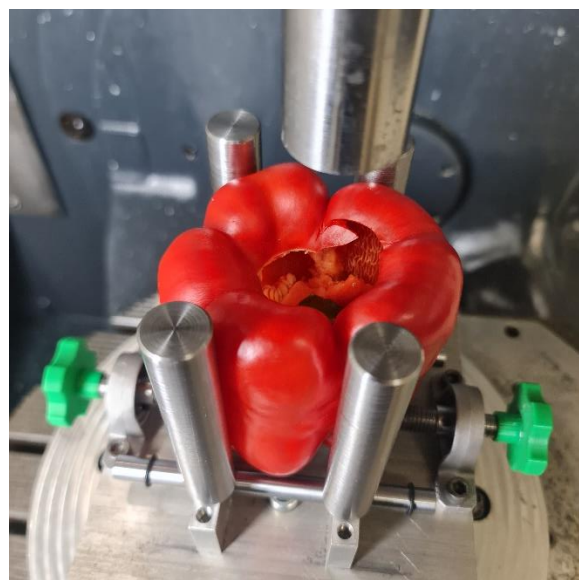


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

W celu weryfikacji procesu wypychania na błąd pozycjonowania papryki przeprowadzono testy procesu z błędnym ustawieniem wypychacza względem gniazda nasiennego papryki. Wyniki testów zostały przedstawione na zdjęciach poniżej.



Rys. 55. Widok błędnie ustawionego wypychacza

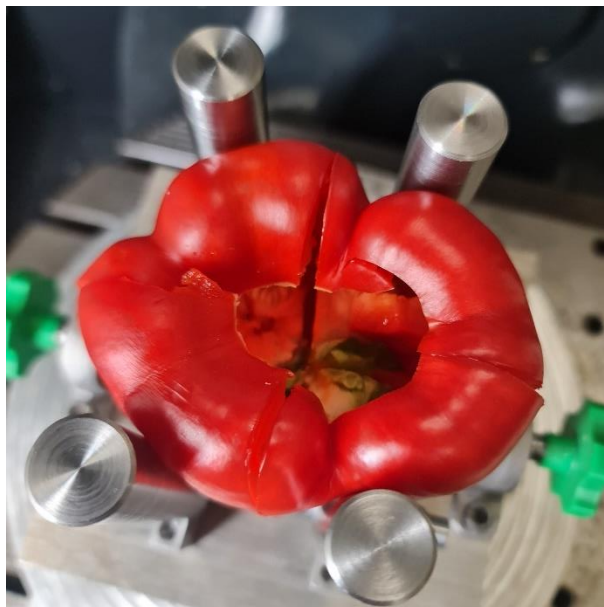


Rys. 56. Widok stanowiska badawczego z papryką z wypchniętym gniazdem przez błędnie ustawiony wypychacz

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 57. Widok papryki z wypchniętym gniazdem przez błędnie ustawiony wypychacz

Analizując wyniki badań z błędnie ustawionym wypychaczem względem gniazda nasiennego papryki stwierdzono, że proces wypychania jest wrażliwy na ustawienie i pozycjonowanie papryki. Błędnie ustawiony wypychacz spowodował częściowe oderwanie miąższu papryki razem z gniazdem nasiennym. W związku z tym należy zwrócić uwagę na systemy pozycjonowania i metody załadunku papryki do urządzenia usuwającego gniazda nasienne.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e

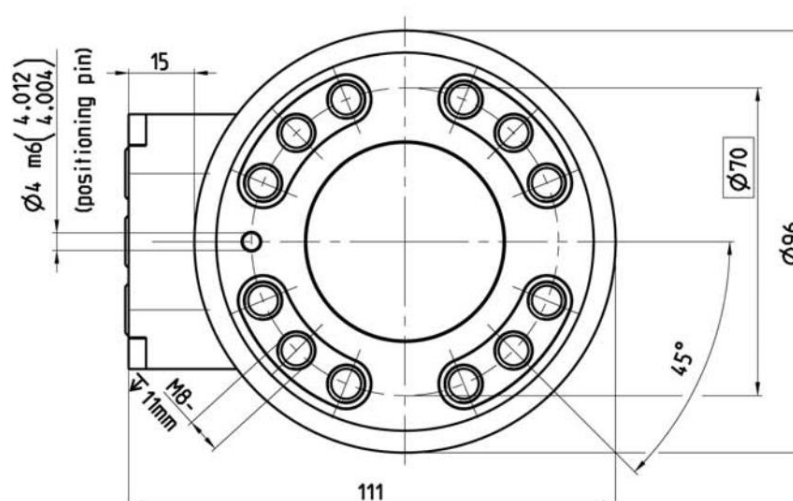


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

12. Wyznaczenie siły dla procesu wypychania

W niniejszym rozdziale przedstawiono przykładowe wyniki wyznaczenia siły niezbędnej do wypchnięcia gniazda nasiennego z papryki. Badania zostały przeprowadzone na stanowisku badawczym zbudowanym z wykorzystaniem kinematyki obrabiarki sterowanej numerycznie, która pozwala na precyzyjne definiowanie położenia wypychacza względem gniazda nasiennego papryki oraz na precyzyjną regulację prędkości wypychacza w trakcie procesu wypychania.

Konstrukcja stanowiska pomiarowego została oparta o wieloosiowy przetwornik siły i momentu MCS10 K-MCS10-025-6C-FX-FY-FZ-MX-MY-MZ. Wymiary gabarytowe wieloosiowego przetwornika siły i momentu MCS10 przedstawiono na rysunkach poniżej.



Rys. 58. Rzut spodu wieloosiowego przetwornika siły i momentu MCS10 [1]

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

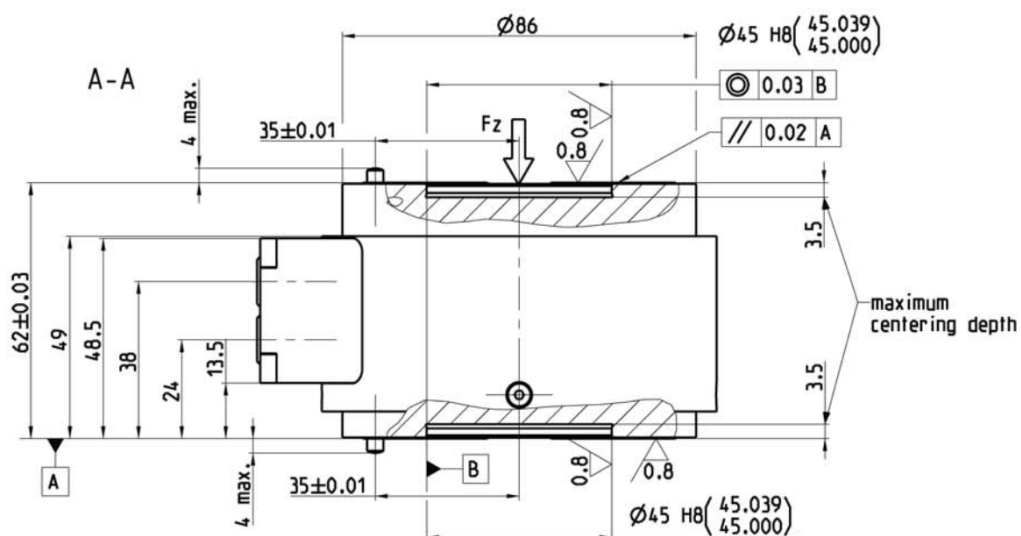
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

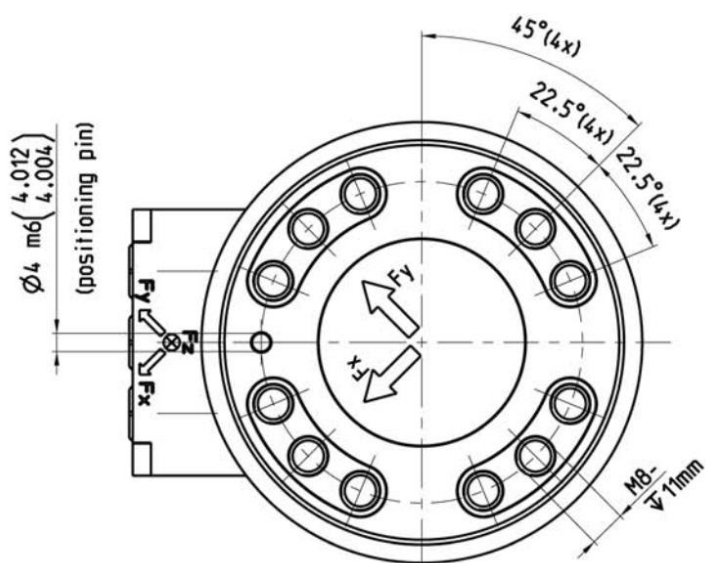
Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 59. Rzut z boku wieloosiowego przetwornika siły i momentu MCS10 [1]



Rys. 60. Rzut z góry wieloosiowego przetwornika siły i momentu MCS10 [1]

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyżno ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Wieloosiowy przetwornik siły i momentu MCS10 K-MCS10-025-6C-FX-FY-FZ-MX-MY-MZ współpracuje z uniwersalnym wzmacniaczem pomiarowym MX840B obsługiwany przez oprogramowanie CATMAN.



Rys. 61. Wzmacniacz pomiarowy MX840B

Wybrane parametry wzmacniacza MX840B

- Uniwersalny wzmacniacz 8-kanałowy z indywidualnie regulowanymi wejściami,
- Prędkość próbkowania: od 40 kHz górę dla poszczególnego kanału,
- 24-bit konwerter A/C na kanał dla synchronicznych, równoległych pomiarów,
- Filtry; Bessel’a, Butterworth’a od 0.01Hz, do 3.2 kHz (-3dB),
- Napięcie zasilania dla aktywnych przetworników: 5 ... 24 VDC regulowany dla każdego kanału.

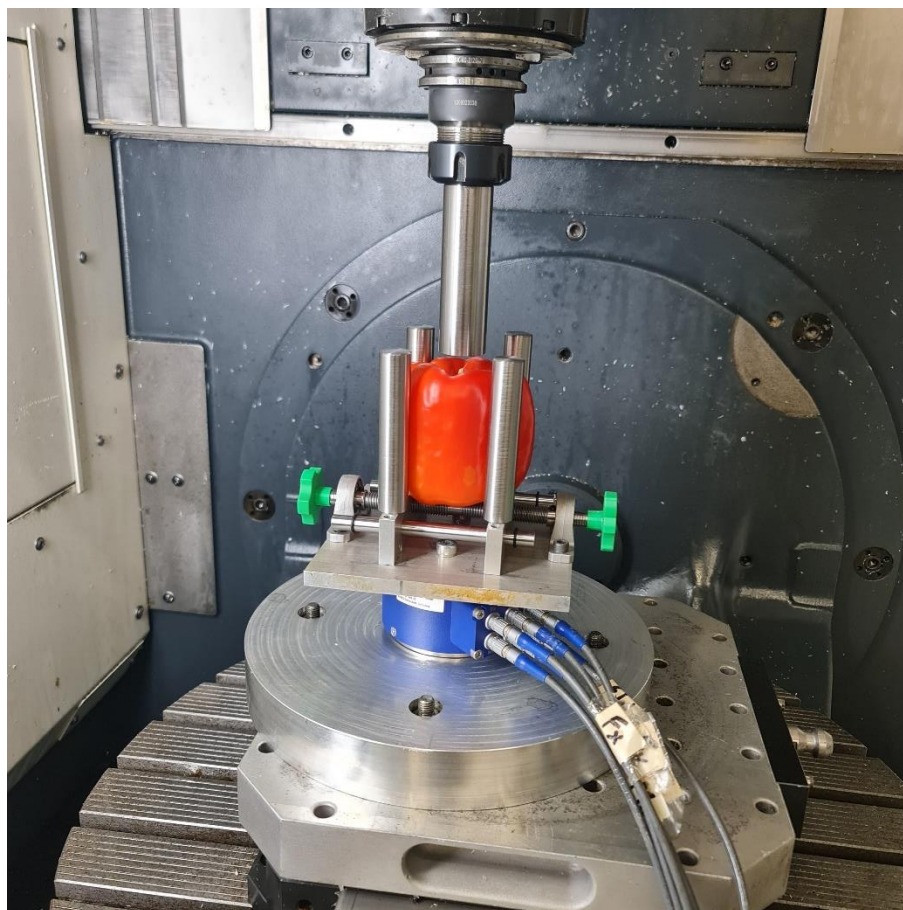
Na rysunku poniżej przedstawiono widok stanowiska badawczego zamontowanego na obrabiarce DMU50. Do stołu obrabiarki za pomocą aluminiowego adaptera przykręcono wieloosiowy przetwornik siły i momentu MCS10 K-MCS10-025-6C-FX-FY-FZ-MX-MY-MZ, do którego od góry przykręcony został specjalny uchwyt wykorzystujący śrubę rzymską do mocowania papryki. Do wieloosiowego przetwornika siły i momentu MCS10 podpięty został uniwersalny wzmacniacz MX840B, który współpracował z komputerem, na którym zainstalowane było oprogramowanie CATMAN. W trakcie eksperymentu rejestrowane były siły (Fz) w osi podczas procesu wypychania gniazda nasiennego z papryki wypychaczem o średnicy 30 mm (rys. 21.).

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Na rysunku 62 przedstawiono widok stanowiska badawczego w konfiguracji umożliwiającej pomiar siły w trakcie procesu wypychania gniazda nasiennego z papryki.



Rys. 62. Widok stanowiska badawczego do pomiaru siły wypychania gniazda nasiennego z papryki

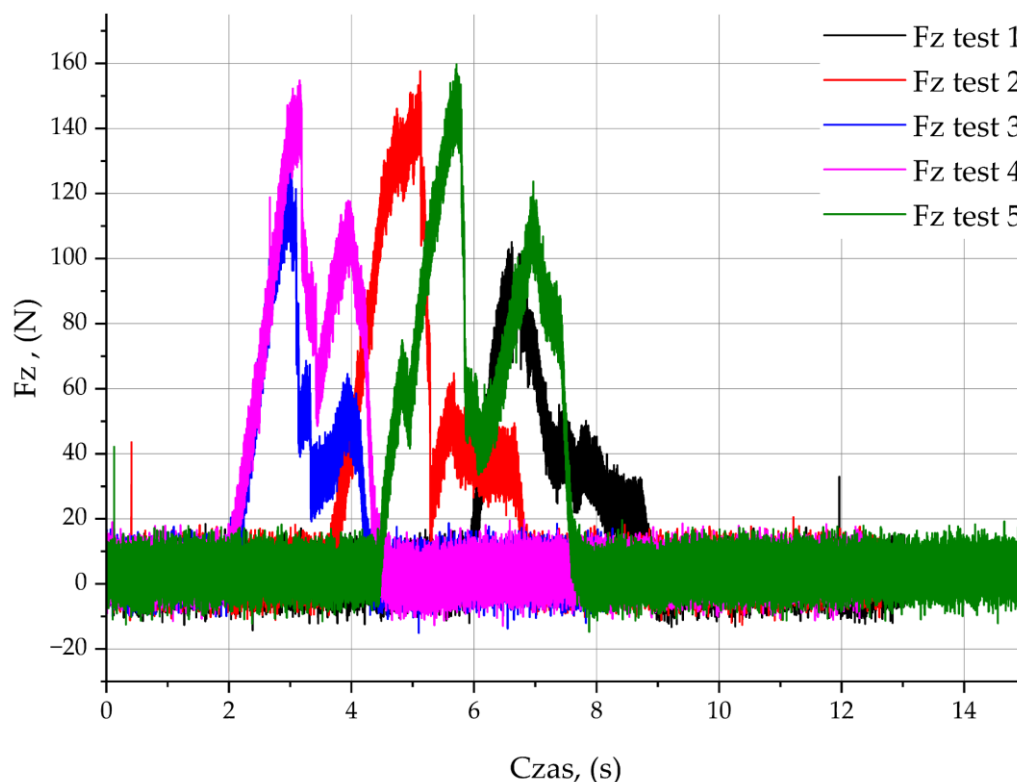
Na rysunku 63 przedstawiono przebiegi siły F_z w trakcie wypychania gniazda nasiennego. Analizując wyniki pomiaru siły zarejestrowane w testach 1 do 5 wypychania gniazda nasiennego z papryki wartości siły F_z osiągały maksima w zakresie 120–160 N. Testy 2 i 5 wyróżniają się szczególnie gwałtownym narastaniem siły, zakończonymi szybkim spadkiem, co wskazuje na przełamywanie mocno związanego gniazda. Przebiegi testów 3 i 4 mają łagodniejszy charakter, co może być efektem bardziej jednorodnej struktury materiału

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

i równomiernego kontaktu. Najbardziej stabilny charakter wykazuje test 3, natomiast test 1 cechuje się silnym przesunięciem szczytu w czasie. Sugeruje to różne strategie kontaktu narzędzia z papryką lub zmienne warunki strukturalne materiału.



Rys. 63. Przebiegi siły F_z w trakcie wypychania gniazda nasiennego

Na podstawie przebiegów siły osiowej F_z można jednoznacznie stwierdzić, że największe różnice dynamiczne i wartości maksymalne występują w przypadkach, w których narzędzie trafia na zróżnicowaną lub zwartą strukturę materiału, np. przegrodę lub gniazdo nasienne. Testy 4 (cięcie) i 5 (wypychanie) charakteryzują się szczególnie dużymi wartościami siły i gwałtownym charakterem przebiegów, co sugeruje potrzebę dalszej optymalizacji ustawienia narzędzia oraz kontroli parametrów kontaktu. Najstabilniejsze warunki działania zaobserwowano w testach 3, zarówno w procesie cięcia, jak i wypychania, co może świadczyć

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
o optymalnej geometrii kontaktu i jednorodnej strukturze analizowanego materiału biologicznego.

LITERATURA

1. MCS10 Multicomponent sensor Data Sheet

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e

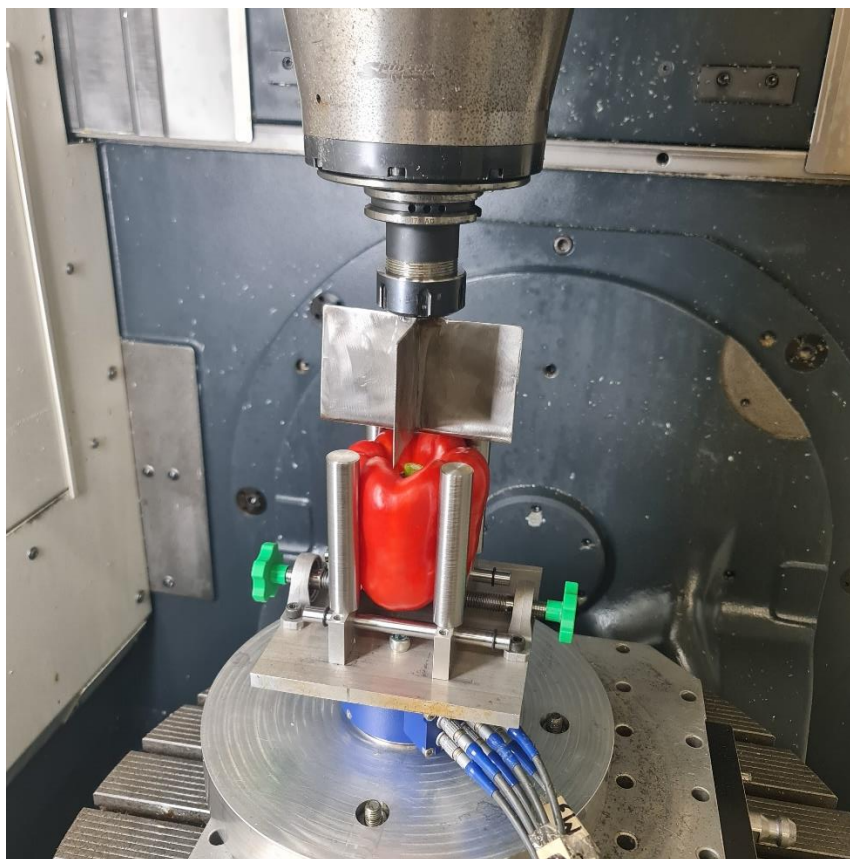


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

13. Wyznaczenie siły dla procesu cięcia papryki na 4 części

W niniejszym rozdziale przedstawiony przykładowe wyniki wyznaczenia siły niezbędnej do przecięcia papryki na 4 części przez czterostrzowy nóż wykonany ze stali nierdzewnej. Badania zostały przeprowadzone na stanowisku badawczym zbudowanym z wykorzystaniem kinematyki obrabiarki sterowanej numerycznie, która pozwala na precyzyjne definiowanie położenia ostrza tnącego względem papryki oraz na precyzyjną regulację prędkości ostrza w trakcie procesu cięcia.

Na rysunku 62 przedstawiono widok stanowiska badawczego w konfiguracji umożliwiającej pomiar siły w trakcie procesu cięcia papryki na cztery części.



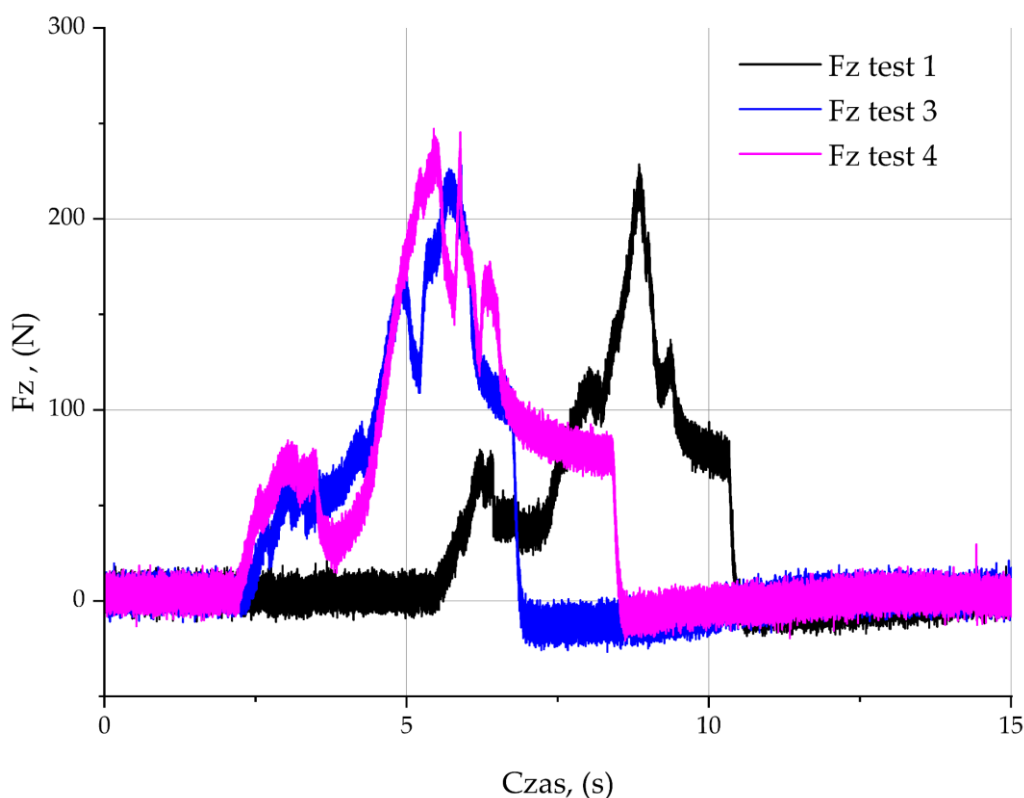
Rys. 64. Widok stanowiska badawczego do pomiaru siły cięcia papryki na 4 części

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżńsko ul. Warszawska 30	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7	Euro-Plan Piotr Figlarz
	26-400 Przysucha	25-314 Kielce	ul. ks. Kazimierza
	www.tompex-agropex.pl/	www.tu.kielce.pl	Sykulskiego 15,
			26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Na rysunku 65 przedstawiono przebiegi siły F_z w trakcie procesu cięcia na cztery części papryki. W testach 1, 3 i 4 dotyczących procesu cięcia papryki zarejestrowano charakterystyczne wzrosty wartości siły F_z do poziomu ponad 200 N. W każdym przypadku przebieg siły wskazuje na istnienie dwóch faz – narastającego oporu podczas penetracji oraz gwałtownego spadku po przełamaniu struktury. Test 4 wykazuje największą intensywność w fazie początkowej, natomiast test 1 charakteryzuje się wyraźnym drugim pikiem w okolicach 9 sekundy, co może wskazywać na kontakt z twardszym obszarem papryki. Wszystkie przebiegi kończą się wyraźnym spadkiem siły, co potwierdza skuteczność przecięcia struktury materiału.



Rys. 65. Przebiegi siły F_z w trakcie cięcia papryki

Na rysunkach poniżej przedstawiono przykładowe zdjęcia papryk po procesie cięcia na cztery części na stanowisku badawczym.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 66. Widok papryki przeciętej na cztery części

Analizując zdjęcia przedstawione na rysunku 66 można stwierdzić, że proces cięcia jest skuteczny a geometria krawędzi i kształt ostrza pozwala na czyste cięcie mięszu i wypchniętego gniazda nasiennego.

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

14. Opracowanie konstrukcji urządzenia do przetwarzania papryki

Opracowanie konstrukcji usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach zostało zrealizowane z wykorzystaniem oprogramowania NX.

W ramach działań zrealizowanych w etapie drugim opracowane zostały następujące materiały:

- modele 3D części składowych urządzenia do usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach,
- model 3D złożenia urządzenia do usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach.

Poniżej przedstawiono opracowane wytyczne i procedury budowy i montażu urządzenia usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach:

1. Konstrukcja urządzenia do usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach posiadać konstrukcję modułową, która umożliwi szybki montaż i demontaż poszczególnych podzespołów bez konieczności demontażu całego urządzenia.
2. Elementy składowe urządzenia do usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach mają być wykonane ze stali nierdzewnej,

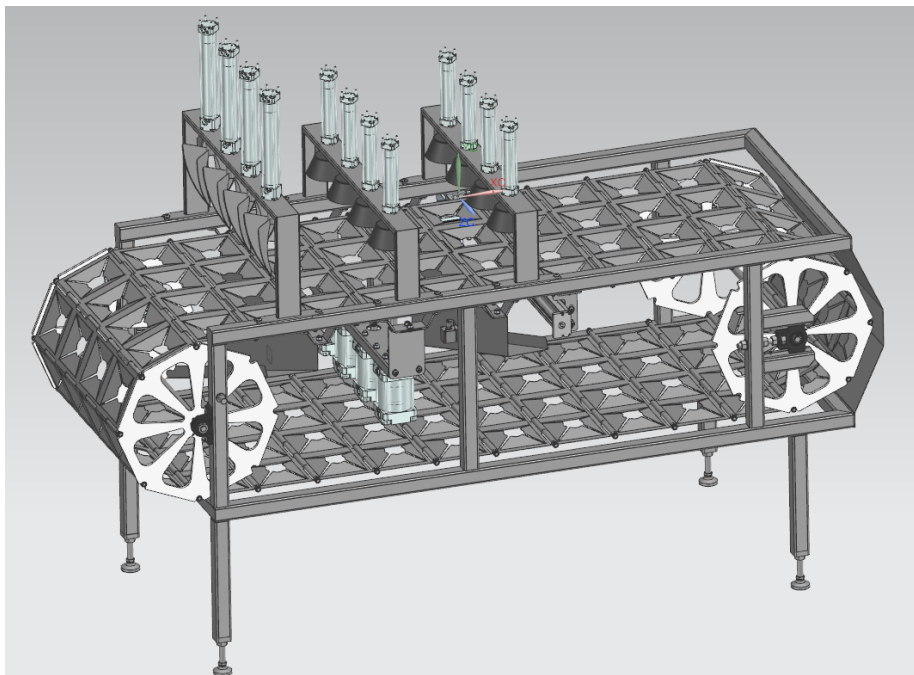
3. Elementy składowe urządzenia do usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach mają być zaprojektowane w taki sposób, aby mogły być wykonane w technologii obróbki skrawaniem, obróbki plastycznej (gięcia), wycinania laserowego i połączone w procesie spawania lub za pomocą śrub.
4. W konstrukcji urządzenia do usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach należy wykorzystać jak najwięcej komponentów znormalizowanych handlowych.
5. Konstrukcja urządzenia do usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach powinna posiadać jak najwięcej połączeń rozłącznych (konstrukcja skręcana za pomocą śrub), co umożliwi łatwy montaż i demontaż poszczególnych modułów i części składowych.

Na rysunkach poniżej przedstawiono wstępny model złożenia 3D uwzględniający najważniejsze urządzenia do usuwania gniazd nasiennych, usuwania ziarenek, usuwania bieli oraz cięcia na 4/8 części świeżej oraz schłodzonej papryki o różnych nienormatywnych wymiarach gabarytowych oraz kształtach.

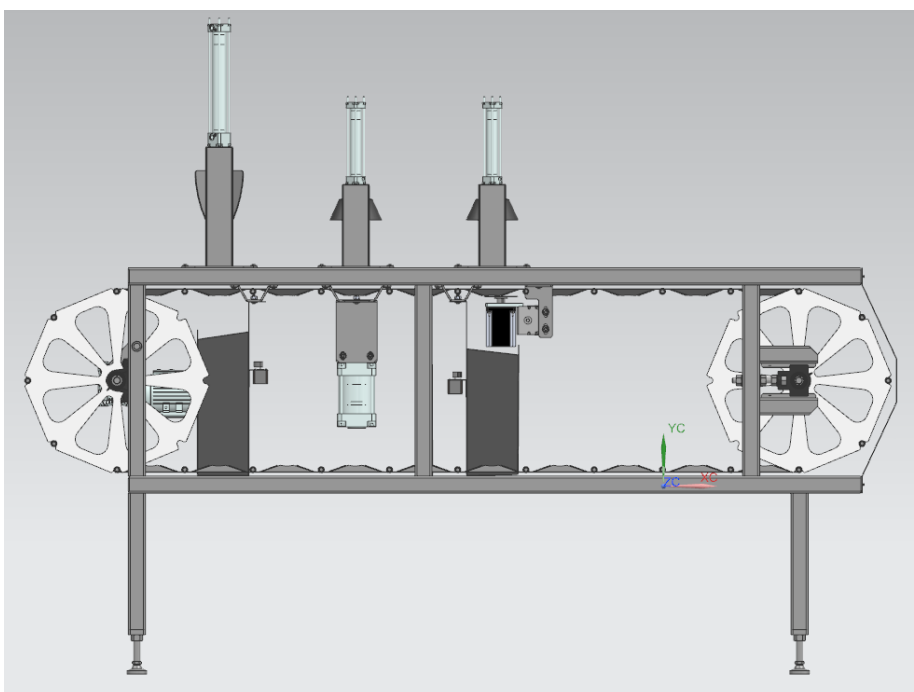
Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 67. Widok izometryczny wstępnego modelu urządzenia do obróbki papryki



Rys. 68. Widok z boku wstępnego modelu urządzenia do obróbki papryki

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

15. Wstępny dobór elementów pneumatycznych

Wstępny dobór elementów pneumatycznych dla urządzenia do obróbki papryki o różnych nienormatywnych kształtach i wymiarach gabarytowych przeprowadzono na podstawie raportów nr 10 i 17. Urządzenie składa się z 4 podzespołów zawierających elementy pneumatyczne. Należą do nich:

- belka dociskająca (2 szt.),
- belka wypychająca gniazda nasienne (1 szt.),
- belka z nożami rozcinającymi (1 szt.),
- napęd linowy obcinacza ogonków papryki (1 szt.).

Belki dociskające zawierają łącznie 8 siłowników pneumatycznych po 4 na jedną belkę. Na końcu tłoczyśk siłowników są zamocowane elementy stabilizujące paprykę z tworzywa sztucznego. Do sterowania siłowników zastosowano 2 zawory rozdzielające sterowane elektrycznie będące składową wyspy zaworowej.

Belka wypychająca gniazda nasienne zawiera 2 siłowniki pneumatycznych, których tłoczyska są połączone belką. Do sterowania siłowników zastosowano 1 zawór rozdzielający sterowany elektrycznie będący składową wyspy zaworowej.

Belka z nożami rozcinającymi zawiera 2 siłowniki pneumatycznych, których tłoczyska są połączone belką. Do sterowania siłowników zastosowano 1 zawór rozdzielający sterowany elektrycznie będący składową wyspy zaworowej.

Nowoczesne urządzenia powinny się charakteryzować energooszczędnością, w związku z czym zaproponowane w urządzeniu napędy pneumatyczne mogą być zasilane sprężonym powietrzem o obniżonym ciśnieniu za pomocą zaworu redukcyjnego ciśnienia.

Do zasilania komponentów pneumatycznych zastosowano zespół przygotowania powietrza, składający się z zaworu odcinającego, zaworu ciśnieniowego, manometru i filtra. Sprężone powietrze doprowadzono do komponentów pneumatycznych za pomocą

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

elastycznych przewodów pneumatycznych. Komponenty wyposażono w szybkozłączki pneumatyczne ułatwiające demontaż, rekonfiguracje i ewentualne wymiany komponentów.

15.1. Wykaz komponentów pneumatycznych

1. Zespół przygotowania powietrza $\frac{1}{2}$ ", 5 μ m (zawór odcinający, zawór redukcyjny ciśnienia, manometr, filtr) Metal Work, seria Syntesi nr 5624V10B144.
 - Zawór odcinający 3/2 (trzydrogowy dwupołożeniowy) sterowany ręcznie Metal Work, seria Syntesi V3V SY2.
 - Filtro-reduktor (połączenie filtra i zaworu redukcyjnego ciśnienia) Metal Work, seria Syntesi FR SY2.
 - Manometr Metal Work nr indeksu 9700109.
2. Siłownik pneumatyczny tłoczyskowy dwustronnego działania (8 szt.) belki dociskającej Metal Work, ISO 6432 w wykonaniu ze stali nierdzewnej W180S250100.
3. Siłownik pneumatyczny tłoczyskowy dwustronnego działania (2 szt.) belki wypychającej gniazda nasienne Metal Work ISO 15552 TYPE A nr 121A630080XV.
4. Siłownik pneumatyczny tłoczyskowy dwustronnego działania (2 szt.) belki z nożami rozcinającymi Metal Work ISO 15552 TYPE A nr 121A630200XV.
5. Siłownik pneumatyczny tłoczyskowy dwustronnego działania (1 szt.) napędu liniowego obcinacza ogonków Metal Work seria STD RODLESS nr 2750400850.
6. Wyspa zaworowa zawierająca 5 zaworów rozdzielających 5/2 (pięciodrogowych dwupołożeniowych) sterowanych elektrycznie ze wspomaganie pneumatycznym i sterowaniem ręcznym Metal Work serii 70 nr SOVC5SOB00.
7. Czujniki zbliżeniowe Halla SQ Metal Work nr W095431.
8. Szybkozłączki i zawory dławiąco-zwrotne Metal Work serii COMPACT N.
9. Przewody pneumatyczne.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

15.2. Charakterystyka komponentów

1. Zespół przygotowania powietrza Metal Work, seria Syntesi nr 5624V10B144 – przyłącze 1/2”, filtracja 5µm, zakres ciśnienia 0-8 bar.

Zespół przygotowania powietrza (ZPP lub ang. FRL) to kluczowy element w systemach pneumatycznych, odpowiedzialny za zapewnienie czystego, o odpowiednim ciśnieniu i (w niektórych specjalnych przypadkach) naolejonego powietrza dla komponentów pneumatycznych. Typowy ZPP składa się z filtra, zaworu redukcyjnego ciśnienia (lub filtr-reduktora) oraz smarownicy. Filtr ma za zadanie usunąć zanieczyszczenia w postaci pyłów, rdzy, oleju, częściowo wody itp., zawory redukcyjne ciśnienia regulują ciśnienie, a smarownice wprowadzają olej do sprężonego powietrza, chroniąc specjalne elementy pneumatyczne.

Zawór odcinający 3/2 (trzydrogowy dwupołożeniowy) sterowany ręcznie Metal Work, seria Syntesi V3V SY2 – ciśnienie maksymalne 13 bar, przyłącze 1/2”.

Zadaniem zaworu odcinającego jest oddzielenie układu roboczego od powietrza zasilającego. Jest to zawór trójdrogowy, dwupołożeniowy, normalnie zamknięty. W pozycji zamkniętej odcina powietrze zasilające i odpowietrza układ, co czyni go szczególnie przydatnym przy wykonywaniu prac serwisowych. Dostępny w wersji sterowanej ręcznie, pneumatycznie, elektrycznie i elektrycznie ze wspomaganie pneumatycznym. Wersja sterowana ręcznie posiada układ pozwalający na zamontowanie dwu w Syntesi® 1 lub trzech w Syntesi® 2 kłódek o średnicy 3 mm. Na tylnej oraz przedniej powierzchni zaworu znajdują się przyłącza pomocnicze (1/8” dla wielkości 1 oraz 1/4” dla wielkości 2) do podłączenia manometru, czujnika ciśnienia lub do dodatkowego poboru powietrza.

Na rys. 69 przedstawiono dane techniczne i budowę zaworu odcinającego, natomiast na rys. 70 wymiary.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



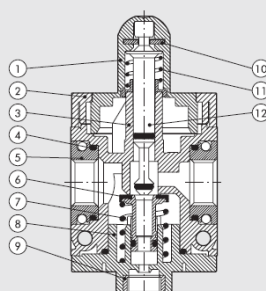
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



DANE TECHNICZNE		V3V SY1			V3V SY2			
Przylącze		1/8"	1/4"	3/8"	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Przylącze odpowietrzające		1/8"			1/4"			
Rodzaj sterowania		Ręczny - Pneumatyczny - Elektryczny Elektryczny z zewnętrznym zasilaniem pilota			Ręczny - Pneumatyczny - Cnomo (elektryczny) Cnomo z zewnętrznym zasilaniem pilota			
Maks. ciśnienie wejściowe wersji sterowanej pneumatycznie i elektrycznie z zewnętrznym zasilaniem pilota	bar MPa psi	15 1.5 217			13 1.3 188			
Maks. ciśnienie wejściowe dla wersji sterowanej elektrycznie	bar MPa psi	3 - 10 0.3 - 1 43 - 145			3 - 10 0.3 - 1 43 - 145			
Ciśnienie zasilania pilota dla wersji sterowanej pneumatycznie i elektrycznie z zewnętrznym zasilaniem pilota	bar MPa psi	3 - 10 0.3 - 1 43 - 145			3 - 10 0.3 - 1 43 - 145			
Przepływ nominalny przy 6,3 bar (0,63 MPa; 91 psi)	Nl/min scfm	800 28	1000 35	1100 39	2800 99	3000 106	3000 106	
Przepływ nominalny przy 6,3 bar (0,63 MPa; 91 psi)	Nl/min scfm	1100 39	1500 53	1600 57	3600 127	4000 141.5	4000 141.5	
Przepływ nominalny przy odpowietrzaniu, przy 6,3 bar (0,63 MPa; 91 psi)	Nl/min scfm	500 18			2000 71			
Zakres temperatur przy 1 MPa; 10 bar, 145 psi	°C	Od -10 do +50			Od -10 do +50			
Blokada za pomocą kłódki		W standardzie						
Masa	g	197	192	183	476	449	445	433
Medium robocze		Sprężone powietrze lub inne gazy neutralne						
Sposób montażu		W dowolnej pozycji						
Dodatkowe przyłącze wyjściowe		1/8", z przodu i z tyłu			1/4", z przodu i z tyłu			
Przepływ nominalny dla dodatkowego przyłącza wyjściowego przy 6,3 bar (0,63 MPa; 91 psi), ΔP 1 bar (0,1 MPa; 14 psi)	Nl/min scfm	500 18			1500 53			
Śruby do montażu ściennego		Dwie śruby M4			Dwie śruby M5			
Moc cewek dla wersji sterowanych elektrycznie	W	12 VDC i 24 VDC = 2W 24 VAC, 110 VAC i 220 VAC = 3.5 VA			12 VDC i 24 VDC = 2W; 24 VAC, 110 VAC i 220 VAC = 3.5 VA 24 VDC = 4W; 24 VAC, 110 VAC, 220 VAC = 4 VA			
Pomocnicze sterowanie ręczne dla wersji sterowanych elektrycznie		Bistabilne (poziomo = WYŁĄCZONE, pionowo = WŁĄCZONE)						

BUDOWA

- ① POKRĘTŁO: tworzywo sztuczne
- ② POKRYWA: tworzywo sztuczne
- ③ KORPUS: tworzywo sztuczne
- ④ USZCZELNIENIE: NBR
- ⑤ PRZYLĄCZE WEJ./WYJ.: mosiądz niklowany lub aluminium pasywowane dla 3/4" - 1"
- ⑥ ZAWÓR MOSIĘŻNY Z ZAWULKANIZOWANYM USZCZELNIENIEM NBR
- ⑦ SPRĘŻYNA: stal nierdzewna
- ⑧ POKRYWA: tworzywo sztuczne
- ⑨ PRZYLĄCZE ODPOWIEZRZAJĄCE: mosiądz OT58
- ⑩ Ocynkowana płytka stalowa do blokowania pokrętki (stal nierdzewna dla wersji antykorozyjnej)
- ⑪ SPRĘŻYNA POWROTNA TRZPIENIA: stal nierdzewna
- ⑫ TRZPIEN: mosiądz OT58



V10 - Stalowa płytka z otworami Ø 3.5 do blokady 2 (SY1) lub 3 kłódek (SY2).



V11 - Stalowa płytka z otworem Ø 7 do blokady pojedynczą kłódką. (Kompatybilny z większością dostępnych kłódek na rynku o średnicy łuku Ø5.)



Rys. 69. Dane techniczne i budowa zaworu odcinającego

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

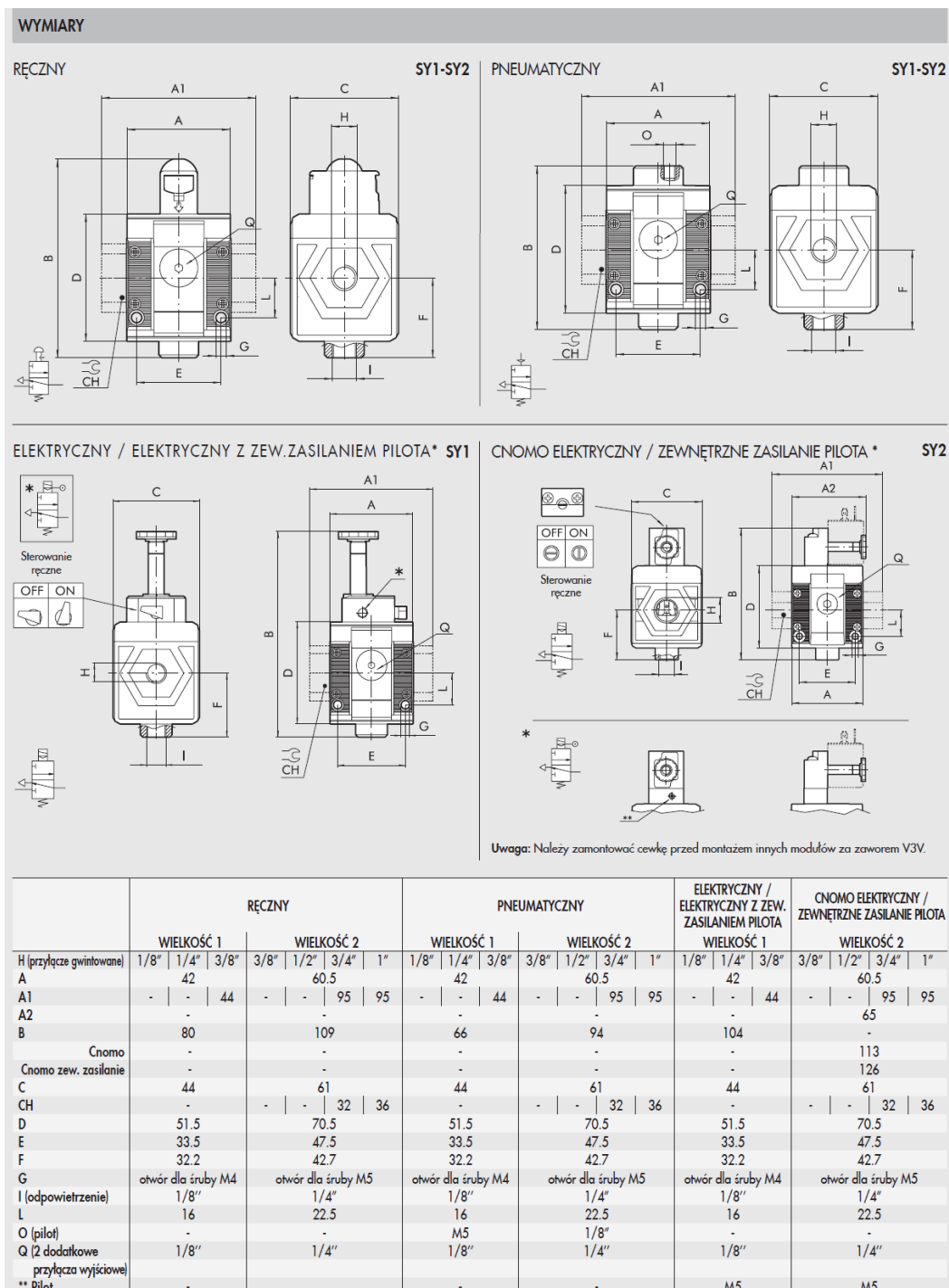
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 70. Wymiary zaworu odcinającego

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Filtro-reduktor (połączenie filtra i zaworu redukcyjnego ciśnienia) Metal Work, seria Syntesi FR SY2 – ciśnienie maksymalne 13 bar, przyłącze ½”, zakres ciśnienia 0-8 bar.

Zadaniem filtra jest usuwanie zanieczyszczeń stałych lub ciekłych z wytworzonego przez sprężarkę powietrza. Powietrze wlotowe przepływając przez kierownicę wprowadzane jest w ruch wirowy. Cięższe cząstki stałe i ciekłe pod wpływem siły odśrodkowej wyrzucane są na ściankę zbiornika i przylegają do niej, następnie kumulują się w krople i spływają na dno zbiornika. Talerz separatora zapobiega ponownemu porwaniu zanieczyszczeń przez wirujące powietrze. Pozostałe cząstki stałe są zatrzymywane przez wkładkę filtrującą. Wielkość zatrzymywanych zanieczyszczeń zależy od stopnia filtracji wkładki filtrującej. Nagromadzony kondensat jest drenowany przez zawór spustowy. Dostępne są dwie wersje zaworów spustowych: RMSA – ręczny, półautomatyczny spust drenujący kondensat automatycznie, gdy nie ma ciśnienia w filtrze, lub poprzez ręczne naciśnięcie zaworu spustowego, RA – w pełni automatyczny, pływakowy zawór spustowy drenujący zbiornik po osiągnięciu przez kondensat określonego poziomu, bez względu na ciśnienie panujące w filtrze. Na tylnej oraz przedniej powierzchni filtra znajdują się przyłącza pomocnicze (1/8” dla wielkości 1 oraz 1/4” dla wielkości 2) do podłączenia manometru, czujnika ciśnienia lub do dodatkowego poboru powietrza filtrowanego.

Zawór redukcyjny ma za zadanie zredukowanie i utrzymanie na stałym poziomie wartości ciśnienia zasilającego instalację pneumatyczną. Zawory redukcyjne serii Syntesi®, w których zastosowano nową membranę kształtową, posiadają następujące zalety w porównaniu do zaworów z membraną płaską:

- Wyższe wartości przepływu nominalnego dzięki większemu skokowi membrany.
- Większą czułość i szybkość reakcji na zmianę nastawy dzięki obniżeniu tarcia statycznego i kinetycznego podzespołów.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Wyższą dokładność w utrzymaniu zadanego ciśnienia wyjściowego przy zmianie wartości przepływu i ciśnienia zasilającego.

Reduktor posiada pneumatyczny zawór kompensujący zakłócenia generowane przez wzrost wartości ciśnienia zasilającego. W przypadku wzrostu ciśnienia wyjściowego ponad wartość nastawy membrana otwiera zawór upustowy i odpowietrza reduktor aż do uzyskania wartości ciśnienia zgodnej z nastawą. Zawór redukcyjny Syntesi® ma pełne odpowietrzenie wsteczne, dzięki czemu może być stosowany między zaworem rozdzielającym a elementem wykonawczym. Mechanizm typu „push-lock” pozwala na zablokowanie pokrętki w dowolnej pozycji poprzez jego wciśnięcie. Płytki blokujące umożliwiają zamontowanie kłódki (lub dwóch kłódek) zabezpieczającej przed niepożądaną zmianą nastawy ciśnienia wyjściowego. Na tylnej oraz przedniej powierzchni zaworu znajdują się przyłącza pomocnicze (1/8” dla wielkości 1 oraz 1/4” dla wielkości 2) do podłączenia manometru, czujnika ciśnienia lub do dodatkowego poboru powietrza.

Filtro-reduktor to urządzenie będące połączeniem filtra powietrza i zaworu redukcyjnego zabudowanych w jednym korpusie. Zbudowany jest z tych samych podzespołów, co standardowy filtr powietrza i zawór redukcyjny, zatem ma takie same cechy techniczne.

Na rys. 71 przedstawiono dane techniczne filtro-reduktora, natomiast na rys. 72 budowę i charakterystyki przepływowe.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



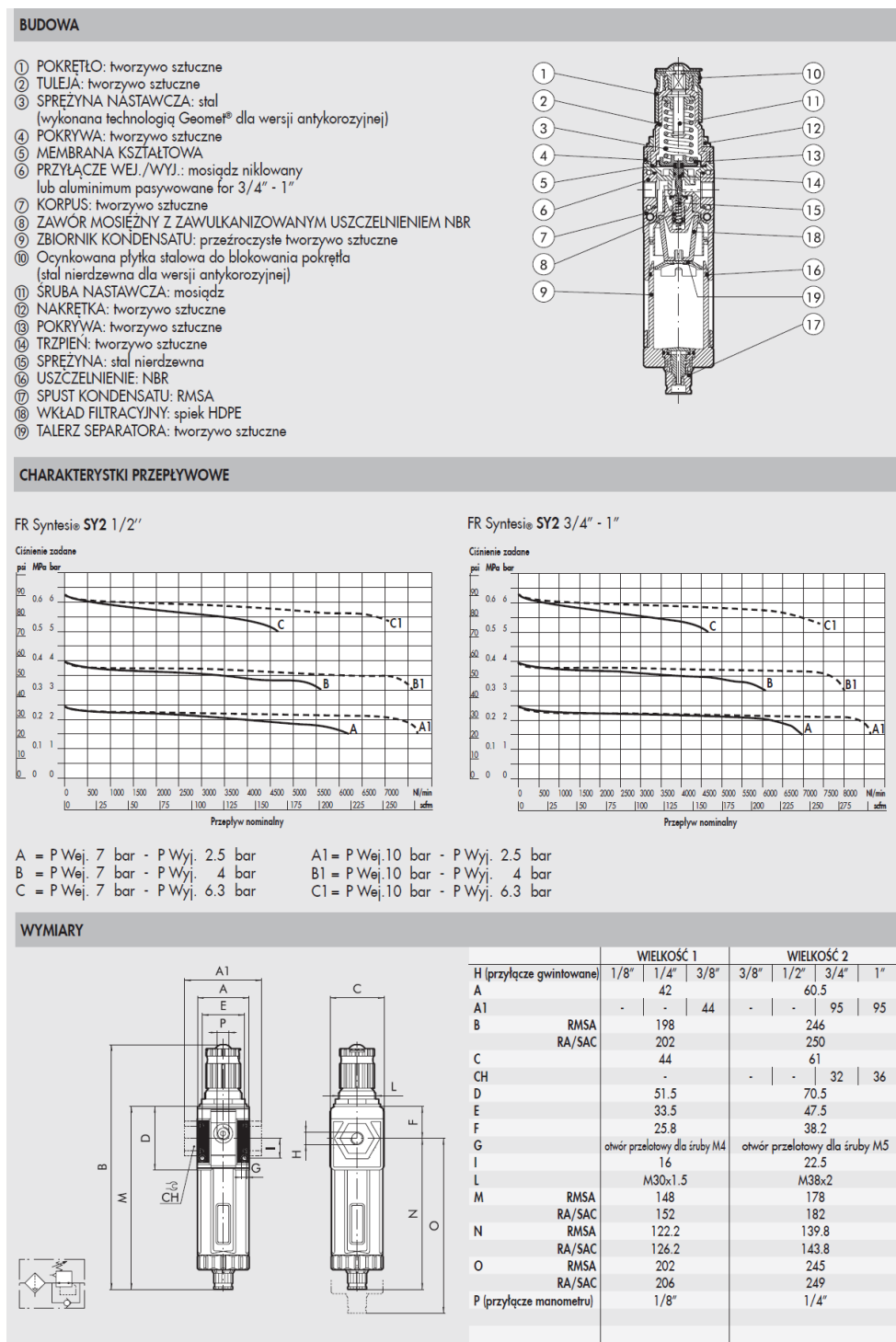
DANE TECHNICZNE		FR SY1			FR SY2			
Przylącze		1/8"	1/4"	3/8"	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Stopień filtracji	µm	5 (żółty) - klasa czystości powietrza wg ISO 8573-1: 3-7-4 20 (biały) - klasa czystości powietrza wg ISO 8573-1: 4-7-4 50 (niebieski) - klasa czystości powietrza wg ISO 8573-1: 5-7-4						
Maks. ciśnienie wejściowe	bar	15			13			
	MPa	1.5			1.3			
	psi	217			188			
Przepływ nominalny przy 6,3 bar (0,63 MPa; 91 psi)	NI/min	500	800	2200	3200	4300	5200	
ΔP 0,5 bar (0,05 MPa; 7 psi) (ciśnienie na zasilaniu 10 bar)	scfm	18	28	78	113	152	184	
Przepływ nominalny przy 6,3 bar (0,63 MPa; 91 psi)	NI/min	1300	2000	3000	5800	7200	7400	
ΔP 1 bar (0,1 MPa; 14 psi) (ciśnienie na zasilaniu 10 bar)	scfm	46	71	106	205	255	262	
Przepływ nominalny przy odpowietrzaniu,	NI/min	70			100			
przy 6,3 bar (0,63 MPa; 91 psi)	scfm	2.5			3.5			
Zakres temperatur przy 1 MPa; 10 bar, 145 psi	°C	Od -10 do +50			Od -10 do +50			
Pełne odpowietrzenie wstępne		W standardzie						
Blokada za pomocą kłódki		W standardzie						
Kompensacja wzrostu ciśnienia zasilającego		W standardzie, przez zawór kompensacyjny						
Masa	g	244	239	230	623	596	592	580
Medium robocze		Sprężone powietrze lub inne gazy neutralne						
Sposób montażu		Pionowo						
Dodatkowe przylącze wyjściowe dla manometru lub złączy		1/8", z przodu i z tyłu			1/4", z przodu i z tyłu			
Przepływ nominalny dla dodatkowego przylącza wyjściowego	NI/min	500			1400			
przy 6,3 bar (0,63 MPa; 91 psi), ΔP 1 bar (0,1 MPa; 14 psi)	scfm	18			50			
Pojemność zbiornika	cm³	30			70			
Spust kondensatu		RMSA: ręczny, półautomatyczny spust kondensatu RA: automatyczny, pływakowy spust kondensatu. Kondensat może zostać odprowadzony za pomocą przewodu o średnicy wew. 6 mm. UWAGA: maksymalne ciśnienie wejściowe dla spustu RA wynosi 10 bar SAC: automatyczny spust kondensatu, wykorzystuje spadki ciśnienia, wymaga zróżnicowanego poboru powietrza przez odbiornik.						
Śruby do montażu ściennego		Dwie śruby M4			Dwie śruby M5			
Uwagi dotyczące użytkowania		Ciśnienie zadane powinno być zawsze ustawiane „od dołu” w kierunku wyższych wartości. Celem zwiększenia czułości reduktor powinien być tak dobrany, aby różnica między dopuszczalnym ciśnieniem wyjściowym a ciśnieniem zadany była jak najmniejsza. Na życzenie wersja bez odpowietrzenia zewnętrznego.						

Rys. 71. Dane techniczne filtro-reduktora

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 72. Budowa, charakterystyki przepływowe i wymiary filtro-reduktora

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e

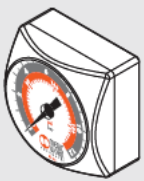


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Manometr Metal Work nr indeksu 9700109.

Na rys. 73 przedstawiono dane katalogowe manometru.

MANOMETR	
Indeks	Opis
9700109	M 40x40 1/8 04
9700110	M 40x40 1/8 012



Rys. 73. Dane katalogowe manometru.

2. Siłownik pneumatyczny tłoczyskowy dwustronnego działania (8 szt.) belki dociskającej Metal Work, ISO 6432 w wykonaniu ze stali nierdzewnej W180S250100 – średnica tłoka 25mm, skok 100 mm, bez magnesów, bez amortyzacji.

Siłownik pneumatyczny tłoczyskowy to urządzenie mechaniczne wykorzystujące sprężone powietrze do generowania ruchu liniowego. Dane techniczne determinujące jego funkcjonalność to: średnica tłoka, skok, rodzaj tłoczyska, rozmiary przyłączy pneumatycznych oraz obecność amortyzacji pneumatycznej. Siła generowana przez siłownik zależy od średnicy tłoka siłownika i od ciśnienia sprężonego powietrza zasilającego siłownik i jest istotnym parametrem przy doborze siłownika do konkretnego zastosowania. Siłowniki pneumatyczne wykonane ze stali nierdzewnej są wykorzystywane ze względu na odporność na korozję, co przedłuża żywotność siłownika oraz ze względu na zastosowanie np. w przemyśle spożywczym ze względu na możliwość dezynfekcji różnymi środkami chemicznymi.

Na rys. 74 przedstawiono dane techniczne i budowę siłownika ISO 6432, natomiast na rys. 75 wymiary.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Siłowniki ISO 6432 w wykonaniu ze stali nierdzewnej dostępne są w następujących wersjach:

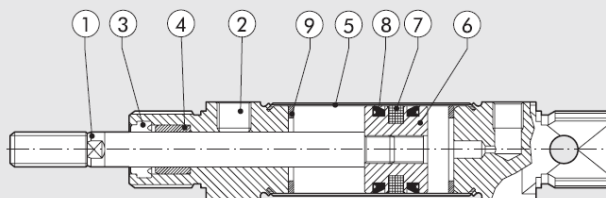
- z wkładką lub bez wkładki magnetycznej
- dwustronnego działania
- z jednostronnym lub przechodzącym tłoczyskiem
- uszczelnienia: Poliuretan lub FKM/FPM (dla wysokich temperatur)
- osprzęt montażowy



DANE TECHNICZNE		POLIURETAN	FKM/FPM
Maksymalne ciśnienie robocze	bar	10	
	MPa	1	
Zakres temperatur pracy	°C	-20 ÷ +80	-10 ÷ +150 (wersja bez magnesu)
Medium robocze		Filtrowane sprężone powietrze, olejone lub nie olejone. W przypadku smarowania - konieczność kontynuacji.	
Średnice tłoka	mm	16; 20; 25	
Konstrukcja		Siłownik tłoczkowy	
Standardowe długości skoków $\pm$	mm	max 500	
Wersje		Dwustronnego działania z przechodzącym tłoczyskiem.	
Bezdotykowa sygnalizacja położenia		W standardzie wersja z magnesem. Bez magnesu na zamówienie.	
Masa		Patrz dane techniczne siłowników na początku rozdziału	
Uwagi		$\pm$ Maksymalne, zalecane długości skoków. Wyższe wartości mogą powodować trudności w pracy.	

BUDOWA

- ① TŁOCZYSKO: stal AISI 316
- ② POKRYWA: stal AISI 304
- ③ USZCZELNIENIE TŁOCZYSKA: poliuretan lub FKM/FPM
- ④ ŁOŻYSKO ŚLIZGOWE: brąz spiekany
- ⑤ TULEJA: stal AISI 304
- ⑥ TŁOK: mosiądz
- ⑦ USZCZELNIENIE TŁOKA: poliuretan lub FKM/FPM
- ⑧ MAGNES: plastoferryt
- ⑩ AMORTYZACJA STAŁA: NBR lub FKM/FPM



Rys. 74. Dane techniczne i budowa siłownika ISO 6432

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyżno ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

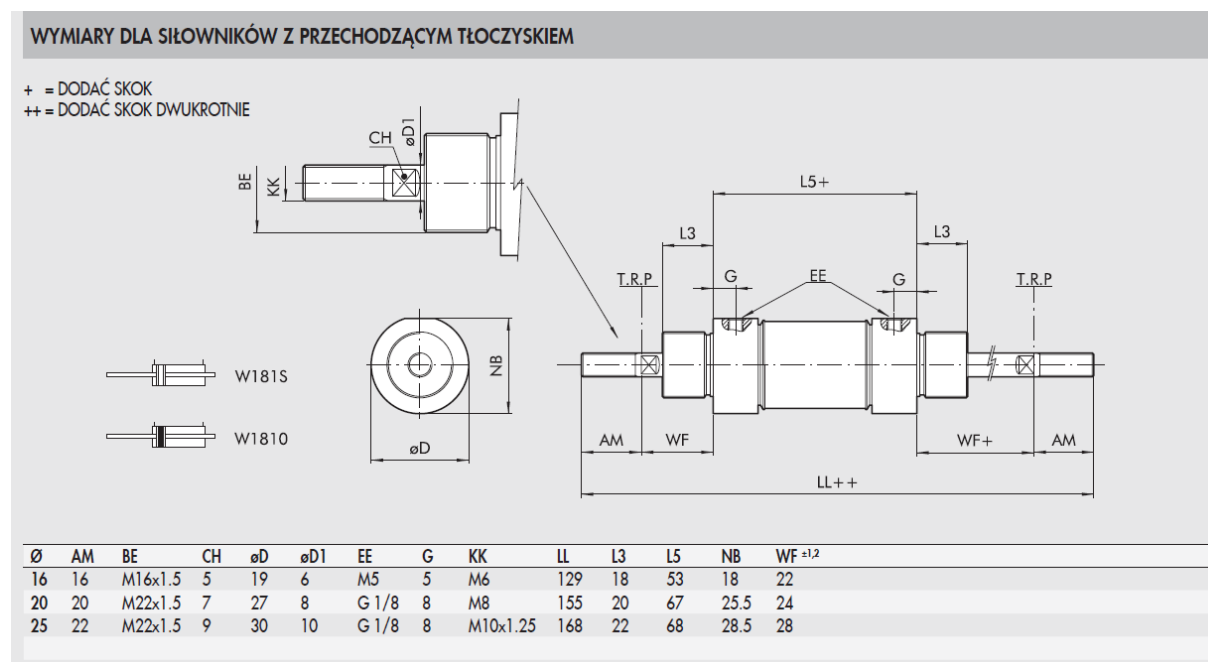
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 75. Wymiary siłownika ISO 6432

3. Siłownik pneumatyczny tłoczyskowy dwustronnego działania (2 szt.) belki wypychającej gniazda nasienne Metal Work ISO 15552 TYPE A nr 121A630080XV – średnica tłoka 63 mm, skok 80 mm, przyłączy 3/8", z magnesami, z amortyzacją.

Siłownik pneumatyczny tłoczyskowy to urządzenie mechaniczne wykorzystujące sprężone powietrze do generowania ruchu liniowego. Dane techniczne determinujące jego funkcjonalność to: średnica tłoka, skok, rodzaj tłoczyska, rozmiary przyłączy pneumatycznych oraz obecność amortyzacji pneumatycznej. Siła generowana przez siłownik zależy od średnicy tłoka siłownika i od ciśnienia sprężonego powietrza zasilającego siłownik i jest istotnym parametrem przy doborze siłownika do konkretnego zastosowania. Na tłoku siłownika zamontowany jest magnes, który oddziałując na czujnik położenia kontraktronowy lub Halla wskazuje bieżące położenie tłoka siłownika. Siłownik dodatkowo wyposażony jest

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
w regulowaną amortyzację pneumatyczną w krańcowych położeniach tłoka siłownika tłumiąc
hałas generowany przez siłownik.

Na rys. 76 przedstawiono profile siłowników ISO 15552 TYPE A, natomiast na rys. 77
klucze do indeksów numerów katalogowych.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



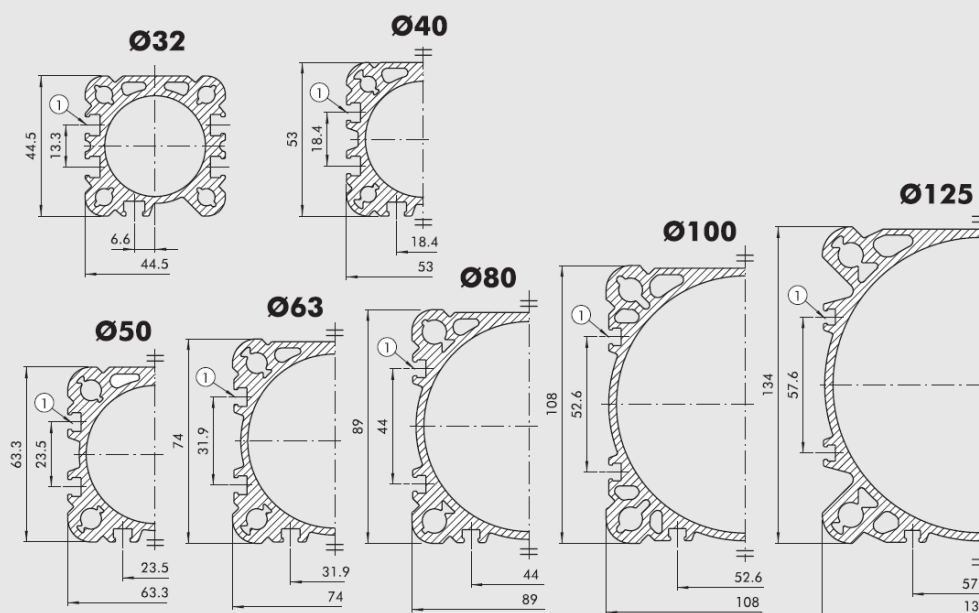
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Profil siłowników ISO 15552 typu A zawiera na trzech ściankach podłużne rowki umożliwiające bezpośredni montaż oraz ochronę czujników położenia tłoka. Te same rowki służą do bezpośredniego montażu zaworów oraz innych mechanicznych części.



PRZEKRÓJ TULEI SIŁOWNIKA

① ROWKI DLA CZUJNIKÓW ZBUŻENIOWYCH



Rys. 76. Profile siłowników ISO 15552 TYPE A.

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

KLUCZ DO INDEKSÓW SIŁOWNIKÓW ISO 15552 TYP A						
CYL	1 2 1 TYP	A WERSJA	3 2 ŚREDNICA	0 0 5 0 SKOK	C MATERIAŁ	P USZCZELNIENIA
	121 Dwustr. działania, z amortyzacją z przecz. tłoczysskie	A Standard	32	Maksymalne długości skoków, patrz dane techniczne.	A Tłoczyssko stal C45 chromowana, tłok-aluminium: standard dla siłowników o skoku powyżej 1000 mm i średnicy równej lub większej niż Ø 80 mm	N NBR P Poliuretan V FKM/PPM
	122 Dwustr. działania, bez amortyzacji Przeciwbieżne	B No stick-slip	40			B Niskie temperatury
	124 Dwustr. działania, bez amortyzacji Przeciwbieżne	C Bez magnesu	50		C Tłoczyssko stal C45 chromowana, tłok z technopolimeru standard dla siłowników Ø 32 mm do Ø 63 mm oraz skoku < 1000 mm	C Uszczelnienie tłoczysska COMBI
	125 Jednost. działania		63			R Uszczelnienie tłoczysska Twardy poliuretan
	126 Jednost. działania		80			M Uszczelnienie tłoczysska METAL
	127 Wersja dla jednostki zaciskowej		A1 = Ø 100 A2 = Ø 125		Z Tłoczyssko i nakrętka - stal nierdzewna; tłok - aluminium	
	136 Z jednostką zaciskową				X Tłoczyssko i nakrętka - stal nierdzewna; tłok z technopolimeru	
	137 Z jednostką zaciskową i jednostką prowadzącą					

● Tylko w wersjach z aluminium tłokiem (A lub Z)	★ Dla typu 136 wersja z jednostką zaciskową "Secure Lock" - dodatkowa cyfra
+ Dostępny do Ø 63 i tylko w wersjach z aluminium tłokiem (A lub Z)	▲ Dla prędkości poniżej 0.2 m/s aby zapobiec pracy skokowej siłownika.
Bez litery "E" dla wersji ze schowanym tłoczysskiem	Stosować wyłącznie z powietrzem nieolejonym.
□ Niedostępne dla średnicy tłoka Ø 32	◆ Dostępny do Ø 100
▼ Dodatkowa litera tylko dla wersji jednostronnego lub dwustronnego działania, z sprężyną i wysuniętym tłoczysskiem	* Niedostępne dla uszczelnień V lub B
✱ Dodatkowa litera tylko dla wersji dwustronnego działania, z sprężyną i schowanym tłoczysskiem	► Typ 126 (jednostronnego działania) i wersja B (No-stick-slip) nie są dostępne

KLUCZ DO INDEKSÓW SIŁOWNIKÓW ISO 15552 TYP A						
CYL	1 2 9 TYP	A WERSJA	3 2 ŚREDNICA	0 0 5 0 SKOK	C MATERIAŁ	P USZCZELNIENIA
	A z obniżonym wsp. tarcia, typ A		32	Ø 32 ÷ 80	A Tłoczyssko stal C45 chromowana, tłok-aluminium: standard dla siłowników o skoku powyżej 1000 mm i średnicy równej lub większej niż Ø 80 mm	N NBR P Poliuretan V FKM/PPM
	B z obniżonym wsp. tarcia, typ B		40	skok 1 ÷ 2800 mm		
	C z obniżonym wsp. tarcia, typ C		50	Ø 100 ÷ 125	C Tłoczyssko stal C45 chromowana, tłok z technopolimeru standard dla siłowników Ø 32 mm do Ø 63 mm oraz skoku < 1000 mm	
	D z obniżonym wsp. tarcia, typ D		63	skok 1 ÷ 2600 mm	Z Tłoczyssko i nakrętka - stal nierdzewna; tłok - aluminium	
	E z obniżonym wsp. tarcia, typ E		80		X Tłoczyssko i nakrętka - stal nierdzewna; tłok z technopolimeru	
	F z obniżonym wsp. tarcia, typ F		A1 = Ø 100 A2 = Ø 125			

KLUCZ DO INDEKSÓW SIŁOWNIKÓW ISO 15552 TYP A Z WYDŁUŻONĄ AMORTYZACJĄ PNEUMATYCZNĄ						
CYL	1 3 0 TYP	A WERSJA	3 2 ŚREDNICA	0 0 5 0 SKOK	C MATERIAŁ	P USZCZELNIENIA
	A 200 mm amortyzacji przód/tył - 200 mm zew.		32	1 ÷ 2600 mm	A Tłoczyssko stal C45 chromowana, tłok-aluminium dla wszystkich rozmiarów	N NBR P Poliuretan V FKM/PPM
	B 150 mm amortyzacji przód/tył - 150 mm zew.		40		Z Tłoczyssko i nakrętka - stal nierdzewna; tłok - aluminium	
	C 100 mm amortyzacji przód/tył - 100 mm zew.		50			
	D 150 mm amortyzacji przód/tył - 200 mm zew.		63			
	E 100 mm amortyzacji przód/tył - 200 mm zew.					
	F 50 mm amortyzacji przód/tył - 100 mm zew.					
	G 100 mm amortyzacji przód/tył - 150 mm zew.					
	H 200 mm amortyzacji przód - 200 mm zew.					
	I 150 mm amortyzacji przód - 150 mm zew.					
	L 100 mm amortyzacji przód - 100 mm zew.					
	M 150 mm amortyzacji przód - 200 mm zew.					
	N 100 mm amortyzacji przód - 150 mm zew.					
	O 50 mm amortyzacji przód - 100 mm zew.					
	Q 200 mm amortyzacji tył - 200 mm zew.					
	R 150 mm amortyzacji tył - 150 mm zew.					
	S 100 mm amortyzacji tył - 100 mm zew.					
	T 150 mm amortyzacji tył - 200 mm zew.					
	U 100 mm amortyzacji tył - 200 mm zew.					
	V 50 mm amortyzacji tył - 100 mm zew.					

□ Wersja dostępna dla typów Q, R, S, T, U oraz V.

Rys. 77. Klucze do indeksów siłowników ISO 15552 TYPE A

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

4. Siłownik pneumatyczny tłoczyskowy dwustronnego działania (2 szt.) belki z nożami rozcinającymi Metal Work ISO 15552 TYPE A nr 121A630200XV – średnica tłoka 63 mm, skok 200 mm, przyłącze 3/8”, z magnesami, z amortyzacją.

Siłowniki pneumatyczne tłoczyskowe dwustronnego działania belki z nożami rozcinającymi należą do takiej samej grupy siłowników jak opisanych w rozdziale 2.3.

5. Siłownik pneumatyczny beztłoczyskowy dwustronnego działania (1 szt.) napędu liniowego obcinacza ogonków Metal Work seria STD RODLESS nr 2750400850 – średnica tłoka 40 mm, skok 850 mm, przyłącze 3/8”, z magnesami, z amortyzacją.

Zasada działania pneumatycznego siłownika beztłoczyskowego jest taka sama jak siłowników standardowych. W siłownikach beztłoczyskowych tłok to specjalny zespół elementów, do których przymocowany jest tzw. wózek (lub suwak) przenoszący obciążenia. Siłownik beztłoczyskowy ma możliwość zasilania przez jedną pokrywę (nie wyklucza to standardowego podłączenia do dwóch pokryw) i cecha ta jest bardzo przydatna zwłaszcza przy bardzo długich skokach. W klasycznym siłowniku otwory zasilające, w których montuje się złączki lub zawory dławiąco-zwrotne wkręcane wykonane są po jednym w każdej pokrywie dlatego z zaworu przewody prowadzone są na jedną i drugą jego stronę siłownika.

Najważniejsze cechy i zalety siłowników beztłoczyskowych wynikają z ich konstrukcji:

- brak wystającego tłoczyska co znacznie zmniejsza miejsce potrzebne pod zabudowę,
- możliwość wykonywania bardzo długich ruchów roboczych (w specjalnych wykonaniach nawet do ponad 16000 mm),
- duża dynamika ruchu,
- jednakowa średnica tłoka z jednej i drugiej strony, co jest bardzo korzystne ze względu na pozycjonowanie i zatrzymywanie,

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- możliwość przenoszenia zarówno obciążeń liniowych jak i momentów w 3 osiach w zależności od obciążenia,
- możliwość zasilania siłownika beztłoczyskowego tylko przez jedną pokrywę,
- siłowniki beztłoczyskowe nadają się do systemów z pozycjonowaniem,

Siłowniki pneumatyczne beztłoczyskowe znajdują zastosowanie w automatyzacji linii technologicznych i procesów produkcyjnych.

Na rys. 78 przedstawiono dane techniczne oraz budowę siłownika beztłoczyskowego serii STD, na rys. 79 dobór siły i momentu skręcającego, wykres prędkości tłoka w zależności od maksymalnego obciążenia oraz maksymalne obciążenie w zależności od odległości pomiędzy podporami, natomiast na rys. 80 przekrój tulei oraz wymiary.

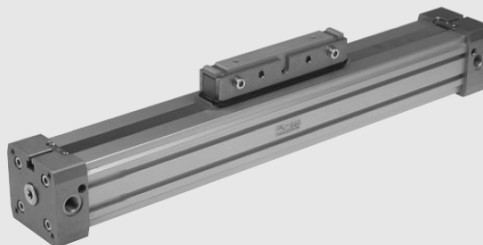
Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Siłowniki beztłoczkowe występują w pięciu średnicach $\varnothing$ 16, 25, 32, 40, 63 mm oraz różnych konstrukcjach wprowadzających liczne innowacje.

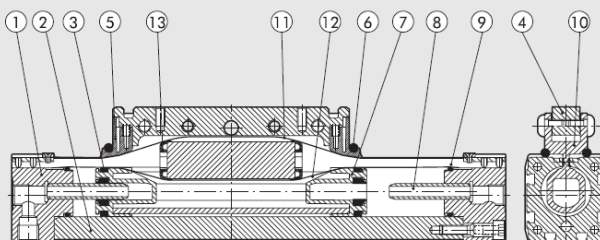
- Tuleja wykonana z anodowanego, kalibrowanego profilu aluminiowego.
- Rowki do bezpośredniego montażu czujników.
- Uszczelnienie wzdlużne za pomocą specjalnie ukształtowanej, nieodeformowalnej taśmy ze stali nierdzewnej.
- Skoki od 100 do 5700 mm w 1 mm odstępach.
- Nastawialna amortyzacja pneumatyczna.
- Nastawne śruby zderzakowe i amortyzatory mogą być zamontowane w dowolnym momencie.
- W siłownikach $\varnothing$ 32 i większych możliwy jest montaż zaworów bezpośrednio na korpusie z pominięciem wszelkich uchwytów pomocniczych. Patrz tabela na stronie A1.58



DANE TECHNICZNE		NBR	FKM/FPM
Ciśnienie robocze	bar	1 ÷ 8	
	MPa	0.1 ÷ 0.8	
	psi	14.5 ÷ 116	
Zakres temperatur pracy	°C	-10 ÷ +80	
	°F	14 ÷ 176	
Medium robocze		50 μ m - filtrowane sprężone powietrze, olejone lub nie olejone. W przypadku smarowania konieczność kontynuacji	
Średnice	mm	$\varnothing$ 16, 25, 32, 40, 63	
Typ konstrukcji		Siłownik dwustronnego działania ze sprzężeniem mechanicznym	
Długość skoku	mm	$\varnothing$ 16: 100 do 5000 w 1 mm odstępach	
		$\varnothing$ 25, 32 i 40: 100 do 5700 w 1 mm odstępach	
		$\varnothing$ 63: 100 do 5500 w 1 mm odstępach	
Zalecana prędkość	m/s	<1	≥ 1
Max. prędkość z amortyzatorem	m/s	<1	2
Masa		Patrz dane techniczne siłowników na początku rozdziału	
Uwagi		Dla prędkości poniżej 0,2 m/s zalecana wersja No stick-slip, stosować wyłącznie z powietrzem nieolejonym.	

BUDOWA

- 1 POKRYWA SIŁOWNIKA: stop aluminium
- 2 TULEJA: wytłaczany, anodowany stop aluminium
- 3 USZCZELNIENIE TŁOKA: NBR lub FKM/FPM
- 4 ŚANIE: stop aluminium
- 5 ZGARNIACZ: Hostaform®
- 6 O-RING: FKM/FPM
- 7 TŁOK: Hostaform®
- 8 NURNIK AMORTYZACJI: stop aluminium
- 9 USZCZELNIENIE STATYCZNE: NBR lub FKM/FPM
- 10 SUWAK: stop aluminium
- 11 TAŚMA ZEWNĘTRZNA: stal nierdzewna
- 12 TAŚMA WEWNĘTRZNA: stal nierdzewna
- 13 PROWADZENIE TAŚMY: Hostaform®



Rys. 78. Dane techniczne i budowa siłownika beztłoczkowego serii STD

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyżsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

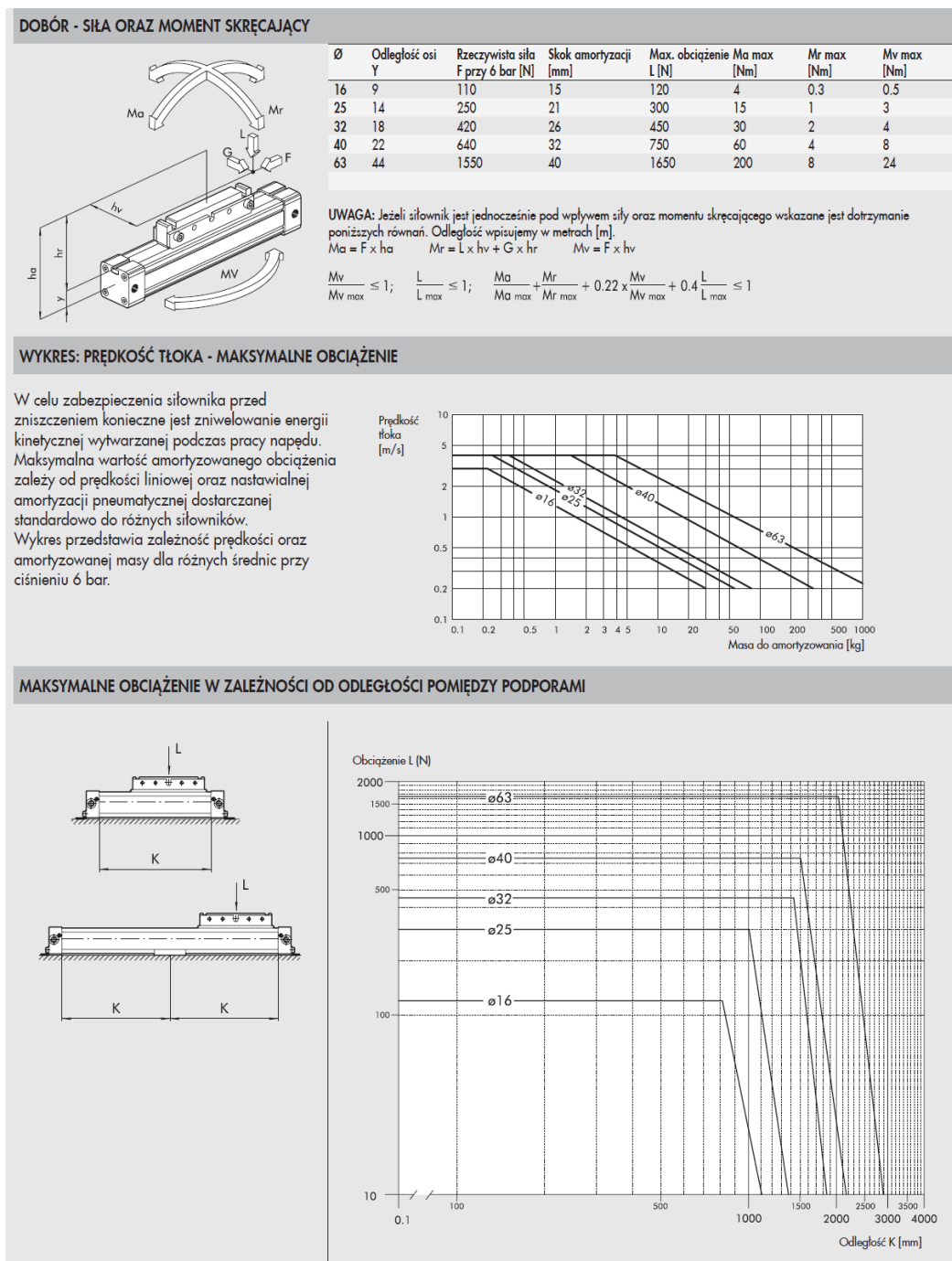
Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 79. Dobór siły i momentu skręcającego, wykres prędkości tłoka w zależności od maksymalnego obciążenia oraz maksymalne obciążenie w zależności od odległości pomiędzy podporami

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

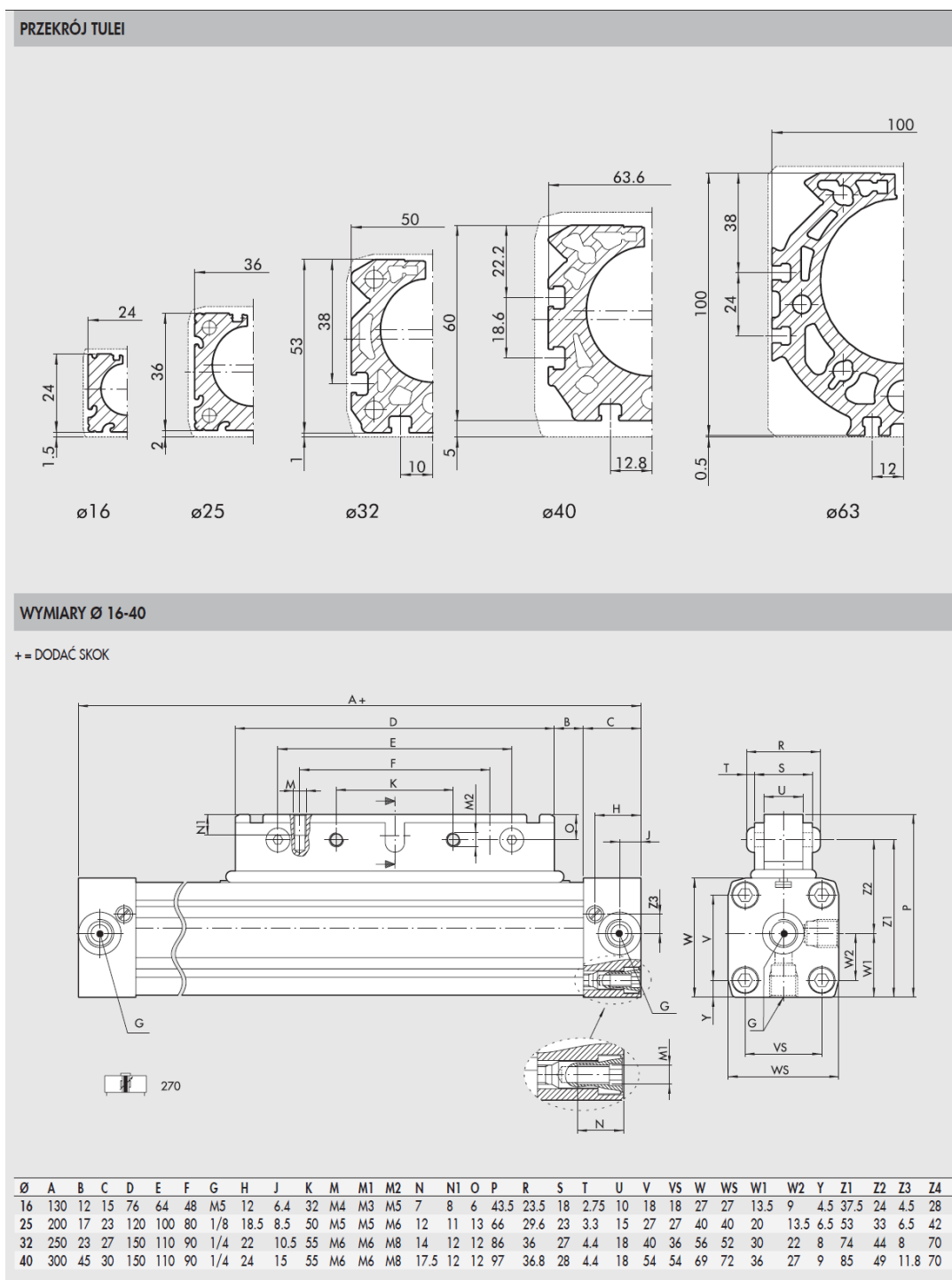
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa

Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 80. Przekrój tulei oraz wymiary siłownika beztłoczyskowego serii STD

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyżno ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

6. Wyspa zaworowa zawierająca 5 zaworów rozdzielających 5/2 (pięciodrogowych dwu-położeniowych) sterowanych elektrycznie ze wspomaganiem pneumatycznym i sterowaniem ręcznym Metal Work serii 70 nr SOVC5SOB00 – przyłączy 3/8”.

Pneumatyczne zawory rozdzielające są grupą elementów pneumatyki których zadaniem jest sterowanie kierunkiem przepływu czynnika roboczego w pneumatycznych układach napędowych i sterujących poprzez łączenie lub przełączanie dróg przepływu. Zmiana kierunku przepływu odbywa się w zależności od konstrukcji zaworu rozdzielającego suwakiem, płytką rozdzielającą (dla zaworów mechanicznych) lub za pomocą grzybka. W układach sterowania pneumatycznego są wykorzystywane do realizacji przemieszczeń elementów wykonawczych (siłowników pneumatycznych o ruchu liniowym bądź wahadłowym i obrotowym), zatrzymywania siłownika w określonym położeniu, realizowania funkcji sterujących, regulacyjnych i logicznych.

Na rys. 81 przedstawiono dane techniczne, natomiast na rys. 82 wymiary zaworów rozdzielających serii 70.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

DANE TECHNICZNE	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"
Cisnienie robocze:				
• monostabilny oraz różnicowy	bar	2,5 ÷ 10		
• bistabilny	bar	1 ÷ 10		
• z zewnętrznym zasilaniem pilotów	bar	Próżnia ÷ 10		
Minimalne ciśnienie sterowania	bar	2,5		
Zakres temperatur pracy	°C	-10 ÷ +60		
Wielkość nominalna	mm	5	7,5	13,3
Przewodność dźwiękowa C	NI/min · bar	121,43	264,26	505,52
Wskaźnik ciśnienia krytycznego b	bar/bar	0,32	0,27	0,32
Przepływ nominalny (przy 6 bar ΔP 0,5 bar)	NI/min	400	750	1560
Przepływ nominalny (przy 6 bar ΔP 1 bar)	NI/min	550	1100	2150
NI/min		15/35	19/45	21/72
TRA/TRR monostabilny przy 6 bar	ms	20/20	21/21	18/18
TRA/TRR bistabilny przy 6 bar	ms	12/24	24/110	220V AC 50/60Hz
Napięcie cewek		2 W (DC)	3,5VA (AC)	
Moc		-10 ÷ +15		
Tolerancja napięcia	%	F 155		
Klasa izolacji		1		
Max. moment montażu cewki	Nm	bistable		*
Sterowanie ręczne				
* Bistabilne w pilocie. Monostabilne w korpusie.				

KLUCZ DO INDEKSÓW

SO V RODZINA	2 ROZMIAR	3 FUNKCJA	SO STEROWANIE 14	5 POWRÓT (12)	N C DALSZY OPIS
SOV elektrozawór	2 1/8" 3 1/4" C 3/8" 4 1/2"	3 3/2 5 5/2 6 5/3 ■ 8 2-3/2	SO elektrozawór SE elektrozawór z zewnętrznym zasilaniem pilotów	S sprężyna mechaniczna B bistabilny D różnicowy P pneumatyczny ♦ A sprężyna	OO brak wskaźni NC normalnie zamknięty NO normalnie otwarty CC wyjścia odcięte OC wyjścia odpowietrzone PC wyjścia napowietrzone ▲ NC-NO normalnie zamknięty - normalnie otwarty

■ Dostępny tylko w rozmiarze 1/8" i 1/4"

♦ Na zyszenie

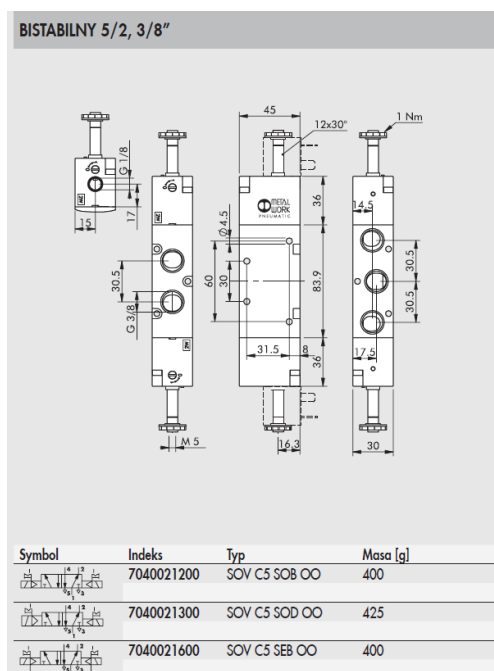
▲ Dostępny tylko w funkcji 2-3/2

KLUCZ DO INDEKSÓW

SO V RODZINA	2 ROZMIAR	3 FUNKCJA	SO STEROWANIE 14	S POWRÓT (12)	N C DALSZY OPIS
SOV elektrozwory	2 1/8"	3 3/2	SO elektrozwór	S sprężyna mechaniczna	OO brak wskazań
	3 1/4"	5 5/2	SE elektrozwór	B bistabilny	NC normalnie zamknięty
	C 3/8"	6 5/3	z zewnętrznym zasilaniem pilotów	D różnicowy	NO normalnie otwarty
	4 1/2"	■ 8 2-3/2		P pneumatyczny	CC wyjścia odcięte
				♦ A sprężyna	OC wyjścia odpowietrzone
					PC wyjścia napowietrzone
					▲ NC-NO normalnie zamknięty - normalnie otwarty

■ Dostępny tylko w rozmiarze 1/8" i 1/4"
♦ Na życzenie
▲ Dostępny tylko w funkcji 2-3/2

Rys. 81. Dane techniczne zaworów rozdzielających serii 70.



Rys. 82. Wymiary zaworów rozdzielających serii 70.

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Do sterowania zaworami wykorzystano cewki zasilane prądem stałym 24VDC o mocy 2W po w na każdy zawór czyli łącznie 10 cewek. Na rys. 83 przedstawiono widok ogólny cewki i wtyku elektrycznego, natomiast na rys. 84 ich wymiary.



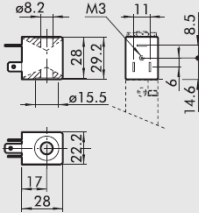
Rys. 83. Widok ogólny cewki i wtyku elektrycznego.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7	Euro-Plan Piotr Figlarz
	26-400 Przysucha	25-314 Kielce	ul. ks. Kazimierza
	www.tompex-agropex.pl/	www.tu.kielce.pl	Sykulskiego 15,
			26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

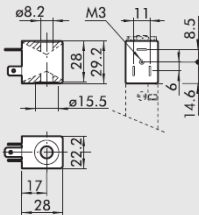
CEWKI 22 mm



- Tolerancja napięcia: -10% + 15%
- Klasa izolacji: F155
- Stopień ochrony: IP65 DIN 40050 z wtyczką
- Unikać długotrwałego wystawiania na działanie czynników atmosferycznych
- Temperatura cewki 100% ED: 55°C - przy temperaturze otoczenia 20°C
- Zgodne z Atex 2014/34/EU, grupy II, kategorii 3 GD

Indeks	Typ	Napięcie nominalne	Moc	Załączenia	Pracy ciągłej
W0215000151	Cewka 22 Ø8 BA 2W-12VDC	12Vcc	2W	2W	2W
W0215000101	Cewka 22 Ø8 BA 2W-24VDC	24Vcc	2W	2W	2W
W0215000111	Cewka 22 Ø8 BA 3VA-24VAC	24V 50/60Hz	5.3VA	3.5VA	3.5VA
W0215000121	Cewka 22 Ø8 BA 3VA-110VAC	110V 50/60Hz	5.3VA	3.5VA	3.5VA
W0215000131	Cewka 22 Ø8 BA 3VA-220VAC	220V 50/60Hz	5.3VA	3.5VA	3.5VA

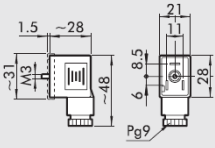
CEWKI 22 mm UL i CSA



- Tolerancja napięcia: -10% + 15%
- Klasa izolacji: F155
- Stopień ochrony: IP65 DIN 40050 z wtyczką
- Unikać długotrwałego wystawiania na działanie czynników atmosferycznych
- Temperatura cewki 100% ED: 55°C - przy temperaturze otoczenia 20°C

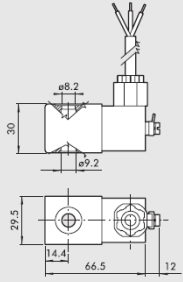
Indeks	Typ	Napięcie nominalne	Moc	Załączenia	Pracy ciągłej
W0215000251	Cewka 22 Ø8 BA 2W-12VDC UR	12Vcc	2W	2W	2W
W0215000201	Cewka 22 Ø8 BA 2W-24VDC UR	24Vcc	2W	2W	2W
W0215000211	Cewka 22 Ø8 BA 3VA-24VAC UR	24V 50/60Hz	5.3VA	3.5VA	3.5VA
W0215000221	Cewka 22 Ø8 BA 3VA-110VAC UR	110V 50/60Hz	5.3VA	3.5VA	3.5VA
W0215000231	Cewka 22 Ø8 BA 3VA-220VAC UR	220V 50/60Hz	5.3VA	3.5VA	3.5VA

WTYCZKI ELEKTRYCZNE DLA CEWEK 22 mm



Indeks	Typ	Kolor	Ø Kabela
W0970510011	Standard	Czarny	PG9
W0970510012	LED 24V	Przezroczysty	PG9
W0970510013	LED 110V	Przezroczysty	PG9
W0970510014	LED 220V	Przezroczysty	PG9
W0970510015	LED + VDR 24V	Przezroczysty	PG9
W0970510016	LED + VDR 110V	Przezroczysty	PG9
W0970510017	LED + VDR 220V	Przezroczysty	PG9
W0970510070	Atex II 2 GD	Czarny	PG9

ZESTAW DLA WTYCZKI EEXM



Indeks	Opis
0227606913	Cewka 24VDC EEXm T5 3-m kabel
0227606915	Cewka 24VDC EEXm T5 5-m kabel
0227608013	Cewka 24VAC EEXm T5 3-m kabel
0227608015	Cewka 24VAC EEXm T5 5-m kabel
0227608023	Cewka 110VAC EEXm T5 3-m kabel
0227608025	Cewka 110VAC EEXm T5 5-m kabel
0227608033	Cewka 230VAC EEXm T5 3-m kabel
0227608035	Cewka 230VAC EEXm T5 5-m kabel

Zgodne z Atex 2014/34/EU,
II 2G Ex mb IIC T4/T5 Gb
II 2D Ex mb IIC T130/T95 °C IP66 Db
Uwagi: W komplecie adaptor dla Ø8 mm
Uwagi: w celu montażu zaworów wyposażonych w cewki EEXM na płytach przyłączeniowych - prosimy o kontakt z działem handlowym.

ZESTAW NAKRĘTKI DLA CEWKI 22 IP 65



Indeks	Opis
0222100100	Zestaw dla cewki 22 IP 65

Podwyższenie ochrony do IP65 pozwoliło na wydłużenie czasu działania czynników atmosferycznych.
Zalecane do zaworów z technopolimeru.

Rys. 84. Wymiary cewki i wtyku elektrycznego.

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyżsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

7. Czujniki zbliżeniowe Halla SQ Metal Work nr W095431.

Czujniki zbliżeniowe w pneumatyce są elementami wykrywającymi obecność obiektów bez mechanicznego kontaktu. Często są wykorzystywane do monitorowania położenia tłoków siłowników i innych komponentów pneumatycznych. Zasada działania polega na oddziaływaniu pola magnetycznego generowanego w pobliżu magnesu trwałego zamontowanego na tłoku siłownika pneumatycznego na czujnik kontraktronowy lub czujnik Halla. Sensory tego typu są kluczowe w automatyzacji procesów, zapewniając precyzyjną kontrolę i bezpieczeństwo w systemach pneumatycznych. Wybór czujnika zależy od specyfiki zastosowania, uwzględniając typ siłownika i warunki pracy.

Na rys. 85. Przedstawiono dane techniczne czujnika zbliżeniowego Halla SQ, natomiast na rys. 86 wymiary, indeksy zamówień oraz schematy połączeń.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Czujniki zbliżeniowe typu kwadratowego charakteryzują się:

- pewnym oraz szybkim mocowaniem za pomocą śruby mimośrodowej;
- możliwością montażu za pomocą wkrętaka i klucza imbusowego 2,5 mm;
- krawędziami oporowymi ustalającymi czujnik podczas montażu;
- zwiększoną odporność na czynniki atmosferyczne i wilgoć (IP 67, IP 68, IP 69K);
- możliwością użycia zarówno do rowków prostokątnych jak i typu T.



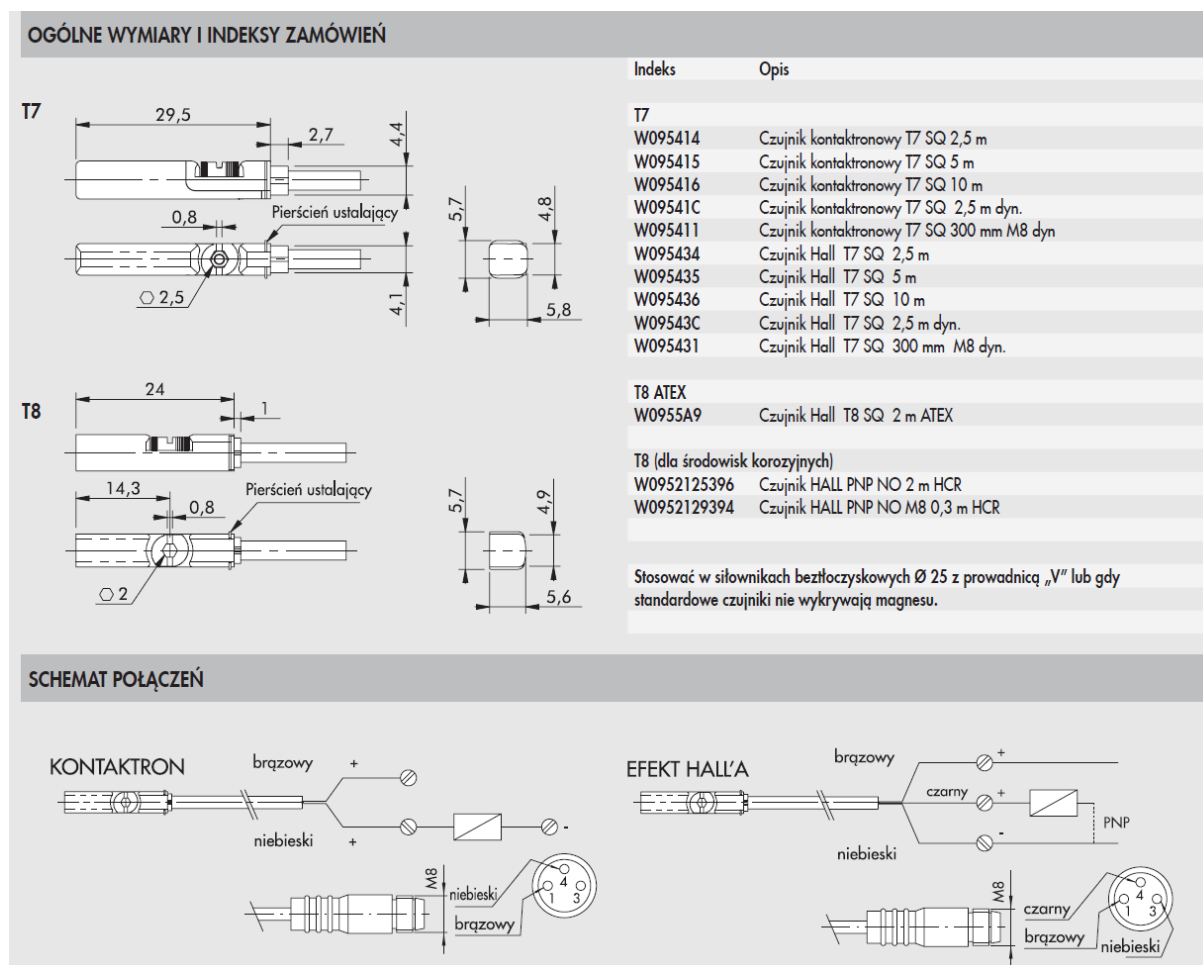
DANE TECHNICZNE	RZT7	MRZT7	ATEX MZT8	HCR
Typ styku	KONTAKTRON	HALL	HALL	HALL
Rodzaj wyjścia	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.
Napięcie zasilające (U _b)	5 ÷ 30 AC/DC	10 ÷ 30 DC	10 ÷ 26 DC	10 ÷ 30 DC
Moc	3 (wart. max = 6)	-	≤ 1.7	-
Tolerancja napięcia	-	≤ 10% U _b	≤ 10% U _b	-
Spadek napięcia	≤ 3.5	≤ 2.5	≤ 2.2	≤ 2.2
Prąd wejściowy	mA	≤ 8	≤ 10	≤ 10
Prąd wyjściowy	mA	≤ 100	≤ 50	≤ 200
Częstotliwość przełączania	Hz	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000
Ochrona przeciwzwarciowa	-	Tak	Tak	Tak
Ochrona przepięciowa	-	-	Tak	Tak
Ochrona przed zmianą polaryzacji	-	Tak	Tak	Tak
EMC	EN 60947-5-2	EN 60947-5-2	EN 60947-5-2	EN 60947-5-2
Sygnalizacja LED	Żółta	Żółta	Żółta	Żółta
Czułość magnetyczna	mT	2.1 - 3.5	2.45 - 2.75	2.4 - 3.6
Powtarzalność	mT	≤ 0.1	≤ 0.1 (mł U _b oraz Ta - stałe)	≤ 0.1
Stopień ochrony (EN 60529)	IP 67	IP 67	IP 67	IP 68 (M8) - IP69K 2m
Odporność na wstrząsy i wibracje	10 ⁹ impulsów	30 g, 11 ms, 10 + 55 Hz, 1 mm	10 ⁹ impulsów	-
Żywotność	10 ⁹ impulsów	10 ⁹ impulsów	10 ⁹ impulsów	-
Zakres temperatur pracy	°C	-30 ÷ 80 (instalacje statyczne) / -20 ÷ 80 (instalacje dynamiczne)	-	-30 ÷ 80 (instalacje statyczne)
z przewodem poliuretanowym	-30 ÷ 80 (instalacje statyczne) / -5 ÷ 80 (instalacje dynamiczne)	-	-20 to 50	-
z przewodem PVC	-	-	-	-
Materiał obudowy czujnika	PA	PA	PA12	PA12
2.5 m/2 m kabel połączeniowy	PVC; 2 x 0.12 mm ²	PVC; 3 x 0.12 mm ²	PVC; 3 x 0.12 mm ²	PUR; 3 x 0.14 mm ²
Przewód podłączeniowy z M8x1	Poliuretan; 2 x 0.14 mm ²	Poliuretan; 3 x 0.14 mm ²	-	PUR; 3 x 0.14 mm ²
Wire NO.	2	3	3	3
Kategoria ATEX	-	-	II 3G Ex nA IIC T4 Gc X II 3D Ex tc IIIC T135°C Dc IP67 X	-
Certyfikaty	CE	CE	CE Ex	CE cULus
DLA APLIKACJI DYNAMICZNYCH				
Kąt skrętu	±270° / 10 cm			-
Liczba cykli skrętnych	> 350.000 (±270° / 0.1 mm)			-
Liczba cykli zginania	> 5 Mio (promień gięcia 29 mm)			-
Max. przyspieszenie	m/s ²	max 5	-	-
Max. prędkość obrotu przy 5m	m/min	max 200	-	-
ścieżce poziomej	-	-	-	-

Rys. 85. Dane techniczne czujnika zbliżeniowego Halla SQ

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 86. Wymiary, indeksy zamówień oraz schematy połączeń czujnika zbliżeniowego Halla SQ

8. Szybkozłączki i zawory dławiąco-zwrotne – rozmiar G3/8.

Szybkozłączki pneumatyczne to elementy pozwalające na szybkie i łatwe łączenie oraz rozłączanie rur, węży i przewodów w systemach pneumatycznych. Umożliwiają one efektywną i szybką zmianę podczas pracy np. z różnymi narzędziami pneumatycznymi lub różnymi mediami. Dostępne są różne rodzaje szybkozłączy: proste, redukcyjne, wtykowe, co umożliwia dopasowanie do konkretnych potrzeb i wymagań.

Zawory dławiąco-zwrotne pneumatyczne to specjalne elementy łączące funkcje zaworu zwrotnego i dławiącego, które w układach pneumatycznych kontrolują przepływ

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżno ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

powietrza w jednym kierunku (poprzez dławienie natężenia przepływu) i pozwalają na jego swobodny przepływ. Ich głównym zadaniem jest sterowanie prędkością ruchu siłowników pneumatycznych, zapewniając płynny i kontrolowany ruch. Zawory dławiąco zwrotne występują w wielu opcjach takich jak zawory wkręcane do siłownika, dławiki wkręcane do elektrozaworów, zawory dławiąco zwrotne wtykowe obustronnie, montowane na przewodach lub gwintowane obustronnie.

Na rys. 87 przedstawiono dane techniczne zaworów dławiąco-zwrotnych wkręcanych do siłowników, natomiast na rys. 88 budowę wersji o wielkości G3/8.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Ogólna charakterystyka:

- zredukowane wymiary zewnętrzne;
- doskonała regulacja;
- zmiana nastawy przy użyciu wkrętaka, możliwość montażu osłony zabezpieczającej (COMPACT O);
- zmiana nastawy przy użyciu pokrętła regulacyjnego i/lub wkrętaka, możliwość zabezpieczenia nastawy nakrętką kontrującą (COMPACT N);
- dostępne w rozmiarach od M5 do G1/2" z korpusem z mosiądzu lub tworzywa sztucznego;
- available (from 10-32 UNF to 1/2 NPT) only with brass ring version COMPACT N;
- możliwość swobodnego obrotu korpusu złącza nawet po montażu zaworu;
- możliwość zastosowania do montażu narzędzi automatycznych.



DANE TECHNICZNE Metryczne lub G (BSP)		M5			G1/8			G1/4			G3/8			G1/2		
Średnica zewnętrzna przewodu		Ø 4	Ø 5*	Ø 6	Ø 4	Ø 5*	Ø 6	Ø 8	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 12
Maksymalne ciśnienie pracy	MPa	1														
	bar	10														
	psi	145														
Zakres temperatur pracy: Korpus z tworzywa sztucznego	°C	- 10 ÷ + 50														
	°F	+ 14 ÷ +122														
	°C	- 10 ÷ + 70														
Korpus z mosiądzu	°C	- 10 ÷ + 70														
	°F	+ 14 ÷ +158														
Przepływ maks. w kierunku dławionym przy 6.3 bar	Nl/min	150	155	155	350	360	380	400	750	850	950	1000	1250	1300	1400	2000
Przepływ maks. w kierunku niedławionym przy 6.3 bar z zamkniętą iglicą	Nl/min	140	145	150	300	320	350	390	450	500	500	550	1030	1050	1250	1750
Przepływ maks. w kierunku niedławionym przy 6.3 bar z otwartą iglicą	Nl/min	240	245	245	450	510	600	650	850	1050	1150	1250	1700	1700	2100	2700
Nastawa		Ręczna (wyłącznie COMPACT N), przy użyciu wkrętaka														
Konstrukcja		Trzpień stożkowy														
Medium		Filtrowane sprężone powietrze, olejone lub nieolejone														
* Ø 5 dostępne tylko z korpusem z mosiądzu																

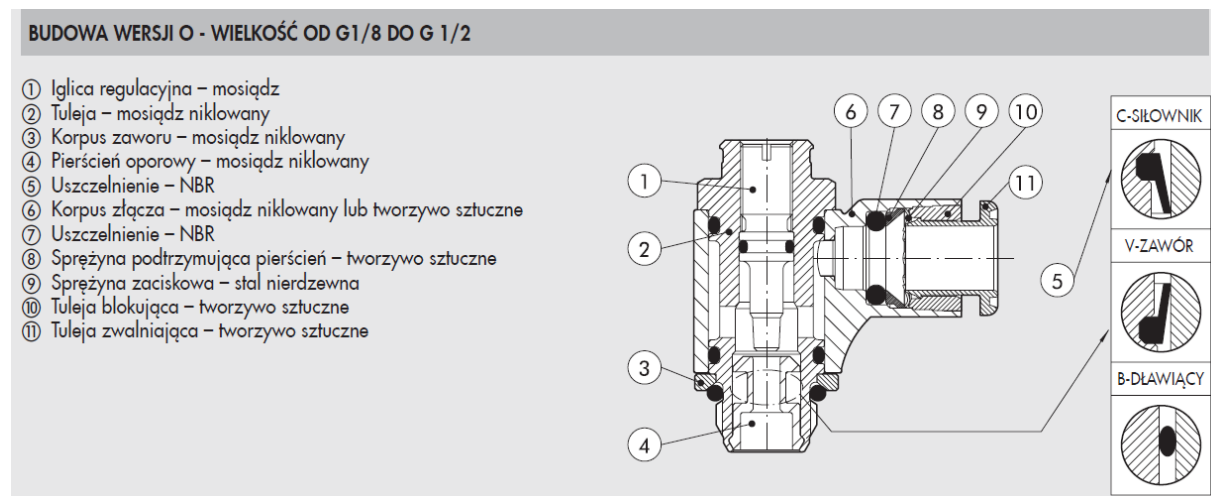
DANE TECHNICZNE UNF lub NPT		10-32 UNF			1/8 NPT			1/4 NPT			3/8 NPT			1/2 NPT		
Średnica zewnętrzna przewodu		Ø 5/32	Ø 1/4	Ø 5/32	Ø 1/4	Ø 5/16	Ø 3/8	Ø 1/4	Ø 5/16	Ø 3/8	Ø 1/2	Ø 3/8	Ø 1/2	Ø 1/2	Ø 1/2	Ø 1/2
Maksymalne ciśnienie pracy	MPa	1														
	bar	10														
	psi	145														
Zakres temperatur pracy: Korpus z mosiądzu	°C	- 10 ÷ + 70														
	°F	+ 14 ÷ +158														
	°C	- 10 ÷ + 70														
Przepływ maks. w kierunku dławionym przy 6.3 bar	Nl/min	150	155	350	380	400	400	750	850	950	1000	1300	1400	2000	2000	2000
Przepływ maks. w kierunku niedławionym przy 6.3 bar z zamkniętą iglicą	Nl/min	140	150	300	350	390	390	450	275	500	550	1050	1250	1750	1750	1750
Przepływ maks. w kierunku niedławionym przy 6.3 bar z otwartą iglicą	Nl/min	240	245	450	600	650	650	850	1050	1150	1250	1700	2100	2700	2700	2700
Nastawa		Ręczna, przy użyciu wkrętaka														
Konstrukcja		Trzpień stożkowy														
Medium		Filtrowane sprężone powietrze, olejone lub nieolejone														

Rys. 87. Dane techniczne zaworów dławiąco-zwrotnych serii COMPACT N.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 88. Budowa wersji o wielkości G3/8 zaworów dławiąco-zwrotnych serii COMPACT N.

9. Przewody pneumatyczne.

Zastosowano elastyczne przewody o średnicy 6 mm i 8 mm oraz elementy rozdzielające i łączące przewody np. przepusty i listwy rozdzielające.

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.
Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

16. Zasada działania urządzenia

Cześć pneumatyczna urządzenia składa się z 4 podzespołów zawierających elementy pneumatyczne. Należą do nich:

- belka dociskająca (2 szt.),
- belka wypychająca gniazda nasienne (1 szt.),
- belka z nożami rozcinającymi (1 szt.),
- napęd linowy obcinacza ogonków papryki (1 szt.).

Zasadę działania opisują następujące etapy:

Etap 1. Papryki (4 szt.) ręcznie są ustawiane w dolnym podajniku pozycjonującym.

Etap 2. Podajnik pozycjonujący z 4 paprykami przemieszcza się o 1 cykl pod pierwszą belkę dociskającą.

Etap 3. Kolejne papryki (4 szt.) ręcznie są ustawiane w dolnym podajniku pozycjonującym. Pierwsza belka dociskająca dociska papryki od góry. Piła napędzana elektrycznie zamontowana na pneumatycznym siłowniku beztłoczyskowym przemieszcza się liniowo pod paprykami obcinając ogonki.

Etap 4. Pierwsza belka dociskająca powraca do pozycji początkowej (górze). Podajnik pozycjonujący z 4 paprykami przemieszcza się o 1 cykl pod drugą belkę dociskającą. Kolejne papryki (4 szt.) ręcznie są ustawiane w dolnym podajniku pozycjonującym.

Etap 5. Pierwsza i druga belka dociskające dociskają jednocześnie 2 rzędy papryk. W pierwszym rzędzie papryk znajdujących się pod pierwszą belką dociskającą następuje proces obcinania ogonków, natomiast w drugim rzędzie papryk znajdujących się pod drugą belką dociskającą następuje proces wypychania od spodu gniazda nasiennego do wnętrza papryki przez belkę wypychającą gniazda nasienne.

Etap 6. Obydwie belki dociskające powracają do pozycji początkowych (górze). Podajnik pozycjonujący z 8 paprykami przemieszcza się o 1 cykl pod belkę z nożami rozcinającymi. Kolejne papryki (4 szt.) ręcznie są ustawiane w dolnym podajniku pozycjonującym. Belka

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

z nożami rozcinającymi rozcina trzeci rząd papryk. Pierwsza i druga belka dociskające dociskają jednocześnie 2 rzędy papryk. W pierwszym rzędzie papryk znajdujących się pod pierwszą belką dociskającą następuje proces obcinania ogonków, natomiast w drugim rzędzie papryk znajdujących się pod drugą belką dociskającą następuje proces wypychania od spodu gniazda nasiennego do wnętrza papryki przez belkę wypychającą gniazda nasienne.

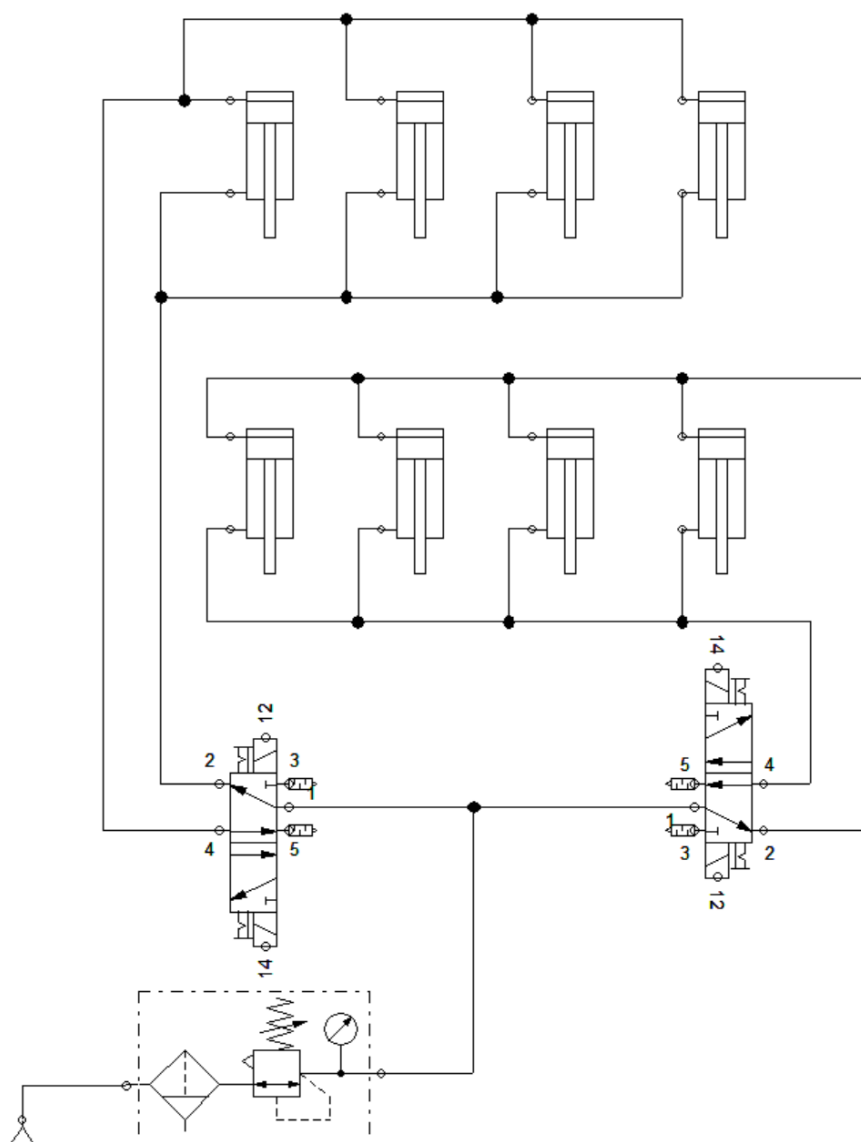
Etapy są powtarzane.

Na rys. 89 przedstawiono ideowy schemat pneumatyczny 2 szt. belek dociskających składających się z zespołu przygotowania powietrza (rozdział 2.1), 4 szt. tłoczyskowych siłowników pneumatycznych dwustronnego działania (rozdział 2.2) dla każdej belki dociskającej oraz 2 zaworów rozdzielających 5/2 (pięciodrogowych dwupołożeniowych) sterowanych elektrycznie z niezależnym sterowaniem ręcznym (rozdział 2.6), które wchodzi w skład 5 elementowej wyspy zaworowej.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 89. Ideowy schemat pneumatyczny belek dociskających

Sygnaly elektryczne 12, 14 dostarczane są do zaworów rozdzielających ze sterownika PLC, w którym zaimplementowano algorytm sterowania realizujący etapy zasady działania urządzenia opisane powyżej.

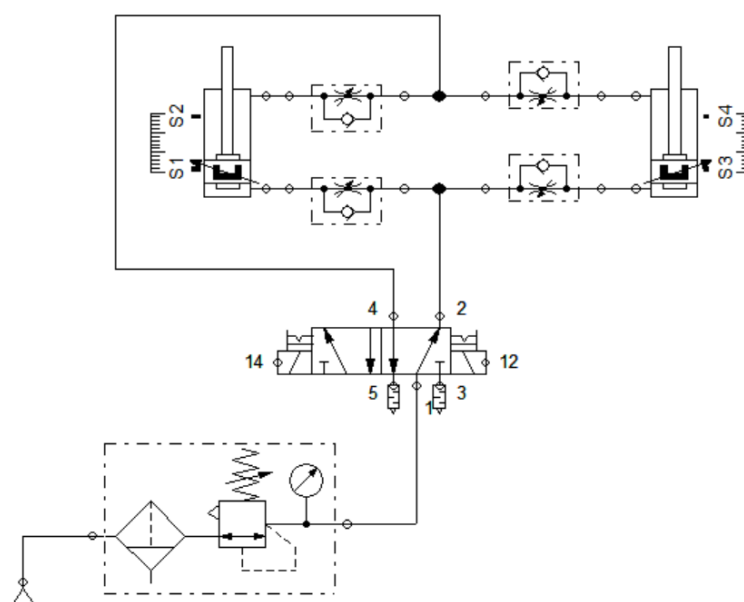
Na rys. 90 przedstawiono ideowy schemat pneumatyczny belki wypychającej gniazda nasienne składającej się z zespołu przygotowania powietrza (rozdział 2.1), 2 szt. tłoczyskowych

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

siłowników pneumatycznych dwustronnego działania z amortyzacją pneumatyczną (rozdział 2.3), czujników zbliżeniowych Halla (rozdział 2.7), szybkozłazek ze zintegrowanymi zaworami dławiąco-zwrotnymi (rozdział 2.8) oraz zaworu rozdzielającego 5/2 (pięciodrogowego dwupołożeniowego) sterownego elektrycznie z niezależnym sterowaniem ręcznym (rozdział 2.6), który wchodzi w skład 5 elementowej wyspy zaworowej.



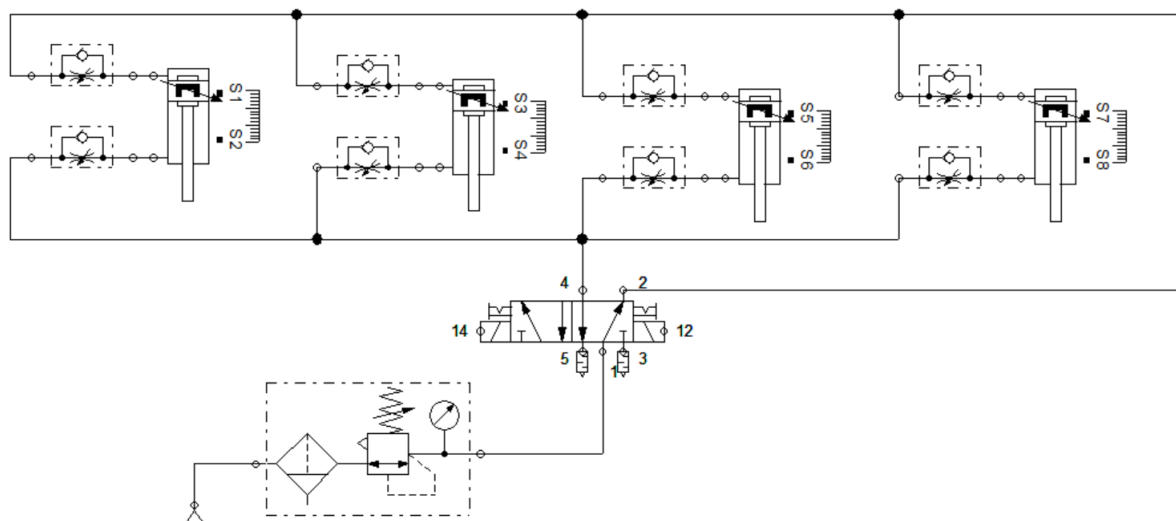
Rys. 90. Ideowy schemat pneumatyczny belki wypychającej gniazda nasienne

Na rys. 91 przedstawiono ideowy schemat pneumatyczny belki z nożami rozcinającymi składającej się z zespołu przygotowania powietrza, 4 szt. tłoczyskowych siłowników pneumatycznych dwustronnego działania z amortyzacją pneumatyczną, czujników zbliżeniowych Halla, szybkozłazek ze zintegrowanymi zaworami dławiąco-zwrotnymi oraz zaworu rozdzielającego 5/2 (pięciodrogowego dwupołożeniowego) sterownego elektrycznie

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
z niezależnym sterowaniem ręcznym (rozdział 2.6), który wchodzi w skład 5 elementowej wyspy zaworowej.



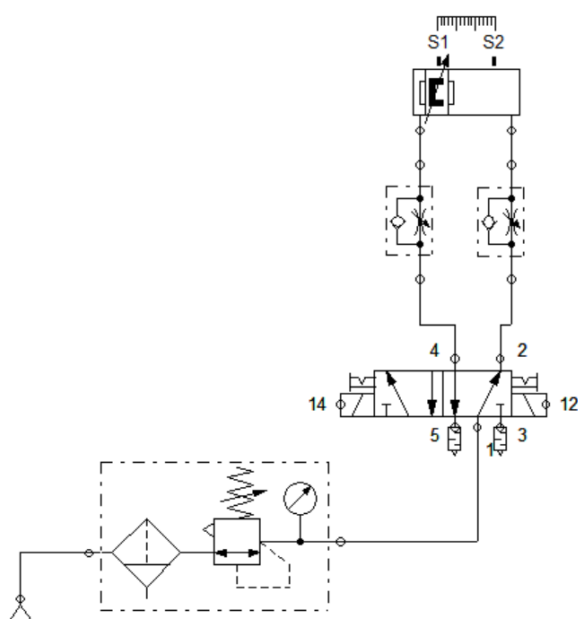
Rys. 91. Ideowy schemat pneumatyczny belki z nożami rozcinającymi

Na rys. 92 przedstawiono ideowy schemat pneumatyczny napędu linowego obcinacza ogonków papryki składającego się z zespołu przygotowania powietrza, 1 szt. bezłoczyskowego siłownika pneumatycznego dwustronnego działania z amortyzacją pneumatyczną, czujników zbliżeniowych Halla, szybkozłączek ze zintegrowanymi zaworami dławiąco-zwrotnymi (rozdział 2.8) oraz zaworu rozdzielającego 5/2 (pięciodrogowego dwupołożeniowego) sterownego elektrycznie z niezależnym sterowaniem ręcznym, który wchodzi w skład 5 elementowej wyspy zaworowej.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 92. Ideowy schemat pneumatyczny napędu linowego obcinacza ogonków papryki

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7	Euro-Plan Piotr Figlarz
	26-400 Przysucha	25-314 Kielce	ul. ks. Kazimierza
	www.tompex-agropex.pl/	www.tu.kielce.pl	Sykulskiego 15,
			26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

17. Prototyp urządzenia do obróbki papryki

W ramach realizacji projektu firma nierdzewni wykonała Urządzenie do drążenia papryki oraz dzielenie jej na dwa lub cztery segmenty. Paprykę układa się ręcznie ogonkiem w dół na pracującym cyklicznie przenośniku taśmowym wyposażonym w metalowe płyty z gniazdami. Proces drążenia podzielony jest na trzy kroki. W pierwszym kroku następuje obcięcie ogonka a następnie mechaniczne wepchnięcie gniazda nasiennego do wnętrza papryki. Następny krok to usuwanie gniazda nasiennego i krojenie papryki. Gniazdo nasienne przepychane jest pod płytę i usuwane za pomocą przenośnika taśmowego. W ostatnim kroku pokrojone kawałki papryki trafiają do wysypu (na kolejne urządzenie w linii lub do skrzynki).

Specyfikacja techniczna urządzenia:

- Wymiary gabarytowe urządzenia:
- Długość: - 2 400 mm
- Szerokość: - 1 900 mm
- Wysokość: - 2 050 mm
- Ilość głowic w rzędzie - 4 sztuki
- Wydajność - do 3 360 sztuk/h
- Napęd taśmy głównej - motoreduktory SEW
- Załadunek produktu do urządzenia - ręczny
- Standardowa wielkość papryki - od 75 do 120 mm
- Średnica noża wycinającego gniazdo - 50 mm
- Ilość osób do załadunku maszyny - 1 osoba
- Głowice wycinające napędzane pneumatycznie
- Szafa sterująca nierdzewna
- Prędkość liniowa taśmy głównej regulowana płynnie za pomocą falownika
- Urządzenie wyposażone w układ centralnego smarowania

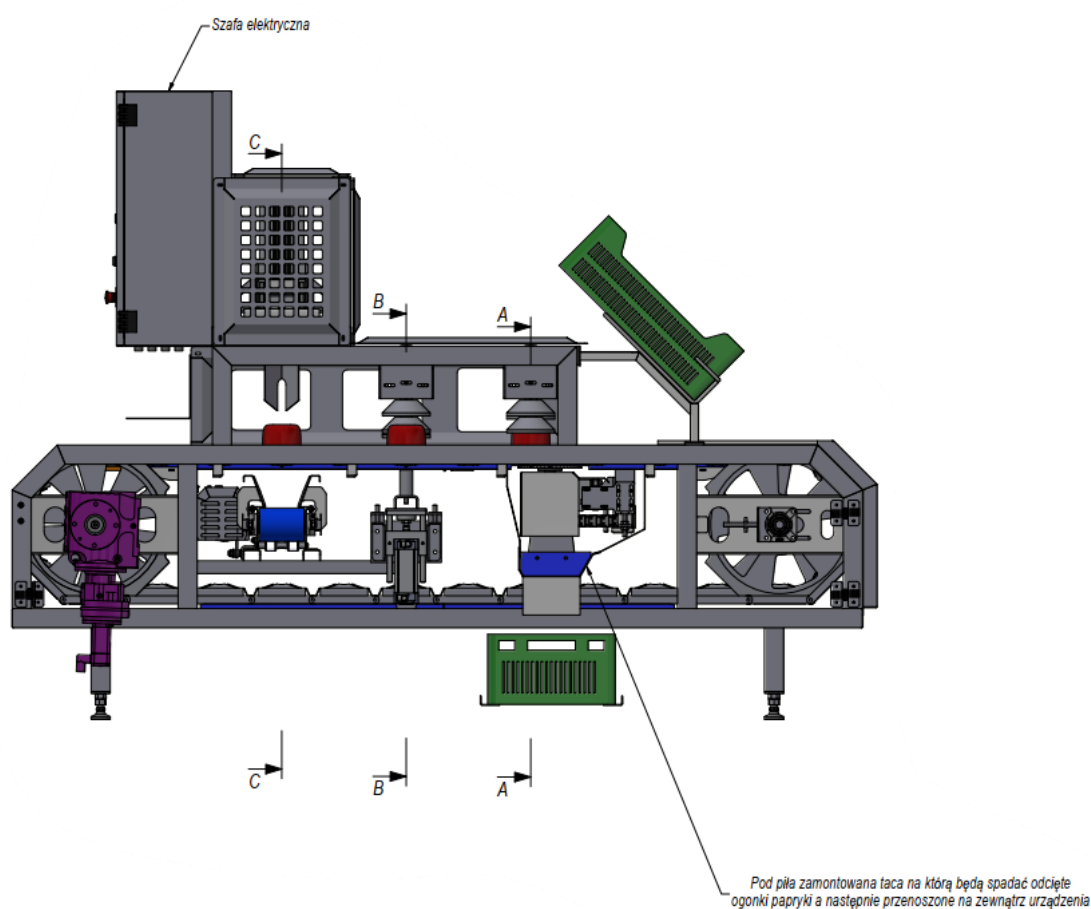
Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Falownik firmy LS
- Napięcie na przyciskach sterowania- 24V
- Moc zainstalowana w urządzeniu - 1,5 kW
- Zasilanie pneumatyczne - min. 6 bar
- Zużycie powietrza sprężonego - ~ 2 000 NI/min

Na rysunkach poniżej przedstawione zostały zdjęcia obrazujące prototyp urządzenia do obróbki papryki wykonany przez firmę Nierdzewni.

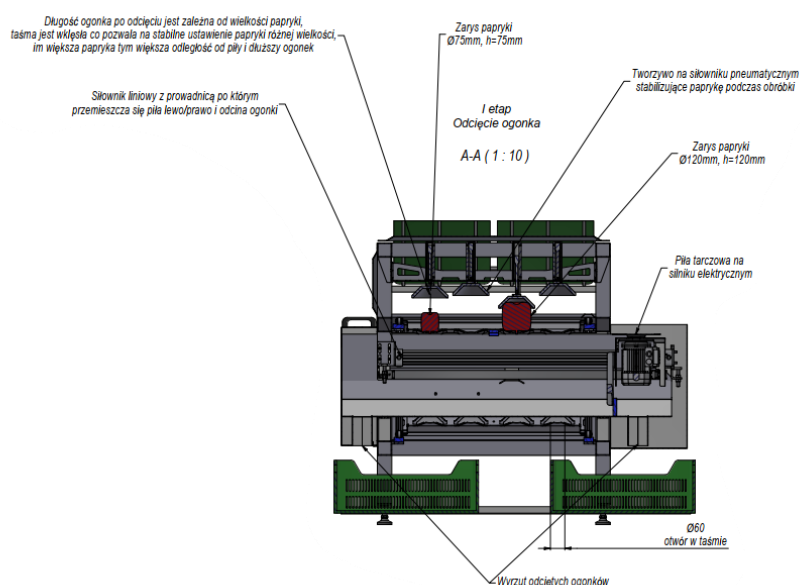


Rys. 93. Widok modelu urządzenia z boku

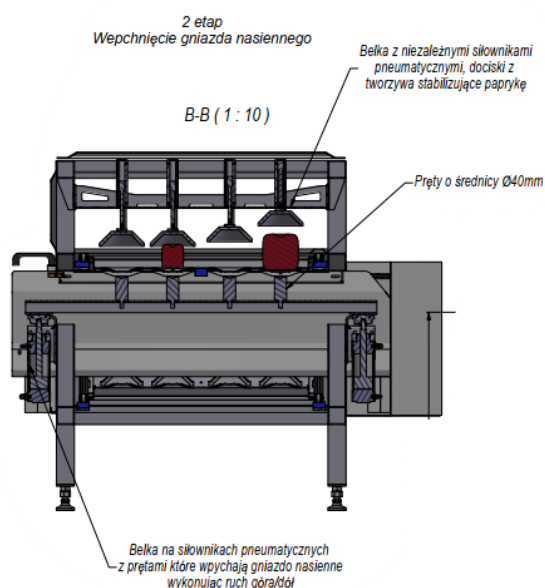
Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7	Euro-Plan Piotr Figlarz
	26-400 Przysucha	25-314 Kielce	ul. ks. Kazimierza
	www.tompex-agropex.pl/	www.tu.kielce.pl	Sykulskiego 15,
			26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 94. Widok przekroju A-A z rysunku 69

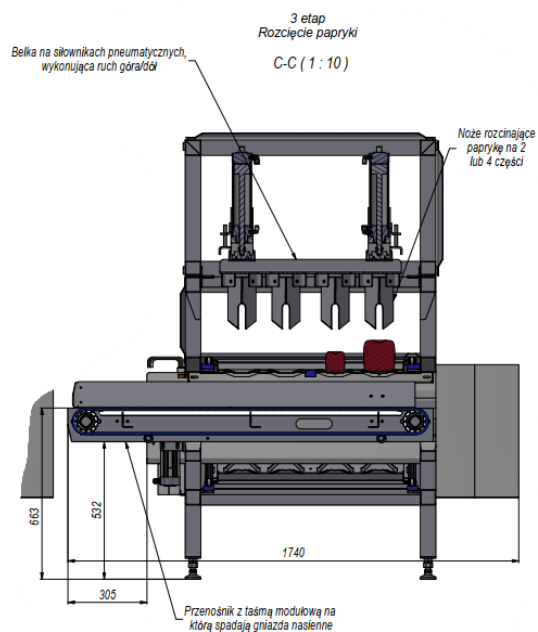


Rys. 95. Widok przekroju B-B z rysunku 69

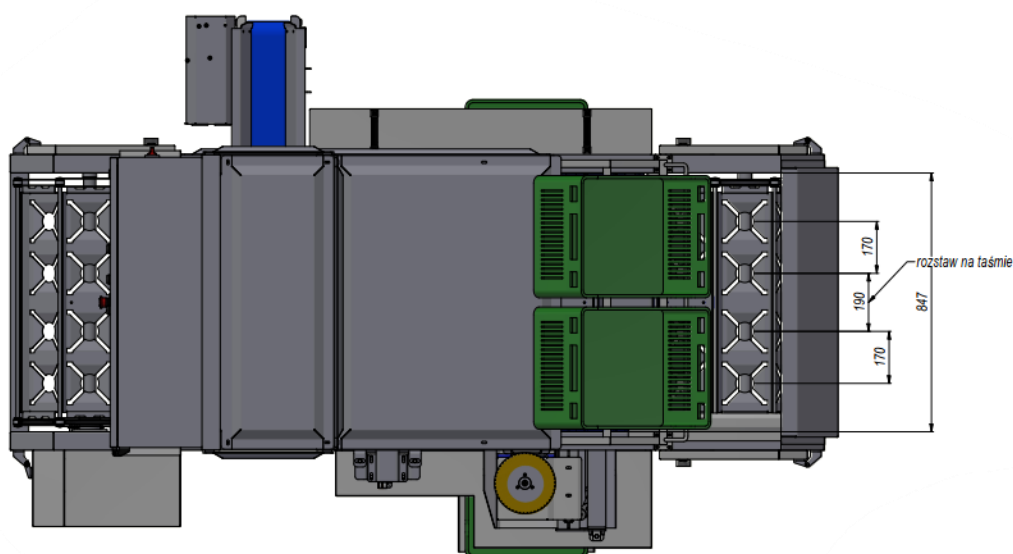
Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www. tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 96. Widok przekroju C-C z rysunku 69

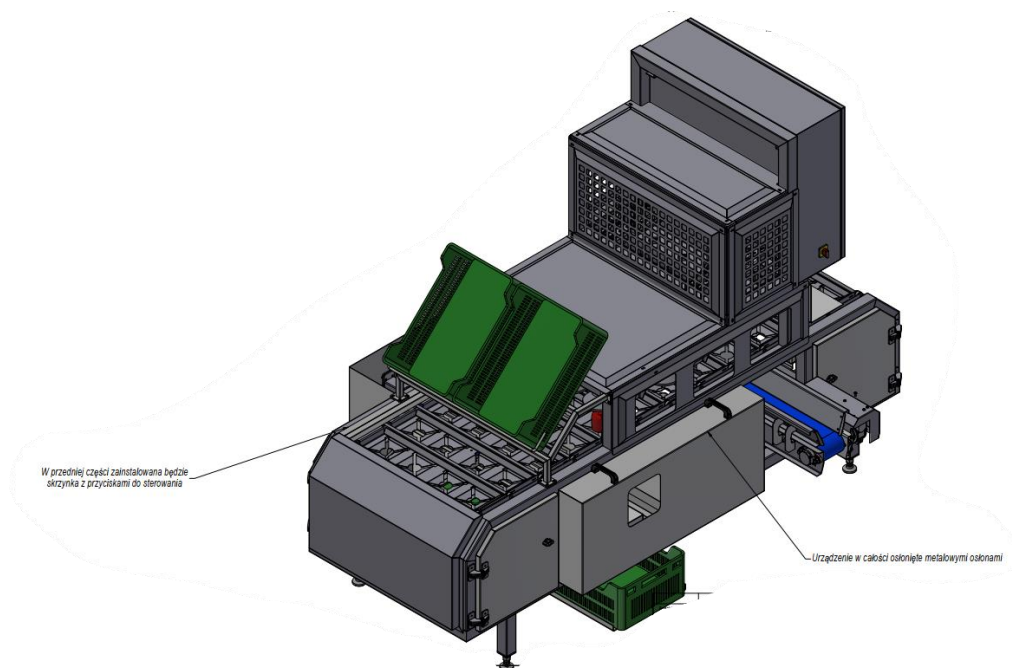


Rys. 97. Widok modelu urządzenia z góry

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 98. Widok izometryczny modelu urządzenia



Rys. 99. Widok gotowego urządzenia

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyżsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 100. Widok budowy systemu transportującego paprykę

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Na rys. 101a przedstawiono widok ogólny siłownika tłoczyskowego dwustronnego działania zastosowanego w belkach dociskających, natomiast na rys 101b jedną z belek dociskających.

a)



b)



Rys. 101. Widok ogólny a) siłownika tłoczyskowego dwustronnego działania, b) belki dociskającej

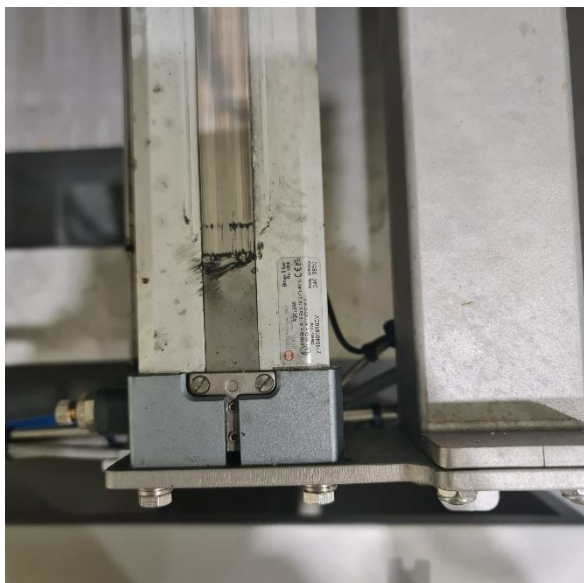
Na rys. 102a przedstawiono widok ogólny siłownika beztłoczyskowego dwustronnego działania zastosowanego w napędzie liniowym, natomiast na rys. 102b kompletny napęd liniowy.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyżsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e

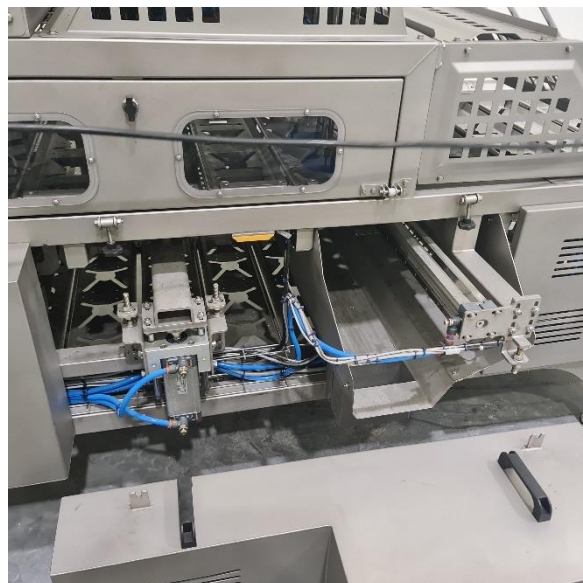


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

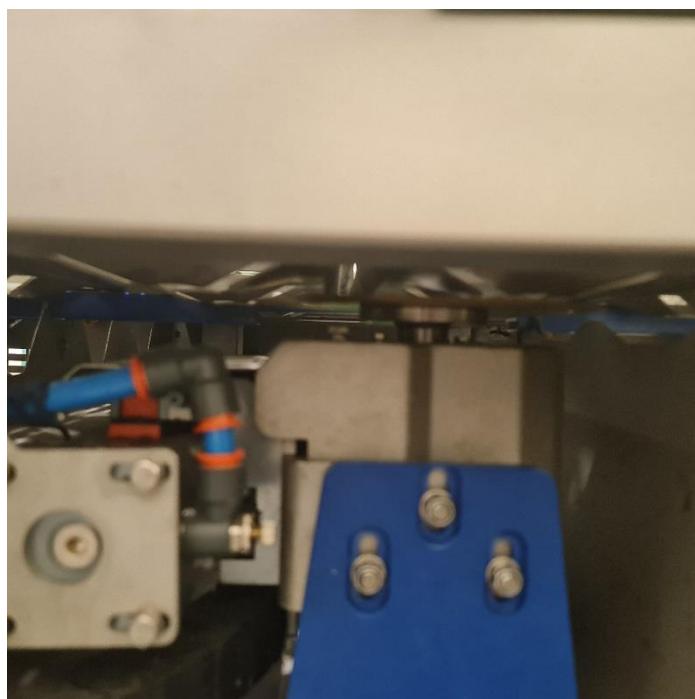
a)



b)



Rys. 102. Widok ogólny a) siłownika bezłoczyskowego dwustronnego działania, b) kompletnego napędu liniowego



Rys. 103. Widok pły do obcinania ogonków

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Na rys. 104a przedstawiono widok ogólny siłownika tłoczyskowego dwustronnego działania zastosowanego w belce wypychającej gniazda nasienne oraz widok części belki, natomiast na rys 104b elementy wypychające gniazda nasienne zamontowane na belce.

a)



b)



Rys. 104. Widok budowy systemu do wypychania gniazd nasiennych papryki

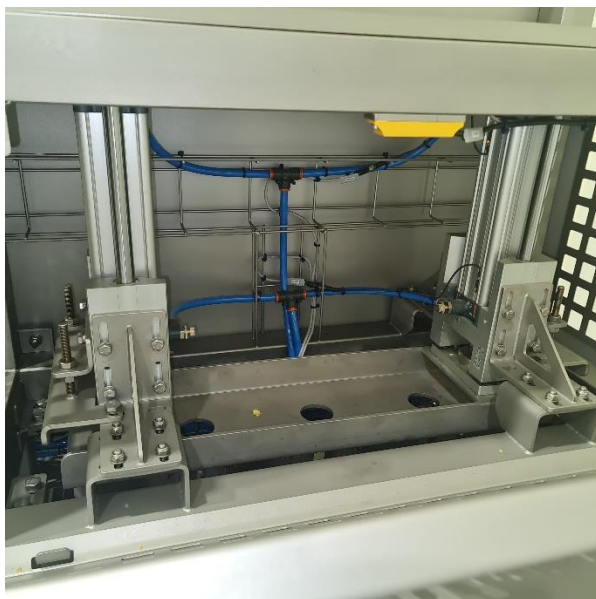
Na rys. 105a przedstawiono widok ogólny siłownika tłoczyskowego dwustronnego działania zastosowanego w belce z nożami rozcinającymi, na rys 105b belkę z nożami rozcinającymi, natomiast na rys. 28c nóż rozcinający.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

a)



b)



Rys. 105. Widok budowy systemu cięcia papryki



Rys. 106. Widok budowy systemu odbioru pociętych papryk

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

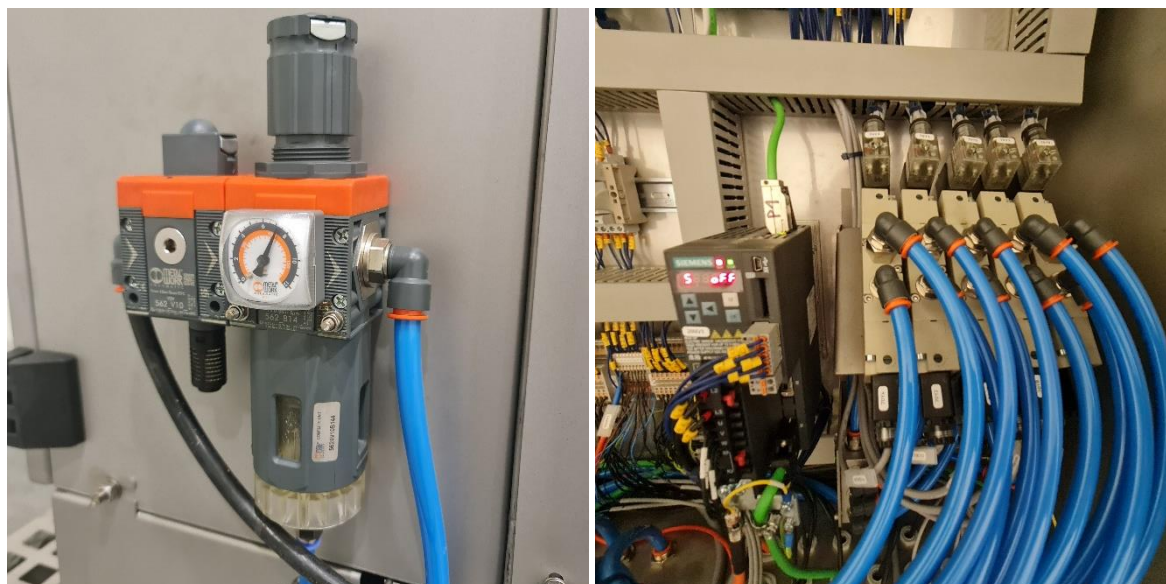
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie

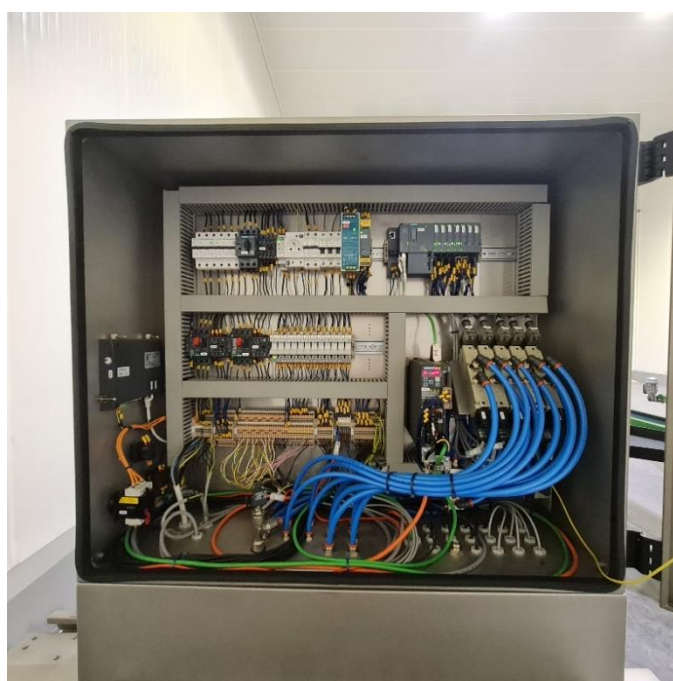


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Na rys. 107 (po lewej) przedstawiono widok ogólny zespołu przygotowania powietrza zastosowanego w urządzeniu, natomiast na rys. 100 (po prawej) wyspy zaworowej.



Rys. 107. Widok ogólny a) zespołu przygotowania powietrza, b) wyspy zaworowej



Rys. 108. Widok szafy sterowniczej

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.
Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



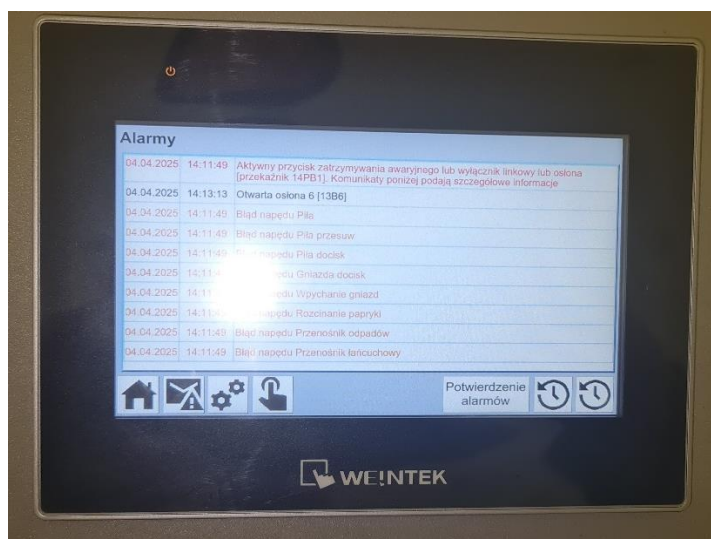
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Do sterowania procesem zastosowano system modułowy firmy Siemens ET 200SP. Jest to nowoczesny, modułowy system wejść – wyjść, należący do rodziny SIMATIC ET 200. Występuje zarówno jako zdalny system wejść/wyjść (distributed I/O), jak i pełnoprawny sterownik PLC. Jako jednostkę centralną wybrano CPU 1510SP. Jednostka ta współpracuje z czterema modułami wejść binarnych 6ES7131 oraz trzema modułami wyjść binarnych 6ES7132 obsługując wszystkie wymagane przez proces sygnały binarne pochodzące z czujników oraz sygnały sterujące urządzeniami peryferyjnymi. Wizualizacja stanu maszyny i realizowanego procesu przedstawiana jest z wykorzystaniem panelu HMI firmy Weintek cMT3072X2 charakteryzującego się ekranem dotykowym rozdzielczością 800x480 przy przekątnej ekranu 7 cali. Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania operatorzy mogą monitorować, kontrolować i diagnozować pracę maszyny. Komunikacja pomiędzy sterownikiem PLC a panelem HMI realizowana jest za pomocą interfejsu PROFINET. W szafie umieszczony został również sterownik serwonapędu 6SL3210-5FB10-4UF1 SINAMICS V90, którego zadaniem jest sterowanie głowicą. System automatyki zasilany jest za pomocą zasilacza EDR 120/24/ Wszystkie obwody wykonawcze zostały zabezpieczone przy pomocy wyłączników nadprądowych firmy Schneider Electric. Wszystkie elementy wykonawcze sterowane za pomocą sterownika PLC są buforowane z wykorzystaniem przekaźników. Takie rozwiązanie zapewnia ochronę wejść i wyjść jednostki sterującej. Jako dodatkowy komponent w szafie umieszczono gniazdo serwisowe 230 V.

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 109. Widok pulpitu sterowania

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

18. System sortowania papryki

Jednym z elementów linii do przetwarzania papryki jest sortownica optyczna firmy Green Sort jest to urządzenie przeznaczone do precyzyjnego sortowania papryk.

Sortownica Green Sort wykorzystuje systemy wizyjne i sztuczną inteligencję do analizy parametrów papryki. Kamery HD skanują paprykę, oceniając ich średnicę, kolor i ewentualne uszkodzenia. Dzięki algorytmom AI, maszyna uczy się i doskonali proces sortowania, umożliwiając klasyfikację papryki na różne kategorie.

Na zdjęciach poniżej przedstawiono wybrane elementy do sortowania papryki.



Rys. 110. Widok budowy napędu systemu załadowniczego

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	Euro-Plan Piotr Figlarz ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 111. Widok wnętrza systemu wizyjnego



Rys. 112. Widok budowy układu wykonawczego sortera

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

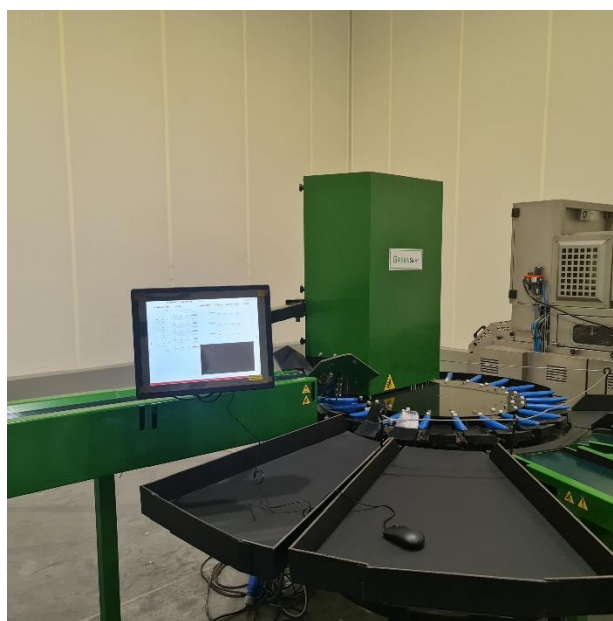
Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 113. Widok systemu transportującego



Rys. 114. Widok pulpitu sterującego sortera

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

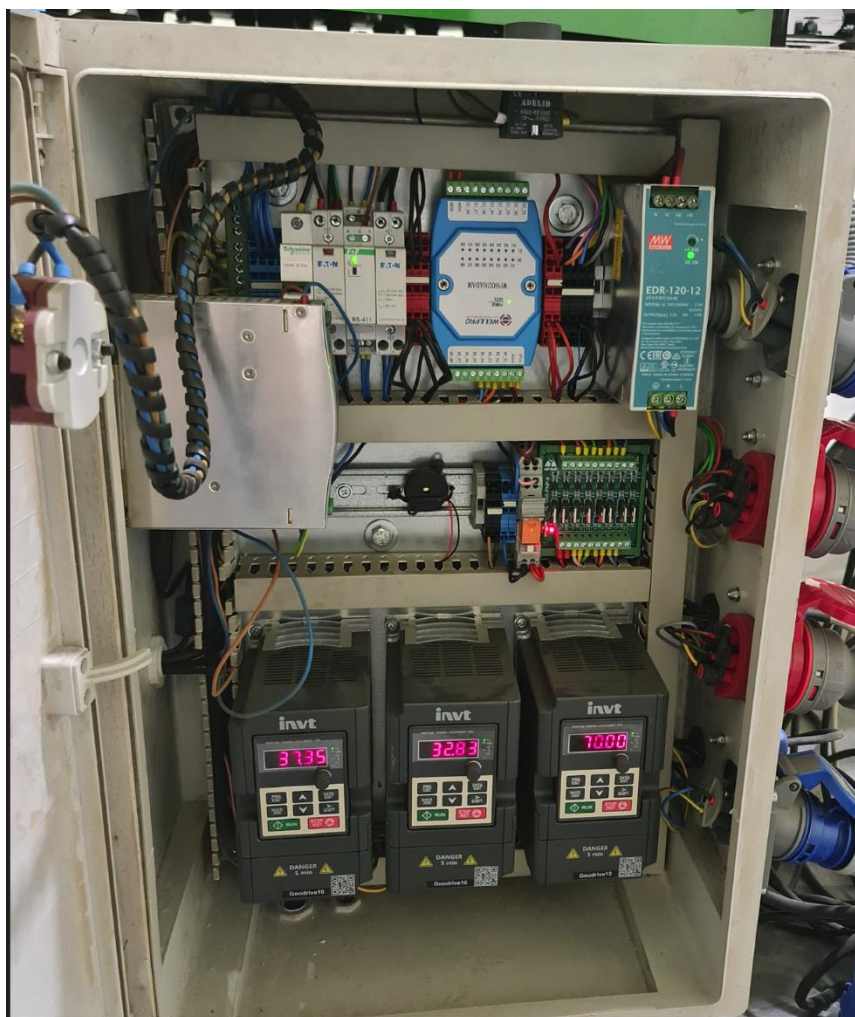
TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.
Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 115. Szafa sterująca nr 1 sortera

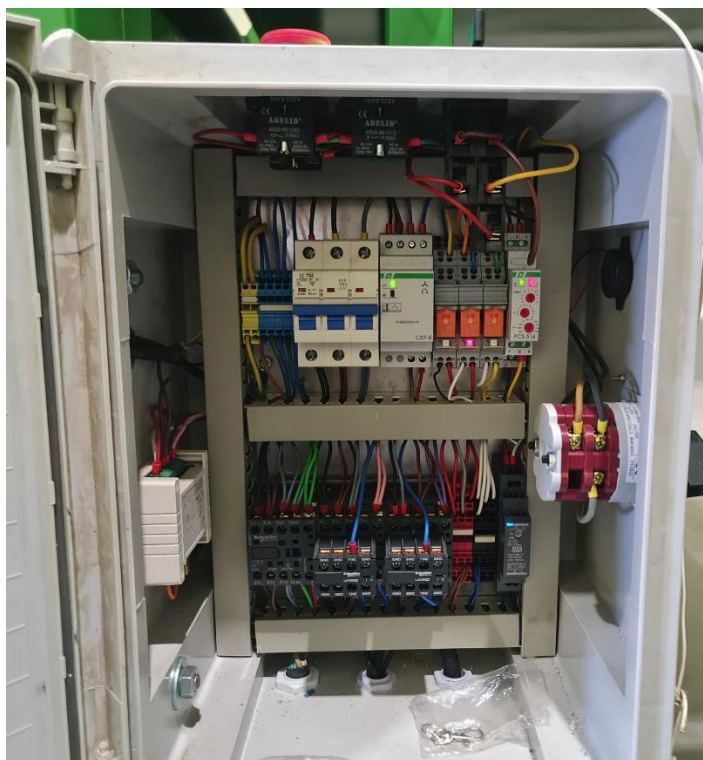
Szafa nr 1 wyposażona jest w system akwizycji danych WP8028 ADAM. Jest to moduł z interfejsem przemysłowym RS485 Modbus RTU posiadający 8 wejść i 8 wyjść cyfrowych typu OC otwarty kolektor NPN. Moduł WP8028 ADAM jest umieszczony w obudowie przystosowanej do montażu na szynie DIN TS35mm. Moduł steruje pracą trzech falowników Goodrive10. Falowniki z serii Goodrive10 to przemienniki częstotliwości pracujące w trybie skalarnym Wykorzystane w aplikacji falowniki charakteryzują się mocą znamionową 2.2 kW, zasilane napięciem 230V. Układy sterowania zasilane są z zasilacza impulsowego typ:

Grupa operacyjna	TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.	Politechnika Świętokrzyska	Firma Konsultingowa Euro-Plan Piotr Figlarz
TOMPEX-PAPRYKA	Skrzyńsko ul. Warszawska 30 26-400 Przysucha www.tompex-agropex.pl/	al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7 25-314 Kielce www.tu.kielce.pl	ul. ks. Kazimierza Sykulskiego 15, 26-200 Końskie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

EDR12012. (napięcie wyjściowe 12V, prąd wyjściowy 10A). Ponadto w szafie umieszczono dwa styczniki jednofazowe (440V) Eaton oraz impulsowy przekaźnik bistabilny BIS 411.



Rys. 116. Szafa sterująca nr 2 sortera

W szafie nr 2 umieszczono czujnik kolejności i zaniku faz CKF-8, przekaźnik czasowy PCS - 516 trójfazowy wyłącznik nadprądowy EBS 9B 3p B6. W szafie zamontowane zostały ponadto trzy styczniki trójfazowe typy: LC1k12 służące do załączania obwodów silnoprądowych silników.

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyńsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 117. Widok linii do przetwórstwa papryki

Grupa operacyjna

TOMPEX-PAPRYKA

TOMPEX&AGROPEX Sp. z o.o.

Skrzyżsko ul. Warszawska 30
26-400 Przysucha
www.tompex-agropex.pl/

Politechnika Świętokrzyska

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
www.tu.kielce.pl

Firma Konsultingowa
Euro-Plan Piotr Figlarz
ul. ks. Kazimierza
Sykulskiego 15,
26-200 Końsk e