

**Marta Żyłka, Zygmunt Szczerba,  
Wojciech Żyłka**

---

**Przykład wykorzystania  
komputerowych programów  
inżynierskich dla układów  
pneumatyki w kształceniu studentów**

---

Edukacja - Technika - Informatyka nr 2(16), 146-151

---

2016

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach  
dozwolonego użytku.



MARTA ŻYLKA<sup>1</sup>, ZYGMUNT SZCZERBA<sup>2</sup>, WOJCIECH ŻYLKA<sup>3</sup>

## Przykład wykorzystania komputerowych programów inżynierskich dla układów pneumatyki w kształceniu studentów

---

### Example of using computer engineering programs for systems of the pneumatics in students education

<sup>1</sup> Magister inżynier, Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Zakład Termodynamiki i Mechaniki Płynów, Polska

<sup>2</sup> Doktor inżynier, Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Zakład Termodynamiki i Mechaniki Płynów, Polska

<sup>3</sup> Doktor inżynier, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Katedra Mechatroniki i Automatyki, Polska

#### Streszczenie

W artykule podano sposób przeprowadzenia doboru podstawowych parametrów elementów napędowych i sterujących. Ich charakterystyki zobrazowano, podając wyniki komputerowej symulacji działania podstawowego układu napędowego.

**Słowa kluczowe:** układy pneumatyki, elementy napędowe, programy inżynierskie.

#### Abstract

In the article the manner of conducting the selection parameters of the controls and drive components. Their characteristics were illustrated the results of the computer simulation of the primary drive system.

**Key words:** pneumatic systems, driving elements, engineering programs.

---

#### Wstęp

Obserwowany od wielu lat postęp technologii w zakresie projektowania i wytwarzania urządzeń mechatronicznych obejmuje wiele dziedzin, zaczynając od wytwarzania różnego rodzaju dóbr ogólnego użytku, a kończąc na wyjątkowo dokładnych miniaturowanych urządzeniach elektronicznych. Istotnym aspektem jest dokładność wykonania elementów wchodzących w skład urządzeń mechatronicznych, wyrobów części i ich konstrukcji. Aby student studiów inżynierskich mógł poprawnie projektować i wykonywać urządzenia mechatroniczne,

powinien w ramach kształcenia zapoznać się z komputerowymi programami inżynierskimi, a w szczególności dla układów pneumatyki.

Ważnym etapem projektowania układu sterującego i napędowego są obliczenia projektowe. Celem tych obliczeń jest określenie wartości niezbędnych do zaprojektowania lub doboru z katalogów elementów sterujących i napędowych wchodzących w skład projektowanego układu napędowego. Obliczenia projektowe mają na celu stwierdzenie na drodze obliczeniowej, czy projektowany układ spełni stawiane przed nim wymagania [Szenajch 1997]. Podstawowym dążeniem człowieka jest stałe ulepszanie warunków pracy i życia [Szenajch 1992].

Obecnie w przemyśle pojawiają się oprogramowania inżynierskie (online) służące do dobierania elementów w pneumatycznych układach napędowych. Jedną z firm oferującą tego typu programy jest Firma Festo. Dzięki takim oprogramowaniom możliwe staje się przeprowadzenie doboru podstawowych parametrów elementów pneumatycznych czy też symulacja działania układu sterowania.




Rysunek 1. Siłownik pneumatyczny dwustronnego działania firmy Festo [www.festo.pl]

1. Program doboru i symulacji jest programem intuicyjnym. W pierwszej kolejności do programu należy wprowadzić główne parametry wynikające z obiektu sterowania, np. masa przemieszczanego przedmiotu siłownika, ciśnienie pracy czy też długość przewodu.

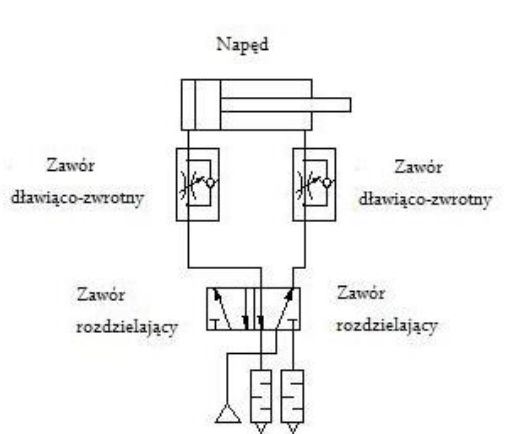
- Wybór głównych ustawień:
  1. Przemieszczana masa (waga przesuwanego przedmiotu siłownika): 30 [kg].
  2. Żądany skok (długość drogi): 1500 [mm].
  3. Ciśnienie pracy (ciśnienie dostępne bezpośrednio z zaworu, regulować je można od 3 do 12 bar): 6 [bar].
  4. Żądany czas pozycjonowania (czas potrzebny na wykonanie pracy wysuwu i cofnięcia): 1 [s].
- Początkowe parametry siłownika:
  1. Kierunek ruchu: wysuwanie.
- Zasilanie sprężonym powietrzem:
  1. Długość przewodu (przewody muszą być układane prosto bez zgięć):

- jednostka przygotowania powietrza do zaworu 1 [m],
- zawór – siłownik 1 [m].
- Dodatkowe dane:
  1. Dodatkowa siła: 1000 [N].
  2. Dodatkowe tarcie: 100 [N].
  3. Po wprowadzeniu podstawowych parametrów do programu należy wprowadzić: kształt, rodzaj materiału oraz wymiary przesuwanego elementu. Pozwoli to programowi na oszacowanie masy przedmiotu.

Masa	
Materiał	Aluminium <span style="float: right;">2.7 g/cm<sup>3</sup></span>
Kształt	Sześcian <span style="float: right;">0.006 l</span>
	Długość (X) <span style="float: right;">20 mm</span>
	Szerokość (Y) <span style="float: right;">20 mm</span>
	Wysokość (Z) <span style="float: right;">15 mm</span>
Masa:	<span style="float: right;">16.2 g</span>
<input type="button" value="Potwierdzenie"/> <input type="button" value="Przerwij"/>	

Rysunek 2. Wybór kształtu i materiału przesuwanej masy

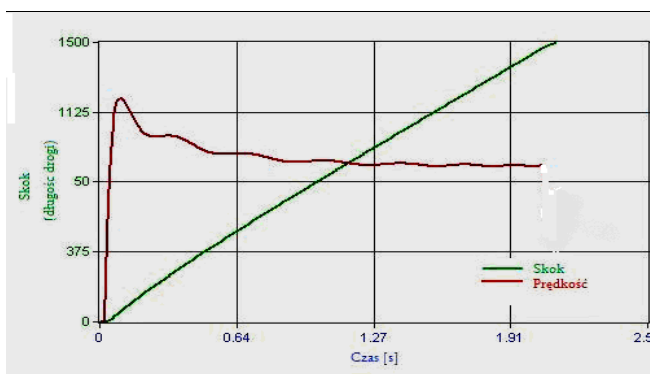
4. W następnym kroku program daje możliwość wyboru siłownika ze względu na pozostałe parametry obiektowe w celu skompletowania układu sterowania. Przykładowo wybrano: siłownik pneumatyczny DNC-80-1500-PPV-A zgodny z ISO 15552, korpus z profilem z bezdotykową sygnalizacją położenia, z obustronnie nastawialną amortyzacją w położeniach końcowych.



Rysunek 3. Schemat przykładowego układu sterowania siłownika pneumatycznego dwustronnego działania z zaworami regulacji prędkości

Zawory dławiąco-zwrotne są stosowane do regulacji prędkości siłowników. Mają one możliwość ręcznej regulacji natężenia przepływu, w wyniku czego powodują zmianę prędkości ruchu tłoczyska.

2. Następnie pozwala na przeprowadzenie symulacji ruchu ze względu na parametry dynamiczne układu. Możliwe jest to po założeniu całości układu: rozdzielacz, elementy regulacyjne, długość doprowadzenia powietrza jak na rysunku 3. Na tej podstawie wylicza i kreśli parametry dynamiczne układu.



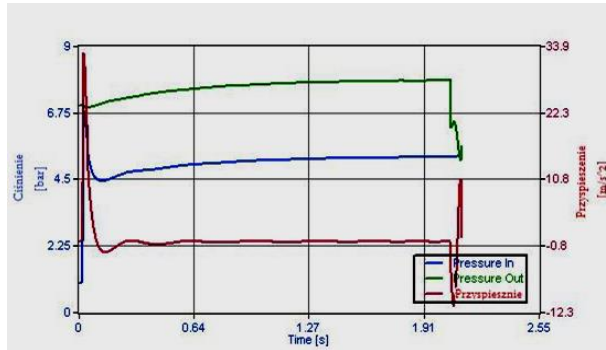
Rysunek 4. Zależność skoku i prędkości od czasu

Tabela 1. Wyniki symulacji działania

Łączny czas pozycjonowania	2,12 s
Średnia prędkość	0,71 m/s
Prędkość uderzenia	0,58 m/s
Maks. prędkość	0,97 m/s
Energia kinetyczna uderzenia	6,10 J
Minimalne zużycie powietrza	47,04 l

Na rysunku 4 przedstawiono zależność skoku, czyli drogi i prędkości od czasu. Dzięki przeprowadzonemu przez program działaniu można odczytać istotne dane dotyczące działania siłownika w początkowej fazie. W czasie od 0–0,03 s zauważa się duży skok – prędkość osiąga nawet do 0,93 m/s. Po czasie 0,26 s prędkość działania siłownika stabilizuje się, osiągając 0,7 m/s. Po 2 s działania siłownika widoczne jest osiągnięcie krańcowego położenia.

Program daje również możliwość regulacji przebiegu działania przyspieszenia i ciśnienia względem czasu (rysunek 5). Analizując przebieg wykresu, można zauważyć fazę skoku siłownika – w czasie 0,01 s zauważyć można fazę wzrostu ciśnienia, po tym czasie ciśnienie stabilizuje się. Przeprowadzając analizę przyspieszenia, można zaobserwować rozprędkenie się tłoka, następnie stabilizację i hamowanie tłoczyska.

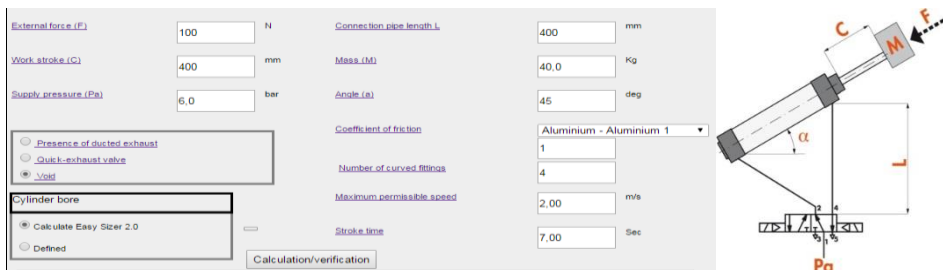


Rysunek 5. Zależność przyspieszenia i ciśnienia od czasu

Przy takim zobrazowaniu w formie symulacyjnej parametrów dynamicznych można dopasować je do wymogów obiektowych. W przypadku niezgodności z oczekiwaniami wrócić do początku i zmienić np. sposób sterowania lub sam siłownik do momentu zgodności.

Kolejną firmą, która oferuje podobne oprogramowanie inżynierskie, jest Metal Work. Easy Sizer jest to program do doboru elementów aplikacji pneumatycznych [www.metalwork.pl].

Dla odpowiedniego doboru wielkości elementów pneumatycznych stosowany jest program Easy Sizer (rysunek 6). Jest to narzędzie bardzo pomocne, które można bezpłatnie pobrać ze strony Firmy Metal Work Polska.



Rysunek 6. Program Easy Sizer

W trakcie projektowania instalacji pneumatycznych można się spotkać z różnymi problemami. Zamiast projektować odpowiedni kształt pojedynczych komponentów, powinno się przeprowadzić optymalizację całego systemu przez wybór odpowiednich komponentów. Program ten ułatwia dobór średnicy siłownika w zależności od obciążenia, prędkości tłoka, stosownej wielkości zaworu rozdzielającego oraz średnicy przewodów zasilających. Ponadto pozwala na dobór średnicy przewodu zasilającego układ pneumatyczny, dobór stacji przygotowania powietrza [Pacholik 2010].

## **Wnioski**

W obecnych czasach obserwujemy dynamiczny rozwój oprogramowań służących do wspomagania prac inżynierskich. Konieczne jest nauczanie takich programów inżynierskich, aby student nabył wiedzę i umiejętności doboru elementów w pneumatycznych układach napędowych czy też symulacji działania układu sterowania, gdyż właściwy dobór elementów pneumatycznych ma duży wpływ na koszt zakupu oraz eksploatacje. Przykładem jest nieprawidłowe wymiarowanie siłownika pneumatycznego – poprzez zastosowanie siłownika o średnicy tłoka 80 mm tam, gdzie korzystny jest siłownik o średnicy 63 mm. Oprócz wysokiej ceny zakupu danego elementu dochodzą do tego dodatkowe koszty związane z zwiększonym zapotrzebowaniem na sprężone powietrze.

## **Literatura**

- Pacholik C. (2010), *Obliczenia, symulacje oraz dobór i zastosowanie programów CFD w pneumatyce*, „Projektowanie i konstrukcje inżynierskie” nr 12(40).
- Szenajch W. (1992), *Pneumatyczne i hydrauliczne manipulatory przemysłowe*, Warszawa.
- Szenajch W. (1997), *Napęd i sterowanie pneumatyczne*, Warszawa.
- [www.festo.pl](http://www.festo.pl) (12.03.2016).
- [www.metalwork.pl](http://www.metalwork.pl) (12.03.2016).