

# ***MOC na edukację***

*Program Popularyzacji nauki i Techniki MOC Odkrywców*

*Scenariusz zajęć warsztatowej edukacji naukowo-technicznej*

## ***Nr 10. Sterowanie płatowcem***

### **PROLOG**

Głównym założeniem projektu jest nawiązanie do dobrych tradycji edukacyjnych realizowanych programowo w XX wieku (m.in. w ramach szkolnych kół zainteresowań, pracowni ZPT, lekcji eksperymentalnych, etc.) i połączenie ich z nowoczesnymi środkami stosowanymi we współczesnych centrach nauki, muzeach techniki i innych tego typu placówkach. Istotą formuły według, której realizowane będą działania opisane w niniejszym scenariuszu, jest połączenie tradycyjnych form eksperymentowania z praktycznym rozwijaniem i wykorzystaniem umiejętności politechnicznych, nacisk na organizację pracy w grupie, współpracę przy rozwiązywaniu problemów technicznych, umiejętność tworzenia dokumentacji technicznej przedmiotów wykonywanych samodzielnie, sprawność językową w omawianiu zjawisk oraz nabycie umiejętności technicznych na wielu poziomach zaawansowania. Podczas warsztatów uczestnicy wraz z instruktorami i koordynatorami – popularyzatorami nauki - projektują i budują małe eksponaty i modele, analogiczne do tych, jakie znajdują się w centrach nauki i innych placówkach edukacji nieformalnej.

---

### **OPIS MERYTORYCZNY**

Mimo rozwoju techniki oraz technologii, awionika w samolotach i szybowcach opiera się na tych samych prawach aerodynamiki, co w pionierskich latach lotnictwa. Płatowce żeby wznosić się, latać, manewrować w powietrzu i lądować, muszą posiadać stery kierunku, wysokości oraz lotki. Elementy te nazywane są powierzchniami sterowymi. Są ruchome, a ich wychylenie powoduje przechylenie samolotu, wznoszenie, przyziemienie, obrót... W zaawansowanym wydaniu - wykonywanie skomplikowanych akrobacji powietrznych. Pilot prowadzący maszynę kontroluje ruch w powietrzu i na ziemi przy pomocy dwóch głównych manipulatorów, które ma zamontowane w kabinie: drążka i orczyka. W dużych samolotach pasażerskich, zamiast orczyka, piloci mają do dyspozycji tzw. wolant, kształtem przypominający kierownicę samochodową. Ruch drążka powoduje wychylenie się steru wysokości i lotek - do przodu i do tyłu, steru wysokości zainstalowanego na statecznikach poziomych, w prawo lub

w lewo - lotek zamontowanych na płatach. Lotki wychylają się naprzemiennie, tzn. jeśli lotka na lewym płacie wychylona zostanie w górę, lotka na płacie prawym wychyla się w dół. Z kolei ruch orczyka odpowiada za ruch steru kierunku, który zamontowany jest na stateczniku pionowym. Zgranie ruchów orczyka i drążka/wolantu pozwala precyzyjnie sterować samolotem lub szybowcem w powietrzu. Stery w samolotach wykorzystują podstawowe prawa aerodynamiki w tym zwiększanie lub redukcję siły nośnej.

---

## **BUDUJEMY WIEDZĘ PRAKTYCZNĄ**

Zaleca się, aby cały proces twórczy oraz zajęcia warsztatowe, przeprowadzone były w specjalistycznej pracowni edukacji naukowo-technicznej, odpowiednio wyposażonej w niezbędne narzędzia oraz park maszynowy, pozwalający na wykonywanie wszelkich prac politechnicznych w oparciu o tradycyjne oraz nowoczesne technologie (CAD/CAM, CNC, druk 3D itp.). Pracownia powinna dysponować również własnym zapleczem wyposażonym w demonstratory oraz pomoce naukowe pozwalające na przeprowadzenie naukowych pokazów i spektakli z zakresu nauk przyrodniczych.

Na podstawie ustawiony jest sylwetkowy model samolotu. Model zamontowany jest na pionowej kolumnie, która może obracać się wzdłuż osi. Samolot przymocowany jest do kolumny przy pomocy przegubu, który umożliwia swobodny ruch modelu w dwóch płaszczyznach: przechylenie na boki oraz do przodu i do tyłu. W tylnej części podstawy - zamontowano podstawowe przyrządy sterownicze: drążek oraz orczyk. Elementy te połączone są stalowymi cięgnami z modelem, a konstrukcja pozwala na przenoszenie ruchów drążka i orczyka i poruszanie samolotem, zgodnie z działaniem i reakcjami awioniki. Wzorem dla konstrukcji modelu są klasyczne rozwiązania zastosowane w lekkich samolotach sportowych.

---

## **Przybory, narzędzia, obrabiarki**

frezarka trzyosiowa CNC 3D, drukarka filamentowa 3D, piła do drewna, wkrętak, wiertarka stołowa, wiertarka ręczna, wiertło śr. 1.4, 1.7, 2.0, 2.8, 3.0, 4.0 i 6.5 mm oraz wiertło stożkowe do fazowania otworów, nożyczki, nóż introligatorski, ołówek, linijka, pistolet do kleju na gorąco (z zapasem kleju), pilnik płaski, kostka do szlifowania nr 100.

---

## **Materiały (komplet na jeden zestaw)**

- listwa drewniana 10 x 50 mm, długość docelowa 300 mm,
  - pręt drewniany o średnicy 10 mm, długość docelowa 190 mm,
  - pręt drewniany o średnicy 6 mm, długość docelowa 140 mm i 210 mm,
  - elementy wykonane w technologii druku 3D: wsporniki nośne, przegub główny, kątownik steru wysokości, ostoja orczyka, dźwignia lotek, dźwignia steru kierunku, uchwyt podskrzydłowy ciągną przechyłu,
  - drut stalowy o średnicy 1.5 mm, docelowo 4 odcinki po 250 mm długości każdy,
  - patyczek od lodów długości 110 mm - 3 sztuki,
  - śruba M3/12 z nakrętką - 2 sztuki,
  - śruba M3/16 z nakrętką - 2 sztuki plus dodatkowa nakrętka,
  - śruba M3/30 z nakrętką - 2 sztuki,
  - śruba M3/40 z nakrętką,
  - wkręt do drewna 3/25 - 2 sztuki,
  - tektura introligatorska o grubości 1.5 mm,
  - gumowe krążki o średnicy 6 mm z otworem 1 mm - 6 sztuk,
  - komplet elementów graficznych (elementy modelu sylwetkowego) wydrukowanych w technologii druku cyfrowego.
- 

## Prace przygotowawcze

- projekty elementów modelu w środowisku CAD: wsporniki nośne, przegub główny, kątownik steru wysokości, ostoja orczyka, dźwignia lotek, dźwignia steru kierunku, uchwyt podskrzydłowy,
  - druk próbny elementów,
  - testowanie na modelu prototypowym i ewentualne korekty,
  - druk skorygowanych elementów modelu,
  - opracowanie elementów graficznych modelu,
  - wydruk cyfrowy elementów graficznych płatówca,
  - przymiarki na gotowych elementach modelu prototypowego,
  - wprowadzenie ewentualnych korekt wymiarowych.
-

## Zajęcia warsztatowe, montaż

- przycinanie listwy drewnianej podstawy 10 x 50 mm do długości 300 mm;
- zaznaczanie na elementach miejsc wiercenia otworów, rozstaw w ciągu licząc od prawej strony (krawędź krótszego boku) - 10 mm (montaż wspornika ostoi drążka), 60 mm (oś orczyka), 170 mm (montaż wspornika dla kątownika steru wysokości), 32 mm (montaż wspornika pionowego);
- wiercenie otworów w zaznaczonych miejscach;
- przycinanie pręta drewnianego o średnicy 10 mm do długości 190 mm (wspornik pionowy);
- zaznaczanie na elemencie miejsc wiercenia otworów;
- wiercenie otworów w zaznaczonych miejscach;
- przycinanie pręta drewnianego o średnicy 6 mm do długości 140 mm (drażek) i 210 mm (wał łączący);
- zaznaczanie na drążku miejsc wiercenia otworów - otwór na montaż cięgna - 5 mm od końca, otwór na oś obrotu - 30 mm od otworu cięgna);
- wiercenie otworów w zaznaczonych miejscach;
- montaż drążka w elemencie ostoi przy pomocy śruby M3/30;
- wycinanie i klejenie modelu sylwetkowego samolotu;
- wycinanie z tektury formatki o wymiarach 80 x 300 mm, przyklejanie do listwy podstawy;
- montowanie wsporników na podstawie;
- montowanie kątownika steru wysokości we wsporniku;
- montowanie dźwigni lotek na końcu wału łączącego;
- zaznaczanie i wiercenie otworów w patyczku do lodów/orczyku;
- montowanie orczyka na podstawie;
- wsunięcie wału do otworu we wsporniku i połączenie go z ostoją drążka (konstrukcja powinna dać się obracać we wspornikach, ale nie za luźno);
- montowanie modelu sylwetkowego samolotu w szczękach przegubu przy pomocy śruby M3/12;
- montowanie przegubu przy pomocy śruby M3/30;
- montowanie modelu sylwetkowego samolotu na wsporniku pionowym;
- montowanie dźwigni orczyka do wspornika pionowego;
- montowanie zespołu na podstawie przy pomocy śruby M3/40, po instalacji wspornik z modelem samolotu powinien swobodnie, ale z lekkim oporem, obracać się wokół osi pionowej;
- przygotowanie cięgien z drutu stalowego;
- montowanie cięgien pomiędzy przyrządami sterującymi a płatowcem i dźwigniami;

- zabezpieczenie końcówek cięgien gumowymi krążkami;
  - testowanie i uruchamianie zmontowanego modelu;
  - komentarze i dyskusja w grupie zajęciowej, omawianie realizowanego modelu i problemów technicznych napotkanych podczas pracy.
- 

## EKSPRYMENTUJEMY

Ruchy drążka i orczyka w prawdziwym samolocie lub szybowcu przenoszone są za pomocą cięgien i przegubów na powierzchnie sterowe (w nowoczesnych konstrukcjach, zwłaszcza dużych maszynach pasażerskich, przeniesienie napędu realizują bardziej skomplikowane urządzenia, np. serwomechanizmy albo siłowniki hydrauliczne). Ich wychylenie się powoduje konkretny ruch samolotu lub szybowca. Model pozwala na zapoznanie się z zasadami działania klasycznego układu sterowania lotem płatowca. Na uproszczonym, ale działającym schemacie można zobaczyć podstawowe przyrządy, jakimi dysponuje pilot w kabinie, i jak za ich pomocą można wpływać na lot samolotu, np.: skręt samolotu w prawo - przechylamy drążek w prawo i naciskamy prawy pedał orczyka. Samolot przechyla się na prawe skrzydło, a ster pionowy kieruje samolot w prawą stronę. Podczas startu lub zwiększania wysokości - ciągniemy drążek ku sobie (w tył kadłuba), a wychylenie steru wysokości powoduje wznoszenie samolotu. Przy lądowaniu lub zmniejszaniu wysokości - popychamy drążek do przodu, a wtedy ster wysokości powoduje opadanie samolotu.

Ze względu na dydaktyczny charakter eksponatu, elementy awioniki zostały znacznie uproszczone i nie są ruchome jak w prawdziwym samolocie lub szybowcu. Model ma jedynie symulować reakcje płatowca w locie na ruchy przyrządów sterowniczych.

---

*Do wygenerowania dokumentu użyto ustawienia 100% wielkości czcionki podstawowej: 12pt  
Można to zmienić w opcji Ustawienia.*

*(C) 2025 ArsScientia*