

VIII. ZASADY LOTU

Mechanizm powstawania siły nośnej i prawo Bernouli'ego.

Czynniki wpływające na powstawanie siły nośnej.

Opory aerodynamiczne.

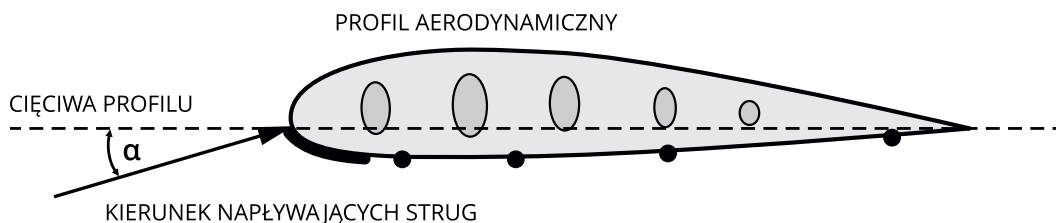
Biegunowa prędkości i jej elementy.

Przecignięcia.

Zasady sterowania i wykonywania zakrętów.

Siły działające na paralołnie w różnych stanach lotu.

Lot jest ruchem względem powietrza. W związku z tym na obiekt poruszający się w powietrzu działają siły aerodynamiczne. Skrzydło uzyskuje siłę nośną dzięki specyficznemu kształtowi profilu aerodynamicznego skrzydła (rys.).



Powietrze opływając profil musi pokonać większą drogę przemieszczając się po górnej powierzchni skrzydła, co powoduje spadek ciśnienia na górnej powierzchni skrzydła i jest to zjawisko opisane przez prawo Bernouli'ego. To podciśnienie wytwarza siłę nośną. **Rozkład siły nośnej na powierzchni skrzydła paralołni wykazuje maksimum w okolicy jednej trzeciej profilu, licząc od krawędzi natarcia.**

Wytwarzana siła nośna zależy także od kąta natarcia. **Kątem natarcia nazywamy kąt zawarty pomiędzy linią kierunku strug opływających skrzydła, a średnią cięciwą skrzydła. Mówiąc prościej, kątem natarcia nazywamy kąt zawarty pomiędzy cięciwą skrzydła, a kierunkiem napływających strug.** Zwiększenie kąta natarcia stosujemy przy lądowaniu, aby wyhamować prędkość postępową paralołni. Nie można zwiększać kąta natarcia powyżej pewnej granicy. **Tą granicą jest krytyczny kąt natarcia, czyli kąt przy którym paralołnia „traci” strugi na całej górnej powierzchni skrzydła. Oderwanie strug powietrza od powierzchni skrzydła jest prowokowane świadomie przez pilota podczas lądowania.**

Ponieważ na górnej powierzchni skrzydła jest niższe ciśnienie niż na dolnej, to na końcówce skrzydła te ciśnienia ulegają wyrównaniu powodując powstanie oporu indukowanego. **Opór indukowany powstaje w wyniku wyrównywania ciśnień pomiędzy górą i dołem skrzydła na jego końcówkach.** Jest to jeden z głównych oporów skrzydła. **Redukcję oporu indukowanego na płacie nośnym, uzyskuje się m.in. przez zwiększenie wydłużenia płata.** Opór indukowany jest tym większy, im końcówka skrzydła jest szersza. Inne elementy paralołni też wytwarzają opór. **Opór stawiany przez wszystkie linki, jak również opór stawiany przez pilota wraz z uprzężą, nazywamy oporem szkodliwym.**

Siła nośna i siła oporu zależą od gęstości powietrza i prędkości oraz kształtu opływanych przez powietrze elementów. **Siła nośna skrzydła (profilu aerodynamicznego) zależy od gęstości powietrza. Gdy gęstość powietrza spada (wzrost wysokości, temperatury), siła nośna maleje. Gdy prędkość paralołni rośnie, to rośnie opór aerodynamiczny. Opór powietrza zależy od powierzchni skrzydła, gęstości powietrza i prędkości lotu.** Opór zależy też od kształtu obiektu, który jest opływany przez powietrze. Każdy kształt ma swój własny współczynnik oporu.

Współczynnik jest wartością stałą i nie zależy od wielkości obiektu, ani prędkości opływu powietrza. Płaska płyta umieszczona w poprzek przepływu powietrza, będzie miała duży współczynnik oporu powietrza. Profil lotniczy ma mały współczynnik oporu powietrza. **Gdy prędkość zmieni się dwukrotnie, współczynnik oporu ciała o dowolnym kształcie, nie ulegnie zmianie.**

W miarę wzrostu prędkości, wszystkie siły aerodynamiczne rosną do kwadratu. **Gdy prędkość urządzenia latającego wzrośnie dwukrotnie, opór powietrza wzrośnie czterokrotnie.** Pilot, prędkość paralotni w powietrzu, może zmieniać za pomocą linek sterówkowych, a poza tym speedsystemem oraz trymerami. Paralotnia posiada kilka charakterystycznych prędkości.

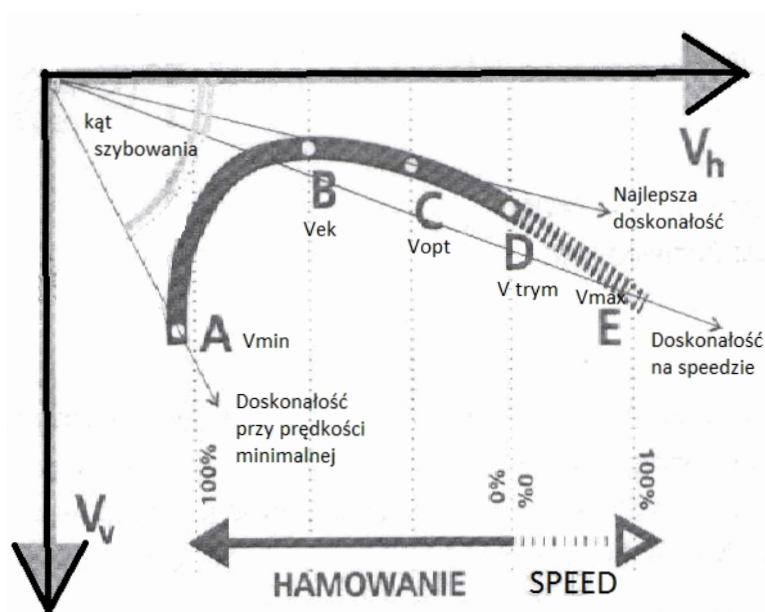
Do konkretnych prędkości charakteryzujących własności lotne paralotni należą:

- 1) prędkość minimalnego opadania (prędkość ekonomiczna);
- 2) prędkość największej doskonałości (prędkość optymalna);
- 3) prędkość minimalna;
- 4) prędkość maksymalna.

Przy luźnych linkach sterowniczych paralotnia leci z prędkością trymową. Poprzez zaciągnięcie obu linek sterowniczych paralotnia leci wolniej. Gdy te poszczególne prędkości umieści się na wykresie zależności prędkości lotu od prędkości opadania i połączymy te punkty linią, otrzymamy krzywą biegunową.

Paralotnia, w locie swobodnym, cały czas opada względem powietrza z prędkością około 1 m/s i porusza się do przodu z prędkością około 10 m/s. To są prędkości dla paralotni lecącej z luźnymi linkami sterowymi. Zaciągnięcie sterówek spowoduje początkowo spadek prędkości poziomej oraz prędkości opadania, ale dalsze zaciąganie sterówek spowoduje dalszy spadek prędkości poziomej i wzrost opadania, aż do osiągnięcia prędkości przeciągnięcia. Przy luźnych linkach sterowych, paralotnia przyspieszy jeśli pilot wciśnie przyspieszacz lub odpuści tryмеры. Paralotnia będzie przyspieszać, aż do osiągnięcia prędkości maksymalnej.

Z krzywej biegunowej możemy także odczytać jaka jest doskonałość skrzydła. **Doskonałość jest to ilość kilometrów, które paralotnia przeleci z wysokości jednego kilometra.** Paralotnie rekreacyjne mają doskonałość około 8, a paralotnie wyczynowe około 11.



Sterówki służą także do zakręcania. Zakręty paralotnią wykonuje się poprzez przeniesienie ciężaru ciała na stronę, w którą zakręcamy oraz umiarkowane zaciągnięcie sterówki po tej samej stronie. Aby nie przeciągnąć skrzydła, podczas normalnych manewrów, nie zaciągamy sterówek poniżej piersi.

W zakręcie skrzydło pochyla się do wnętrza zakrętu, a pilot jest wyrzucany na zewnątrz poprzez siłę odśrodkową. Im ciaśniejszy zakręt, tym pilot wyrzucany jest mocniej na zewnątrz i mocniej odczuwa działanie siły odśrodkowej.

Używając sterówek, oprócz zmiany kąta natarcia i prędkości, można powodować ruchy skrzydła w przestrzeni. **Obrót aparatu latającego wokół osi pionowej, nazywa się odchyleniem.** Uzyskuje się je poprzez zaciągnięcie jednej sterówki. Obrót wokół osi podłużnej to przechylenie (z punktu widzenia pilota: lewo-prawo), a wokół osi poprzecznej to pochylenie (z punktu widzenia pilota: przód-tył).

Jeżeli będziemy mocno i umiejętnie ciągnęli za jedną sterówkę to doprowadzimy do spirali. **Spiralą nazywamy taki stan lotu, w którym paralotnia obraca się wokół osi pionowej.** Musi być przy tym skierowana krawędzią natarcia w kierunku ziemi. Spirala służy do szybkiego wytracenia wysokości.

Pilot może ciągnąć nie tylko z linki sterówkowe. Może także ciągnąć za linki nośne z różnych rzędów deformując w ten sposób profil paralotni. Niektóre z tych deformacji można wykorzystać do wytracania wysokości. Na przykład można ciągnąć za najbardziej skrajne linki z rzędu A, co doprowadza do tzw. założenia uszu. Można też ciągnąć za całe taśmy.

Pociągnięcie za taśmy rzędu B doprowadza do B-sztala. **B-stall służy do uzyskania większego opadania. Wykonujemy go zaciągając taśmy rzędu B, ale może być stanem mało stabilnym i dlatego wymaga przy stosowaniu dużej ostrożności.**