

JERZY DOMICZ
LECH SZUTOWSKI

**PODRĘCZNIK
PILOTA SAMOLOTOWEGO**



POZNAŃ 1998

WYDANIE DRUGIE ROZSZERZONE

WSTĘP

Literatura lotnicza w Polsce zdominowana jest przez wydawnictwa o charakterze technicznym, albumowym oraz słownikowo-encyklopedycznym. Niedostatek natomiast występuje w zakresie literatury podręcznikowej powszechnie dostępnej mówiącej o praktyce lotniczej, o wykonywaniu lotów. Fakt ten wynika po części z sytuacji, że szkolenie lotnicze odbywa się wewnątrz określonych struktur organizacyjnych (wojsko, aerokluby, "LOT") i tam w zasadzie powstają materiały szkoleniowe niejako na wewnętrzny użytek. Brak uniwersalnej literatury do szkolenia lotniczego bierze się jeszcze dodatkowo z faktu, że praktykę lotniczą mogą opisać, w zasadzie piloci, którzy z reguły niechętnie chwytają za pióro. W nowej sytuacji stosunków międzynarodowych, po likwidacji wielu ograniczeń w ruchu lotniczym i przy powszechnie możliwym kontakcie z nową techniką na świecie widać dopiero jaki dystans dzieli naszych pilotów lotnictwa ogólnego od poziomu przyjętego w Europie za normalny. Dotyczy to zwłaszcza lotów w ruchu kontrolowanym z wykorzystaniem korespondencji w obowiązującym języku angielskim. Bardzo dobre wyszkolenie pilotażowe krajowych pilotów "małego lotnictwa" musi być w krótkim czasie uzupełnione właśnie o te elementy, które do tej pory zarówno z powodów organizacyjnych jak i poziomu technicznego samolotów nie mogły być należycie rozwinięte przez ogół pilotów. Temu też celowi, zdaniem autorów, powinno służyć niniejsze wydawnictwo.

Głównym założeniem opracowania jest rozwiązywanie w praktyce problemów związanych z wykonywaniem lotów, pokazanie jednego ze sposobów lądowania na lekkich samolotach oraz przybliżenie realiów w jakich z pewnością znajdzie się wielu polskich lotników, i to już niedługo, wykonując loty nad obszarami innych państw.

Niektórych materiałów zawartych w tym opracowaniu (głównie mapy) nie można bezkrytycznie wykorzystywać w praktyce lotniczej ze względu na ich terminową aktualność – należy z nich korzystać jedynie w celach poznawczych, szkoleniowych.

W podręczniku w znacznym stopniu zastosowano słownictwo angielskie, co powinno przyczynić się do ułatwienia korzystania z materiałów w tym języku. Dużą trudność stanowi jednak brak oficjalnej jednolitej polskiej terminologii lotniczej. Z tego powodu nazewnictwo użyte w podręczniku może niekiedy być nieco odmienne od dotychczas stosowanego w innych publikacjach. Podręcznik przeznaczony jest dla pilotów samolotowych począwszy od poziomu wyszkolenia podstawowego. Każdy rozdział stanowi w zasadzie odrębną całość.

Autorzy dziękują wszystkim kolegom-pilotom, których rady, uwagi i pomoc były cennym wkładem w powstanie tego opracowania.

Zdając sobie sprawę z niedoskonałości opracowania autorzy liczą na wyrozumiałość czytelników, a wszystkie nadesłane uwagi będą rozpatrzone z należyłą uwagą i wnikliwością.

UWAGI DO WYDANIA DRUGIEGO

Pierwsze wydanie "Podręcznika pilota samolotowego" spotkało się z dobrym przyjęciem przez czytelników. Otrzymał on też pochlebne recenzje ze strony wybitnych specjalistów szkolenia lotniczego.

Pierwsze wydanie stosunkowo szybko zniknęło z rynku fachowej literatury lotniczej.

Oddając do rąk czytelników drugie wydanie "Podręcznika" wychodzimy naprzeciw istniejącemu zapotrzebowaniu na tego typu literaturę. Wydanie to zostało częściowo uzupełnione. Dodano cały rozdział poświęcony głównie eksploatacji samolotu. Uwypuklone zostały elementy praktycznego szkolenia lotniczego.

Mamy nadzieję, że obecne wydanie "Podręcznika pilota samolotowego" zostanie przyjęte równie życzliwie jak pierwsze, zarówno przez tych, którzy dopiero zapoznają się z pilotażem samolotu jak i tych, dla których "Podręcznik" jest kontynuacją ich edukacji lotniczej.

Autorzy

1. AERODYNAMIKA I MECHANIKA LOTU

1.1. SIŁA NOŚNA

Sposób powstawania siły nośnej na skrzydle samolotu, oraz rozkład pozostałych sił na skrzydle ma decydujący wpływ na osiągi i charakterystyki każdego samolotu.

Siła nośna zależy od kształtu profilu skrzydła, kąta natarcia (α), pod którym skrzydło jest ustawione do napływających strug powietrza, ciśnienia dynamicznego przepływu (a więc gęstości i prędkości przepływającego powietrza) oraz od powierzchni skrzydła.

Zależności te przedstawia wzór:

$$P_z = c_z \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S \quad (1)$$

gdzie: P_z – siła nośna (kG);

c_z – współczynnik siły nośnej (bezwymiarowy, określany doświadczalnie, zależy od kształtu oraz ustawienia względem opływu);

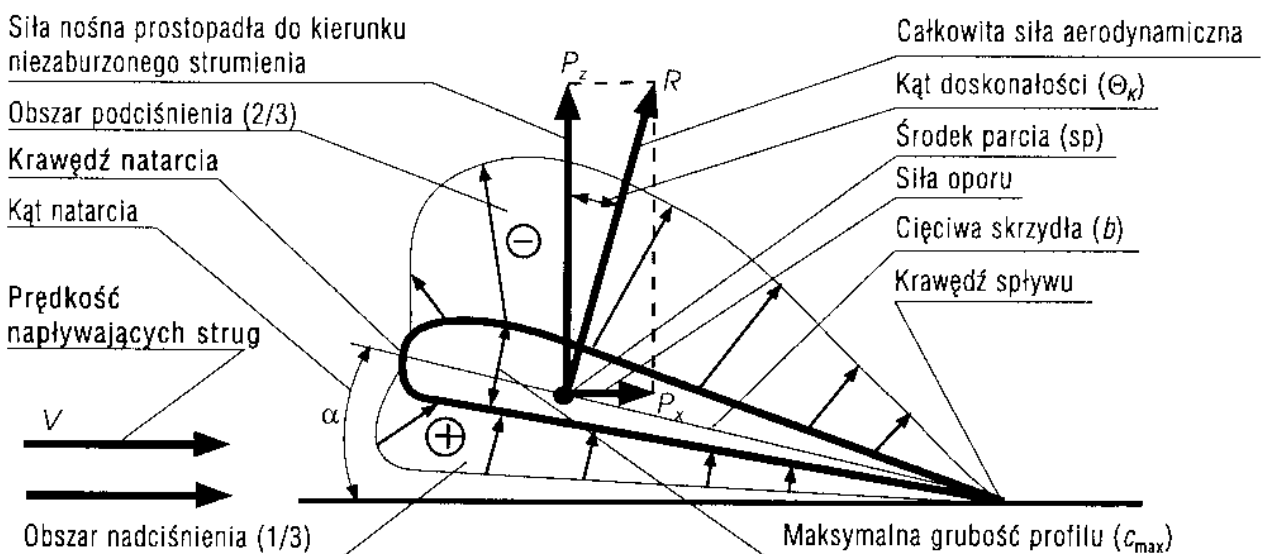
ρ – gęstość powietrza ($\text{kG} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$) (wg międzynarodowej atmosfery wzorcowej – na wysokości 0 m przy temperaturze $+15^\circ\text{C}$ wynosi $0,1249 \text{ kG} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$);

V – prędkość przepływu powietrza (m/s);

S – powierzchnia skrzydła (m^2).

Przy założeniu, że: $S = 30 \text{ m}^2$, $V = 180 \text{ km/h}$ (50 m/s), $\rho = 0,125 \text{ kG} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$, $c_z = 0,7$ siła nośna wynosić będzie 3281 kG .

Graficznie, rozkład sił oraz charakterystyczne elementy na profilu skrzydła przedstawić można następująco (rys. 1):



Względna grubość profilu $\bar{c} = \frac{c_{max}}{b} \cdot 100\%$ (np. dla samolotu AN-2 $\bar{c}$ wynosi 14%)

Rys. 1. Rozkład sił aerodynamicznych oraz podstawowe elementy profilu skrzydła

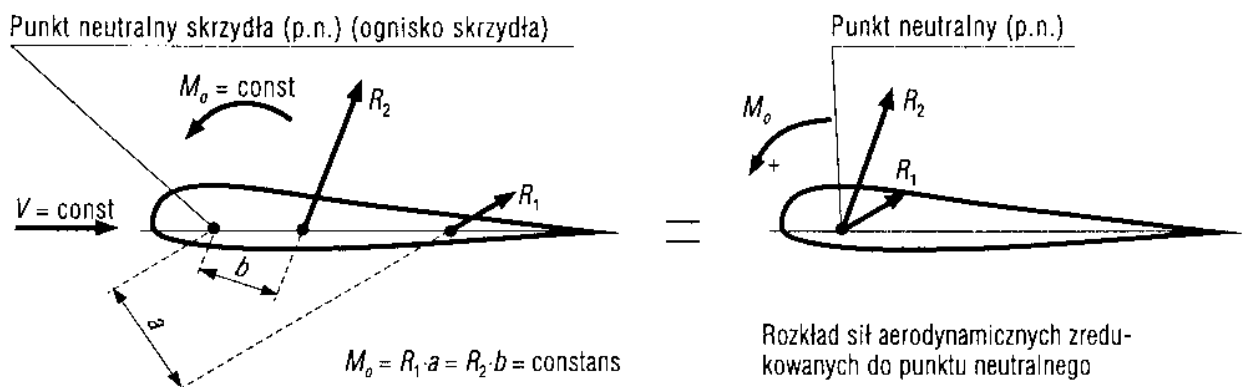
1.2. PUNKT NEUTRALNY SKRZYDŁA I SAMOLOTU

Środek parcia (ś.p.) przy zmianie kąta natarcia (α) przemieszcza się wzdłuż cięciwy w sposób zależny od kształtu profilu.

Dla **profilu symetrycznych** środek parcia, prawie w całym użytkowym zakresie kątów natarcia, **nie zmienia** swego położenia i nie daje w związku z tym dodatkowego momentu.

Dla **profilu w kształcie litery "S"** tzw. samostatecznych, z podgiętą do góry krawędzią spływu, przy wzroście kątów natarcia środek parcia przesuwają się do tyłu, co określamy jako **odwrotną wędrówkę środka parcia**, a powstający moment jest zadzierający.

Dla **profilu niesymetrycznych** (ze względów praktycznych najważniejszych), ze wzrostem kątów natarcia, środek parcia przesuwa się do przodu, co określamy jako **normalną wędrówkę środka parcia**. Ze zmianą położenia środka parcia zmienia się także wielkość i kierunek siły aerodynamicznej. Zmiany te głównie powodują powstanie momentu pochylającego krawędź natarcia ku dołowi. Na profilu można wyznaczyć jeden taki punkt, względem którego momenty sił aerodynamicznych są wielkością stałą, przy stałej prędkości lotu w dużym zakresie kątów natarcia. Punkt ten nazywamy **punktem neutralnym skrzydła** (p.n.) (czasem w literaturze występuje też określenie równoznaczne – "ognisko skrzydła"). Położenie punktu neutralnego skrzydła na profilu ilustruje rys. 2.



Rys. 2. Położenie punktu neutralnego skrzydła (ogniska) na profilu:
 M_o – moment aerodynamiczny towarzyszący sile aerodynamicznej

Punkt neutralny skrzydła może być traktowany także jako punkt przyłożenia tylko samych **przyrostów** siły nośnej skrzydła, powstałych w wyniku zmiany kąta natarcia. Analogicznie rzecz ma się z usterzeniem poziomym, które również ma swój punkt neutralny.

Punkt przyłożenia wypadkowej przyrostu siły nośnej skrzydła i usterzenia poziomego przy zmianie kąta natarcia nazywa się **punktem neutralnym samolotu** (ogniskiem samolotu). Ze względu na różnice powierzchni, przyrost siły nośnej na skrzydle jest zawsze większy niż na usterzeniu poziomym i z tego powodu punkt neutralny samolotu znajduje się w większości na cięciwie skrzydła. Zakres i charakter zmian położenia punktu neutralnego ma decydujące znaczenie przy określaniu stateczności podłużnej samolotu.

1.3. URZĄDZENIA ZWIĘKSZAJĄCE SIŁĘ NOŚNĄ

Pilot bezpośrednio może operować dwoma parametrami ze wzoru na siłę nośną (1) tj. kątem natarcia (odzwierciedlonym przez c_z) i prędkością (V).

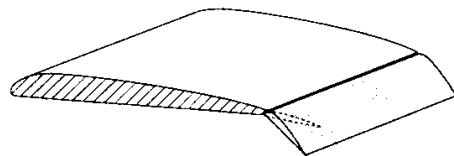
Może także wpływać na charakter opływu skrzydła, a nawet jego powierzchnię (S), poprzez odpowiednie użycie powszechnie stosowanych urządzeń zwiększających siłę nośną, budowanych na krawędzi natarcia (skrzela i klapy przednie) i krawędzi spływu (klapy tylne).

1.3.1. Klapy tylne

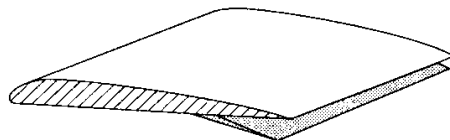
Klapy tylne są to urządzenia powszechnie stosowane, które zwiększają wysklepienie profilu oraz przesuwają siłę nośną w stronę krawędzi spływu. Są użyteczne ponieważ pozwalają zwiększyć stopień zniżania bez przyrostu prędkości lotu, zwiększają współczynnik c_z , (niekiedy nawet o 100%), oraz zmniejszają prędkość minimalną, ale niestety także zmniejszają krytyczny kąt natarcia (o około $3^\circ - 5^\circ$).

Na samolotach lotnictwa ogólnego spotykamy głównie 4 rodzaje klap tylnych.

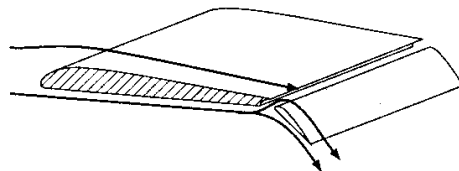
1.3.1.1. Klapy zwykłe – najprostsze spośród wymienionych. Powodują przyrost c_z oraz znaczny wzrost oporu, przesuwają siłę nośną do tyłu, przez co powodują powstanie momentu nurkującego.



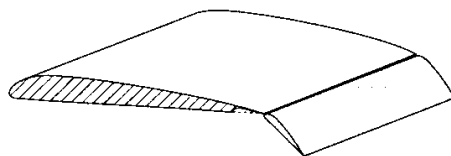
1.3.1.2. Klapy krokodylowe – odchylają dolną powierzchnię w pobliżu krawędzi spływu. Powodują nieznacznie większy przyrost c_z , niż klapy zwykłe. Przyrost oporu jest również znaczny, powodowany dużą turbulencją powstającą za krawędzią spływu.



1.3.1.3. Klapy szczelinowe – powodują również znaczny przyrost siły nośnej jak poprzednie. Poprzez przepływ strumienia, z dolnej części skrzydła nad górną kłapy, opóźniony zostaje moment oderwania strugi, a bardziej odchylona w dół struga dodatkowo zwiększa c_z . Ten typ klap zastosowano między innymi na AN-2.



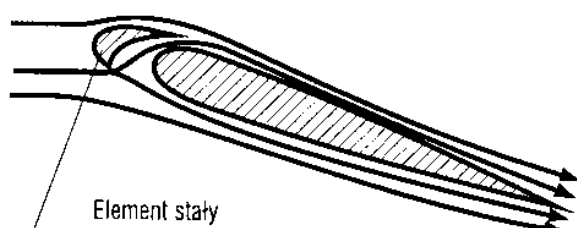
1.3.1.4. Klapy Fowlera – spośród wymienionych są najbardziej efektywne. Oprócz wysklepienia profilu, poprzez wysunięcie klapy do tyłu zwiększają także powierzchnię skrzydła. Kombinacja tych dwóch czynników daje znaczny przyrost siły nośnej, przy porównywalnie niewielkim wzroście oporu.



1.3.2. Urządzenia supernośne na krawędzi natarcia skrzydła

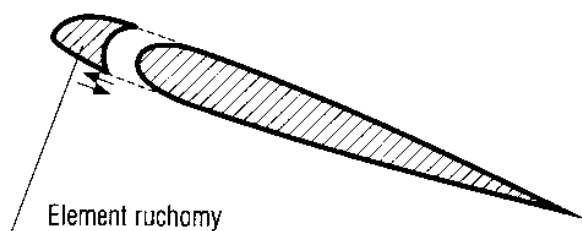
Na krawędzi natarcia umieszcza się zwykle skrzela lub kłapy przednie. Na samolotach lotnictwa ogólnego, kłap przednich raczej się nie stosuje. Są one stosowane zazwyczaj w dużych samolotach pasażerskich i wojskowych. Skrzela pozwalają zwiększyć w mniejszym stopniu c_z (średnio o około 30%) a w większym krytyczny kąt natarcia – o około $10^\circ - 15^\circ$.

1.3.2.1. Skrzela stałe – poprzez dodatkowy opływ górnej powierzchni



skrzydła – szczególnie na dużych kątach natarcia – zapobiegają przedwczesnemu oderwaniu strugi. Na małych kątach natarcia są nieprzydatne. Ten typ skrzeli zastosowano na samolocie „Wilga”.

1.3.2.2. Skrzela ruchome – działają tak jak stałe, ale na małych kątach



natarcia są w położeniu zamkniętym, przylegając do skrzydła, przez co nie powodują dodatkowego oporu. Otwarcie skrzeli może następować automatycznie – pod działaniem sił aerodynamicznych (tak jak na AN-2) lub ręcznie – według woli pilota. W praktyce w po-

szczególnych konstrukcjach samolotów łączone są różne rozwiązania konstrukcyjne, dla osiągnięcia celu jaki zakłada konstruktor.

1.4. OPÓR

Całkowity opór skrzydła składa się z:

- oporu indukowanego;
- oporu tarcia;
- oporu kształtu;
- oporu interferencyjnego;
- oporu szczelinowego;
- oporu falowego (na prędkościach większych od prędkości dźwięku).

Procentowy udział poszczególnych oporów zależy od:

- kształtu profilu;
- kształtu skrzydła (obrysu);
- prędkości lotu.

1.4.1. Kształt skrzydła (obrys)

Kształt skrzydła samolotu w podstawowym stopniu decyduje o jego przeznaczeniu. Szczególnie istotne ze względu na opór jest tzw. **wydłużenie**. Wydłużenie jest to stosunek rozpiętości skrzydła do jego średniej cięciwy,

lub też stosunek kwadratu rozpiętości do jego powierzchni. Wzorem można to przedstawić następująco:

$$\lambda = \frac{l}{SAC} \quad \text{lub} \quad \lambda = \frac{l^2}{S} \quad (2)$$

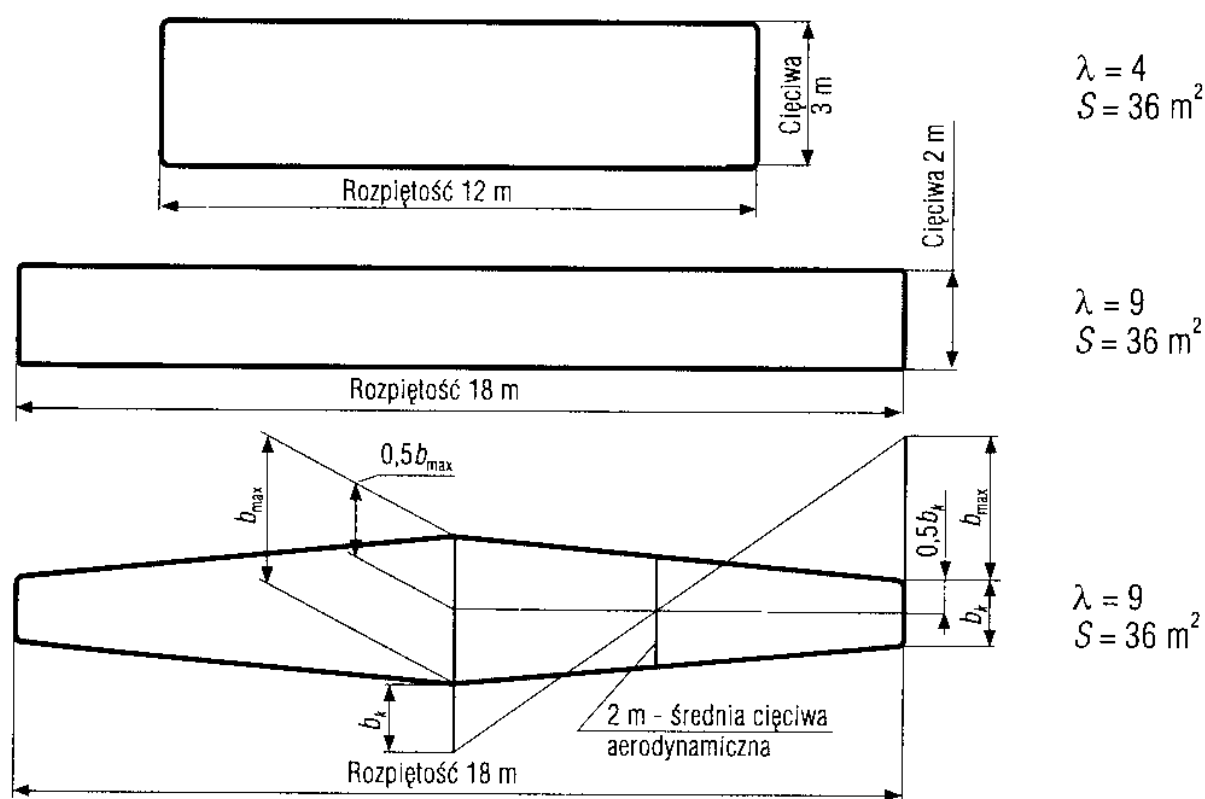
gdzie: λ – wydłużenie;

l – rozpiętość skrzydła;

SAC – średnia aerodynamiczna cięciwa;

S – powierzchnia skrzydła.

Skrzydło o tej samej powierzchni lub rozpiętości może mieć bardzo różny kształt – pokazuje to rys. 3.



Rys. 3. Wydłużenie skrzydła

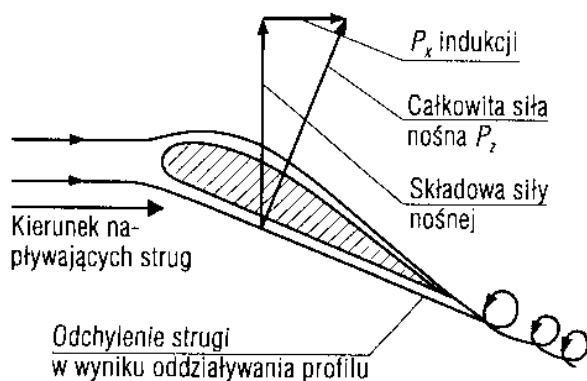
Skrzydła o kształcie prostokątnym są popularne w samolotach lotnictwa ogólnego ze względu między innymi na właściwość wcześniejszego oderwania strug u nasady skrzydeł niż w częściach zewnętrznych – co sygnalizuje zbliżanie się do krytycznych kątów natarcia przy zachowaniu jeszcze pełnej efektywności lotek.

1.4.2. Opór indukowany

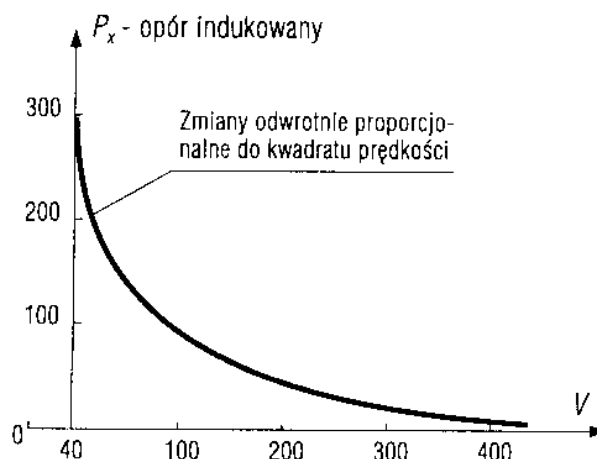
Opór indukowany jest to jedyny rodzaj oporu, który powstaje razem z powstaniem siły nośnej, a więc wiąże się także ściśle z jej wielkością oraz z obrysem skrzydła. Opór indukowany rośnie, gdy rośnie siła nośna, a więc

wzrastają kąty natarcia, powiększa się wówczas różnica ciśnień nad i pod skrzydłem, co powoduje bardziej intensywne wyrównywanie tych ciśnień poprzez opływ końcówek skrzydła, oraz wzrost zawirowań za skrzydłem. A więc, im skrzydło jest o większym wydłużeniu i ma mniejszą cięciwę na końcu, tym opływ końców jest mniej intensywny i mniejszy jest opór indukowany. Czyli przy małym wydłużeniu i dużych kątach natarcia, a więc i małych prędkościach opór indukowany jest duży. Dlatego szybowce latające z stosunkowo małymi prędkościami przy dużych współczynnikach c_z , a więc przy dużym udziale oporu indukowanego, dla jego zmniejszenia mają znacznie zwiększone wydłużenia skrzydeł. I odwrotnie, szybkie samoloty latające na małych kątach natarcia mają mały współczynnik oporu indukowanego, a więc mogą mieć skrzydła o mniejszym wydłużeniu.

Powstanie oporu indukowanego można też przedstawić jako wynik odgięcia do dołu strugi pod skrzydłem w wyniku tworzących się zawirowań, co w ślad za tym powoduje odchylenie siły nośnej do tyłu, dającej w efekcie dodatkowy wektor P_x indukcji – jak pokazano na rysunku 4.



Rys. 4. Powstawanie oporu indukowanego P_x



Rys. 5. Zależność oporu indukowanego od prędkości

1.4.3. Opór tarcia

Opór tarcia zależy od charakteru opływu w warstwie przyściennej. Jeśli opływ w warstwie przyściennej ma charakter laminarny – opór jest mały, jeśli turbulentny to opór tarcia jest duży. W celu zmniejszenia tego oporu stosuje się profile laminarne, oraz dużą gładkość powierzchni.

1.4.4. Opór kształtu

Opór kształtu jest wynikiem wirów powstających za opływającym ciałem, które powodują dodatkowy opór. Minimalizować ten opór można przez stosowanie, tam gdzie jest to możliwe, kształtów opływowych zbliżonych do kształtu kropli lub osłon niektórych elementów na samolocie jak: podwozia, anten, piasty śmigła.

1.4.5. Opór interferencyjny

Opór interferencyjny jest wynikiem oddziaływania na siebie poszczególnych elementów samolotu. Okazuje się, że suma oporów wszystkich części samolotu daje mniejszą wartość oporu niż samolot jako całość. Ten dodatkowy opór nazywa się interferencyjnym. Najsilniej interferencja występuje pomiędzy kadłubem a skrzydłem, a na samolotach wielosilnikowych także pomiędzy osłonami silników a skrzydłem. Opór ten można zredukować poprzez odpowiednie wyprofilowanie stykających się elementów lub przez właściwy układ i ich usytuowanie.

1.4.6. Opór szczelinowy

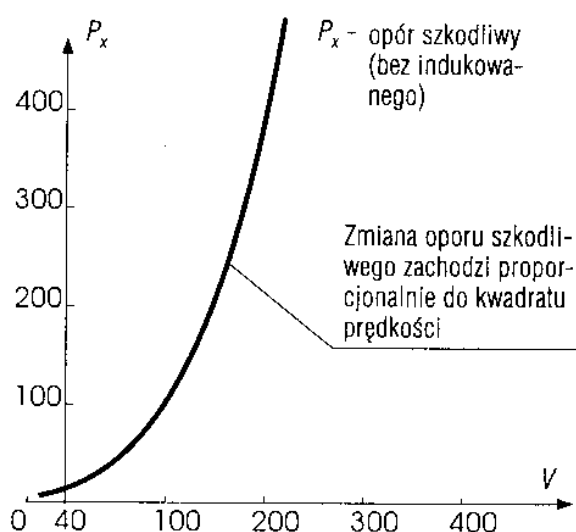
Opór szczelinowy wynika z zawirowań powstałych na skrzydle z powodu istniejących szczelin, przez które może dodatkowo następować wyrównywanie ciśnień. Może być usunięty poprzez eliminację szczelin na skrzydle.

1.4.7. Opór falowy

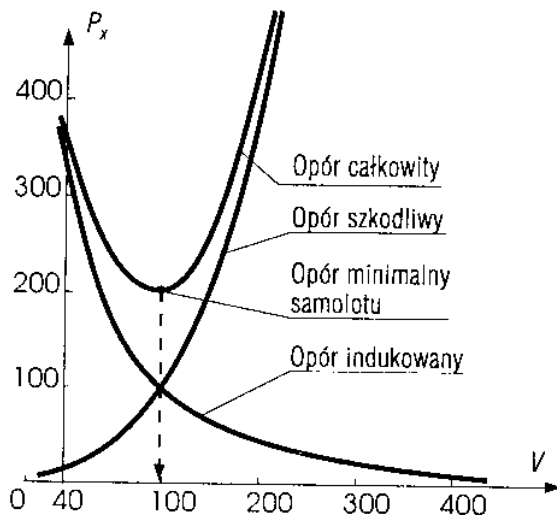
Opór falowy jest to dodatkowy rodzaj oporu pojawiający się na skrzydle z chwilą przekroczenia prędkości dźwięku przez samolot. Ze względu na specyfikę zagadnienia nie jest rozpatrywany w tym opracowaniu.

Uogólniając, można powiedzieć, że całkowity opór samolotu jest sumą wszystkich rodzajów oporu, natomiast dominującym składnikiem oporu przy małych prędkościach jest **opór indukowany**, a przy dużych pozostałe rodzaje oporu, czyli **opór szkodliwy**.

Do obliczania siły oporu służy ten sam wzór (1) co do obliczania siły nośnej, oczywiście z zamianą współczynnika siły nośnej c_z na współczynnik oporu c_x .



Rys. 6. Zależność oporu szkodliwego od prędkości



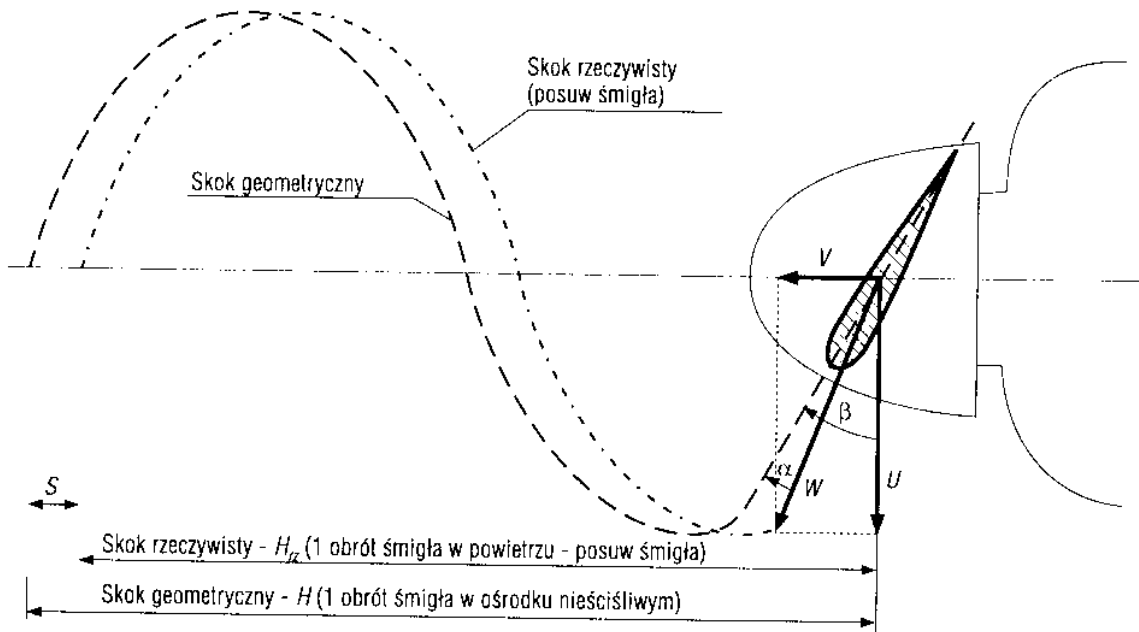
Rys. 7. Zależność oporu całkowitego samolotu od prędkości

Każda zmiana wartości oporu minimalnego samolotu powoduje zmniejszenie zasięgu lotu lub odległości szybowania. Zmniejszenie prędkości powoduje wzrost oporu indukowanego, a jej zwiększenie – wzrost oporu szkodliwego.

1.5. CIĄG

Ciąg (T) jest tą siłą wytwarzaną przez zespół śmigło-silnikowy (ZSS), która musi zrównoważyć opór samolotu. Jeżeli ciąg jest większy od oporu, to samolot będzie się rozpędzał, aż do momentu zrównoważenia tych sił. Mechanizm powstawania ciągu, jako jednej ze składowych siły aerodynamicznej na śmigło, jest analogiczny do zasady działania skrzydła. Jednak ruch śmigła jest znacznie bardziej skomplikowany, ponieważ oprócz ruchu postępowego z całym samolotem, śmigło wykonuje jeszcze ruch obrotowy, z tego też powodu śmigło ma zmienny profil oraz odpowiednie skrócenie geometryczne wzdłuż promienia.

1.5.1. Parametry aerodynamiczne śmigła



Rys. 8. Parametry aerodynamiczne śmigła:

S – poślizg śmigła; α – kąt natarcia; β – kąt ustawienia łopaty śmigła*; W – wypadkowa prędkość napływu strug powietrza; U – prędkość obrotowa śmigła; V – prędkość lotu
* – za kąt ustawienia łopaty śmigła, przyjmuje się kąt ustawienia elementu łopaty położonego w odległości 1000 mm od osi obrotu śmigła (niekiedy przyjmuje się wartość kąta ustawienia łopaty na odległości równej 0,7 promienia śmigła)

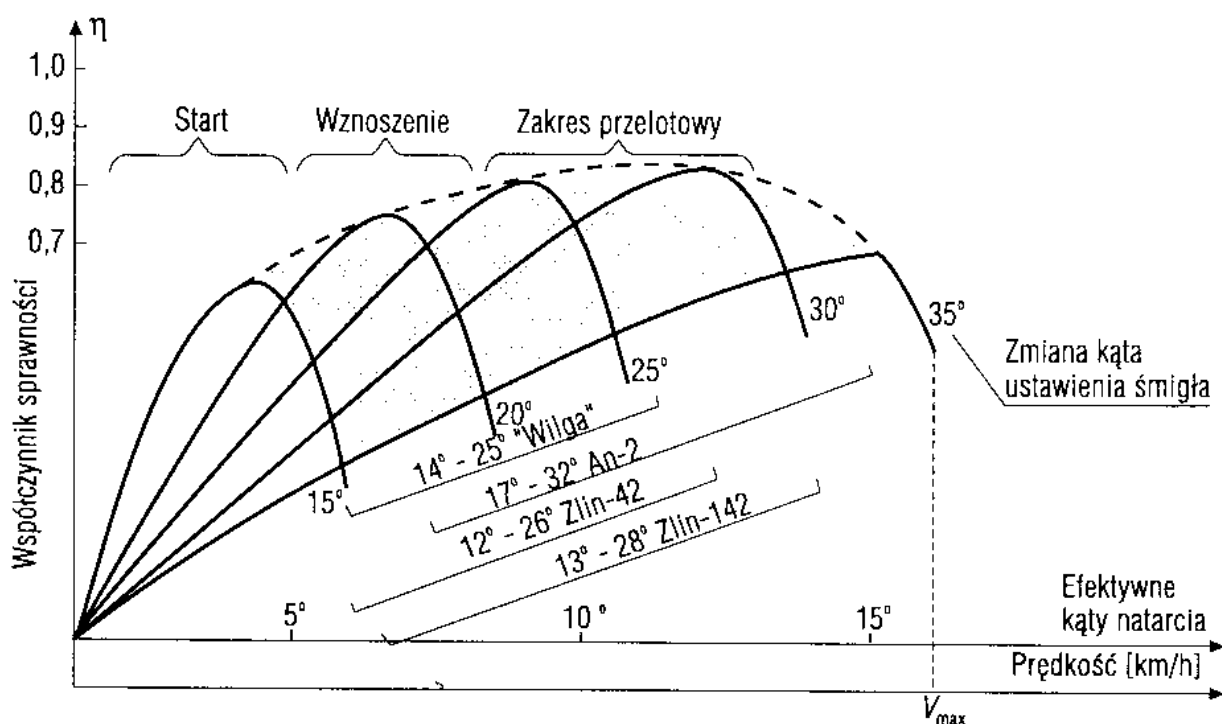
1.5.2. Sprawność śmigła. Śmigło przestawialne w locie

Sprawność śmigła (η) to stosunek pracy wykonywanej przez śmigło w postaci ciągu do pracy, pobieranej przez śmigło od silnika. Największą sprawność śmigło osiąga przy jednej określonej prędkości lotu. I tak na przykład dla samolotu AN-2 ze śmigłem AW-2 maksymalna sprawność śmigła wynosi 0,77 przy maksymalnej prędkości lotu wynoszącej 256 km/h. Oznacza to, że 77% mocy silnika zamienia się w moc użyteczną śmigła, a 23% zużywa się na pokonanie różnych oporów. Natomiast w dwóch przypadkach sprawność śmigła ma wartość zerową – gdy ciąg śmigła równa się zero i gdy posuw śmigła równa się zero.

Ciąg śmigła równa się zero przy bardzo dużej prędkości lotu, z zasady przekraczającej prędkości osiągalne przez samolot, gdy kąty natarcia osiągną wartości zerowe.

Natomiast posuw śmigła równa się zero, gdy prędkość lotu równa się zero, tzn. w praktyce przy próbie samolotu na ziemi, gdy istnieje tylko prędkość obrotowa. Aby zabezpieczyć wysoką sprawność śmigła na całym zakresie prędkości, od minimalnej do maksymalnej, stosuje się śmigła przestawialne w locie, gdyż pozwalają one poprzez zmianę kąta ustawienia, dostosować się do zmiennych wartości prędkości, a więc stale pracować w warunkach bliskich wartościom maksymalnej sprawności, na optymalnych kątach natarcia. Oznacza to w praktyce, że pilot może do startu ustawić śmigło na mały skok i wówczas śmigło działa najsprawniej (gdyż prędkości są nieduże), pozwalając skrócić start. Na wznoszeniu z kolei pilot zwiększa nieco skok śmigła i śmigło znów działa sprawnie na nieco większych prędkościach, co pozwala uzyskiwać duże prędkości wznoszenia. W locie poziomym pilot ustawia skok śmigła na jeszcze większy, co powoduje sprawne działanie śmigła przy dużych prędkościach.

Poszerzenie zakresu maksymalnych sprawności działania śmigła, przy różnych kątach ustawienia, pokazuje wykres na rys. 9.



Rys. 9. Praktyczny zakres zastosowania śmigła przestawialnego o stałej prędkości obrotowej

Dzięki zastosowaniu śmigła przestawialnego (na przykładzie samolotu An-2) uzyskano:

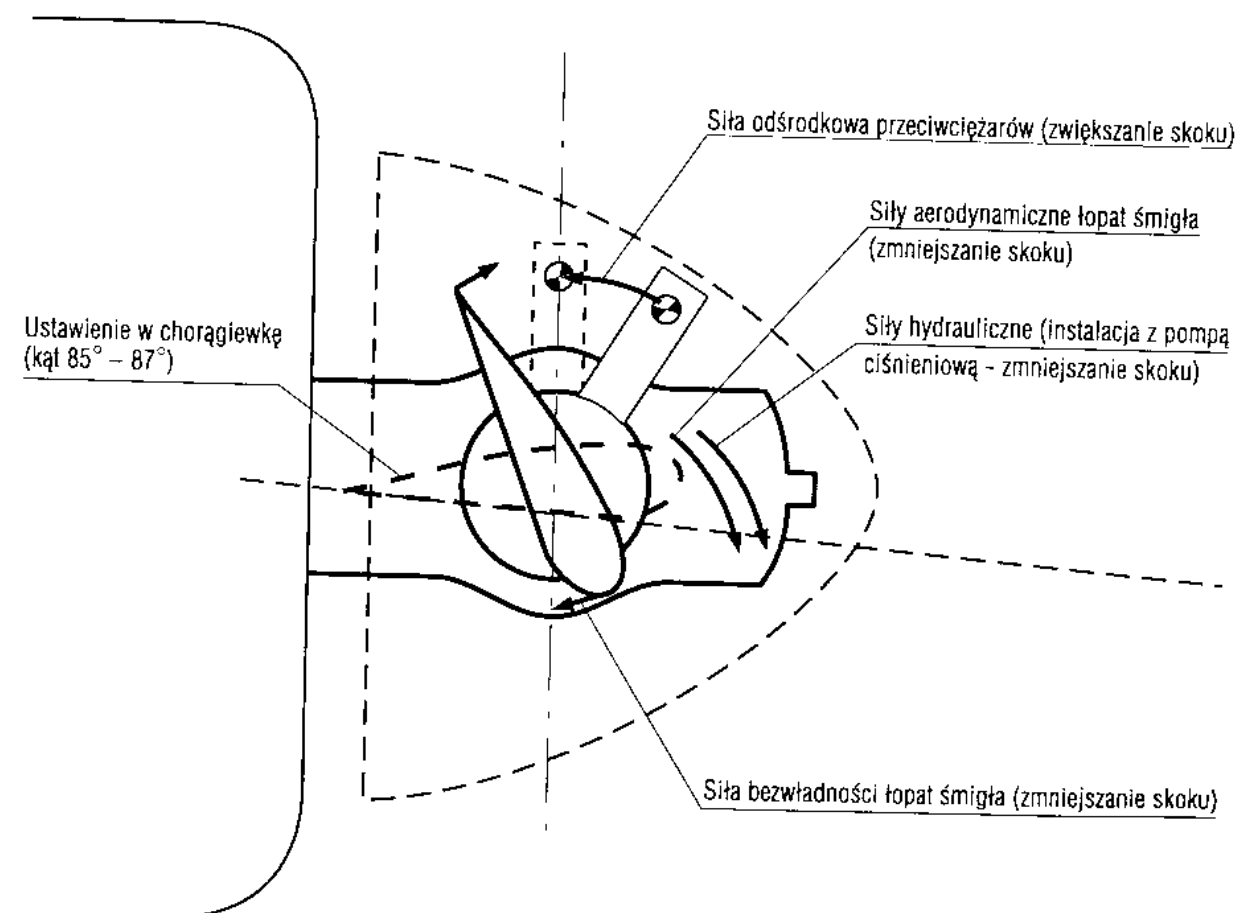
- skrócenie długości rozbiegu samolotu i zwiększenie prędkości wznoszenia pionowego – o 30 - 40%;
- zwiększenie pułapu i udźwigu – o 15%;
- zwiększenie zasięgu i długotrwałości – o 20%.

1.5.3. Zasada działania śmigła przestawialnego

W powszechnym rozumieniu skręt łopat śmigła w kierunku zwiększenia kąta ustawienia oznacza przestawienie śmigła na większy skok. W zależności od sposobu przestawiania łopat rozróżnia się następujące rodzaje śmigieł przestawianych hydraulicznie:

- o schemacie prostym – gdy do przestawiania na duży skok wykorzystuje się momenty sił odśrodkowych przeciwcieżarów, a na mały skok ciśnienie oleju (PZL-104 "Wilga", M-20 "Mewa", Jak-12);
- o schemacie podwójnym, gdy do przestawiania łopat na duży i mały skok wykorzystuje się ciśnienie oleju (An-2, Zlin-142);
- o schemacie odwróconym, gdy do przestawienia łopat na duży skok wykorzystuje się ciśnienie oleju, a na mały – moment sił odśrodkowych łopat śmigła (wg tego schematu działa samoprzestawialne śmigło samolotu Zlin-42).

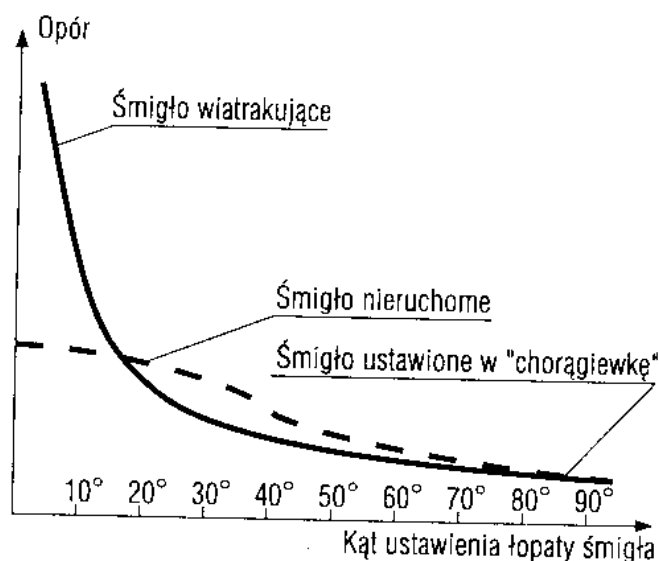
Niezależnie od sposobu hydraulicznego, śmigła mogą być przestawiane elektrycznie, mechanicznie lub aerodynamicznie.



Rys. 10. Układ sił biorących udział w sterowaniu śmigłem przestawialnym wg prostego schematu działania

Niektóre konstrukcje śmigieł (np. Hartzell) umożliwiają pilotowi, w przypadku defektu silnika, ustawienie łopat śmigła w "chorągiewkę" tzn. na tak duży kąt (zwykle w granicach $80^\circ - 87^\circ$), że śmigło nie ma możliwości wiadrakowania i dlatego opór śmigła jest minimalny. Jest to bardzo istotne w przypadku samolotów dwusilnikowych, dla zachowania sterowności. Śmigło przestawialne może być wykorzystane też do wytwarzania ujemnego ciągu zwanego rewersem, o ile istnieje możliwość przestawiania łopat na ujemne kąty β . Śmigła takie mają zastosowanie szczególnie do skracania dobiegu po lądowaniu samolotu, oraz do manewrowania na miejscach postoju na lądzie lub wodzie (możliwość kołowania do tyłu).

Zalety śmigła z możliwością przestawiania w "chorągiewkę", w przypadku defektu silnika, pokazuje wykres na rys. 11.

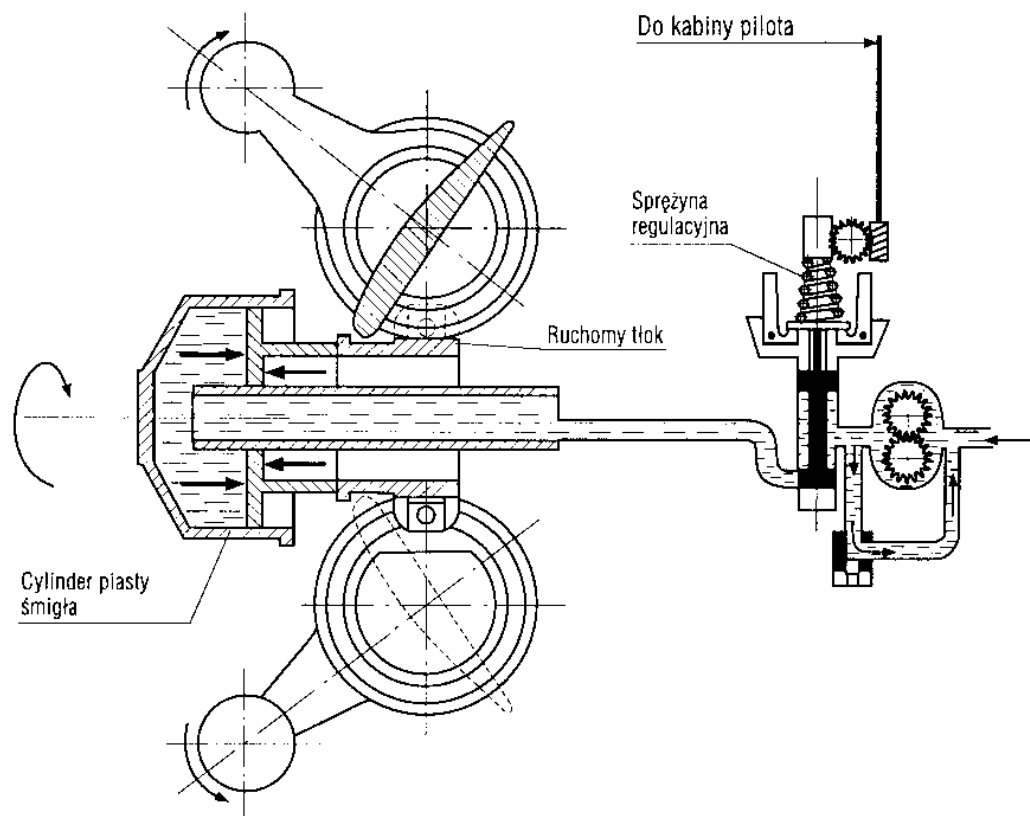


Rys. 11. Wielkości oporu śmigła w zależności od jego kąta ustawienia

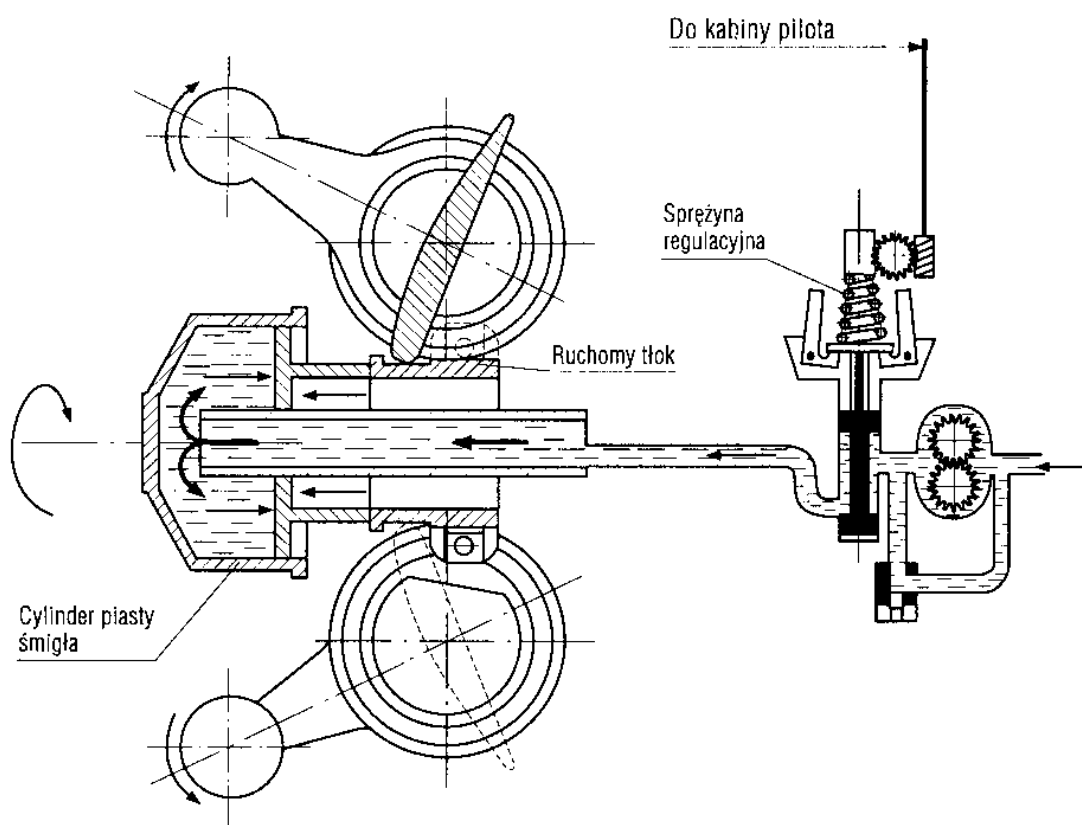
1.5.3.1. Współdziałanie śmigła z regulatorem stałych obrotów, przestawianego hydraulicznie według schematu prostego

W tym schemacie obrót łopaty zwiększający skok odbywa się pod wpływem działania momentów wywołanych siłami odśrodkowymi przeciwwag. Zmniejszenie skoku łopaty, odbywa się pod wpływem ciśnienia oleju na tłok cylindra śmigła. Ciśnienie oleju pompy regulatora stałych obrotów pokonuje moment wywołany siłą odśrodkową przeciwwag i zmniejsza skok śmigła. Przeciwwagi znajdujące się na śmigle, wywołują przy obrocie śmigła moment, który zwiększa skok śmigła.

Współpraca śmigła z regulatorem obrotów zabezpiecza automatyczną zmianę skoku śmigła, utrzymując stałe obroty niezależnie od fazy lotu i pracy silnika. Liczbę stałych obrotów, które powinny utrzymać śmigło z regulatorem obrotów, osiąga się przez odpowiednie ustawienie regulatora stałych obrotów. Nastawienie regulatora stałych obrotów na odpowiednie obroty odbywa się z kabiny pilota przez pokręcenie pokrętką sterującą siłą oporu sprężyny, którą pokonują siły odśrodkowe ciężarków. Siły odśrodkowe, działające na ciężarki przy obrotach odpowiadających wymaganym, nadają tłokowi regulatora takie położenie, przy którym zamykany jest dopływ oleju do cylindra śmigła (rys. 12a), przy tym siły odśrodkowe równoważą siłę sprężyny. Jeżeli liczba obrotów jest mniejsza od wymaganej, to siły odśrodk-



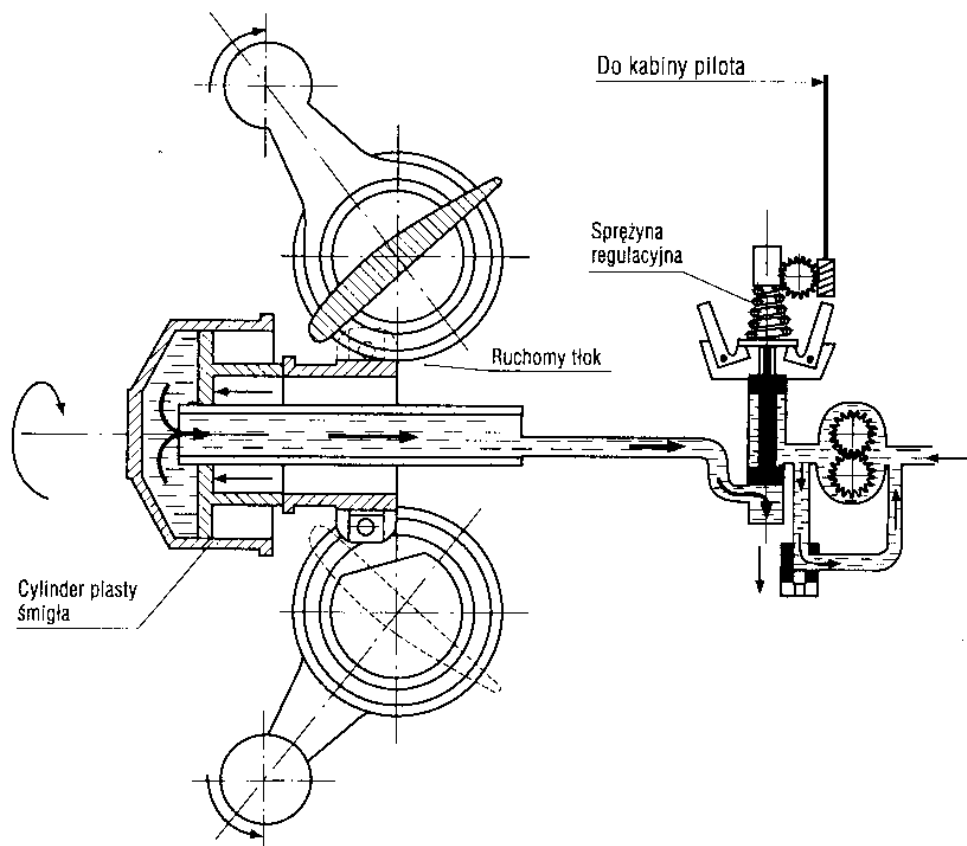
Rys. 12a. Schemat współdziałania regulatora ze śmigłem wg prostego schematu, przy ustalonych obrotach



Rys. 12b. Schemat współdziałania regulatora ze śmigłem wg prostego schematu, przy zmniejszonych obrotach

kowe ciężarków są mniejsze od siły sprężyny, skutkiem czego tłoczek regulatora jest przez sprężynę opuszczany do dołu, co powoduje doprowadzenie oleju do cylindra śmigła i przestawienie łopat śmigła na mały skok, to spowoduje, że liczba obrotów wzrośnie do wymaganych (rys. 12b).

Przy wzroście obrotów siły odśrodkowe ciężarków wzrastają, sprężyna jest ściskana, a tłoczek regulatora podnoszony do góry. Takie położenie umożliwia odpływ oleju z cylindra śmigła, a przeciwwagi spowodują przestawienie łopat śmigła na większy skok, a tym samym obroty spadną (rys. 12c).



Rys. 12c. Schemat współdziałania regulatora ze śmigłem wg prostego schematu, przy zwiększonych obrotach

1.5.3.2. Współdziałanie śmigła z regulatorem stałych obrotów, przestawianego hydraulicznie według schematu podwójnego

Zasada współdziałania śmigła z regulatorem stałych obrotów działającym wg schematu podwójnego jest bardzo zbliżona do opisanego w pkt. 1.5.3.1. zasadniczą różnicą jest to, że śmigło nie posiada przeciwwag, a więc ruch tłoka w kierunku zwiększenia kątów ustawienia śmigła też jest wywołany ciśnieniem oleju. Zasada sterowania ciśnieniem oleju w celu wywołania potrzebnego ruchu tłoka jest także oparta o element sprężyny z odśrodkowym regulatorem oraz suwakiem sterującym. W tym układzie pilot ustala odpowiednie obroty także poprzez regulację siły oporu sprężyny.

W każdym przypadku współdziałania śmigła z regulatorem stałych obrotów, regulator reaguje na każdą odchyłkę obrotów ustalonych przez pilota

aby przez serwomechanizmy zmienić kąt ustawienia łopat tak aby obroty powróciły do wartości zadanej.

1.5.3.3. Działanie śmigła samoprzestawialnego (automatycznego)

Śmigło samoprzestawialne działa przeważnie w układzie, gdy do zwiększenia kątów ustawienia łopat wykorzystuje się ciśnienie oleju, a do zmniejszenia – siły aerodynamiczne działające na łopaty. Taki rodzaj śmigła jest autonomiczny, gdyż do przestawiania łopat nie używa się żadnej energii od silnika, ani nie jest wymagana żadna ingerencja ze strony pilota. Śmigło nie ma przeciwwag. Ma natomiast specjalnie ukształtowany kok – wiatrak, z niewielkimi łopatkami, które pod wpływem sił aerodynamicznych, obracając się, stanowią integralny napęd pompy olejowej, której ciśnienie jest wykorzystywane do przestawiania łopat na większy skok. Przestawienie serwomechanizmu na mniejszy skok odbywa się poprzez wykorzystanie momentu sił aerodynamicznych działających na łopaty śmigła.

Sterowanie ciśnieniem oleju w serwomechanizmie odbywa się poprzez zawór suwakowy, uruchamiany ciśnieniem dynamicznym powietrza działającym na kok śmigła, proporcjonalnym do kwadratu prędkości lotu. Konstrukcyjnie kok jest sztywno związany z zaworem suwakowym stanowiącym część serwomechanizmu.

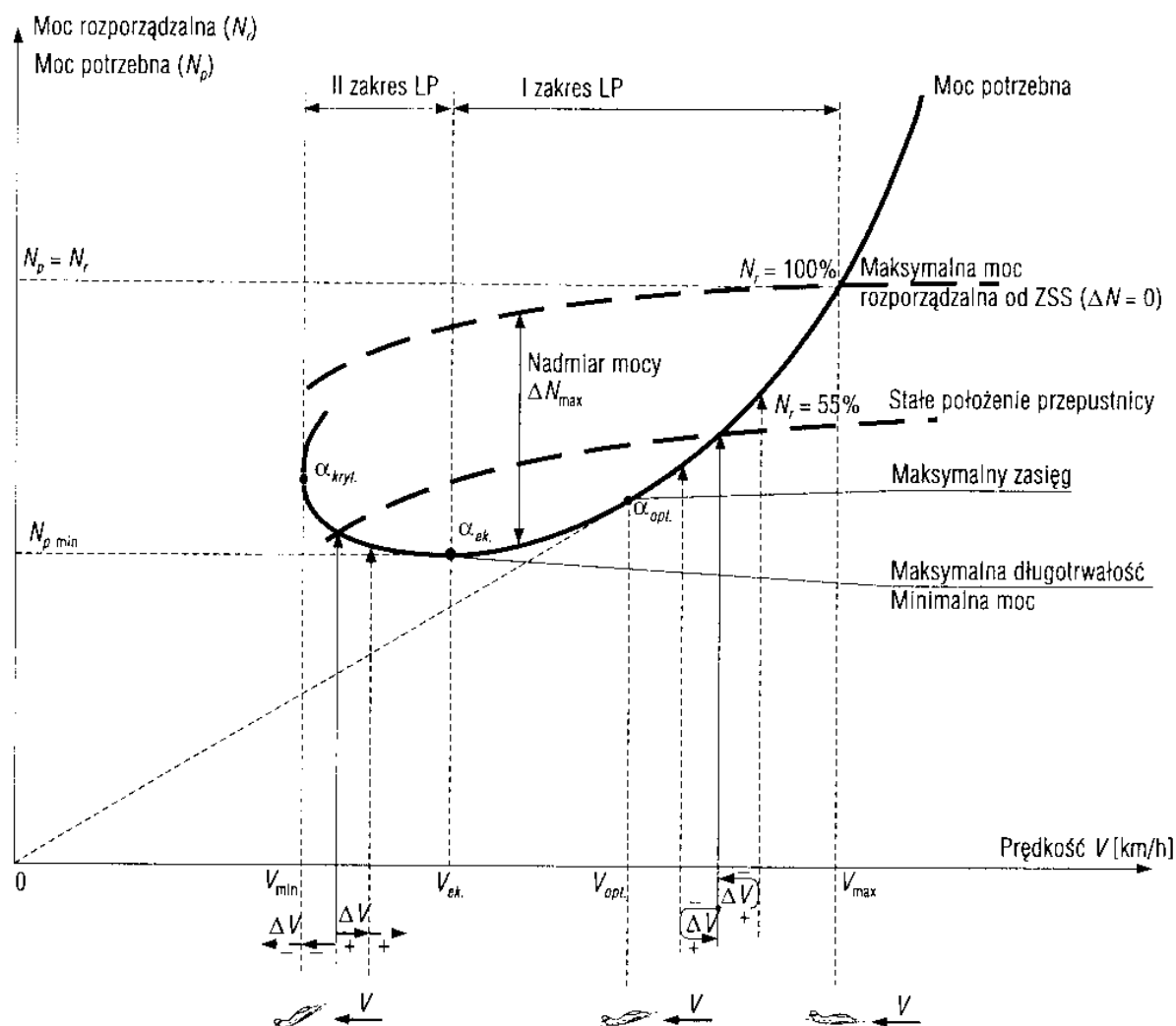
Wzdłużna siła działająca na kok w locie – jest równoważona sprężyną. Przy zmianach prędkości lotu pod wpływem wzrostu ciśnienia dynamicznego na kok, następuje ruch elementu serwomechanizmu w jedną stronę lub w drugą o ile na skutek zmniejszenia prędkości, siła sprężyny uzyska przewagę. Odpowiednio więc do obliczonych prędkości, zachodzi automatyczna zmiana kątów ustawienia łopat śmigła, dzięki czemu prędkość obrotowa silnika pozostaje stała na ustalonym zakresie. Śmigło automatycznie działa przy prędkości powyżej 80 km/h. Do tej prędkości działa tak jak śmigło o stałym skoku. W locie ze stałą prędkością, przy zmianie gazu, działa również jako nieprzestawialne, a obroty zmieniają się zgodnie z charakterystyką dławienia silnika.

1.6. MOC ROZPORZĄDZALNA I POTRZEBNA DO LOTU POZIOMEGO

Lot poziomy samolotu możliwy jest tylko wtedy, gdy moc oddawana przez zespół śmigło-silnikowy (ZSS) zwana mocą rozporządzalną równa jest mocy potrzebnej do lotu. Przedstawiając na jednym wykresie układ wymienionych współrzędnych mocy i prędkości lotu – możemy określić wszystkie niezbędne dane opisujące lot poziomy.

Podstawowe wnioski wynikające z wykresu na rys. 13:

- lot poziomy samolotu możliwy jest pomiędzy prędkością maksymalną (V_{max}) a prędkością minimalną (V_{min}). Różnica między tymi prędkościami nazywa się **rozpiętością prędkości**;



Rys. 13. Wykres mocy rozporządzalnej i potrzebnej do lotu poziomego, oraz charakterystyczne prędkości i kąty natarcia:

I zakres lotu poziomego – normalne zachowanie samolotu. Przy wytrąceniu z ustalonej prędkości powstaje tendencja powrotu do stanu wyjściowego; II zakres lotu poziomego – nienormalne zachowanie samolotu. Po wytrąceniu z ustalonej prędkości brak tendencji powrotu do stanu wyjściowego

- I zakres lotu poziomego to przedział prędkości od prędkości maksymalnej (V_{max}) do prędkości ekonomicznej ($V_{ek.}$). Na tym zakresie dla zmniejszenia prędkości lotu trzeba przymknąć przepustnicę i zwiększyć kąt natarcia. “Ściągnięcie” drążka, przy stałym położeniu przepustnicy powoduje zmniejszenie prędkości i wznoszenie samolotu, “oddanie” drążka powoduje przyrost prędkości oraz opadanie samolotu – **zakres stateczny**;
- II zakres lotu poziomego to przedział prędkości pomiędzy prędkością ekonomiczną ($V_{ek.}$) a minimalną (V_{min}). Na tym zakresie prędkości samolot zachowuje się nienormalnie, gdyż do **zmniejszenia** prędkości lotu potrzebne jest, oprócz zwiększenia kątów natarcia, także **zwiększenie** otwarcia przepustnicy. Stałemu położeniu przepustnicy na tym zakresie towarzyszy odwrotna reakcja podłużna, gdyż ściąganie drążka powoduje opadanie samolotu zaś “oddawanie” wznoszenie – **zakres niestateczny**;

- przy tej samej mocy możliwy jest lot poziomy na prędkości z II lub I zakresu;
- prędkości lotu odpowiadające kątom natarcia II zakresu, nie powinny być w praktyce wykorzystywane, gdyż nie zapewniają bezpieczeństwa i ekonomii lotu.

1.6.1. Wpływ ciężaru i wysokości na właściwości lotne samolotu

1.6.1.1. Wpływ ciężaru

Zmniejszenie ciężaru samolotu w locie poprawia właściwości lotne samolotu, dzięki zmniejszeniu się mocy potrzebnej (krzywa N_p obniża się w kierunku mniejszych mocy i prędkości). Prędkości niezbędne na wszystkich charakterystycznych kątach natarcia maleją, a prędkość maksymalna wzrasta.

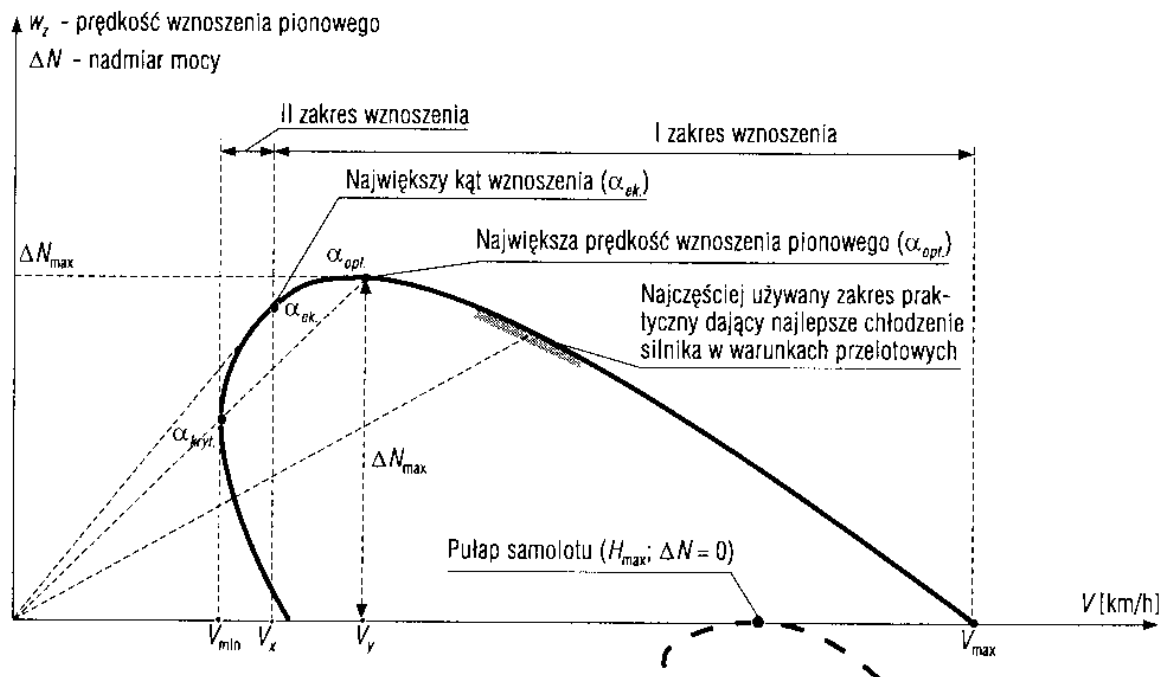
1.6.1.2. Wpływ wysokości

Z rosnącą wysokością lotu (z malejącą gęstością powietrza) krzywa mocy potrzebnej przesuwana się w kierunku większych prędkości i większych mocy. Moc zespołu śmigło-silnikowego (nie wyposażonego w sprężarkę) maleje. Zmniejsza się prędkość maksymalna (V_{max}) tym samym i rozpiętość prędkości. Na odpowiednio dużej wysokości krzywa mocy potrzebnej będzie na tyle u góry układu, a krzywa mocy rozporządzalnej na tyle u dołu układu, że zamiast się przecinać będą się jedynie stykały. W takich warunkach lot poziomy może odbywać się tylko na prędkości wyznaczonej przez punkt styczności (w przybliżeniu V_{ek}) wysokość, na której zaistnieje taki stan, nazywa się **pułapem teoretycznym**.

Na samolotach wyposażonych w silnik ze sprężarką – ze wzrostem wysokości do obliczeniowej – moc rozporządzalna wzrasta, a tym samym właściwości lotne poprawiają się, do momentu osiągnięcia wysokości obliczeniowej. Powyżej wysokości obliczeniowej właściwości lotne pogarszają się (wysokości obliczeniowe wynoszą np. dla An-2 – 1500 m dla M-20 “Mewa” z silnikami Continental – 3600 m).

1.7. LOT WZNOSZĄCY

Z analizy lotu poziomego wynika, że przy zmniejszeniu prędkości (w wyniku zwiększenia kątów natarcia) przy stałym położeniu przepustnicy, moc oddawana przez ZSS jest większa niż moc potrzebna do lotu poziomego, a więc samolot zaczyna się wznosić, co jest wynikiem powstałego nadmiaru mocy. Zamiast odczytywać nadmiar mocy (ΔN) pomiędzy krzywą mocy potrzebnej, a krzywą mocy rozporządzalnej na wykresie lotu poziomego, można wykonać oddzielny wykres samego nadmiaru mocy, w zależności od prędkości lotu. Wykres taki znacznie ułatwia analizę lotu wznoszącego (rys. 14).



Rys. 14. Wykres nadmiaru mocy w zależności od prędkości wznoszenia (biegunowa wznoszenia): V_y – prędkość postępową dla najszybszego wznoszenia (największy przyrost wysokości w najkrótszym czasie); V_x – prędkość postępową dla najbardziej stromego wznoszenia (największy przyrost wysokości na najkrótszej drodze)

Podstawowe wnioski wynikające z analizy lotu wznoszącego:

- ze wzrostem wysokości lotu do wartości obliczeniowej nadmiar mocy wzrasta tylko dla silników z doładowaniem, a maksymalna wartość nadmiaru mocy odpowiada optymalnemu kątowi natarcia;
- powyżej wartości obliczeniowej, aż do pułapu, nadmiar mocy zmniejsza się, a kąt natarcia odpowiadający maksymalnemu nadmiarowi mocy przemieszcza się od optymalnego do ekonomicznego;
- na pułapie samolotu nadmiar mocy równy jest zeru, a lot odbywa się na prędkości ekonomicznej;
- prędkość wznoszenia samolotu jest tym większa, im większy jest nadmiar mocy oraz im mniejszy ciężar samolotu;
- nadmiar mocy zależy od stopnia otwarcia przepustnicy, prędkości i wysokości lotu;
- w miarę nabierania wysokości kąt toru lotu maleje, stając się równym zeru na pułapie teoretycznym (pułap praktyczny to wysokość, na której samolot ma jeszcze 0,5 m/s wznoszenia);
- lot wznoszący można także podzielić na dwa zakresy wznoszenia z charakterystyką I i II zakresu, jak opisano to w przypadku lotu poziomego (I zakres stabilny, II zakres niestabilny).

1.8. LOT SZYBOWY

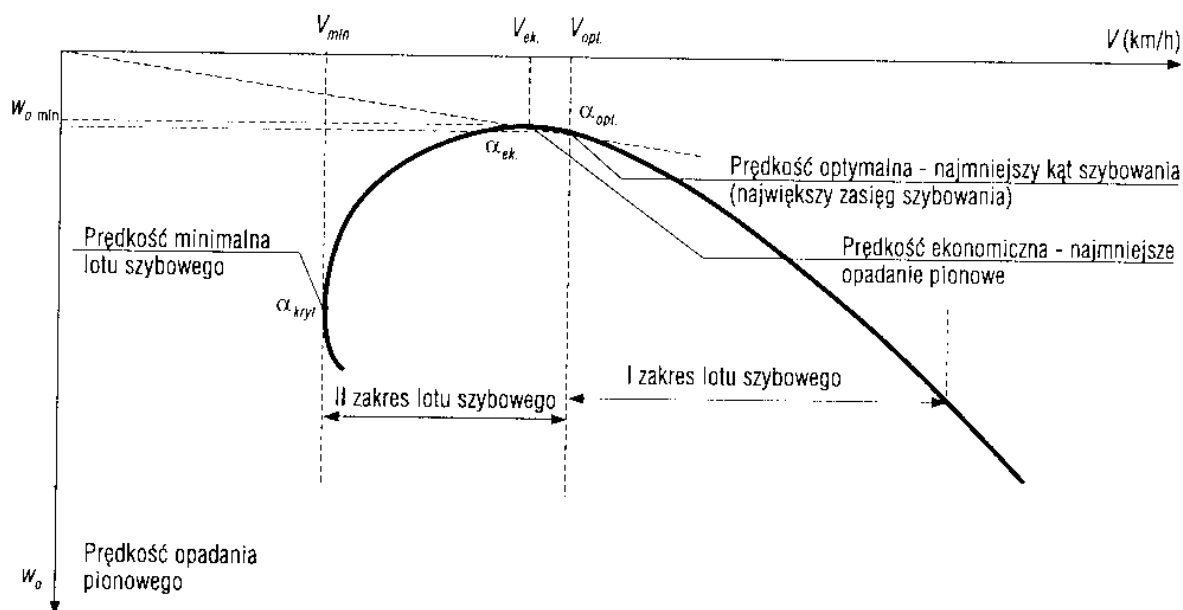
Lotem szybowym określamy lot, w którym **ciąg śmigła równa się zero**, a lot odbywa się ze stałą prędkością, po torze lotu nachylonym ku ziemi.

Zniżaniem nazywamy lot po torze lotu nachylonym ku ziemi z ustaloną prędkością **przy działaniu siły ciągu śmigła**.

Przepadanie, to lot szybowy lub zniżanie na małej prędkości, na kątach natarcia bliskich wartościom krytycznym.

Prędkość lotu szybowego jest tym większa, im większy jest stosunek ciężaru samolotu do powierzchni jego skrzydeł (obciążenie jednostkowe skrzydła) oraz im mniejszy współczynnik siły nośnej (c_z).

Najlepiej pod względem aerodynamicznym lot szybowy charakteryzuje krzywa zwana **biegunową prędkości** (rys. 15).



Rys. 15. Biegunowa prędkości szybowania

Wnioski wynikające z analizy lotu szybowego:

a) lot szybowy na ustalonej prędkości jest możliwy na dwóch kątach natarcia tzn. w I zakresie na kątach mniejszych od optymalnego lub na II zakresie lotu szybowego na kątach natarcia większych od optymalnego;

b) w praktyce pilotażowej dla poprawienia właściwości samolotu, przy lądowaniu, (z dużym kątem zniżania) wykorzystywać można z powodzeniem II zakres szybowania (w odróżnieniu od lotu poziomego lub wznoszącego);

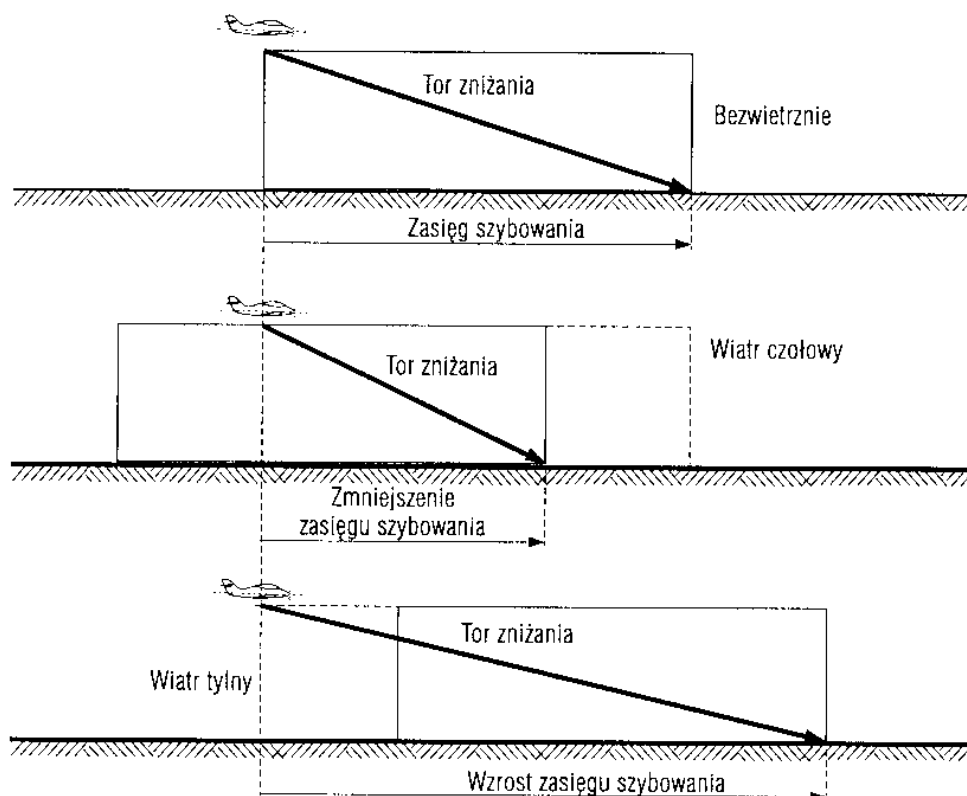
c) wychylenie klap skrzydłowych w locie szybowym powoduje:

- pogorszenie doskonałości, czyli pogorszenie stosunku współczynnika c_z/c_x ;
- zwiększenie prędkości opadania samolotu;
- zwiększenie kąta szybowania;
- zmniejszenie zasięgu szybowania;

d) im większa masa samolotu, tym większa prędkość szybowania i opadania;

e) w warunkach bezwietrznych zasięg szybowania zależy od doskonałości samolotu (doskonałość nie zależy od ciężaru samolotu).

1.8.1. Wpływ wiatru na zasięg szybowania (rys. 16)

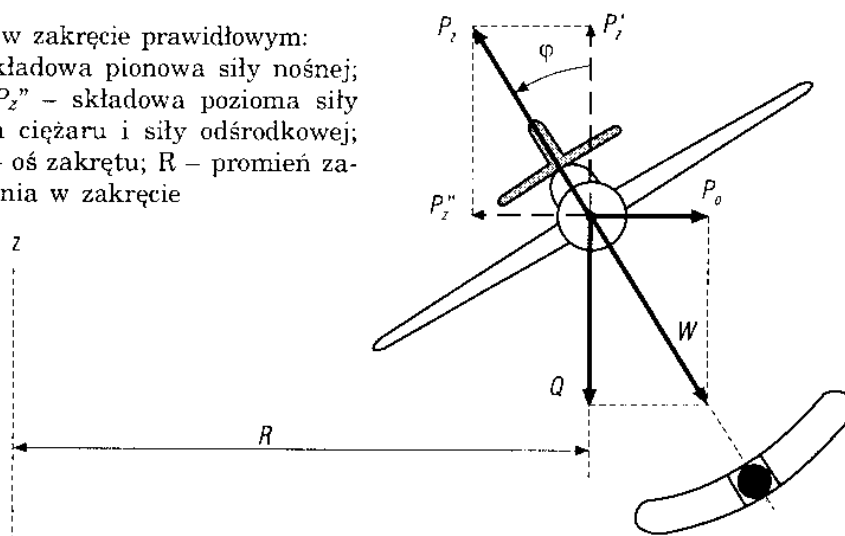


Rys. 16. Zmiana zasięgu szybowania w zależności od wiatru

1.9. ZAKRĘT

Ruch samolotu po krzywiźnie okręgu ze stałą prędkością na stałej wysokości i bez ślizgów nazywamy **zakretem** (ustalonym bądź prawidłowym). W czasie wykonywania zakrętu oprócz siły nośnej, oporu, ciężaru samolotu i ciągu śmigła działa **dodatkowo siła odśrodkowa**, którą również zrównoważyć musi siła nośna. Rozkład tych sił w zakręcie prawidłowym jest pokazany na rys. 17.

Rys. 17. Rozkład sił w zakręcie prawidłowym:
 P_z – siła nośna; P_z' – składowa pionowa siły nośnej;
 P_o – siła odśrodkowa; P_z'' – składowa pozioma siły nośnej;
 W – wypadkowa ciężaru i siły odśrodkowej;
 Q – ciężar samolotu; Z – oś zakrętu; R – promień zakrętu; φ – kąt przechylenia w zakręcie



Konieczność równoważenia dodatkowo siły odśrodkowej przez siłę nośną powoduje, że w zakręcie jest wymagana większa prędkość lotu niż podczas lotu poziomego, prostoliniowego na tym samym kącie natarcia. A wobec tego także moc potrzebna do wykonania zakrętu jest większa od mocy potrzebnej do lotu poziomego na określonym kącie natarcia. Nie można więc wykonać zakrętu przy prędkości maksymalnej samolotu w locie poziomym, gdyż nadmiar mocy przy V_{max} nie istnieje. Nie można też wykonać zakrętu przy prędkości minimalnej samolotu, jako że w prawidłowym zakręcie prędkość musi być większa niż w locie poziomym. Próba zakrętu w tych warunkach skończyć się musi ześlizgiem lub przeciągnięciem poza kąty krytyczne, i w każdym przypadku zniżaniem.

Aby samolot mógł wykonać zakręt w płaszczyźnie poziomej, musi wykonywać lot z prędkością większą niż minimalna – umożliwiającą wytworzenie przeciążenia większego od jedności.

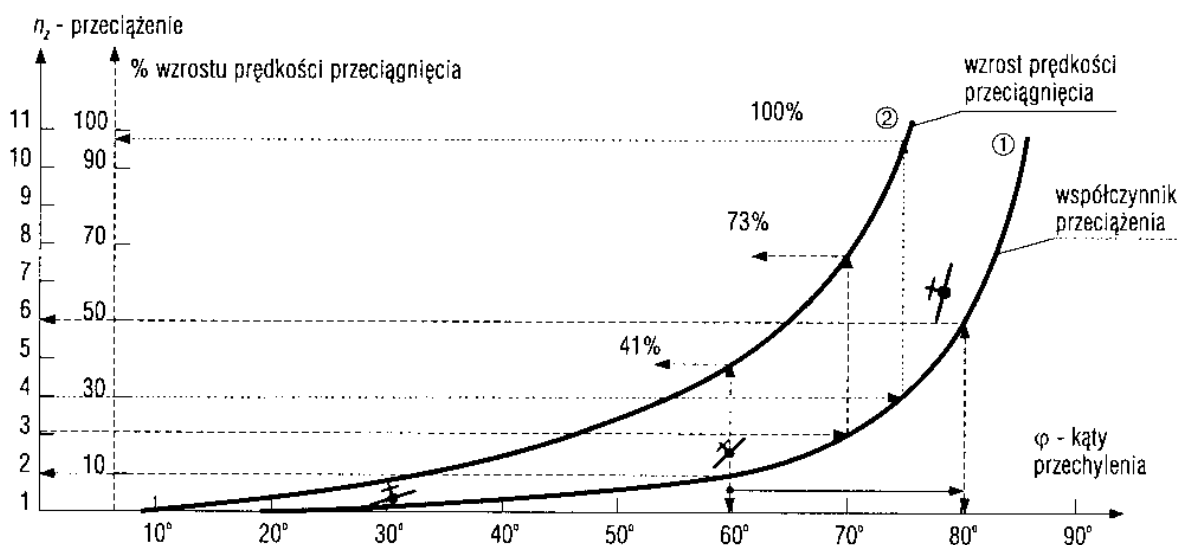
Przeciążenie jest to liczba określająca, ile razy siła nośna w zakręcie jest większa od ciężaru samolotu. Matematycznie można to wyrazić wzorem:

$$n_z = \frac{1}{\cos \varphi} \quad (3)$$

gdzie: φ – kąt przechylenia.

Jak wynika ze wzoru, przeciążenie zależy tylko od przechylenia.

Wzrost kątów przechylenia oraz, co za tym idzie, wzrost przeciążenia powoduje wzrost kątów natarcia, a więc także wzrost oporu i potrzebę dysponowania niezbędną mocą do wykonania zakrętu i to tym większą im większe jest przechylenie. Istnieje taki stan, gdy dla danego przechylenia trzeba użyć całej mocy zespołu napędowego. Przechylenie, przy którym to nastąpi jest **przechyleniem granicznym**, poza którym prawidłowego zakrętu nie można wykonać. Przechylenie graniczne w zakręcie osiąga się przy maksymalnej wartości stosunku mocy rozporządzalnej do niezbędnej w locie poziomym. Minimalna moc niezbędna do lotu poziomego odpowiada



Rys. 18. Zależność przeciążenia od kąta przechylenia – krzywa 1, oraz wpływ przeciążenia na wzrost prędkości przeciągnięcia – krzywa 2

ekonomicznemu kątowi natarcia – a więc zakręt z granicznym przechyleniem jest możliwy do wykonania na **ekonomicznym kącie natarcia**. Duże przechylenie powoduje także wzrost minimalnej prędkości przeciągnięcia samolotu. Powyższe zależności przedstawia wykres na rys. 18.

Z wykresu wynika, że wzrost przechylenia z 60° do 80° daje wzrost przeciążenia z 2 do 6 jednostek, natomiast przy przeciążeniu $n_z = 4$ i przy przechyleniu $\approx 75^\circ$, prędkość przeciągnięcia wzrasta o 100% tzn. samolot o prędkości minimalnej 90 km/h może być “przeciągnięty” w wirażu z przechyleniem 75° przy prędkości 180 km/h.

1.9.1. Promień i czas wykonania zakrętu

Promień i czas wykonania zakrętu są głównymi parametrami charakteryzującymi jakość manewrowych właściwości samolotu.

Promień zakrętu obliczamy ze wzoru:

$$R = \frac{V_{zak.}^2}{9,81 \operatorname{tg} \varphi} \quad (4)$$

gdzie:

$V_{zak.}$ – prędkość lotu w zakręcie (m/s);

φ – kąt przechylenia ($^\circ$);

R – promień (m).

Czas zakrętu o 360° obliczamy ze wzoru:

$$t_{360^\circ} = \frac{0,64 V_{zak.}}{\operatorname{tg} \varphi} \quad (5)$$

(oznaczenia symboli jak we wzorze 4).

Minimalny promień i czas zakrętu uzyskuje się przy wykonywaniu zakrętu z możliwie najmniejszą prędkością i z możliwie największym przechyleniem.

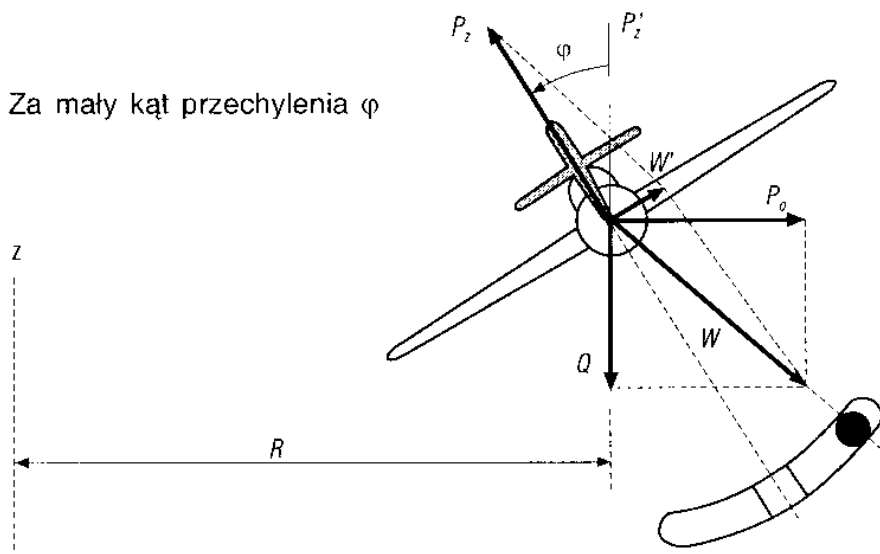
1.9.2. Zakręt nieprawidłowy

Jeżeli pilot nie dobierze odpowiednio kąta przechylenia samolotu do jego prędkości lotu oraz promienia zakrętu – nie będą spełnione jednocześnie warunki równowagi. W takiej sytuacji mogą zaistnieć 2 przypadki:

- zakręt nieprawidłowy z wyslizgiem (rys. 19);
- zakręt nieprawidłowy z ześlizgiem (rys. 20).

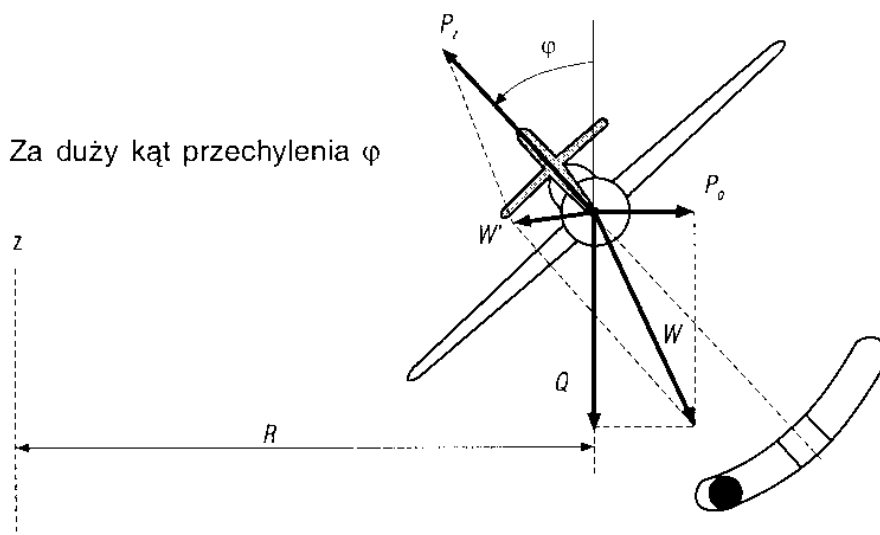
Pilot może szybko skorygować wykonanie zakrętu lotkami – wywołując zmianę przechylenia lub sterem kierunku – korygując promień zakrętu. Należy pamiętać o zasadzie, że “**lotka pociąga kulkę**” a “**noga odpycha kulkę**”. Zwykle na podstawie obserwacji chyłomierza poprzecznego korekty wykonania zakrętu dokonuje się skoordynowanym ruchem lotek i steru kierunku.

Za mały kąt przechylenia φ



Rys. 19. Zakręt w lewo wykonywany z wyslizgiem (siła nośna P_z nie równoważy wypadkowej W):
 W – nie zrównoważona siła wypadkowa wywołująca wyslizg

Za duży kąt przechylenia φ



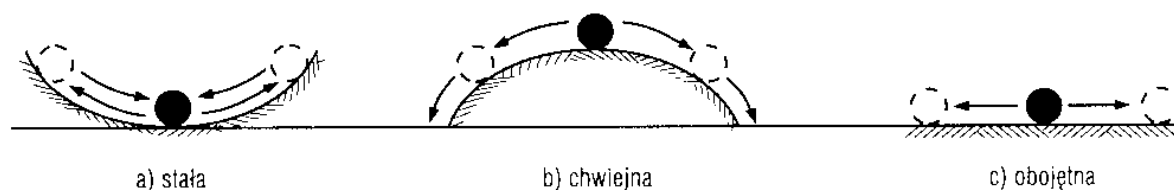
Rys. 20. Zakręt w lewo wykonywany z ześlizgiem (siła nośna P_z nie równoważy wypadkowej W):
 W – nie zrównoważona siła wypadkowa wywołująca ześlizg

1.10. STATECZNOŚĆ SAMOŁOTU

Zdolność samolotu do powracania do początkowego stanu równowagi bez ingerencji pilota nazywa się **statecznością**.

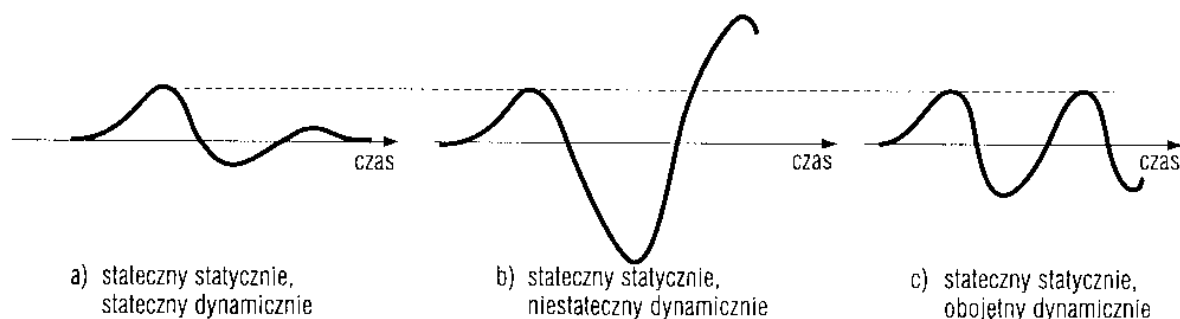
Rozróżniamy dwa rodzaje stateczności: **stateczność statyczną** i **stateczność dynamiczną**.

Stateczność statyczna to zdolność samolotu do wytwarzania momentów ustateczniających bezpośrednio po ustaniu działania czynnika zaburzającego. Może ona mieć charakter stały, chwiejny lub obojętny (rys. 21).



Rys. 21. Rodzaje stateczności statycznej

Stateczność dynamiczna (rys. 22) jest to zdolność samolotu **do powrotu w określonym czasie** od ustania zaburzeń do pierwotnych parametrów lotu, bez ingerencji pilota. Posiadanie stateczności statycznej jest warunkiem stateczności dynamicznej.



Rys. 22. Rodzaje stateczności dynamicznej

Stateczność statyczną można rozpatrywać jako stateczność **podłużną, poprzeczną lub kierunkową**.

Ponieważ samolot jest symetryczny względem osi podłużnej i pionowej, najłatwiej uzyskać się stateczność poprzeczną i kierunkową. Najtrudniej zachować jest stateczność podłużną względem osi poprzecznej, ze względu na niesymetryczność samolotu względem tej osi, oraz ze względu na ciągłe zmiany sił aerodynamicznych i ciężarowych wzdłuż osi podłużnej. Z tego względu stateczność podłużna jest najważniejsza spośród innych rodzajów stateczności.

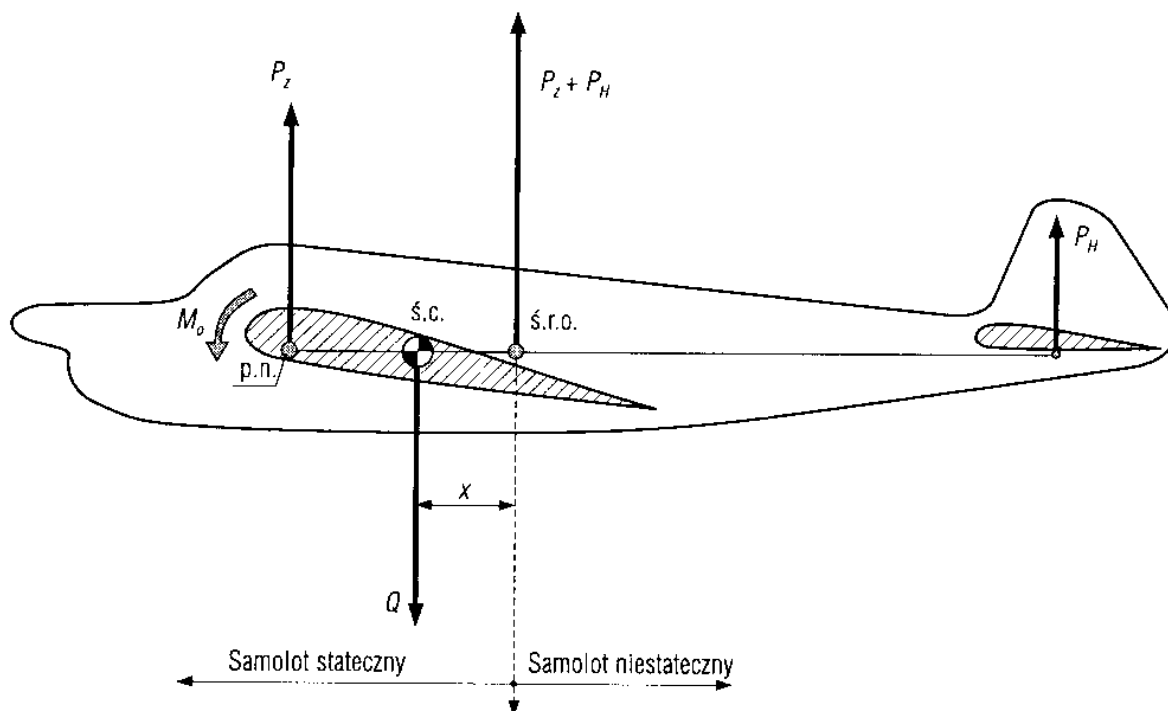
1.10.1. Stateczność statyczna podłużna

Ponieważ zmiany kąta natarcia i prędkości, przy naruszaniu równowagi podłużnej mają różny charakter, stateczność podłużną rozpatruje się **względem kąta natarcia** (względem przeciążenia) oraz **względem prędkości**. W rozważaniach teoretycznych można pominąć wpływ siły oporu P_x oraz ciągu śmigła T , ponieważ są stosunkowo małe, działają na małym ramieniu względem środka ciężkości, tym samym wywierają nieznaczny wpływ na równowagę podłużną.

1.10.1.1. Stateczność podłużna względem kąta natarcia (względem przeciążenia) (rys. 23)

O stateczności podłużnej samolotu decyduje wzajemne położenie środka ciężkości samolotu i środka równowagi obojętnej (ś.r.o.) (ogniska samolotu). Gdy środek ciężkości pokrywa się z ogniskiem samolotu, samolot znajduje się w stanie równowagi obojętnej. Środek równowagi obojętnej (ognisko samolotu) jest to punkt, względem którego łączny moment sił działających na samolot (a w szczególności na skrzydło i usterzenie wysokości) jest stały, niezależnie od zmiany kąta natarcia. Aby samolot był stateczny podłużnie, środek równowagi obojętnej powinien znajdować się za środkiem ciężkości

samolotu, a odległość x między obu środkami wyrażona w % średniej aerodynamicznej cięciwy skrzydła nazywa się **zapasem stateczności samolotu**. Jeżeli z jakichkolwiek powodów (niewłaściwe położenie środka ciężkości, niedobry układ skrzydło-usterzenie, lub zmiana warunków przepływu) środek ciężkości znalazłby się za środkiem równowagi obojętnej, samolot stanie się niestateczny podłużnie. Stateczność jest wystarczająca, gdy środek ciężkości znajduje się w granicach 25 - 30% średniej aerodynamicznej cięciwy skrzydła, mierząc od krawędzi natarcia.



Rys. 23. Stateczność podłużna samolotu:

p.n. – punkt neutralny skrzydła (ognisko); P_z – siła nośna skrzydła; P_H – siła aerodynamiczna usterzenia wysokości; M_o – moment aerodynamiczny; Q – ciężar samolotu; x – zapas stateczności podłużnej; ś.c. – środek ciężkości samolotu; ś.r.o. – środek równowagi obojętnej (ognisko samolotu)

Na stateczność podłużną samolotu wpływ mają:

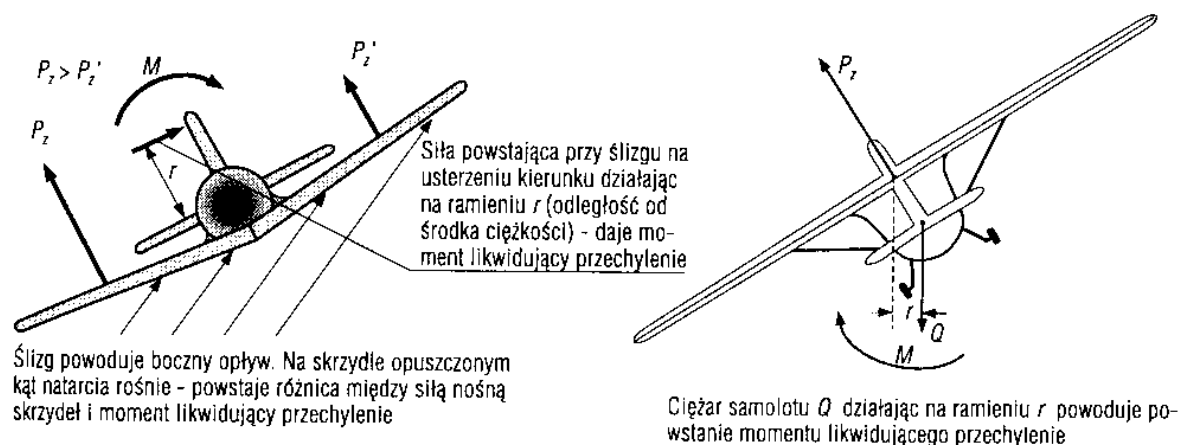
- położenie środka ciężkości – przesunięcie do przodu poprawia stateczność;
- wychylenie klap – w położeniu “wypuszczone” następuje przyrost siły nośnej, ognisko przemieszcza się do przodu, stateczność pogarsza się;
- wychylenie steru wysokości – przy zwolnieniu sterownicy następuje zmniejszenie siły nośnej usterzenia (przewaga skrzydła nad usterzeniem) ognisko przesuwa się do przodu, stateczność pogarsza się;
- parametry konstrukcyjne – długość tylnej części kadłuba, powierzchnia usterzenia poziomego.

1.10.1.2. Stateczność podłużna względem prędkości

Samolot jest stateczny względem prędkości, jeżeli wzrostowi prędkości towarzyszy wzrost siły nośnej, zaś zmniejszeniu prędkości spadek przyrostu siły nośnej. Samolot samoczynnie dąży do utrzymania poprzedniej prędkości lotu.

1.10.2. Stateczność statyczna poprzeczna

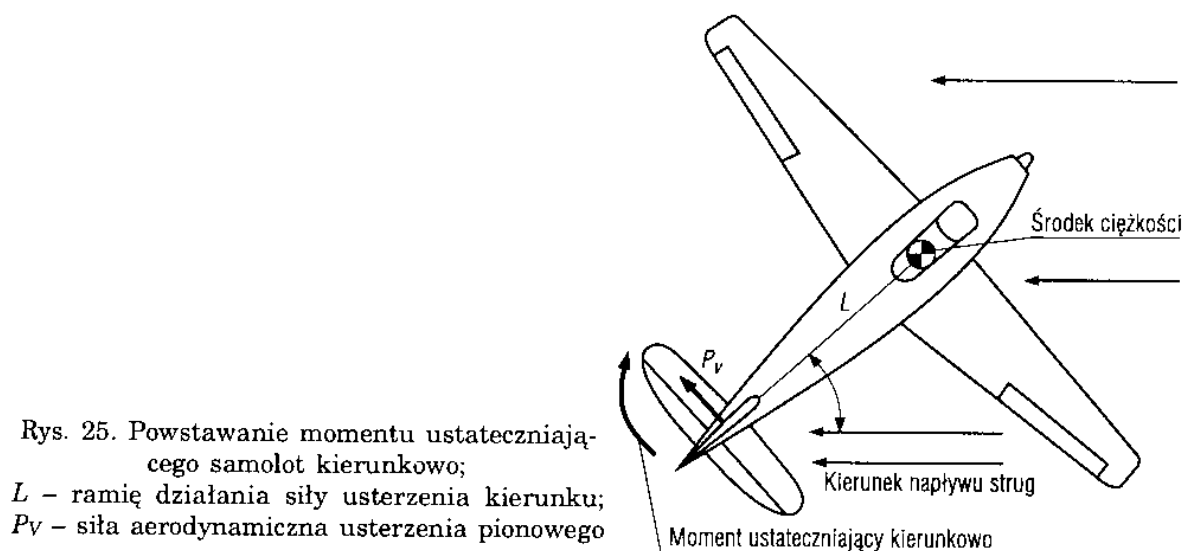
Stateczność poprzeczną uzyskuje się poprzez stosowanie skrzydeł ze wzniosem, wykorzystanie momentu prostującego statecznika pionowego samolotu będącego w ślizgu oraz tzw. "efektu wagi" dla samolotów o układzie górno lub grzbietopłata. Przykłady stateczności poprzecznej przedstawia rysunek 24.



Rys. 24. Mechanizm samoczynnego powracania samolotu do położenia poziomego

1.10.3. Stateczność statyczna kierunkowa

Stateczność kierunkową zapewnia usterzenie kierunku. Sposób powstawania momentu ustateczniającego pokazuje rysunek 25.



Rys. 25. Powstawanie momentu ustateczniającego samolot kierunkowo;
 L - ramię działania siły usterzenia kierunku;
 P_v - siła aerodynamiczna usterzenia pionowego

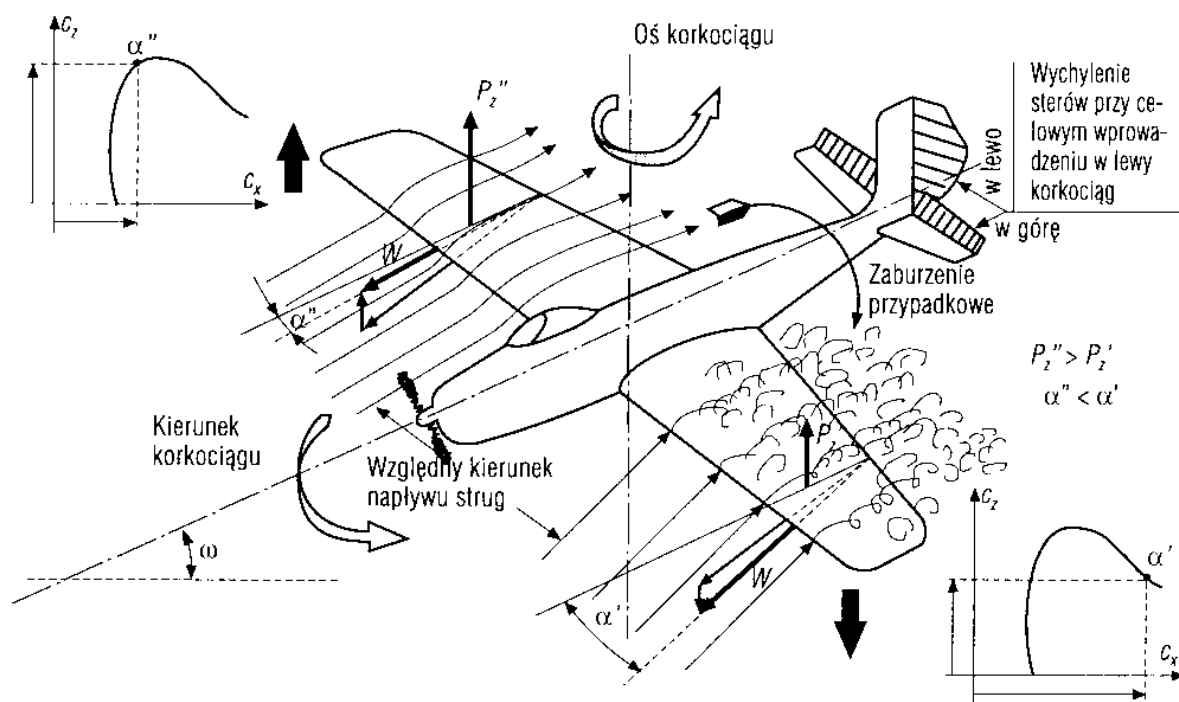
Jeżeli samolot został wytrącony z płaszczyzny kierunku lotu, wówczas usterzenie kierunkowe jest opływane strumieniem powietrza pod pewnym kątem, co spowoduje powstanie na usterzeniu pionowym siły nośnej P_v , która działając na ramieniu " L " od środka ciężkości tworzy moment ustateczniający kierunkowo samolot.

1.10.4. Stateczność boczna

Praktycznie nie można mówić wyłącznie o stateczności poprzecznej lub kierunkowej, ponieważ są one ze sobą powiązane i podczas lotu samolotu występują jednocześnie, czyli stateczność boczną należy uważać jako sumę stateczności poprzecznej i kierunkowej, mówiącej o zdolności samolotu do samoczynnego powrotu do lotu, bez przechylenia i ślizgu. Brak stateczności bocznej samolotu charakteryzuje się samoczynnymi wahaniami kąta przechylenia i ślizgu tzw. "myszkowaniem" – jeżeli stateczność poprzeczna jest zbyt duża w stosunku do kierunkowej, lub samoczynnym wchodzeniem w spiralę – jeżeli występuje przewaga stateczności kierunkowej (niestateczność spiralna).

1.11. KORKOCIĄG

Korkociąg (rys. 26) – jest to opadanie samolotu po torze spirali o małym promieniu na pozakrytycznych kątach natarcia, z częściową (lub całkowitą) utratą sterowności. Przyczyną wpadnięcia samolotu w korkociąg jest utrata stateczności i sterowności wywołana przejściem samolotu do lotu na ponadkrytycznych kątach natarcia, na których zachodzi oderwanie strumienia ze skrzydła. Wprowadzenie w korkociąg może być przypadkowe (bądź w wyniku błędu pilotażowego) lub zamierzone.



Rys. 26. Korkociąg samolotu:

α' – kąt natarcia skrzydła opuszczanego w dół, bądź "wolniejszego"; α'' – kąt natarcia skrzydła podnoszonego do góry, bądź "szybszego"; ω – kąt pochylenia samolotu w korkociągu ($30^\circ - 45^\circ$ – korkociąg płaski, $65^\circ - 75^\circ$ – korkociąg stromy)

W przypadku naruszenia równowagi poprzecznej na dużych kątach natarcia, kąt natarcia na skrzydle opuszczającym się jeszcze wzrasta i osiąga wartości ponadkrytyczne. Współczynnik siły nośnej tego skrzydła zmniejsza się, a współczynnik oporu rośnie. Na skrzydle podnoszącym się kąt natarcia pozostaje podkrytyczny, a opływ niezaburzony. Powstająca różnica sił nośnych wywołuje moment obracający wokół osi podłużnej, a różnica oporów – wokół osi pionowej. Następuje samoobrót (autorotacja) skrzydła.

Na charakter korkociagu mają wpływ:

- położenie środka ciężkości – im bardziej do tyłu tym trudniejsze wyprowadzenie;
- rozłożenie mas samolotu – im na większym ramieniu od środka ciężkości tym nadają korkociagowi bardziej płaski charakter;
- usytuowanie usterzenia wysokości i kierunku względem skrzydła – im większe usterzenie tym łatwiejsze wyprowadzenie z korkociagu;
- rodzaj profilu skrzydła – skrzydła o cienkim profilu charakteryzują się większą łatwością wprowadzenia w korkociąg, ale i łatwiejszym wyprowadzeniem niż skrzydła o grubym profilu;
- wychylenie lotek – przy małych rozpiętościach skrzydeł wychylenie lotek w kierunku korkociagu powoduje przechodzenie w stromą spiralę, przy dużych rozpiętościach (szybowce) powoduje natomiast ustalenie korkociagu. Instrukcja techniki pilotowania każdego samolotu przy opisie korkociagu określa wpływ lotek;
- wychylenie klap podskrzydłowych – przyspiesza wpadanie w korkociąg oraz powoduje tendencję do płaskiego charakteru korkociagu;
- prace zespołu śmigło-silnikowego – jeżeli samolot posiada dolną decen-trację śmigła, to zwiększenie obrotów powoduje moment zadzierający, utrudniający wyprowadzenie (patrz także pkt 1.12.7).

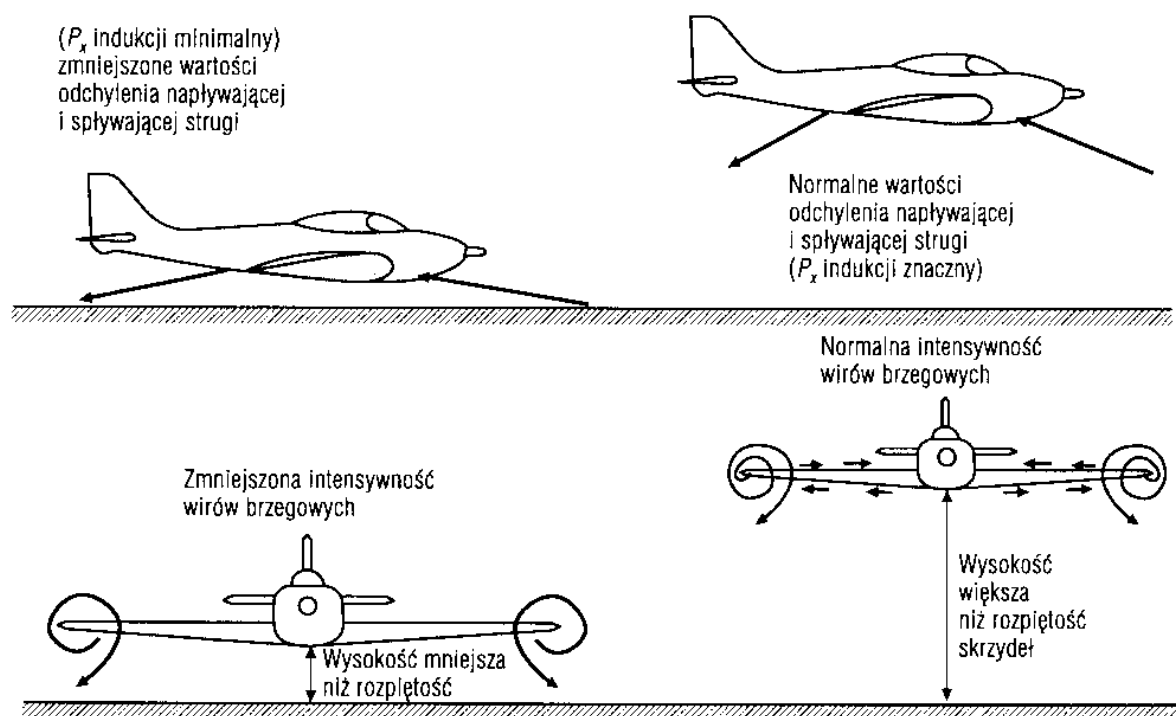
1.12. WPŁYW NIEKTÓRYCH ZJAWISK AERODYNAMICZNYCH NA EKSPLOATACJĘ SAMOLOTU NA ZIEMI I W POWIETRZU

1.12.1. Oddziaływanie ziemi przy starcie i lądowaniu

Zjawisko oddziaływania ziemi przy starcie i lądowaniu samolotu tzw. “poduszka powietrzna” (rys. 27) ma wpływ na bezpieczeństwo lotów. Nieznajomość tego zjawiska szczególnie przy starcie może być powodem nawet nieudanego startu. Warunki opływu samolotu przez strugi powietrza w bezpośredniej bliskości ziemi są nieco zmienione, właśnie przez bliskość ziemi.

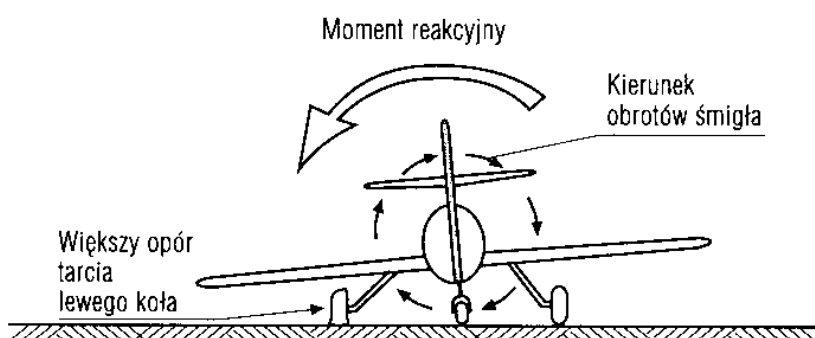
Przyjmuje się, że efekt oddziaływania ziemi jest odczuwalny do wysokości równej rozpiętości samolotu, po czym gwałtownie zanika. Zjawisko to wiąże się z powstawaniem oporu indukowanego, który jak wiemy, jest nieodłącznym czynnikiem w procesie powstawania siły nośnej. Wielkość oporu indukowanego zależy od kąta natarcia tzn. jest on największy na dużych kątach natarcia, czyli przy małych prędkościach, a więc właśnie w etapach lotu takich jak start i lądowanie. Opór ten jest wywoływany przez dodatkowe odgięcie strugi do dołu za profilem skrzydła oraz przez wir tworzący się na końcówce skrzydła

w wyniku wyrównywania się ciśnień pod i nad skrzydłem. Zjawisko to jest dość silnie tłumione w czasie znajdowania się skrzydła bezpośrednio nad ziemią, szczególnie na samolotach w układzie dolnopłata. Bliskość ziemi nie pozwala na intensyfikację wirów brzegowych, zmniejsza ruch strugi pod skrzydłem w stronę końców skrzydła oraz ogranicza odgięcie strugi za profilem do dołu. Wszystko to powoduje zmniejszenie oporu indukowanego. W tej sytuacji, również mniejszy jest ciąg potrzebny do wytworzenia niezbędnej siły nośnej, a to oznacza, że oderwanie samolotu przy starcie też może nastąpić przy mniejszej prędkości, a mimo to siła nośna będzie wystarczająco duża. Wzniesienie się samolotu powyżej efektu oddziaływania ziemi (działania "poduszki powietrznej") przy zbyt małej prędkości może spowodować przepadnięcie samolotu. Natomiast działanie "poduszki powietrznej" przy lądowaniu objawia się dłuższym procesem wytrzymania, mimo zredukowania mocy. Nawet na niedużych kątach natarcia wytwarza się stosunkowo znaczna siła nośna, która powoduje "niesienie" się samolotu.



Rys. 27. Powstawanie efektu tzw. "poduszki powietrznej"

1.12.2. Moment reakcyjny zespołu śmigło-silnikowego (ZSS)



Rys. 28. Działanie momentu reakcyjnego ZSS

Na zasadzie reakcji śmigło oddziałuje na silnik, a z nim na samolot z takim samym, co do wielkości, lecz przeciwnie skierowanym momentem reakcyjnym, który usiłuje obrócić samolot w kierunku przeciwnym do obrotów/

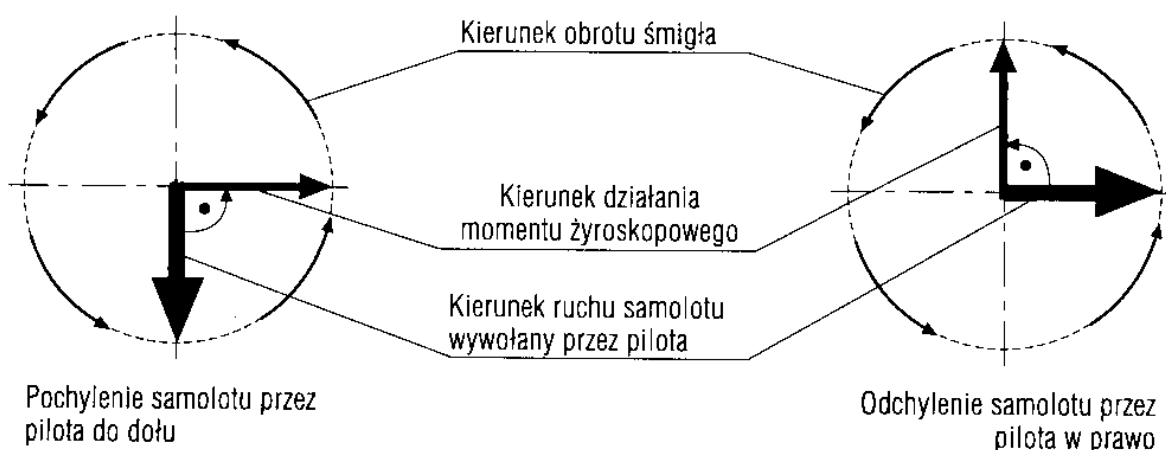
1.12.3. Moment żyroskopowy zespołu śmigło-silnikowego

Wirujące elementy zespołu śmigło-silnikowego mają właściwości żyroskopu, co oznacza dążność do utrzymania płaszczyzny swego obrotu. Zmiana tej płaszczyzny powoduje powstanie "momentu żyroskopowego". Sytuacja taka zachodzi przy obrocie samolotu wokół osi poprzecznej lub osi pionowej, co zmusza pilota do odpowiedniej reakcji sterem kierunku i wysokości.

I tak przy ruchu samolotu, powodującym odchylenie płaszczyzny wirującego śmigła w pionie (np. unoszenie ogona), "moment żyroskopowy" powstanie "lewo – prawo". Przy odchyleniu płaszczyzny w lewo – prawo (np. zakręty) momenty powstaną "góra – dół". Kierunek momentów zależny będzie od kierunku obrotów śmigła.

Kierunek ruchu samolotu pod wpływem "momentu żyroskopowego" określić można wg następującej zasady: "o 90° w stosunku do ruchu wywołanego, a zgodnie z kierunkiem obrotu śmigła".

Zasadę powyższą graficznie pokazuje rys. 29.

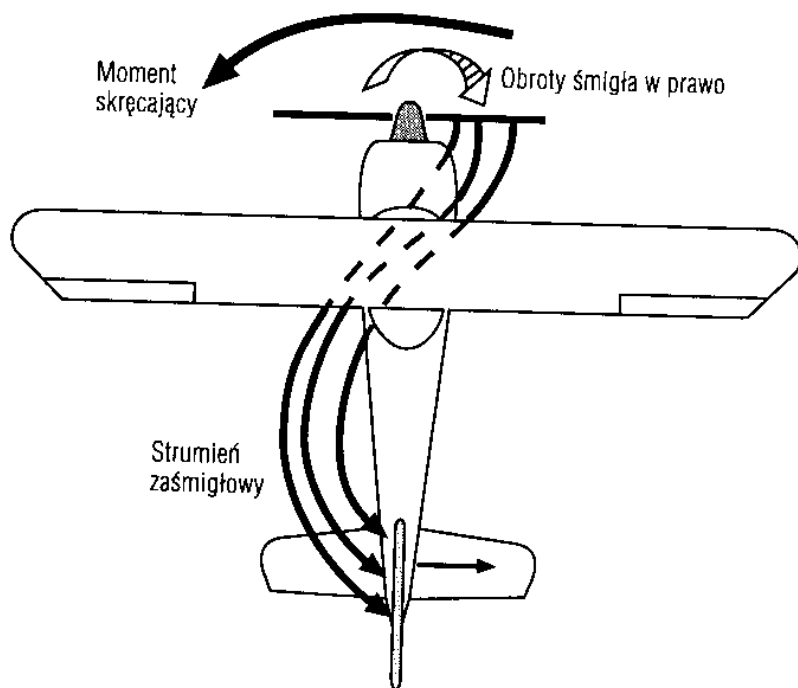


Rys. 29. Oddziaływanie momentu żyroskopowego ZSS na samolot

1.12.4. Działanie strumienia zaśmigłowego na usterzenie kierunku

Śmigło nie tylko odrzuca powietrze do tyłu, ale "pociąga" je za kierunkiem obrotów, nadając mu ruch wirowy. Działając na usterzenie kierunku pod pewnym kątem wytwarza ono dodatkową siłę powodującą powstanie momentu zakręcającego. Przy obrotach śmigła w prawo (patrząc z kabiny) występuje tendencja do utraty kierunku w lewo. Największy wpływ stru-

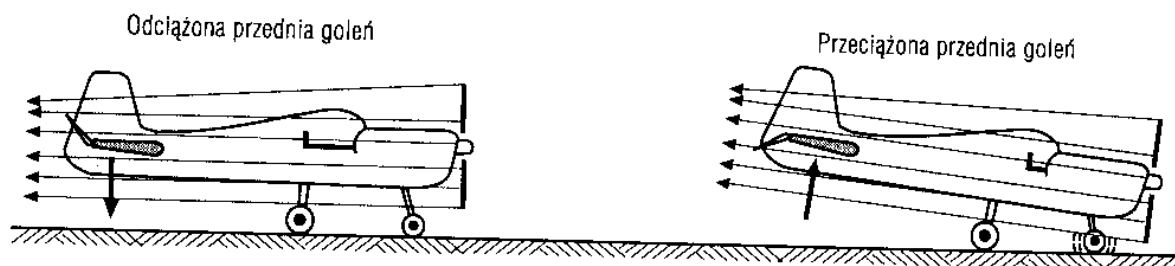
mienia zaśmigłowego na usterzenie kierunku występuje w czasie startu (rys. 30).



Rys. 30. Oddziaływanie strumienia zaśmigłowego na usterzenie kierunku

1.12.5. Działanie strumienia zaśmigłowego na usterzenie wysokości

Ogólnie można stwierdzić, że w locie, strumień zaśmigłowy na dużych obrotach powoduje większe odgięcie strugi w dół, co daje zmniejszenie kątów natarcia usterzenia wysokości, zmianę siły aerodynamicznej – a więc prowadzi do naruszenia równowagi podłużnej. Duży wpływ strumień zaśmigłowy wywiera na obciążenie koła przedniego, w przypadku wychylenia steru wysokości w górę lub w dół, w czasie kołowania, szczególnie na miękkim gruncie, gdy wymagane są znaczne obroty (rys. 31).

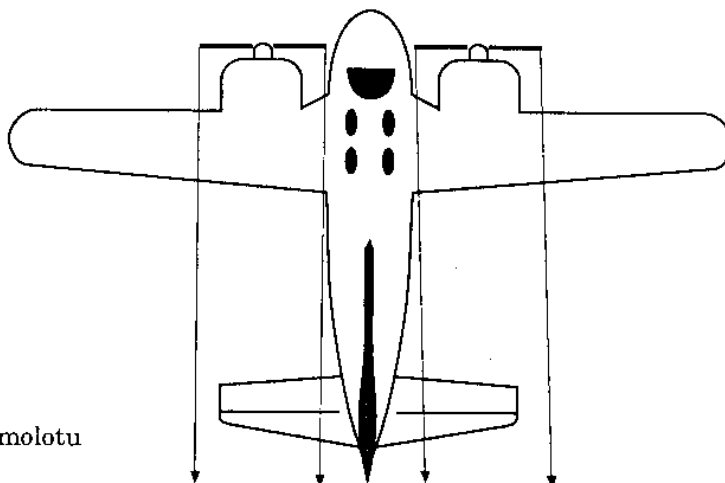


Rys. 31. Oddziaływanie strumienia zaśmigłowego na ster wysokości w czasie kołowania

1.12.6. Aerodynamika samolotu dwusilnikowego

W samolocie dwusilnikowym z silnikami umieszczonymi na skrzydłach zmienia się nieco aerodynamika samolotu, spowodowana głównie momentami występującymi od silników. Charakter występujących momentów zależy

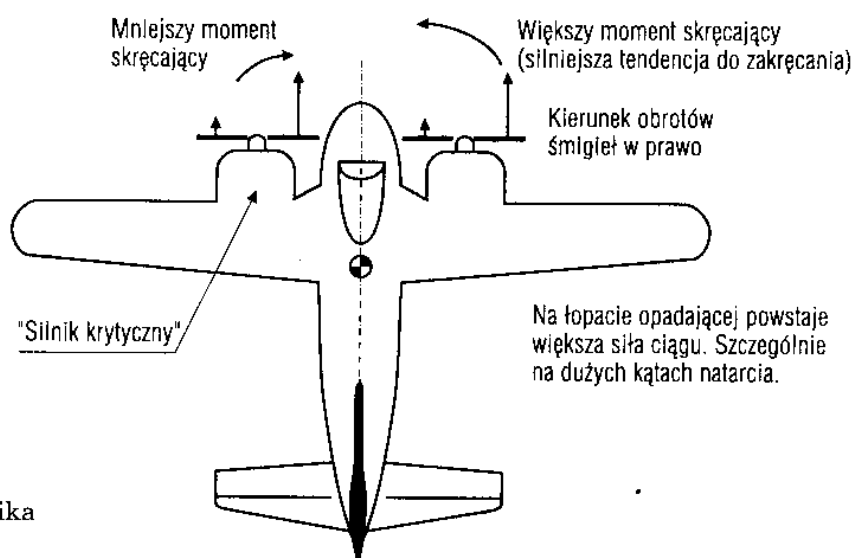
od tego, czy kierunki obrotów śmigieł są takie same, czy też przeciwbieżne. Ponadto duży wpływ na zachowanie się samolotu wywołuje stosunkowo znaczny strumień zaśmigłowy, oraz możliwość różnicowania ciągu na lewym lub prawym silniku. Typowe dla samolotu dwusilnikowego sytuacje aerodynamiczne przedstawiają poniższe rysunki.



Rys. 32. Strumień zaśmigłowy samolotu dwusilnikowego

Ze względu na to, że znaczna część skrzydeł i usterzenia wysokości jest w strumieniu zaśmigłowym następuje znaczna reakcja samolotu na zwiększanie lub zmniejszanie obrotów śmigieł. Szczególnie przejawia się to w czasie zniżania do lądowania. Szybkie zwiększenie obrotów daje przyrost siły nośnej oraz zwiększenie kątów natarcia, natomiast gwałtowne zmniejszenie obrotów powoduje znaczne przepadnięcie samolotu. Z tych powodów praca obrotami silników musi być łagodna aby nie powodować falowania samolotu.

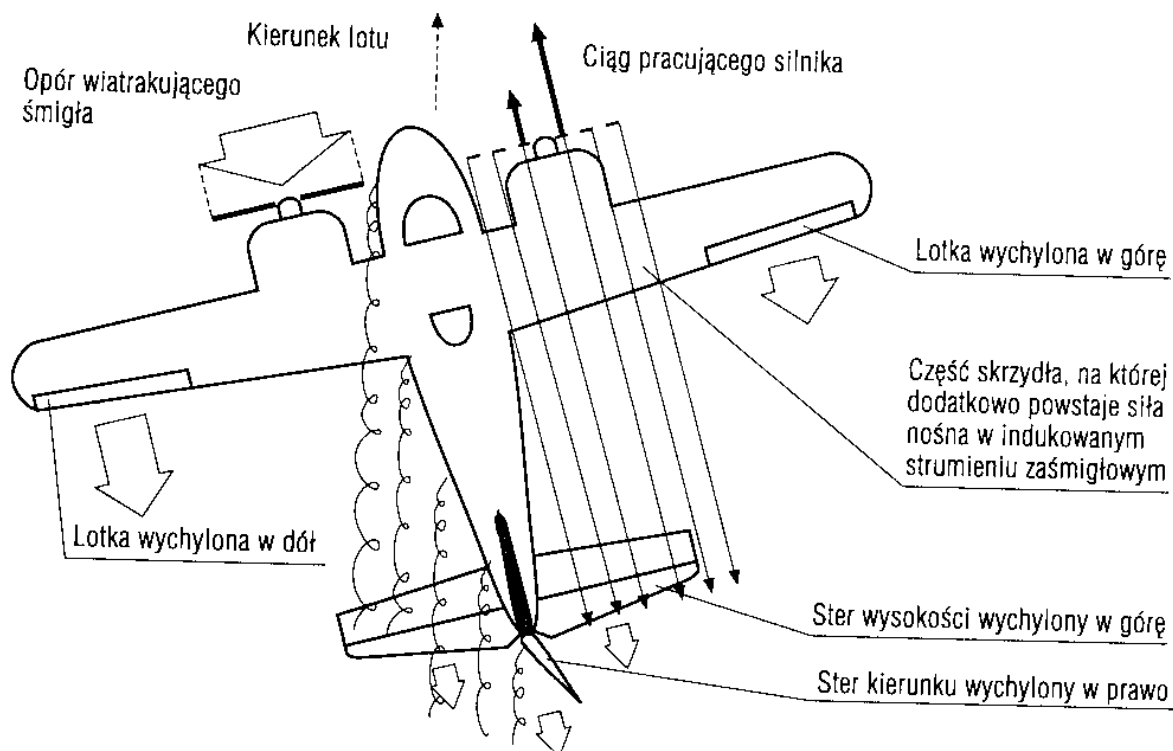
Największe zaburzenie stateczności występuje w przypadku defektu jednego z silników. Jeżeli silniki mają zgodny kierunek obrotów, to szczególnie na dużych kątach natarcia (na małych prędkościach) i przy dużych obrotach, w przypadku defektu jednego z silników może powstać znaczny moment skręcający, naruszający równowagę samolotu. **Silnik, którego defekt ma większy wpływ na zaburzenie stanu równowagi określany jest jako "silnik krytyczny" (rys. 33).**



Rys. 33. Określanie "silnika krytycznego"

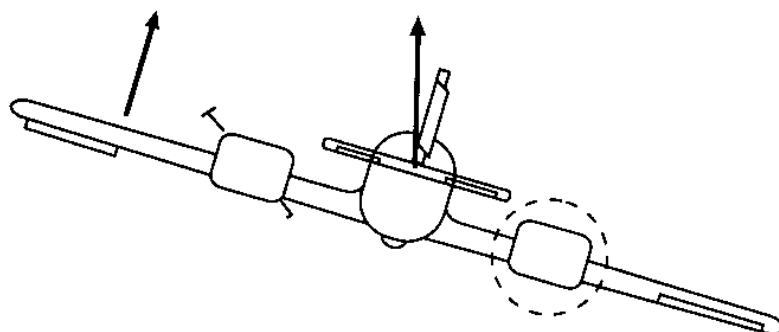
Jeżeli na samolocie obroty śmigieł są przeciwbieżne, wówczas występujące momenty nawzajem się równoważą i dla takiego samolotu pojęcie "silnika krytycznego" nie występuje (np. M-20 "Mewa").

Znaczny wpływ na stan równowagi samolotu dwusilnikowego, przy defekcie jednego silnika, wywiera także **nierównomierny opór**, powodowany głównie wiatrakującym śmigłem nie pracującego silnika, oraz występujący na pewnym ramieniu ciąg silnika pracującego.



Rys. 34 Niesymetria ciągu, oporu i siły nośnej przy defekcie jednego silnika

Powstałą asymetrię należy zrównoważyć utrzymując przechylenie samolotu 3° - 5° na stronę pracującego silnika.



Rys. 35. Prawidłowo utrzymywane przechylenie przy jednym nie pracującym silniku

Mając możliwość regulacji ciągu, na prawym i lewym silniku, pilot może wykorzystywać ciąg zewnętrznego silnika w zakrętach na ziemi, dla zmniejszenia promienia zakrętu.

1.12.7. Mimośrodowość ciągu śmigła

Mimośrodowość ciągu śmigła, to niepokrywanie się wektora ciągu ze środkiem ciężkości. Gdy ciąg przechodzi poniżej środka ciężkości mówimy o tzw. "decentracji dolnej", w sytuacji odwrotnej występuje "decentracja górna". Korzystniejsza, z punktu techniki pilotowania, jest decentracja dolna – gdyż wzrostowi ciągu towarzyszy moment zadzierający, czyli wzrost kątów natarcia, natomiast przymknięcie przepustnicy zmniejsza kąt natarcia a więc powoduje przejście samolotu na zniżanie.

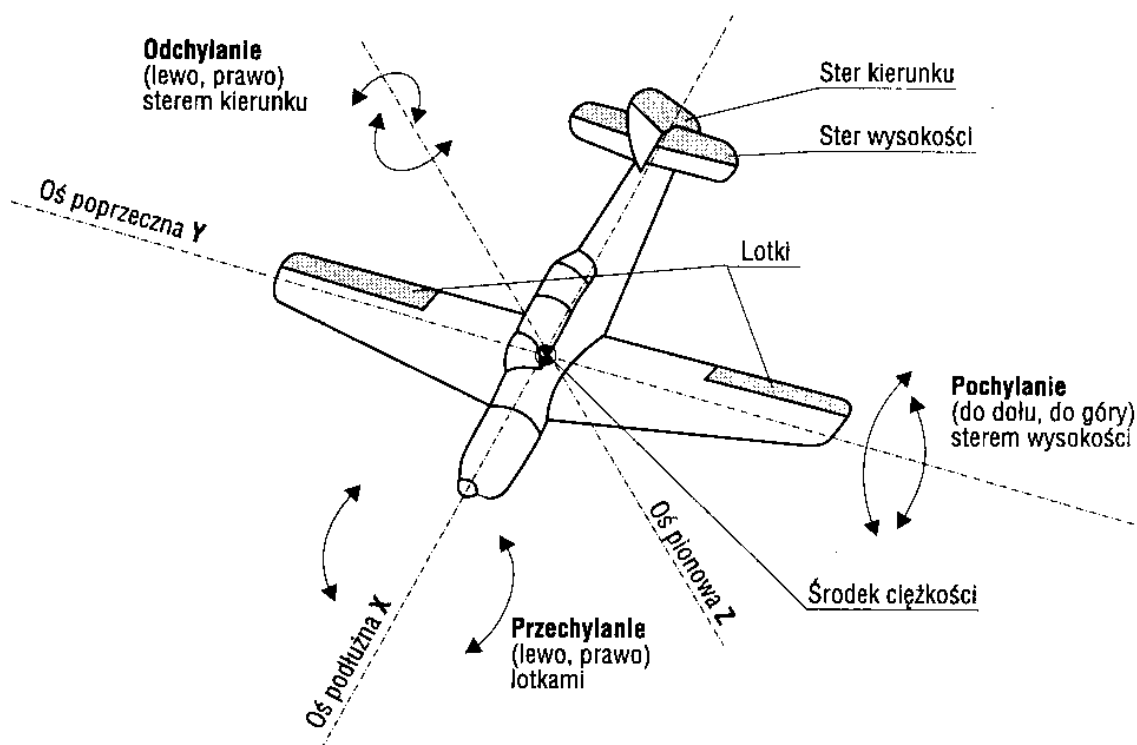
1.13. WYBRANE ZWROTY W JEZYKU ANGIELSKIM WIAŻĄCE SIĘ Z TEORIA LOTU

1. Środek ciężkości – Centre of gravity.
2. Siła nośna równoważy ciężar – Lift balances weight.
3. Ciąg równoważy opór – Thrust balances drag.
4. Siła wypadkowa – Resultant force.
5. Maksymalny nadmiar mocy – Maximum "Excess power".
6. Ślizg – The sideslip.
7. Płaski korkociąg – The flat spin.
8. Stromy korkociąg – The steep spin.
9. Wyprowadzenie z korkociągu – Recovery from the spin.
10. Prędkość przeciągnięcia – Stall speed.
11. Kąt natarcia – Angle of attack.
12. Współczynnik siły nośnej – Coefficient of lift.
13. Rozporządzalny ciąg silnika – Thrust horsepower available.
14. Ześlizg – The slip.
15. Wyślizg – The skid.
16. Prędkość ekonomiczna – Best endurance airspeed.
17. Prędkość największego zasięgu – Best range airspeed.
18. Prędkość największego wznoszenia – Best vertical speed.
19. Tendencja do zwiększania przechylenia – Overbank tendency.
20. Siła odśrodkowa – Centrifugal force.
21. Kąt zaklinowania skrzydła – Angle of incidence.
22. Odległość szybowania – Glide distance.

1.14. PILOTAŻ SAMOLOTU W PODSTAWOWYCH ELEMENTACH LOTU

1.14.1. Charakterystyka działania sterów

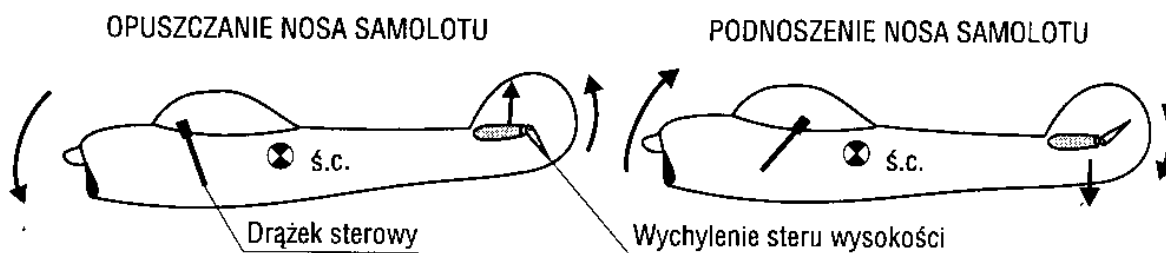
Samolot w powietrzu porusza się wokół trzech osi przechodzących przez jego środek ciężkości jak pokazano na rys. 36.



Rys. 36. Stery aerodynamiczne samolotu i jego trzy osie obrotu

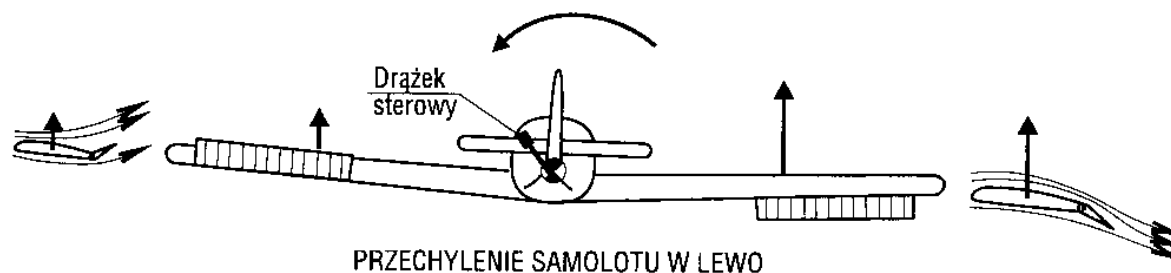
Samolot jako bryła jest symetryczny wokół osi X i Z, nie ma zaś symetrii wg osi Y – co zmusza do stosowania specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych dla zachowania równowagi. We wszystkich dalszych rozważaniach ograniczamy się do tradycyjnego układu aerodynamicznego samolotu i sterów.

Ster wysokości (w tradycyjnym układzie aerodynamicznym samolotu) może być oddzielnym ruchomym elementem mocowanym do statecznika poziomego lub też tworzyć z nim ruchomą całość jako statecznik płytowy.



Rys. 37. Reakcja samolotu na działanie steru wysokości

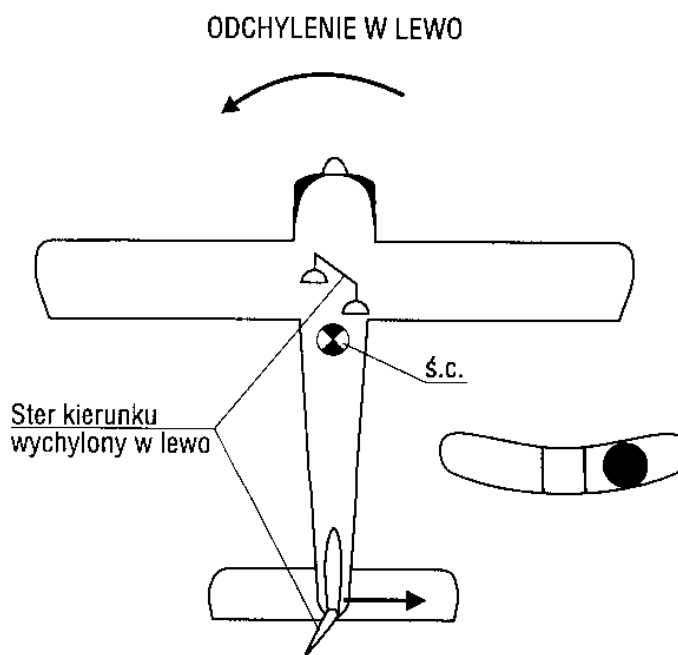
Lotki umożliwiają przechyłanie samolotu. Skrzydło z wychyloną lotką w dół, czyli podniesione do góry (wzrosła siła nośna), posiada też większy opór indukowany i opór kształtu (wzrosło wysklepienie profilu). W sumie skrzydło uniesione posiada większy opór co powoduje powstanie niekorzystnego momentu kierunkowego usiłującego obrócić samolot w kierunku



Rys. 38. Reakcja samolotu na wychylenie lotek

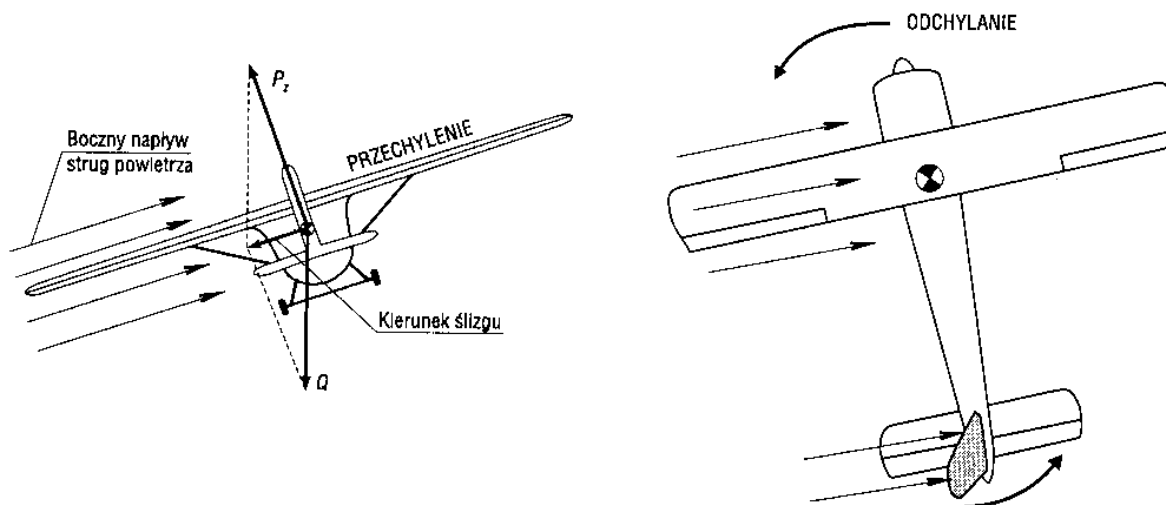
skrzydła przechylonego do góry, a więc przeciwnie niż trzeba do wprowadzenia w zakręt. Aby usunąć ten niekorzystny moment stosuje się tzw. różnicowe wychylenie lotek lub tzw. lotki Fryzego (z noskiem). Przy zastosowaniu lotek różnicowych, lotka która wychylona jest do góry, zawsze wychyla się proporcjonalnie o większy kąt niż lotka wychylona do dołu. Dzięki temu silniej wzrasta opór skrzydła przechylonego w dół i nie powstaje niekorzystny moment kierunkowy, co znacznie ułatwia pilotaż.

Podstawową funkcją **steru kierunku** jest oczywiście odchylenie samolotu w lewo lub w prawo, ale najwięcej ster kierunku jest wykorzystywany do utrzymania lotu prostoliniowego – czyli zapobiegania odchyleniu. Ze sterem kierunku najbardziej są związane wskazania kulki chyłomierza poprzecznego. Chcąc utrzymać skoordynowany lot bez ślizgów, należy kulkę chyłomierza utrzymać w położeniu środkowym, w przeciwnym razie lot będzie wykonany ze ślizgiem, a więc przy zwiększonym oporze czołowym i zmniejszonych osiąгах samolotu. Wychylenie steru kierunku w lewo spowoduje odchylenie kulki w prawo (rys. 39) – **stery samolotu w stosunku do pilota działają zawsze tak samo – w każdym położeniu samolotu w przestrzeni**. Często można się spotkać z określeniem “zamiana sterów” np. w locie plecowym mylnie nieraz interpretuje się, że stery działają odwrotnie, bo aby przejść na wznoszenie trzeba wychylić drążek sterowy od siebie. Otóż nie – w locie plecowym reakcja samolotu na odchylenie drążka jest taka sama jak w normalnym, tzn. samolot zawsze pochyli nos “od pilota”.



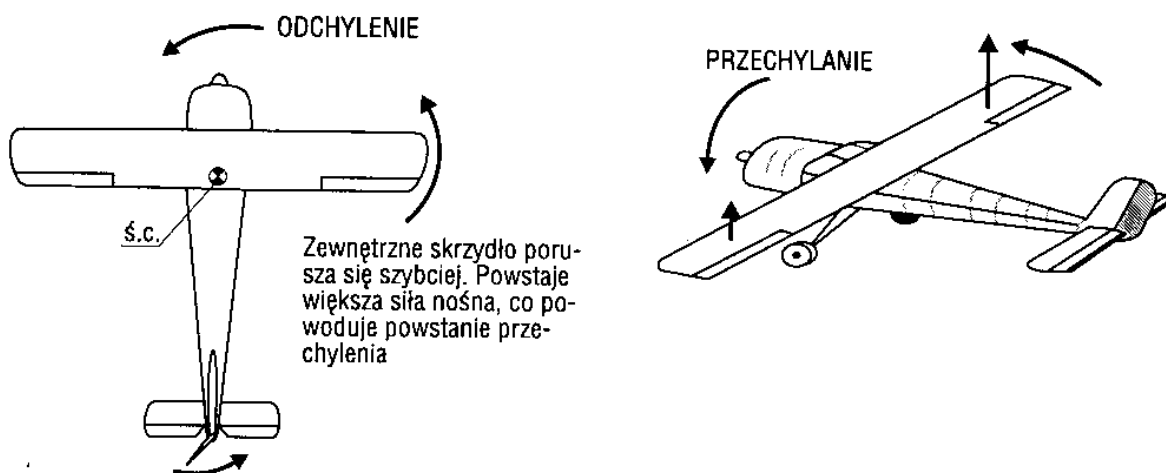
Rys. 39. Reakcja samolotu na wychylenie steru kierunku

1.14.1.1. Współdziałanie sterów – przechylenie powoduje odchylenie i odwrotnie odchylenie powoduje powstanie przechylenia



Rys. 40. Przechylenie powoduje ślizg, a w następstwie odchylenie samolotu (utrata poprzedniego kierunku lotu)

Jeżeli pilot używając tylko lotek spowoduje przechylenie, to następstwem tego będzie też powstanie odchylenia w stronę przechyłu, a przy dalszym braku reakcji samolot opuści nos pod horyzont i rozpocznie wykonywanie spirali na zniżaniu.



Rys. 41. Wychylenie steru kierunku powoduje odchylenie kierunkowe, a w następstwie powstanie przechylenia

Jeżeli pilot używając tylko steru kierunku spowoduje odchylenie samolotu np. w lewą stronę to prawe skrzydło poruszając się z większą prędkością, wytworzy większą siłę nośną, a ponadto na skutek bezwładności zachowany będzie kierunek ruchu. Także przyrost kątów natarcia na prawym skrzydle spowoduje dalszy przyrost jego siły nośnej, natomiast lewe wewnętrzne

skrzydło będące w cieniu kadłuba nie da przyrostu siły nośnej potrzebnej dla zrównoważenia prawego. W wyniku nierównowagi sił powstanie przechylenie w lewo. Efektem wychylenia steru kierunku będzie więc powstanie odchylenia od dotychczasowego kierunku, a następnie powstanie przechylenia i rozwój spirali na zniżaniu.

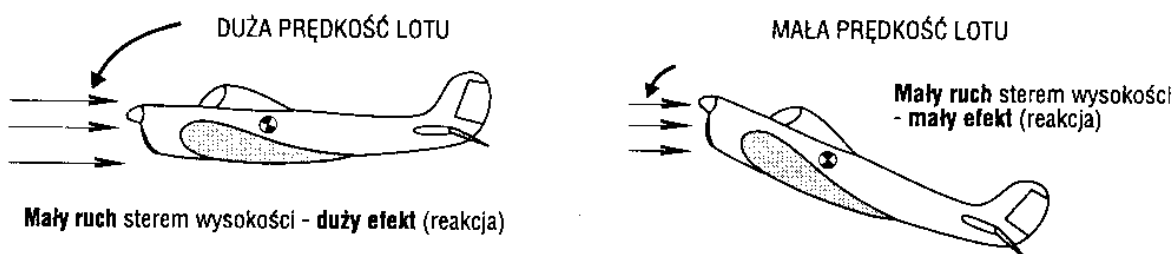
1.14.1.2. Użycie steru wysokości – pochylenie

Wychylenie steru wysokości powoduje w pierwszym rzędzie zmianę kąta położenia samolotu względem osi poprzecznej "Y", a w konsekwencji zmniejszenie prędkości – przy wychyleniu drążka sterowego "na siebie" lub wzrost prędkości – przy wychyleniu drążka "od siebie". Nie rozpatrując użycia mocy silnika – ster wysokości ustala prędkość lotu. Wychylenie drążka "do siebie" powoduje:

- wzrost kąta natarcia (podniesienie nosa samolotu),
- przyrost siły nośnej,
- wzrost oporu czołowego,
- spadek prędkości lotu.

Wychylenie drążka "od siebie" powoduje:

- opuszczenie nosa samolotu,
- zmniejszenie kątów natarcia,
- mniejszy przyrost oporu ze wzrostem prędkości,
- wzrost prędkości lotu.



Rys. 42. Efektywność sterowania rośnie ze wzrostem prędkości

Ster wysokości używany jest niejako "samodzielnie" do utrzymywania zadanej prędkości, w odróżnieniu od steru kierunku i lotek, które muszą być używane "w powiązaniu" dla utrzymania kierunku i przechylenia samolotu. Idea pilotażu samolotu sprowadza się do wykonywania wielokrotnych ruchów sterami dla utrzymaniażądanego położenia samolotu w przestrzeni na zasadzie wprowadzania zamierzonej zmiany – zatrzymania ruchu w określonym momencie, a następnie podtrzymywania uzyskanego położenia. Zasadę tę można lapidarnie określić jako "dał – wycofał – dał". Pilotaż jest procesem ciągłym, który można zminimalizować poprzez właściwe wytrymerowanie samolotu – czyli zmniejszenie do minimum sił występujących na sterach w danym etapie lotu.

1.14.2. Wpływ zmiany mocy silnika (obrotów) na pilotaż samolotu

Przy każdej istotnej zmianie parametrów pracy silnika, silnik powinien pracować na bogatej mieszance. Zmian obrotów silnika należy dokonywać powoli, w ogólnym przypadku w tempie 3 sekund. Niezależnie od reakcji samolotu związanej z mimośrodowością ciągu śmigła (rozdz. 1.12.7.) uwzględnić należy także tendencję samolotu do odchylenia nosa samolotu wraz ze wzrostem (zmniejszaniem) obrotów.

Ze wzrostem obrotów do startu (obroty silnika zgodnie ze wskazówkami zegara) samolot będzie miał tendencję do podnoszenia nosa oraz do odchylenia się w lewo, oczywiście przy redukcji mocy tendencja będzie odwrotna (tzn. do opuszczania nosa i do odchyłania w prawo). Obrazowo pokazano to na rys. 43.



Rys. 43. Tendencja ruchu samolotu na zmianę mocy silnika (obroty silnika zgodne ze wskazówkami zegara)

Działanie pilota w przedstawionej wyżej sytuacji powinno być następujące:

1) Przy wzroście mocy:

- utrzymać określone położenie nosa samolotu – sterem wysokości – zwiększając nacisk na drążek “od siebie”,
- wychylić ster kierunku w prawo dla utrzymania poprzedniego kierunku (kulka chyłomierza w środku);

2) Przy redukcji mocy:

- utrzymać określone położenie nosa samolotu – sterem wysokości – zwiększając nacisk na drążek “do siebie”,
- wychylić ster kierunku w lewo dla utrzymania poprzedniego kierunku (kulka chyłomierza w środku).

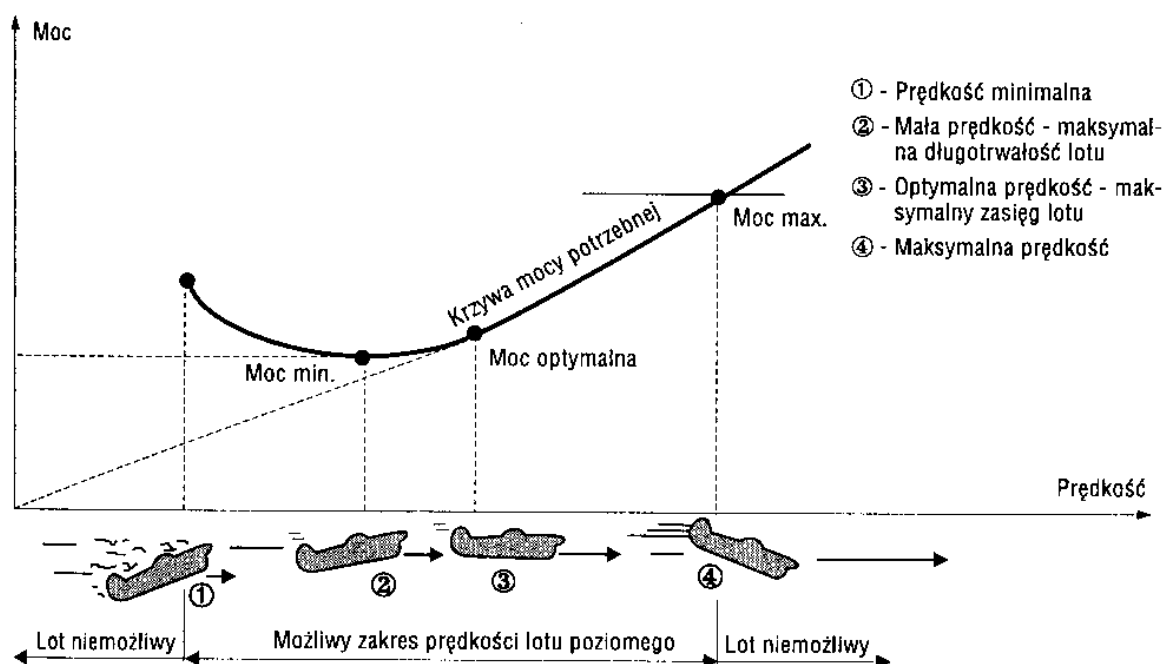
W każdym przypadku wytrymerować samolot.

1.14.3. Lot poziomy, prostoliniowy na ustalonej wysokości

Zdecydowanie największą część każdego lotu stanowi lot poziomy (ponad 50%), dlatego dobór jego parametrów posiada istotne znaczenie dla całego lotu.

Jak już wspomniano w rozdziale 1.6. lot poziomy ustalony zachodzi wtedy, gdy moc rozporządzalna równa jest mocy potrzebnej, czyli gdy ciąg równoważy opór, a siła nośna ciężar samolotu.

W zależności od wybranej prędkości lotu, moc potrzebna może być większa lub mniejsza. Jak pokazuje rys. 44, z tą samą mocą samolot może lecieć na małej lub dużej prędkości, co będzie zależało od kątów natarcia, czyli od ustawienia samolotu w stosunku do strug powietrza, zależnie od tego czy pilot ustali nos samolotu względem horyzontu wyżej czy niżej. Przy zwiększającej się prędkości dla zachowania lotu poziomego nos samolotu musi być opuszczany niżej i odwrotnie, chcąc utrzymać lot poziomy na mniejszej prędkości, nos samolotu musi być podniesiony wyżej.



Rys. 44. Zmiany prędkości przelotowych na różnych zakresach mocy

Z wykresu na rys. 44 jasno wynika, że lot poziomy najlepiej wykonywać na pośrednich prędkościach lotu – od około optymalnej, dla danego typu samolotu, w stronę prędkości maksymalnej. Zdecydowanie niekorzystne jest latanie na małych prędkościach lotu poziomego, na których opór całkowity samolotu jest zawsze znacząco duży.

Prędkość największej długotrwałości lotu osiągamy latając na minimalnej mocy, przy minimalnym jednostkowym zużyciu paliwa liczonemu na **jednostkę czasu**. Prędkość ta jest określona zawsze w „Instrukcji Użytkowania Samolotu”. Konieczność lotu na tej prędkości może zaistnieć, gdy trzeba będzie czekać w powietrzu na poprawę pogody (np. ustąpienie mgły) lub też wykonać długotrwałe oczekiwanie ze względu na sytuację ruchu lotniczego (tzw. holding) w pobliżu lotniska lądowania.

Prędkość największego zasięgu jest bardzo ważnym parametrem osiągow samolotu, pozwalającym osiągnąć znaczne odległości przelotu przy wykorzystaniu posiadanego zapasu paliwa. Dla tej prędkości lotu właściwym jest najmniejszy wskaźnik zużytego paliwa do przelecianej **odległości**, co osiąga się zwykle poniżej 75% mocy maksymalnej przy odpowiednim „zubożeniu” mieszanki paliwowo-powietrznej. Zwykle „Instrukcja Użytkowania”

najczęściej w formie tabelarycznej dokładnie określa parametry lotu dla tej prędkości.

Dla zwiększenia prędkości w locie poziomym należy:

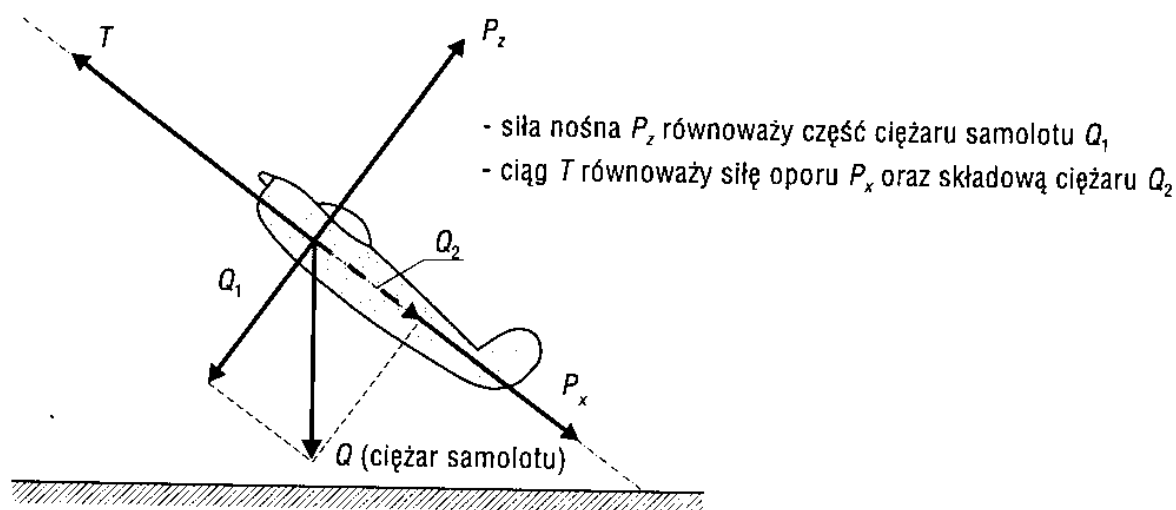
- zwiększyć moc utrzymując sterem kierunku kulkę chyłomierza w środku,
- w miarę wzrostu prędkości stopniowo obniżać położenie nosa samolotu na horyzoncie utrzymując lot poziomy (wariometr wskazuje 0),
- dostosować moc do osiągniętej – żądanej prędkości,
- wytrymerować samolot trymerem steru wysokości (“ciężki na nos”),
- skorygować moc, projekcję na horyzoncie, użyć trymerów wg potrzeb.

Przy zmniejszaniu prędkości lotu poziomego, ogólnie czynności będą odwrotne. Przy zmianie parametrów lotu poziomego każdorazowo kolejność czynności pilota powinna być następująca: MOC → PROJEKCJA → TRYMER.

1.14.4. Lot wznoszący

W ustalonym locie wznoszącym wszystkie siły działające na samolot muszą się oczywiście równoważyć. A więc siła nośna równoważy część ciężaru samolotu – składową prostopadłą do toru lotu, natomiast ciąg śmigła musi równoważyć opór samolotu oraz dodatkową drugą składową ciężaru równoległą do toru lotu. Tak więc do lotu wznoszącego **jest potrzebna trochę mniejsza siła nośna** niż do lotu poziomego, ale za to jest potrzebny nadmiar mocy zespołu śmigło-silnikowego, od którego zależy prędkość wznoszenia pionowego i po torze wznoszenia.

Rozkład sił na wznoszeniu został przedstawiony na rys. 45.



Rys. 45. Rozkład sił w locie wznoszącym

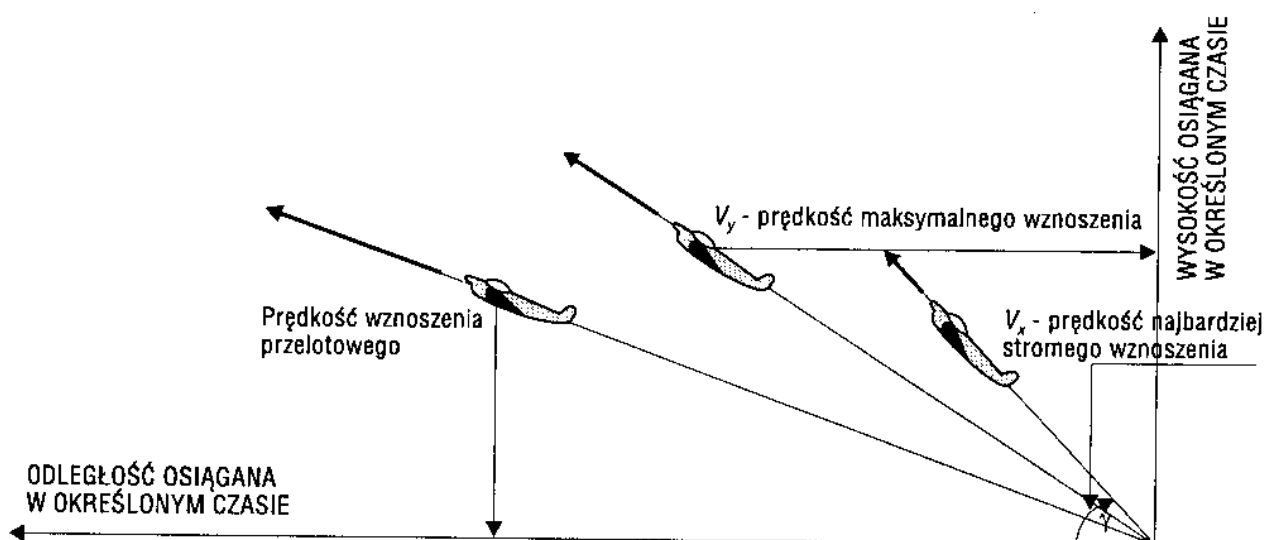
W celu przejścia na wznoszenie należy najpierw **zwiększyć moc**, a później ustalić kąt wznoszenia na zalecanej prędkości. Po osiągnięciu nowej wysokości stopniowo zmniejszyć kąt wznoszenia do przejścia do lotu poziomego,

odczekać chwilę, aż prędkość wzrośnie do zalecanej do lotu poziomego, a następnie dopiero zredukować moc dla utrzymania stałej prędkości. Kontrolę wznoszenia przeprowadzać wg prędkościomierza, wariometru i wysokościomierza. Dodatkowo w czasie wznoszenia częściej należy kontrolować parametry pracy silnika, gdyż ze względu na dużą moc na wznoszeniu i stosunkowo nie-dużą prędkość lotu może wystąpić nieco mniejsze chłodzenie, co może doprowadzić do przegrzania silnika. W przypadku wzrostu temperatury głowic lub temperatury oleju, ponad zakres eksploatacyjny, należy zmniejszyć kąt wznoszenia, zwiększyć prędkość, otworzyć w pełni zasłonki chłodzenia silnika i zredukować moc jeśli temperatury nie zmniejszają się. W przypadku możliwości ręcznego sterowania składem mieszanki – wznoszenie wykonywać z ustawieniem dźwigni składu mieszanki w położeniu BOGATA. Na samolotach, na których nos (maska silnika) znacznie wystaje nad horyzont, w czasie wznoszenia należy dodatkowo okresowo kontrolować przestrzeń wznoszenia z przodu samolotu, czy nie ma innych samolotów, gdyż normalna obserwacja do przodu jest utrudniona.

W czasie wznoszenia mogą wystąpić trzy rodzaje prędkości postępowej:

- 1) prędkość wznoszenia z największym kątem naboru wysokości (V_x),
- 2) prędkość wznoszenia z największą prędkością pionowego naboru wysokości (V_y),
- 3) prędkość wznoszenia przelotowego – najczęściej stosowana gdyż:
 - zapewnia najszybsze osiągnięcie trasy lotu,
 - samolot jest najbardziej sterowny,
 - silnik ma najlepsze warunki chłodzenia,
 - położenie nosa samolotu nad horyzontem jest najwygodniejsze.

Wzajemną relację tych prędkości pokazuje rys. 46.



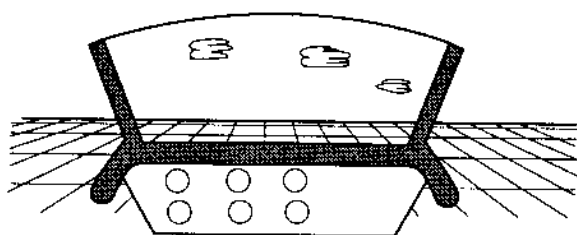
Rys. 46. Rodzaje prędkości wznoszenia

Największą prędkość wznoszenia (V_y) uzyskuje się na prędkości lotu, przy której **nadmiar mocy** jest maksymalny. Największy kąt wznoszenia uzyskuje się na prędkości lotu (V_x), przy której **nadmiar ciągu** jest maksymalny. Lepsze parametry wznoszenia uzyskuje się przy mniejszym ciężarze samolotu i mniejszej wysokości.

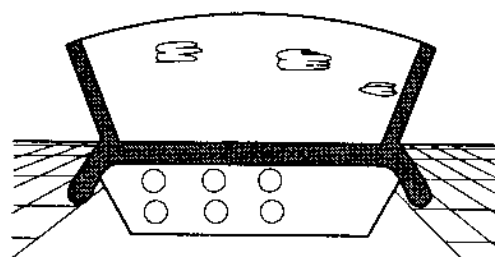
Wznoszenie po starcie, w większości przypadków, odbywa się z klapami podskrzydłowymi wypuszczonymi w położenie startowe (zwykle $10^\circ - 15^\circ$). Wypuszczenie klap w położenie startowe pozwala:

- wytworzyć niezbędną siłę nośną na mniejszej prędkości,
- skrócić rozbieg samolotu,
- wykonać lot z mniejszą prędkością,
- osiągnąć bardziej strome wznoszenie.

Pamiętać też trzeba, że pełne wychylenie klap znacznie zwiększa opór i pogarsza zdecydowanie charakterystyki wznoszenia. Nie może więc być używane do startu. Chowanie klap po starcie powinno się odbyć na wysokości nie mniejszej niż 50 m – zapobiega to “przepadnięciu” w momencie chowania klap na ustalonej prędkości wznoszenia. Schowaniu klap towarzyszyć musi zwykle ruch drążka “do siebie” dla utrzymania właściwego kąta wznoszenia. W czasie przejścia na wznoszenie po starcie, często u niedoświadczonych pilotów obserwuje się utratę kierunku, co spowodowane jest zasłonięciem przez nos samolotu punktu na horyzoncie obranego do utrzymania kierunku startu. W związku z tym przed przejściem na wznoszenie, należy zawczasu wybrać punkt dobrze widoczny do utrzymywania kierunku na wznoszeniu.



Wznoszenie po starcie - klap w położenie startowe



Wznoszenie - klap schowane

Rys. 47. Zmiana projekcji położenia maski samolotu na wznoszeniu po schowaniu klap podskrzydłowych

Jak opisano już w rozdziale 1.7 lot wznoszący może odbywać się zarówno na I zakresie prędkości jak i II ze wszystkimi konsekwencjami temu towarzyszącymi. Niebezpieczna jest sytuacja gdy np. przeciążony samolot znajduje się – po oderwaniu od ziemi – na bardzo dużych kątach natarcia, małej wysokości i małej prędkości. Wówczas każde ściągnięcie drążka “do siebie” pogorszy sytuację i może doprowadzić do zwałenia się samolotu. Jedynym wyjściem z sytuacji jest nie zwiększając kątów natarcia poczekać na wzrost prędkości i w miarę jej przyrostu, zmniejszać kąty natarcia w stopniu pozwalającym na utrzymanie lotu poziomego, a dopiero po wzroście prędkości do właściwej przejść na wznoszenie.

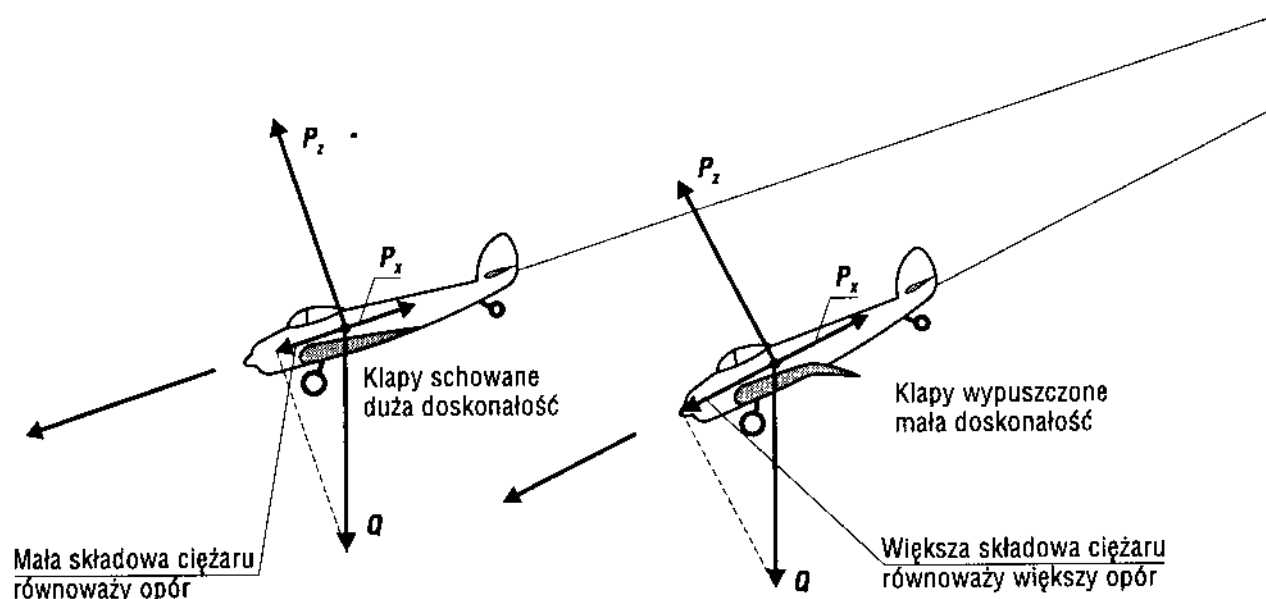
1.14.5. Lot szybowy

Lot szybowy możemy rozpatrywać jako “szybowanie” tzn. lot bez użycia silnika oraz jako “zniżanie” z użyciem silnika do sterowania wielkością opadania.

W szybowaniu (bez użycia silnika) na samolot działają trzy główne siły:

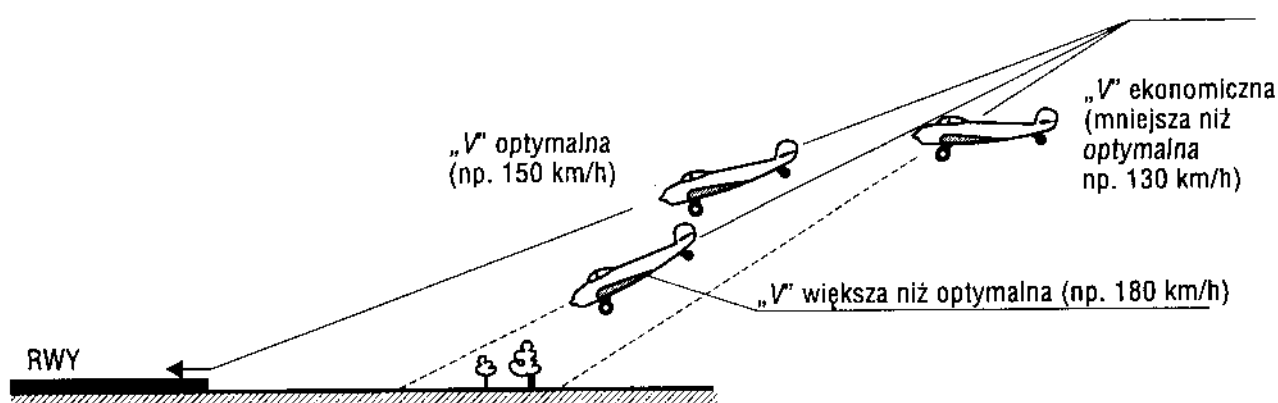
- siła nośna,
- siła ciężaru,
- siła oporu.

Aby utrzymać prędkość lotu bez użycia silnika należy natychmiast opuścić nos samolotu pod horyzont i rozpocząć szybowanie. Zrównoważenie siły oporu nastąpi poprzez składową ciężaru samolotu. Znaczący wpływ na profil i zasięg szybowania mają klapy podskrzydłowe. Rys. 48 pokazuje zarówno rozkład sił podczas szybowania jak i wpływ klapy na kąt szybowania.



Rys. 48. Rozkład sił w czasie szybowania

Wzrost oporu daje zarówno wypuszczenie klapy podskrzydłowych, jak i np. wykonanie ślizgu na skrzydło. Czynniki te będą więc powodować, że większa składowa ciężaru potrzebna będzie do zrównoważenia większego oporu, czyli zwiększać trzeba będzie kąt szybowania. Pogorszenie stosunku P_z/P_x (lub ich współczynników c_z/c_x), czyli pogorszenie doskonałości, spowoduje zmniejszenie zasięgu szybowania. Zasięg szybowania równy jest wysokości rozpoczęcia szybowania pomnożonej przez doskonałość samolotu przy kącie natarcia, na którym odbywa się szybowanie. Najdalej można zalecieć pod-



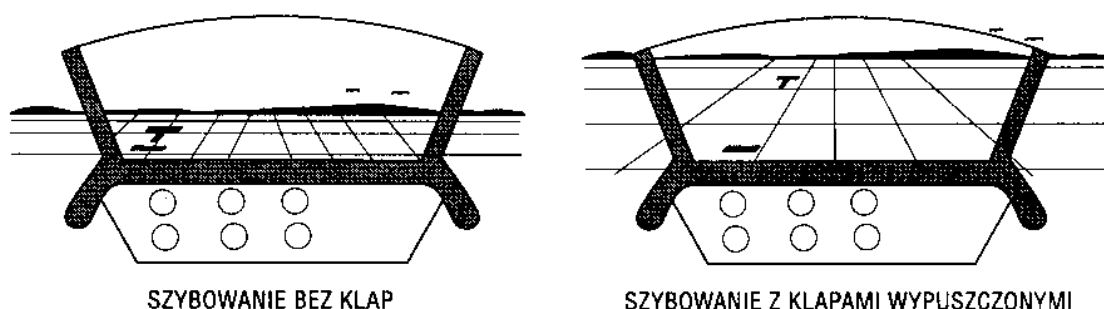
Rys. 49. Prędkości szybowania, a zasięg szybowania (przykład)

czas szybowania na optymalnym kącie natarcia, czyli na prędkości optymalnej. Np. przy doskonałości samolotu 8 (tzn. 8:1) każde 100 m utraty wysokości da nam 800 m przelecianej odległości, natomiast z 1000 m przelecimy 8 km – oczywiście przy bezwietrznej pogodzie.

Lot z prędkością najmniejszego opadania czyli ekonomiczną, zapewni natomiast najdłuższe w czasie utrzymanie się w powietrzu (porównaj rozdział 1.8).

Konkretne wartości dla poszczególnych prędkości zawarte są zawsze w „Instrukcji Użytkowania” dla danego typu samolotu.

Lądowanie z wypuszczonymi klapami ma tę zaletę, że zmniejsza się prędkość podejścia i lądowania, oraz dodatkowo polepsza widzialność pasa lądowania, ponieważ jak już powiedziano wcześniej, następuje znaczne opuszczenie nosa samolotu. Wypuszczanie klap należy przeprowadzać stopniowo, kontrolując przebieg ich wychylania. W przypadku wystąpienia przechylenia należy klapy natychmiast schować, a lądowanie wykonać bez klap. Przed wypuszczeniem klap należy się upewnić czy prędkość lotu jest właściwa do ich wypuszczenia (nie może być większa niż maksymalnie dopuszczalna – V_{FE}). Po pełnym wypuszczeniu klap należy samolot wytrymerować – niwelując zbędne obciążenia na drążku. Należy pamiętać, że w przypadku przejścia na drugi krąg manewr musi być wykonywany ze szczególną ostrożnością, ze względu na małą prędkość lotu, małą wysokość i duży opór samolotu (podwozie + klapy) co wymaga zwykle maksymalnej mocy silnika.



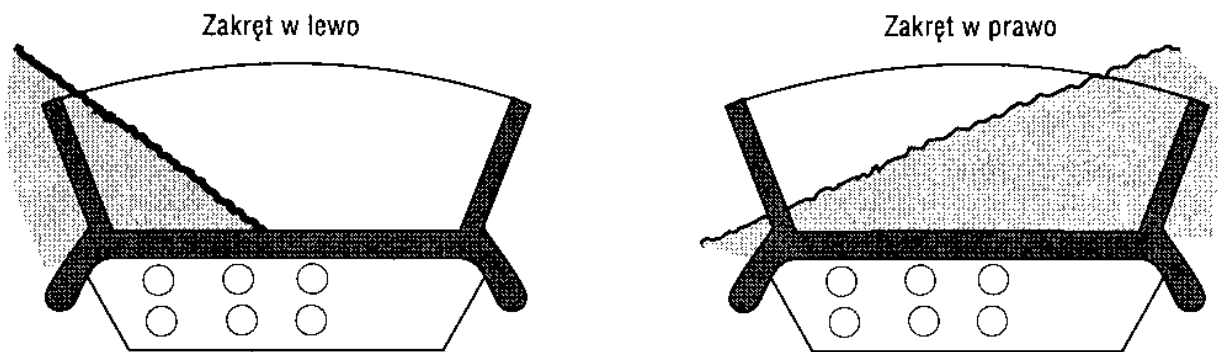
Rys. 50. Różnice w projekcji znaków lądowania podczas szybowania bez klap i z klapami wypuszczonymi

Nieco inne właściwości samolotu występują podczas **zniżania na zredukowanych obrotach** silnika. Ten przypadek występuje znacznie częściej podczas lotów, gdyż pozwala przy zachowaniu określonej prędkości zniżania utrzymywać stałą prędkość na planowanym torze zniżania. Jest to szczególnie istotne w czasie każdego podejścia do lądowania oraz długotrwałego zniżania z wysokości przelotu trasowego do wejścia w system ruchu lotniskowego. Właściwy dobór mocy i kąta zniżania pozwala utrzymać stałą prędkość trasową także po rozpoczęciu zniżania wiele kilometrów przed lotniskiem.

Zwiększenie mocy na zniżaniu powoduje zawsze „spłaszczenie” kąta zniżania.

Poprzez dobór mocy i kąta zniżania pilot zapewnia zachowanie właściwej ścieżki zniżania do punktu wyrównania, wybranego na pasie lądowania. Za-

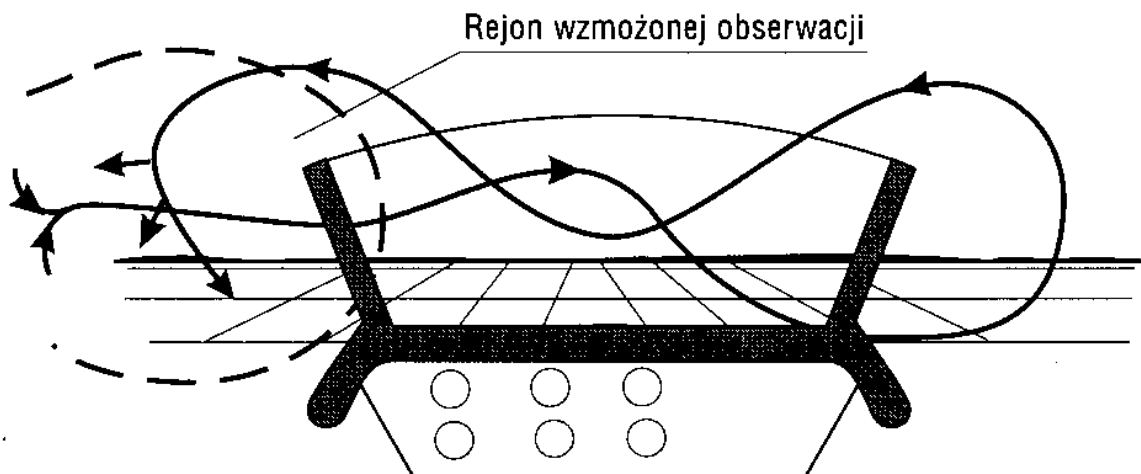
a więc w zakręcie w lewo jest poniżej horyzontu, a w zakręcie w prawo powyżej – powoduje to zmianę projekcji tak jak pokazano na rys. 53.



Rys. 53. Różnica w projekcji położenia przedniej części samolotu w stosunku do horyzontu w lewym i prawym zakręcie

Ważnym elementem przed wykonaniem zakrętu jest przeprowadzenie właściwej obserwacji przestrzeni w stronę zamierzonego zakrętu, oraz wybór punktu na horyzoncie jako zamierzonego kierunku wyprowadzenia. Rozpoczęcie wyprowadzania z zakrętu na wybrany kierunek należy rozpocząć na 10° przed wybranym punktem.

Po wprowadzeniu samolotu w zakręt i zadaniu żadanego przechylenia, następuje proces ciągłego „podtrzymywania” przechylenia oraz pochylenia przy pomocy lotek, steru kierunku oraz steru wysokości, tak aby wartość przechylenia, pochylenia, prędkości, przeciążenia oraz prędkości kątowej były stałe.



Rys. 54. Schemat przeprowadzenia obserwacji tzw. „ósemkowej” przed zakrętem w lewo

Nie należy trymerować samolotu w zakręcie, lecz wcześniej przed wykonaniem manewru.

Podstawowym celem w zakręcie jest utrzymanie kulki chylomierza w środku. Gdy jest ona w środku zakręt jest prawidłowy.

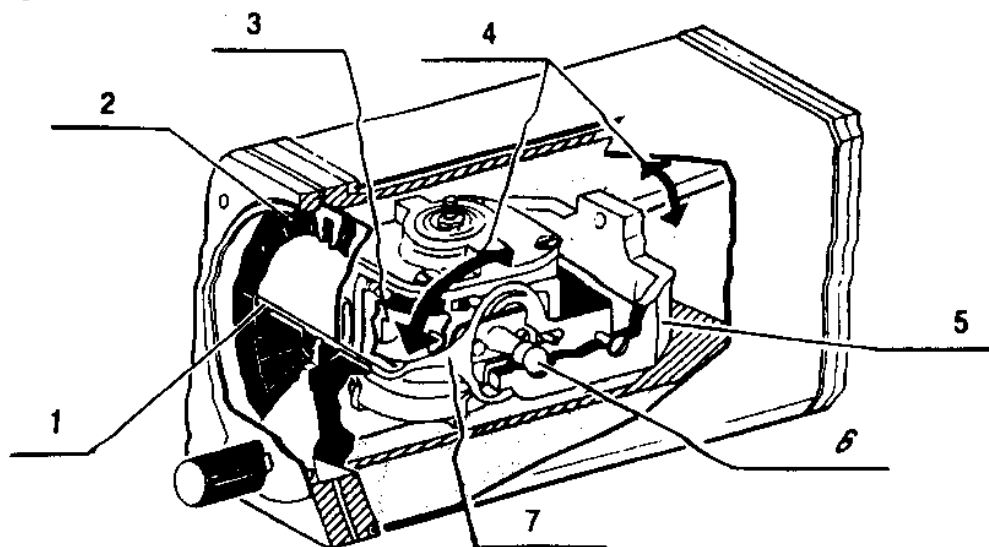
1.15. WYBRANE ZWROTY W JĘZYKU ANGIELSKIM WIĄŻĄCE SIĘ Z PODSTAWOWYMI ELEMENTAMI LOTU

1. The powered descent – zniżanie na obrotach.
2. Normal climb without flap – normalne wznoszenie bez klap.
3. Climb with take-off flap extended – wznoszenie na klapach w pozycji startowej.
4. Extending the flaps – wypuszczanie klap.
5. Raising the flaps – chowanie klap.
6. The medium level turn – zakręt płytki (płytki wiraż).
7. The steep level turn – zakręt głęboki (głęboki wiraż).
8. The climbing turn – zakręt na wznoszeniu.
9. Sideslipping in a descending turn – ślizg w zakręcie na zniżaniu.
10. Turning into selected headings – zakręty na wybrany kurs.
11. Stalling – utrata prędkości (zerwanie).
12. Recovery with power – wyprowadzanie z użyciem silnika (obrotów).
13. Slow flying – lot na małej prędkości.
14. Not speed stable – brak stateczności względem prędkości.
15. Incipient spins – zerwanie w korkociąg (wejście w korkociąg).
16. Recovery procedure – procedura wyprowadzenia.
17. The “balloon” – falowanie (przed przyziemieniem).
18. The “bounced” landing – lądowanie “z kangurem”.

2. POKŁADOWE PRZYRZĄDY PILOTAŻOWE I NAWIGACYJNE

2.1. SZTUCZNY HORYZONT

Zasada działania każdego sztucznego horyzontu oparta jest na wykorzystaniu właściwości żyroskopu o trzech stopniach swobody (niezmiennie położenie w przestrzeni). Główna oś wirnika ustawiona jest pionowo (prostopadle do powierzchni ziemi), a oś obrotu zawieszenia ramki zewnętrznej równoległe do osi podłużnej samolotu. Napęd wirnika jest elektryczny lub pneumatyczny (np. M-20 "Mewa"). Sztuczny horyzont pokazuje kąt pochylenia i przechylenia samolotu. Żyroskop obraca się w płaszczyźnie poziomej.



Rys. 55. Budowa sztucznego horyzontu:

- 1 – linia odniesienia horyzontu; 2 – znaczniki przechyleń; 3 – żyroskop - wirnik; 4 – kierunki wychyleń zawieszon kardanowych; 5 – ramka przechyleń; 6 – zawieszenie ramki pochyłeń; 7 – ramię znacznika pochyłeń

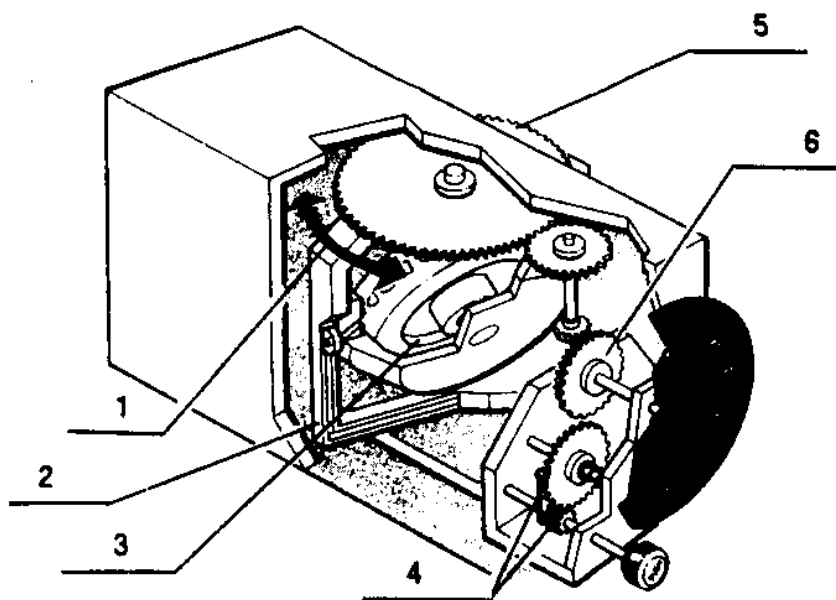
Właściwość niezmiennego zachowania położenia osi żyroskopu w przestrzeni pozwala mierzyć zmianę kątów, położenia osi samolotu, względem osi żyroskopu. Na skutek przyspieszeń występujących w locie (sił odśrodkowych w zakrętach) we wskazaniach sztucznego horyzontu powstawać mogą błędy. Aby ograniczyć powstawanie tych błędów (na skutek precesji) stosuje się korektory, które pomagają utrzymywać oś żyroskopu w pionie.

2.2. ŻYROSKOPOWY WSKAŹNIK KURSU

Żyroskopowy wskaźnik kursu pokazuje ruch samolotu wokół osi pionowej (kierunek). W większości lekkich samolotów wymagane jest uzgodnienie kierunku z busolą. W locie na skutek przechyleń i innych sił bocznych powstaje precesja żyroskopu, która powoduje narastanie błęd wskazań (błąd

uciekania). W celu wyeliminowania tego błędu, czynność uzgadniania żyroskopowego wskaźnika kursu z busolą musi być okresowo powtarzana (przeciętnie co ≈ 15 min lotu lub przed ważnym etapem lotu np. podejścia do lądowania wg przyrządów).

Żyroskop obraca się w płaszczyźnie pionowej. Zwykle poprawne jego działanie ograniczone jest do około 55° przechylenia i pochylenia.



Rys. 56. Budowa żyroskopowego wskaźnika kursu:

1 – kierunki obrotu zawieszenia kardanowego; 2 – ramka zawieszenia kardanowego; 3 – wirnik żyroskopu; 4 – pokrętło ręcznego uzgodnienia kursu; 5 – główny napęd tarczy wskaźnika; 6 – bezpośredni napęd tarczy wskaźnika

2.3. ZAKRĘTOMIERZ

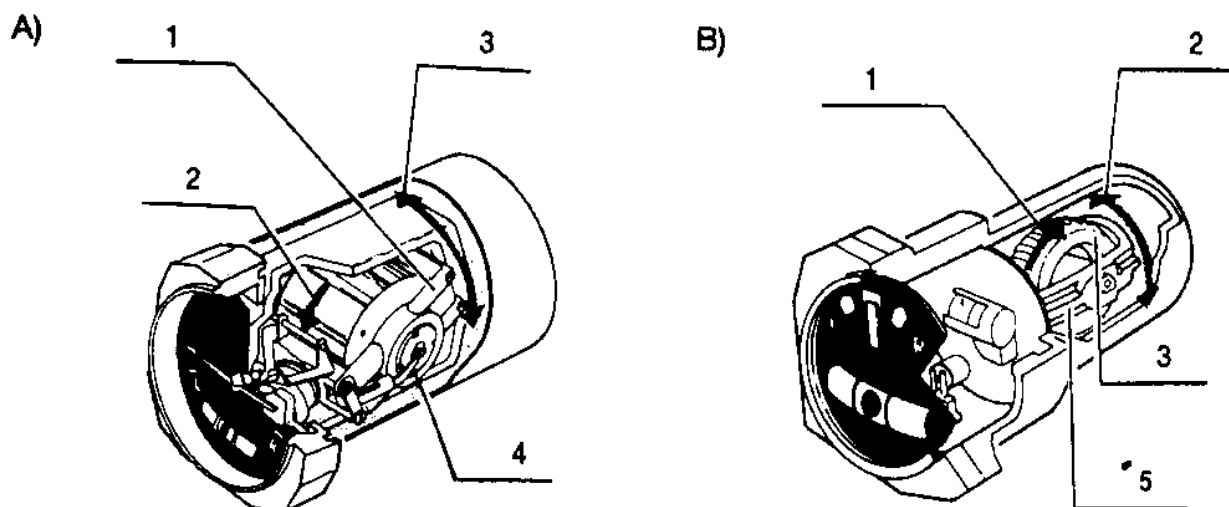
Zasada działania zakrętomierza opiera się na wykorzystaniu zjawiska precesji. Zakrętomierz wskazuje prędkość kątownego obracania się (intensywność zakrętu) oraz kierunek zakrętu. Taką samą intensywność zakrętu można uzyskiwać na różnych parametrach przechylenia i prędkości. Standardowa prędkość kątowa dla małych samolotów wynosi $3^\circ/\text{s}$ tzn. czas pełnego zakrętu wynosi wtedy 2 min (przy dużych prędkościach może być stosowana prędkość zakrętu $1,5^\circ/\text{s}$, aby nie powodować nadmiernego przechylenia).

Część zakrętomierzy budowana jest w układzie koordynatora zakrętu, a część jako wskaźnik zakrętu.

Zakrętomierz w układzie koordynatora zakrętu (z sylwetką samolotu) posiada żyroskop ustawiony skośnie, natomiast zakrętomierz jako wskaźnik kierunku zakrętu – posiada żyroskop umieszczony poziomo, a więc mierzy tylko intensywność zakrętu, poprzez wychylenie wskazówki. Interpretacja wskazań obu rodzajów zakrętomierzy jest taka sama, ale koordynator zakrętu jest łatwiejszy w wykorzystaniu.

Należy zwrócić uwagę, że sylwetka samolotu w zakrętomierzu typu koordynatora (*Turn co-ordinator*) zawsze pokazuje tylko intensywność zakrętu

lub co najwyżej intensywność przechylenia (a nie przechylenie samolotu), czyli w uproszczeniu to samo co strzałka w zakrętomierzu typu wskaźnika zakrętu (*Turn indicator*). Koordynator zakrętu jest przyrządem bardziej "czułym", reagującym także na zmiany przechylenia

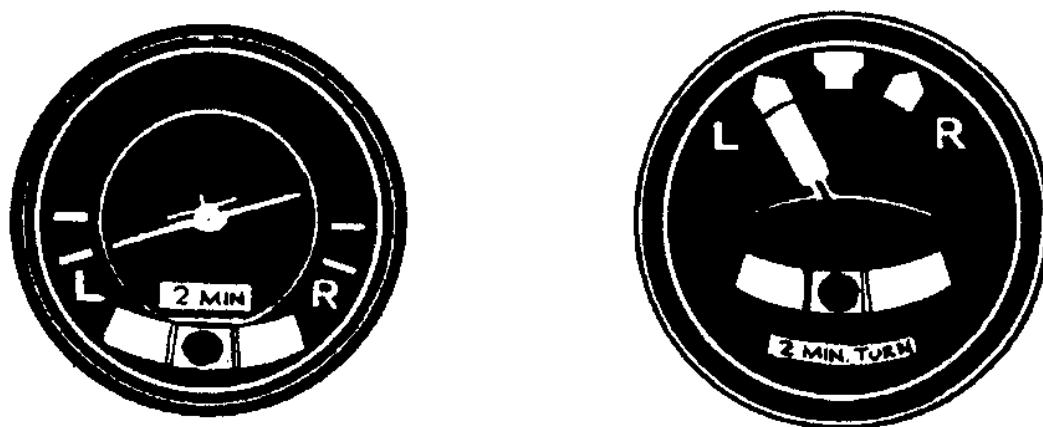


Rys. 57. Zakrętomierze:

A – Koordynator zakrętu; B – Wskaźnik zakrętu:

1 – zawieszenie kardanowe; 2 – kierunek obrotów wirnika żyroskopu; 3 – kierunek obrotów zawieszenia kardanowego; 4 – skośnie ustawiony żyroskop; 5 – żyroskop umieszczony poziomo

Porównanie tych wskazań przedstawia rysunek 58.

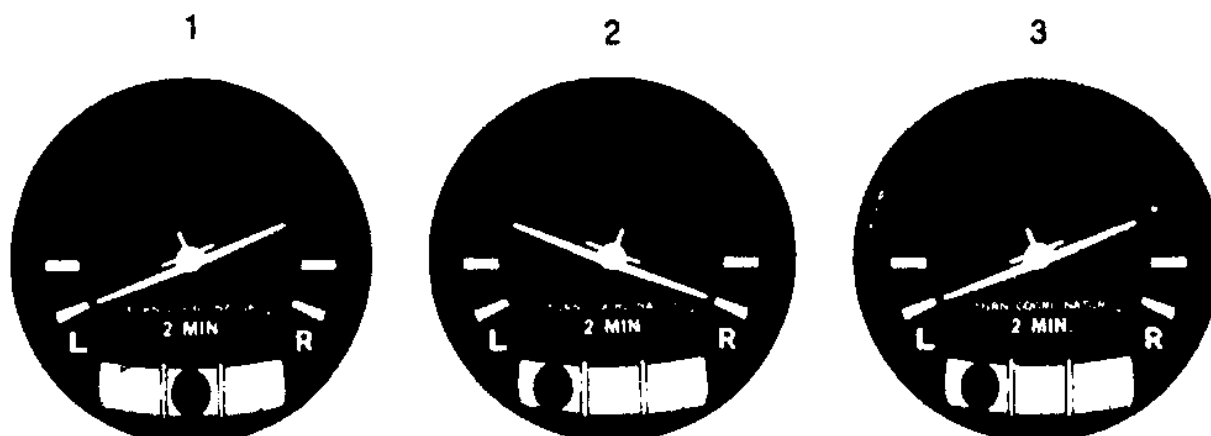


Rys. 58. Porównanie wskazań różnych rodzajów zakrętomierzy, przy intensywności zakrętu 3°/s

W jednej obudowie z zakrętomierzem zwykle znajduje się chyłomierz poprzeczny. Porównanie wskazań zakrętomierza ze wskazaniem chyłomierza pozwala określić prawidłowość zakrętu, tzn. czy kąt przechylenia jest właściwy w stosunku do prędkości kątowej zakrętu. Trzy warianty wskazań zakrętomierza z chyłomierzem pokazuje rysunek 59.

Dla ułatwienia poprawności wykonania zakrętu pamiętać należy, że "noga kulkę odpycha, a drążek kulkę pociąga" co oznacza w żargonie lotniczym odpowiednie użycie steru kierunku i lotek. Pamięciowo przechylenie do prędkości można obliczyć w następujący sposób: $\frac{V_{lotu}}{10}$ (w węzłach) + 7.

Np: $V_{lotu} = 80$ kt to przechylenie w zakręcie powinno wynosić 15° , dla $V_{lotu} = 120$ kt przechylenie powinno wynosić 19° itp.



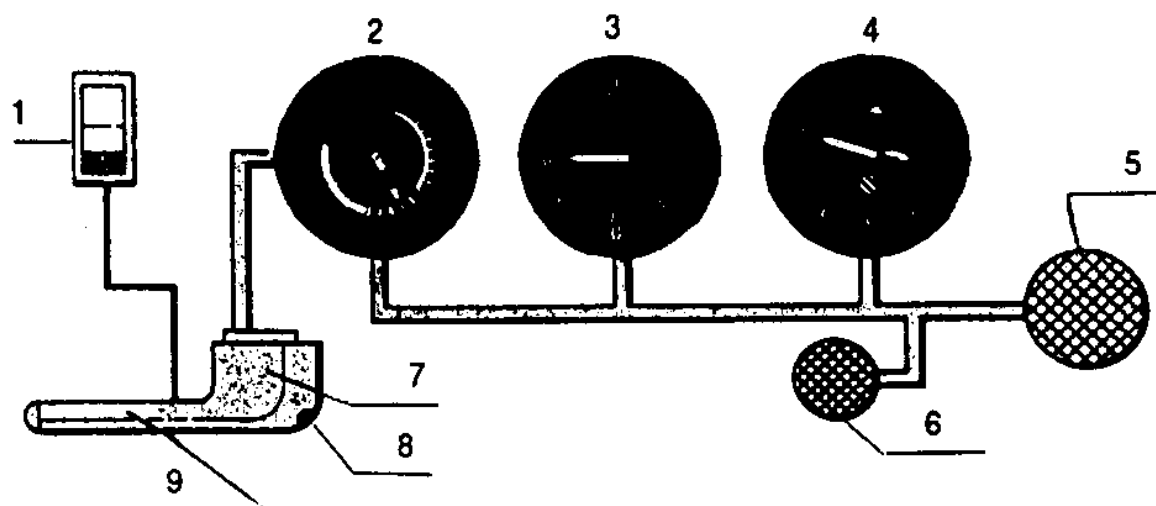
Rys. 59. Określanie jakości zakrętu wg zakrętomierza z chyłomierzem:

1 – zakręt skoordynowany $3^\circ/s$; 2 – zakręt z wyślizgiem – intensywność zakrętu za duża w stosunku do przechylenia; 3 – zakręt z ześlizgiem – intensywność zakrętu za mała w stosunku do przechylenia.

2.4. UKŁAD ZASILANIA PRZYRZĄDÓW MEMBRANOWYCH. RURKA PITOTA

Przyrządy pokładowe służące do pomiaru ciśnienia dynamicznego i statycznego to: wysokościomierz, wariometr, prędkościomierz oraz machomierz. Ta grupa przyrządów zwykle jest zasilana z jednego źródła, jakim jest rurka Pitota.

Przykład instalacji typowej dla małych samolotów przedstawia rysunek 60.

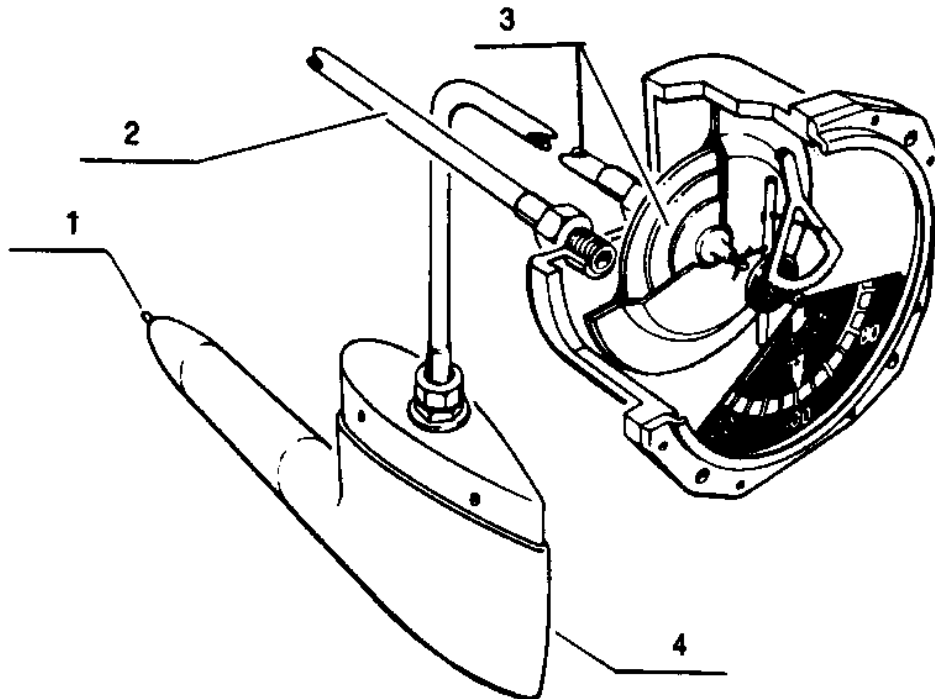


Rys. 60. Schemat zasilania przyrządów membranowych ciśnieniem statycznym i dynamicznym:

1 – włącznik ogrzewania elektrycznego rurki Pitota; 2 – prędkościomierz; 3 – wariometr; 4 – wysokościomierz; 5 – otwór ciśnienia statycznego (umieszczany przeważnie z boków kadłuba); 6 – zapasowe źródło ciśnienia statycznego (umieszczane zwykle wewnątrz kabiny – gdy kabina jest niehermetyzowana); 7 – komora ciśnieniowa; 8 – otwór do odwadniania instalacji; 9 – rurka Pitota.

2.5. PRĘDKOŚCIOMIERZ

Prędkościomierz działa na zasadzie pomiaru ciśnienia dynamicznego strug powietrza napływających na samolot. Jest to manometr różnicowy wyskalowany w jednostkach prędkości, a elementem pomiarowym jest puszka membranowa.



Rys. 61. Schemat budowy i działania prędkościomierza:

1 – wlot powietrza (napór dynamiczny); 2 – przewód doprowadzający ciśnienie statyczne do wnętrza przyrządu; 3 – przewód doprowadzający ciśnienie dynamiczne oraz puszka membranowa; 4 – rurka Pitota, jako element do montowania np. pod skrzydłem samolotu

2.5.1. Rodzaje prędkości powietrznych i ich oznaczanie

IAS – (*indicated airspeed*) poprawiona prędkość przyrządowa lotu o wartość poprawki na błąd przyrządowy – spowodowana tarciem mechanizmów i wpływem na nie zmian temperatury. Wartości IAS podawane w instrukcji samolotu zakładają zerową poprawkę przyrządu, czyli jest to prędkość wskazywana.

CAS – (*calibrated airspeed*) równoważna prędkość lotu, poprawiona o błąd aerodynamiczny spowodowany położeniem rurki Pitota, położeniem przestrzennym oraz konfiguracją samolotu. CAS równa się TAS w atmosferze standardowej na poziomie morza.

TAS – (*true airspeed*) prędkość rzeczywista lotu względem opływających strug powietrza. Jest to prędkość CAS uwzględniająca poprawkę związaną z wysokością, temperaturą i ściśłością powietrza. Praktycznie prędkość rzeczywistą można obliczyć w locie pamięciowo (gdy przyrząd nie posiada drugiej wskazówki prędkości rzeczywistej), przez doliczanie 2% wartości wskazywanej prędkości na każde 1000 stóp (≈ 300 m) przyrostu wysokości lub za pomocą kalkulatora. Prędkość rzeczywista służy do obliczeń nawigacyjnych.

EAS – (*equivalent airspeed*) prędkość równoważna lotu uzyskana przez poprawienie poprawionej prędkości przyrządowej, o wartość poprawki na błąd ściśliwości powietrza. Do prędkości wskazywanej 470 km/h nie uwzględnia się błędu. EAS jest to CAS poprawiona o poprawkę na ściśliwość powietrza.

V_s – (*stalling speed*) prędkość przeciągnięcia lub prędkość minimalna lotu ustalonego (IAS), przy której samolot jest sterowny.

V_{so} – (*stalling speed – landing configuration*) prędkość przeciągnięcia w konfiguracji do lądowania (z podwoziem i klapami), bez ciągu silnika.

V_{s1} – (*stalling speed – specified configuration*) prędkość przeciągnięcia, gdy podwozie i klapy są schowane, bez ciągu silnika.

V_{MC} – (*minimum control airspeed*) prędkość minimalna lotu sterowanego samolotu (IAS) z jednym pracującym silnikiem. Jest to prędkość minimalna, przy której jest on sterowany z przechylem nie większym niż 5° , po awarii jednego z silników (samolot dwusilnikowy). Drugi silnik pracuje na mocy startowej. Podwozie schowane, klapy w położeniu startowym, środek ciężkości na granicy tylnego wyważenia.

V_{SSE} – (*intentional one engine inoperative speed*) prędkość minimalna lotu dla zamierzonego wyłączenia jednego silnika w locie, w celach treninowych.

V_x – (*Best angle-of-climb speed*) prędkość najbardziej stromego wznoszenia.

V_y – (*Best rate-of-climb speed*) prędkość maksymalna wznoszenia.

V_{XSE} – (*single engine*) prędkość najbardziej stromego wznoszenia na jednym silniku samolotu dwusilnikowego.

V_{YSE} – (*single engine*) prędkość maksymalna wznoszenia na jednym silniku samolotu dwusilnikowego.

V_{LO} – (*maximum landing gear operating speed*) prędkość maksymalna samolotu do wypuszczania podwozia. Prędkość, przy której można bezpiecznie schować lub wypuścić podwozie.

V_{LE} – (*maximum landing gear extended speed*) prędkość maksymalna samolotu z wypuszczonym podwoziem.

V_{FE} – (*maximum flap extended speed*) prędkość maksymalna (IAS) z wypuszczonymi klapami na dany kąt.

V_A – (*design maneuvering speed*) prędkość manewrowa (IAS), jest to prędkość maksymalna, przy której całkowite wychylenie elementów układu sterowania samolotem, nie będzie powodować przekroczenia dopuszczalnych obciążeń konstrukcji.

V_{NO} – (*maximum speed for normal operation*) prędkość maksymalna (IAS) normalnego użytkowania.

V_{NE} – (*never-exceed speed*) prędkość, której nie wolno przekraczać w żadnych warunkach lotu (IAS).

V_1 – (*Critical engine-failure-speed*) prędkość krytyczna startu (prędkość decyzji). Poniżej tej prędkości start należy przerwać, a po przekroczeniu start kontynuować na jednym silniku – dotyczy samolotu dwusilnikowego. Prędkość ta ma dwie wartości: dla pasa suchego (V_{1D}) i dla pasa mokrego (V_{1W}).

V_R – (*Rotation speed*) prędkość podniesienia przedniego podwozia w czasie startu (prędkość obrotu samolotu).

V_2 – (*take off safety speed*) początkowa prędkość wznoszenia zapewniająca minimalny gradient wznoszenia 2,4% dla samolotów dwusilnikowych – przy jednym nie pracującym silniku. Umożliwia najbardziej strome wznoszenie przy starcie w konfiguracji startowej samolotu ze schowanym podwoziem.

V_{2min} – (*Minimum take-off safety speed*) minimalna bezpieczna prędkość startu, jaką samolot dwusilnikowy może utrzymać po starcie – na jednym silniku, na wysokości 10,7 m.

V_{at} – (*speed at threshold*) prędkość minięcia progu pasa ($1,3 V_{so}$).

Oprócz wymienionych prędkości lotu mogą występować określenia:

V_{APmax} , V_{APmin} – prędkości lotu z autopilotem – maksymalna i minimalna.

V_{ZF} – minimalna bezpieczna prędkość manewrowania.

V_{GR} – prędkość przelotowa – czyli maksymalna prędkość w locie poziomym, przy której konstrukcja samolotu wytrzymuje podmuchy pionowe do prędkości 15 m/s.

V_{DF} – (*Demonstrated flight diving speed*) maksymalna sprawdzona prędkość nurkowania.

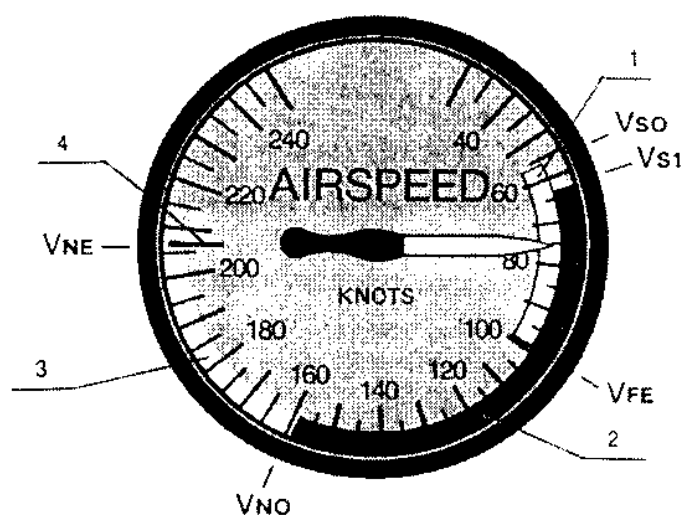
V_{RA} – prędkość lotu w niespokojnym powietrzu – jest to prędkość zalecana dla lotów w burzliwej atmosferze.

GS – (*Ground Speed*) prędkość rzeczywista względem ziemi jest wypadkową prędkości TAS oraz kierunku i siły wiatru.

Dla ułatwienia zapamiętania najważniejszych wartości prędkości stosowanych na danym typie samolotu, tarcza prędkościomierza zwykle bywa oznaczona kolorami, które wyznaczają odpowiednie zakresy użytkowania samolotu.

Kolor	Znaczenie
biały	zakres użytkowania klap
zielony	zakres normalnych prędkości użytkowych
żółty	zakres prędkości dopuszczalnych
czerwony	nieprzekraczalna granica prędkości

Niezależnie od powyższego, zwykle na dobrze widocznym miejscu, umieszczone są w kabinie także tabliczki z informacjami dla pilota o innych wartościach prędkości potrzebnych do wykonania lotu, oraz z informacją o najważniejszych ograniczeniach prędkościowych.



Rys. 62. Oznakowanie tarczy prędkościomierza:

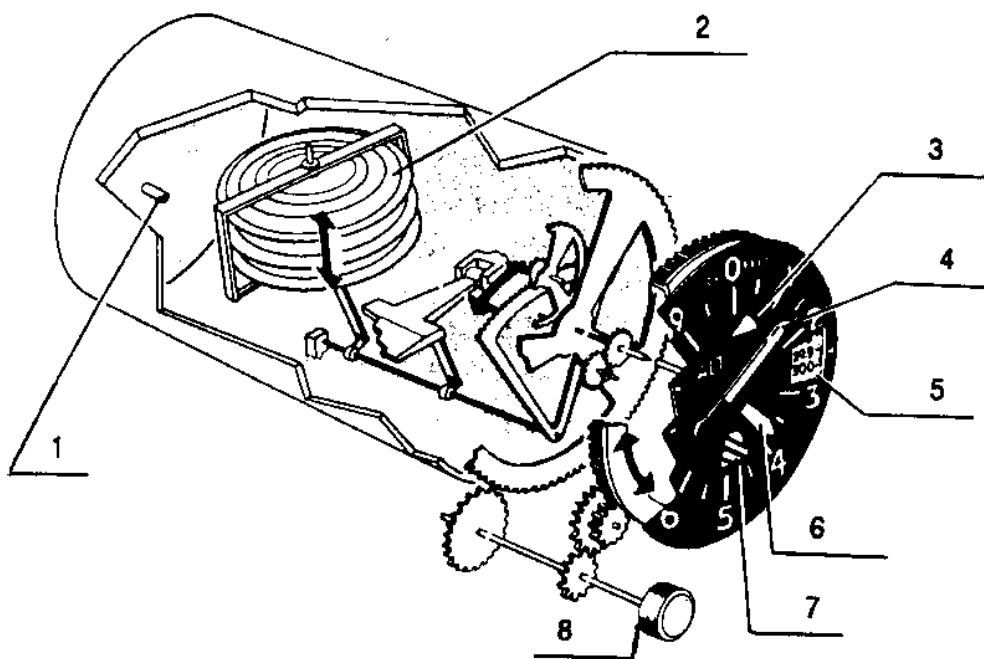
1 – skala biała – zakres użytkowania klap; 2 – skala zielona – zakres normalnego użytkowania samolotu; 3 – skala żółta – zakres prędkości dopuszczalnych (wymagane zachowanie ostrożności w czasie pilotowania); 4 – oznakowanie czerwone – nieprzekraczalna granica prędkości

2.6. WYSOKOŚCIOMIERZ BAROMETRYCZNY

Wysokościomierz barometryczny (czuły manometr) mierzy ciśnienie słupa powietrza znajdującego się na danej wysokości nad nim. Ciśnienie to pokazuje na skali wyrażonej w metrach, stopach, kilometrach itp. Wyskalowany jest w oparciu o rozkład ciśnień i temperatur w Międzynarodowej Atmosferze Wzorcowej. Elementem pomiarowym jest zespół puszek próżniowych, których ruch ze zmianą ciśnienia jest przenoszony na wskazówki.

Odchylenia od ciśnienia wzorcowego można korygować pokręteł mechanicznym na obudowie przyrządu z jednoczesnym odczytaniem wartości zmian ciśnienia, w specjalnym okienku na tarczy przyrządu. Po ustawieniu w okienku aktualnego ciśnienia atmosferycznego na poziomie lotniska, zwanego *QFE* wskazówka wskaże wysokość zero. Po ustawieniu ciśnienia atmosferycznego panującego na średnim poziomie morza – *MSL* (*mean sea level*) zwanego *QNH* wskazówka wskaże wysokość bezwzględną lotniska nad średni poziom morza, czyli jego elewację.

Ustawianie ciśnień *QFE* lub *QNH* stosuje się w czasie manewrów podchodzenia do lądowania na danym lotnisku i podczas startów i odlotów.



Rys. 63. Podstawowe elementy budowy wysokościomierza barometrycznego:
 1 – otwór ciśnienia statycznego; 2 – zespół puszek próżniowych; 3 – wskazówka 10.000 stóp;
 4 – wskazówka 100 stóp; 5 – okienko odczytywania wartości ustawionego ciśnienia w calach słupa rtęci (z lewej strony tarczy znajduje się analogicznie wyskalowane w hektopaskalach);
 6 – wskazówka 1000 stóp; 7 – zakreskowane pole znikające na wysokościach ponad 10.000 stóp;
 8 – pokrętło ustawiania ciśnienia

2.6.1. Rodzaje wysokości

2.6.1.1. Geometryczne wysokości lotu

Rzeczywista wysokość lotu – wysokość mierzona do terenu, nad którym przelatuje samolot w danej chwili (możliwa do określenia poprzez uwz-

ględzenie wysokości terenu względem średniego poziomu morza). Do bezpośredniego pomiaru wysokości rzeczywistej stosuje się radiowysokościomierz.

Względna wysokość lotu – wysokość mierzona do poziomu lotniska startu (lądowania).

Bezwzględna wysokość lotu (*True Altitude*) – wysokość mierzona do średniego poziomu morza (*MSL*). Na mapach lotniczych elewacja lotnisk (przewyższenie n.p.m.) jest podawana właśnie jako wysokość bezwzględna.

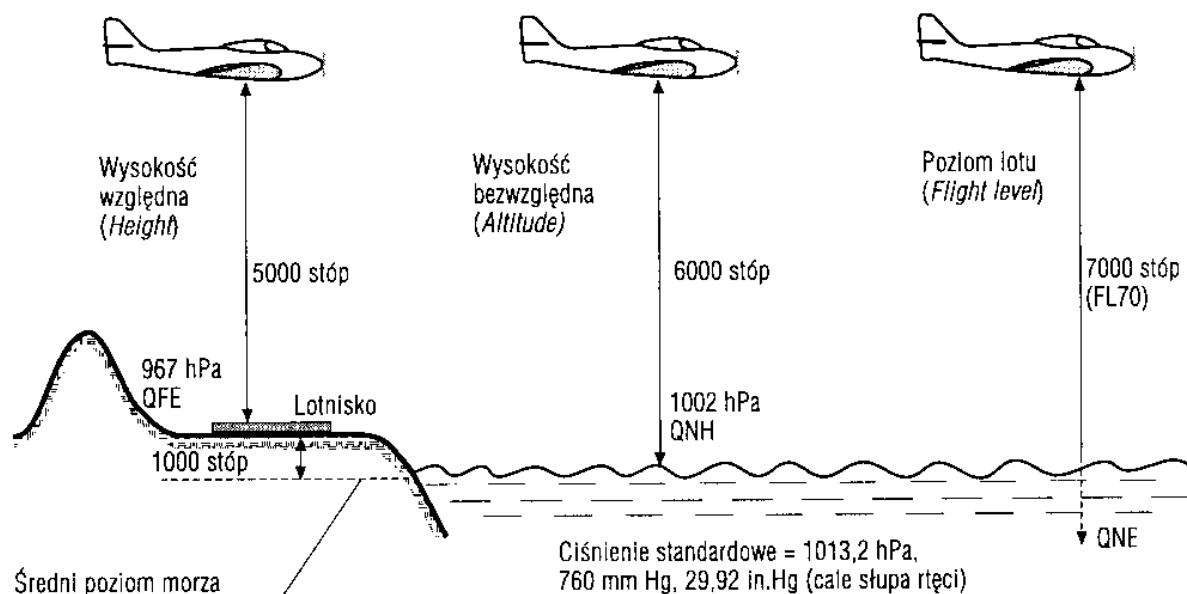
2.6.1.2. Wysokości barometryczne

Wysokość przyrządowa (*Indicated Altitude*) – wysokość bieżąca wskazywana przez wysokościomierz barometryczny w stosunku do ciśnienia, które zostało ustawione na przyrządzie.

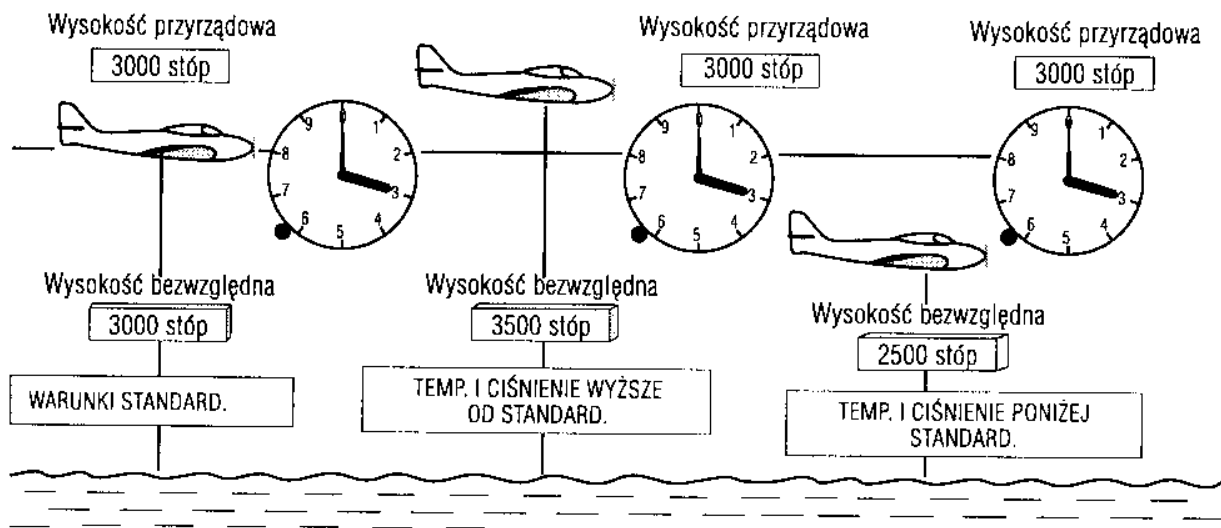
Wysokość ciśnieniowa (*Pressure Altitude*) – wysokość wskazywana przez wysokościomierz, gdy został on ustawiony na standardowe ciśnienie na średnim poziomie morza przyjęte jako: 760 mm Hg, 1013,2 hPa lub 29,92 in. Hg. Inaczej jest to określane jako **Poziom Lotu** (*Flight Level*), na wszystkich samolotach mierzona jest wysokość od tej samej powierzchni izobarycznej.

Wysokość poprawiona (*Calibrated Altitude*) – wysokość przyrządowa, poprawiona o wartość błędu przyrządowego i poprawki aerodynamicznej (odczytanych z wykresu poprawek dla danego wysokościomierza).

Wysokość gęstościowa (*Density Altitude*) jest teoretyczną gęstością atmosfery wzorcowej na wysokości lotu, czyli że w atmosferze wzorcowej wysokość gęstościowa jest równa ciśnieniowej. Osiągi samolotu zależą wprost od gęstości powietrza, dlatego są określane w stosunku do wysokości gęstościowej, a nie ciśnieniowej. I tak np. jeżeli wysokość gęstościowa jest duża (temperatura ponad standardową) osiągi samolotu muszą ulec redukcji. Znajomość wysokości gęstościowej jest potrzebna do określania zużycia paliwa lub niezbędnej długości pasa startowego.



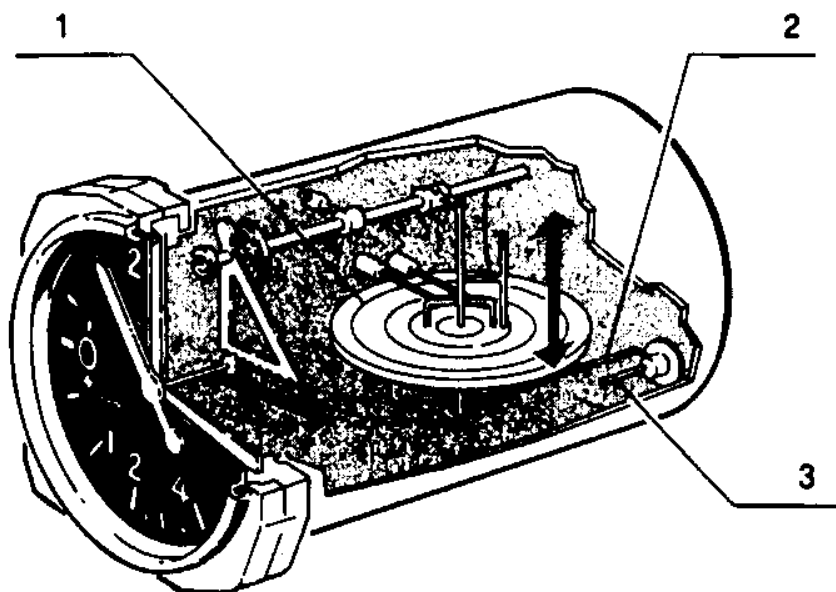
Rys. 64. Rodzaje geometrycznych wysokości lotu



Rys. 65. Zmiany wysokości bezwzględnej powodowane odchyleniem warunków meteorologicznych od warunków standardowych (przy tym samym wskazaniu wysokościomierza)

2.7. WARIOMETR (VSI – VERTICAL SPEED INDICATOR)

Wariometr służy do określania prędkości pionowego wznoszenia lub zniżania samolotu, a także do utrzymywania lotu poziomego, poprzez sygnalizowanie tendencji do wznoszenia lub opadania. Działa na zasadzie pomiaru prędkości zmiany ciśnienia atmosferycznego. Prędkość pionową wskazuje w metrach na sekundę lub w stopach na minutę (czasem w metrach na minutę).



Rys. 66. Budowa wariometru:

1 – puszka membranowa; 2 – doprowadzenie bezpośredniego ciśnienia statycznego do puszki membranowej; 3 – kalibrowana rurka włoskowata

Puszka membranowa przyrządu połączona jest z otaczającą atmosferą, natomiast wewnątrz przyrządu połączona jest z atmosferą rurką włoskowatą, przez którą następuje wyrównanie się ciśnień w czasie wznoszenia lub zniżania. Ponieważ wyrównywanie się ciśnień jest wolniejsze w przyrządzie niż

w membranie, wywołuje więc różnicę ciśnień, która powoduje z kolei zmianę objętości puszki membranowej, której odkształcenie przekazywane jest na wskazówkę przyrządu. Im szybsza zmiana wysokości, tym większa różnica ciśnień, większe odkształcenie membrany i większe wychylenie wskazówki. Czas na ustabilizowanie wskazań wartości opadania lub wznoszenia może wynosić 6 do 9 sekund.

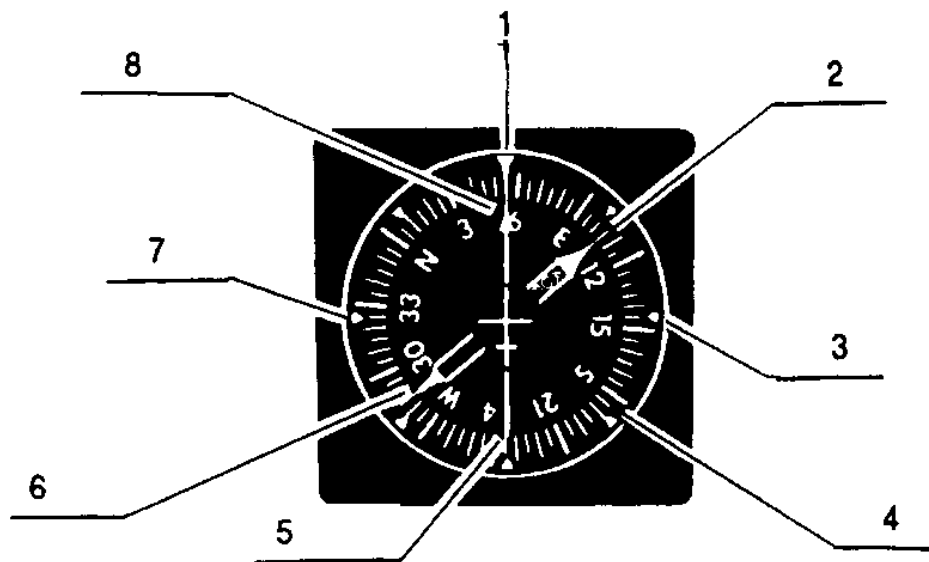
Niektóre samoloty mogą posiadać wariometry o natychmiastowych wskazaniach prędkości zniżania lub wznoszenia (IVSI – *instantaneous vertical speed indicator*) ze specjalnym mechanizmem przyspieszającym – kompensującym opóźnienie typowego wariometru.

Budowę typowego wariometru przedstawia rysunek 66.

2.8. ŻYROBUSOLA RADIOMAGNETYCZNA RMI (RADIO MAGNETIC INDICATOR)

Żyrobosola typu RMI dostarcza pilotowi ciągłych informacji pozycyjnych z dwu punktów radionawigacyjnych jednocześnie. W zależności od stosowanych częstotliwości odbiornika może współpracować z dwoma NDB lub VOR, lub też z VOR i NDB.

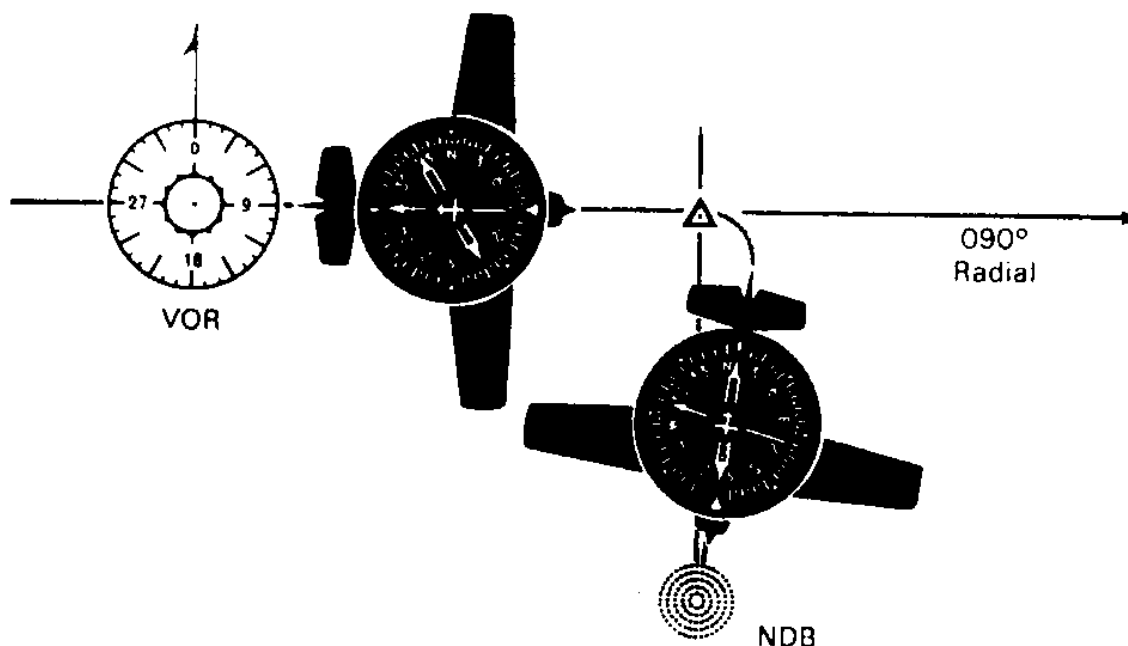
Tarcza wskaźnika składa się z niezależnej skali kompasu oraz dwóch wskazówek od odbiorników radionawigacyjnych, najczęściej w kombinacji VOR i NDB (jedna wskazówka wąska, druga szeroka).



Rys. 67. Tarcza żyrobosoli radiomagnetycznej RMI (VOR z NDB):

1 – wskaźnik przodu samolotu – bieżący kurs pod indeksem; 2 – wskazówka odbiornika ARK (ADF) wskazująca namiar do radiolatarni NDB; 3 – znacznik prawego trawersu samolotu; 4 – skala kompasu; 5 – namiar magnetyczny od radiolatarni VOR; 6 – namiar magnetyczny od radiolatarni NDB; 7 – znacznik lewego trawersu samolotu; 8 – wskazówka odbiornika VOR wskazująca namiar magnetyczny do radiolatarni VOR

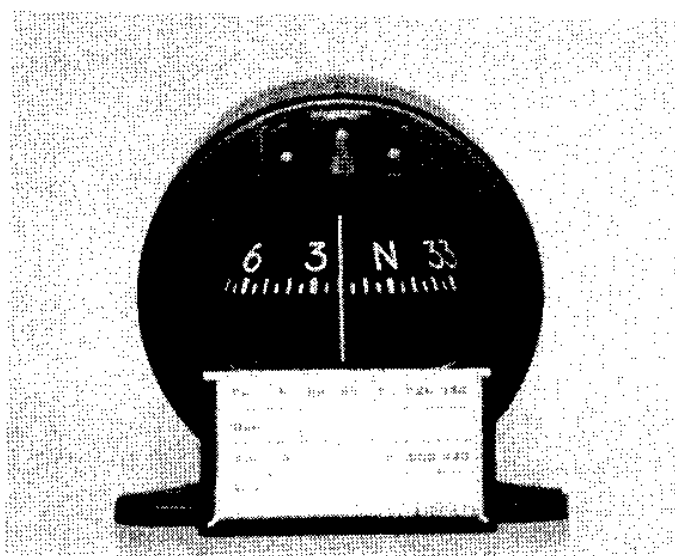
Wariant wykorzystania wskazań żyrobosoli RMI do określania elementów nawigacyjnych pokazuje rysunek 68.



Rys. 68. Interpretacja wskazań żyrobosoli RMI w celu wyprowadzenia samolotu z radialu 90° z VOR na namiar 360° z radiolatarni NDB

2.8.1. Busola magnetyczna

Busola magnetyczna jest najstarszym przyrządem nawigacyjnym wskazującym kurs samolotu, w oparciu o pole magnetyczne Ziemi. Dokładność wskazań busoli magnetycznej jest wystarczająca w zasadzie tylko w czasie lotu prostoliniowego. Do wykonywania dokładnych manewrów, szczególnie w czasie lotu w chmurach, dokładność wskazań może okazać się niewystarczającą. Podstawową zaletą busoli magnetycznej jest jej niezawodność wskazań, dlatego służyć może jako źródło informacji o tym, czy inne systemy kursowe nie wskazują z dużymi błędami.



Rys. 69. Tarcza busoli magnetycznej pilota

Uzyskanie prawidłowych wskazań busoli magnetycznej wymaga uwzględnienia jej błędów, celem ich minimalizacji.

Błędy busoli mogą być następujące:

a) dewiacja – wykazane na specjalnym wykresie poprawki do uwzględnienia powodowane zmiennym polem magnetycznym samolotu, zależnym od kursu samolotu;

b) błąd północny busoli – powstający w czasie zakrętu w wyniku przechylenia busoli razem z samolotem. Wyważenie igły magnetycznej w celu eliminacji składowej pionowej magnetyzmu ziemskiego (inklinacji), w czasie przechyłu, staje się wówczas źródłem błędu polegającym na wcześniejszym wskazywaniu kursu (niż rzeczywisty) na kursach północnych oraz opóźnianiu wskazań na kursach południowych. Taka reakcja busoli w praktyce pilotażu wymaga, na kursach północnych, wcześniejszego wyprowadzania z zakrętu, na żądany kurs, a na kursach południowych opóźnionego wyprowadzania w stosunku do kursu potrzebnego, zwykle o wartość kąta przechylenia;

c) zastój busoli – po zakręcie w wyniku tarcia, lub małej wartości natężenia pola magnetycznego igła magnetyczna nie dochodzi do płaszczyzny południka magnetycznego (błąd ten nie może przekraczać $\pm 2^\circ$);

d) błąd ustawienia busoli – polega na nierównoległym ustawieniu osi busoli z osią samolotu;

e) "pociąganie" cieczy – błąd ten występuje w zakręcie i bezpośrednio po zakręcie. W wyniku lepkości ciecz "pociąga" za sobą różę busoli – co opóźnia jej powrót do południka magnetycznego. Czas uspokojenia nie powinien przekraczać 20 s;

f) rezonans drgań własnych i samolotu – błąd ten powstaje przy nałożeniu się na siebie amplitudy drgań samolotu i busoli, wówczas dokładne odczytanie kursu może być niemożliwe.

2.9. WSKAŹNIK ODCHYLEŃ VOR-ILS

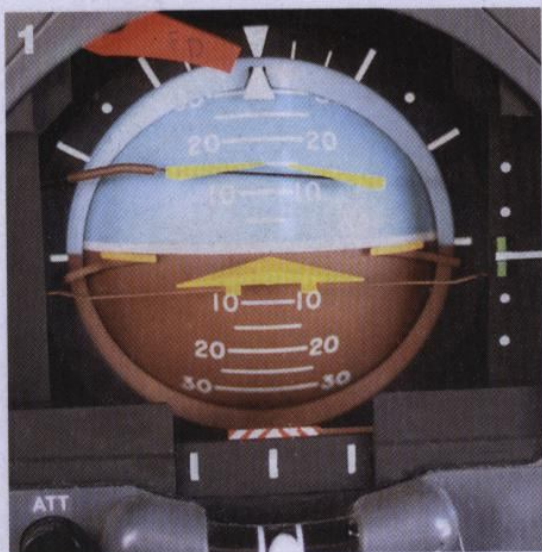
Wskaźniki odchylen VOR-ILS występują dwójakiego rodzaju tzn. tylko jako wskaźnik odchylen VOR – bez wskazówki poziomej, oraz jako wskaźnik krzyżowy z dwoma wskazówkami – pionową i poziomą. Wskaźnik krzyżowy oprócz współpracy z VOR w takim przypadku jest wykorzystywany jako wskaźnik podejścia do lądowania wg przyrządów – ILS.

Wskazówka TDI pokazuje, z której strony samolotu znajduje się wybrany pokrętelem OBS namiar, niezależnie od kursu samolotu. Jeżeli wskazówka znajduje się w środku, to samolot znajduje się na wybranym radialu lub jego odwrotności. Przy współpracy z VOR zewnętrzne kropki (7) oznaczają odchylenie samolotu od radialu w lewo lub prawo po 10° , tzn. przy 5 kropkach na tarczy wskaźnika, każda kropka oznacza odchylenie o 2° . Przy współpracy z ILS zewnętrzne kropki oznaczają odchylenie samolotu w lewo lub prawo od ścieżki kierunku po $2,5^\circ$.

Wskazówka GPI działa, gdy wskaźnik jest nastrojony na ILS. Przy współpracy z VOR pozostaje nieruchoma.



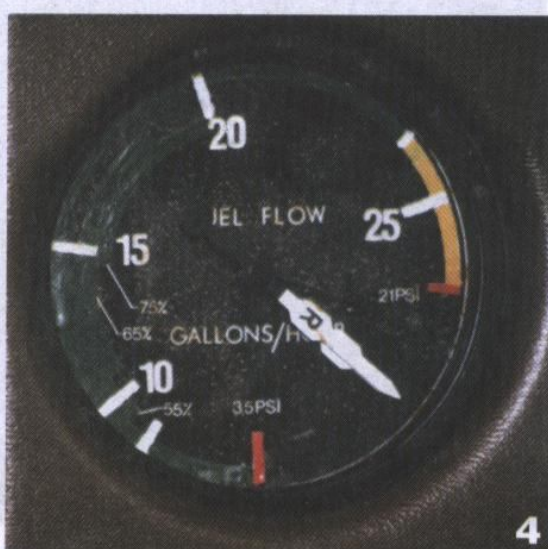
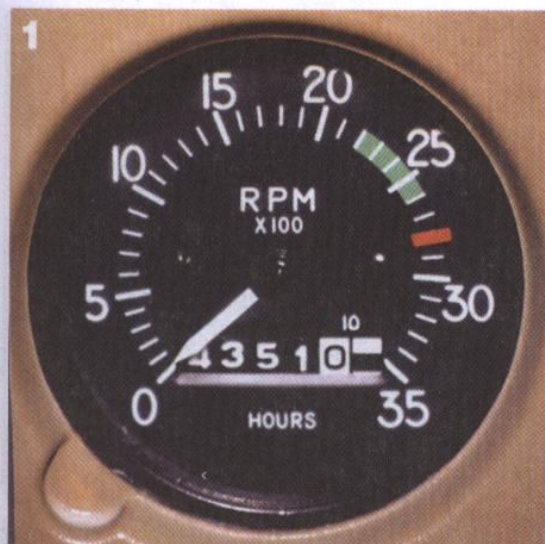
Przykłady oznakowania i opisu tarcz niektórych przyrządów pokładowych:
1 i 2 - prędkościomierze; 3 i 4 - wskaźniki ścieżki ILS; 5 - busola RMI; 6 - wskaźnik zakrętu



Zestawienie sztucznych horyzontów oraz wskaźników HSI:

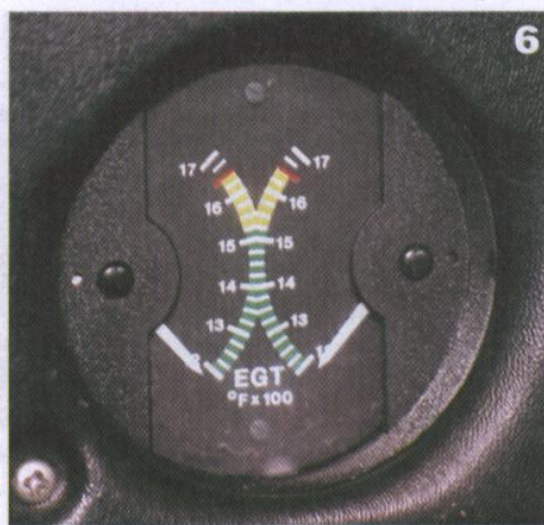
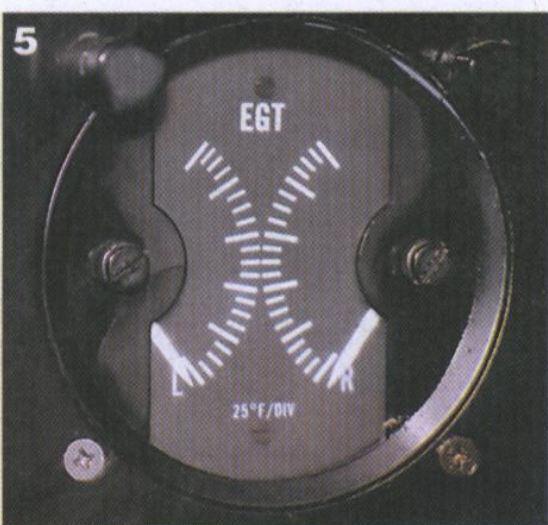
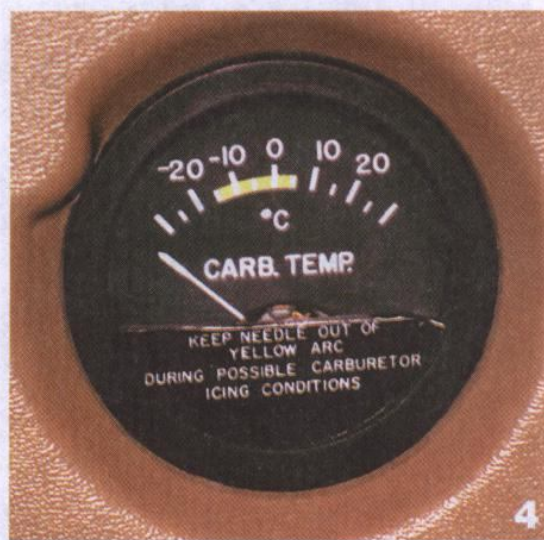
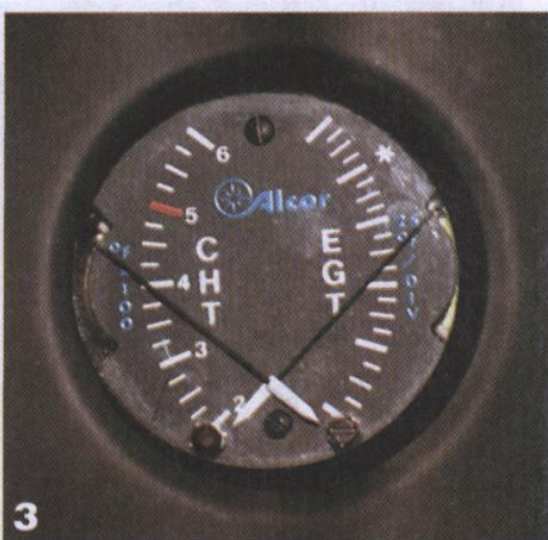
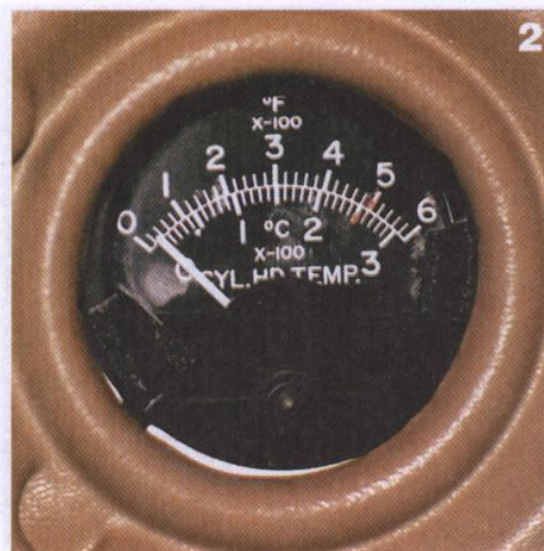
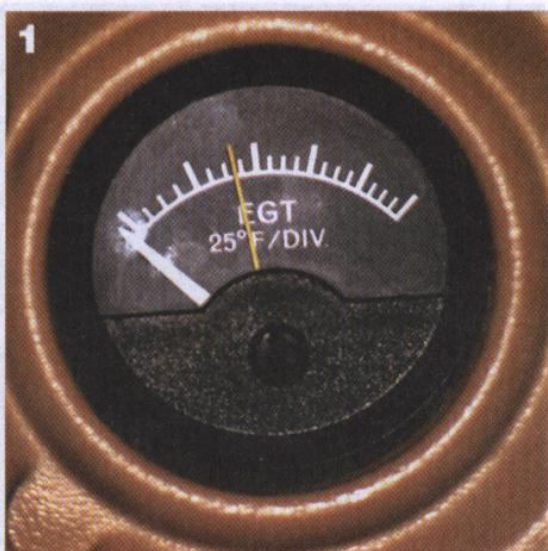
sztuczne horyzonty: 1 - Cessna Citation II; 2 - Cessna 414; 3 - Cessna Caravan;

wskaźniki HSI: 4 - Cessna Citation II; 5 - Cessna 414; 6 - Piper Seneca III

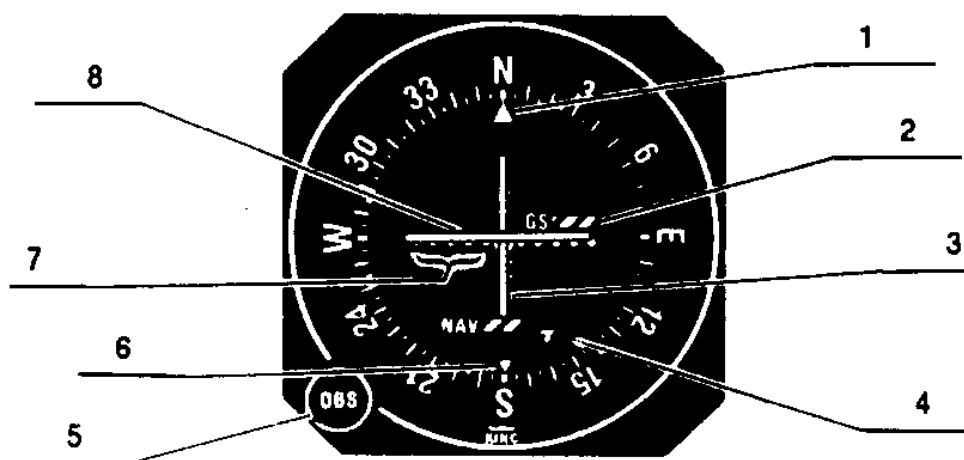


Zestaw przyrządów kontroli pracy silnika:

1 - obrotomierz; 2 - manometr ciśnienia ładowania; 3 - zespolony przyrząd pomiaru ciśnienia ładowania i przepływomierz; 4 - przepływomierz samolotu dwusilnikowego; 5 - zespół wskaźników kontroli pracy jednego silnika samolotu dwusilnikowego (od lewej: amperomierz, temperatura głowic cylindrów, temperatura oleju, ciśnienie oleju i paliwomierz jednego zbiornika)

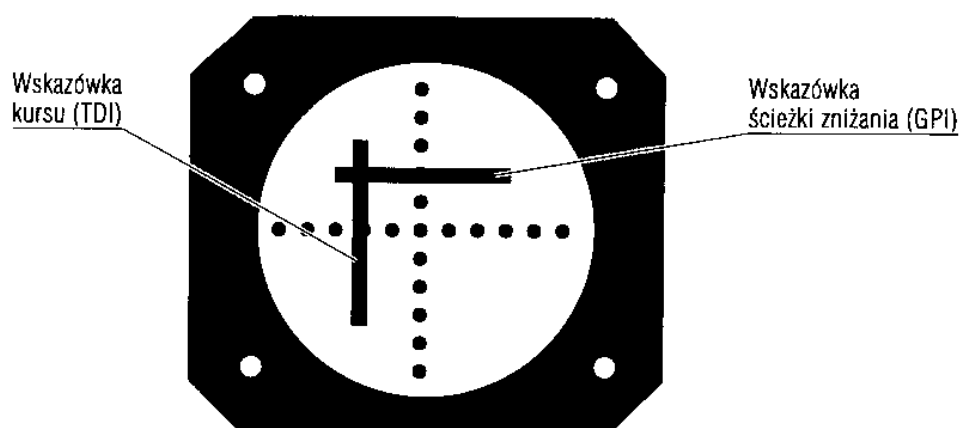


Przykładowy zestaw przyrządów kontroli pracy silnika do pomiaru temperatury:
1, 5, 6 – gazów wylotowych (5, 6 – samolotu dwusilnikowego); 2 – głowic cylindrów; 3 – cylindrów
i gazów wylotowych (przyrząd zespolony); 4 – mieszanki paliwowo-powietrznej

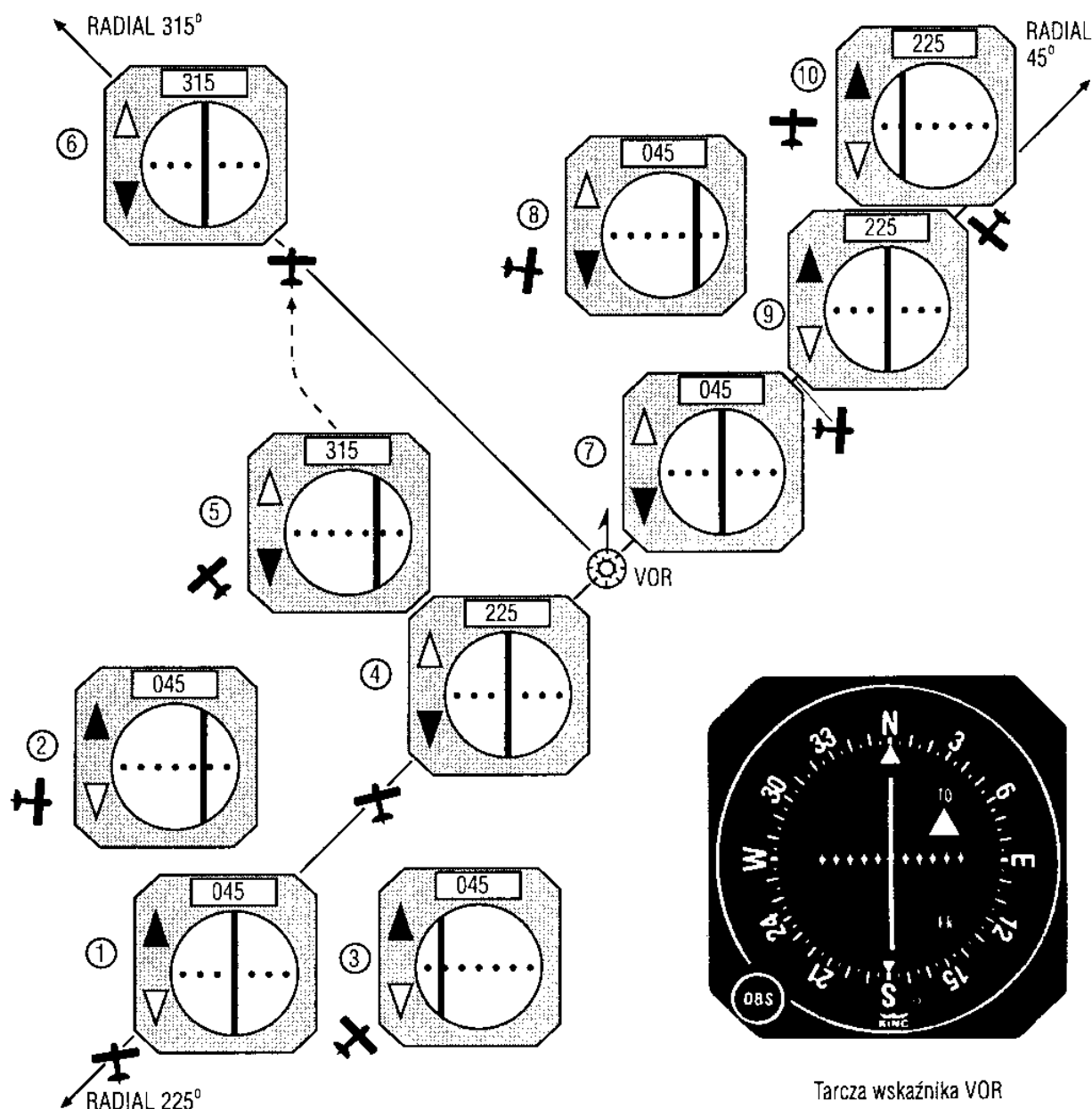


Rys. 70. Tarcza pokładowego wskaźnika odchylen VOR-ILS stosowanego na małych samolotach:

1 – indeks ustawiania wybranego radiala pokrętle (5); 2 – znacznik sygnalizacji gotowości i poprawności wskazań (oddzielny dla wskazówki poziomej i pionowej) przyrządu – zwykle koloru czerwonego; 3 – wskaźnik odchylenia od wybranego namiaru TDI (*track deviation indicator*) przy współpracy z VOR lub odchylenia od ścieżki lądowania przy współpracy z ILS; 4 – wskaźnik namiaru "DO" lub "OD" (*TO - FROM*) radiolatarni VOR; 5 – pokrętko wyboru namiarów (selektor) OBS (*omni bearing selector*); 6 – indeks odczytu odwrotnego w stosunku do ustawionego radiala; 7 – kropki znaczące kątową wartość odchylenia od wybranego radiala; 8 – wskaźnik odchylenia od ścieżki zniżania GPI (*glide path indicator*).



Rys. 71. Wskaźnik odchylen ILS. Interpretacja wskazań: samolot powinien przemieścić się w lewo i ku górze



Rys. 72. Interpretacja wskazań wskaźnika odchylen VOR:

a) **kurs lotu w przybliżeniu zgodny z ustawionym radialem (do $\pm 90^\circ$):**

1 – samolot na linii drogi wyznaczonej radialem 45° , który prowadzi "DO" radiolatarni VOR; 2 – ustawiony radial 45° znajduje się z prawej strony, przy kursie lotu w przybliżeniu zgodnym z ustawionym radialem. Radial 45° prowadzi "DO" radiolatarni VOR; 3 – jak w pozycji 2, ale trasa znajduje się z lewej strony; 4 – na linii drogi wyznaczonej radialem 225° , który prowadzi "OD" radiolatarni VOR; 5 – linia drogi wyznaczona radialem 315° znajduje się na prawo, przy kursie lotu w przybliżeniu zgodnym z ustawionym radialem. Radial 315° prowadzi "OD" radiolatarni VOR; 6 – na linii drogi wyznaczonej radialem 315° . Radial 315° prowadzi "OD" radiolatarni VOR. Samolot znajduje się za radiolatarnią; 7 – na linii drogi wyznaczonej radialem 45° , który prowadzi "OD" radiolatarni VOR; 8 – linia drogi (radial 45°) z prawej strony. VOR znajduje się z tyłu samolotu. Radial 45° prowadzi "OD" radiolatarni; 9 – na linii drogi wyznaczonej radialem 225° .

W tej pozycji radial 225° prowadzi do radiolatarni VOR;

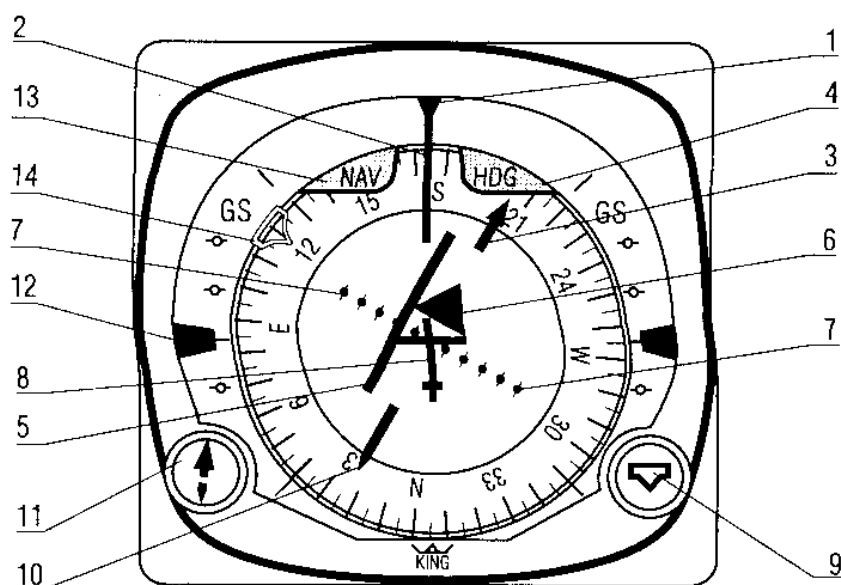
b) **kurs lotu niezgodny z ustawionym radialem (powyżej $\pm 90^\circ$):**

10 – linia drogi wyznaczona radialem 225° znajduje się z prawej strony (mimo wychylenia TDI w lewo). Radial 225° prowadzi "DO" radiolatarni VOR

Uwaga: W przypadku, gdy kurs samolotu jest przeciwny ogólnie do ustawionego radialu (różni się o kąt większy niż $\pm 90^\circ$) to wskazówka TDI odchyła się odwrotnie i aby wyjść na linię nastawionego radialu należy wykonać zakręt w kierunku przeciwnym do kierunku odchylenia wskazówki TDI.

2.10. ZESPOLONY WSKAŹNIK NAWIGACYJNY (HSI)

Rozwój techniki lotniczej zmierza w kierunku łączenia wielu wskaźników nawigacyjnych bądź pilotażowych w jeden wskaźnik zespolony – co znacznie upraszcza pracę pilota, gdyż zamiast obserwować np. pięć oddzielnych przyrządów, obserwuje jeden. W ten sposób dla potrzeb nawigacji powstał zespolony wskaźnik nawigacyjny (*Horizontal situation indicator* – HSI), a dla potrzeb pilotażu zespolony wskaźnik dyspozycyjny (*Flight director* – FD) – stosowany na dużych samolotach z wykorzystaniem komputera pokładowego. Zespolony wskaźnik nawigacyjny jest połączeniem żyromagnetycznego wskaźnika kursu ze wskaźnikiem odchyłeń VOR-ILS. Położenie samolotu w stosunku do linii nakazanej drogi pokazane jest na rys. 73.



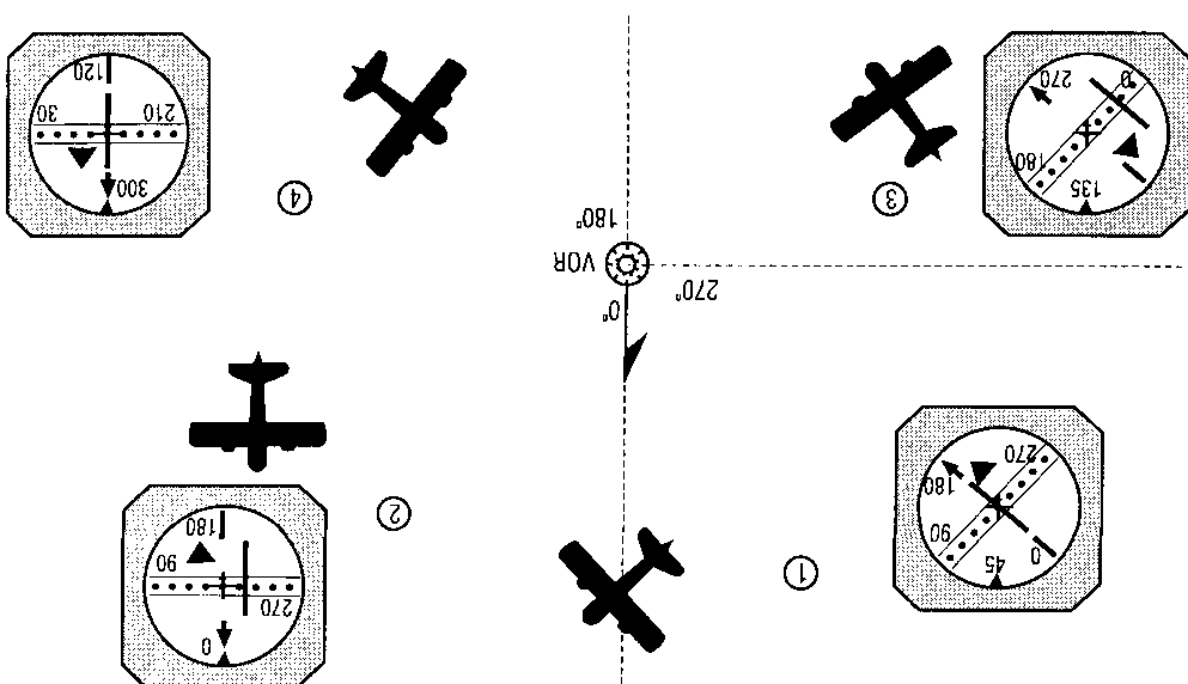
Rys. 73. Zespolony wskaźnik nawigacyjny (HSI):

1 – nieruchomy indeks do odczytywania bieżącego kursu samolotu; 2 – wybrany kurs lotu samolotu; 3 – wskazówka wybranego radiala; 4 – znacznik gotowości do pracy wskaźnika kursu; 5 – wskaźnik odchyłeń od wybranego radiala (w lewo i w prawo); 6 – wskaźnik namiaru "DO" lub "OD" (*TO* lub *FROM*) radiolaterni VOR; 7 – skala katowych odchyłeń od wybranego radiala – każda kropka oznacza 2° odchylenia od wybranego radiala (namiaru); 8 – symbol samolotu oznaczający aktualny kurs lotu; 9 – pokrętło wyboru kursu samolotu; 10 – przeciwny koniec wskazówki radiala (wskazujący odwrotny radial); 11 – pokrętło wyboru radiala (do ustawiania wskazówki – 3); 12 – wskaźnik i znacznik gotowości do pracy wskaźnika odchyłeń ścieżki zniżania; 13 – znacznik gotowości do pracy wskaźnika odchyłeń od radiala; 14 – znacznik wybranego kursu samolotu

Zespolony wskaźnik nawigacyjny podaje obrazowo (dlatego niekiedy jest też nazywany "wskaźnikiem nawigacji obrazowej") wskazania położenia samolotu względem wybranego radiala, kąt oraz ilość stopni odchylenia – jeżeli samolot znajduje się w kącie odchylenia poniżej 10° . Każda kropka oznacza 2° odchylenia i daje na każdą milę morską odległości od radiolaterni VOR 200 stóp liniowego boczego odchylenia. Np. 1 kropka na 10 NM odległości oznacza 2000 stóp bocznej odległości od zadanego radiala (w wariancie podejścia ILS jedna kropka oznacza $1/2^\circ$). W wariancie RNAV –

TRASA jedna kropka oznacza odchylenie o 1 NM, a w wariancie zbliżania 1/4 NM.

Dla określenia, na jakim radiału danej radiolantarni VOR znajduje się samolot, należy pokreślić 11 przesuwac wskazówkę 3 tak długo, aż wskazówka 5 pokryje się ze wskazówką 3, co w połączeniu z informacją podawaną przez wskaźnik 6 ("DO" lub "OD") pozwoli określić wartość radiała pod wskazówką 3.



Rys. 74. Interpretacja wskazań zespolonego wskaźnika nawigacyjnego (HSI):

1 – samolot leci z kursem 45°, aktualnie znajduje się na wybranym (ustawionym) radiału 180°, który prowadzi do radiolantarni VOR; 2 – samolot leci z kursem 360° oraz z ustawionym radialem 360°, który aktualnie znajduje się z zachodniej strony samolotu, natomiast radiolantarnia VOR jest na południe od samolotu. Radial 360° odprowadza od VOR; 3 – samolot leci z kursem 135° oraz z ustawionym radialem 270°, który aktualnie znajduje się na północ od samolotu. Radial 270° odprowadza od VOR (różnica pomiędzy kursem lotu a ustawionym radialem większa niż $\pm 90^\circ$ – TDI wychyla się odwrótnie); 4 – samolot leci z kursem 300° oraz z ustawionym radialem 300°, wskazówka TDI pokrywa się z ustawionym radialem 300°, który prowadzi do radiolantarni VOR. Samolot leci po trasie wyznaczonej radialem 300° bez kąta znośzenia. Niepokrywanie się bieżącego kursu samolotu z tą samą wartością ustawionego namiaru (radiała), przy jednoczesnym pokrywaniu się wskaźnika odchylen (5) ze wskazówką ustawionego radiała (3) świadczy o utrzymywaniu właściwej poprawki na znośzenie przez wiatr i o locie po trasie wyznaczonej radialem

2.11. AUTOMATYCZNY RADIOKOMPAS (ARK) (AUTOMATIC DIRECTION FINDER – ADF)

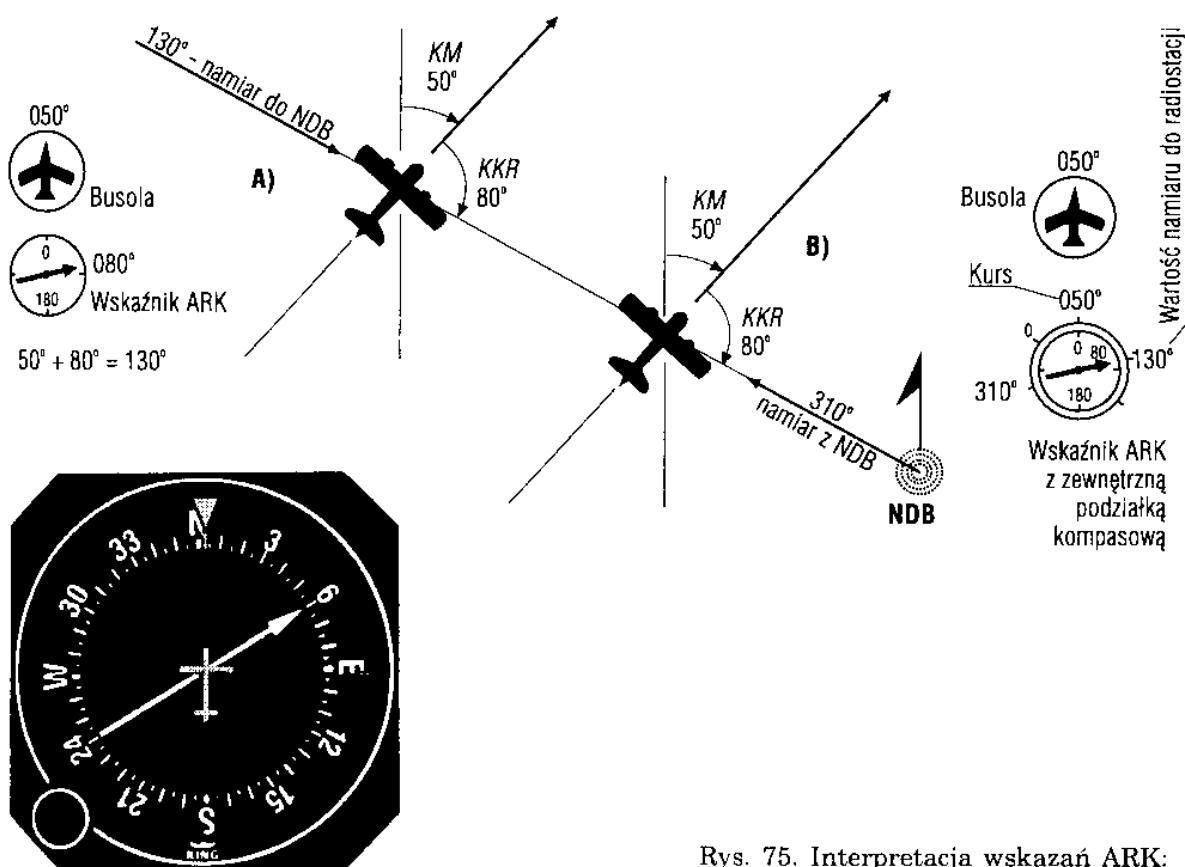
ARK jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych wskaźników nawigacyjnych wskazujących kierunek. Obecnie jest raczej stosowany jako drugorzędny środek nawigacyjny. Współpracuje z bezkierunkową, średniofalową

radiolatarnią NDB lub inną średniofalową radiostacją bezkierunkową np. rozgłośniami Polskiego Radia.

Radiokompas działa na zasadzie wyszukiwania przez antenę ramową kierunku odpowiadającego minimum odbioru sygnału wysyłanego przez średniofalowy nadajnik radiowy, a układ nadażny utrzymuje ją stale w tym położeniu, co jest równoznaczne ze stałym wychyleniem strzałki wskaźnika na pracującą radiostację. Dla wyeliminowania dwuznaczności minimum odbioru anteny ramowej wykorzystywany jest też odbiór sygnału przez antenę otwartą. Połączenie pól odbioru obu anten tworzy jednoznaczne pole wypadkowe z tylko jednym położeniem na minimum odbioru. Za pomocą takiej charakterystyki odbioru radiokompas określa jednoznacznie kierunek na pracującą radiostację. Wskaźnikiem namiarów może być tarcza żyrobosoli magnetycznej RMI lub też oddzielny wskaźnik ARK.

Tarcza wskaźnika radiokompasu ARK jest nieruchoma. Zero u góry podziałki oznacza przód samolotu, a 180° – ogon samolotu. Wskazówka namiarów pokazuje kąt zawarty między osią podłużną samolotu a kierunkiem do radiolatarni – nazywamy to kątem kursowym radiolatarni (*KKR*).

W oparciu o kurs samolotu oraz kąt kursowy radiolatarni można określać namiar na pracującą NDB lub namiar na samolot ze znanego miejsca postoju NDB (A). Określanie namiaru jest ułatwione, jeśli wskaźnik ARK posiada zewnętrzny ruchomy pierścień z podziałką kompasową, na którym można ustawić kurs lotu (B), a następnie bezpośrednio odczytać namiar.

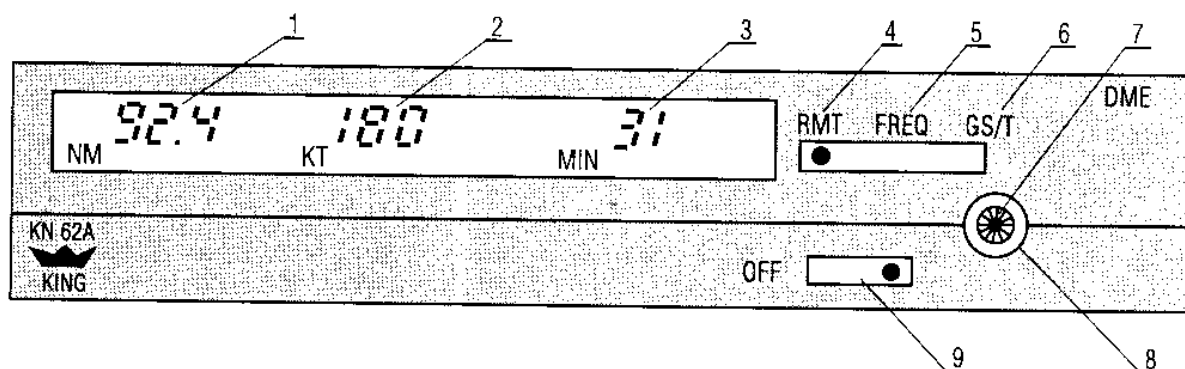


Tarcza wskaźnika ARK

Rys. 75. Interpretacja wskazań ARK:
KM – kurs magnetyczny; KKR – kąt
kursowy radiolatarni

2.12. RADIODALMIERZ DME (DISTANCE MEASURING EQUIPMENT)

Radiodalmierz DME jest międzynarodowym standardowym systemem odległościowym pracującym impulsowo. W odróżnieniu od radiolokatora, odpowiedź stacji naziemnej nie jest tu echem odbitym sygnału zapytującego, lecz impulsem nadajnika naziemnego wysyłanym jako odpowiedź na zapytanie. Czas od wysłania sygnału zapytującego z samolotu do otrzymania odpowiedzi ze stacji naziemnej jest proporcjonalny do odległości samolotu od stacji. Ponieważ urządzenie naziemne w tym samym czasie może otrzymać kilkanaście pytań z różnych samolotów, więc aby uniknąć pomyłek, polegających na odebraniu przez samolot sygnału odpowiedzi przeznaczonego dla innego samolotu, nadajnik każdego samolotu wysyła sygnały zapytujące w charakterystycznym rytmie, tylko sobie właściwym (częstotliwość powtarzania par impulsów) i odbiera w tym samym rytmie odpowiedź (układ bramkowy), która tylko tak nadana dociera do odbiornika pomiaru odległości. Po dostrojeniu częstotliwości na żądany DME, w czasie do 20 s urządzenie "szuka" swoich impulsów, po czym przechodzi na zakres pomiaru. Każda radiolatownia odzewowa może współpracować z ponad 100 samolotami jednocześnie.



Rys. 76. Płyta czołowa dalmierza DME. Typ KN-62:

1 – odległość skośna do stacji naziemnej wynosi 92,4 mil morskich; 2 – samolot, względem ziemi, leci z prędkością 180 węzłów (prędkość podróżna); 3 – czas dolotu do stacji naziemnej wynosi 31 minut; 4 – DME sprzęgnięty jest ze stacją naziemną automatycznie, na częstotliwości nawigacyjnie wykorzystywanej radiolatowni VOR/DME (sterowanie zewnętrzne); 5 – zakres, w którym można ręcznie ustawić częstotliwość DME. Na tym zakresie pod pozycją 1 wyświetlana jest odległość, a pod pozycją 2 częstotliwość w MHz; 6 – zakres, na którym DME sprzęgnięty jest ze stacją, której częstotliwość została ustawiona ręcznie, wskazania występują pod pozycją 1, 2, 3 – niezależnie od wykorzystywanego nawigacyjnie nastrojenia zestawu VOR/DME; 7 – pokrętko ustawiania kHz, przy strojeniu ręcznym; 8 – pokrętko ustawiania MHz przy strojeniu ręcznym; 9 – wyłącznik DME

W czasie pracy urządzenia na zakresie "poszukiwanie" pod pozycjami 1, 2, 3 wyświetlane są poziome kreski. Aby uzyskać dokładne dane, dotyczące prędkości i czasu lotu, samolot musi być skierowany dokładnie do lub od stacji.

2.13. WYBRANA TERMINOLOGIA ANGIELSKA WIAŻĄCA SIĘ Z PRZYRZĄDAMI

1. Ciśnienie dynamiczne – Dynamic pressure.
2. Ciśnienie statyczne – Static pressure.
3. Ciśnienie całkowite – Total pressure.
4. Wysokościomierz – Altimeter (ALT).
5. Wariometr – Vertical Speed Indicator (VSI).
6. Prędkościomierz – Air Speed Indicator (ASI).
7. Rurka Pitota – Pitot tube.
8. Zapasowe źródło ciśnienia statycznego – Alternate static source.
9. Wskazówka – Pointer.
10. Przełącznik zapasowego zasilania ciśnieniem statycznym – Alternati-
ve static selector.
11. Stopień przechylenia – Rate of bank.
12. Sztuczny horyzont – Artificial horizon.
13. Wskaźnik położenia – Attitude indicator.
14. Wskaźnik kierunku (ogólnie) – Direction indicator.
15. Żyroskopy napędzane pneumatycznie – Vacuum-driven gyroscopes.
16. Żyroskopy napędzane elektrycznie – Electrically-driven gyroscopes.
17. Wskaźniki ilości paliwa – Fuel quantity indicators.
18. Wskaźnik temperatury oleju – Oil temperature gauge.
19. Wskaźnik temperatury głowic cylindrów – Cylinder head temperatu-
re gauge (CHT).
20. Ciśnienie ładowania – Manifold pressure.
21. Amperomierz – Ammeter.
22. Pulpit radiowy – Radio panel.
23. Obrotomierz – Tachometer.
24. Kulka chyłomierza – Balance ball.
25. Przyrządy pilotażowe (lotu) – Flight instruments.
26. Przyrządy silnikowe – Engine instruments.
27. Temperatura gazów wylotowych – Exhaust gas temperature (EGT).
28. Temperatura gazów na wlocie do turbiny – Turbine inlet temperatu-
re (TIT).

3. NAWIGACJA

3.1. PODSTAWOWE POJĘCIA I OKREŚLENIA

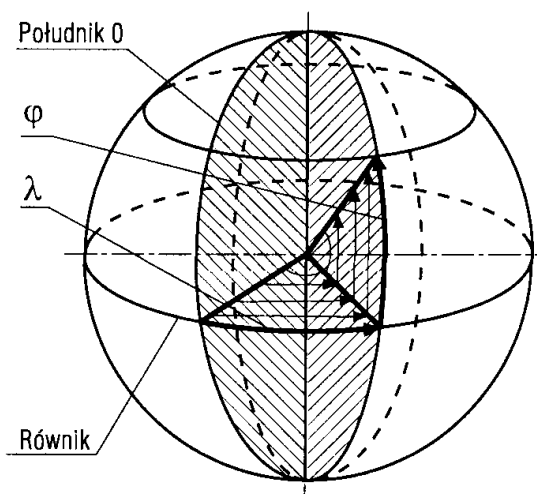
Dla celów nawigacji przyjmuje się promień kuli ziemskiej równy 6371 km. W rzeczywistości promień Ziemi (*geoidy*) wynosi 6378 km w płaszczyźnie równika oraz 6357 km w płaszczyźnie południka, oznacza to, że spłaszczenie na biegunach równa się 21 km.

λ – (E) długość geograficzna wschodnia
 φ – (N) szerokość geograficzna północna
Długość geograficzna może być wyrażona w jednostkach:

- kątowych;
- liniowych;
- czasowych.

Szerokość geograficzna może być wyrażona w jednostkach:

- kątowych;
- liniowych.



Rys. 77. Długość i szerokość geograficzna

Przykładowy zapis szerokości i długości geograficznej dla lotniska OKECIE wynosi: 52° 09' 58" N 20° 58' 08" E [jest to tzw. ARP co oznacza punkt odniesienia lotniska (*Aerodrome reference point*)]. Jednostkami pomiaru odległości są: metr (m), kilometr (km), mila morska (NM) stopa (ft). Długość 1° na równiku wynosi 111 km. Długość 1' na równiku wynosi 1,852 km (mila morska). Długość 1" na równiku wynosi 30,9 m. Długość stopy wynosi 0,30 m (1 m = 3,28 stopy).

Prędkości określamy w km/h, w m/s lub w węzłach (kt) tj. w milach morskich na godzinę (mph).

3.1.1. Linia drogi i jej rodzaje

Ortodroma – jest to część łuku wielkiego koła, będąca najkrótszą odległością między dwoma punktami na powierzchni Ziemi. W ogólnym przypadku ortodroma przecina południki pod różnymi kątami. Do szczególnych przypadków ortodromy należą południki i równik.

Loksodroma – jest to linia łącząca dwa punkty na powierzchni Ziemi przecinająca południki pod tym samym kątem. Nie jest ona najkrótszą odległością między dwoma punktami. Do szczególnych przypadków loksodromy należą południki, równoleżniki oraz równik.

Ortodroma służy do mierzenia odległości, a loksodroma do wykonywania po niej lotów. W przypadku dużych odległości ortodroma jest dzielona na odcinki loksodromiczne tak, aby różnice odległości ortodromicznych i loksodromicznych były możliwe do pominięcia – co umożliwia wykorzystanie busoli magnetycznej (np. bezpośrednia odległość ortodromiczna z Paryża do Pekinu wynosi 6760 km, a odległość loksodromiczna 7927 km).

3.1.2. Kąt drogi i jego rodzaje

Kąt drogi jest to kąt zawarty pomiędzy kierunkiem północnym południka a linią drogi. Oznaczamy go: KD , mierzymy od 0° do 360° . Kąt drogi może być geograficzny (KDG) lub magnetyczny (KDM) w zależności od południka, od którego jest mierzony. Rozróżniamy też kąt drogi nakazany lub rzeczywisty.

3.1.3. Kurs samolotu i jego rodzaje

Do określania i utrzymywania kursu statku powietrznego wykorzystuje się busole magnetyczne, które kierunek wskazują dzięki wykorzystaniu właściwości magnetyzmu ziemskiego. Magnetyzm Ziemi charakteryzuje się:

- całkowitym natężeniem pola magnetycznego;
- inklinacją;
- deklinacją.

Całkowite natężenie pola magnetycznego, to siła z jaką pole magnetyczne ziemi działa na igłę magnetyczną. Linie łączące na mapie punkty o jednakowej wartości natężenia pola magnetycznego Ziemi nazywamy **izodynamami**.

Inklinacja nazywamy kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną poziomą a osią swobodnie zawieszonej igły magnetycznej. Wartość inklinacji zmienia się wraz ze zmianą szerokości geograficznej. W Polsce średnio inklinacja wynosi około $+66^\circ$ (na biegunie magnetycznym 90° , na równiku magnetycznym 0°). Linie łączące na mapie punkty o jednakowej inklinacji nazywamy **izoklinami**.

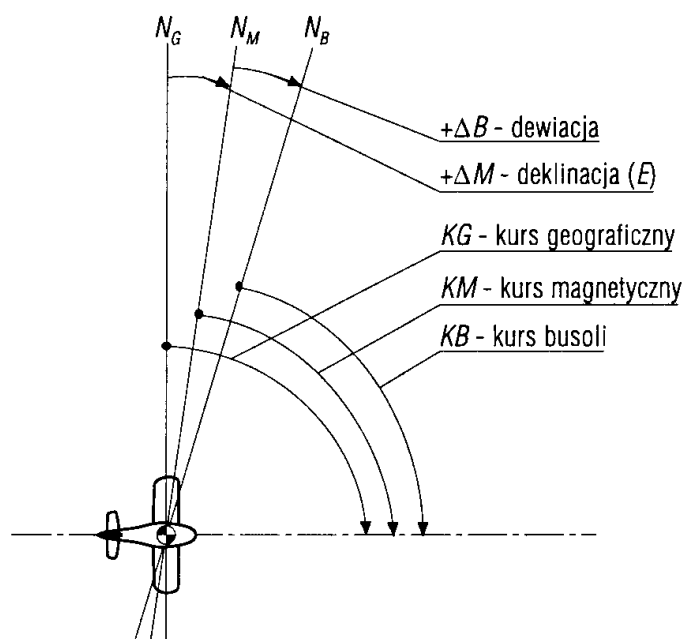
Deklinacja nazywamy kąt zawarty pomiędzy kierunkiem północnym południka geograficznego a kierunkiem północnym południka magnetycznego – oznaczaną ΔM . Deklinacja jest dodatnia (wschodnia), jeżeli igła magnetyczna odchyła się na wschód (E) od południka geograficznego i ujemna (zachodnia – W), gdy igła odchyła się na zachód od południka geograficznego. Linie łączące na mapie punkty o jednakowej deklinacji nazywamy **izogonami**. Wartość deklinacji magnetycznej jest różna w różnych punktach kuli ziemskiej i ulega zmianom w czasie. W Polsce deklinacja średnio wynosi $1 - 2^\circ$. W niektórych punktach na kuli ziemskiej występują anomalie magnetyczne, wówczas deklinacja sięga nawet do 180° .

Dewiacja nazywamy kąt zawarty pomiędzy kierunkiem północnym południka magnetycznego a kierunkiem północnym południka busoli. Południk

busoli jest to południk wyznaczony przez igłę magnetyczną busoli ustawioną na samolocie (powstaje w wyniku nakładania się pola magnetycznego Ziemi i pola magnetycznego statku powietrznego). Dewiację oznaczamy symbolem ΔB oraz znakiem "+", gdy południk busoli znajduje się na wschód od południka magnetycznego oraz znakiem "-", gdy północny kierunek południka busoli znajduje się na zachód od północnego kierunku południka magnetycznego.

Dewiacja występuje na samolocie jako **półokrężna** tzn. wówczas, gdy zmienia swój znak dwukrotnie, przy obrocie samolotu o 360° lub **ćwierćokrężna**, gdy zmienia swój znak czterokrotnie, przy obrocie samolotu o 360° . Dla zmniejszenia błędu wskazań busoli powodowanego dewiacją przeprowadza się okresowo **kompensację busoli**, wówczas na kursach 0° i 90° dewiację półokrężną usuwamy całkowicie (za pomocą urządzeń kompensacyjnych), a na kursach 180° i 270° zmniejszamy o połowę. Dewiacji ćwierćokrężnej nie usuwamy, lecz rejestrujemy jej wartość, w czasie obrotu samolotu o 360° i sporządzamy wykres, który znajduje się zawsze w kabinie samolotu i jest wykorzystywany do obliczeń nawigacyjnych przez załogę.

Kurs statku powietrznego (samolotu) jest to kąt zawarty pomiędzy północnym kierunkiem południka a podłużną osią samolotu, mierzony od 0° do 360° . W zależności od rodzaju południka przyjętego do pomiaru rozróżniamy kurs geograficzny, magnetyczny i busoli.



Rys. 78. Rodzaje kursów samolotu

3.1.3.1. Przeliczanie kursów

Kursy przeliczać można **metodą graficzną** – rysując odpowiednie wartości kursów znanych, a wartości kursów szukanych określać, za pomocą pomiarów kątomierzem.

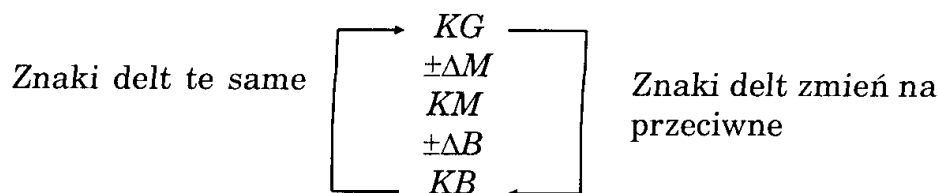
Można także kursy przeliczać **metodą matematyczną** w oparciu o wzory:

$$KG = KM + (\pm \Delta M)$$

$$KG = KB + (\pm \Delta B) + (\pm \Delta M)$$

$$\begin{aligned}
 KM &= KB + (\pm\Delta B) \\
 KM &= KG - (\pm\Delta M) \\
 KB &= KG - (\pm\Delta M) - (\pm\Delta B) \\
 KB &= KM - (\pm\Delta B) \\
 \pm\Delta M &= KG - KM \\
 \pm\Delta B &= KM - KB
 \end{aligned}$$

W przypadku pamięciowego przeliczania kursów pomocny może być poniższy schemat obliczeniowy:



Np.: $KB = 100^\circ$; $\Delta B = +10^\circ$. Oblicz KM ? Rozwiązanie: $KM = 110^\circ$.

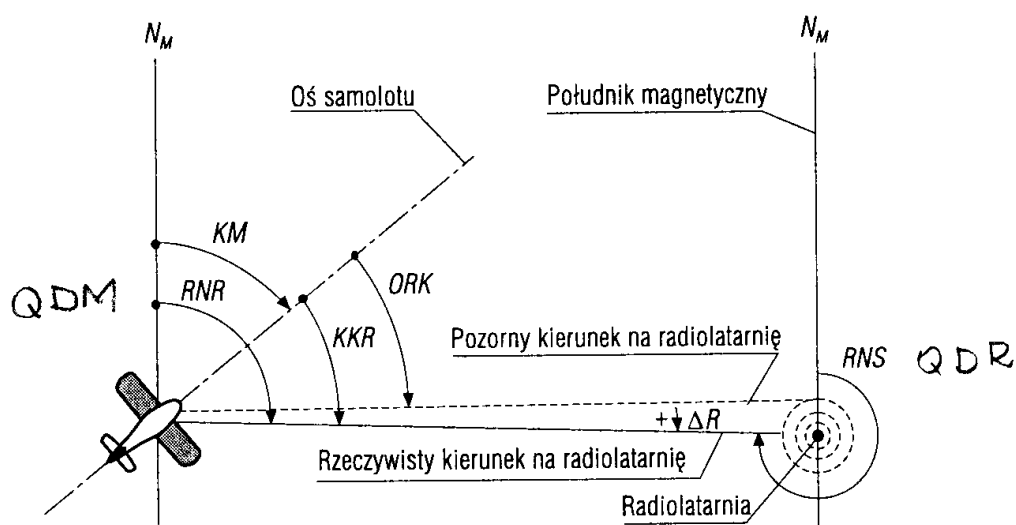
3.1.3.2. Kompensacja busoli magnetycznej – metodą ustawiania samolotu na żądany kurs wg namiaru i kąta kursowego obiektu

W celu wykonania kompensacji busoli magnetycznej należy:

- 1) przygotować samolot, protokół kompensacji i pelengator;
- 2) wybrać miejsce kompensacji w odległości nie mniejszej niż 200 m od zabudowań;
- 3) na wybranym miejscu ustawić pelengator i zmierzyć namiar magnetyczny na wybrany obiekt;
- 4) obliczyć, na podstawie zmierzonego namiaru, tabelkę kątów kursowych obiektu na ośmiu kursach (co 45°);
- 5) sprowadzić na wybrane miejsce samolot i zamontować na nim pelengator tak, aby oś pelengatora pokrywała się z podłużną osią samolotu;
- 6) ustawić samolot kolejno na kursy 0° , 90° , 180° , 270° , w celu usunięcia dewiacji półokrężnej. W tym celu ustawiamy celownik pelengatora na wartość kąta kursowego obiektu odpowiadającą danemu kursowi i obracamy samolot tak długo, aż linia celowania pokryje się z kierunkiem na dany obiekt. Dewiację usuwamy na kursie 0° i 90° całkowicie – pokręcając śrubką z magnesem N-E, a na kursie 180° i 270° do połowy – pokręcając śrubką z magnesem S-W;
- 7) ustawić samolot, po usunięciu dewiacji półokrężnej, kolejno na ośmiu kursach: 0° , 45° , 90° , 135° itp., w celu określenia dewiacji ćwierćokrężnej (pozostałej);
- 8) nanieść wartości dewiacji ćwierćokrężnej, na wykres dewiacji, który umieścić należy w kabinie samolotu.

3.1.4. Elementy radionamierzania

Radionamierzanie, to czynność mająca na celu określenie miejsca samolotu za pomocą namiarów z urządzeń radionawigacyjnych naziemnych lub samolotowych (radionamierzanie własne lub obce).



Rys. 79. Elementy radionamiaru:

KM – kurs magnetyczny; KKR – kąt kursowy radiolatarni; RNR – radionamiar radiolatarni (w zależności od południka może być geograficzny lub magnetyczny); RNS – radionamiar samolotu (radial); ORK – odczyt radiokompasu; ΔR – radiodewiacja

$$RNR = KM + KKR$$

$$RNS = RNR \pm 180^\circ$$

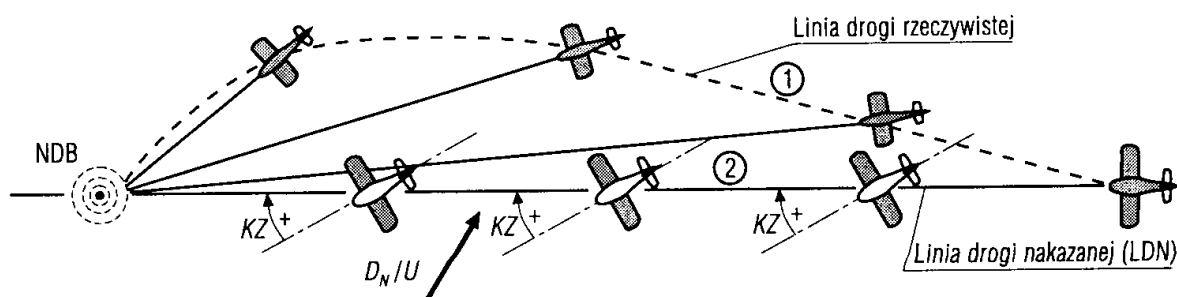
$$KKR = ORK + (\pm \Delta R)$$

3.1.5. Sposoby wykonywania lotu do (od) radiolatarni z wiatrem bocznym

Istotną sprawą w locie do (od) radiolatarni, szczególnie gdy zachodzi potrzeba wykonania lotu po określonej linii drogi, jest umiejętność utrzymania samolotu na linii drogi nakazanej (LDN), przy działaniu wiatru bocznego. Rozróżniamy 3 sposoby lotu do radiolatarni:

- metodą bierną – utrzymując stale $KKR = 0^\circ$;
- metodą kursową – utrzymując kurs wg busoli, przy pierwotnym wskazaniu $KKR = 0^\circ$ z następną okresową korektą kursu, w miarę zmian KKR ;
- metodą czynną – uwzględniającą kąt znoszenia poprzez odchylenie osi samolotu pod wiatr na wartość kąta znoszenia – co oznacza, że KKR w locie do radiolatarni nie wynosi 0° (180° w locie od), ale różni się o kąt znoszenia.

Najważniejsza w praktyce jest umiejętność wykonywania lotu do (od) radiolatarni metodą czynną, jest to ważne szczególnie w czasie podejścia do



Rys. 80. Podstawowe sposoby wykonywania lotu do NDB metodą bierną 1 oraz metodą czynną 2

lądowania wg NDB, lub w czasie lotu po nakazanej trasie np. w korytarzu lotniczym przy niewidocznym obiekcie orientacyjnym (np. nad chmurami).

Jeżeli wiatr wieje pod kątem 90° do linii drogi – poprawka na $KZ = 10^\circ$ utrzymuje samolot na linii drogi przy następujących warunkach:

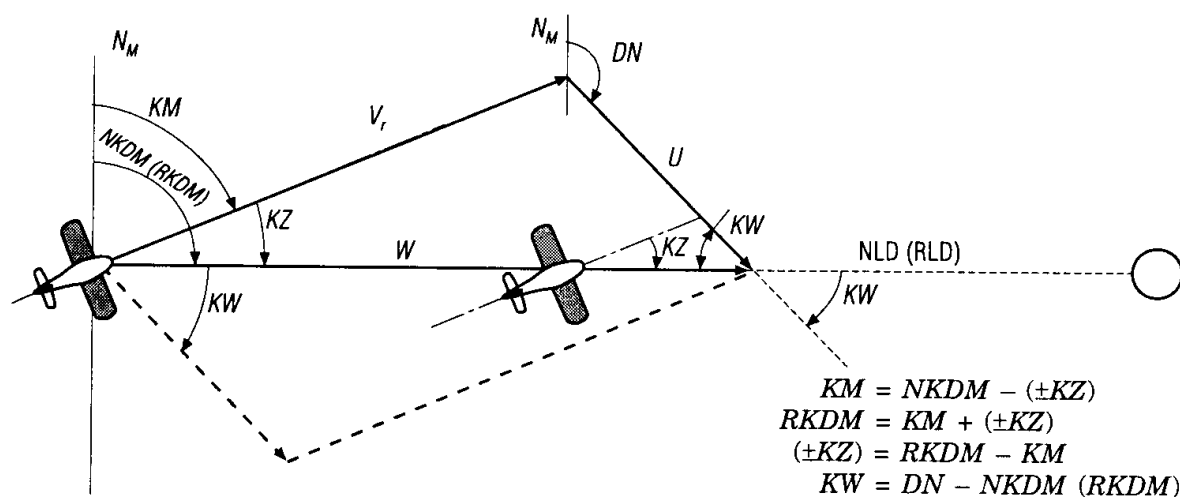
- prędkość samolotu (V_r) – 150 km/h, prędkość wiatru – 25 km/h;
- prędkość samolotu (V_r) – 200 km/h, prędkość wiatru – 33 km/h;
- prędkość samolotu (V_r) – 300 km/h, prędkość wiatru – 50 km/h;
- prędkość samolotu (V_r) – 400 km/h, prędkość wiatru – 67 km/h.

Utrzymywanie się w czasie lotu metodą czynną stałych wartości KKR oraz KM świadczy o prawidłowym obliczeniu poprawki na wiatr.

W przypadku lotu od radiolatarni metodą czynną, poprawki na wiatr stosuje się analogicznie jak w locie do radiolatarni, z tą jedynie zmianą, że odchylenia wskazówki ARK odnosimy do $KKR = 180^\circ$ (tj. ogona samolotu) a nie $KKR = 0^\circ$.

3.2. LOT SAMOLOTU Z WIATREM BOCZNYM. NAWIGACYJNY TRÓJKĄT PRĘDKOŚCI (NTP)

Meteorologiczny kierunek wiatru (D_M) jest to kąt zawarty pomiędzy kierunkiem północnym południka geograficznego a kierunkiem “skąd wieje wiatr”.



Rys. 81. Nawigacyjny trójkąt prędkości (NTP) i jego elementy:

N_M – południk magnetyczny; KM – kurs magnetyczny; KZ – kąt znoszenia (kąt zawarty między podłużną osią samolotu (V_r) a rzeczywistą linią drogi (W). Mierzmy go w prawo od osi samolotu ze znakiem “+” w lewo “-” od 0° do maksymalnego); KW – kąt wiatru (kąt zawarty między rzeczywistą linią drogi (W) a kierunkiem “dokąd wieje wiatr” (U). Mierzmy go w stopniach od 0° do 180° w prawo ze znakiem “+” w lewo “-”); $NKDM$ – nakazany kąt drogi magnetyczny; $RKDM$ – rzeczywisty kąt drogi magnetyczny; V_r – rzeczywista prędkość powietrzna – prędkość rzeczywista (TAS); D_N – nawigacyjny kierunek wiatru; U – prędkość wiatru; W – prędkość podróżna; prędkość względem ziemi; NLD – nakazana linia drogi; RLD – rzeczywista linia drogi.

Nawigacyjny kierunek wiatru (D_N) jest to kąt zawarty pomiędzy kierunkiem północnym południka magnetycznego a kierunkiem “dokąd wieje wiatr”.

$$D_M = D_N \pm 180^\circ + (\pm \Delta M)$$

$$D_N = D_M \pm 180^\circ - (\pm \Delta M)$$

Prędkość wiatru mierzy się w metrach na sekundę (m/s), kilometrach na godzinę (km/h) ewentualnie w węzłach (kt).

KZ i KW w danych warunkach mają zawsze jednakowe znaki.

3.2.1. Obliczanie elementów NTP

Obliczanie kąta wiatru (KW)

$$KW = D_N - NKDM$$

Jeżeli wynik przekracza $\pm 180^\circ$ wówczas należy dopełnić kąt do 360° , zmieniając jednocześnie "wartość" znaku KW na odwrotny.

Obliczanie kąta znoszenia (KZ)

$$\sin KZ = \frac{U \cdot \sin KW}{V_r}; \quad KZ_{\max} = \frac{U \cdot 60}{V_r} \quad \text{lub} \quad KZ_{\max} = \frac{U \text{ (km/h)}}{V_r \text{ (km/h)}}$$

Obliczanie $KZ_{\max}$ pamięciowo: dziesiątki prędkości samolotu dzielimy przez 6, a następnie prędkość wiatru dzielimy przez otrzymany wynik.

Np: $V_r = 300 \text{ km/h}$; $U = 50 \text{ km/h}$;

to $KZ_{\max} = 30 : 6 = 5$; $50 : 5 = 10$; czyli $KZ_{\max} = 10^\circ$.

Obliczanie prędkości podróźnej (W)

$$W \approx V_r + U \cdot \cos KW$$

3.2.2. Obliczanie elementów NTP – pamięciowo

W dobie powszechnego stosowania elektronicznych kalkulatorów nawigacyjnych, obliczenia pamięciowe przez ogół pilotów nie są stosowane. Jednak w celach treningowych oraz dla kontroli obliczeń szczególnie na suwakach i kalkulatorach mechanicznych warto znać przybliżone wartości obliczeń, aby ustrzec się rażących błędów, możliwych do popełnienia, jeśli obliczenia wykonywane są bez logicznej kontroli. Pilot powinien umieć także obliczyć elementy nawigacyjne lotu, jeśli nawet nie dysponuje odpowiednim wyposażeniem nawigacyjnym.

W celu pamięciowego obliczenia elementów NTP, należy zapamiętać (lub umieć ją odtworzyć) poniższą tabelę.

KW	KZ	W
0° lub 180°	0	$V_r \pm U$
$\pm 30^\circ$ lub 150°	0,5 max	$V_r \pm 0,9U$
$\pm 45^\circ$ lub 135°	0,7 max	$V_r \pm 0,7U$
$\pm 60^\circ$ lub 120°	0,9 max	$V_r \pm 0,5U$
$\pm 90^\circ$	$KZ_{\max}$	$V_r \approx W$

Kolejność obliczeń:

- obliczyć $KZ_{\max}$;
- obliczyć KW ;
- odczytać w tabelce, w najbliższej pod względem wartości KW rubryce, wartość W i KZ ;
- obliczyć KM .

Przykład: dane – $V_r = 300$ km/h, $NKDM = 150^\circ$, $D_N/U = 195^\circ/50$ km/h. Obliczyć – KW , KZ , W , KM .

Rozwiązanie: $KZ_{\max} = 30 : 6 = 5$, $50 : 5 = 10^\circ$

$KW = D_N - NKDM = 195^\circ - 150^\circ = +45^\circ$

$KZ = 0,7 \cdot KZ_{\max} = 0,7 \cdot 10 = +7^\circ$

$W = 300 + 0,7U = 300 + 35 = 335$ km/h

$KM = NKDM - (+KZ) = 150 - (+7) = 143^\circ$.

} wg tabelki dla
 $KW \pm 45^\circ$ lub 135°

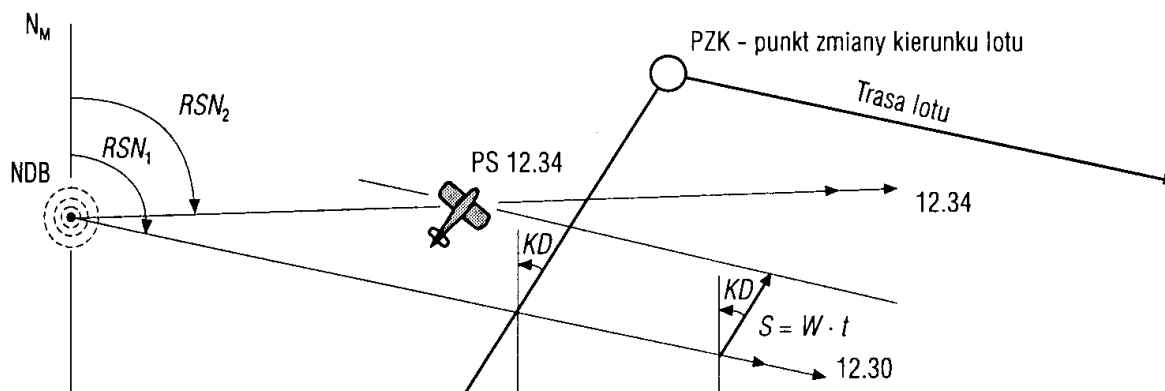
3.3. WYKORZYSTANIE AUTOMATYCZNEGO RADIOKOMPASU (ARK) W LOCIE

(AUTOMATIC DIRECTION FINDER – ADF)

3.3.1. Określanie pozycji samolotu (PS) za pomocą jednej radiolatarni

Czynności:

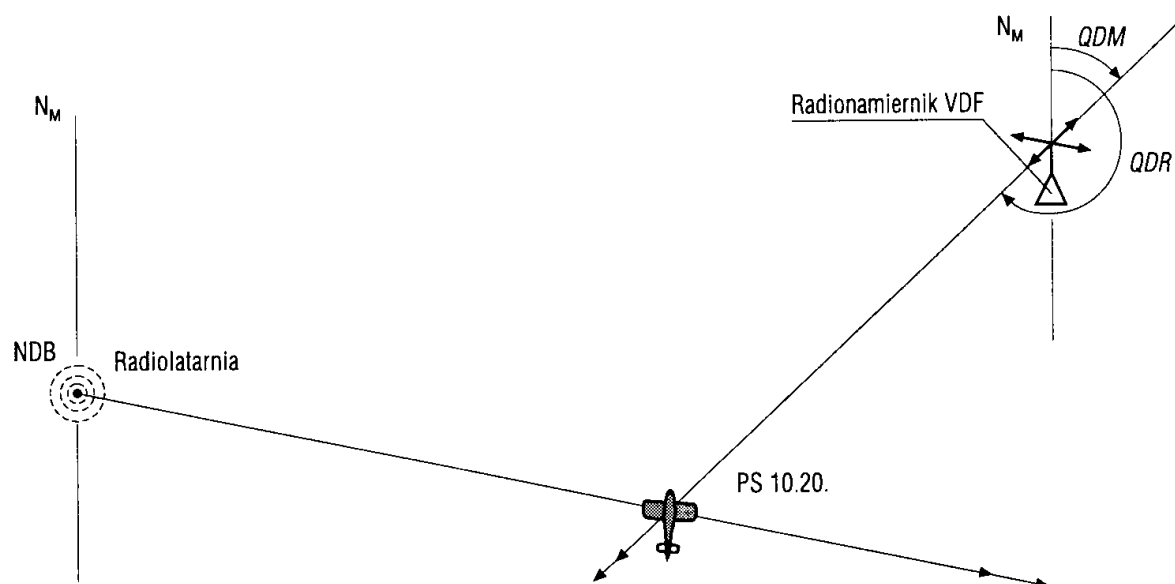
- wykonać lot ze stałą wartością kąta drogi ($RKDM$);
- nastroić ARK na wybraną radiolatarnię, w położeniu “kompas”, określić radionamiar samolotu (RNS), zanotować czas namiaru (RNS wskazuje przeciwny koniec strzałki ARK);
- ze znanego miejsca postoju radiolatarni ARK wykreślić RNS_1 ;
- czynność powtórzyć po 3 - 4 minutach lotu (lub zmianie KKR o około $20^\circ - 30^\circ$);
- z dowolnego punktu linii pierwszego radionamiaru, wykreślić, zgodnie z rzeczywistym kątem drogi (KD), odległość przebytą (S) za czas (t) pomiędzy pierwszym a drugim radionamiarem wg prędkości podróźnej (W);
- przez koniec odłożonego odcinka przeprowadzić równoległą do pierwszego radionamiaru;
- punkt przecięcia z linią drugiego radionamiaru jest pozycją samolotu w momencie drugiego namiaru.



Rys. 82. Określanie pozycji samolotu, za pomocą jednej radiolatarni

Znacznie prościej jest określać PS w oparciu o dwa radionamiary z dwóch różnych radiolatarni. Wówczas należy także uwzględnić (dla zwiększenia dokładności) czas pomiędzy kolejnymi radionamiarami. Miejsce przecięcia się radionamiarów jest pozycją samolotu. W miarę możliwości należy wybierać takie NDB aby ich namiary przecinały się pod kątami zbliżonymi do 90° .

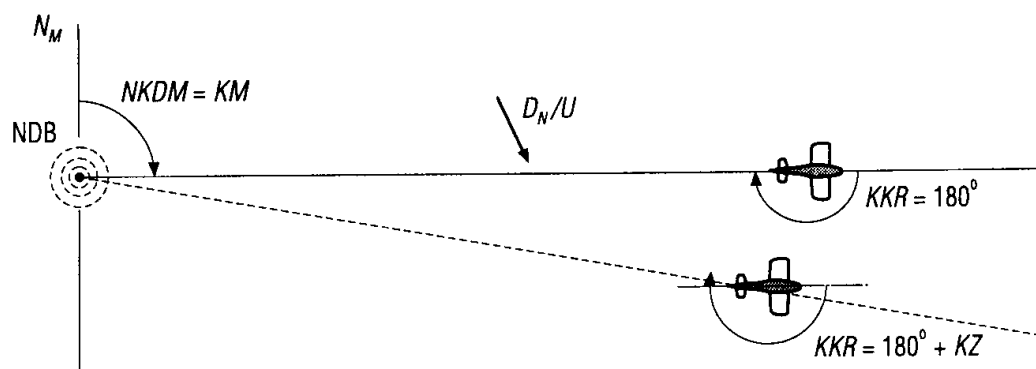
W praktyce można stosować także, dla określenia PS, kombinację jednego radionamiaru z NDB oraz namiaru uzyskanego np. w postaci *QDM*, zamienionego na *QDR* (namiar samolotu z radionamiernika). Przecięcie tych dwóch namiarów będzie pozycją samolotu.



Rys. 83. Określenie pozycji samolotu za pomocą jednego radionamiaru z NDB oraz z radionamiernika VDF

3.3.2. Określanie kąta znoszenia (*KZ*) przy locie od radiolatarni

Do określania *KZ* można przystąpić po przelocie radiolatarni z kursem magnetycznym (*KM*) równym nakazanemu kątowi drogi magnetycznej (*NKDM*). Jeśli kąt znoszenia nie występuje, to *KKR*, przy utrzymanym *KM*, będzie wynosił 180° . Jeśli wystąpi kąt znoszenia, to po kilku minutach lotu (3 - 4 min) *KKR* będzie różny od 180° , o wartość *KZ*.



Rys. 84. Określanie *KZ* w locie od radiolatarni

Kąt znoszenia obliczamy w tej sytuacji ze wzoru:

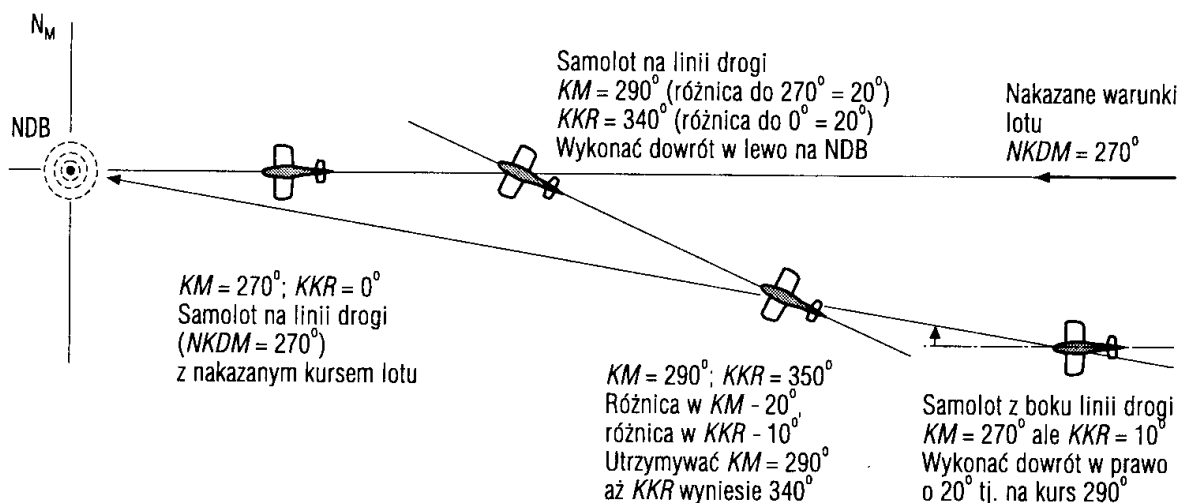
$$\pm KZ = KKR - 180^\circ$$

Dokładność obliczeń KZ za pomocą ARK obarczona jest błędem, nawet do 5° . W tej sytuacji dla pilota, oprócz wartości KZ szczególne znaczenie ma przede wszystkim możliwość określenia kierunku znoszenia.

3.3.3. Wyprowadzenie samolotu na linię nakazanej drogi lub na kierunek lądowania

Wejście w **dolocie** na linię nakazanej drogi lub na kierunek lądowania jest najczęściej realizowanym zadaniem, przy wykorzystywaniu ARK (ADF). W celu wejścia na zadaną linię drogi w **dolocie** na NDB należy:

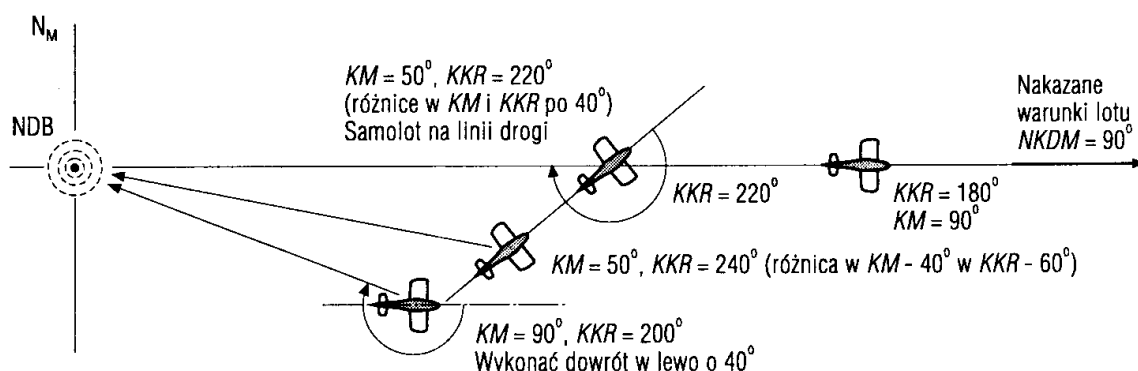
- wykonując lot z zadanym kursem wykonać zakręt w kierunku wskazywanym przez strzałkę ARK, o kąt dwukrotnie większy niż aktualna wartość KKR ;
- lecieć ze zmienionym kursem do czasu, aż wartość odchylenia KKR zrówna się z wartością różnicy kursu, w stosunku do zadanego;
- wykonać dowrót na zadaną linię drogi doprowadzając KKR do wartości 0° , a kurs do nakazanego (pamiętać należy o kilkustopniowym wyprzedzeniu KKR przed dowrotem, aby nie przelecieć na drugą stronę trasy);
- dalszy lot po trasie wykonywać metodą czynną.



Rys. 85. Wejście na nakazaną linię w dolocie do NDB, za pomocą ARK (ADF)

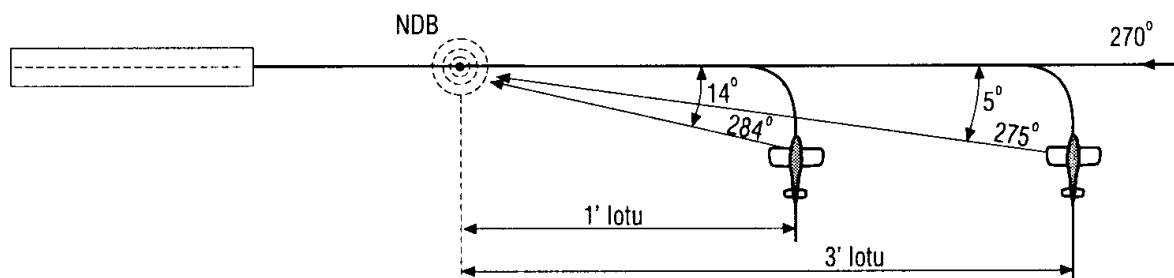
Wejście w **odlocie** od NDB na zadaną linię drogi rozpoczynamy podobnie jak przy wejściu w dolocie tzn. w pierwszej kolejności wyprowadzamy samolot na jej kurs. Następnie na podstawie wskazań ARK (ADF) określamy położenie w stosunku do linii drogi, zakręcając w stronę wychylenia wskazówki z co najmniej podwójną wartością KKR , różną od $KKR = 180^\circ$. Lecąc ze zmienionym kursem oczekujemy znów zrównania różnicy pomiędzy kursem a KKR . Po osiągnięciu zrównania wartości różnicy w KKR i KM wykonać należy do-

wrót na kurs równy kątowni drogi i KKR równy 180° . Dalszy lot po zadanej trasie wykonywać metodą czynną.



Rys. 86. Wejście na nakazaną linię drogi w odlocie od NDB za pomocą ARK (ADF)

Specyficznym przypadkiem wejścia na zadaną linię drogi w dolocie jest podejście do lądowania wg NDB, które nie jest niczym innym jak czynnym dolotem do jednej lub dwu radiolatarni, umiejscowionych w osi pasa startowego. Najbardziej istotnym elementem tego dolotu jest wyprowadzenie samolotu na prostą do lądowania, pokrywającą się z kierunkiem lądowania. Duże znaczenie w tym przypadku ma umiejętność wykonania dowrotu w osł pasa startowego z właściwym wyprzedzeniem na promień zakrętu. Przedwczesny lub spóźniony dowrót powodować będzie przelet osł pasa z lewej bądź prawej strony. Ilustruje to rysunek 87, ukazując między innymi zależność kąta wyprzedzenia zakrętu od odległości do NDB.



Rys. 87. Zmiana kąta wyprzedzenia zakrętu ze wzrostem odległości od NDB

Dla prędkości kątowej zakrętu $3^\circ/\text{s}$ kąt wyprzedzenia dla zakrętu 90° wynosi:

Odległość od NDB (min)	Kąt wyprzedzenia (... $^\circ$)
0,5	21,4
1,0	13,6
1,5	10,0
2,0	7,8
3,0	5,0
4,0	4,0
5,0	3,4
6,0	3,0

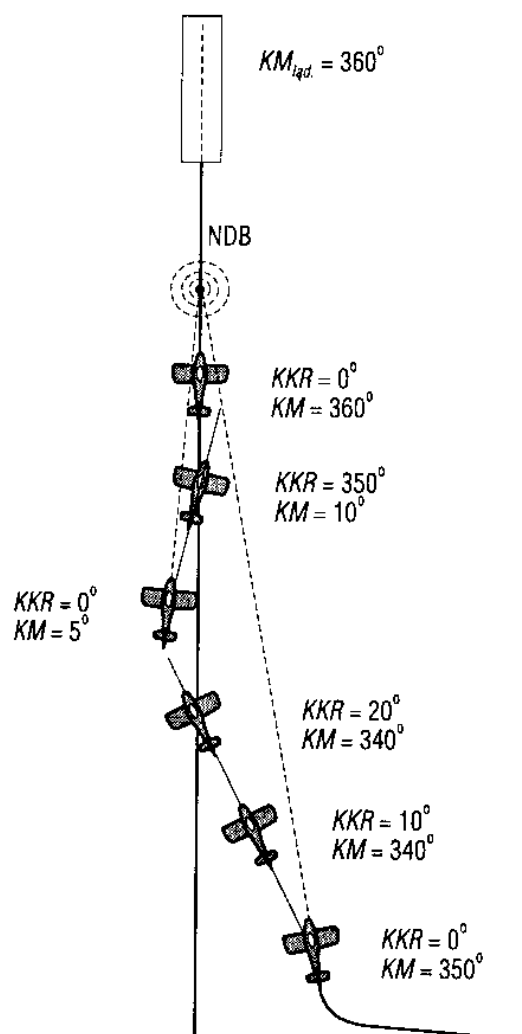
Równie istotna, w czasie wejścia w oś pasa startowego, jest kontrola zgodności zmian wskazań ARK i busoli, podczas zakrętu. Praktyka powinna być następująca:

- na 60° (wg busoli) przed kierunkiem lądowania, KKR powinien być o 10° mniejszy od kursu (tzn. wynosić 50° przy prawym zakręcie lub 310° przy lewym);
- na 30° przed kierunkiem lądowania, KKR powinien być o 3° mniejszy od kursu (tzn. wynosić 27° lub 333°). W tym celu w czasie zakrętu należy obserwować tempo zmiany wskazań ARK i busoli. Jeśli ARK “wyprzedza” wskazania busoli, KKR szybciej zmierza do 0° niż busola do kursu lądowania, należy zmniejszyć przechylenie w zakręcie. Jeżeli busola “wyprzedza” wskazania ARK, należy zwiększyć przechylenie w zakręcie (lecz nie więcej niż 45° , w czasie lotu w chmurach).

Istotne jest nie tyle liczenie stopni kursu i kąta kursowego, co regulowanie przechyleniem równego tempa zmian wskazań ARK i busoli. Zakręt na prostą kończyć należy wyprowadzeniem na $KKR = 0^\circ$. Dalsze poprawki wprowadzać w zależności od wskazań busoli. I tak, jeśli kurs lotu jest mniejszy od nakazanego, to aby wejść w oś pasa, należy jeszcze go zmniejszyć, a jeśli większy to zwiększyć – najlepiej o taką samą różnicę. Zmianę utrzymywać do uzyskania równych odchyłeń wartości KKR i kursu. Metoda kończenia zakrętu wyprowa-

dzeniem na $KKR = 0^\circ$ daje lot bezpośrednio do radiolatarni NDB, a każda poprawka przybliża do zadanej linii lotu. Oprócz metody kończenia zakrętu na $KKR = 0^\circ$ można stosować metodę kończenia zakrętu na wartość kursu lądowania – ale w praktyce jest to metoda rzadziej stosowana.

Aby wyprowadzić samolot na prostą do lądowania może być stosowana także metoda małej 10° poprawki. Wówczas po określeniu, w którą stronę należy utrzymywać poprawkę (350° lub 10°), lot do linii drogi nakazanej będzie odbywał się po łuku, a wejście na nią nastąpi pod kątem 10° , w momencie gdy różnica pomiędzy kursem lotu a kursem lądowania wyniesie także 10° .



Rys. 88. Wyprowadzenie samolotu na kierunek lądowania za pomocą ARK (ADF) i busoli

3.4. MAPY

Dla potrzeb lotnictwa cywilnego mapy są wydawane zgodnie z konwencją o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, podpisaną w Chicago 7.12.1944 r (załącznik 4 – *Aeronautical Charts* – Mapy lotnicze).

Wśród różnego rodzaju map do najważniejszych zaliczyć należy: mapy nawigacyjne o różnej skali do lotów z widzialnością i według przyrządów, które z kolei można podzielić na mapy trasowe, mapy podejścia do lądowania wg wskazań przyrządów, oraz mapy lotniskowe i inne. Oprócz map typowo nawigacyjnych korzysta się też z szeregu map pomocniczych np.: mapy lotnisk danego rejonu, mapy do planowania tras na większych odległościach, mapy radionawigacyjne, sytuacyjne itp.

3.4.1. Rodzaje odwzorowań kartograficznych

W zależności od sposobu budowy siatki kartograficznej odwzorowania kartograficzne dzielimy na:

a) **walcowe** – powierzchnię Ziemi przenosi się na boczną powierzchnię walca obejmującego kulę ziemską – przy czym powierzchnia Ziemi może być styczną lub sieczną do powierzchni walca (odwzorowanie Merkatora – oś Ziemi pokrywa się z osią walca; odwzorowanie Gaussa – oś Ziemi jest prostopadła do osi walca; odwzorowanie Kahna – oś Ziemi tworzy kąt do osi walca różny od 0° i 90°);

b) **stożkowe** – powierzchnię Ziemi rzutujemy na boczną powierzchnię stożka. Odwzorowanie stożkowe może być na stożku stycznym lub siecznym;

c) **wielostożkowe** – powierzchnię Ziemi przenosi się na kilka stożków stycznych do równoleżników, co oznacza, że dla każdego pasa Ziemi np. co 4° szerokości geograficznej, tworzy się osobny stożek. Po rozwinięciu w płaszczyznę i sklejeniu pasów otrzymuje się odwzorowanie wielostożkowe;

d) **azymutalne** – gdy powierzchnię Ziemi rzutuje się na płaszczyznę styczną do niej, w dowolnym jej punkcie. Przy tym rodzaju odwzorowania rzut Ziemi na płaszczyznę może być:

- centralny – środek rzutu znajduje się w środku Ziemi;
- stereograficzny – środek rzutu jest umieszczony na biegunie południowym;
- ortograficzny – środek rzutu jest oddalony od płaszczyzny rzutu nie skończonie daleko;
- zewnętrzny – środek rzutu znajduje się w określonej odległości poza Ziemią.

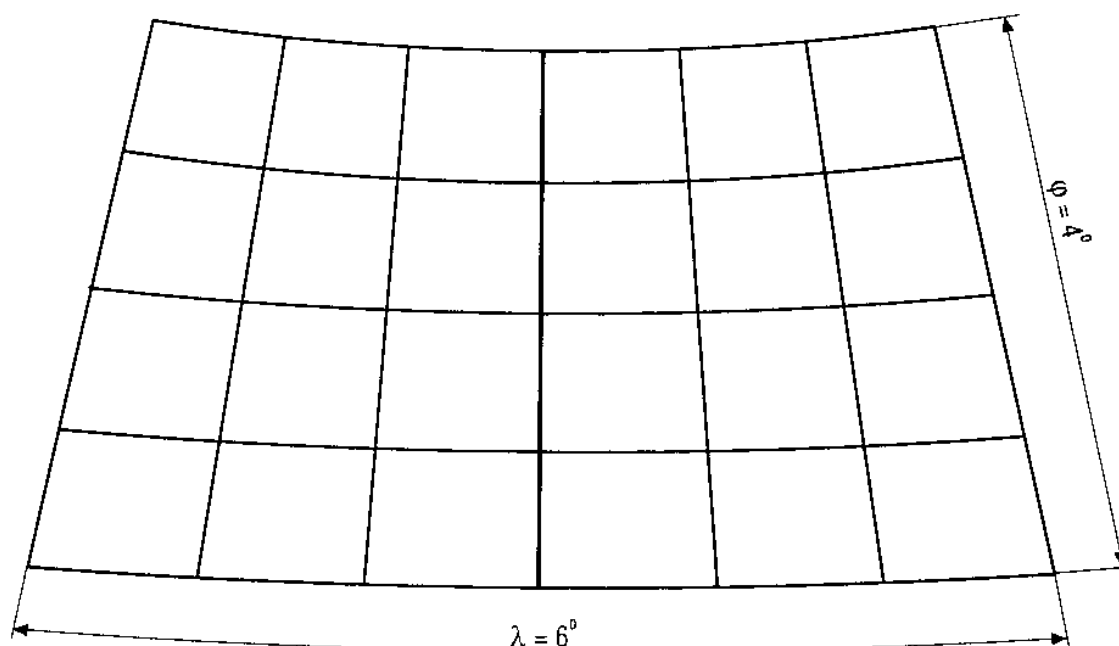
3.4.2. Zmodyfikowane odwzorowanie wielostożkowe (międzynarodowe)

Zmodyfikowane odwzorowanie wielostożkowe zostało przyjęte na międzynarodowej konferencji geofizycznej w Londynie w 1909 roku.

W tym odwzorowaniu wydaje się Międzynarodową Mapę Świata w skali 1:1 000 000.

Każdy arkusz tej mapy sporządza się oddzielnie. Obejmuje on 4° szerokości geograficznej i 6° długości geograficznej (w zakresie szerokości geograficznej od 0° do 64°).

Na każdym arkuszu skala główna jest przyjęta wzdłuż skrajnych równoleżników, utworzonych w wyniku przecięcia Ziemi stożkiem oraz wzdłuż południków odległych od środkowego południka arkusza o 2° na zachód i na wschód.



Rys. 89. Zmodyfikowane odwzorowanie wielostokowe (międzynarodowe)

Południki na mapach w tym odwzorowaniu są liniami prostymi, zbieżnymi ku biegunowi, a równoleżniki – liniami krzywymi kreślonymi według ustalonej zasady matematycznej.

Specyfika budowy siatki południków i równoleżników, na mapach w odwzorowaniu międzynarodowym, umożliwia sklejanie bez przerw tylko arkuszy jednego słupa lub jednego pasa. Dopuszcza się sklejanie mapy w skali 1:1 000 000 w bloku dziewięciu arkuszy (3×3). W tym przypadku występujące przerwy nie wywołują istotnych zniekształceń długości i kątów.

Odwzorowanie międzynarodowe jest praktycznie biorąc odwzorowaniem wiernokątnym i równoodległościowym. Ortodroma do odległości 1200 km jest praktycznie linią prostą, a przy większych odległościach linią krzywą, zwróconą wypukłością ku biegunowi. Loksodroma jest łukiem spirali logarytmicznej zwróconej wypukłością do równika.

Zniekształcenia odległości i kierunków na mapach w tym odwzorowaniu przedstawiają się następująco:

- mapa w skali 1:1 000 000 – największe zniekształcenia długości na średnich szerokościach geograficznych osiągają 0,07% a zniekształcenia kątów $7'$; w pasie równikowym zniekształcenia długości wynoszą

0,14%. Przyjmuje się, że średni błąd pomiaru odległości na mapach w skalach najczęściej stosowanych, może mieć następujące wartości:

1:200 000	– $\pm 0,30$ km;	1:500 000	– $\pm 0,75$ km;
1:1 000 000	– $\pm 1,50$ km;	1:2 000 000	– $\pm 3,0$ km.

3.4.3. Nomenklatura i skorowidz map

Mapy dzielone są na arkusze wg ustalonego systemu oraz oznakowane, specjalnie w tym celu ustalonym, kodem, który nazywamy **nomenklaturą mapy**.

Dla ułatwienia wyboru potrzebnych arkuszy map stosuje się **skorowidze map**.

Mapą wyjściową jest jak wspomniano mapa w skali 1:1 000 000. Każdy pas o szerokości 4° oznaczony jest dużą literą alfabetu. Każdy słup o długości 6° oznaczony jest cyfrą arabską. Tak więc, ze sposobu oznakowania mapy można od razu odczytać, w jakiej skali jest sporządzona.

Część map jest wydawana poza nomenklaturą i wówczas taka mapa nie może być sklejana. Dotyczy to np. mapy 1:1 000 000 obejmującej całą Polskę (podczas, gdy normalnie należałoby sklejać z 4 arkuszy nomenklaturowych), lub np. mapy 1:200 000 wydanej dla rejonu POZNANIA, LUBLINA i innych wydanych specjalnie dla rejonów rozgrywania zawodów samolotowych.

System nomenklatury map przedstawiają poniższe przykłady.

Skala	Oznaczenie arkusza	Granice arkusza
1:1000000	N-33	
1:500000	N-33A (B, C, D)	
1:200000	N-33-I (II...XXXVI)	
1:100000	N-33-1 (2... 144)	
1:50000	N-33-1 (2... 144)-A (B, C, D)	
1:25000	N-33-1 (2... 144)-A (B, C, D)-a (b, c, d)	
1:10000	N-33-1 (2... 144)-A (B, C, D)-a (b, c, d)-1 (2, 3, 4)	

Rys. 90. Zasada oznaczania map. Nomenklatura map

3.4.4. Rodzaje map lotniczych

Podstawowym kryterium doboru map lotniczych do nawigacji jest rodzaj wykonywanego lotu tzn. czy lot jest wykonywany wg przepisów VFR (*Visual Flight Rules*) czy IFR (*Instrument Flight Rules*).

3.4.4.1. Mapy stosowane w lotach wykonywanych według przepisów VFR

W lotach VFR (z widzialnością) mapa służy do prowadzenia orientacji w oparciu o porównywanie terenu z mapą. Powszechnie w lotnictwie stosuje się do tego celu mapy wydawane w ramach organizacji lotnictwa cywilnego (ICAO – *International Civil Aviation Organization*). Na mapach takich jest umieszczona podstawowa informacja nawigacyjno-ruchowa, pozwalająca zaplanować i wykonać lot zgodnie z lokalnymi uwarunkowaniami. Oczywiście oprócz mapy pilot powinien dysponować innymi danymi o częstotliwości do utrzymywania łączności radiowej, o lotnisku docelowym itp.

Wszystkie niezbędne dane do lotów trasowych (krajowych) VFR znajdują się w specjalnym wydawnictwie, jakim jest „*AIP POLSKA*” (*Aeronautical information publication*).

Natomiast niezbędne informacje o warunkach wykonywania lotów VFR w innych krajach europejskich zamieszczone są w wydawnictwie „*BOTTLANG AIRFIELD MANUAL*”.

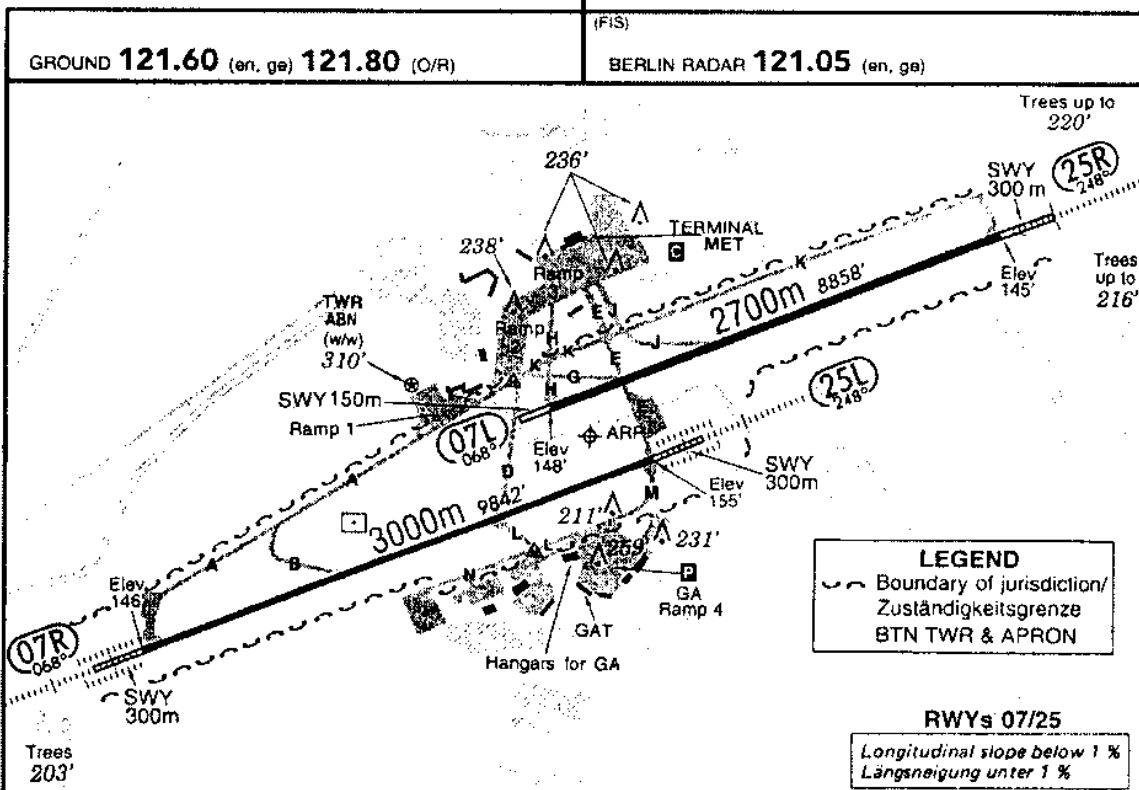
BERLIN

SCHÖNEFELD

GERMANY

19-2 29 MAY 96

JEPPESEN



✈ 1 ✕ ✎ ✏ ✑ ✒ ✓ ✔ ✕ ✖ ✗ ✙ ✚ ✛ ✜ ✝ ✞ ✟ ✠ ✡ ✢ ✣ ✤ ✥ ✦ ✧ ✨ ✩ ✪ ✫ ✬ ✭ ✮ ✯ ✰ ✱ ✲ ✳ ✴ ✵ ✶ ✷ ✸ ✹ ✺ ✻ ✼ ✽ ✾ ✿ ✠ ✡ ✢ ✣ ✤ ✥ ✦ ✧ ✨ ✩ ✪ ✫ ✬ ✭ ✮ ✯ ✰ ✱ ✲ ✳ ✴ ✵ ✶ ✷ ✸ ✹ ✺ ✻ ✼ ✽ ✾ ✿

○ ALS (exc 07L) - PAPI (exc 25R) - THRL - RL - RCLL (07R/25L) - TWYL - APRON - WDI - OBSTL

RWY No	Dimension (m) - Surface	TORA (m)	LOA (m)	Strength	Lights
07L 25R	2700 x 45 Concrete	2700	2700	PCN 68/R/B/W/U	○
07R 25L	3000 x 45 Asphalt	3000	3000	PCN 140/R/B/W/U	○

See also BERLIN 10-1V.

Caution: Birds at aerodrome!
Possible wake turbulence!

APCH/DEP via REP **SIERRA** right of Highway A 113
MAX 1500'.

• **SIERRA:** Cross Highway A 10/A 13-A 113 (Schöne-
felder Kreuz).

Contact SCHÖNEFELD TOWER at least 5 MIN prior
to reaching the REP.

Siehe auch BERLIN 10-1V.

Vorsicht: Vögel am Flughafen!
Wirbelschleppen möglich!

An-/Abflug über REP **SIERRA** rechts der BAB A 113
MAX 1500'.

• **SIERRA:** Autobahnkreuz A 10/A 13-A 113 (Schöne-
felder Kreuz).

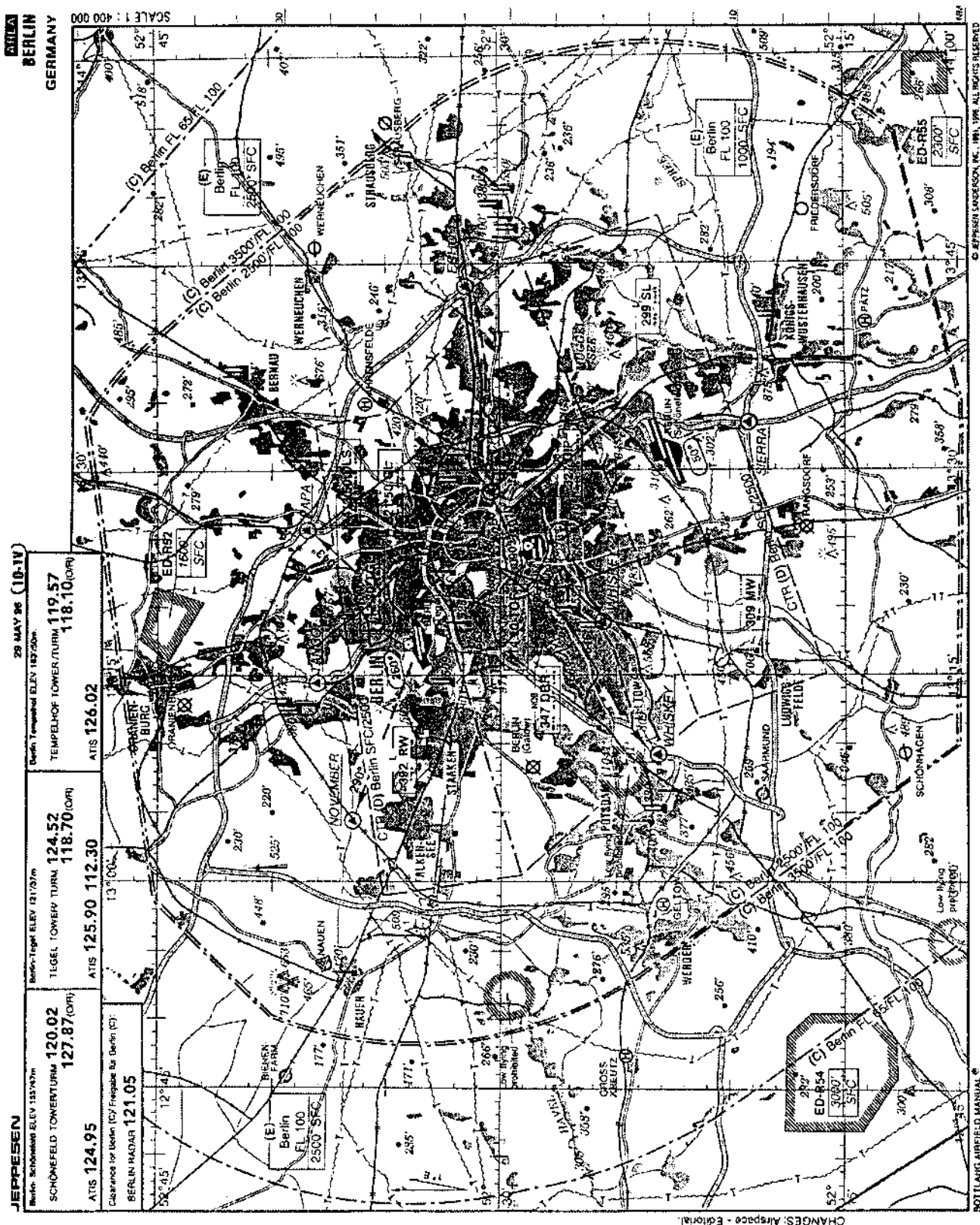
SCHÖNEFELD TURM spätestens 5 MIN vor Pflicht-
meldepunkt rufen.

CHANGES: See other side.

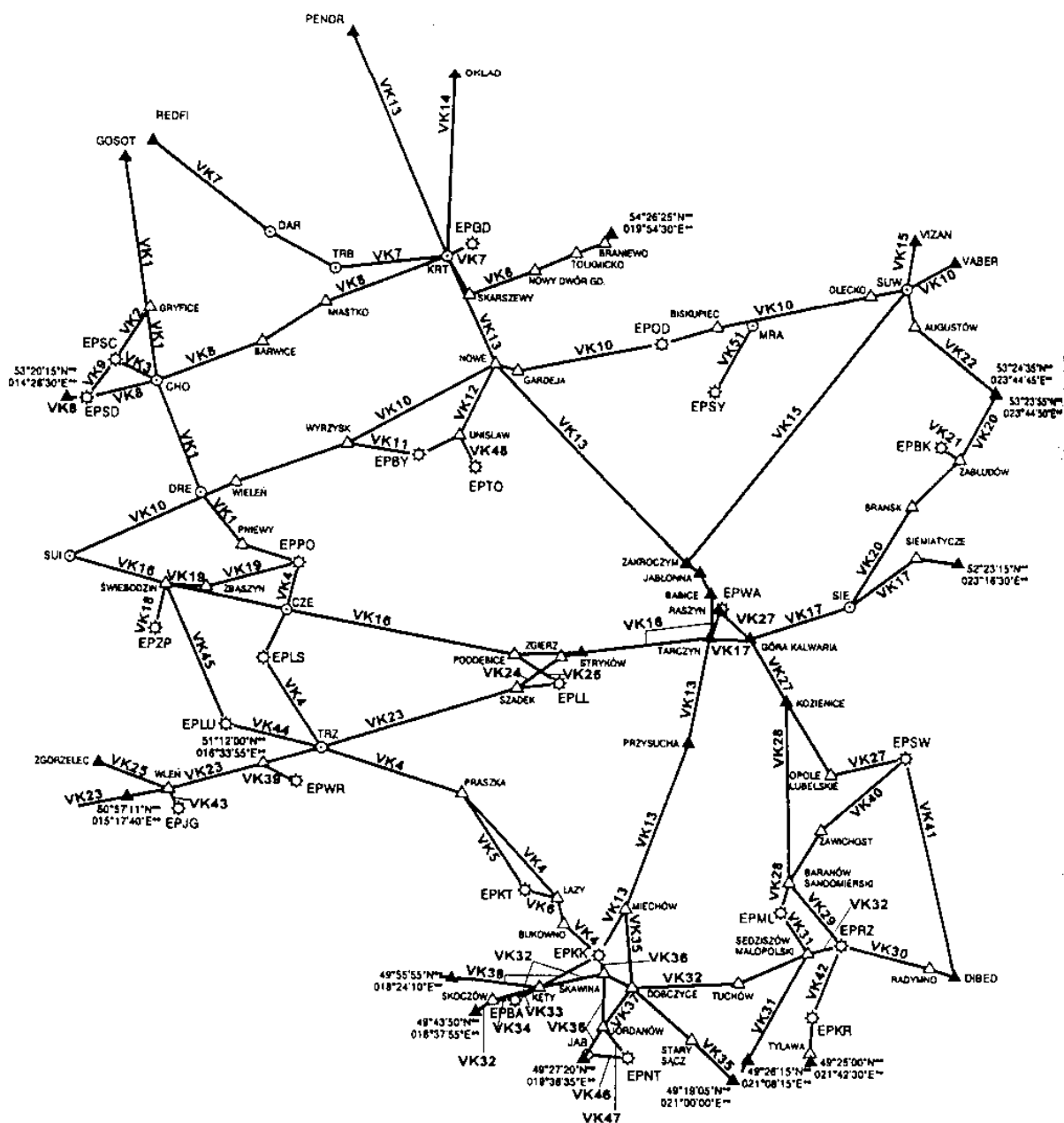
BOTTLANG AIRFIELD MANUAL ©

© JEPPESEN SANDERSON, INC., 1991, 1996. ALL RIGHTS RESERVED

Rys. 91. Przykład mapy lotniska dla lotów VFR z wyd. "BOTTLANG AIRFIELD MANUAL" (w opisie jest informacja, że dołoty i odloty należy wykonywać przez punkt meldunkowy SIERRA)



Rys. 92. Mapa przylotów i odlotów VFR na berlińskim węzle lotniskowym (przykład)
z punktami meldunkowymi np. "SIERRA"



Rys. 93. Mapa stałych tras VFR na terenie kraju

3.4.4.2. Mapy stosowane w lotach wykonywanych według przepisów IFR

W lotach IFR mapa spełnia nieco inną rolę niż w lotach z widzialnością ziemi. Dlatego mapy dla tych lotów opracowywane są bardziej w formie schematycznej, ale za to z dużą ilością informacji potrzebnych do lotów wg przyrządów. Obiekty orientacyjne-wizualne mają znaczenie marginalne.

W mapy do lotów IFR (lotnictwo cywilne) zaopatruje firma JEPPESEN, która także prowadzi dystrybucję tych map oraz ciągle ich uaktualnianie. Są to praktycznie jedyne mapy powszechnie używane w Europie.

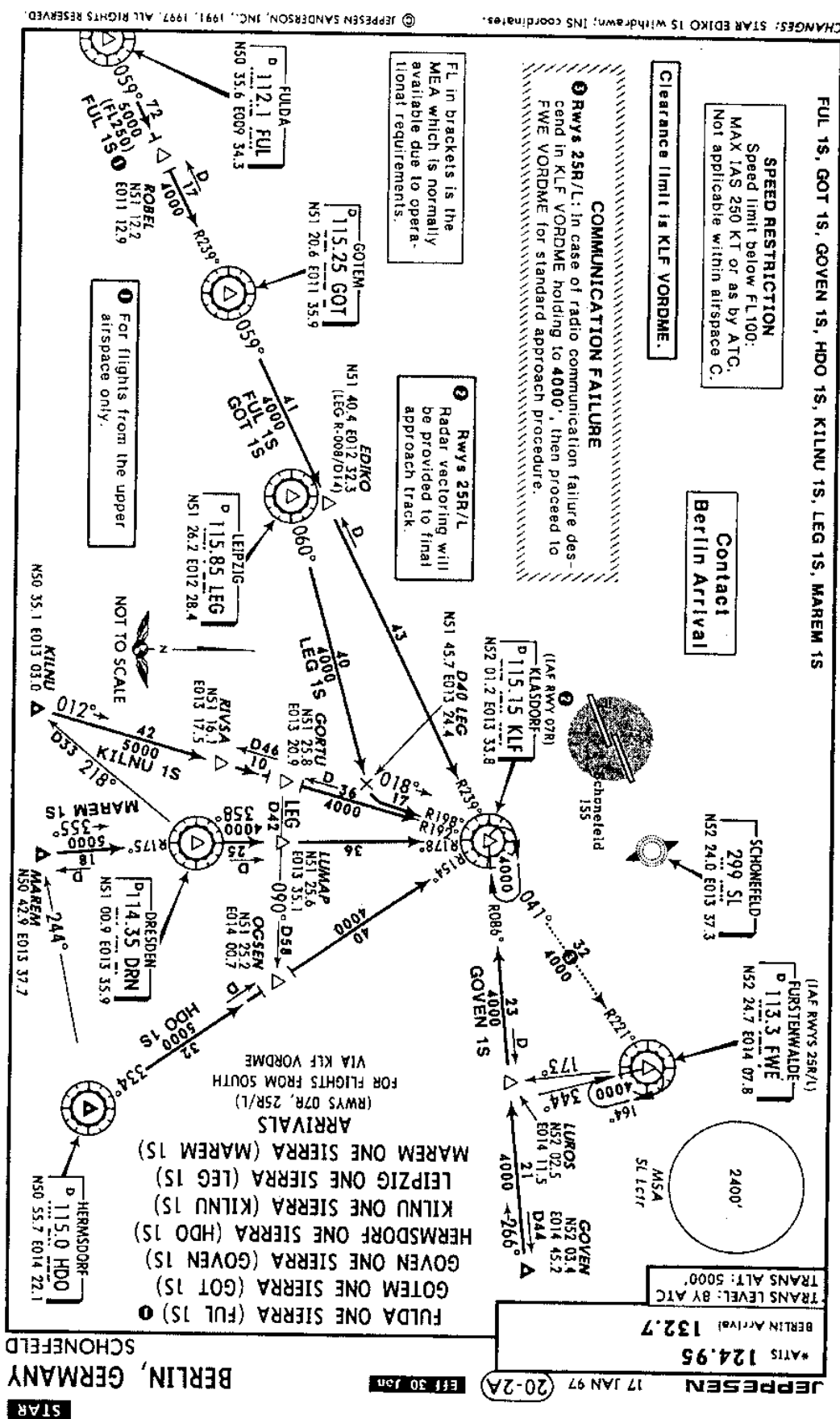
Na terenie kraju mapy do lotów IFR, niezależnie od firmy JEPPESEN, zabezpiecza AGENCJA RUCHU LOTNICZEGO, a całość niezbędnych materiałów znajduje się w wydawnictwie "AIP POLSKA" (dokument oficjalny – państwowy).

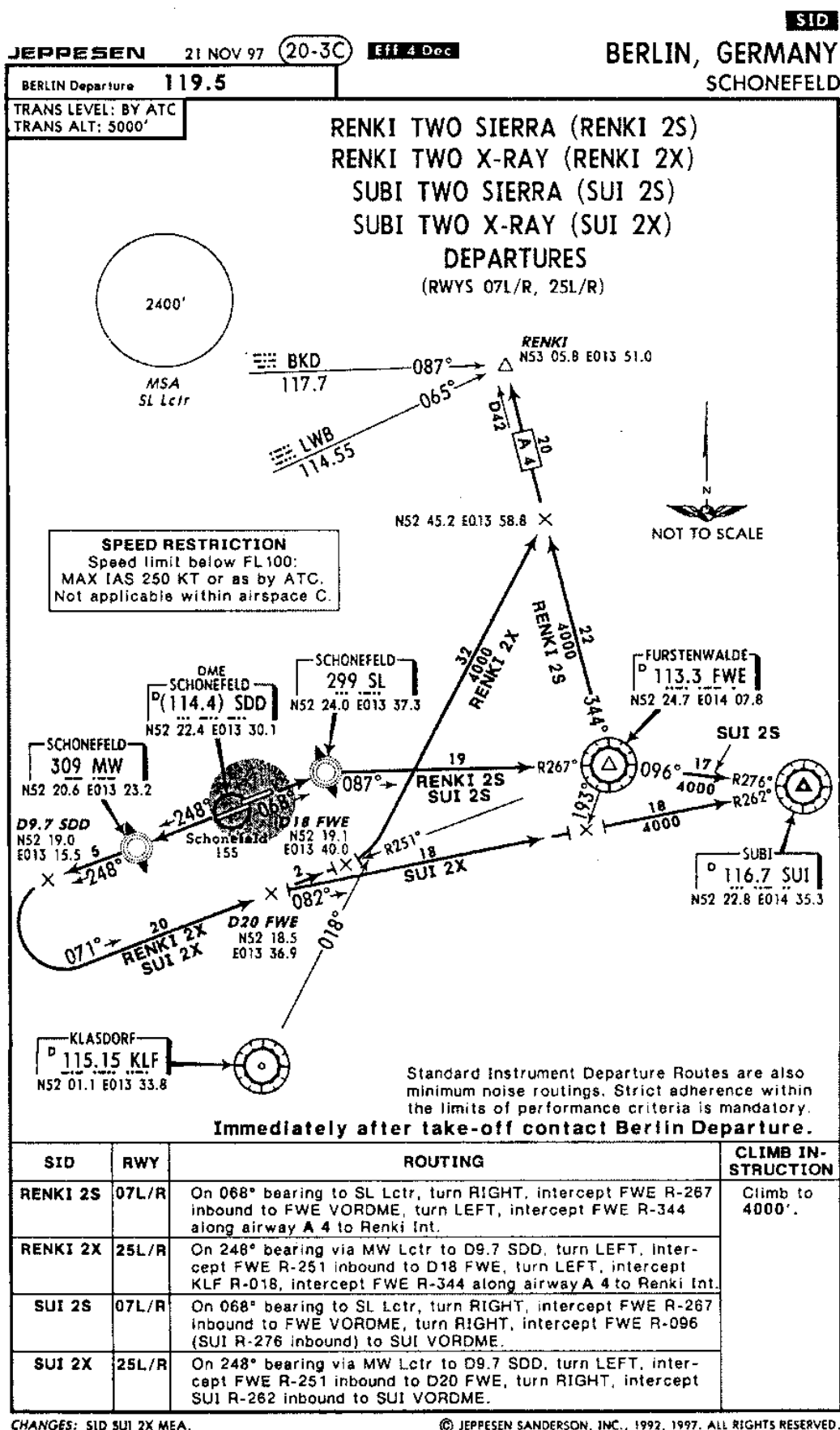
Spośród bardzo dużej liczby różnego rodzaju map przedstawione zostaną jedynie najistotniejsze, a więc mapy trasowe i rejonowe. Mapy trasowe dzielą się na mapy górnej przestrzeni powietrznej powyżej poziomu lotu 245 (*upper*) oraz na mapy dolnej przestrzeni powietrznej (*lower*).

Bardzo istotną rolę w lotach IFR odgrywają też mapy z trasami typowych dolotów do poszczególnych lotnisk (*STAR – STANDARD INSTRUMENT ARRIVAL*) oraz mapy z trasami typowych odlotów (*SID – STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE*). Mapy te często mają charakter szkicu – gdyż nie zawsze są opracowane z zachowaniem proporcji odległości.

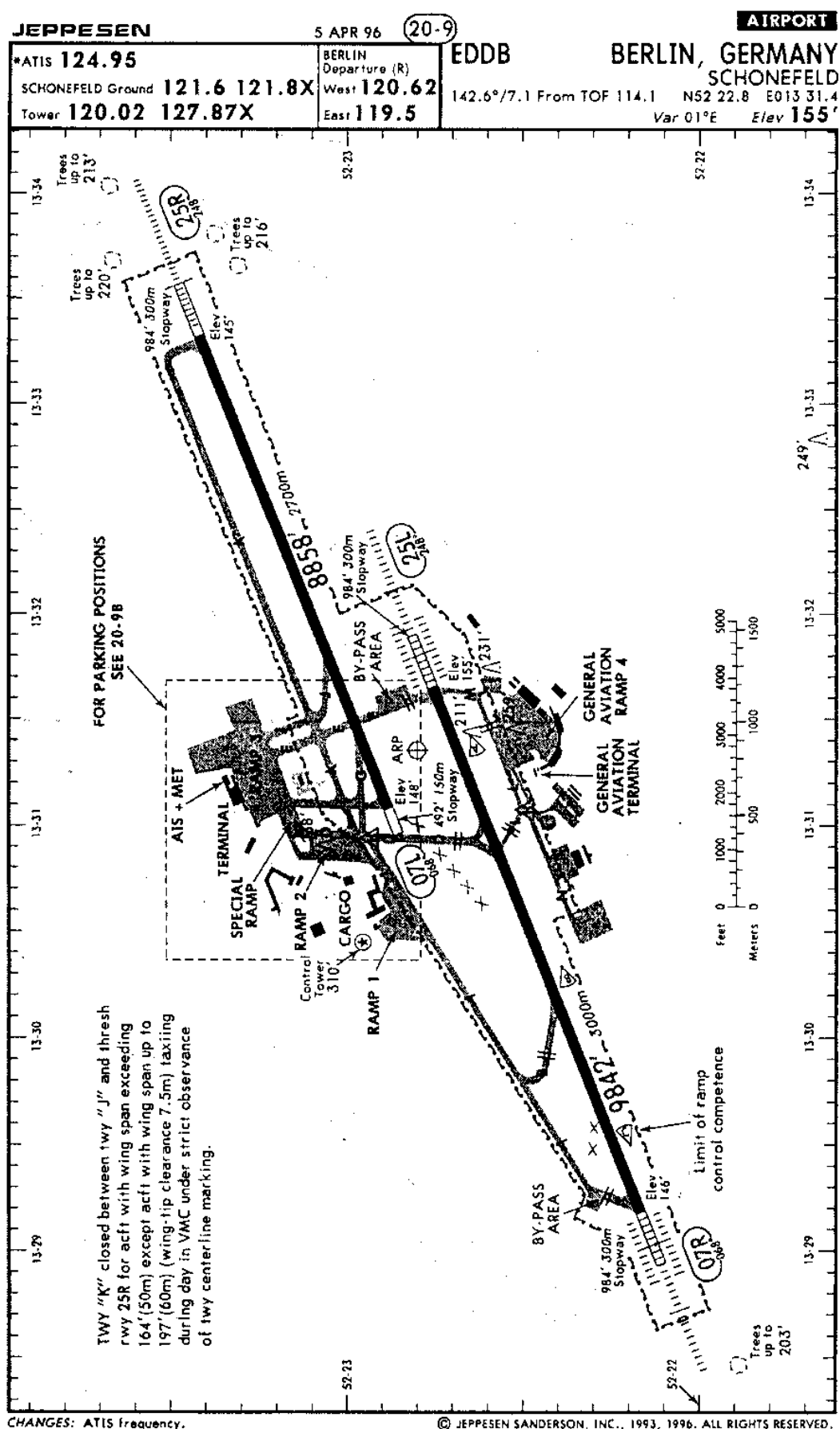
Nieodłączną częścią dokumentacji nawigacyjno-pilotażowej w lotach IFR są też karty podejścia do lądowania, które choć nie są mapami w sensie ogólnym, to jednak zawierają również wiele elementów nawigacyjnych.

Przykłady kart podejść przedstawiono na następnych stronach.

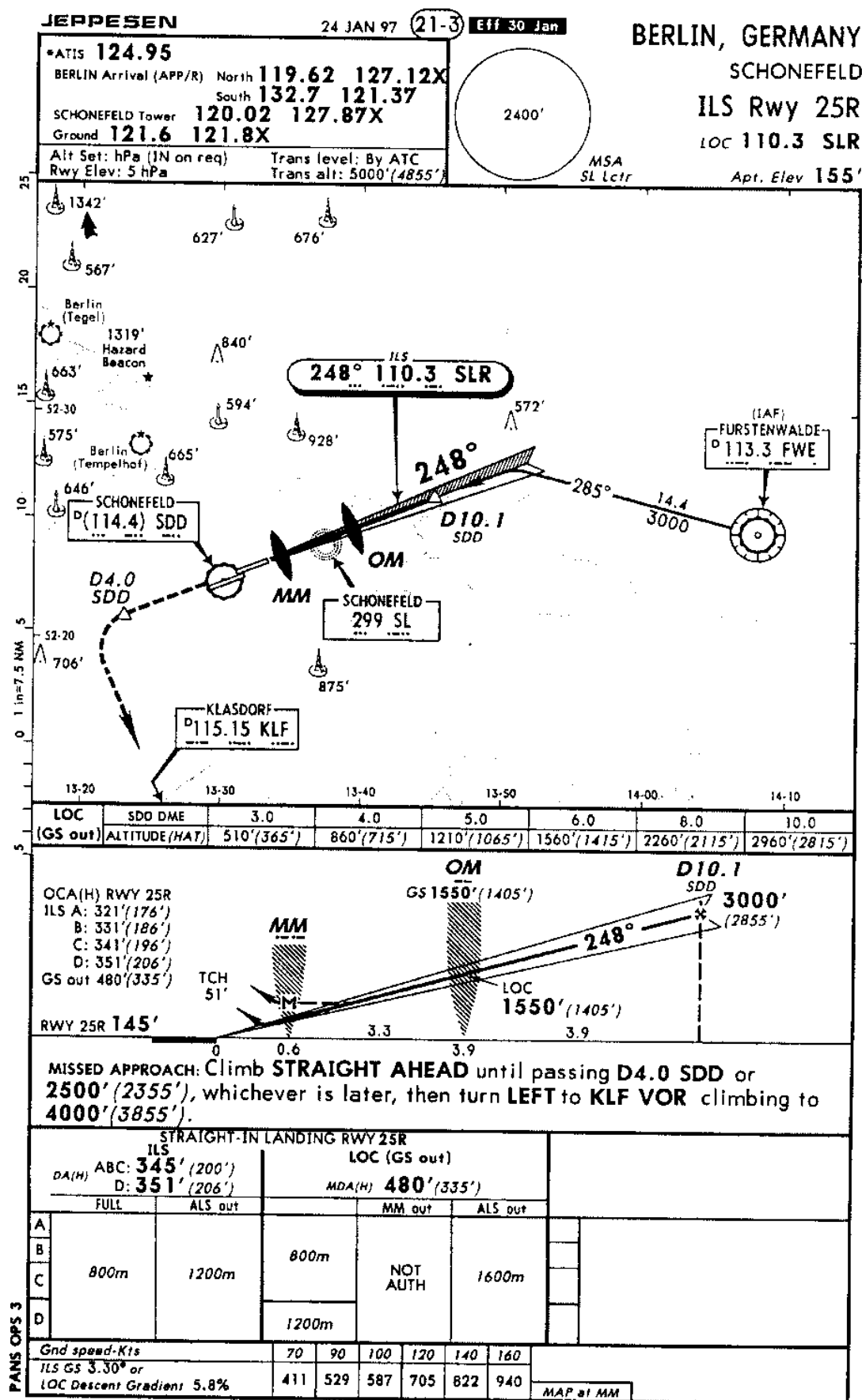




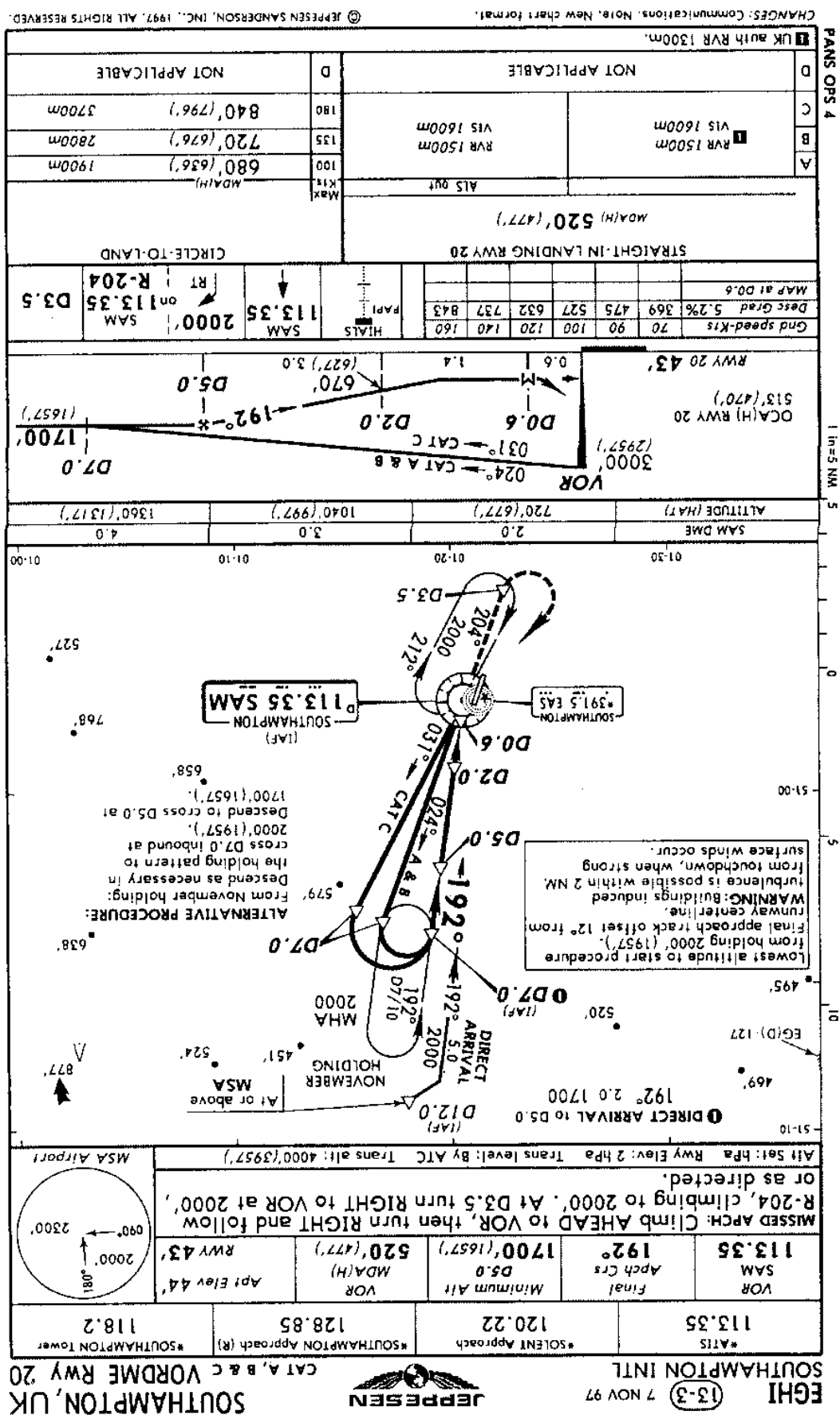
Rys. 95. Mapa standardowych odlotów SID (Standard Instrument Departure) wg wskazań przyrządów



Rys. 96. Przykład mapy lotniska z wydawnictwa "JEPPESEN" (dla lotów IFR)



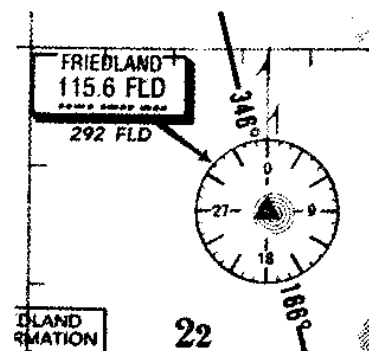
Rys. 97. Karta podejścia do lądowania wg ILS



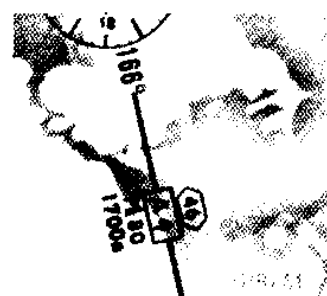
3.4.5. Sposób czytania map "JEPPESENA"

Znajomość opisu map wydawnictwa "JEPPESEN" pozwala w pełni korzystać z zawartych tam informacji. Pełna legenda do materiałów JEPPESENA zawarta jest w wydawnictwie "JEPPESEN AIRWAY MANUAL SERVICES" w rozdziale "Introduction" (wprowadzenie), na którą składają się używane skróty, wykaz znaków graficznych i ich znaczenie, tabele oraz opisy. Poniżej przedstawiono wybrane przykłady z mapy trasowej.

VOR FRIEDLAND, sygnały FLD, pracuje na częstotliwości 115,6 MHz. W tym samym miejscu pracuje radiolatarnia NDB na częstotliwości 292 kHz, wysyłając sygnały FLD. Radiale 346° i 166° wyznaczają oś drogi lotniczej (AWY). Cyfra 22 oznacza minimalną bezwzględną wysokość dla obszaru ograniczonego południkiem i równoleżnikiem, w którym się znajduje (w tysiącach stóp), w tym przykładzie – 2200 stóp.



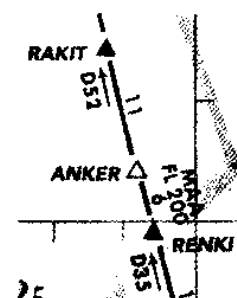
Droga lotnicza oznaczona "A4" (w dotychczasowej frazeologii "AMBER-4" co oznacza bursztynowy, "B" – "blue" – niebieski, "G" – "green" – zielony, "R" – "red" – czerwony, choć zaczęto stosować typową frazeologię "A" – alfa, "B" – bravo itp.). "46" oznacza odległość w milach morskich między najbliższymi punktami radionawigacyjnymi. "FL80" oznacza najniższy poziom lotu w tej drodze, a "1700a" (1700 stóp) minimalną wysokość nad terenem do 10 mil w lewo i prawo. Jest to tzw. MORA – tj. *Minimum Off – Route Altitude*.



Oznaczenie strefy ograniczonej "R" – RESTRICTED NR 81 od ziemi (GND) do wysokości bezwzględnej 2200 stóp.

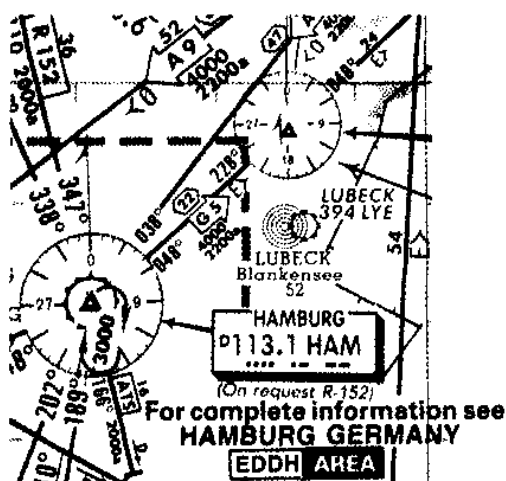
ET(R)-81
GND-2200

- punkt "RAKIT" – obowiązkowy punkt meldowania przelotu, jest wyznaczony w odległości 52 NM od najbliższego radiodalmierza;
- punkt "ANKER" nie jest obowiązkowym punktem meldowania;
- odległość pomiędzy "ANKER" a "RAKIT" wynosi 11 NM;
- "MAA" – *Maximum Authorized Altitude* – maksymalna zatwierdzona wysokość bezwzględna, to poziom lotu "200".

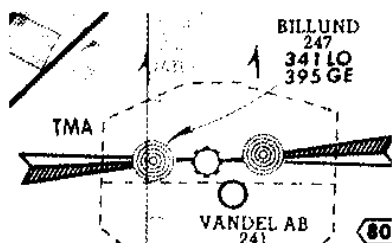




Oznacza, że lotnisko BERLIN (SCHÖNEFELD) na częstotliwości 128,40 nadaje informację o pogodzie (VOLMET) ("Wx" – *weather* – pogoda).



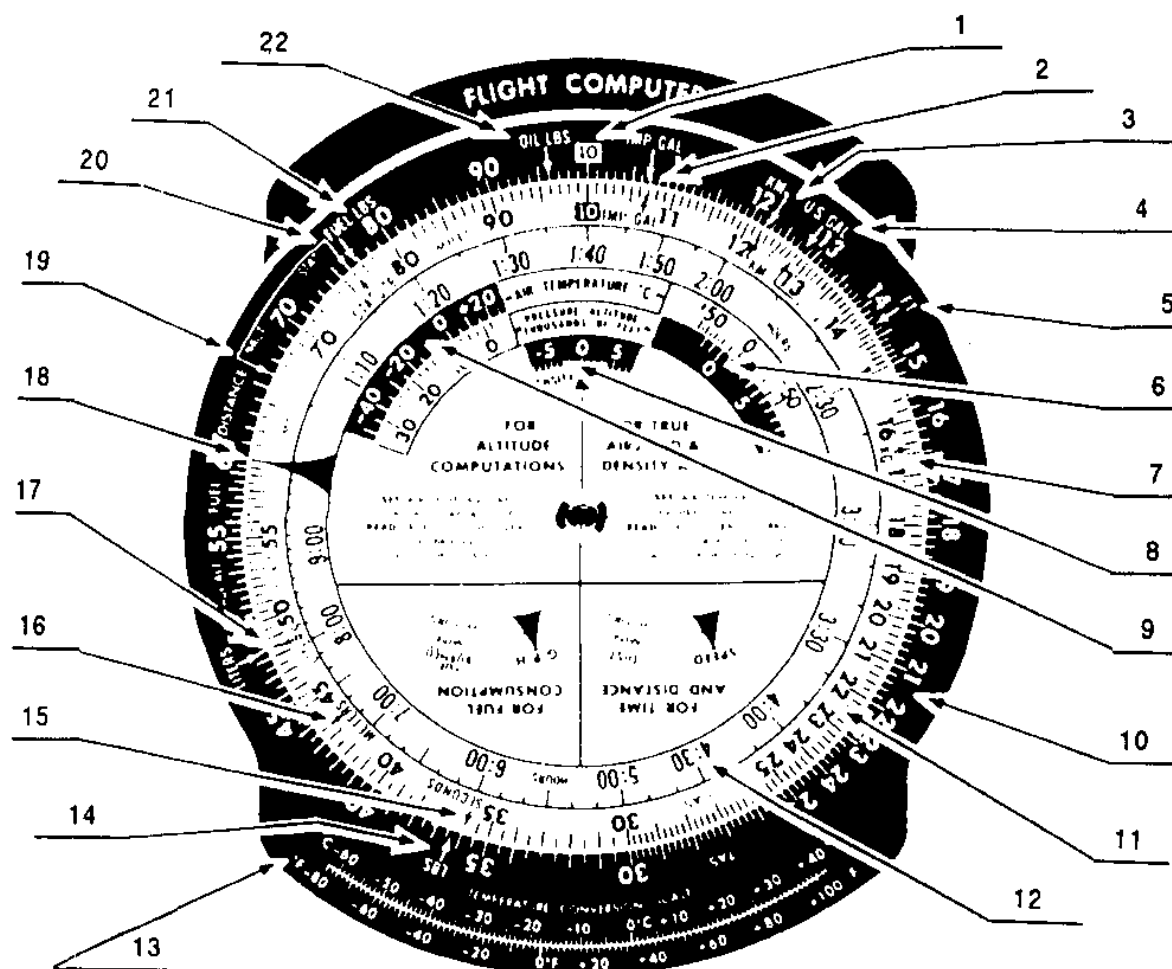
- "D113,1 HAM" – VOR razem z DME;
- "A9" – trasa jednokierunkowa, "4000" – minimalna wysokość bezwzględna na trasie;
- "LUBECK" – nazwa miejscowości, która występuje w wydawnictwie "JEPPESEN";
- "Blankensee" – nazwa lotniska w podanej miejscowości;
- "52" – przewyższenie lotniska nad poziomem morza w stopach;
- "E>" – obowiązują parzyste poziomy lotu;
- "O>" – obowiązują nieparzyste poziomy lotu;
- "ATS" – trasa bez oznaczenia;
- nad VOR/DME 113,1 HAM – wyznaczona strefa oczekiwania na wysokości 3000 stóp z zakrętami w prawo.



Rejon kontrolowany lotniska BILLUND. Podejścia z dwóch stron wg ILS. Na południe od lotniska BILLUND znajduje się lotnisko wojskowe VANDEL. Strefa lotów na północ od lotniska jest wykorzystywana od ziemi do 16 500 stóp, znajduje się pod kontrolą ruchu lotniczego. Przewyższenie lotniska BILLUND n.p.m. wynosi

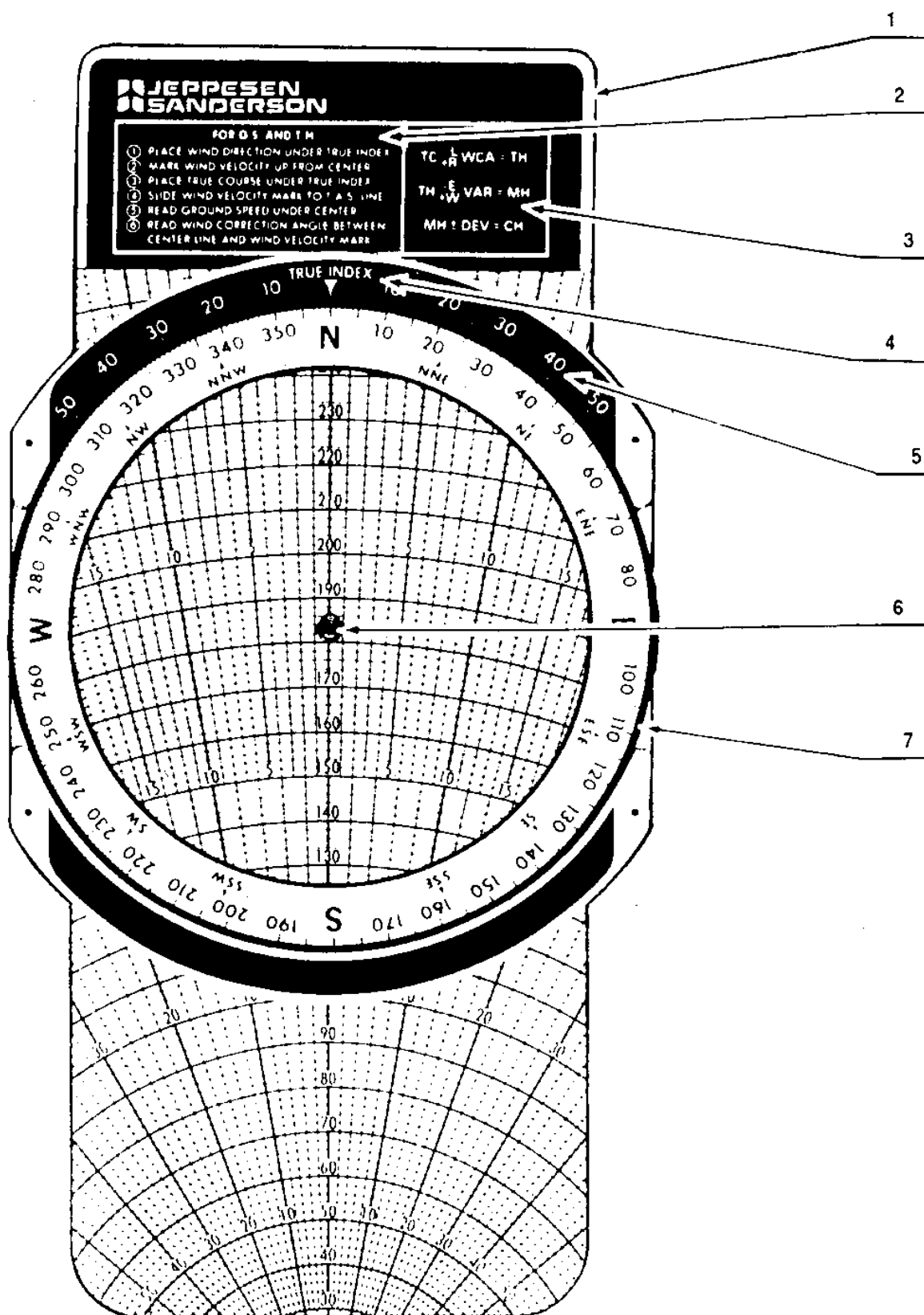
247 stóp, a lotniska VANDEL 241 stóp. Radiolatarnie na obydwu kierunkach lądowania mają odpowiednio częstotliwości 341 kHz i 395 kHz oraz podają sygnały "LO" i "GE".

3.5. MECHANICZNY KALKULATOR LOTNICZY (GRAFICZNO-PRZESUWNY)



Rys. 101. Strona obliczeniowa "A" kalkulatora lotniczego:

- 1 – znacznik do obliczenia wartości wznoszenia/opadania oraz dzielenia i mnożenia; 2 – strzałki przeliczeń galonów imperialnych (4,546 litra); 3 – strzałki przeliczeń kilometrowych; 4 – strzałki przeliczeń galonów US (3,785 litra); 5 – strzałka przeliczeń stóp; 6 – skala poprawek wysokościowych i temperaturowych; 7 – strzałka przeliczeń kilogramowych; 8 – skala poprawek uwzględniających zmianę gęstości; 9 – skala poprawek temperaturowych i wysokościowych; 10 – skala "A" (mile, mile na godz., galony, galony na godz., prędkość rzeczywista, wysokość rzeczywista; 11 – skala "B" (czas w minutach, poprawiona prędkość, poprawiona wysokość; 12 – skala "C" (czas w godzinach i minutach); 13 – skala przeliczeń temperatury; 14 – strzałka przeliczeń funtów; 15 – strzałka sekund; 16 – strzałka przeliczeń metrów; 17 – strzałki przeliczeń litrów; 18 – znacznik prędkości; 19 – strzałka przeliczeń mil morskich (1852 m); 20 – strzałki przeliczeń mil angielskich (1609 m); 21 – strzałka przeliczeń funtów dla paliwa; 22 – strzałka przeliczeń funtów dla oleju



Rys. 102. Strona obliczeń wpływu wiatru "B" kalkulatora lotniczego:

1 – ruchoma przesuwka z wykresem prędkości i kątów; 2 – skrócona instrukcja obliczeń prędkości podróźnej i kąta znoszenia; 3 – wzory do przeliczeń kursów: magnetycznego (*MH*), busoli (*CH*) i geograficznego (*TH*); 4 – znacznik do ustawiania kątów drogi i kierunku wiatru; 5 – skala poprawek na wiatr (odwrotność kąta znoszenia); 6 – centrum do ustawienia i odczytu wartości prędkości; 7 – skala azymutów

3.5.1. Obliczenia nawigacyjno-kalkulacyjne na mechanicznym kalkulatorze lotniczym

Ciągły rozwój przyrządów do obliczeń nawigacyjnych spowodował, że obok dotychczasowych suwaków nawigacyjnych powstała cała gama nowych kalkulatorów mechanicznych i elektronicznych.

Kalkulatory elektroniczne w znacznym stopniu uprościły obliczenia, zwiększyły szybkość obliczeń i ich dokładność. W eksploatacji wymagają jednak większej troski niż kalkulatory mechaniczne oraz są znacznie droższe. Z powyższych powodów w praktyce lotniczej najczęściej stosuje się kalkulatory mechaniczne, które są przede wszystkim niezawodne, posiadają wystarczającą dokładność obliczeń, są stosunkowo tanie i nie wymagają żadnej obsługi. Szeroki wachlarz różnorodności obliczeń powoduje, że kalkulatory mechaniczne są na wyposażeniu większości pilotów zarówno zawodowych jak i amatorów.

3.5.1.1. Obliczanie trasy lotu z uwzględnieniem wiatru (rozwiązywanie nawigacyjnego trójkąta prędkości)

Jest to jeden z podstawowych wariantów obliczeń. Do obliczeń wykorzystujemy stronę "B" kalkulatora.

Przykład:

Dane wyjściowe:

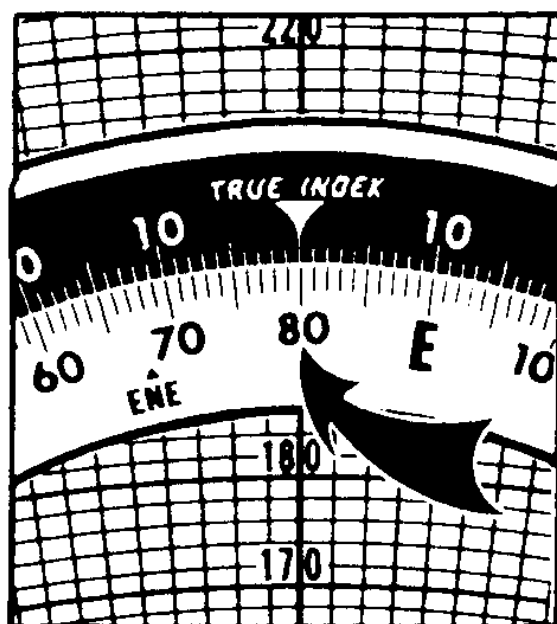
- nakazany kąt drogi – geograficzny (*NKDG*) zmierzony z mapy – 30° ;
- prędkość lotu po trasie wg instrukcji – 170 km/h (*TAS*);
- kierunek wiatru z komunikatu meteorologicznego – 80° , prędkość 20 km/h.

Obliczyć:

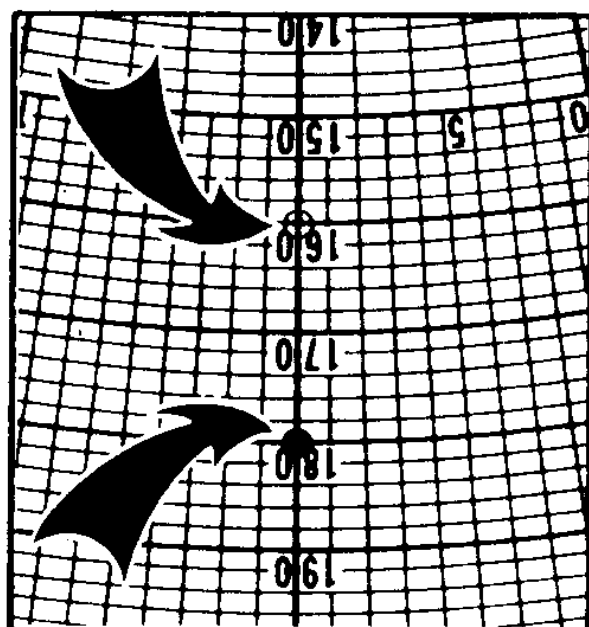
- geograficzny kurs lotu (*KG*);
- prędkość podróży (*W*).

Rozwiązanie:

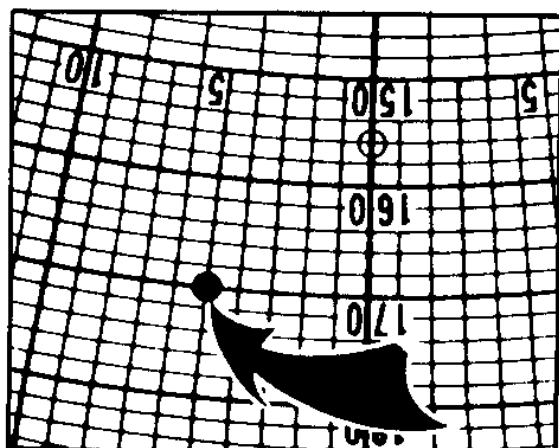
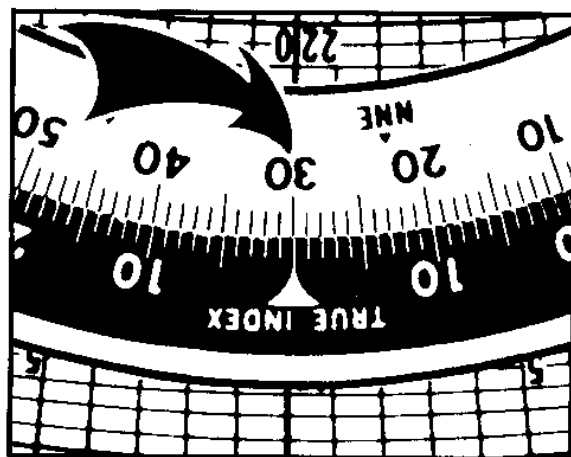
1) obracając skalą azymutów (7) ustawić 80° pod indeksem (4), jak na rysunku poniżej;



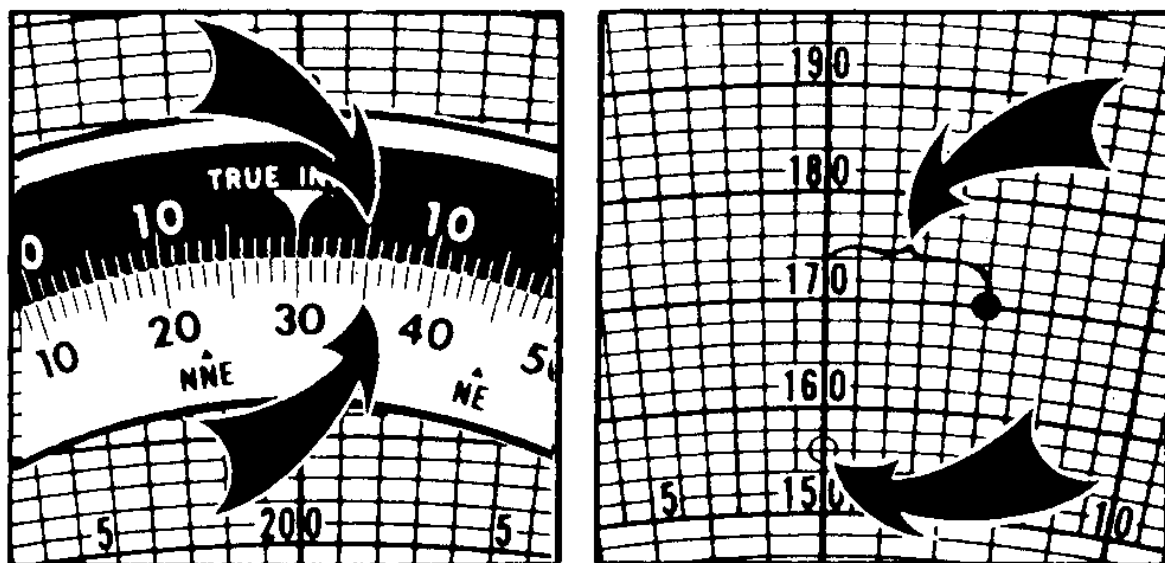
2) przesuwając przesuwkę (1) wybrać wg uznania na skali zakres 20 km/h licząc od centrum (6) i oznaczyć go np. kropką – tak jak pokazuje poniższy rysunek;



3) pod indeksem (4) ustawić *NKDG*, czyli 30°, obracając skalą azymutów (7), a przesuwkę (1) przesunąć tak, aby zaznaczona kropka znalazła się na wartości prędkości lotu *TAS* tj. w tym przypadku 170. Pokazują to rysunki poniżej;



4) odczytujemy: poprawka na wiatr wynosi 5° w prawo (nie mylić z kątem znoszenia), a prędkość podłożna – 156 km/h. Potrzebny do lotu w tych warunkach kurs geograficzny wynosi 35°, co odczytujemy na skali (5). Miesca odczytów pokazują poniższe rysunki.
W praktyce większość pilotów w tym momencie kończy obliczenia przyjmując, że deklinacja (ΔM) i dewiacja (ΔB) są tak małe, że nie mają wpływu na jakość nawigacji. Jednak dla poprawności lotu należy obliczenia doprowadzić aż do określenia kursu busoli (*KB*), który to praktycznie jest utrzymywany przez pilota w locie.



W tym celu na przesuwce (1) w miejscu oznaczonym (3) znajdują się następujące wzory przeliczeniowe:

$$TC_{+R}^{-L} WCA = TH$$

$$TH_{+W}^{-E} VAR = MH$$

$$MH \pm DEV = CH$$

gdzie: *TC* – (*True Course*) – geograficzny kąt drogi (*GKD*);

WCA – (*Wind Correction Angle*) – kątowa poprawka na wiatr (poprawka na kąt znoszenia);

TH – (*True Heading*) – kurs geograficzny (*KG*);

VAR – (*Variation*) – deklinacja magnetyczna (ΔM);

MH – (*Magnetic Heading*) – kurs magnetyczny (*KM*);

DEV – (*Deviation*) – dewiacja busoli (ΔB);

CH – (*Compass Heading*) – kurs busoli (*KB*);

E – (*EAST*) – deklinacja wschodnia ($+\Delta M$);

W – (*WEST*) – deklinacja zachodnia ($-\Delta M$);

L – (*LEFT*) – poprawka w lewo;

R – (*RIGHT*) – poprawka w prawo.

3.5.1.2. Obliczanie elementów lotu na stronie "A" kalkulatora

Strona "A" kalkulatora pozwala na dokonywanie następujących obliczeń:

- prędkości, drogi i czasu;
- zużycia paliwa (rozchodu ogólnego i jednostkowego);
- rzeczywistej prędkości powietrznej;
- przeliczeń z mil morskich (NM) na mile angielskie (ST) i kilometry (km);
- czasu i odległości do radiolatarni VOR;
- wysokości rzeczywistej i gęstościowej;
- przeliczeń galonów US na galony imperialne i na litry;
- zamiany stóp na metry oraz funtów na kilogramy.

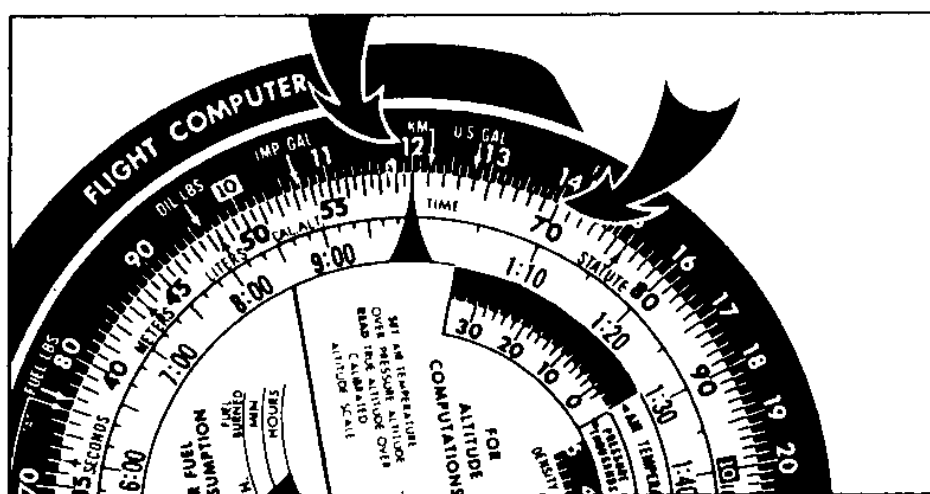
Ponadto obliczać można zasięg lotu w danych warunkach, szukać najkorzystniejszych wysokości z najdogodniejszym wiatrem, określać siłę i kierunek wiatru podczas lotu, a także wykonywać mnożenie i dzielenie.

Przed obliczeniami na stronie "A" kalkulatora należy dokładnie zapoznać się z oznaczeniami na poszczególnych skalach, zwracając uwagę na występującą zmianę wartości oznakowań. A oto przykłady ilustrujące obliczanie interesujących pilota elementów nawigacyjnych.

Określanie czasu lotu.

Dane: – prędkość lotu – 120 km/h;
– planowana odległość przelotu – 140 km.

Ile czasu potrzeba na przelot tej odległości?

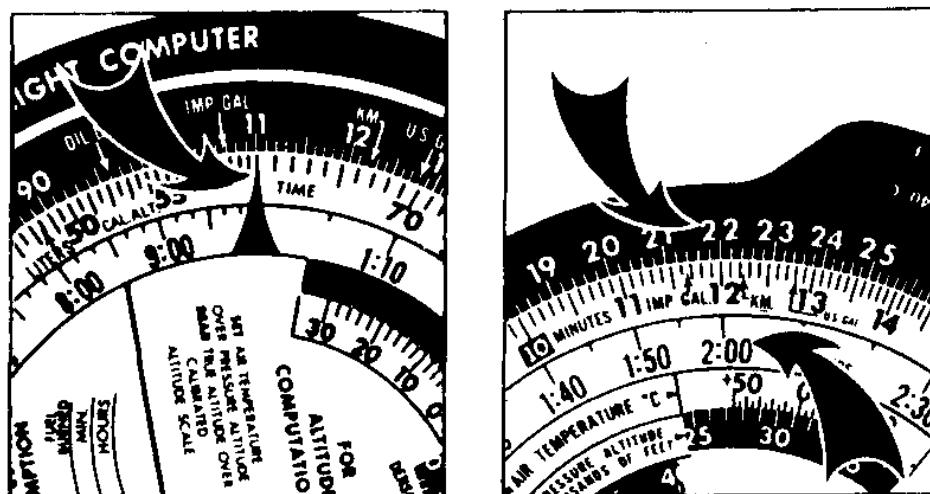


Jak wynika z odczytu na kalkulatorze przelot zajmie 70 min.

Określanie odległości.

Dane: – prędkość lotu samolotu – 110 mil/h (m.p.h.);
– czas lotu – 2 h.

Ile mil przeleci samolot w ciągu tego czasu?

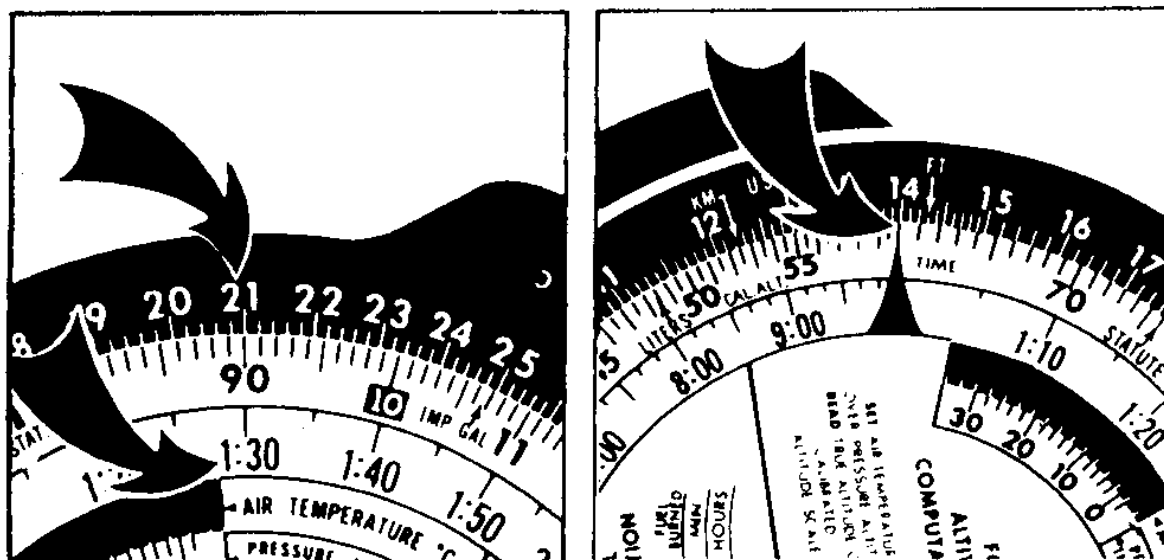


W celu znalezienia odpowiedzi ustawiamy trójkątny znacznik godzinowy na wartość "11", a nad wartością "2:00" na tej samej skali, na której ustawiona była wartość "11" odczytujemy rozwiązanie tj. 220 mil.

Określanie prędkości.

Dane: samolot przeleciał 210 km w czasie 1 h i 30 min.

Jaka była prędkość lotu?



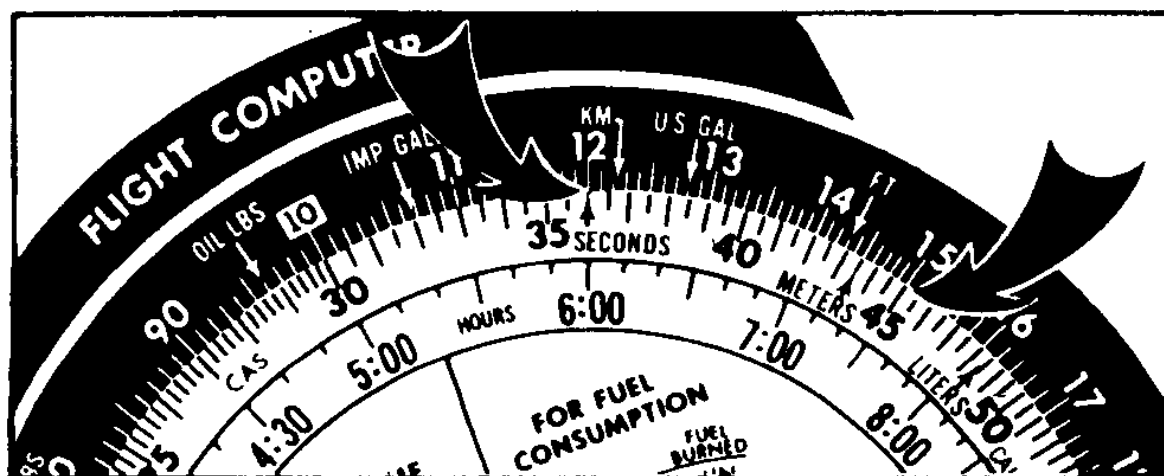
W tym celu pod wartością "21" ustawić należy czas lotu tj. "90" min, a następnie nad trójkątnym znacznikiem godzinowym odczytać wartość prędkości w km/h. W tym przypadku odpowiedź brzmi: **140 km/h**.

Dla obliczeń małych wartości czasu i odległości zamiast trójkątnego znacznika godzinowego używać należy wskaźnika "36" sekundowego, który jest specjalnie na skali oznaczony strzałką.

Określanie krótkiego czasu.

Dane: lot odbywa się z prędkością 120 km/h.

W jakim czasie nastąpi przelot odcinka o długości 1,5 km?

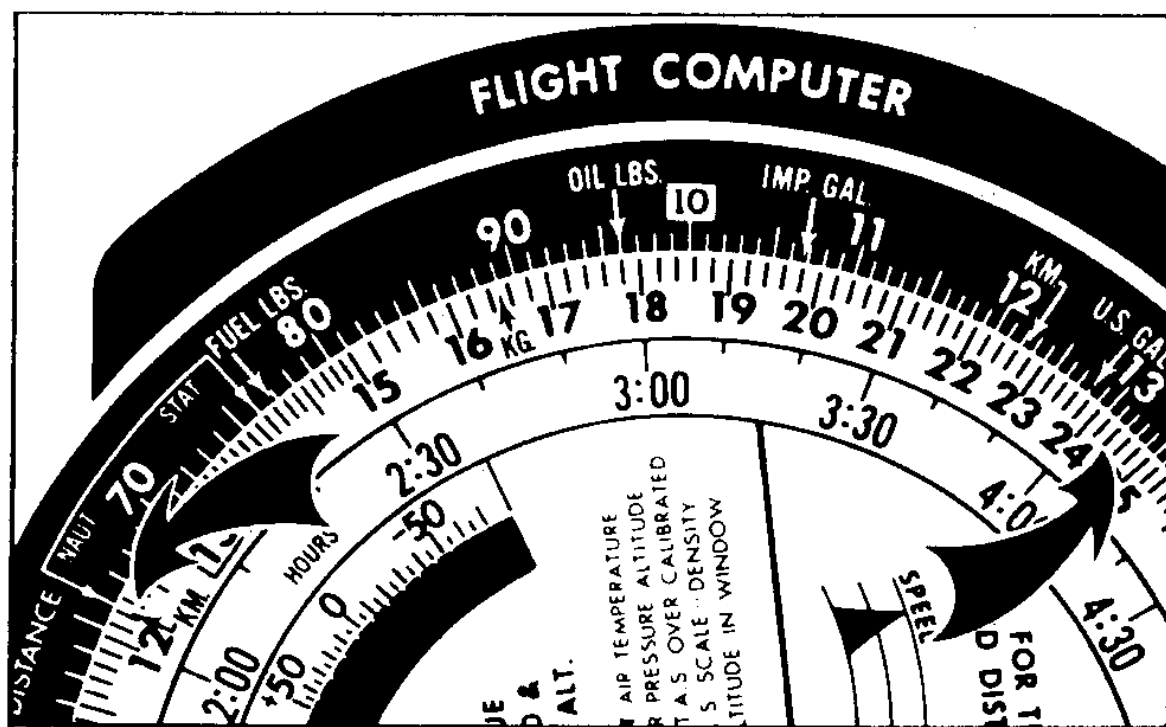


W tym celu pod wartością "12" ustawiamy "36", co jest dodatkowo oznaczone strzałką i pod wartością "15", co oznacza 1,5 km, odczytujemy "45", co oznacza 45 s.

Bardzo często w praktyce zdarza się, że trzeba dokonać też zamiany jednostek np. mil morskich na kilometry, lub galonów na litry itp. Poniższy przykład pokazuje zamianę mil morskich (NM) na kilometry (km). Podobnie dokonuje się innych przeliczeń (szczegółowy opis wszystkich obliczeń zawiera dokumentacja, którą nabywa się równocześnie z zakupem kalkulatora).

Zadanie: 132 mile morskie zamień na kilometry.

Rysunek poniżej pokazuje ustawienie kalkulatora dla rozwiązania powyższego zadania.



Pierwszą czynnością jest ustawić naprzeciwko strzałki, oznaczającej mile morskie "NAUT", strzałkę kilometrową z napisem "KM", a następnie pod cyfrą "132" na skali mil morskich odczytać "244" na skali kilometrowej. Odczytany wynik jest odpowiedzią na powyższe zadanie.

Dla orientacji, poniżej przedstawiono niektóre angielskie jednostki pomiarowe w odniesieniu do systemu metrycznego.

1° na równiku = 111.3060 km

1 mila geograficzna = $\frac{1^\circ \text{ na równiku}}{15} = 7,42 \text{ km}$

1 mila morska (NM) = $\frac{1^\circ \text{ na równiku}}{60} = 1852 \text{ m}$ (1/10 mili morskiej = 185 m = 1 kabel)

1 mila angielska (SM) (*statute mile*) = 1609 m = 1760 jardów

1 NM = 1,1516 SM = 6080 stóp

1 SM = 0,8684 NM = 5280 stóp

1 stopa (*feet*) = 12 cali (*inch*) = 0,3048 m

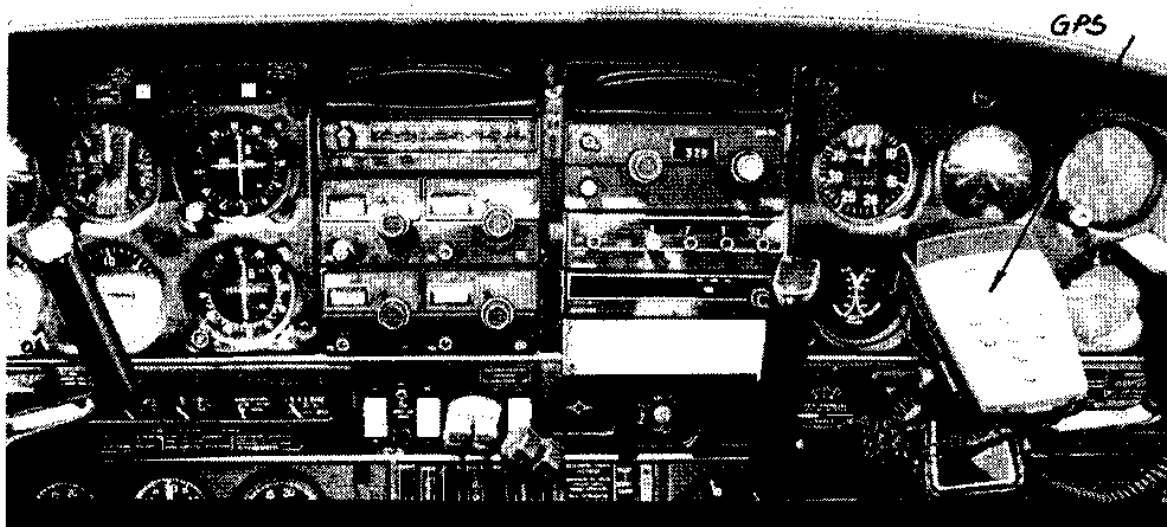
3 stopy = 1 jard = 0,9144 m

1 galon imperialny (*gallons Imperial*) = 4,546 litra

1 galon us (*gallons US liquid*) = 3,785 litra

3.6. NAWIGACJA SATELITARNA. SYSTEM GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

Coraz szerzej wkracza do lotnictwa nawigacja satelitarna. Od starożytności aż do XX wieku nawigacja była sztuką, wykorzystującą szereg skomplikowanych przyrządów. Obecnie po zbudowaniu przez USA systemu GPS nawigacja staje się bardzo prostą umiejętnością. Odbiornik z ekranem na tablicy przyrządów daje na bieżąco wszystkie niezbędne dane nawigacyjne niezależnie od pory roku, doby i miejsca na kuli ziemskiej. Obecnie w użyciu najbardziej popularne są odbiorniki GPS firmy GARMIN i TRIMBLE NAVIGATION, choć również używa się odbiorników GPS innych firm. Odbiornik GPS TRIMBLE FLIGHT MATE, który ukazał się na przełomie 1992/93 roku jest już siódmą generacją tego urządzenia (zapowiedziano następne – udoskonalone). Ma małe wymiary powodują, że z łatwością daje się montować w kabinie – najczęściej na wolancie. Zdjęcie poniższe pokazuje przykład zamocowania GPS na wolancie samolotu PZL M-20 "MEWA".



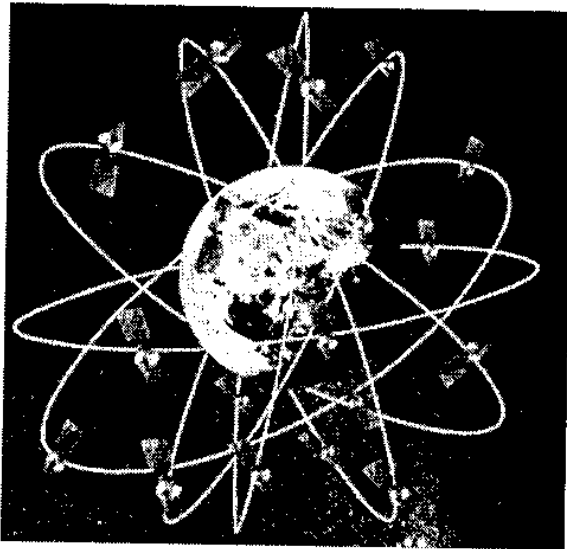
Rys. 103. Przykład zamocowania odbiornika GPS na samolocie PZL M-20 "MEWA" (prawa strona)

Działanie systemu GPS

Od strony formalnej i technicznej system GPS nie został jeszcze całkowicie zbudowany i korzysta się z niego na wyłączną odpowiedzialność użytkownika. Wszystkie informacje o działaniu systemu są na razie gromadzone w centrum informacji GPS (*Information Center*).

GPS to zbiór (sieć) odpowiednio ułożonych satelitów, krążących po orbitach 11.000 mil ponad ziemią (21 sztuk w 1993 roku). Docelowo system będzie składał się z 24 satelitów, tak aby zawsze z każdego punktu kuli ziemskiej były "widoczne" cztery. Odbierając sygnały z czterech satelitów można określić wysokość lotu. Do określenia swego miejsca wystarczy odbiór z trzech satelitów. Każdy satelita nadaje określone sygnały radiowe, które odbiera odbiornik na pokładzie samolotu. Prowadzenie pomiaru ciągłego odległości do satelitów (będących w zasięgu) pozwala metodą triangulacji dokładnie obliczyć pozycję. Każdy satelita pracuje swoim kodem.

Dokładność obliczonej pozycji może sięgać do 25 m. Istnieje jednak program SA (*Selective Availability*), który na zlecenie Departamentu Obrony USA może obniżyć sztucznie dokładność systemu do 100 m.



Rys. 104. Poglądowe przedstawienie systemu GPS

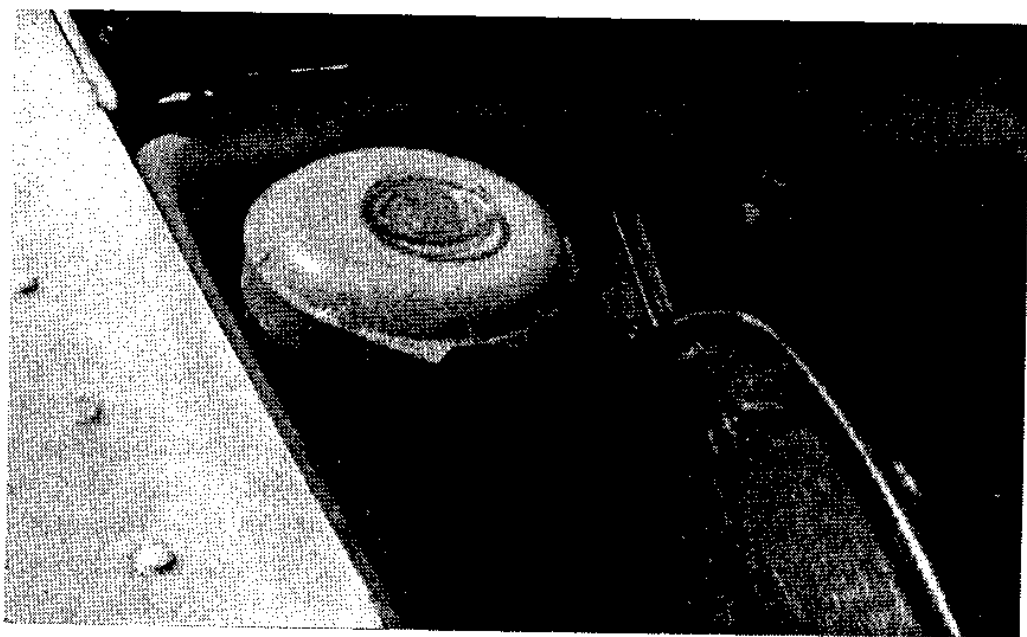
Podstawowe dane odbiornika TRIMBLE FLIGHTMATE

Jest to trzykanałowy, cyfrowy odbiornik GPS, zbudowany na bazie 32 bitowego mikroprocesora. Wewnętrznie może być zasilany czterema bateriami typu 4AA ("paluszki") lub zewnętrznie kablem z pokładu samolotu z gniazdka zapalniczki.

Wymiary – 8,4 cm × 17,3 cm × 3,3 cm.

Waga – 397 g (razem z bateriami).

Zapis na ekranie w czterech liniach po szesnaście znaków w linii.



Rys. 105. Sposób montowania anteny zewnętrznej odbiornika GPS na samolocie PZL M-20 "MEWA" (górną prawą stronę oszklenia kabiny)

Działać może na antenie wewnętrznej lub zewnętrznej.

Bank danych zawiera informacje dotyczące:

- 11.700 lotnisk z pasami o długości co najmniej 600 m (2000 stóp);
- 3.100 radiolatarni VOR.

Ponadto ma możliwość dowolnego wprowadzenia jeszcze 100 użytecznych punktów (wybranych przez użytkownika). Dane lotnisk wprowadzono w oparciu o wydawnictwo "JEPPESEN" (współrzędne geograficzne oraz przewyższenia). Na ekranie oznaczenie kodowe lotnisk występuje razem z literą "a" radiolatarnie VOR oznacza litera "v" a punkty użyteczne litera "u".

Zastosowanie

Odbiornik GPS należy stosować jedynie jako uzupełniający i pomocniczy. Nie może być stosowany jako podstawowy system nawigacyjny samolotu. Posiadanie GPS na pokładzie samolotu uniezależnia załogę od radiowych środków nawigacyjnych, co jest szczególnie istotne w lotach na małej wysokości.

GPS pozwala:

- na bieżąco otrzymywać niezbędne dane do lotu po trasie;
- określać wielkość bocznego odchylenia od zadanej linii drogi;
- wprowadzić w każdym momencie lotu współrzędne punktu nad którym znajduje się samolot;
- na bieżąco określa dziesięć najbliższych lotnisk w stosunku do miejsca znajdowania się samolotu;
- określić pionową ścieżkę zniżania, w celu zajęcia potrzebnej wysokości;
- tworzyć nowe potrzebne punkty użyteczne także bez znajomości wartości współrzędnych geograficznych;
- rejestrować przebieg lotu pod względem drogi czasu, wysokości i prędkości;
- korzystać z danych kalendarzowych oraz wykorzystywać odbiornik jako zegarek lub stoper;
- kontrolować wewnętrznie pracę odbiornika GPS;
- wybierać do pracy warianty wskazań na ekranie wg życzeń użytkownika, jeśli chodzi np: o rodzaje użytych jednostek (km, mile, węzły, km/h, warianty czasów UTC lub lokalne, stopy, metry itp.);
- wartości kątów odnosić do północy magnetycznej lub geograficznej;
- określać czas wschodu i zachodu słońca;
- zbierać aktualne dane o satelitach, ich położeniu, elewacji itp.;
- obliczać składową wiatru czołowego, prędkość rzeczywistą itp.;
- realizować wiele innych funkcji poza już wymienionymi.

Podstawowe rodzaje pracy odbiornika GPS

Przedstawione wyżej możliwości GPS można wykorzystać na siedmiu głównych zakresach pracy.

Są to:

- “NAV” – nawigacja;
- “WPT” – baza danych;
- “NEAR” – określanie dziesięciu najbliższych lotnisk, VOR itp.;
- “TRIP” – rejestracja odbytego lotu pod względem prędkości, wysokości i czasu;
- “TIME” – pomiar czasu;
- “MORE” – zbiór i sterowanie informacjami pozanawigacyjnymi;
- “GPS” – bieżąca rejestracja współrzędnych miejsca znajdowania się.

Na każdym wybranym zakresie pracy odbiornik GPS, ma również możliwość pracy wg konkretnych komend. W sumie można użyć 55 komend do różnych operacji. Oczywiście w danym momencie na ekranie może być wyświetlana tylko ta informacja, która została aktualnie wprowadzona. W praktyce 90% pracy GPS w locie odbywa się na zakresie “NAV”, a 10% na innych zakresach. Natomiast w czasie przygotowania GPS do lotu, głównym zakresem pracy jest zakres “WPT”.

Z tego powodu tylko te dwa zakresy pracy zostaną przedstawione nieco bardziej szczegółowo.

3.6.1. Zakres “NAV” – nawigacja

Na tym zakresie pilot otrzymuje wszystkie niezbędne dane do doprowadzenia samolotu do miejsca przeznaczenia. W zakresie tym istnieje możliwość wyboru czterech rodzaj pracy ekranu tzn:

- “MULTINAV” (zbiorczy ekran nawigacyjny) – jako najczęściej stosowany;
- “TO” (do) – na ekranie wyświetlana jest odległość do wybranego punktu, namiar, oraz bieżąca prędkość rzeczywista;
- “CROSS TRACK ERROR” (błąd bocznego odchylenia od trasy) – na ekranie wyświetlana jest wartość bocznego odchylenia od trasy oraz informacja, czy boczne odchylenie występuje w lewo lub prawo od linii drogi;
- “VERTICAL INFO” (informacja pionowa) – na ekranie jest wyświetlana informacja o wartości wysokości koniecznej do wytracenia oraz aktualny kąt ścieżki zniżania do danego lotniska (punktu) na bieżącej odległości.

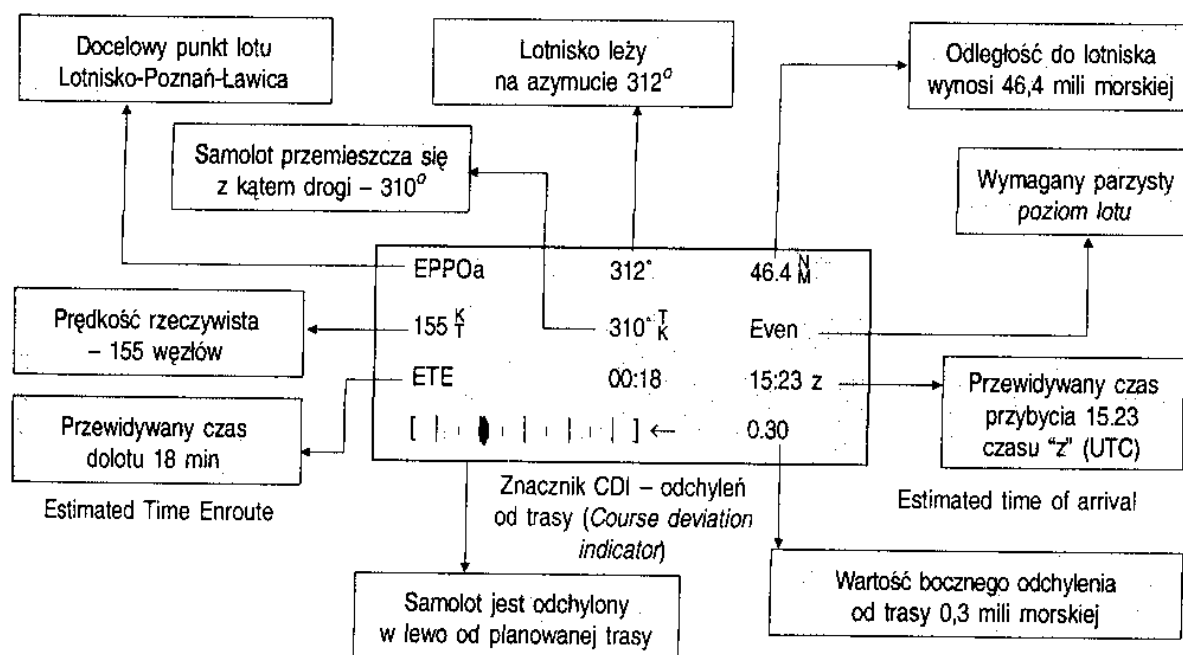
Pracując wg rodzaju pracy “MULTINAV” pilot ma możliwość realizacji następujących komend na zakresie “NAV”:

- set “TO” – zobrazowanie wszystkich danych “do” najbliższego punktu;
- set “FROM” – zobrazowanie danych z uwzględnieniem punktu “od”;
- set “NEXT” – ustawienie danych do punktu “następny” po przelocie ustawionego punktu “do”.

Wprowadzając kolejnymi komendami poszczególne punkty, można przelecieć dowolną trasę wykorzystując komendy “TO” i “NEXT”. Po przelocie “TO” GPS automatycznie wskazuje dane do punktu “NEXT” – a poprzedni punkt “TO” jest dostępny do wprowadzenia następnego punktu “NEXT”, gdyż równocześnie poprzedni “NEXT” stał się automatycznie punktem “TO”.

Zobrazowanie danych na ekranie w rodzaju pracy “MULTINAV” (zbiorczy ekran nawigacyjny) przedstawia rysunek 106. Nazwa punktu może być

opisana maksymalnie pięcioma literami. Mała litera za nazwą określa czy punkt jest lotniskiem "a" VOR-em "v", czy punktem użytecznym "u".



Rys. 106. Wariant zobrazowania danych nawigacyjnych na ekranie odbiornika GPS na zakresie "MULTINAV" (zbiorczy ekran nawigacyjny)

3.6.2. Zakres "WPT" – bank danych

Na tym zakresie pracy zebrane są wszystkie dane o lotniskach, VOR-ach i wprowadzonych punktach użytecznych (*user waypoints*). Pilot w tym zakresie ma do dyspozycji 9 komend. Najczęściej używane są następujące komendy:

- "SCAN WAYPOINTS" (zmiana punktów na ekranie);
- "CREATE USER WAYPOINTS" (tworzenie punktów użytecznych);
- "ERASE USER WAYPOINT" (wymazanie punktu użytecznego);
- "OFFSET FROM WAYPOINT" [tworzenie punktów odgałęźnych (bocznych)];
- "COPY WAYPOINT" (zapis punktów).

Pozostałe komendy służą do modyfikacji wprowadzonych punktów, zmiany ich nazwy, uśredniania pozycji, wymazywania zbiorczego itp. Bardzo praktyczna jest komenda "OFFSET FROM WAYPOINT", gdyż pozwala tworzyć potrzebne punkty, nie w oparciu o współrzędne, ale o punkt będący już w zbiorze danych.

Na przykład w oparciu o dowolny VOR można zaprogramować dowolną miejscowość, mierząc z mapy kąt drogi i odległość. Szczególnie praktyczna jest komenda "COPY WAYPOINT", gdyż pozwala już przed lotem zgromadzić w bazie punktów użytecznych, wszystkie potrzebne do lotu lotniska, VOR-y lub punkty użyteczne. W czasie lotu upraszcza to wprowadzanie poszczególnych punktów na ekran (tym bardziej, że GPS układa je alfabetycznie). Odbiornik GPS można także wykorzystywać jako pomoc do podejścia

do lądowania w trudnych warunkach atmosferycznych. W tym celu wystarczy na żądanej odległości w osi pasa wyznaczyć punkt, od którego do lotniska odbywać się będzie z kierunkiem lądowania. Znacznik odchyień od trasy (CDI) będzie wówczas pokazywał odchylenie od osi pasa lądowania.

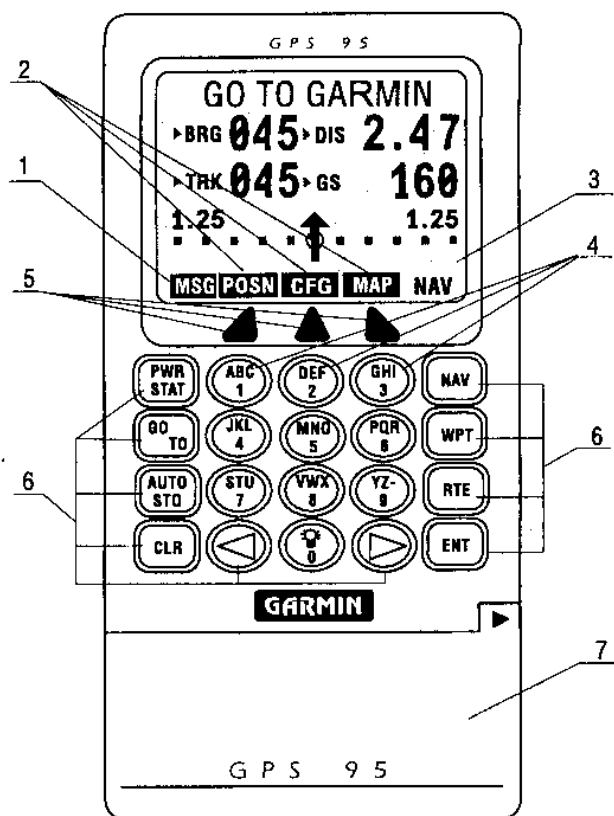
Wykorzystanie wskazań CDI z równoczesną informacją o odległości do punktu kontrolnego lotniska (RP) (*reporting point*) pozwala w sposób nieprecyzyjny utrzymać samolot na 3^o ścieżce zniżania. Sposobów wykorzystania GPS może być wiele, w zależności od pilota i umiejętności interpretacji wskazań odbiornika. Np. tylko od pilota zależy wybór jednostki miary [mile angielskie (SM), mile morskie (NM), czy kilometry] oraz zakresu skali odchyień CDI. Zgodnie z możliwościami GPS pilot może wybrać siedem skali o różnym stopniu dokładności, począwszy od zakresu, gdy pełne odchylenie wskazówki oznacza 0,2 wybranej skali poprzez 0,4; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 do 12,0. Szczegółowe wykorzystanie każdego rodzaju odbiornika GPS określa dokumentacja dotycząca jego użytkowania.

3.6.3. Charakterystyki niektórych typów GPS

3.6.3.1. GARMIN 95 AVD oraz GARMIN 95 XL

Popularne odbiorniki GPS z rozbudowanym zakresem możliwości – dokładność określania pozycji wg instrukcji wynosi 15 m (49 ft). Na ekranie oprócz zobrazowań cyfrowych, są także możliwe zobrazowania graficzne np. trasa lotu, układ pasów startowych lotniska itp. GARMIN 95 posiada też

zakres symulacji lotu. Dane w pamięci odbiornika można uaktualniać co 28 dni – po wykupieniu dodatkowego wyposażenia. Posiada możliwość zaprogramowania do 20 tras, z których każda może zawierać do 30 punktów nawigacyjnych. Może też dostarczać informacji o zbliżaniu się do stref zakazanych lub niebezpiecznych.



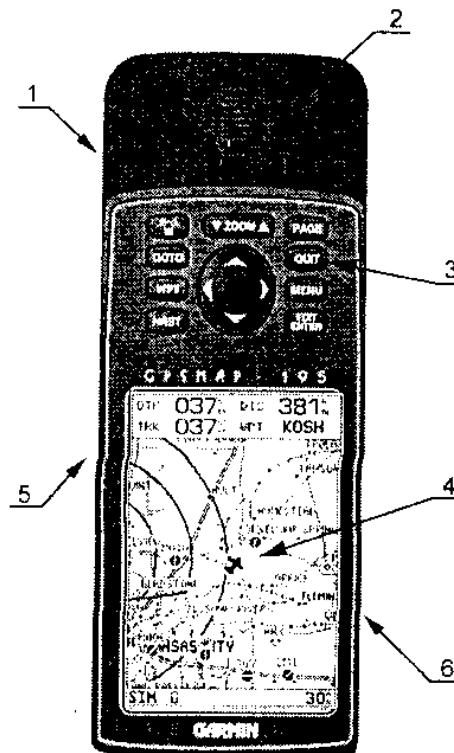
Rys. 107. Wygląd strony czołowej odbiornika GPS GARMIN 95:

- 1 – sygnalizator nowych wiadomości; 2 – możliwe rodzaje pracy na wybranej funkcji;
- 3 – sygnalizator aktualnego rodzaju pracy;
- 4 – przyciski kłucza wpisywania danych;
- 5 – przyciski wyboru rodzaju pracy;
- 6 – przyciski operacyjne oraz do wyboru funkcji;
- 7 – pojemnik z bateriami zasilającymi

3.6.3.2. GPS MAP 195

Jest to odbiornik, który oprócz wszystkich funkcji znanych z poprzednich GPS, wyświetla na ekranie ruchomą mapę i którego ekran jest też znacznie większy.

Rys. 108. Strona czołowa odbiornika GPS MAP 195:
1 – antena zewnętrzna – miejsce podłączenia; 2 – antena wewnętrzna – wbudowana; 3 – przyciski operacyjne; 4 – ekran; 5 – podłączenie zasilania zewnętrznego; 6 – bateria wewnętrzna



Oprócz wymienionych wyżej odbiorników na rynku są dostępne również inne: od zupełnie prostych jak MAGELLAN, GPS 2000, GARMIN GPS 89 poprzez TNL 3000 GPS do bardziej skomplikowanych z wyświetlaną kolorową mapą jak SKY FORCE.

Większość produkowanych obecnie GPS jest wyposażona w ruchomą mapę (moving map). Cena najprostszyc GPS-ów, na początku 1998 r., kształtowała się poniżej 500 USD.

3.6.3.3. Opracowanie współrzędnych do GPS

(dla własnych, wprowadzanych do pamięci punktów użytkownika)

Współpracując z GPS trzeba zwracać szczególną uwagę na rodzaj wyświetlanych (wprowadzanych) współrzędnych, które mogą być zobrazowane na ekranie w różnej formie zapisu.

Zapis pozycji szerokości i długości geograficznej może być:

- **w stopniach, minutach i sekundach** (hddd° mm' ss,s") np. 52° 25' 15,71", 016° 49' 34,77"E – co czytamy – szesnaście stopni czterdzieści dziewięć minut trzydzieści cztery sekundy i siedemdziesiąt siedem setnych długości geograficznej wschodniej,
- **w stopniach i minutach** (hddd° mm.mmm') np. 016° 51.621' – co czytamy – szesnaście stopni pięćdziesiąt jeden minut i sześćset dwadzieścia jeden tysięcznych długości geograficznej wschodniej.

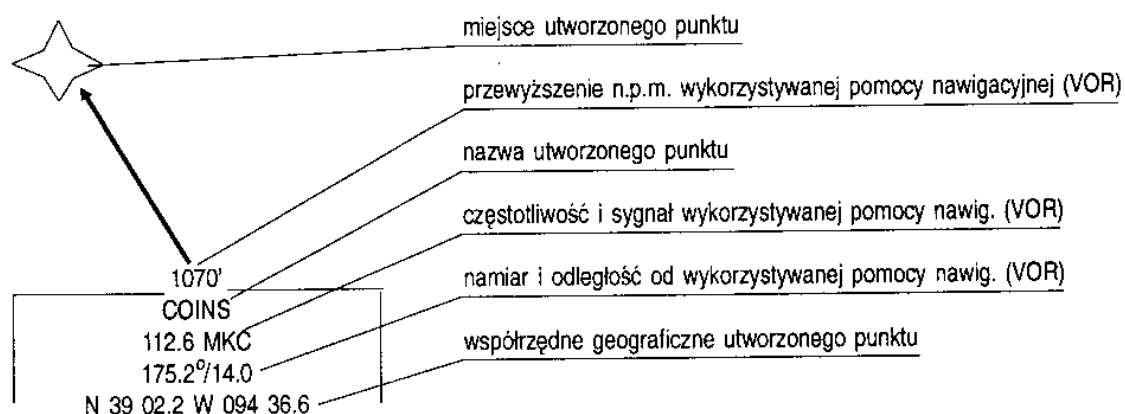
Drugi z wymienionych rodzajów zapisu współrzędnych jest zwykle najczęściej stosowany w GPS oraz na mapach "JEPPESENA". Mapy krajowe współrzędne punktów określają w stopniach minutach i sekundach, dlatego do użycia w GPS należy je przeliczyć na zapis w stopniach i minutach o ile dany rodzaj (typ) GPS-a nie posiada możliwości pracy w tej formie zapisu. Np. współrzędne ARP – lotniska OKECIE (z AIP AGA 2 EPWA 2-1) wyno-

szą: $52^{\circ} 09' 56,70''\text{N}$ oraz $020^{\circ} 58' 01,63''\text{E}$. W GPS będzie to odpowiednio: $52^{\circ} 09.945'$ i $20^{\circ} 58.027'$ gdyż: $56,70 \times 1000 : 60 = 945$ oraz $01,63 \times 1000 : 60 = 027$. Dla porównania dane z bazy pamięci GPS-TRIMBLE FLIGHT MATE (wprowadzone przez producenta) dla OKECJA wynoszą: $52^{\circ} 09.965'$ i $20^{\circ} 58.133'$.

Począwszy od początku 1998 roku współrzędne geograficzne znaczących punktów nawigacyjnych w AIP POLSKA podawane są w układzie odniesienia WGS-84 (*World Geodetic System*), który jest powszechnie stosowany dla celów lotniczych. Wartość współrzędnych np. VOR CZE na mapie "JEPPE-SENA" wynosi: $N52^{\circ} 07.9$ i $E016^{\circ} 43.7$, natomiast wartość współrzędnych dla tego samego punktu w AIP POLSKA wynosi: $52^{\circ} 07' 50,21''\text{N}$ i $016^{\circ} 43' 37,68''\text{E}$ co po przeliczeniu daje $52^{\circ} 07.836'$ i $016^{\circ} 43.628'$.

3.7. NAWIGACJA OBSZAROWA (RNAV)

Samoloty wyposażone w system nawigacyjny KNS-80 mają dodatkową możliwość wykorzystania urządzenia VOR, bądź VOR/DME w postaci "przeniesienia" tego punktu w inne miejsce, będące w zasięgu działania urządzenia. Możliwość taka pozwala na przykład "przenieść" VOR/DME będący poza lotniskiem w oś lądowania, celem wykorzystania jego wskazań do podejścia do lądowania. Na niektórych lotniskach, w oparciu o takie możliwości, tworzy się też punkty pomocnicze dla systemu typowych dolotów lub odlotów. Możliwość tworzenia punktów orientacyjnych w pewnym obszarze pracy urządzeń radio-nawigacyjnych – poza ich miejscem pracy nazwano "nawigacją obszarową". Punkt określa się dwójako: raz jako kurs i odległość od pracującego urządzenia VOR/DME, a po wtóre jako współrzędne geograficzne danego miejsca. Wykorzystanie nawigacji obszarowej w systemie podejścia do lądowania może być uważane jako podejście nieprecyzyjne. W wydawnictwach JEPPESENA punkty występujące w systemie nawigacji obszarowej są na mapach przedstawiane wg specjalnego opisu pokazanego na rys. 109.



Rys. 109. Przykład opisu punktu występującego w systemie nawigacji obszarowej

3.8. WARIANT OPRACOWANIA MAPY I PLANU LOTU NA LOT SZKOLNY PO TRASIE WEDŁUG VFR

Przestrzeganie ustalonych przepisami zasad opracowania mapy i sporządzania planu lotu na trasę ma decydujący wpływ na pomyślne i bezpieczne wykonanie lotu.

W przedstawionym na rys. 110 graficznym opracowaniu mapy zawarto następujące elementy:

- przebieg trasy i jej opis przedstawiono w kolorze czarnym (zalecany niekiedy przez podręczniki opis kątów drogi w kolorze czerwonym jest mało praktyczny, gdyż często na lotnisku pilot nie dysponuje czerwoną kredką czy pisakiem, a ponadto np. w warunkach nocnych kolor czerwony jest słabo widoczny w kabinie – szczególnie przy czerwonym oświetleniu bardzo często stosowanym w nowszych samolotach);
- czasy lotu opisano jako odcinki 5 minutowe — na zewnątrz trasy, oraz oddzielnie dla każdego odcinka czasy do charakterystycznych obiektów, będących punktami kontroli wewnątrz trasy.

Uwaga. Czasy wpisane są przykładowo, nie wynikają z obliczeń w stosunku do zaznaczonego wiatru;

- wszystkie strefy: niebezpieczna – “D” (*danger*), ograniczona – “R” (*restricted*), zakazana – “P” (*prohibited*) są zaznaczone kolorem czerwonym;
- oznaczono przeszkodę sztuczną zaznaczając wysokość nad terenem (110 m) oraz nad poziomem morza (250 m);
- oznaczono najwyższe wzniesienia w pasie trasy w postaci prostokątów;
- zaznaczono wektorem ogólny kierunek i siłę wiatru;
- zapisano wartość deklinacji w rejonie lotów;
- zmierzono i opisano wartości *KKR* od będącej w zasięgu radiolatarni “WAG 414” do niektórych PZK oraz “QDM” do lotniska wojskowego;
- zaznaczono położenie innych lotnisk.

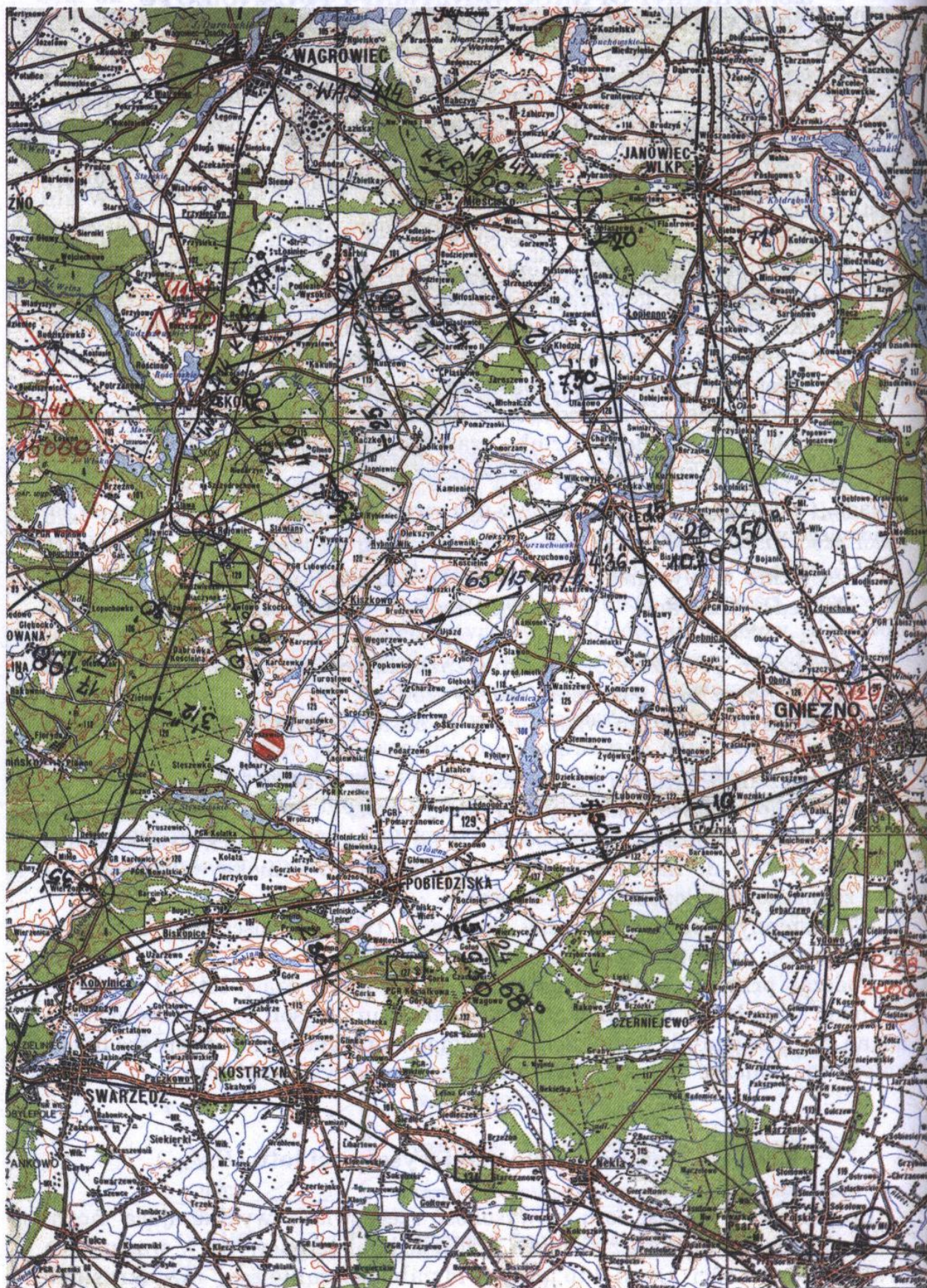
We wstępnym obliczeniu trasy określamy tylko długości odcinków, kąt drogi i czasy przelotu bez uwzględniania wiatru.

Podczas przygotowania bezpośredniego obliczamy czasy lotu, z uwzględnieniem aktualnego wiatru, kąty znoszenia, kurs busoli i prędkość podróżną na poszczególnych odcinkach. W ramach przygotowania bezpośredniego należy też obliczyć zapas paliwa oraz bezpieczną wysokość lotu.

3.8.1. Obliczanie bezpiecznej wysokości lotu ($H_{bezp.}$)

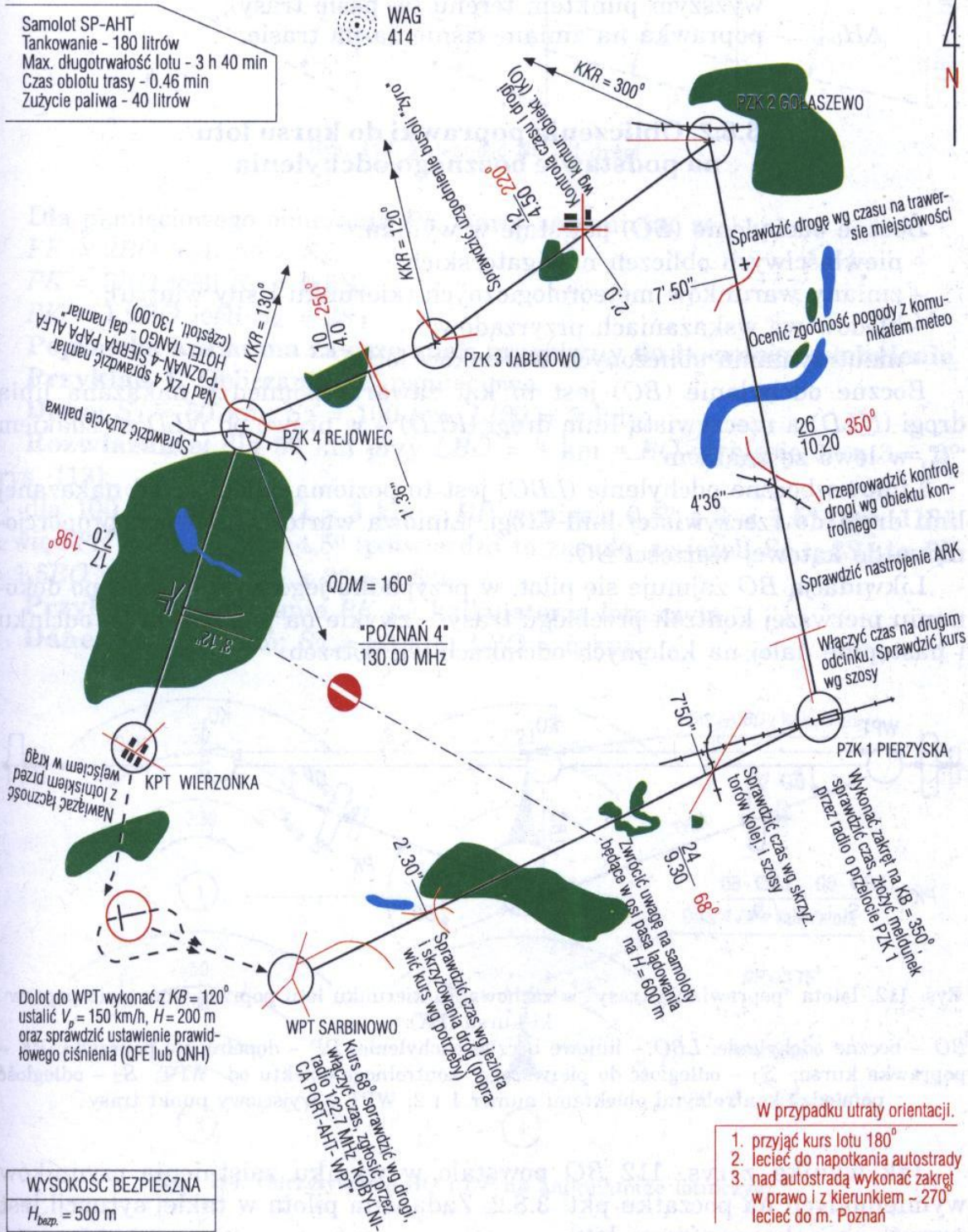
Bezpieczna wysokość lotu to wysokość rzeczywista, wykluczająca możliwość zderzenia samolotu z ziemią i przeszkodami terenowymi w warunkach braku widoczności ziemi lub przy widzialności mniejszej niż określona w przepisach lotów VFR.

Wysokość bezpieczną obliczamy wg wzoru (uproszczonego):



Rys. 110. Wariant opracowania mapy do lotu po trasie wg VFR

NAWIGACYJNY PLAN LOTU (VFR) Data:



Rys. 111. Przykład opracowania graficznego planu lotu na lot po trasie wg VFR

$$H_{bezp.} = H_{min} + \Delta H_{ter.} + \Delta H_{prz.} + \Delta H_{bar.}$$

gdzie: H_{min} – minimalna wysokość przyjmowana jako 300 m nad terenem równinnym, a 600 m nad terenem pagórkowatym i górami;

$\Delta H_{ter.}$ – różnica pomiędzy poziomem lotniska a najwyższym punktem terenu w pasie trasy (25 km w lewo i w prawo);

$\Delta H_{prz.}$ – przewyższenie wierzchołka przeszkody terenowej nad najwyższym punktem terenu (w pasie trasy);

$\Delta H_{bar.}$ – poprawka na zmianę ciśnienia na trasie.

3.8.2. Obliczenia poprawki do kursu lotu na podstawie bocznego odchylenia

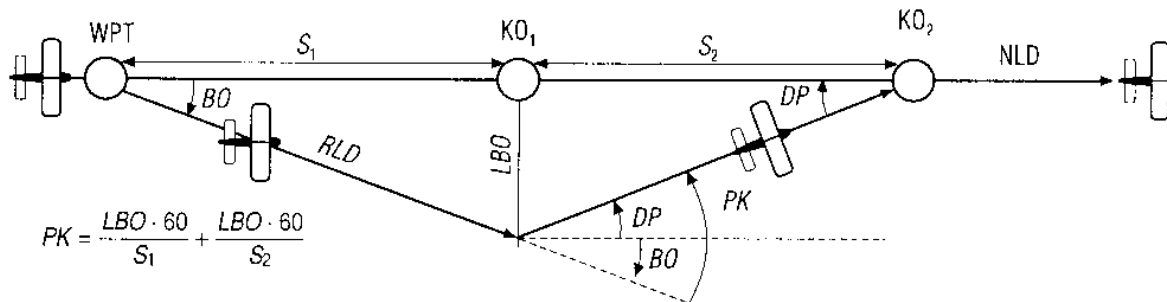
Boczne odchylenie (BO) powstaje w wyniku:

- niewłaściwych obliczeń nawigatorskich;
- zmiany warunków meteorologicznych (kierunku i siły wiatru);
- błędów we wskazaniach przyrządów;
- nieutrzymania obliczonych warunków lotu.

Boczne odchylenie (BO) jest to kąt zawarty pomiędzy nakazaną linią drogi (NLD) a rzeczywistą linią drogi (RLD) – w prawo od NLD ze znakiem “+”, w lewo ze znakiem “-”.

Liniowe boczne odchylenie (LBO) jest to pozioma odległość od nakazanej linii drogi do rzeczywistej linii drogi. Liniowa wartość LBO jest proporcjonalna do kątowej wartości BO .

Likwidacja BO zajmuje się pilot, w przypadku jego wystąpienia, po dokonaniu pierwszej kontroli przebiegu trasy – zwykle na pierwszym jej odcinku i następnie dalej na kolejnych odcinkach wg potrzeb.



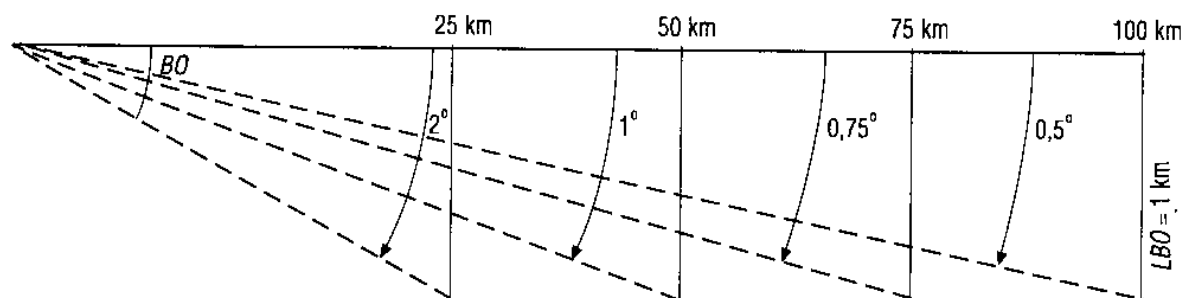
Rys. 112. Istota “poprawiania trasy” w zachowaniu kierunku lotu poprzez wnoszenie poprawki kursu (PK):

BO – boczne odchylenie; LBO – liniowe boczne odchylenie; DP – dopełnienie poprawki; PK – poprawka kursu; S_1 – odległość do pierwszego kontrolnego obiektu od WPT; S_2 – odległość pomiędzy kontrolnymi obiektami numer 1 i 2; WPT – wyjściowy punkt trasy

Jak wynika z rys. 112 BO powstało w wyniku zaistnienia czynników wymienionych na początku pkt. 3.8.2. Zadaniem pilota w takiej sytuacji jest powrót na nakazaną trasę lotu.

Po określeniu LBO wg mapy należy obliczyć PK i wprowadzić ją celem wyjścia na drugi kontrolny obiekt (KO_2). Nad KO_2 należy powtórnie zmie-

nie kurs odrzucając wartość DP – co powinno zabezpieczyć dalszy lot po nakazanej linii drogi.



Rys. 113. Zależność BO od drogi

Dla pamięciowego obliczania PK warto zapamiętać że:

$$PK = 2BO \text{ jeśli } S_2 = S_1$$

$$PK = 3BO \text{ jeśli } S_2 = 0,5S_1$$

$$PK = 1,5BO \text{ jeśli } S_2 = 2S_1$$

Poprawka kursu ma zawsze znak przeciwny do bocznego odchylenia.

Przykład 1. Obliczanie PK pamięciowo.

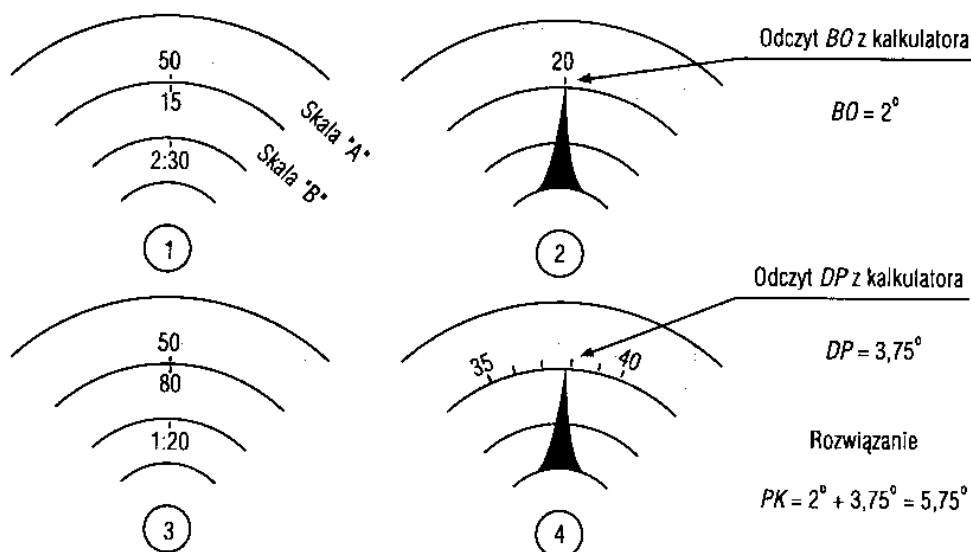
Dane: $S_1 = 50 \text{ km}$; $S_2 = 100 \text{ km}$; $LBO = 3 \text{ km}$.

Rozwiązanie: dla 50 km przy $LBO = 3 \text{ km}$ – BO wyniesie $1^\circ \times 3 = 3^\circ$ (rys. 113);

dla 100 km przy $LBO = 3 \text{ km}$ – DP wyniesie $0,5^\circ \times 3 = 1,5^\circ$ (rys. 113), a więc $PK = 3^\circ + 1,5^\circ = 4,5^\circ$ (potwierdza to zasadę, że jeżeli $S_2 = 2S_1$ to $PK = 1,5BO$ gdyż także $1,5 \times 3^\circ = 4,5^\circ$).

Przykład 2. Obliczanie PK na kalkulatorze lotniczym.

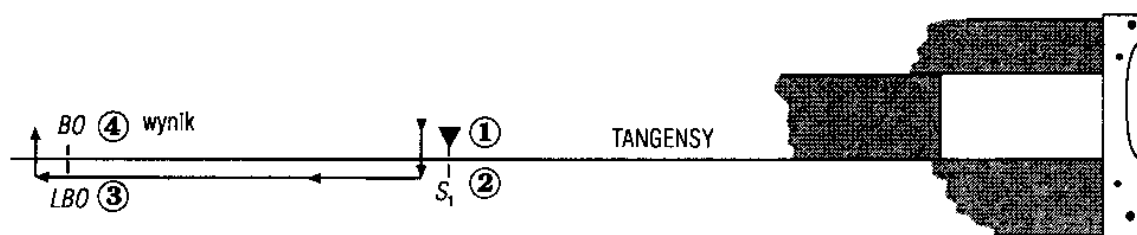
Dane: $S_1 = 150 \text{ km}$; $S_2 = 80 \text{ km}$; $LBO = 5 \text{ km}$.



Rys. 114. Odczytywanie BO i DP na kalkulatorze lotniczym

Przykład 3. Obliczanie PK na suwaku nawigacyjnym.

Dane: $S_1 = 70 \text{ km}$; $S_2 = 20 \text{ km}$; $LBO = 2 \text{ km}$.

Rys. 115. Odczytywanie BO i DP na suwaku nawigacyjnym

Rozwiązanie: określone z suwaka $BO = 1^{\circ}40'$ a $DP = 5^{\circ}40'$ więc $PK = 1^{\circ}40' + 5^{\circ}40' = 7^{\circ}20'$.

3.9. WARIANT OPRACOWANIA NAWIGACYJNEGO PLANU LOTU (GRAFICZNEGO) NA LOT SZKOLNY PO TRASIE WEDŁUG VFR

W czasie szkolenia w lotach trasowych wg orientacji wzrokowej mogą mieć zastosowanie trzy rodzaje planów nawigacyjnych: graficzny, pamięciowy oraz jako spis czynności. Najlepsze efekty daje i jest najczęściej stosowany plan graficzny. Wariant takiego planu przedstawia rysunek 111.

3.10. WARIANT OPRACOWANIA NAWIGACYJNEGO DZIENNIKA POKŁADOWEGO NA LOT PO TRASIE WEDŁUG VFR

Zalecanym sposobem szkolenia w latach po trasie jest właściwe opracowanie dokumentów niezbędnych do lotu. Po opracowaniu mapy i sporządzeniu planu lotu, końcową czynnością jest opracowanie dziennika pokładowego. Przykładowy wzór takiego dziennika przedstawia rysunek 116.

Pierwszą część dziennika (obliczenia wstępne) pilot wypełnia w czasie wstępnego przygotowania do lotu. Natomiast drugą część (obliczenia bezpośrednie) należy wypełnić obliczając trasę lotu z uwzględnieniem wiatru. Stosując w szkoleniu w lotach trasowych obowiązek przygotowywania wymienionych dokumentów, pilot kształci w sobie poprawne nawyki pełnego i wyczerpującego przygotowania się do lotu trasowego.

Wprowadzenie do wyposażenia samolotów nowoczesnych urządzeń nawigacyjnych, szczególnie GPS, absolutnie nie powinno powodować zaniedbania w szkoleniu wg orientacji wzrokowej tj. klasycznego sposobu nawigowania, gdyż tylko po opanowaniu zasad nawigowania tradycyjnego można mieć pewność, że pilot będzie prawidłowo wykorzystywał inne systemy nawigacyjne i potrafi także pomyślnie dolecieć do celu, w przypadku niemożności wykorzystania skomplikowanej techniki.

3.11. WARIANT OPRACOWANIA NAWIGACYJNEGO DZIENNIKA POKŁADOWEGO DO LOTU PO TRASIE WEDŁUG IFR

Nawigacyjny dziennik pokładowy do lotu po trasie wg IFR jest jak gdyby rozwinięciem dziennika pokładowego opisanego poprzednio. Ponieważ korespondencja radiowa w czasie lotów w warunkach IFR w zasadzie prowadzi-

DZIENNIK POKŁADOWY PILOTA

SAMOLOT:	WIATR:
PILOT:	PRĘDKOŚĆ LOTU (TAS):
DATA:	WYSOKOŚĆ LOTU (m):

OBLICZENIA WSTĘPNE				TRASA	OBLICZENIA BEZPOŚREDNIE				
NKDM	S	(TAS) V_r	t		KB	t	W	KM	KZ
do WPT									
od KPT									
NOTATKI POMOCNICZE									
DŁUGOTRWAŁOŚĆ LOTU –									
ILOŚĆ PALIWA–ZUŻYCIE–POZOSTAŁOŚĆ –									
BEZPIECZNA WYSOKOŚĆ LOTU ($H_{bezp.}$) –									
DEKLINACJA –									
ŚWIT –					ZMROK –				
ZAKRES PRACY SILNIKA: WZNOSZENIE – obr. – pk –									
LOT POZIOMY – obr. – pk –									
LOTNISKA ZAPASOWE –									

Rys. 116. Przykładowy wzór dziennika pokładowego pilota do rejestrowania wyników obliczeń nawigacyjnych, przed lotem na trasę wg VFR

na jest w języku angielskim, dlatego celowe jest w opisie tego dziennika stosować terminologię w tym języku.

T-O						LAND		
<u>DEP.</u>		<u>DEST.</u> <u>ELEV.</u>				<u>ALTER.</u>		
		ATIS						
		APP(R)						
		APP(R)				INFO: MET		
		TWR				WIND:		
		GND				ψ 0° (FL)		
AIR WAY	WAY POINT	COURS° HEAD°	T.A.S. G/S (KNOTS)	DST (NM)	$\frac{E_s T E_{nr}}{A_c T E_{nr}}$	ETA (ESTIMAT)	ATA (ACTUAL)	EET(FIR) (ESTIMAT ELAPSED)
		—	—		—			
		—	—		—			
		—	—		—			
		—	—		—			
		—	—		—			
		—	—		—			
		—	—		—			
		—	—		—			
		—	—		—			
CLEARANCE:				TOTAL DST		FUEL		
				TOTAL TIME		RESERVE		

Rys. 117. Wariant opracowania dziennika pokładowego na lot trasowy wg IFR

Ponadto z reguły loty trasowe wg IFR wykonuje się na stosunkowo dużych wysokościach (nawet dla małych samolotów są to wysokości około 3000 m), a więc zachodzi potrzeba rejestrowania np. wysokości oblodzenia lub dokładnej znajomości siły i kierunku wiatru – stąd też te elementy wprowadzone są do opisu w dzienniku. W przedstawionym wzorze np. poziom

oblodzenia zaznaczono symbolem z klucza meteorologicznego (Ψ), oznaczającym oblodzenie, z dopiskiem (FL), poziomu lotu, na którym wystąpi oblodzenie.

W lotach IFR występuje też zwykle bardzo częsta zmiana częstotliwości radiowej – stąd też rozbudowana jest część pozwalająca wcześniej wpisać potrzebne wartości częstotliwości. Także rozbudowane są rubryki do rejestrowania czasów lotu, które często pilot musi podawać na potrzeby kontroli ruchu lotniczego, jako przewidywane czasy przelotu niektórych punktów nawigacyjnych lub granic FIR itp. W dzienniku pokładowym do lotu wg IFR musi także być miejsce na zapisanie zgody na lot, otrzymywanej od służby ruchu lotniczego (tzw. *clearance*) bezpośrednio przed startem. Przewidywać także trzeba miejsce na prowadzenie zapisów wszystkich poleceń otrzymywanych w powietrzu, dotyczących zmiany poziomu lotu, trasy, częstotliwości itp.

W przedstawionym na rys. 117 wariacie opracowania dziennika pokładowego przyjęte skróty oznaczają:

- T-O – *TAKE-OFF* – czas startu;
- LAND – czas lądowania;
- DEP – *DEPARTURE* – oznaczenie lotniska odlotu;
- DEST – *DESTINATION* – oznaczenie lotniska docelowego;
- ELEV – *ELEVATION* – przewyższenie lotniska n.p.m.;
- ALTER – *ALTERNATE* – oznaczenie lotniska zapasowego;
- ATIS – *AUTOMATIC TERMINAL INFORMATION SERVICE* – służba automatycznej informacji lotniskowej – częstotliwość;
- APP(R) – *APPROACH (RADAR)* – zbliżanie (radar) – częstotliwość;
- TWR – *TOWER* – wieża – częstotliwość;
- GND – *GROUND* – ziemia – częstotliwość;
- INFO – *INFORMATION* – informacje meteorologiczne;
- WIND – wiatr kierunek i siła;
- Ψ (FL) – poziom oblodzenia;
- AIR WAY – oznaczenie drogi lotniczej;
- WAY POINT – oznaczenie punktu na trasie;
- COURS – kąt drogi;
- HEAD – kurs lotu;
- TAS – rzeczywista prędkość powietrza;
- GS – prędkość podróży;
- DST – odległość;
- ETE – *ESTIMATED TIME ENROUTE* – przewidywany czas trasy;
- ATE – *ACTUAL TIME ENROUTE* – aktualny czas trasy;
- ETA – *ESTIMATED TIME OF ARRIVAL* – przewidywany czas przylotu;
- ATA – *ACTUAL TIME OF ARRIVAL* – aktualny czas przylotu;
- EET – *ESTIMATED ELAPSED TIME* – przewidywany czas przelotu;
- CLEARANCE – zgoda na lot – warunki;
- TOTAL DST – całkowita długość trasy;

TOTAL TIME – całkowity obliczony czas lotu;

FUEL – całkowita ilość paliwa w samolocie;

RESERVE – zapas paliwa.

W czasie lotu pilot powinien oprócz różnych zapisów, szczególnie prowadzić na bieżąco rubrykę z przewidywanymi czasami przylotu (ETA) oraz rejestrować aktualne przeloty punktów (ATA).

Przykładowy wariant skrótów do notowania poleceń kontroli ruchu lotniczego w czasie otrzymywania zgody na lot (*clearence*) – każdy pilot może opracować swój własny sposób zapisu, żadnych obligatoryjnych ustaleń w tym zakresie nie ma.

T-O – start

C – zgoda na lot

Hdg – kurs

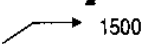
 – opuścić strefę kontrolowaną

 – wejść w strefę kontrolowaną

 – trawers

 – wznosić się

 – zniżać się

 – wznosić się i utrzymywać 1500 (stóp) (metrów)

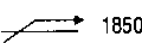
W – przez

R_p – zgłosić

X – przeciąć

 – nawiązać łączność

~ – zmienić

 – ponad 1850 (m) (stóp)

 – zakręt w prawo

R – radar

K – kontrola

A_p – zbliżanie

FL – poziom lotu

Przykładowy wariant zapisu zgody na lot z Poznania do Warszawy:

FMD C EPWA W G9 LDZ R11  150 X CZE  90 T-O   CZE

 R 134.875 CZE

co oznacza:

Samolot FMD ma zgodę na lot do Okęcia przez G9 LDZ R11, wchodzić i utrzymywać poziom lotu FL 150 przecięcie Czempina na FL 90 lub wyżej po starcie zakręt w lewo wznosić się na CZE, nawiązać łączność z radarem na częstotliwości 134.875 nad Czempinem.

3.12. WYBRANA TERMINOLOGIA ANGIELSKA WIAŻĄCA SIĘ Z NAWIGACJĄ

1. Biegun północny (południowy) – North Pole (South).
2. Równoleżniki – Parallels of Latitude.

3. Południki – Meridians of Longitude.
4. Równik – Equator.
5. Południk zerowy – Prime (Greenwich Meridian).
6. Trójkąt prędkości – Triangle of velocities.
7. Kurs – Heading (HDG).
8. Linia drogi – Track (TR) (ale także jako kierunek – Direction of Track).
9. Kąt znoszenia – Drift Angle.
10. Boczne odchylenie (BO) – Track error (TE).
11. Nakazana linia drogi – Desired track (także nakazany kąt drogi).
12. Rzeczywista linia drogi – Track Made Good (TMG) (także rzeczywisty kąt drogi).
13. Znoszenie jest to kąt zawarty pomiędzy kursem (samolotu a kątem drogi – Drift is the Angle between Heading and Track.
14. Boczne odchylenie jest to kąt zawarty pomiędzy linią drogi nakazanej a rzeczywistą – Track Error is the Angle Between Desired Track and the Track Made Good.
15. Deklinacja – Variation.
16. Deklinacja jest to kąt pomiędzy południkiem geograficznym a magnetycznym – Variation is the Angle between True and Magnetic.
17. Dewiacja – Deviation.
18. Dopełnienie poprawki (DP) – Closing Angle (CA).
19. Poprawka kursu ($BO + DP = PK$) Heading Change ($TE + CA$).
20. Namiar – Bearing.
21. Punkt zwrotny – Turning point.
22. Radial jest to namiar magnetyczny od stacji VOR (QDR) – Radial is a Magnetic Bearing from the VOR (QDR).
23. Lot do radiostacji wg ARK metodą bierną – Homing to the NDB.
24. Lot do radiostacji wg ARK metodą czynną – Tracking Direct to the NDB.
25. Kąt kursowy (radiostacji) (KKR) – Relative Bearing (RB).
26. Zmierzony kąt drogi – Flight Planned Track (FPT).

4. RUCH LOTNICZY

Ruch lotniczy, to pojęcie obejmujące ruch wszystkich statków powietrznych wykonujących loty lub poruszających się na polu manewrowym lotniska. Loty wykonywane są w przestrzeni powietrznej, która organizacyjnie dla warunków Polski została podzielona na:

- przestrzeń powietrzną operacyjną (podległą głównie ministrowi obrony narodowej);
- przestrzeń powietrzną kontrolowaną (podległą ministrowi komunikacji).

Przestrzeń powietrzna operacyjna dzieli się na:

- **przestrzeń lotów koordynowanych** – w której loty podlegają koordynacji;
- **przestrzeń lotów swobodnych** sięgającą do 400 m nad powierzchnią ziemi, w której cywilne statki powietrzne mogą wykonywać loty wg VFR z prędkością do 300 km/h i loty te nie podlegają koordynacji przed ich rozpoczęciem.

Przestrzeń powietrzna kontrolowana, to przestrzeń specjalnie wydzielona o określonych wymiarach, w której to zapewniona jest kontrola ruchu lotniczego (ruch lotniczy kontrolowany).

Wszystkie rodzaje przestrzeni powietrznych terytorialnie tworzą określone rejony informacji powietrznej (FIR – *FLIGHT INFORMATION REGION*). W przypadku Polski zorganizowany jest jeden rejon informacji – FIR-Warszawa, który obejmuje przestrzeń nad terytorium Polski oraz część przestrzeni nad Morzem Bałtyckim. Niekiedy na terytorium danego państwa organizowanych jest kilka FIR-ów – zależy to od lokalnych uwarunkowań i potrzeb ruchu lotniczego. Nazwą FIR-u jest zawsze nazwa miasta pełniącego główne funkcje w FIR (a nie nazwa państwa).

W skład przestrzeni powietrznych kontrolowanych (CTA – *CONTROL AREA*) wchodzi:

- drogi lotnicze (“korytarze”) (AWY – *AIRWAYS*);
- rejony kontrolowane lotnisk (TMA – *TERMINAL CONTROL AREA*);
- strefy kontrolowane lotnisk (CTR – *CONTROL ZONE*).

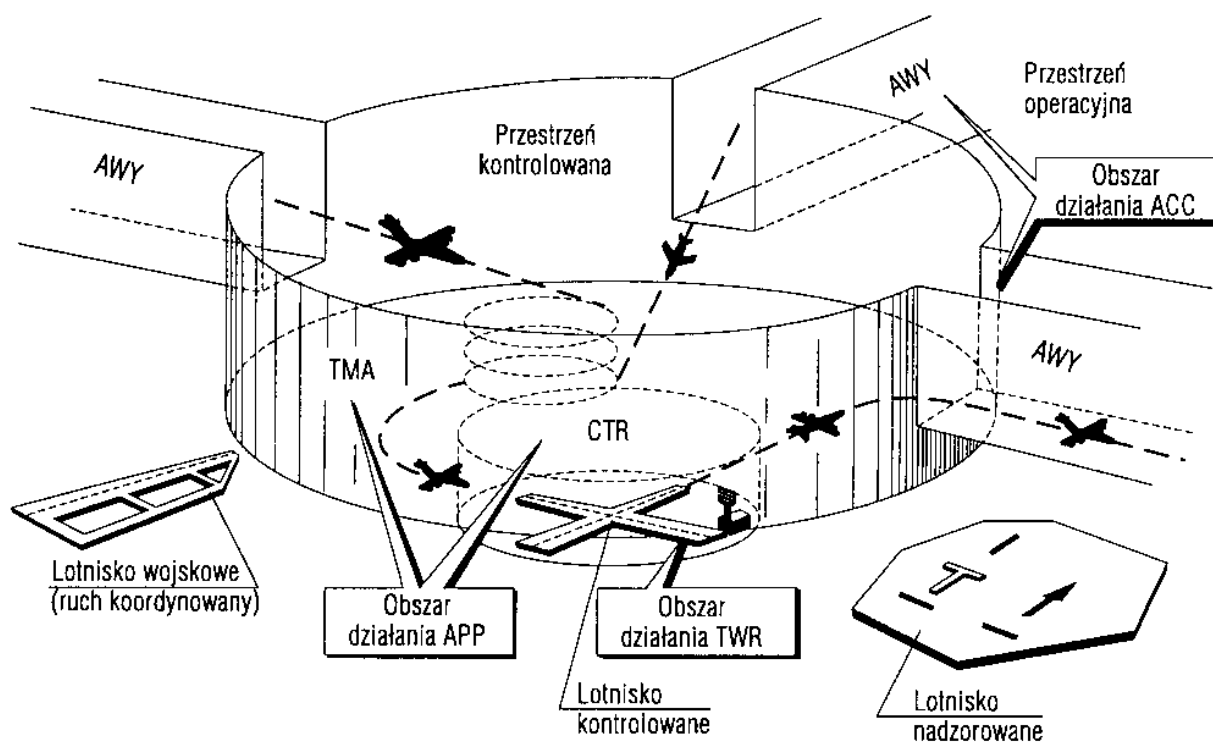
W wydzielonych przestrzeniach CTA pełnią dyżury następujące organy kontroli:

- służba kontroli ruchu lotniczego (ATC – *AIR TRAFFIC CONTROL*);
- służba alarmowa (ALS – *ALERTING SERVICE*);
- służba informacji powietrznej (FIS – *FLIGHT INFORMATION SERVICE*).

Służba kontroli ruchu lotniczego (ATC) dzieli się na:

- służbę kontroli obszaru (ACC – *AREA CONTROL CENTRE*);
- służbę kontroli zbliżania (APP – *APPROACH CONTROL SERVICE*);
- służbę kontroli lotniska (TWR – *AERODROME CONTROL TOWER*).

FIR WARSZAWA jest podzielony na dolną i górną przestrzeń powietrzną. Dolna przestrzeń powietrzna sięga od wysokości 0 m do poziomu lotu 245 (7450 m) włącznie. Górna przestrzeń powietrzna sięga od poziomu lotu 245 do poziomu lotu 465 (14 000 m). Służba radarowa z wykorzystaniem radarów ACC pełniona jest w całym obszarze FIR WARSZAWA na i powyżej poziomu lotu 180.



Rys. 118. Podział przestrzeni powietrznej

4.1. KLASYFIKACJA PRZESTRZENI POWIETRZNEJ

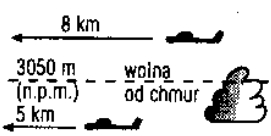
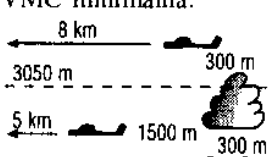
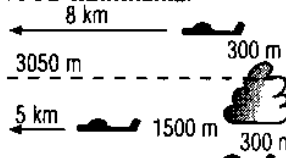
Zgodnie z zaleceniem ICAO (*INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION*) – Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego wprowadzona jest nowa klasyfikacja przestrzeni powietrznej.

W niektórych państwach w stosunku do poszczególnych klas przestrzeni wprowadzono dodatkowe parametry. Na przykład niemiecka klasyfikacja nie przewiduje możliwości lotów IFR w przestrzeni klasy G, bądź też np. zwiększa widzialność w klasie E dla lotów VFR poniżej 3050 m z 5 km do 8 km, a także wprowadza np. dodatkowe wymagania na loty w przestrzeni C poniżej 3050 m (FL100) w rejonach lotnisk międzynarodowych.

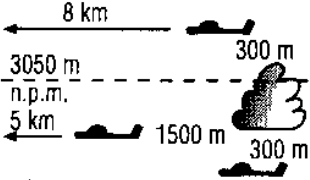
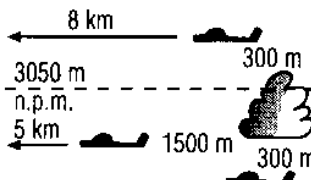
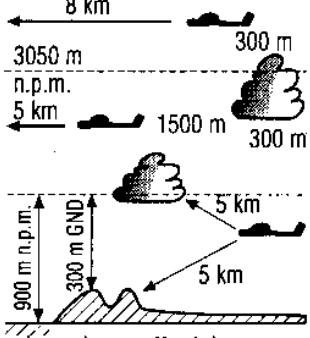
W Polsce w FIR WARSZAWA przestrzeń powietrzna, poza przestrzenią podległą cywilnym służbom ruchu lotniczego i rejonami nadlotniskowymi lotnisk wojskowych, jest klasy G. Rejony kontrolowane lotnisk są klasy C, a drogi lotnicze klasy A i C (górne drogi lotnicze tylko klasy A).

Tabela na str. 130 i 131 przedstawia obowiązującą klasyfikację przestrzeni dla warunków Polski.

KLASYFIKACJA PRZESTRZENI POWIETRZNEJ wg ICAO

	Przestrzenie kontrolowane			
	A	B	C	D
IFR	Rodzaj lotu: TYLKO IFR Separacja: WSZYSTKIE STAT- KI POWIETRZNE Służba: KONTROLA RU- CHU LOTNICZEGO VMC minimalna: NIE STOSUJE SIĘ Ograniczenia prędko- ści: NIE STOSUJE SIĘ Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwolenia ATC: TAK	Rodzaj lotu: IFR Separacja: WSZYSTKIE STAT- KI POWIETRZNE Służba: KONTROLA RU- CHU LOTNICZEGO VMC minimalna: NIE STOSUJE SIĘ Ograniczenia prędko- ści: NIE STOSUJE SIĘ Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwole- nia ATC: TAK	Rodzaj lotu: IFR Separacja: IFR od VFR i IFR od IFR Służba: KONTROLA RU- CHU LOTNICZEGO VMC minimalna: NIE STOSUJE SIĘ Ograniczenia prędko- ści: NIE STOSUJE SIĘ Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwole- nia ATC: TAK	Rodzaj lotu: IFR Separacja: VFR od IFR Służba: KONTROLA RUCHU Z INFORMACJĄ O RU- CHU VFR (NA ŻADA- NIE RADA DLA UNIK- NIĘCIA KOLIZJI) VMC minimalna: NIE STOSUJE SIĘ Ograniczenia prędkości: 250 kt IAS poniżej 3050 m n.p.m. Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwolenia ATC: TAK
VFR	LOTY NIEDOZWOLONE	Rodzaj lotu: VFR Separacja: WSZYSTKIE STAT- KI POWIETRZNE Służba: KONTROLA RUCHU LOTNICZEGO VMC minimalna:  Ograniczenia prędkości: NIE STOSUJE SIĘ Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwolenia ATC: TAK	Rodzaj lotu: VFR Separacja: VFR od IFR Służba: 1) KONTROLA RUCHU DLA SEPARACJI Z IFR 2) VFR/VFR INFORMA- CJA O RUCHU (NA ŻĄDANIE RADA DLA UNIKNIĘCIA KOLIZJI) VMC minimalna:  Ograniczenia prędkości: 250 kt IAS poniżej 3050 m Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwolenia ATC: TAK	Rodzaj lotu: VFR Separacja: NIE ZAPEWNIĄ SIĘ Służba: INFORMACJA O RU- CHU MIĘDZY VFR A IFR (NA ŻĄDANIE RADA DLA UNIKNIĘCIA KO- LIZJI) VMC minimalna:  Ograniczenia prędkości: 250 kt IAS poniżej 3050 m Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwolenia ATC: TAK

KLASYFIKACJA PRZESTRZENI POWIETRZNEJ wg ICAO (ciąg dalszy)

Przestrzenie niekontrolowane		
E	F	G
Rodzaj lotu: IFR Separacja: IFR od IFR Służba: KONTROLA RUCHU LOTN. I INFO. O RU- CHU VFR O ILE MOŻ- LIWE VMC minimalna: NIE STOSUJE SIĘ Ograniczenia prędkości: 250 kt IAS poniżej 3050 m n.p.m. Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwolenia ATC: TAK	Rodzaj lotu: IFR Separacja: IFR od VFR O ILE TO JEST MOŻLIWE Służba: DORADCZA RUCHU LOTNICZEGO I SŁU- ŻBA INFORMACJI POWIETRZNEJ VMC minimalna: NIE STOSUJE SIĘ Ograniczenia prędkości: 250 kt IAS poniżej 3050 m n.p.m. Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwolenia ATC: NIE WYMAGA SIĘ	Rodzaj lotu: IFR Separacja: NIE ZAPEWNI SIĘ Służba: INFORMACJA POWIETRZNA VMC minimalna: NIE STOSUJE SIĘ Ograniczenia prędkości: 250 kt IAS poniżej 3050 m n.p.m. Wymagana łączność: CIĄGŁA DWUKIERUNKOWA Uzyskanie zezwolenia ATC: NIE WYMAGA SIĘ
Rodzaj lotu: VFR Separacja: NIE ZAPEWNI SIĘ Służba: INFORMACJA O RU- CHU O ILE MOŻLIWE VMC minimalna:  Ograniczenia prędkości: 250 kt IAS poniżej 3050 m Wymagana łączność: NIE WYMAGA SIĘ Uzyskanie zezwolenia ATC: NIE WYMAGA SIĘ	Rodzaj lotu: VFR Separacja: NIE ZAPEWNI SIĘ Służba: INFORMACJA POWIETRZNA VMC minimalna:  Ograniczenia prędkości: 250 kt IAS poniżej 3050 m Wymagana łączność: NIE WYMAGA SIĘ Uzyskanie zezwolenia ATC: NIE WYMAGA SIĘ	Rodzaj lotu: VFR Separacja: NIE ZAPEWNI SIĘ Służba: INFORMACJA POWIETRZNA VMC minimalna:  Ograniczenia prędkości: 250 kt IAS poniżej 3050 m Wymagana łączność: NIE WYMAGA SIĘ Uzyskanie zezwolenia ATC: NIE WYMAGA SIĘ

nacza, że wszystkie samoloty mierzą swoją "wysokość" ustawiając wysokościamiernie barometryczne na ciśnienie 1013,2 hPa (760 mm Hg) nazywane także standardowym (STD). A więc np. przyjmując poziom lotu (*flight level*) 90 (2750 m) samolot będzie miał separację 300 m od innego samolotu, który utrzymuje poziom lotu np. 100 (3050 m), chociaż wysokość nad terenem może wynosić tylko np. 2200 m, co będzie zależało od panującego ciśnienia atmosferycznego przy ziemi i przewyższenia terenu nad poziomem morza. Poziomy lotu uzależniono od kąta drogi, z jakim leci samolot, chyba że organ kontroli ruchu lotniczego ustanowi inaczej. Poziomy lotów dotyczą zarówno lotów IFR jak i VFR, które zgodnie z przepisami mogą być wykonywane do poziomu 200 (6100 m) włącznie, oczywiście w przestrzeniach kontrolowanych. Poza przestrzeniami kontrolowanymi loty VFR mogą być wykonywane od wysokości minimalnych do 900 m tylko w przypadku widzialności terenu i na ustalonej wysokości nad terenem (lub wysokości bezwzględnej).

Geograficzny kąt drogi (True track)					
(from) od 0° (to) do 179°			(from) od 180° (to) do 359°		
nr poziomu lotu (FL)	wysokość* (Altitude)		nr poziomu lotu (FL)	wysokość* (Altitude)	
	metry (metres)	stopy (feet)		metry (metres)	stopy (feet)
30	900	3000	40	1200	4000
50	1500	5000	60	1850	6000
70	2150	7000	80	2450	8000
90	2750	9000	100	3050	10000
110	3350	11000	120	3650	12000
130	3950	13000	140	4250	14000
150	4550	15000	160	4900	16000
170	5200	17000	180	5500	18000
190	5800	19000	200	6100	20000
210	6400	21000	220	6700	22000
230	7000	23000	240	7300	24000
250	7600	25000	260	7900	26000
270	8250	27000	280	8550	28000
290	8850	29000	310	9450	31000
330	10050	33000	350	10650	35000
370	11300	37000	390	11900	39000
410	12500	41000	430	13100	43000
450	13700	45000	470	14350	47000
490	14950	49000	510	15550	51000
itd.	itd.	itd.	itd.	itd.	itd.

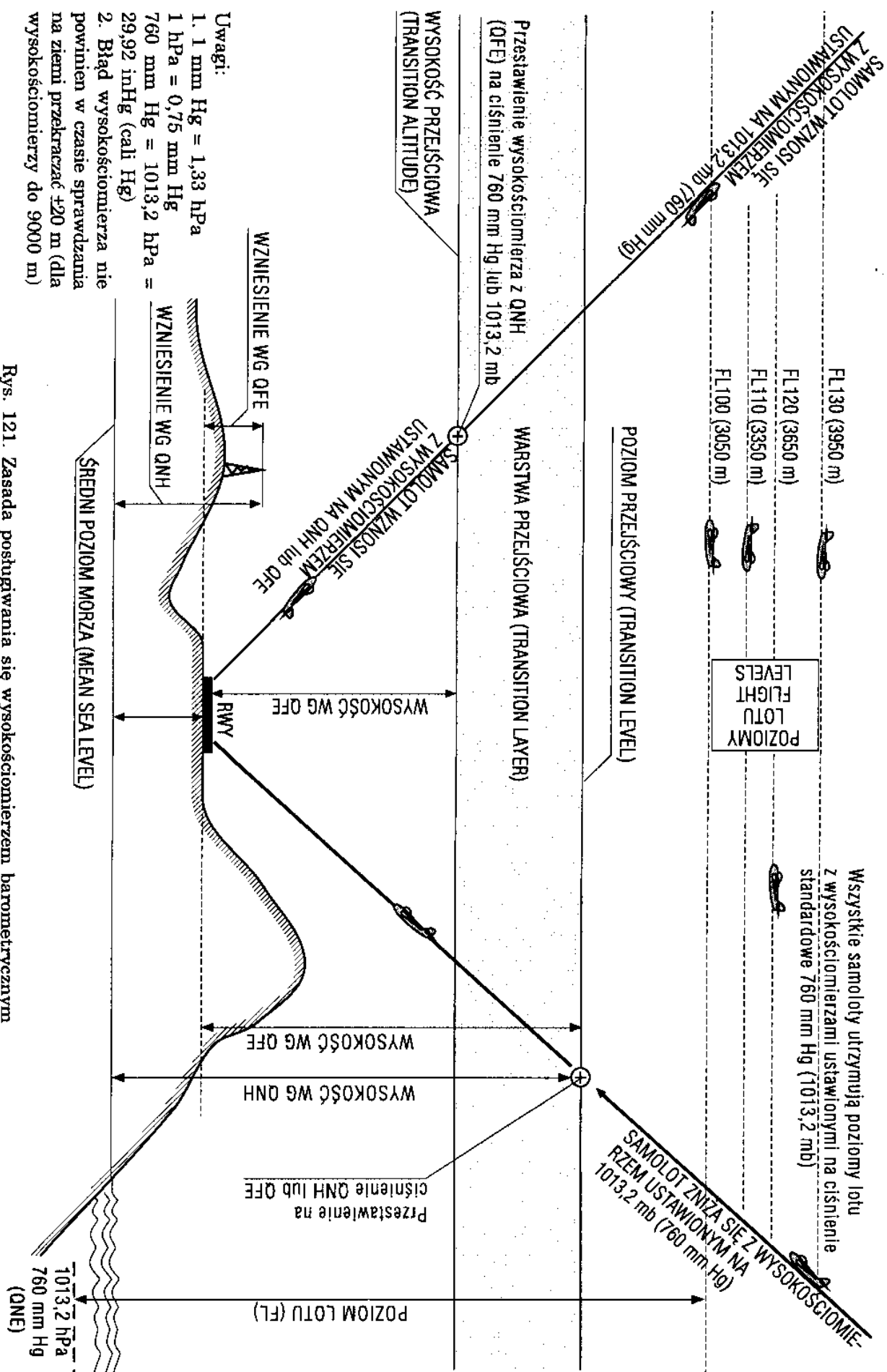
Rys. 120. Tabela poziomów przelotu (podział połówkowy)

(przepisy ICAO przewidują także podział poziomów ćwiartkowy do FL 245 przy zmianie co 90° magnetycznego kąta drogi)

* wysokość lotu określa się według wysokościamiernia barometrycznego ustawionego na standardowe ciśnienie atmosferyczne 1013,2 hPa (760 mm Hg)

4.4. PROCEDURY NASTAWIANIA WYSOKOŚCIOMIERZY

Procedura nastawiania wysokościamierny w FIR Warszawa nie różni się od procedur zawartych w dokumencie ICAO-Doc 8168 t.I. W procesach zniżania do lądowania oraz naboru wysokości po starcie wykorzystuje się ciś-

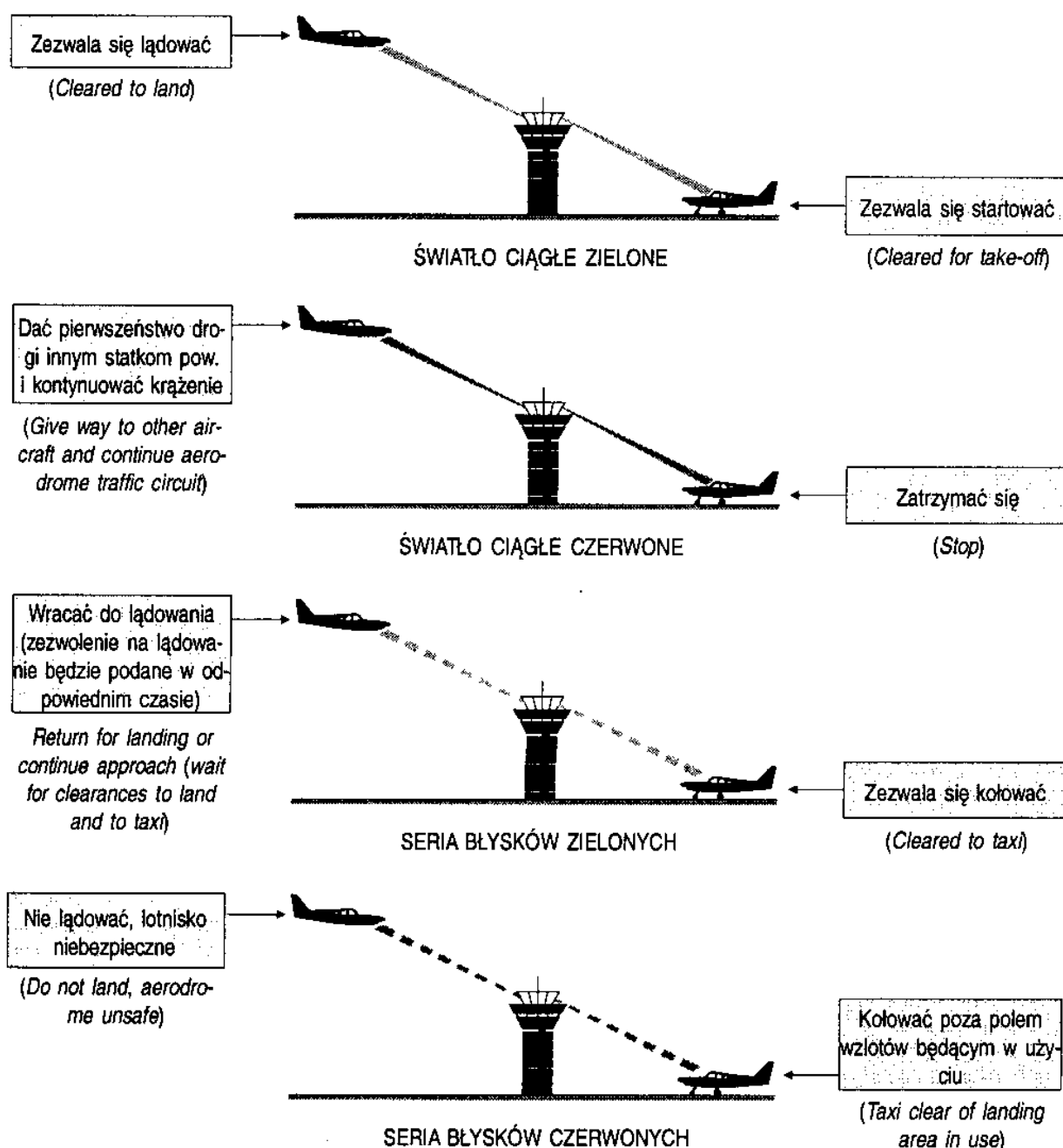


Rys. 121. Zasada postępowania się wysokościomierzem barometrycznym

nienie QNH zamiast QFE. Wartości ciśnienia QFE podawane są w zasadzie na żądanie załogi. Wysokości przejściowe dla polskich lotnisk kontrolowanych wynoszą 1500 m, a poziomy przejściowe (*transition level*) FL50 lub FL60. Podczas startu wysokościomierz powinien być nastawiony na aktualne ciśnienie QNH na progu drogi startowej wyznaczonej do lądowania. Po osiągnięciu wysokości przejściowej wysokościomierz należy przestawić na ciśnienie 1013,2 hPa. Podczas zniżania do lądowania, na poziomie przejściowym należy przestawić ciśnienie z 1013,2 hPa na ciśnienie QNH, panujące na progu drogi startowej wyznaczonej do lądowania.

4.5. SYGNAŁY WZROKOWE STOSOWANE W RUCHU LOTNICZYM

4.5.1. Sygnały świetlne podawane z wieży lotniska



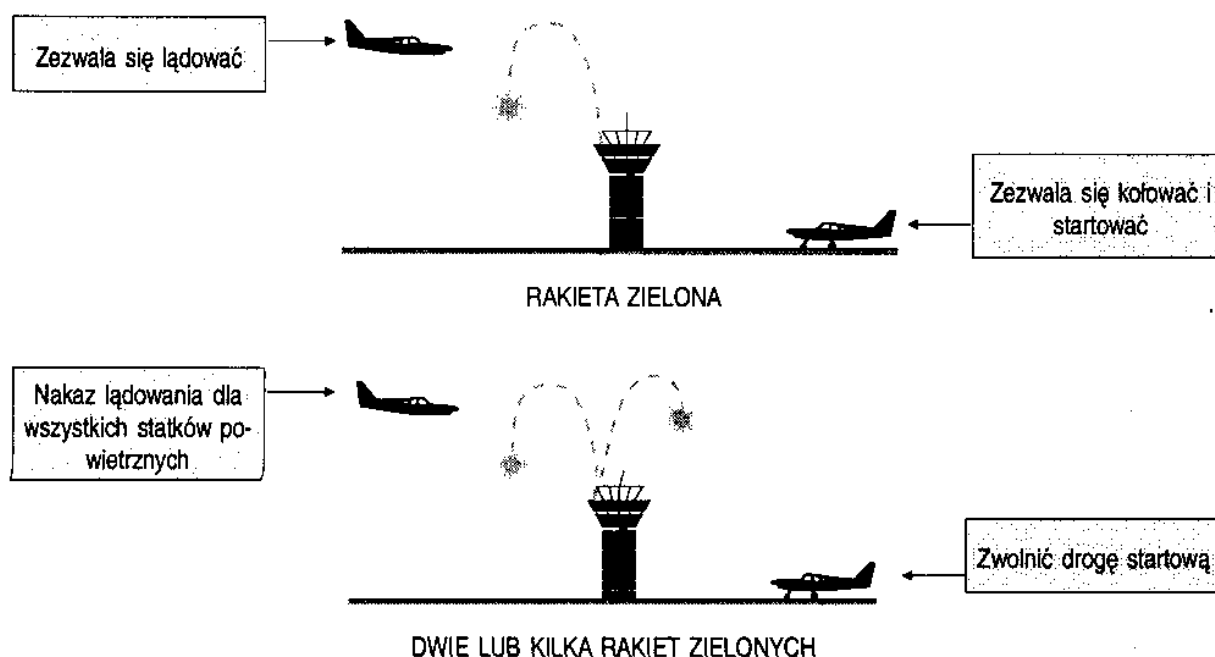


Rys. 122. Przenośna lampa sygnałowa z kompletem filtrów do nadawania sygnałów świetlnych

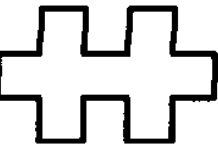
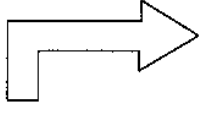
W przypadkach awaryjnych lub gdy załoga nie zauważyła sygnałów podawanych z wieży lotniska mogą być stosowane sygnały w postaci błysków światła drogi startowej lub drogi kołowania – wówczas oznacza to, że należy opuścić drogę startową i obserwować wieżę kontroli lotniska, skąd mogą być podawane sygnały świetlne.

4.5.2. Sygnały pirotechniczne podawane z wieży lotniska





4.5.3. Sygnały wykładane na polu sygnałowym lotniska

Sygnał	Opis sygnału	Znaczenie sygnału
	Położona poziomo kwadratowa czerwona tarcza z żółtymi pasami przekątnymi	Lądowanie na tym lotnisku (lądowisku) jest zabronione i zakaz ten może ulec przedłużeniu
	Położona poziomo kwadratowa czerwona tarcza z jednym żółtym pasem przekątnym	Na skutek złego stanu pola manewrowego lub jakiegokolwiek innej przyczyny należy zachować szczególną ostrożność w czasie podejścia do lądowania i lądowania
	Położona poziomo biała tarcza w kształcie dwóch krążków połączonych poprzeczką	Startować i lądować tylko na drogach startowych i kołować po drogach kołowania
	Położona poziomo biała tarcza w kształcie dwóch krążków połączonych poprzeczką z czarnymi pasami umieszczonymi na obu krążkach prostopadle do poprzeczki	Startować i lądować tylko na drogach startowych, lecz inne manewry nie muszą odbywać się tylko na drogach startowych i drogach kołowania
	Położony poziomo podwójny biały krzyż	Lotnisko jest używane przez szybowce i w danej chwili odbywają się loty
	Strzała w kolorze kontrastującym z tłem zgięta w prawo	Zakręty przed lądowaniem i po starcie wykonywać w prawo

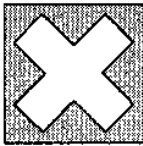
Rys. 123. Znaki wykładane na polu sygnałowym

Na lotniskach (lądowiskach) o znacznym nasileniu ruchu lotniczego odbywającego się bez łączności radiowej z organem służby ruchu lotniczego można stosować pole sygnałowe. Pole sygnałowe wyznacza się na lotnisku (lądowisku) w miejscu dobrze widocznym z powietrza, w miarę możliwości w pobliżu "wieży" lotniska – jak pokazano na zdjęciu niżej.

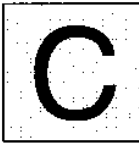
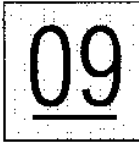


Rys. 124. Widok znaków na polu sygnałowym lotniska sportowego

4.5.3.1. Sygnały wykładane na drogach startowych i drogach kołowania

Sygnał	Opis sygnału	Znaczenie sygnału
	Krzyże w kolorze kontrastującym z tłem (białe lub żółte) położone poziomo na drodze startowej, drodze kołowania lub ich częściach	Powierzchnie, na których położono krzyże, nie nadają się do ruchu statków powietrznych

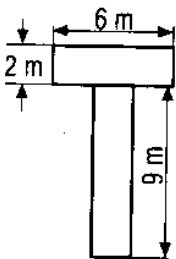
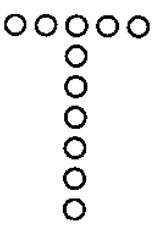
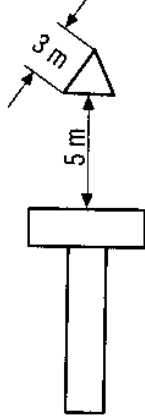
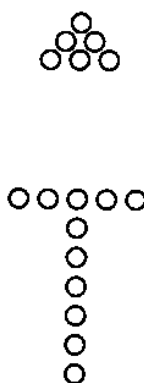
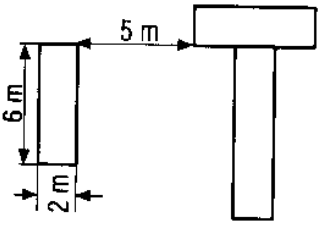
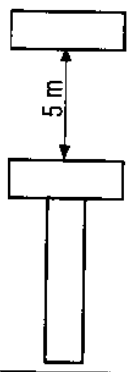
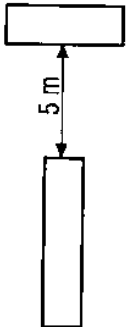
4.5.3.2. Inne sygnały informacyjne

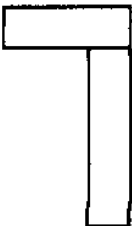
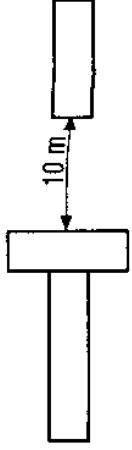
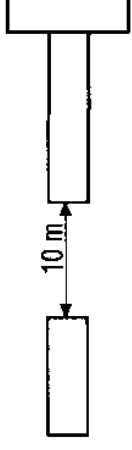
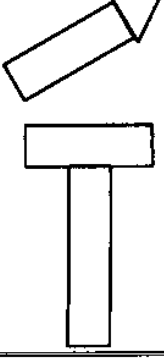
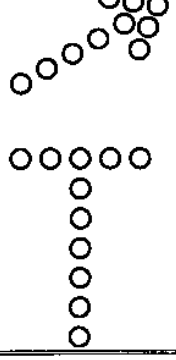
Sygnał	Opis sygnału	Znaczenie sygnału
	Litera "C" w kolorze czarnym umieszczona pionowo na żółtym tle	Litera "C" wskazuje miejsce, w którym znajduje się biuro odpraw załóg
	Liczba składająca się z dwóch cyfr, w kolorze czarnym na żółtym tle, wystawiona pionowo na wieży lotniska lub w jej pobliżu	Informacja dla statku powietrznego znajdującego się na polu manewrowym, podająca kierunek startu wyrażony w dziesiątkach stopni busoli magnetycznej, zaokrąglonych do najbliższej dziesiątki

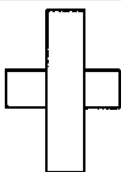
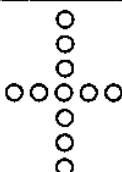
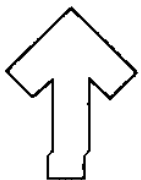
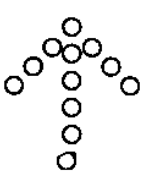
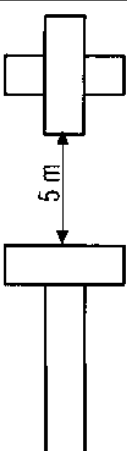
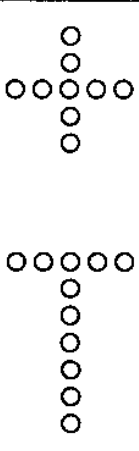
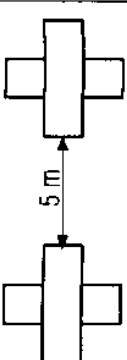
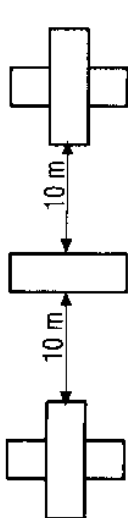
4.5.4. Sygnały, które mogą być wykładane w miejscu startu i lądowania

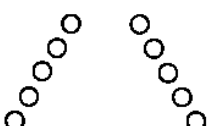
Sygnały wykładane w miejscu startu i lądowania powinny być w kolorze kontrastującym z podłożem (płótna białe, czarne lub czerwone). Do wykla-

dania sygnałów w nocy stosuje się te same płótna, przeważnie w kolorze białym, ustawiając na nich odpowiednio światła koloru białego.

Sygnał		Znaczenie sygnału
w dzień	w nocy	
		Lądować lub startować z prawej strony litery "T", równoległe do jej trzonu, w kierunku poprzeczki, przy czym obowiązuje wykonanie lewego kręgu lotów nad lotniskiem
		Wykonać prawy krąg nad lotniskiem. Uwaga. W przypadku wyłożenia dwóch równoległych startów obowiązuje odpowiednie wykonanie kręgów na zewnątrz, bez potrzeby wykładania specjalnego znaku dla kręgu w prawo
		Lądować z lewej strony sygnału
		Nakaz lądowania wszystkich statków powietrznych będących w locie nad lotniskiem. Uwaga: Statki powietrzne powinny lądować kolejno
		Podwozie nie wypuszczone – przejść na drugi krąg

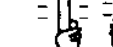
Sygnał		Znaczenie sygnału
w dzień	w nocy	
		Uszkodzenie prawej części podwozia
		Uszkodzenie lewej części podwozia
		Uszkodzenie przedniej części podwozia
		Uszkodzenie koła ogonowego
		Lądować na lotnisku zapasowym leżącym na wskazanym kierunku

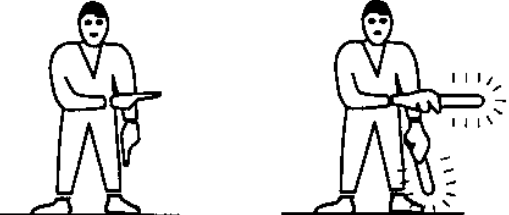
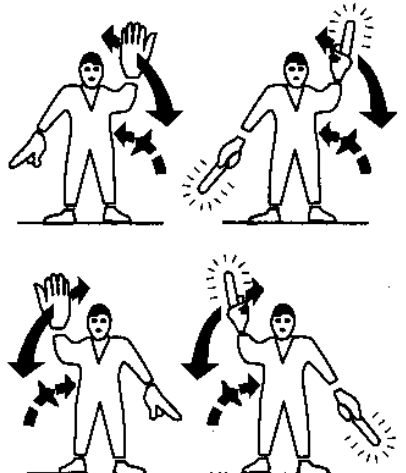
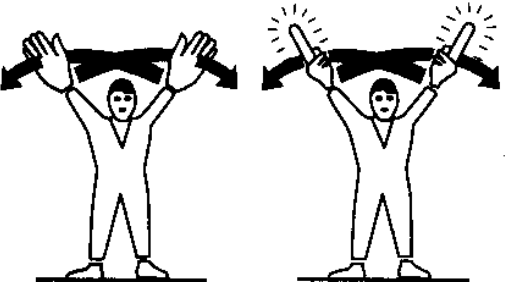
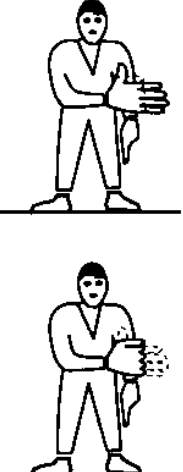
Sygnał		Znaczenie sygnału
w dzień	w nocy	
		Zabrania się lądować. Uwaga. Krzyż wyklada się zamiast litery "T"
		Lądować lub startować z prawej strony sygnału w kierunku wskazanym przez strzałkę. Uwaga: Sygnał wykładany tylko dla szybowców
		Na lotnisku odbywają się skoki spadochronowe. Zezwala się startować i lądować tylko statkom powietrznym, z których zrzuca się skoczków oraz wolno skakać. Uwaga. Inne statki powietrzne mogą wylądować wtedy, kiedy krzyż zostanie zdjęty i pozostanie sygnał "T"
		Zabrania się lądować oraz zabrania się zrzucać skoczków. Uwaga. Statek powietrzny, z którego zrzuca się skoczków, powinien przejść na drugi krąg i wykonać ponowny nalot do zrzutu
		Nakaz lądowania ze skoczkiem na pokładzie

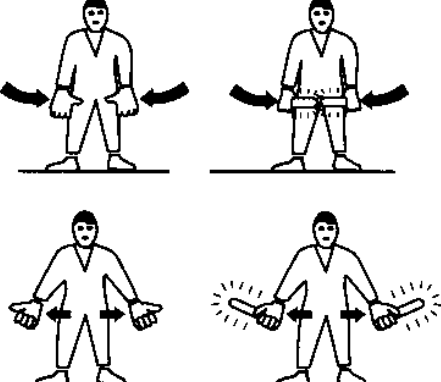
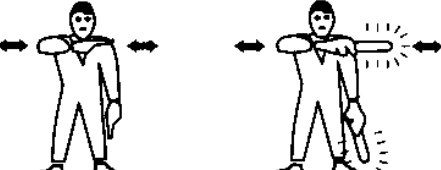
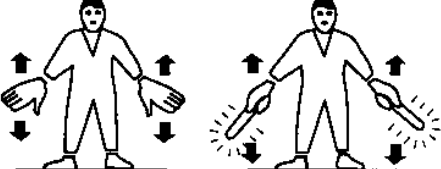
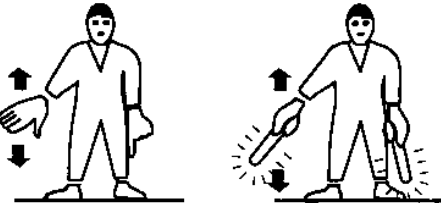
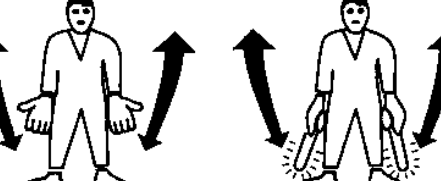
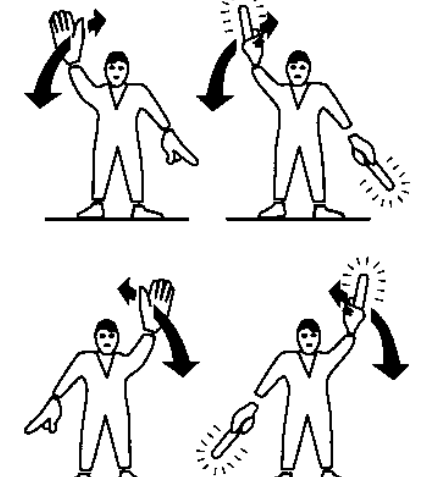
Sygnał		Znaczenie sygnału
w dzień	w nocy	
		Sygnał określający miejsce zrzutu linki holowniczej ze statku powietrznego lub miejsce, nad którym należy zrzucić skoczków spadochronowych. Uwaga: Wierzchołek kąta wskazuje kierunek nalołu przy zrzucie

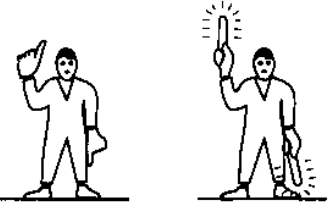
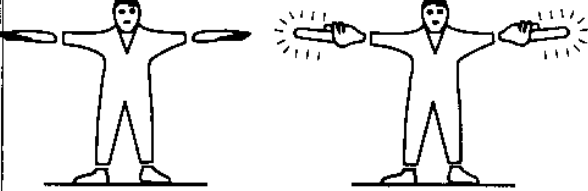
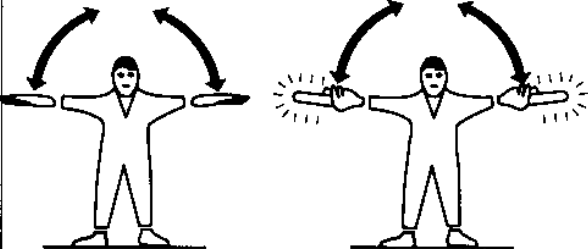
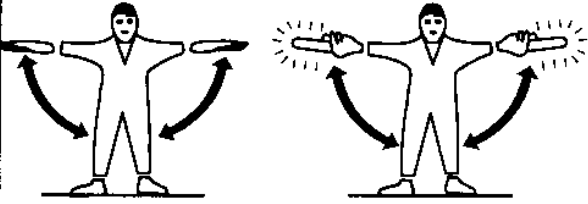
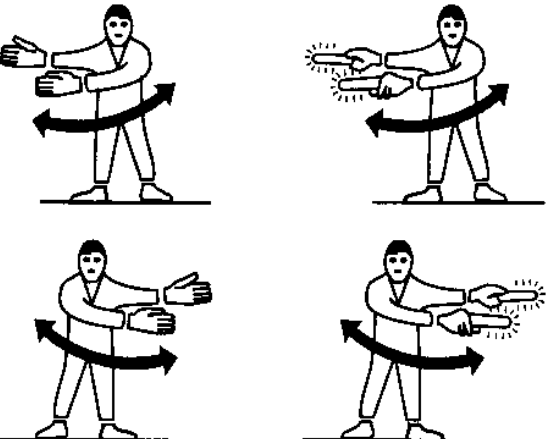
4.5.5. Sygnały podawane statkom powietrznym wchodzącym na płytę przeddworcową lub stanowisko postojowe albo opuszczającym je

Sygnalista (popularnie zwany „marszałkiem” od angielskiego „*marshaller*”) sygnały dla kołującego samolotu może podawać za pomocą tarcz sygnalizacyjnych, pałeczek świetlnych, latarek elektrycznych lub samych rąk. Za prawidłowość podawanych sygnałów odpowiada sygnalista, a za prawidłowość wykonania manewru statku powietrznego jego dowódca. Sygnały oznaczone gwiazdką w poniższym zestawieniu przeznaczone są dla śmigłowców będących w zawisie.

Sygnał		Znaczenie i opis sygnału
		POSTĘPOWAĆ ZGODNIE Z DALSZYM WSKAZÓWKAMI SYGNALISTY Sygnalista kieruje pilotem, jeżeli warunki ruchu na lotnisku tego wymagają
		TO STANOWISKO (TU) Ramiona podniesione pionowo nad głową, dłonie zwrócone do środka
		PORUSZAĆ SIĘ NA WPROST Ramiona lekko rozwarte, dłonie zwrócone do tyłu, a następnie poruszanie ramionami do góry i do tyłu od wysokości barków

Sygnał	Znaczenie i opis sygnału
	KIEROWAĆ SIĘ DO NASTĘPNEGO SYGNALISTY Prawe lub lewe ramię opuszczone, drugie ramię poruszane poziomo przed ciałem w kierunku, w którym znajduje się następny sygnalista
	ZAKRĘT a) zakręcić w lewo od siebie: prawe ramię skierowane w dół, lewe ramię poruszane do góry i do tyłu. Szybkość ruchu ramienia wskazuje prędkość zakrętu b) zakręcić w prawo od siebie: lewe ramię skierowane w dół, prawe ramię poruszane do góry i do tyłu. Szybkość ruchu ramienia wskazuje prędkość zakrętu
	STAĆ LUB WSTRZYMAĆ WYKONANIE ZAMIERZONYCH CZYNNOŚCI Powtarzane krzyżowanie ramion nad głową (szybkość ruchu ramion powinna być dostosowana do pilności zatrzymania statku powietrznego, tj. im szybsze ruchy, tym pilniejsza jest konieczność zatrzymania)
	HAMULCE a) włączyć hamulce: podniesione poziomo przed ciałem przedramię i dłoń z wyprostowanymi palcami, a następnie zamknięcie dłoni b) zwolnić hamulce: podniesione poziomo przed ciałem przedramię i zamknięta dłoń, a następnie wyprostowanie palców
	URUCHOMIĆ SILNIK (I) Lewe ramię podniesione nad głowę z odpowiednią liczbą wyprostowanych palców dla wskazania numeru silnika, który ma być uruchomiony oraz kołowy ruch prawej ręki na poziomie głowy

Sygnał	Znaczenie i opis sygnału
	PODSTAWKI a) podstawki podłożone: ramiona opuszczone, dłonie zwrócone do ciała, a następnie poruszanie opuszczonymi ramionami ku środkowi b) podstawki usunięte: ramiona opuszczone, dłonie zwrócone na zewnątrz, a następnie poruszanie ramionami na zewnątrz
	WYŁĄCZYĆ SILNIKI Jedno z ramion podniesione do poziomu barku, dłoń na przeciw gardła, zwrócona w dół, a następnie poruszanie tym ramieniem na boki, przy czym pozostaje ono zgięte
	ZMNIJSZYĆ PRĘDKOŚĆ Ramiona opuszczone, dłonie zwrócone do ziemi, a następnie kilkakrotne poruszanie ramionami w górę i w dół
	ZMNIJSZYĆ OBROTY SILNIKA(ÓW) PO STRONIE WSKAZYWANEJ Ramiona opuszczone, dłonie zwrócone do ziemi, a następnie poruszanie lewym lub prawym ramieniem w górę i w dół w celu wskazania, że liczba obrotów lewego (lewych) lub prawego (prawych) silnika(ów) powinna być zmniejszona
	COFNAĆ SIĘ Ramiona przy bokach, dłonie zwrócone do przodu, a następnie poruszanie ramionami do przodu i w górę na wysokość barków
	ZAKRĘCIĆ W CZASIE COFANIA a) ogon w prawo: lewe ramię skierowane w dół, prawe ramię poruszane z położenia pionowego nad głową do położenia poziomego z przodu b) ogon w lewo: prawe ramię skierowane w dół, lewe ramię poruszane z położenia pionowego nad głową do położenia poziomego z przodu

Sygnal	Znaczenie i opis sygnału
	WSZYSTKO W PORZĄDKU Prawe przedramię podniesione od łokcia, kciuk wyprostowany
	*ZAWIS Ramiona wyciągnięte poziomo na boki
	*WEJŚĆ WYŻEJ Ramiona wyciągnięte poziomo na boki, dłonie zwrócone do góry, a następnie poruszanie ramionami do góry. Szybkość ruchu ramion wskazuje prędkość wznoszenia
	*ZEJŚĆ NIŻEJ Ramiona wyciągnięte poziomo na boki, dłonie zwrócone do dołu, a następnie poruszanie ramionami do dołu. Szybkość ruchu ramion wskazuje prędkość zniżania
	*LECIEĆ POZIOMO Właściwe ramię wyciągnięte poziomo w bok w nakazanym kierunku ruchu, drugie ramię poruszane przed ciałem w tym samym kierunku
	*ŁĄDOWAĆ Ramiona skrzyżowane z przodu ciała i skierowane w dół

4.5.6. Procedury i sygnały używane w ratownictwie lotniczym

Centrum koordynacyjnym ratownictwa lotniczego jest Centrum Kontroli Obszaru (ACC) Warszawa – dla całego FIR WARSZAWA. Ruchome radiosta-

cje lotnicze jednostek poszukiwawczo-ratowniczych w czasie poszukiwań i akcji ratowniczej posługują się częstotliwością 121.500 MHz i częstotliwością morską 2182 kHz. ACC WARSZAWA, obowiązki ośrodka koordynacji ratownictwa pełni wspólnie z centrum ratownictwa Polskich Sił Powietrznych.

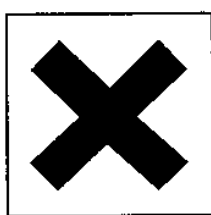
Jednostki ratownicze: Bydgoszcz, Darłowo, Gdynia, Hel, Kołobrzeg, Kraków, Łęczyca, Nowe Miasto, Siemirowice, Świnoujście, Warszawa, Wrocław, Zakopane.

4.5.6.1. Kody wizualnej sygnalizacji ziemia-powietrze stosowanej przez rozbitków

Sygnały powinny być nie mniejsze niż 2,5 m (8ft) i posiadać kontrastowy kolor z podłożem.



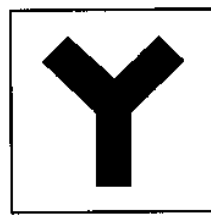
Potrzebna pomoc
Require assistance



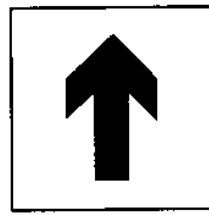
Potrzebna pomoc medyczna
Require medical assistance



Nie
(Negacja)
No
(Negative)

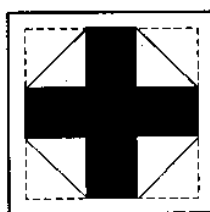


Tak
(Akceptacja)
Yes
(Affirmative)

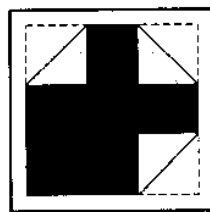


Działaj w tym kierunku
Proceeding in this direction

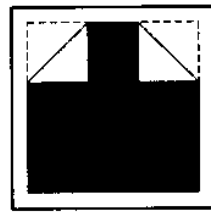
Sygnały podawane płótnami (*Paulin Signale*)



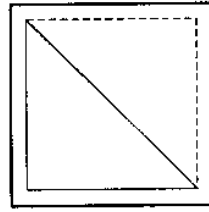
Potrzebna pomoc medyczna
Require medical assistance



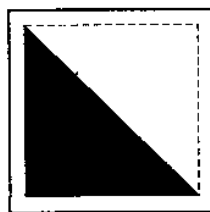
Potrzebne środki pierwszej pomocy
Require first-aid supplies



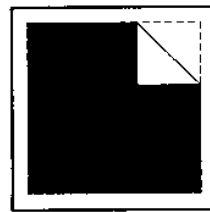
Potrzebna ciepła odzież
Require warm clothing



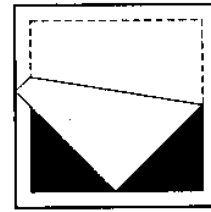
Potrzebna żywność i woda
Require food and water



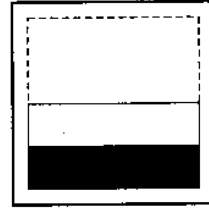
Potrzebne wyposażenie jak wskazano
Require equipment as indicated



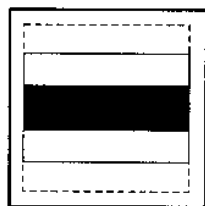
Potrzebne paliwo i smary – statek powietrzny zdolny do lotu
Require gas and oil – aircraft flyable



Potrzebne narzędzia – statek powietrzny zdolny do lotu
Require tools – aircraft flyable

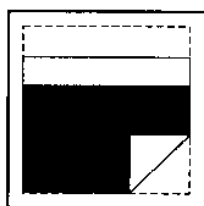


Czy mamy czekać na pomoc?
Should we wait for rescue?



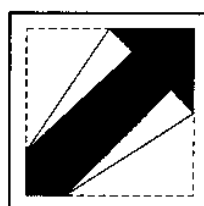
Wskaż kierunek
terenów zamieszkałych

Indicate direction of civilization



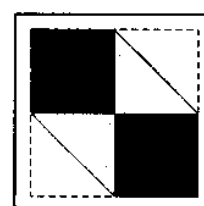
Ewakuacja statku powietrznego – działaj w tym kierunku

Abandoning aircraft – proceeding in this direction



Można lądować – strzałka wskazuje kierunek

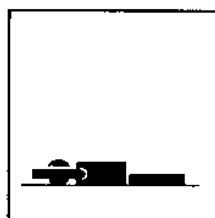
O.k. to land – arrow shows direction



Nie lądować

Do not land

Sygnaly manualne (*Body signals*)



Potrzebna pomoc medyczna

Require medical assistance



Wszystko w porządku – nie czekaj

All o.k. do not wait



Nasz odbiornik jest sprawny

Our receiver is operating



Wykorzystaj zrzucaną informację

Use drop message



Potrzebna pomoc techniczna lub części

Require mechanical help or parts



Wkrótce będziesz działał dalej – jeśli możesz poczekaj

Can proceed shortly – wait if practical



Zabierz nas w górę – samolot opuszczony

Pick us up plane abandoned



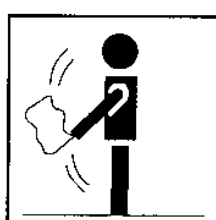
Ładuj w tym miejscu

Land here



Nie próbuj lądować w tym miejscu

Do not attempt to land here



Tak
(Akceptacja)

*Yes
(Affirmative)*



Nie
(Negacja)

*No
(Negative)*

4.5.6.2. Kody wizualnej sygnalizacji ziemia-powietrze stosowanej przez jednostki ratownicze

	— operacja zakończona
	— znaleźliśmy cały personel
	— znaleźliśmy tylko część personelu
	— nie jesteśmy w stanie kontynuować. Wracamy do bazy
	— podzieliliśmy się na dwie grupy. Każda zmierza we wskazanym kierunku
	— odebraliśmy informację, że samolot jest w tym kierunku
	— nie nie znaleziono. Kontynuujemy poszukiwania

4.5.7. Sygnały wzrokowe samolotu przechwytyjacego do samolotu przechwytywanego

Podawanie sygnałów wzrokowych poprzedzone powinno być próbą nawiązania łączności radiowej z samolotem przechwytywanym na częstotliwości 121.500 MHz (lub innej uzgodnionej ze służbą ruchu lotniczego).

Wyrażenia do stosowania przez **przechwytyjacego** statek powietrzny:

CALL SIGN? (wym. KOL SA-IN) – jaki jest twój znak wywoławczy?

FOLLOW (wym. FOL-LO) – leć za mną

DESCENT (wym. DI-SEND) – zniżaj się do lądowania

YOU LAND (wym. JU-LEND) – wyląduj na tym lotnisku

PROCEED (wym. PRO-SIID) – możesz lecieć dalej

Wyrażenia do stosowania przez **przechwytywanego** statek powietrzny:

CALL SIGN (wym. KOL-SA-IN) – mój znak wywoławczy jest....

WILCO (wym. WIL-KO) – zrozumiałem wykonam

CAN NOT (wym. KEN-NOT) – nie mogę wykonać

REPEAT (wym. RI-PIT) – powtórz polecenie

AM LOST (wym. EM-LOST) – nie znam swej pozycji

MAYDAY (wym. MEJ-DEJ) – jestem w niebezpieczeństwie

HIJACK (wym. HAJ-DŻEK) – jestem uprowadzony

LAND (wym. LEND) – muszę lądować w....

DESCENT (wym. DI-SEND) – muszę się zniżyć

Sygnaly podawane przez przechwytyjący statek powietrzny i odpowiedzi przechwytywanego statku powietrznego

Lp.	Sygnal podany	Znaczenie	Sygnal odpowiedzi	Znaczenie
1	DZIEN Wielokrotne przechylenie ze skrzydła na skrzydło. Powolny zakręt w locie poziomym NOC Jak wyżej, a ponadto nieregularne migotanie światłami pozycyjnymi	Jesteś przechwycony. Wykonuj lot za mną	DZIEN Wielokrotne przechylenie ze skrzydła na skrzydło, kontynuowanie lotu za samolotem przechwytyjącym	Zrozumiałem wykonuję
2	DZIEN lub NOC Energiczny zakręt o 90° od samolotu przechwytywanego z naborem wysokości, bez przecinania jego linii lotu	Kontynuuj swój lot	DZIEN lub NOC Przechylenia ze skrzydła na skrzydło	Zrozumiałem wykonuję
3	DZIEN Krażenie nad lotniskiem, wypuszczenie podwozia i lot nad drogą startową w kierunku lądowania NOC Jak wyżej – a ponadto włączone reflektory do lądowania	Ładuj na tym lotnisku	DZIEN Wypuszczenie podwozia, lot za samolotem przechwytyjącym, wykonanie lądowania	Zrozumiałem wykonuję

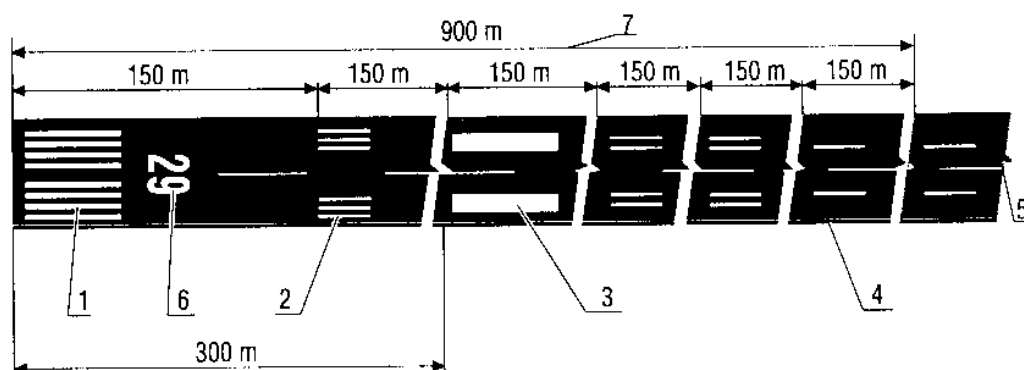
Sygnaly podawane przez przechwytywany statek powietrzny i odpowiedzi przechwytyjącego statku powietrznego

4	DZIEN Schowanie podwozia na wysokości ponad 300 m, ale poniżej 600 m, podczas przelotu nad drogą startową i krążenie nad lotniskiem NOC Migotanie reflektorami na wysokości ponad 300 m, ale poniżej 600 m, lub innymi dostępnymi światłami	Wyznaczone lotnisko jest nieprzydatne	DZIEN lub NOC Przechwytyjący chowa podwozie i stosuje sygnały jak w pkt. 1. Jeżeli zdecydowano zwolnić przechwycony statek powietrzny – sygnały jak w pkt. 2	Zrozumiałem wykonuj lot za mną Zrozumiałem. Możesz kontynuować swój lot
5	DZIEN lub NOC Regularne zapalanie i gaszenie wszystkich światel	Nie mogę wykonać	DZIEN lub NOC Użycie sygnałów jak w pkt. 2	Zrozumiałem
6	DZIEN lub NOC Nieregularne migotanie wszystkimi światłami	Jestem w niebezpieczeństwie	DZIEN lub NOC Użycie sygnałów jak w pkt. 2	Zrozumiałem

4.6. ZNAKI I OZNACZENIA STOSOWANE NA DROGACH STARTOWYCH I DROGACH KOŁOWANIA (zalecane przez ICAO)

Drogi startowe, na których nie wykonuje się precyzyjnych podejść do lądowania, oznaczone są zwykle tylko numerem oraz posiadają namalowaną linię centralną. Drogi startowe, na których wykonuje się lądowania precyzyjne (ILS), posiadają wiele znaków dostarczających pilotowi informacji

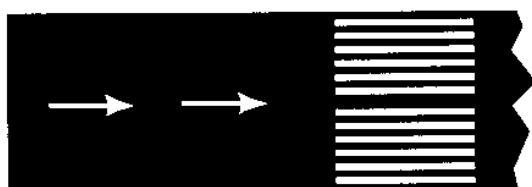
szczególnie podczas lądowania przy ograniczonej widzialności (niezależnie od systemu świateł lądowania).



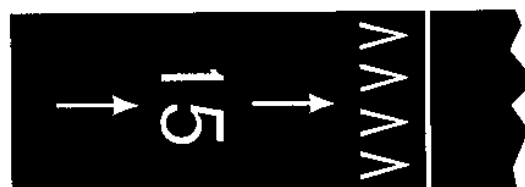
Rys. 125. Przykład oznakowania drogi startowej do lądowań precyzyjnych (ILS):

1 – oznaczenie progu drogi startowej. Liczba pasów zależy od jej szerokości i wynosi: 18 m – 4 pasy, 23 m – 6 pasów, 30 m – 8 pasów, 45 m – 12 pasów, 60 m – 16 pasów. Pasy powinny mieć szerokość 1,8 m oraz długość nie mniejszą niż 30 m; **2** – znaki strefy przyziemienia – malowane parami, symetrycznie. W zależności od długości drogi startowej występują: do 900 m – 1 para, od 900 do 1200 m – 2 pary, od 1200 do 1500 – 3 pary, od 1500 do 2100 m – 4 pary, ponad 2100 m – 6 par. Pierwsza para znaków namalowana jest 150 m od progu drogi startowej, a każda następna także co 150 m. Pasy powinny mieć szerokość 1,8 m i występować w odstępach co 1,5 m przy minimalnej długości 22,5 m; **3** – oznaczenie punktu przyziemienia – malowane jest na pasach startowych o długości ponad 1800 m i w odległości 300 m od progu drogi startowej. Malowane pasy mają długość od 45 do 60 m i szerokość 10 m; **4** – oznaczenie krawędzi drogi startowej; **5** – oznaczenie linii centralnej, zwykle pasami o długości 30 m z przerwami co 20 m; **6** – numer drogi startowej; **7** – strefa przyziemienia

4.6.1. Oznaczenia stosowane na końcach drogi startowej



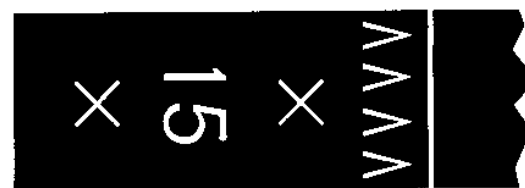
Próg drogi startowej przesunięty na stałe.
Koniec pasa możliwy dla ruchu samolotów.



Próg drogi startowej przesunięty czasowo.
Koniec pasa możliwy dla ruchu samolotów.



Próg drogi startowej przesunięty na stałe.
Koniec pasa niezdatny dla ruchu samolotów.

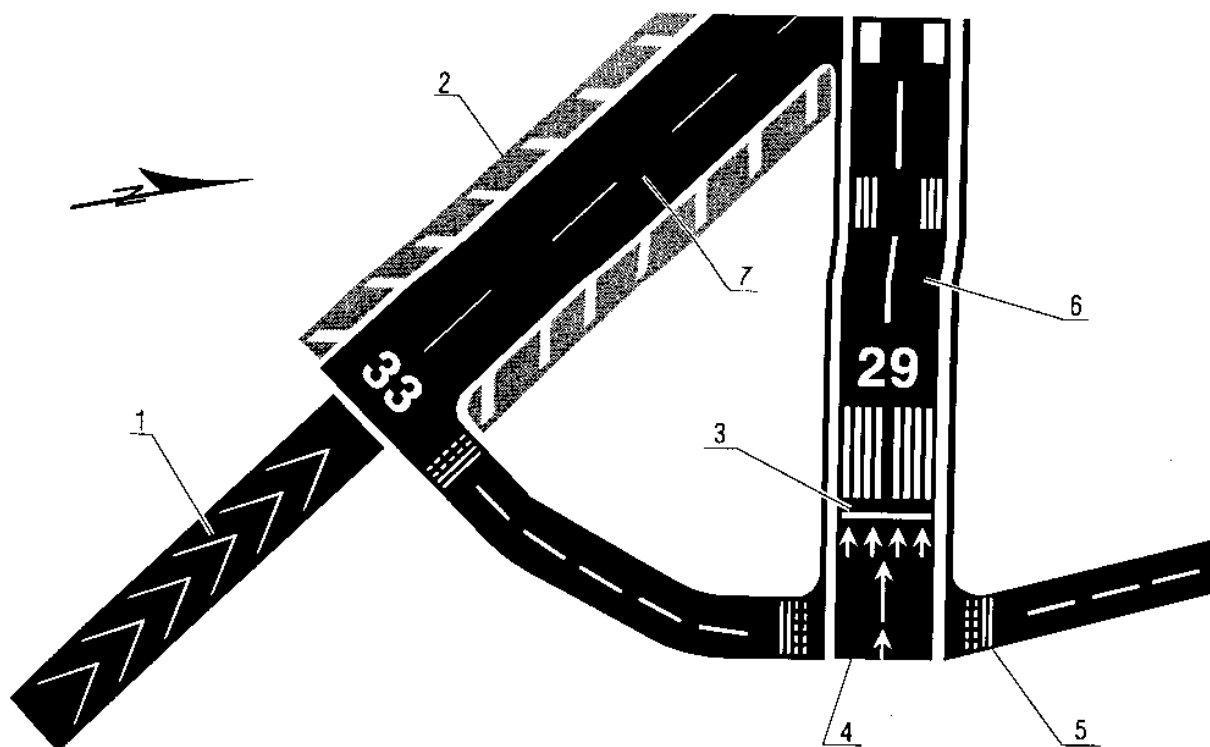


Próg drogi startowej przesunięty czasowo.
Koniec pasa niezdatny dla ruchu samolotów.

Oznaczenie końca drogi startowej (przed progiem) przy długości ponad 60 m. Strzałki wskazują kierunek do progu. Część ta nie nadaje się do kołowania, startu i lądowania, ale może być wykorzystana w przypadku przerwania startu do zakończenia dobiegu z kursem odwrotnym. Także jest wykorzystywana jako element zabezpieczenia lotniska przed strumieniem gazów silników odrzutowych startujących od początku drogi startowej.

W rejonach końców drogi startowej, choć już na drodze kołowania zwykle namalowane są linie oznaczające punkty oczekiwania (*holding point*), przed którymi muszą się zatrzymać samoloty w oczekiwaniu na zezwolenie na zajęcie pasa startowego (tak aby nie zakłócać pracy systemu anten urządzeń ILS).

Oznakowanie typowych elementów pokazuje rysunek 126.



Rys 126. Przykład typowego oznakowania różnych dróg startowych oraz występowania ograniczeń w użytkowaniu:

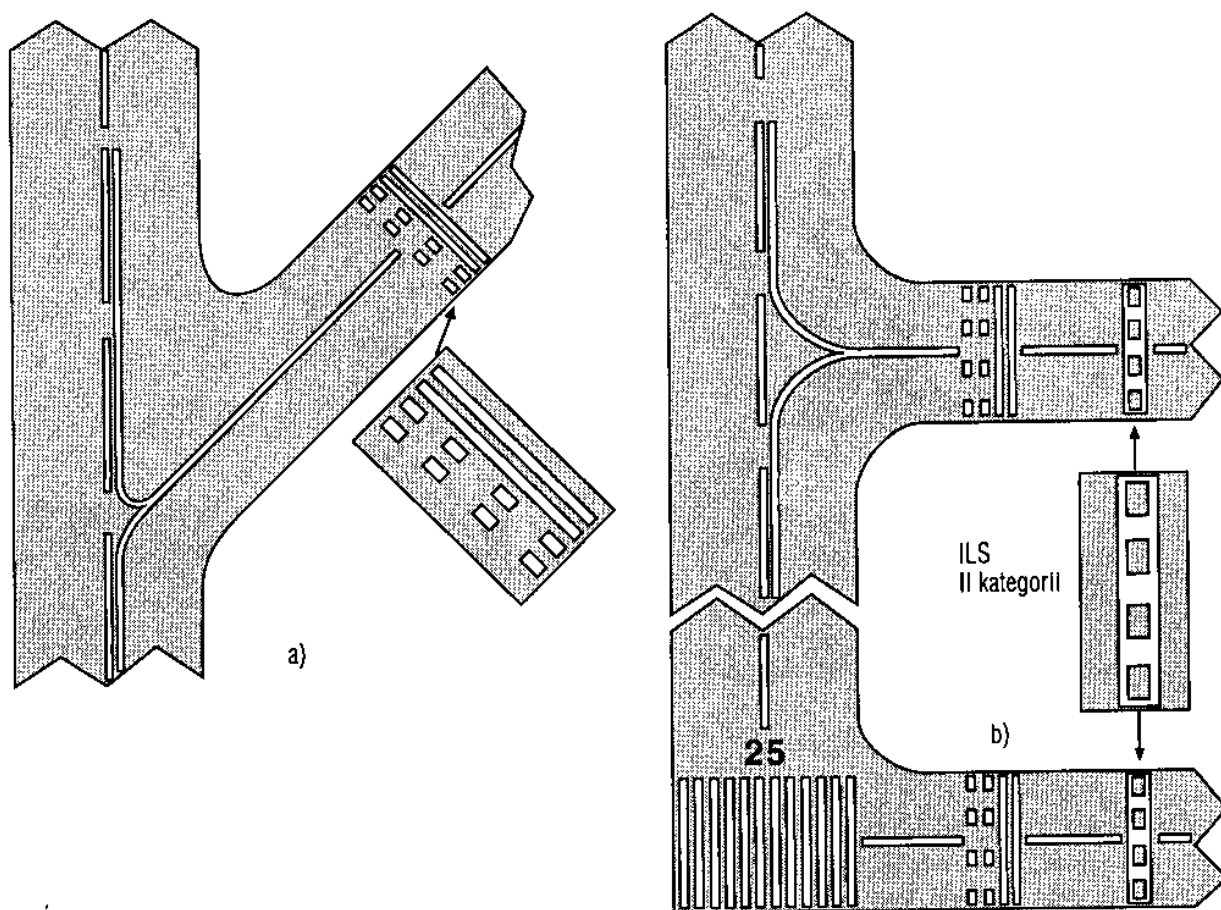
1 – wybieg dla przerwania startu (*stopway*) oraz płaszczyzna zabezpieczająca trawiastą część lotniska przed strumieniem gazów silników odrzutowych (*blast pad*); 2 – nieużyteczne pobocza pasa; 3 – przesunięty próg drogi startowej; 4 – część drogi startowej nadającej się tylko do kołowania i startu (bez lądowania); 5 – linie oczekiwania przed wkołowaniem na pas (*hold lines*), zwykle w odległości 125 - 250 stóp od osi drogi startowej; 6 – droga startowa przygotowana do lądowań wg systemu ILS (II kategorii); 7 – droga startowa, na którą nie przewiduje się podejść wg ILS. Jeśli jej długość wynosi ponad 1200 m i mogą tam lądować samoloty odrzutowe, wtedy może być również zaznaczone miejsce przyziemienia.

4.6.2. Znaki i oznaczenia zalecane przez ICAO na skrzyżowaniach dróg kołowania

Na lotniskach o dużej liczbie dróg kołowania oraz tam, gdzie występują dwie drogi startowe (lub więcej) przy dużym nasileniu lotów, orientowanie

się w ruchu naziemnym jest sporym problemem. Dotyczy to zwłaszcza warunków nocnych lub sytuacji, gdy widzialność pozioma jest ograniczona. Dużym ułatwieniem dla pilota w takiej sytuacji są znaki ustawiane przy drogach kołowania, przy czym znaki mogą być ustawiane zarówno po jednej jak i po dwóch stronach. Bardzo pomocne są także oznakowania poziome na drodze kołowania w postaci linii często z oznaczeniem nazwy poszczególnych dróg – szczególnie w rejonach rozgałęzień i skrzyżowań.

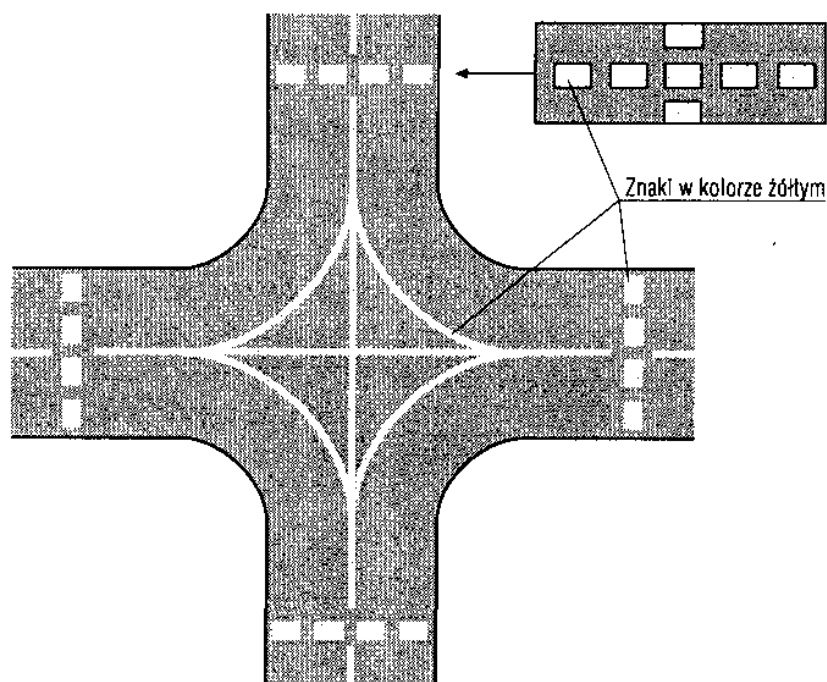
Poniższe przykłady zaczerpnięte z wydawnictwa JEPPESEN pokazują warianty oznakowań. Niezależnie od pokazanych znaków pilot ma do pomocy, gdy zachodzi potrzeba, system znaków świetlnych (choć nie wszędzie), a w ostateczności, do pomocy jest samochód prowadzący z obsługi lotniska tzw. „*follow me*” (postępuj za mną), który zawsze jest w gotowości aby doprowadzić samolot po lądowaniu na wyznaczone miejsce postoju lub z miejsca postoju do punktu oczekiwania przed pasem.



Rys. 127. System oznakowania punktu oczekiwania przed pasem (*holding point*), gdy nie ma możliwości zakłócenia pracy systemu ILS (lub ILS nie funkcjonuje, rys. a) oraz oznaczenie punktu oczekiwania na większej odległości przed pasem (60 m), gdy lądowania odbywają się wg II lub III kategorii, lub podstawa chmur jest niższa niż – 800 stóp (około 240 m) a widzialność poniżej 2NM (około 4 km) i bliższe oczekiwanie samolotu mogłoby źle wpływać na pracę systemu ILS (rys. b)

Oprócz oznakowań poziomych występują przy drogach kołowania także znaki nakazujące i informacyjne. Znaki nakazujące są koloru czerwonego, a informacyjne żółtego.

Przykłady różnych znaków z wydawnictwa JEPPESEN.

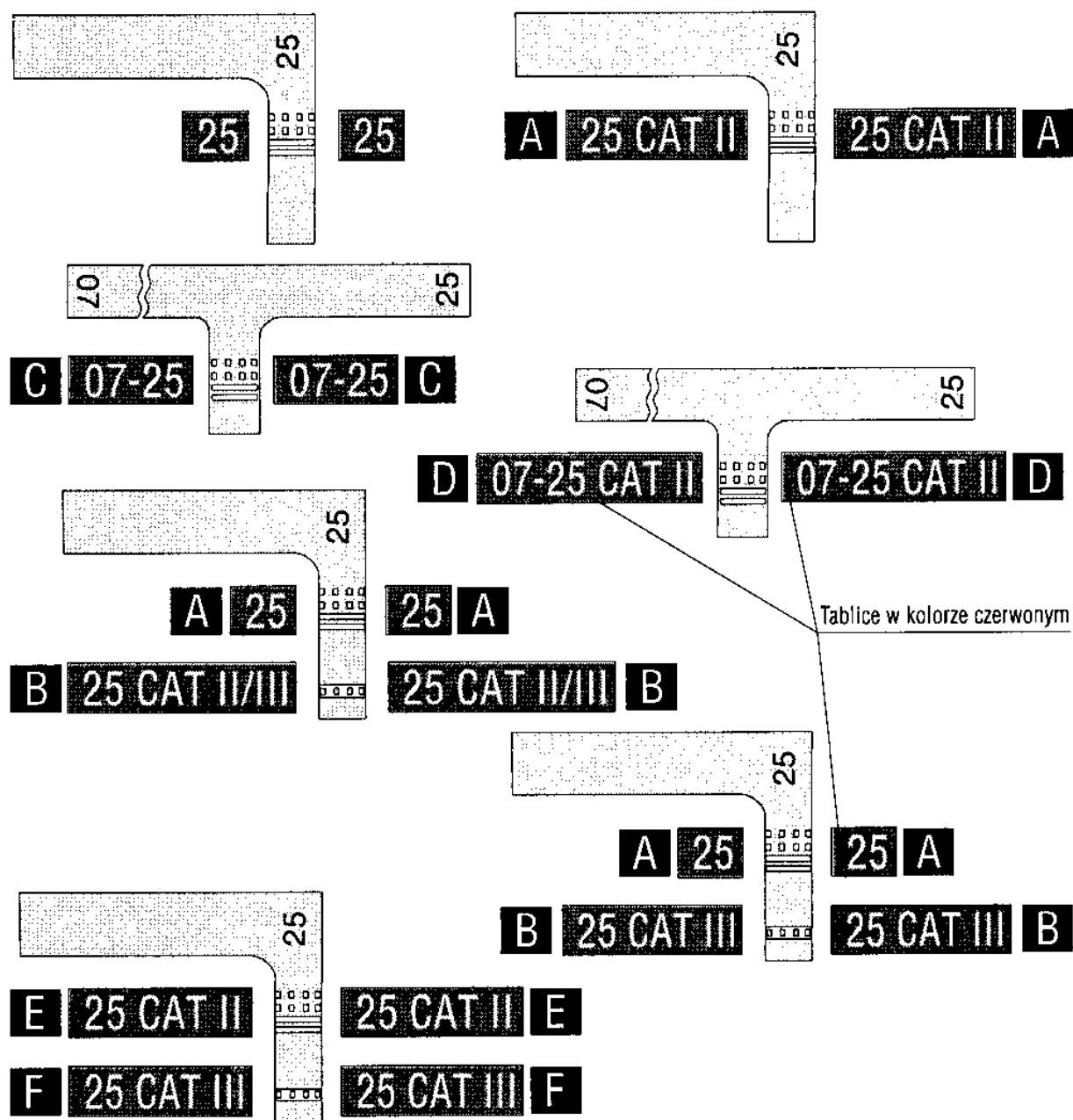


Rys. 128. System oznakowania skrzyżowania dwóch dróg kołowania

- | | |
|--|---|
| | — skrzyżowanie dróg kołowania pasa 15 - 33. Próg pasa 15 jest na lewo, a pasa 33 na prawo (tablica w kolorze czerwonym) |
| | — oznaczenie punktu oczekiwania przed pasem dla II kategorii lądowania (podstawa 30 m widzialność 400 m) (tablica w kolorze czerwonym) |
| | — oznaczenie punktu oczekiwania przed pasem dla II i III kategorii lądowania (widzialność - 210 m (700 stóp) (tablica w kolorze czerwonym) |
| | — oznaczenie zakazu wejścia w dany rejon lotniska (tablica w kolorze czerwonym) |
| | — informacja - kierunek w prawo do pasa 10 oraz do strefy cargo |
| | — informacja - pas 18 jest na prawo, a długość pasa do startu wynosi 2000 m |
| | — informacja - do dróg kołowania 3, 4 i 8. Kołować należy zgodnie ze strzałkami (tablica w kolorze żółtym, napisy czarne) |
| | — informacja - pas 10 i strefa cargo znajdują się na wprost. Kołowanie drogą kołowania w prawo jest zakazane (tablica w kolorze żółtym, napisy czarne, znak zakazu ma tło czerwone) |

Rys. 129. Zalecane znaki nakazujące i informacyjne do stosowania na lotniskach wg ICAO

Typowe oznakowanie pozycji oczekiwania na drogach kołowania wraz ze znakami poziomymi malowanymi na betonie:



Rys. 130. Typowe oznakowania punktu oczekiwania przed pasem

4.7. SYSTEMY ŚWIETLNE LOTNISK

Sposób oświetlenia lotniska, a szczególnie podejścia do lądowania może mieć decydujący wpływ na pewność lądowania, szczególnie w nocy lub przy minimalnych warunkach pogodowych. Stosowane są następujące główne kolory w oświetleniu lotnisk:

- czerwony – przeszkody oraz światła na podejściu do lądowania;
- biały – drogi startowe;
- niebieski – drogi kołowania;

– zielony – próg drogi startowej.

W niektórych systemach oznaczania świetlnej ścieżki zniżania, oraz w oświetleniu krawędzi końcówek pasa (ostatnie 600 m) występuje też kolor bursztynowy (lub pomarańczowy).

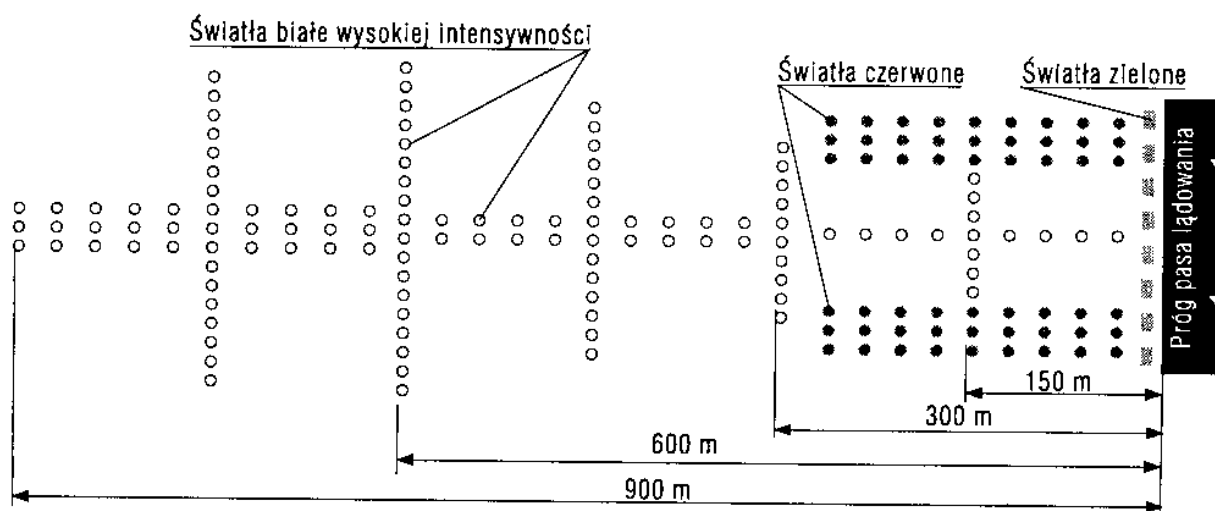
W normalnych warunkach system świetlny podejścia do lądowania sięga do 900 m od progu pasa przy systemach lądowania przyrządowego i do 500 m przy systemach nieprecyzyjnych. Ponadto w systemach oświetleniowych występują lampy błyskowe świecące w układzie cyrkulacyjnym (efekt toczącej się świecącej kuli w stronę progu pasa), lampy pulsujące, a także światła kołowania, światła linii centralnej drogi startowej, strefy przyziemienia itp. Na schematach lotnisk zawsze jest zaznaczony system oświetleniowy, co pozwala pilotowi na odpowiednie przygotowanie się i zorientowanie (opis w formie schematu i skrótów opisowych).

Systemów oświetlenia lotnisk jest bardzo dużo, a ponadto nawet te same systemy są różnie modyfikowane, w zależności od lokalnych warunków – dlatego przed lotem warto szczegółowo zapoznać się z systemem oświetleniowym danego lotniska, na którym przewidziane jest lądowanie.

Nowoczesne systemy oświetleniowe są budowane w większości z regulowaną intensywnością świecenia. Chodzi o to, aby pilot możliwie wcześniej mógł zorientować się wzrokowo o swoim położeniu przed lądowaniem (przy minimum pogody), a jednocześnie jaskrawość światła (szczególnie w nocy) nie powinna przeszkadzać w lądowaniu. Sterować jaskrawością może kontroler, na prośbę pilota lub też bezpośrednio sam pilot (na niektórych lotniskach wyposażonych w klucz sterowania mikrofonowego tzw. PCL – *Pilot-controlled lighting*).

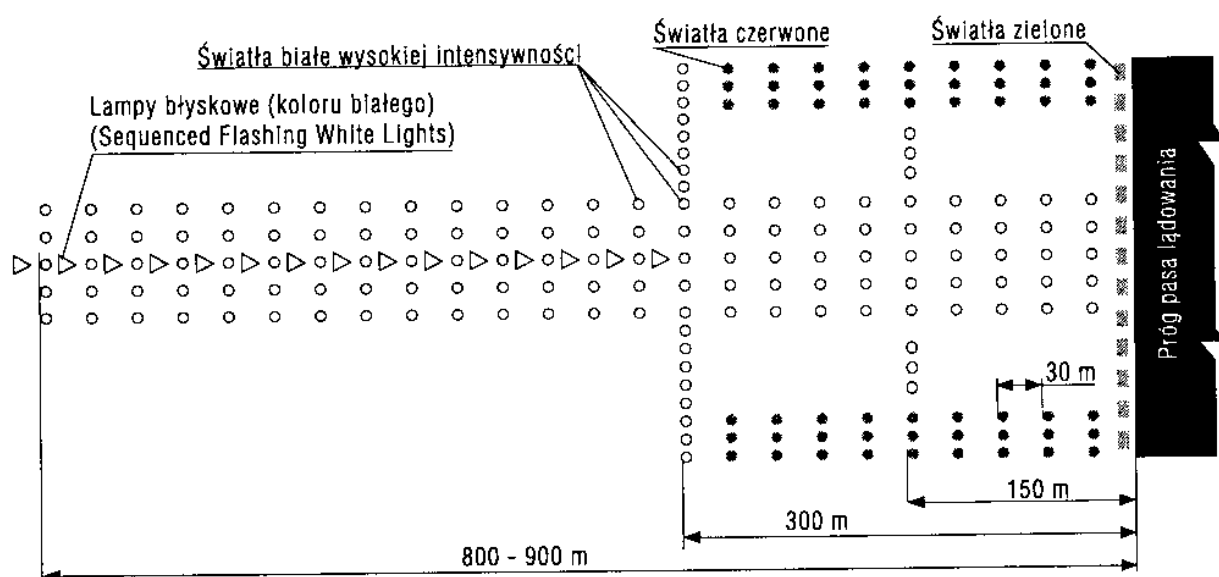
4.7.1. Systemy światła podejścia (ALS – *Approach Lighting System*)

Wszystkie istniejące systemy światła podejścia można bez większego błędu pogrupować w 3 grupy, są to: systemy stosowane w Europie Wschodniej typu SP-2, systemy typu CALVERT (brytyjskie) oraz systemy amerykańskie.

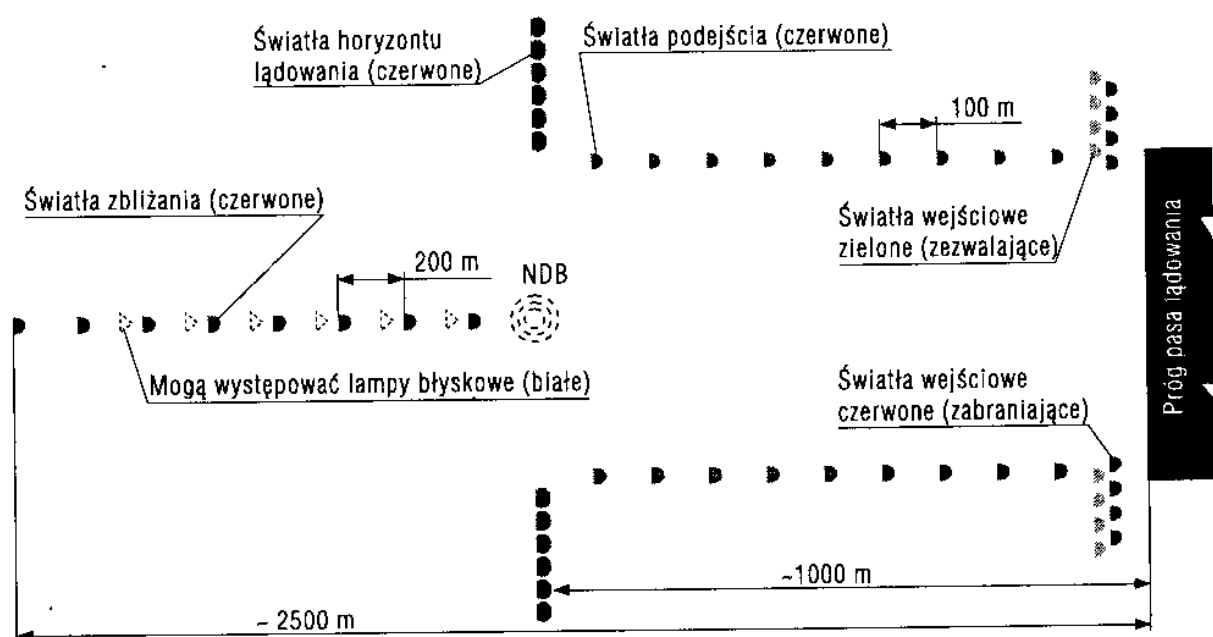


Rys. 131. Brytyjski system światła podejścia – CALVERT (II i III kategoria lądowania)

Opis i wygląd poszczególnych systemów przedstawiają poniższe schematy, przy czym pokazano systemy najbardziej rozbudowane, które mogą także pracować przy wyłączonych niektórych elementach, jeśli np. warunki pogodowe nie wymagają stosowania pełnego systemu.



Rys. 132. Amerykański system świateł podejścia – ALSF-2 (ze światłami błyskowymi)

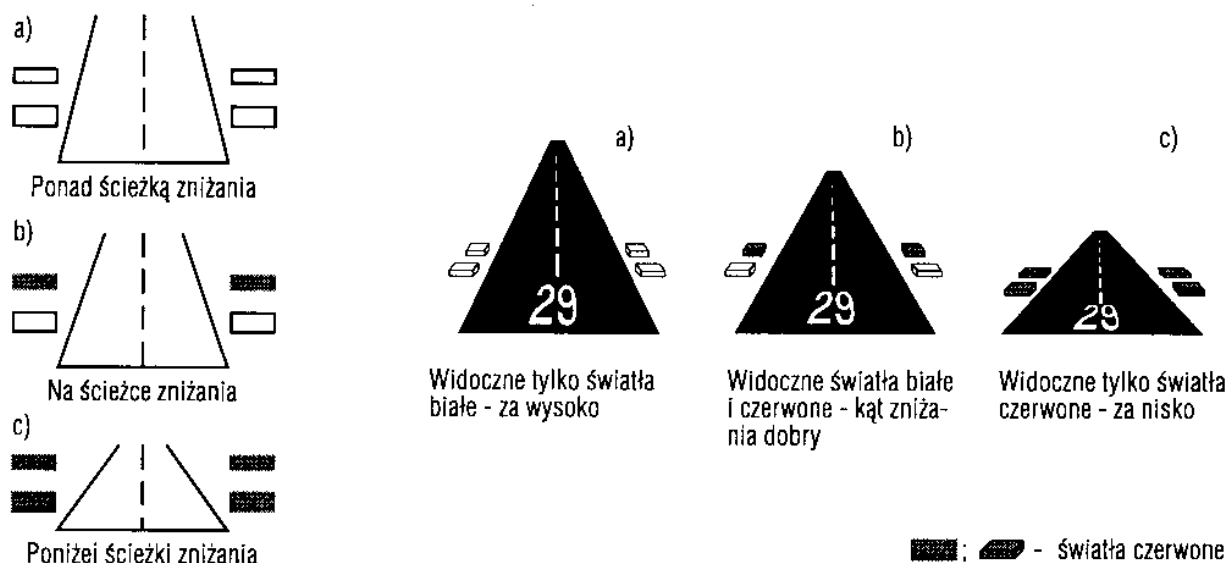


Rys. 133. System świateł podejścia systemu lotniskowego SP-2 (lotnisk wojskowych)

4.7.2. Systemy świetlne ścieżki zniżania

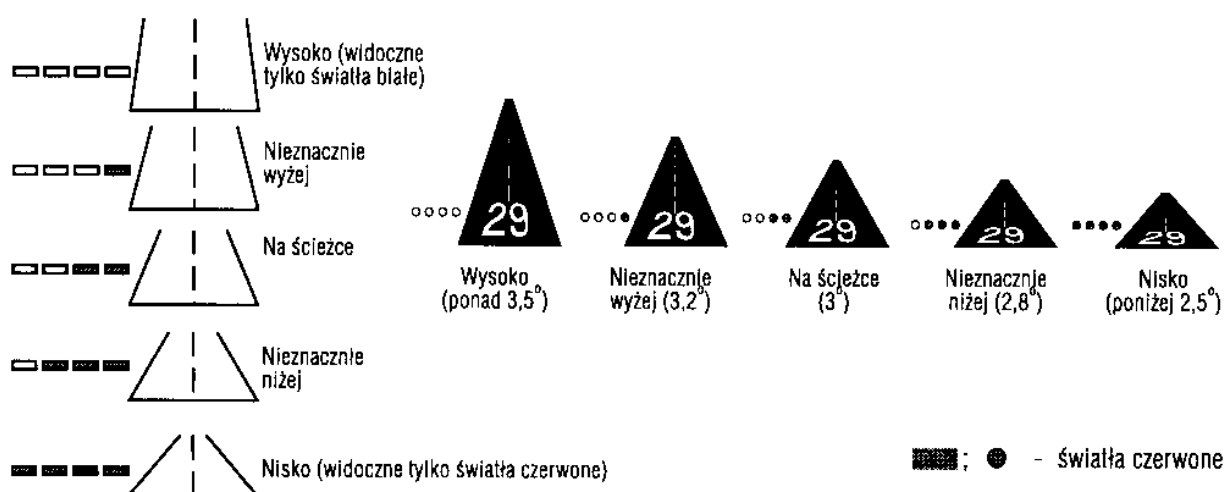
Świetlna ścieżka zniżania pozwala w końcówce podejścia do pasa określić precyzyjnie, czy samolot jest na, pod, lub nad wytyczoną ścieżką. Ocena kąta zniżania przy minimum pogody, szczególnie w nocy, może być niekiedy bardzo utrudniona.

W tym celu na lotniskach stosowane są powszechnie światła VASI (*Visual approach slope indicator*), PAPI (*Precision approach, path indicator*), TRCV (*Tri-color visual approach slope indicator*) oraz PLASI (*Pulsating visual approach slope indicator*). W systemie VASI występuje jeszcze odmiana T-VASI. Zasadę pracy poszczególnych systemów pokazują poniższe rysunki, przy czym ogólna zasada jest prosta: niskie podejście zawsze jest połączone z widzialnością czerwonych świateł, a wysokie z widzialnością tylko białych. Jednoczesna widoczność świateł białych i czerwonych upewnia pilota, że samolot znajduje się na prawidłowej ścieżce zniżania.



Rys. 134. System standardowy świateł VASI składający się z dwóch zestawów świateł z lewej i prawej strony drogi startowej

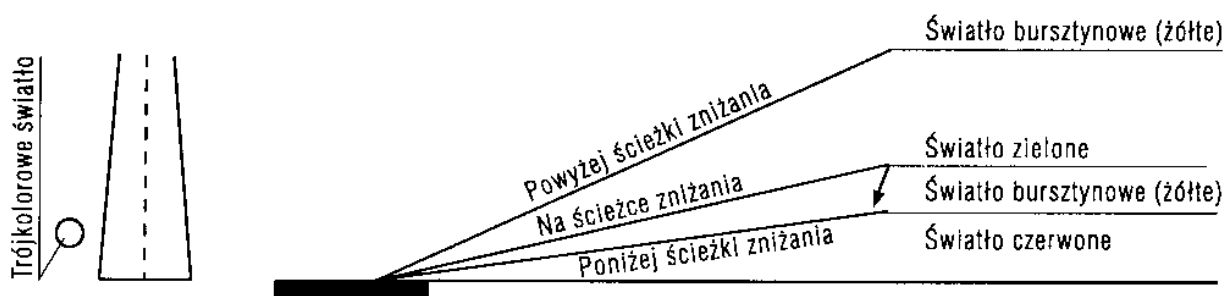
W systemie uproszczonym VASI światła mogą znajdować się tylko z lewej strony pasa startowego, a w systemie rozbudowanym po każdej stronie pasa mogą znajdować się po trzy zestawy świateł.



Rys. 135. Zasada wskazań ścieżki zniżania PAPI

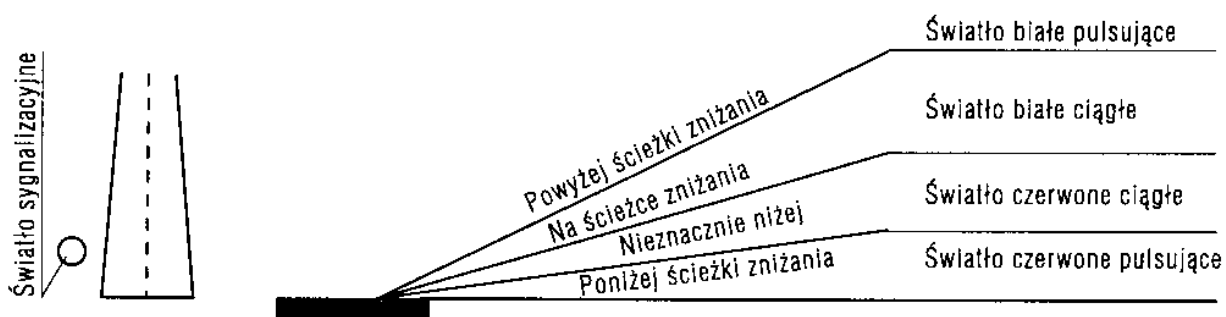
Precyzyjna ścieżka zniżania PAPI, jak wynika z rysunku 135, pracuje na podobnej zasadzie jak światła VASI, z tym że światła ustawione są w rzędzie

tylko z jednej strony pasa (lewej). W przypadku wykorzystania czterech lamp, określenie czy samolot jest "nad" lub "pod" ścieżką, może być rozszerzone o jeszcze dokładniejsze określenie – "nieznacznie wyżej" lub "nieznacznie niżej".



Rys. 136. Zasada wskazań trójkolorowej ścieżki zniżania VASI. Światło trójkolorowe jest zwykle umieszczone z lewej strony pasa

Uwaga! W czasie zniżania od światła zielonego do czerwonego zmiana koloru następuje poprzez światło bursztynowe (żółte).



Rys. 137. Zasada wskazań pulsującej ścieżki zniżania

4.7.3. Wybrane skróty używane w literaturze lotniczej do określania systemów oświetlenia

- HALS – (*High Intensity Approach Light System*) – światła podejścia wysokiej intensywności
- HIRE – (*High Intensity Runway Edge Lighting*) – krawędziowe światła pasa wysokiej intensywności
- RCLS – (*Runway Centerline Light System*) – światła linii centralnej pasa
- SFL – (*Sequenced Flasher Lights*) – światła błyskowe
- TDZ – (*Touchdown Zone Lighting System*) – światła strefy przyziemienia
- ALSF – (*Approach Light System with Sequenced Flashing Lights*) – świetlny system podejścia ze światłami błyskowymi
- MI – (*Medium Intensity*) – światła średniej intensywności
- LDIN – (*Sequenced Flashing Lead-in Lights*) – błyskowe światła naprowadzające
- HST-H – (*High Speed Taxiway*) – droga szybkiego kołowania z pasa (zwykle z centralną zieloną linią światła, H – nazwa drogi)

- MALSR – (*Medium Intensity Approach Light System with Runway Alignment Indicator Lights*) – średniej intensywności światła podejścia ze światłami pasa
- RL – (*Low Intensity Runway Lights*) – światła pasa niskiej intensywności
- REIL – (*Runway End Identifier Lights*) – światła progowe pasa
- ODALS – (*Omni-Directional Approach Light System*) – ogólnokierunkowy system świateł podejścia
- SALS – (*Short Approach Light System*) – skrócony system świateł podejścia.

4.8. PROCEDURY W LOTACH WEDŁUG WSKAZAŃ PRZYZRZĄDÓW

W lotach wg wskazań przyrządów rozróżniamy następujące główne procedury:

- odlotu (i dolotu);
- podejścia;
- zmniejszenia uciążliwości hałasu;
- nastawiania wysokościomierzy.

Procedury nastawiania wysokościomierzy zostały omówione w podrozdziale 4.4.

Ze względów pilotażowych oraz ze względu na różnorodność sposobów najważniejsze są procedury podejścia i głównie one zostały opisane.

Procedury zmniejszenia uciążliwości hałasu dotyczą przede wszystkim dużych samolotów turboodrzutowych, a problem sprowadza się do wyboru odpowiednich dróg startowych, tras odlotowych i dolotowych oraz sposobu naboru wysokości.

Procedury odlotu z kolei uwarunkowane bywają wymogami terenu wokół lotniska oraz wymogami ruchu lotniczego. Na lotniskach, gdzie ruch tego wymaga, stosowane są standardowe trasy odlotu wg wskazań przyrządów (SID – *Standard Instrument Departure*) oraz standardowe doloty wg wskazań przyrządów (STAR – *Standard Instrument Arrival*).

Przykład procedury standardowego dolotu i odlotu pokazano na rys. 94 i 95.

4.8.1. Procedury podejścia

Procedury podejścia można rozpatrywać w trzech grupach jako:

- podejścia precyzyjne (z wykorzystaniem ILS i radaru precyzyjnego – PAR);
- podejścia nieprecyzyjne (z wykorzystaniem VOR lub NDB);
- podejścia z widocznością (z okrażeniem).

Procedura podejścia wg wskazań przyrządów może mieć pięć oddzielnych segmentów. Są to:

- dolot (*Arrival Segment*);
- podejście początkowe (*Initial Approach Segment*);
- podejście pośrednie (*Intermediate Approach Segment*);

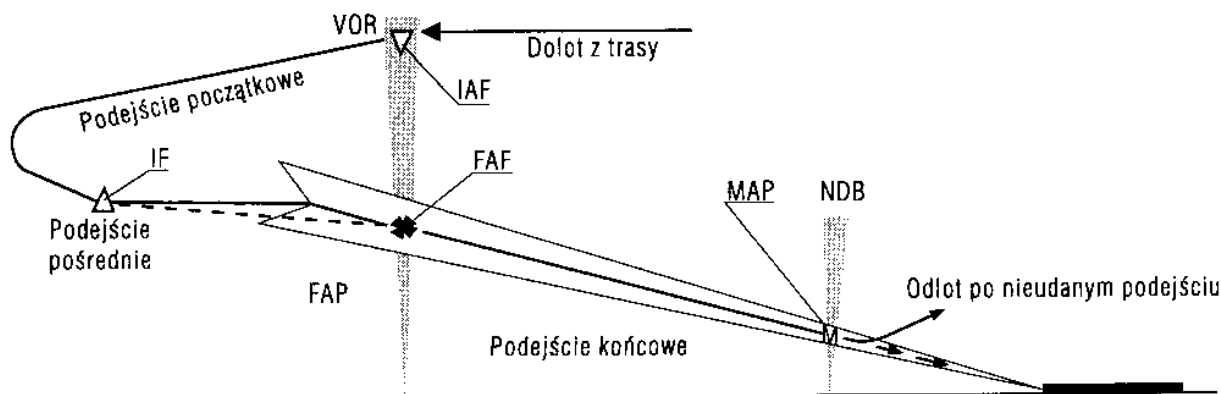
- podejście końcowe (*Final Approach Segment*);
- odlot po nieudanym podejściu (*Missed Approach*).

Każdy segment rozpoczyna się w określonym miejscu, które może być odpowiednio zaznaczone na schemacie podejścia i dlatego warto znać poszczególne stosowane skróty. I tak:

- IAF – (*Initial Approach Fix*) – pozycja rozpoczęcia podejścia początkowego
- IF – (*Intermediate Approach Fix*) – pozycja rozpoczęcia podejścia pośredniego
- FAP – (*Final Approach Point*) – punkt rozpoczęcia podejścia końcowego (dla podejść precyzyjnych)
- FAF – (*Final Approach Fix*) – pozycja rozpoczęcia podejścia końcowego (dla podejść nieprecyzyjnych)
- MAP – (*Missed Approach Point*) – punkt rozpoczęcia procedury po nieudanym podejściu (czasem może być użyty skrót – MAPt).

W praktyce poszczególne segmenty podejść (lub raczej fazy podejścia) układają się różnie, w zależności od lokalnych uwarunkowań ruchu lotniczego. Na lotniskach, gdzie do kontroli ruchu stosowany jest radar, bardzo często trudno w ogóle wyodrębnić oddzielne fazy podejścia, gdyż samolot praktycznie od końcowego punktu trasy, cały czas jest prowadzony na końcową prostą (wektorowany) wg manewrów wynikających z konkretnej sytuacji (tak co do kierunku jak i wysokości).

Przykładowy wariant podejścia z podziałem na poszczególne segmenty przedstawia rysunek 138.



Rys. 138. Segmenty podejścia oraz sposób oznakowania na mapach podejścia do lądowania (wariant)

4.8.1.1. Dolot

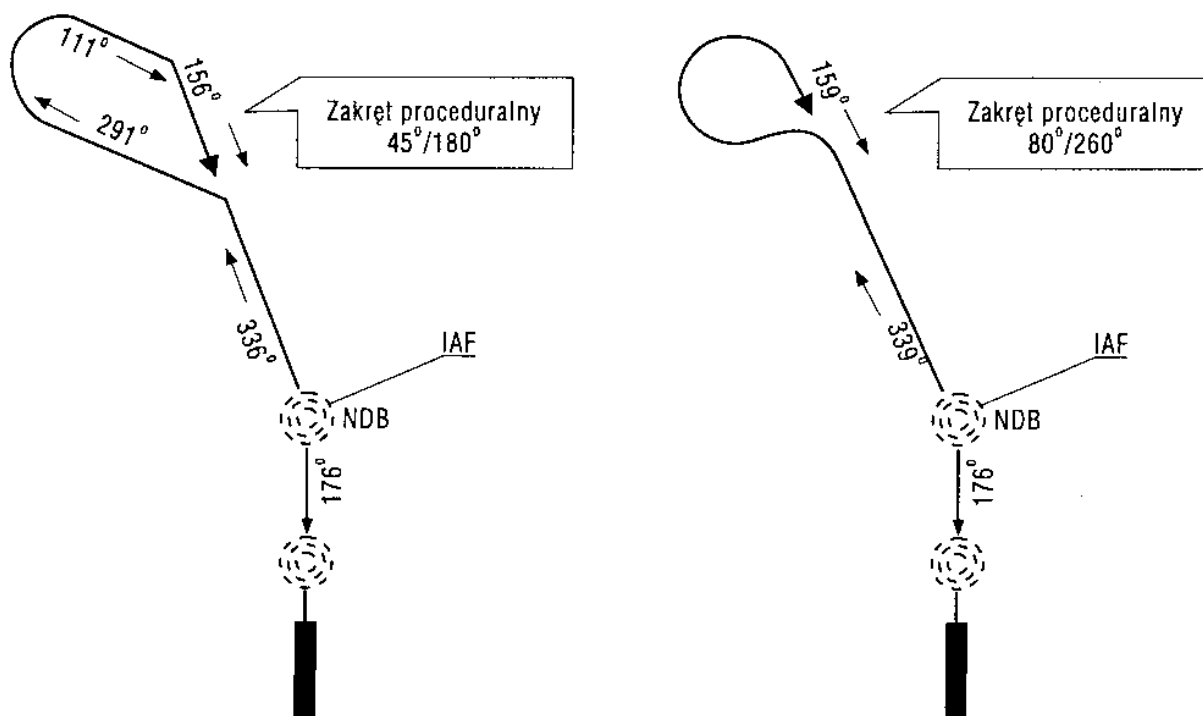
Dolot jest to końcowy odcinek trasy ustalony w procedurze podejścia, kończący się przeważnie nad pomocą radionawigacyjną, lub inaczej określonym punktem (np. za pomocą radialu i odległości podawanej przez DME). Przy dolocie do IAF z wykorzystaniem łuku wg DME lub innego pomocniczego manewru, zwykle w tej części podejścia znajduje się skrót "NoPT" – informujący, że przedstawiany manewr nie jest zakretem proceduralnym (*No procedure turn*). Na etapie dolotu odbywa się też zwykle zmiana warun-

ków lotu z przelotowych na warunki wykonania podejścia oraz зниження до wysokości будови маневру.

4.8.1.2. Podejście początkowe

Podejście początkowe umożliwia wyprowadzenie samolotu na prostą do lądowania. Powinno ono umożliwić kontynuację podejścia pośredniego przy maksymalnym kącie zbieżności z osią lądowania do 90° dla podejść precyzyjnych i do 120° dla podejść nieprecyzyjnych. Jeżeli nie ma możliwości bezpośrednio z trasy zbudować takiej procedury, wówczas stosuje się dodatkowe manewry przedstawione poniżej. Istnieją w zasadzie powszechnie stosowane trzy manewry:

a) procedura z nawrotem – **zakręty proceduralne** (*procedure turns*)

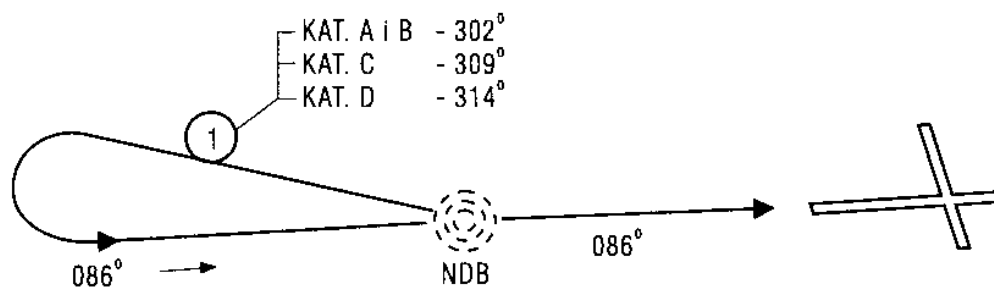


Rys. 139. Przykład zakrętów proceduralnych zastosowanych do podejścia na pas 176° na lotnisku RINAS-TIRANA

Ogólnie czas odlotu od pomocy nawigacyjnej wynosi od 1 - 3 min (w przykładzie wyżej jest to lot z kursem 336° lub odpowiednio 339°). Natomiast, czas lotu w zakręcie proceduralnym $45^\circ/180^\circ$ po odchyleniu o 45° wynosi 1 min dla kategorii samolotów A i B oraz 1,15 min dla kategorii CD i E. Wlot z trasy do procedury z nawrotem powinien odbyć się w sektorze $\pm 30^\circ$ do linii drogi odlotu;

b) procedura z nawrotem – **zakręty podstawowe** (*base turns*)

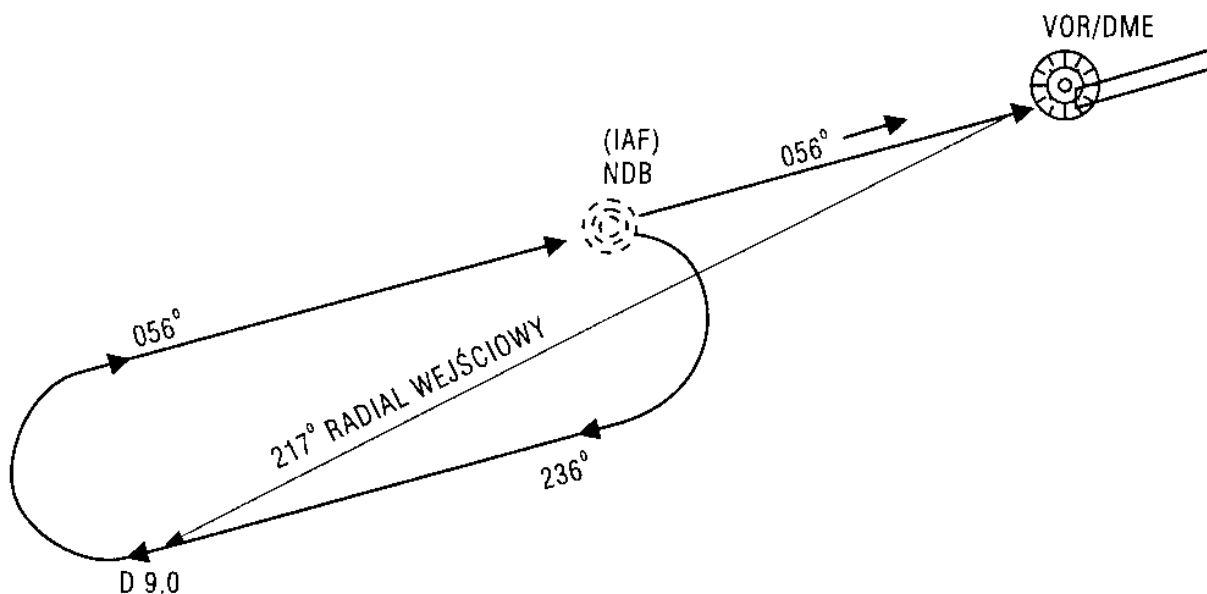
Ogólnie czas odlotu od pomocy nawigacyjnej wynosi od 1 - 3 min (w przykładzie powyższym 1 min) lub najczęściej punkt rozpoczęcia zakrętu na końcową prostą określany jest odległością DME (o ile DME występuje w wyposażeniu lotniska);



Rys. 140. Przykład zakrętu podstawowego zastosowanego do podejścia na pas 086° na lotnisku SKAVSTA koło SZTOKHOLMU

c) procedura z **dwoma zakrętami po 180°** (*racetrack procedure*)

Procedurę z dwoma zakrętami po 180° stosuje się zazwyczaj przy dołotach nad określony punkt z różnych kierunków, gdy brak jest odległości przy podejściu wprost z trasy dla wytracenia wysokości, lub też w celu zwiększenia operatywności systemu podejścia. Procedurę z dwoma zakrętami po 180° bardzo często stosuje się też dla wyprowadzenia na końcową prostą celem przechwycenia wiązki ILS podejścia wg VOR lub VOR z DME. Czas odlotu liczy się od trawersu pomocy nawigacyjnej, lub osiągnięcia kursu odlotu. Moment (pozycja) zakrętu na końcową prostą może być też określony wg DME i radialu.



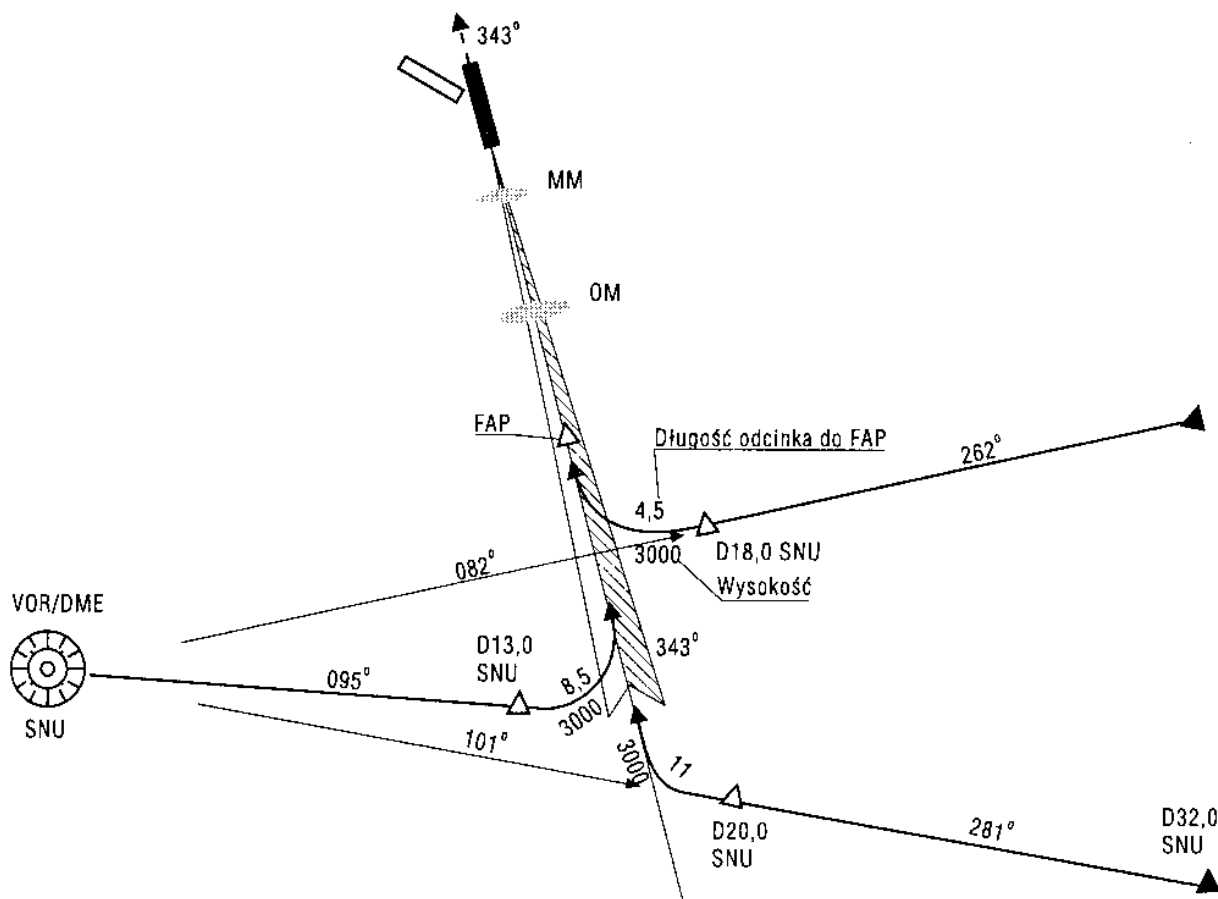
Rys. 141. Przykład procedury podejścia do lądowania dwoma zakrętami po 180° na pas 056° lotniska PIRKKALA w TAMPERE wg NDB VOR DME

Ogólnie czas odlotu na kursie odwrotnym wynosi od 1 do 3 min.

4.8.1.3. Podejście początkowe według segmentu zliczeniowego
(*dead reckoning segment*)

Jest to przypadek właściwy tylko dla podejścia z wykorzystaniem ILS. Niekiedy wykorzystując VOR lub VOR/DME będący w pobliżu wiązki ILS moż-

na, w oparciu o jego wskazania, obliczyć podejście do przechwycenia ścieżki ILS pod kątem 45° , bez stosowania innych zbędnych manewrów. Punkt przechwycenia wiązki ILS jest początkiem podejścia pośredniego. Odległość punktu, od którego rozpoczyna się manewr, w celu przechwycenia wiązki ILS, nie powinna być większa niż 10NM od osi wiązki. Poniżej przedstawiono przykład wejścia w wiązkę ILS metodą segmentu zliczeniowego dla pasa 34 lotniska SCHWECHAT-WIEDEN.



Rys. 142. Przykład procedury podejścia do lądowania wg ILS na lotnisku SCHWECHAT na pas 34 $^\circ$ z wykorzystaniem segmentów zliczeniowych w oparciu o VOR/DME SNU

4.8.1.4. Podejście pośrednie

Podejście pośrednie to odcinek procedury podejścia według wskazań przyrządów, zawarty pomiędzy punktem początku podejścia pośredniego (IF) a punktem początku podejścia końcowego (FAF lub FAP). Zwykle w czasie podejścia pośredniego następuje wypuszczenie podwozia oraz klap (przeważnie w położenie startowe) oraz zmniejszenie wartości zniżania pionowego. Na tym etapie należy też zmniejszyć do minimum wszystkie odchylenia w pionie i poziomie, aby możliwie najdokładniej osiągnąć punkt początku podejścia końcowego. Podczas podejścia pośredniego przewyższenie nad przeszkodami, jakie jest wymagane, zmniejsza się z 300 m do 150 m, w strefie podstawowej.

4.8.1.5. Podejście końcowe

W czasie podejścia końcowego następuje ostateczne ustalenie parametrów do lądowania tak wg kierunku jak i wysokości. Podejście końcowe może być wykonane do drogi startowej w celu lądowania bezpośredniego, bądź do lotniska w celu wykonania manewru z widzialnością. Odcinek podejścia końcowego zawiera się pomiędzy punktami FAF lub FAP a punktem MAP.

Sposób wykonania podejścia końcowego jest szczególnie istotny w przypadku podejść nieprecyzyjnych i to zarówno, gdy jest określona pozycja FAF jak i również, gdy jej nie ma. Najistotniejszą sprawą jest utrzymanie właściwego gradientu zniżania, który publikowany jest zwykle w tabelce minimumów na każdej karcie podejścia do lądowania. W przypadku wykorzystania DME – w podejściu końcowym (procedura schodkowego zniżania) pilot jest obowiązany, zgodnie ze schematem na określonej odległości, utrzymywać nakazaną wysokość. W przypadku braku DME profil zniżania jest określony nakazanymi wysokościami przelotu nad pomocami radionawigacyjnymi.

W podejściach nieprecyzyjnych pozycja FAF zwykle znajduje się w odległości 9 km (5 NM) optymalnie i do 19 km (10 NM) maksymalnie, natomiast punkt FAP w podejściach precyzyjnych znajduje się na przecięciu nominalnej ścieżki schodzenia z wysokością podejścia pośredniego. Wejście na ścieżkę schodzenia następuje zwykle na wysokości względnej pomiędzy 300 a 900 m, co przy 3^o ścieżce schodzenia odbywa się na odległości pomiędzy 6 km (3 NM) a 19 km (10 NM), od progu drogi startowej.

W czasie podejścia wg ILS przyjmuje się założenie, że pilot nie odchyli samolotu od linii centralnej więcej niż na pół skali wskaźnika krzyżowego ILS. W czasie podejścia końcowego bardzo ważne są też ograniczenia końcowego zniżania tj. wysokość, na jakiej należy zakończyć zniżanie, gdy brak jest kontaktu wzrokowego z ziemią. Ograniczenia te wymienione są na kartach podejść do lądowania w opisie profilu zniżania i w tabelce warunków minimalnych. I tak:

- dla podejść precyzyjnych jest to **bezwzględna/względna wysokość decyzji** – DA/H (*Decision altitude/height*), na której rozpoczyna się procedurę po nieudanym podejściu;
- dla podejść nieprecyzyjnych jest to **minimalna bezwzględna/względna wysokość zniżania** – MDA/H (*Minimum descent altitude/height*), poniżej której zniżanie nie może być wykonane bez wzrokowego kontaktu z ziemią.

Na kartach podejść do lądowania w opisie profilu podejścia są także podawane bezwzględne/względne wysokości zapewniające **minimalne przewyższenie nad przeszkodami** – OCA/H (*Obstacle clearance altitude/height*), dla poszczególnych kategorii statków powietrznych.

MDA/H określa się przez dodanie do OCA/H dodatkowego zapasu wysokości wynikającego ze względów operacyjnych.

Nie należy się zniżać poniżej MDA/H dopóki:

- nie zostanie nawiązany kontakt wzrokowy z ziemią i nie będzie mógł być utrzymany;
- pilot nie będzie widział progu drogi lądowania;

- wymagane przewyższenie nad przeszkodami nie będzie mogło być utrzymane, a statek powietrzny nie znajdzie się w pozycji do wykonania lądowania.

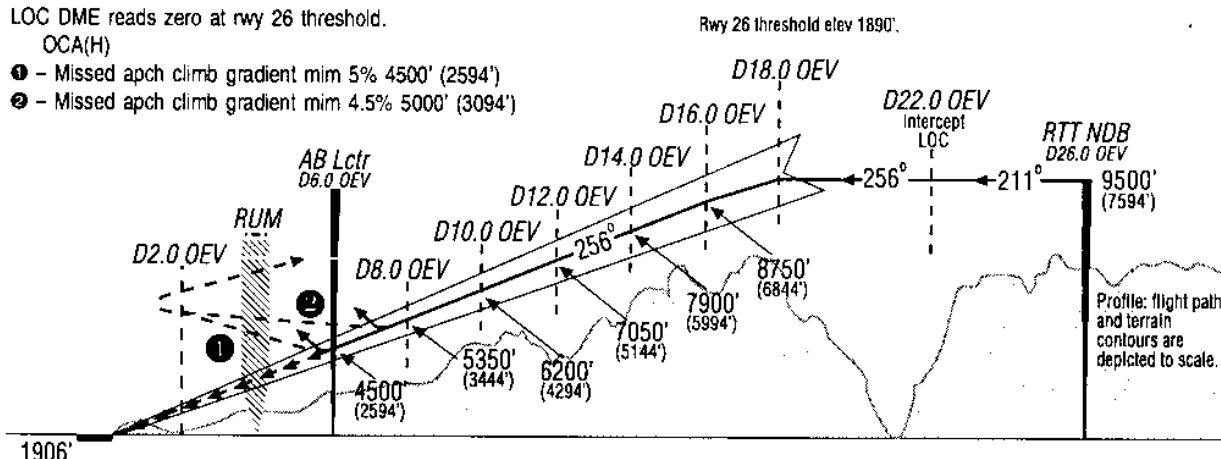
Rysunek 143 przedstawia szkic podejścia końcowego na lotnisku INN-SBRUCK na pas 26 wg lokalizatora ścieżki kierunku i radiodalmierza (LOC 111.1 OEV)

4.0° GS indication available between D18.0 OEV and MDA.

LOC DME reads zero at rwy 26 threshold.

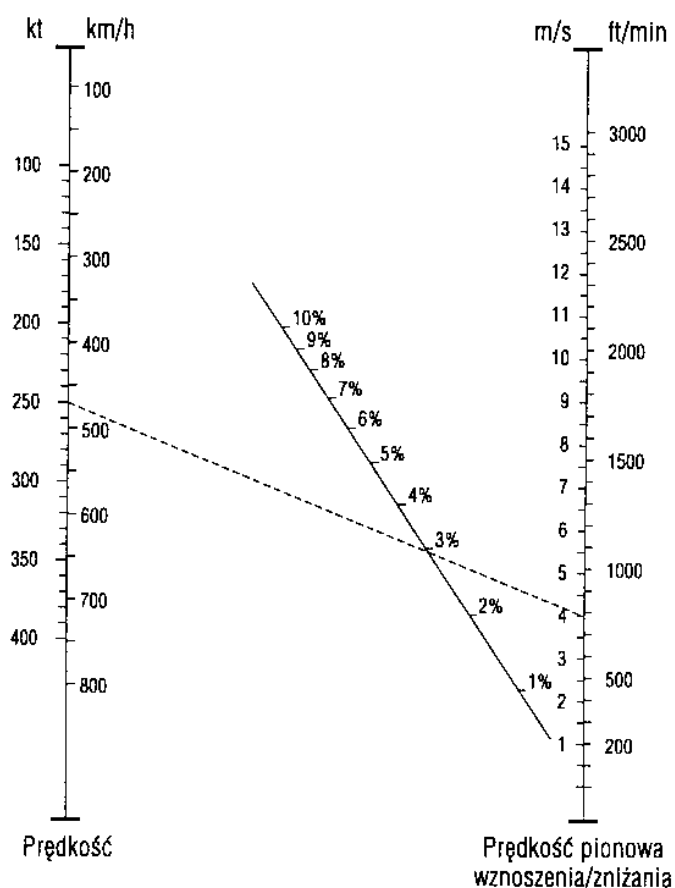
OCA(H)

- ① - Missed apch climb gradient min 5% 4500' (2594')
- ② - Missed apch climb gradient min 4.5% 5000' (3094')



Rys. 143. Przykład podejścia końcowego wg LOC DME Rwy 26 lotniska INNSBRUCK

Jak wynika ze szkicu po przechwyceniu ścieżki lokalizatora OEV od odległości 18 NM do 6 NM pilot jest zobowiązany co 2 NM kontrolować swoją wysokość w czasie zniżania (względną lub bezwzględną tzn. wg ciśnienia QFE lub QNH). MDA/H zależy od możliwości naboru wysokości przez statek powietrzny w przypadku nieudanego podejścia – w tym wypadku zostało to określone na 4500 stóp przy gradiencie wznoszenia 5% i 5000 stóp przy gradiencie wznoszenia 4,5%. Wysokość 4500 stóp powinna być w momencie przelotu *locatora* AB (NDB). Od tego momentu dalsze podejście musi odbywać się z widzialnością ziemi.



Od możliwości naboru wysokości przez statek powietrzny w przypadku nieudanego podejścia – w tym wypadku zostało to określone na 4500 stóp przy gradiencie wznoszenia 5% i 5000 stóp przy gradiencie wznoszenia 4,5%. Wysokość 4500 stóp powinna być w momencie przelotu *locatora* AB (NDB). Od tego momentu dalsze podejście musi odbywać się z widzialnością ziemi.

Rys. 144. Nomogram zamiany parametrów prędkości lotu i wznoszenia/zniżania na wartości gradientu wznoszenia/zniżania (nachylenia toru wznoszenia/zniżania)

Gradient wznoszenia/zniżania wyraża procentowy stosunek prędkości lotu do prędkości wznoszenia/zniżania. Temu samemu gradientowi odpowiadać mogą różne wartości prędkości lotu i prędkości wznoszenia/zniżania. Np. gradientowi wznoszenia 10% odpowiada V lotu 360 km/h i wznoszenie 10 m/s (36 km/h) lub V lotu 180 km/h i 5 m/s, a gradientowi wznoszenia 3% odpowiada np. prędkość 470 km/h i 4 m/s wznoszenia. Innymi słowy jest to stosunek zmiany wysokości do przebytej drogi w poziomie w tym samym czasie. Zasadę określania gradientu przedstawia rys. 144.

4.8.1.6. Odłot po nieudanym podejściu

*MAPt
Missed Approach Point*

Dla każdej procedury podejścia publikowana jest jedna procedura po nieudanym podejściu, której zadaniem jest zabezpieczyć wykonanie powtórnego manewru podejścia lub odejście na trasę powrotną.

Punktem rozpoczęcia procedury po nieudanym podejściu (MAPt) może być:

- punkt przecięcia się elektronicznej ścieżki schodzenia z odpowiednią DA/H;
- urządzenie nawigacyjne;
- określona pozycja;
- określona odległość od pozycji rozpoczęcia podejścia końcowego (FAF).

Normalne procedury oparte są na nominalnym 2,5% gradiencie wznoszenia po nieudanym podejściu.

Każda procedura składa się z trzech faz:

- początkowej – od punktu MAPt do rozpoczęcia wznoszenia;
- pośredniej – do osiągnięcia przewyższenia 50 m nad przeszkodami;
- końcowej – do osiągnięcia punktu, z którego można rozpocząć nowe podejście, oczekiwanie lub powrót do lotu po trasie. W tej fazie mogą być wykonywane ustalone zakręty.

Często po początkowym wznoszeniu (w fazie końcowej) niektóre samoloty muszą w locie poziomym rozpędzić się do odpowiedniej prędkości celem dalszego wznoszenia (jak w locie trasowym). Dla spełnienia tego wymagania, ustala się odcinek rozpędzania o długości 6 NM (11 km). Na mapach procedur podejścia w takim przypadku umieszcza się uwagę: "Wejść na wysokość... przed rozpędzaniem w locie poziomym", która to zwykle jest napisana innym drukiem niż pozostała informacja o procedurze po nieudanym podejściu. Całość informacji o procedurze po nieudanym podejściu jest opisana na mapie procedury podejścia, poniżej profilu podejścia, w osobnej rubryce. Przykład procedury po nieudanym podejściu pokazuje rysunek 145.

Opis procedury po nieudanym podejściu na tej karcie zawiera następującą treść:

"MISSED APPROACH:

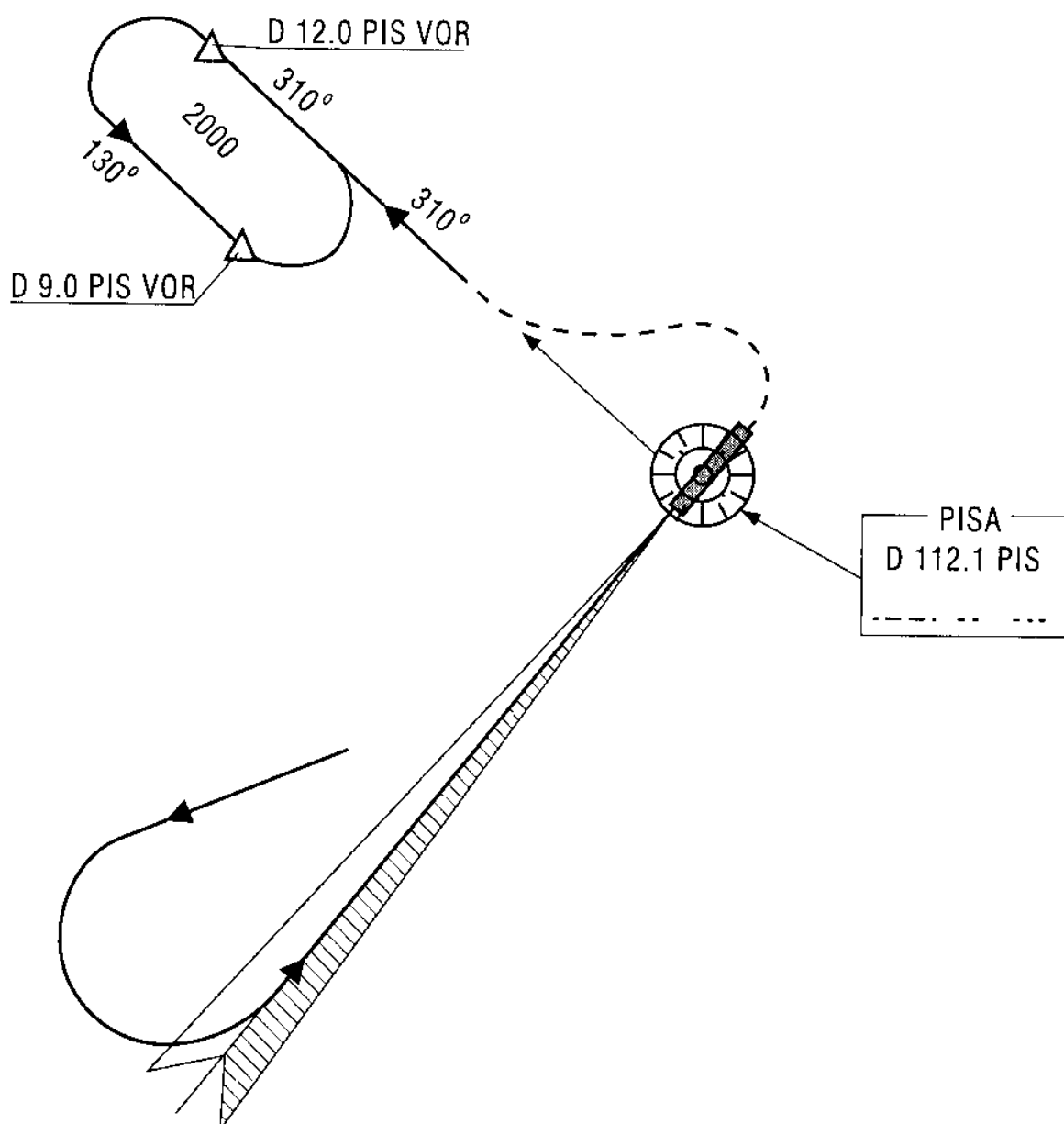
Climb STRAIGHT AHEAD to 500' (469'), then turn LEFT (MAX IAS 230 KT), intercept and follow R-310 outbound PIS VOR to D 12.0 PIS VOR climbing to 2000' (1996') and hold. Climb to 2000' (1996') prior to level acceleration. CAUTION: PISA MONUMENTAL AREA SHOULD BE AVOIDED."

Co oznacza:

“NIEUDANE PODEJŚCIE:

Wznosić się po prostej do 500 stóp (469 stóp wysokości względnej), po czym wykonać zakręt w lewo (prędkość przyrządowa maksymalnie 230 węzłów) przechwycić i następnie wykonać odlot na radialu 310° od VOR PIS do odległości 12.0 mil morskich od VOR PIS wznosić się do 2000 stóp (1996 stóp wysokości względnej) i oczekiwać. Wejść na wysokość 2000 stóp (1996 stóp) przed rozpędzaniem w locie poziomym. OSTRZEŻENIE: REJON KRZYWEJ WIEŻY W PIZIE POWINIEN BYĆ OMINIĘTY”.

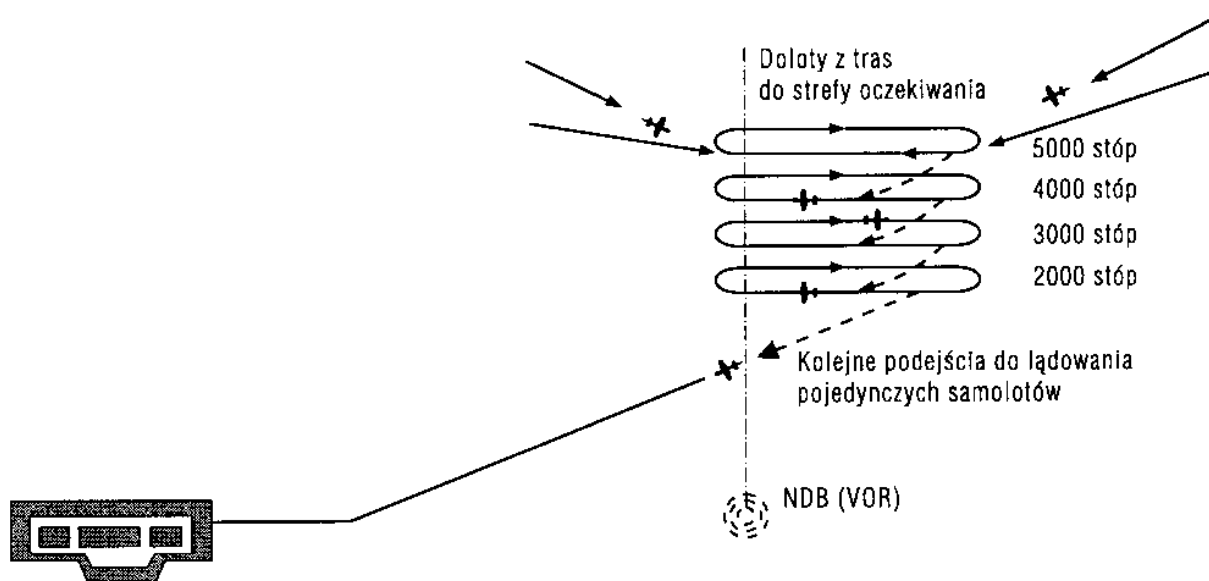
Ponadto, jak wynika z rysunku, oczekiwanie odbywa się na określonym radialu na odległości od 12 do 9 mil morskich od VOR PIS, na wysokości 2000 stóp. Oczywiście, dalsza procedura będzie zależała od służb kontroli ruchu lotniczego.



Rys. 145. Przykład procedury po nieudanym podejściu wg ILS na pas 04R lotniska SAN GIUSTO w PIZIE

4.9. PROCEDURY OCZEKIWANIA (HOLDING PROCEDURES)

Procedura oczekiwania to ustalony manewr, który zapewnia utrzymanie się statku powietrznego w określonej przestrzeni powietrznej, podczas oczekiwania na dalsze zezwolenie. Samolot zbliżający się do lotniska nie zawsze od razu może rozpocząć podchodzenie do lądowania. Niekiedy natężenie ruchu lotniczego powoduje, że kontrola lotów grupuje samoloty wg wysokości w strefie oczekiwania, skąd kolejno poszczególne samoloty wykonują dopiero podejścia. Strefy oczekiwania zwykle wyznaczone są nad punktami radio-nawigacyjnymi lub w oparciu o nie w miejscach dogodnych do rozpoczynania podejścia do lądowania, jak pokazano na rysunku 146.



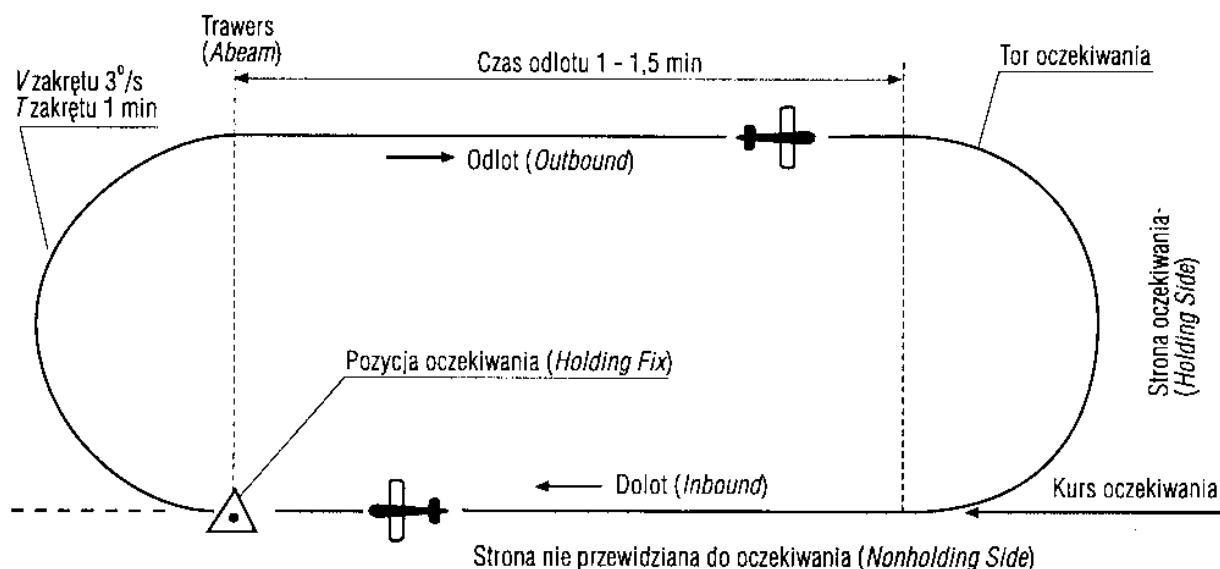
Rys. 146. Wariant usytuowania przylotniskowej strefy oczekiwania w oparciu o NDB (VOR)

4.9.1. Standardowa strefa oczekiwania (prawostronna)

Kształt strefy oczekiwania, jej elementy i zasady ruchu są określone przepisami ICAO. Prędkości w strefie oczekiwania dla samolotów kategorii A i B powinny być nie większe niż 315 km/h (170 kt). Wszystkie zakręty należy wykonywać z kątem przechylenia 25° lub z prędkością $3^\circ/s$, gdy zapewnia ona mniejsze przechylenie. Odmierzanie czasu przy odlocie rozpoczyna się nad pozycją oczekiwania lub na jej trawersie, zależnie od tego co następuje później. Jeżeli pozycja trawersu nie może być określona, należy rozpocząć odmierzenie czasu po zakończeniu zakrętu na kierunku odlotu.

Wokół strefy oczekiwania w odległości 5 NM (9,3 km) znajduje się jeszcze strefa buforowa, która chroni samoloty w strefie oczekiwania przed zderzeniem z innymi samolotami będącymi w pobliżu, gdyż w praktyce niemożliwe jest utrzymanie wiernego kształtu strefy oczekiwania (wpływ wiatru, różne prędkości samolotów). Minimalną wysokość w strefie oczekiwania zabezpiecza 300 m (1000 stóp) przewyższenia nad przeszkodami w strefie. Czas trwania odlotu (dla warunków bezwietrznych) na kursie odlotu nie powinien przekraczać 1 min – do wysokości 4250 m i 1,5 min – na

wysokościach większych. Tam, gdzie w użyciu jest DME – długość drogi odlotu może być określana odległością zamiast czasem.

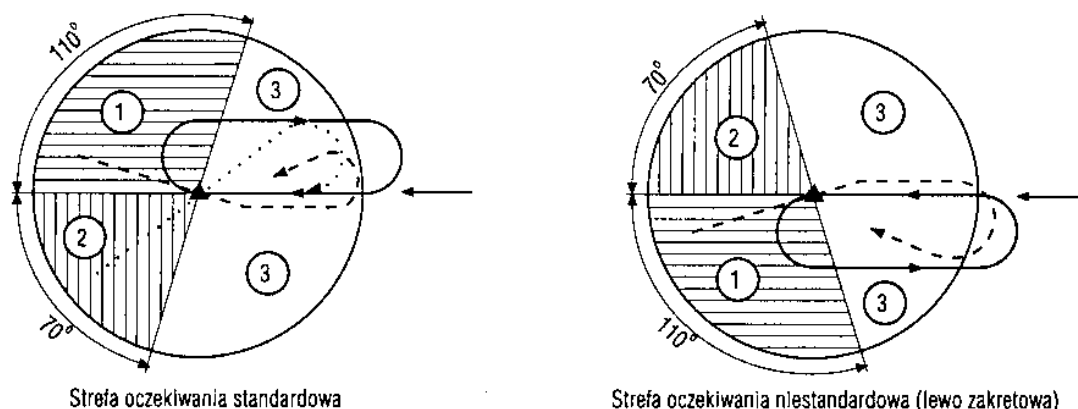


Rys. 147. Elementy standardowej strefy oczekiwania (zakręty w prawo)

W praktyce spotyka się także lewostronne strefy oczekiwania (niestandardowe).

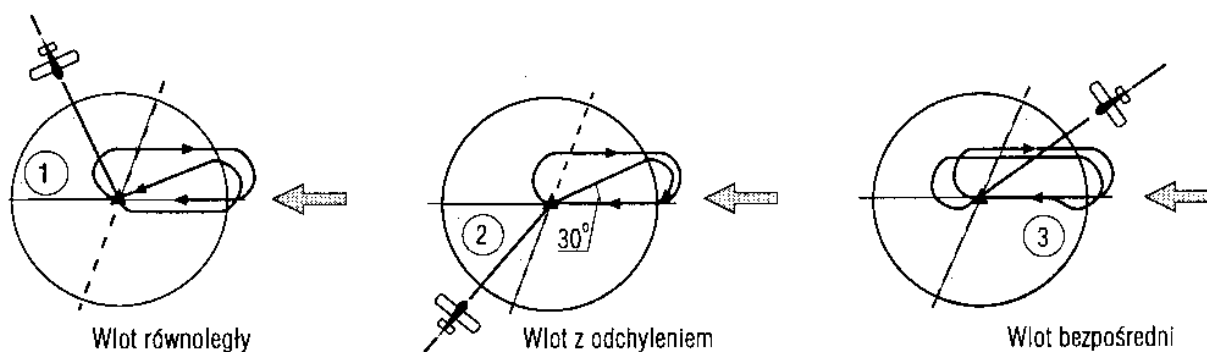
4.9.2. Sposoby wlotu w strefę oczekiwania

Wlot na tor oczekiwania zależy od kursu wlotu do jednego z trzech sektorów wlotu (jak pokazano na rysunku 148). Sektory te są niezależne od kierunku ruchu wewnątrz strefy. W celu ułatwienia orientacji i przyjęcia właściwego sposobu wlotu w daną strefę można posługiwać się wcześniej przygotowanym schematem wykonanym na przezroczystym tworzywie, który po przyłożeniu do mapy, zgodnie z kursem wlotu, pokazuje jaki manewr wejścia jest właściwy (schemat taki jest też elementem linijki nawigacyjnej firmy Jeppesen – IFR ENROUTE PLOTTER).



Rys. 148. Sektory wlotu do strefy oczekiwania:
sektor 1 – wlot równoległy (*Parallel entry*); sektor 2 – wlot z odchyleniem (*Teardrop entry*); sektor 3 – wlot bezpośredni (*Direct entry*)

Szczegółowy sposób budowy manewru podczas wlotu z poszczególnych sektorów pokazują rysunki poniżej.



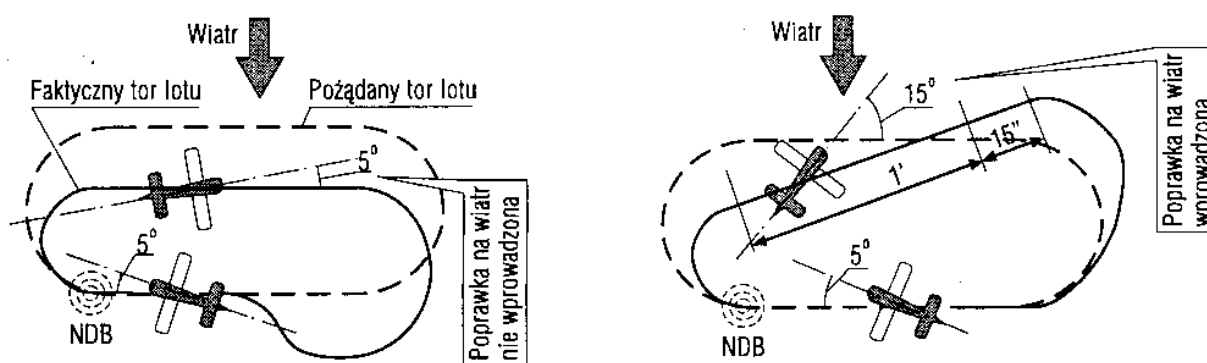
Rys. 149. Sposoby wlotu w strefę oczekiwania w zależności od sektora wlotu

4.9.3. Wprowadzanie poprawki na wiatr

Chcąc utrzymać wymagany kształt strefy oczekiwania, oraz aby właściwie gospodarować czasem lotu należy uwzględnić wpływ wiatru. Poprawkę szczególnie na wiatr boczny do kursu dolotu i odlotu można wprowadzać poprzez zmianę przechylenia w zakrętach (co jest jednak rzadko stosowane) lub poprzez utrzymywanie potrójnego kąta znoszenia w czasie odlotu, co jest bardziej wygodne. Dotyczy to oczywiście sytuacji, gdy czas odlotu jest standardowy tzn. wynosi 1 min. Poniżej przedstawiono tę właśnie metodę. Niezależnie od poprawki kątowej na kursie odlotu, również czas odlotu w takim przypadku należy skorygować wg zasady – zwiększyć czas o tyle sekund ile wynosi potrójna poprawka w stopniach. Np. jeśli poprawka na wiatr w czasie dolotu wynosiła 10° , to w czasie odlotu poprawka musi wynosić 30° , a więc czas odlotu zwiększy się także o 30 s, czyli będzie wynosił 1'30". Przy wiatrach wiejących pod kątem innym niż prostopadłe do kursu dolotu w kalkulacjach uwzględnić należy składową prostopadłą do toru lotu.

Wpływ wiatru wiejącego wzdłuż strefy oczekiwania uwzględniamy następująco:

- odlatując z wiatrem skracamy czas odlotu o tyle sekund, ile wynosi 1/2 prędkości wiatru w węzłach (kt) lub 1/4 w kilometrach na godzinę (km/h);



Rys. 150. Wprowadzanie poprawki na wiatr metodą potrójnego kąta znoszenia dla 1 minutowej strefy oczekiwania

- odlatując pod wiatr przedłużamy czas o tyle sekund, o ile wynosi prędkość wiatru w węzłach (kt) lub 1/2 w kilometrach na godzinę (km/h).
- Np. – wiatr czołowy na kursie odlotowym 30 km/h – czas odlotu = 1'.15";
- wiatr tylny na kursie odlotowym 30 km/h – czas odlotu = 0'.52".

4.9.4. Instrukcje oczekiwania (*Holding instructions*)

Strefy oczekiwania występują w większości systemów podejść do lotniska. Niekiedy mogą być także organizowane jako elementy lotów trasowych, wówczas występują w rejonach skrzyżowań tras lotniczych w pobliżu dużych lotnisk. Wszystkie niezbędne dane operacyjne, odnośnie sposobu wykorzystania danej strefy, umieszczone są na właściwych mapach. W przypadku wątpliwości pilot może żądać szczegółowego opisu procedury oczekiwania. Wówczas kontroler taką informację przekazuje w następującej kolejności:

- pozycja;
- poziom;
- droga dolotu;
- zakręty (w prawo lub w lewo);
- czas odlotu (w razie konieczności).

Np. "SP-ABC – oczekuj nad CZE VOR FL060, dolot z kątem drogi 090 stopni, zakręty w lewo, czas odlotu 1 minuta, spodziewany czas podejścia 18'.30". Spodziewany czas podejścia (EAT – *Expected approach time*) sugeruje pilotowi sposób jego wykorzystania w strefie, tzn. jeśli z otrzymanego czasu wynika, że podejście odbędzie się za 12 min – to wiedząc, że pełny manewr jednego okrążenia trwa 4 minuty – planuje trzy okrążenia, po których samolot powinien znaleźć się nad punktem oczekiwania w pozycji dolotowej, w gotowości do zwolnienia strefy i zajmowanej wysokości. Jest to szczególnie istotne przy dużym nasileniu ruchu, gdy utrzymuje się kolejka samolotów do lądowania. Właściwe wykorzystanie strefy oczekiwania przyczynia się do zwiększenia prędkości przepływu ruchu lotniczego w obszarze podejścia do lądowania i do oszczędzania czasu lotu i paliwa.

4.10. PLAN LOTU (*FLIGHT PLAN*)

Plan lotu to zbiór określonych informacji dotyczących zamierzonego lotu (lub części lotu) statku powietrznego, dostarczonych bezpośrednio przed lotem organom służby ruchu lotniczego. Plan lotu sporządza się na odpowiednim formularzu, który to jest zatwierdzony jako dokument ICAO. Sposób wypełnienia formularza planu lotu określają również szczegółowo przepisy ICAO oraz uzupełniają przepisy danego kraju, zgodnie z danymi zawartymi w AIP danego państwa. Plan lotu składa się na lotnisku w biurze odpraw załóg, nie później niż 30 min przed planowanym czasem startu (można to uczynić także przez środki łączności). Jeżeli start nie nastąpi w ciągu 30 min po planowanym czasie, wówczas należy powtórnie podać nowy przewidywa-

ny czas startu (czas odblokowania). Przewidywany czas odblokowania (*Estimated off-block time*), jest to przewidywany czas, w którym statek powietrzny rozpocznie manewry związane z odlotem. Plan lotu z jednej strony, jak powiedziano wyżej, jest zbiorem informacji na temat planowanego lotu, a z drugiej jest zobowiązaniem dowódcy-pilota, że dane w nim zawarte będą przestrzegane przez załogę w czasie lotu. Plan lotu składa się zawsze, tak dla lotów IFR jak i VFR, jeśli ma być zapewniona służba kontroli ruchu lotniczego. Formularz planu lotu wypełnia się w dwóch egzemplarzach. Jeden przeznaczony jest dla dowódcy statku powietrznego, a drugi pozostaje w służbie ruchu lotniczego, na przechowaniu.

Formularz planu lotu mogą wypełniać:

- dowódca statku powietrznego lub upoważniony przez niego członek załogi, lub upoważniony przedstawiciel użytkownika statku powietrznego;
- wyznaczeni pracownicy służby ruchu lotniczego.

Numeracja rubryk na formularzu planu lotu nie zachowuje ciągłości, co jest celowym ustaleniem wynikającym z zasad wysyłania depeesz operacyjnych pomiędzy organami kontroli ruchu lotniczego (numery rubryk odpowiadają numerom pól w depeeszach ATS). Plan lotu może być także zgłoszony z powietrza (AFIL – *Air filed flight plan*) właściwemu organowi ruchu lotniczego co najmniej 10 min przed przewidywanym osiągnięciem granicy przestrzeni powietrznej kontrolowanej.

4.10.1. Zasady wypełniania planu lotu

Plan lotu wypełnia się począwszy od punktu 7. Wszystkie czasy zegarowe wpisywać należy w postaci 4 cyfr (godziny i minuty) wg czasu UTC, tzn. czasu uniwersalnego (*Co – ordinated universal time*). Rubryki poprzedzające punkt 3 wypełniane są przez służby ruchu lotniczego. Poszczególne dane wpisuje się w rubrykach od pierwszej klatki. Zbędnych klatek nie wypełnia się.

Punkt 7 – Znak rozpoznawczy statku powietrznego (maksymalnie 7 znaków).

W rubryce tej wpisuje się znak wywoławczy statku powietrznego, zgodny ze znakiem rejestracyjnym np. SPAEC lub znak siedmioliterowy np. LOSP LSB, co oznacza: LO – skrót radiotelefoniczny linii lotniczych LOT, a pozostałe litery oznaczają znak rejestracyjny samolotu, można też wpisać LO 717, co oznacza: LO – jak poprzednio a 717 jest numerem rozpoznawczym danego rejsu.

Uwaga. Postanowienia dotyczące używania radiotelefonicznych znaków wywoławczych są zawarte w przepisach telekomunikacji lotniczej. Zaakceptowane przez ICAO oznaczniki i oznaczniki telefoniczne użytkowników zawarte są w wydawnictwie Doc 8585 – *Designators for Aircraft Operating Agencies, Aeronautical Authorities and Services* (oznaczniki dla użytkowników, władz lotniczych i służb).

Punkt 8 – Przepisy wykonywania lotu i rodzaj lotu (1 lub 2 znaki pisarskie).

Przepisy wykonywania lotu.

W rubrykę, w celu oznaczenia przepisów wg których ma być wykonany lot, wpisać jedną z następujących liter:

PLAN LOTU Flight plan			
PRIORYTETY Priority FF		ADRESAT Addressee	
DZIEŃ I GODZINA ZGŁOSZENIA Filing time		NADAWCA Originator	
DOKŁADNE OKREŚLENIE ADRESATA I LUB NADAWCY Specific identification of addressee and/or originator			
3. RODZAJ PRZEPISY Message type FPL	7. ZNAK, POZDROWIENIE, STATKU Aircraft identification	8. PRZEPISY WYKONYWANIA LOTU Flight rules	RODZAJ LOTU Type of flight
9. LICZBA Number	14. STATKOWY Aircraft	KATEGORIA TURBULENCJI Wake turbulence category	10. WYPOSAŻENIE Equipment
13. LOTNISKO DOCELOWE Destination aerodrome	CZAS Time		
15. PRĘDKOŚĆ PRZELIOTOWA Cruising speed	POZIOM Level	TRASA Route	
CAŁKOWITY PRZEWIDYWANY CZAS PRZELOTU Total EET			
16. LOTNISKO DOCELOWE Destination aerodrome	17. LOTNISKO ZAPASOWE ALTN aerodrome	2. LOTNISKO ZAPASOWE 2nd ALTN aerodrome	
18. INNE INFORMACJE Other information			
INFORMACJE UZUPELNIANIE NIE NALEŻY PRZEKAZYWAĆ W DEPESZACH FPL Supplemental information (Not to be transmitted in FPL messages)			
19. ZAPAS PALIWA Endurance	LICZBA OSÓB NA POKŁADZIE Persons on board	RADIOWE URZĄDZENIA RATOWNICZE Emergency radio	
WYPOSAŻENIE DO PRZETRZYWANIA / Survival equipment	KAMIZELKI / Jackets		
POLARNE / Polar	LAMPKI / Lights		
PUSTYNNE / Desert	FLUORES / Fluores		
MORSKIE / Maritime	UHF		
DŻUNGLOWE / Jungle	VHF		
	ELBA		
LICZBA / Number	POJEMNOŚĆ / Capacity		
PRZYKRYCIE / Cover	KOLOR / Colour		
KOLOR STATKU I OZNACZENIA Aircraft colour and markings			
UWAGI Remarks			
DOPOWÓDCA STATKU Pilot-in-command			
ZŁOŻONY PRZEZ / Filed by	MIEJSCE NA DOBĄTKOWE WYMAGANIA Space reserved for additional requirements		

Rys. 151. Wzór formularza planu lotu ICAO

- I – IFR;
- V – VFR;
- Y – najpierw IFR;
- Z – najpierw VFR.

Jeżeli w tej rubryce wpisujemy literę Y lub Z, to w rubryce 15 – Trasa, określić należy od jakiego punktu ma nastąpić zmiana przepisów.

Rodzaj lotu.

Wpisać jedną z następujących liter:

- S – lot rozkładowy lotnictwa komunikacyjnego;
- N – lot nierozkładowy lotnictwa komunikacyjnego;
- G – lot lotnictwa ogólnego;
- M – lot wojskowy;
- X – lot innego rodzaju niż podane wyżej (np. szkolny, a w rubryce 18 po literach RMK wpisać słowo “szkolny”).

Punkt 9 – Liczba i typ statków powietrznych oraz kategoria turbulencji w śladzie aerodynamicznym.

Liczba statków powietrznych (1 lub 2 znaki pisarskie).

Wpisać liczbę statków powietrznych tylko wtedy, gdy jest ich więcej niż jeden.

Typ statków powietrznych (2 – 4 znaki pisarskie).

Wpisać właściwy oznacznik zawarty w wydawnictwie ICAO Doc. 8643 – *Aircraft Type Designators* (oznaczniki typów statków powietrznych) lub jeżeli samolot takiego oznacznika nie posiada, albo w przypadku lotu grupowego z udziałem kilku typów samolotów wpisać ZZZZ, a w punkcie 18 – Inne informacje, po wyrażeniu TYP, wpisać liczby i typy statków powietrznych.

A oto niektóre oznaczniki typów:

- PA34 – Piper “Seneka” III;
- O42 – Zlin-42;
- O142 – Zlin-142;
- POW4 – “Wilga”;
- POA2 – AN-2;
- POG1 – “Gawron”;
- POK6 – “Kruk”;
- PO11 – “Koliber”;
- O200 – “Morawa”;
- C182 – Cessna 182.

Kategoria turbulencji w śladzie aerodynamicznym (1 znak pisarski).

Wpisać jedną z następujących liter:

- H – CIĘŻKI – statki powietrzne o masie ponad 136 000 kg;
- M – ŚREDNI – statki powietrzne o masie startowej mniejszej niż 136 000 kg lecz większej niż 7 000 kg;
- L – LEKKI – masa startowa poniżej 7 000 kg.

Punkt 10 – Wyposażenie.

Urządzenia radiokomunikacyjne i nawigacyjne oraz pomoce podejścia.

Wpisać jedną z następujących liter:

N – jeżeli na pokładzie nie ma wyposażenia w pomoce COM (radio-komunikacyjne) i NAV (radionawigacyjne) lub wyposażenie jest niesprawne;

S – jeżeli na pokładzie znajduje się sprawne standardowe wyposażenie COM/NAV.

Za standardowe wyposażenie uważa się VHF RTF (radiostacja z przedziału bardzo wielkiej częstotliwości 30 - 300 MHz, zwykle z zakresem 118 - 136 MHz), ADF (radiokompas) VOR i ILS (radiolatarnia ogólnokierunkowa i system lądowania wg wskazań przyrządów).

Następnie wpisać jedną lub więcej z następujących liter określających posiadane sprawne wyposażenie COM/NAV:

A – LORAN A;

C – LORAN C;

D – DME;

E – Decca;

F – ADF;

H – HF RTF;

T – TACAN;

V – VHF RTF;

I – Nawigacja bezwładnościowa;

L – ILS;

M – Omega;

O – VOR;

P – Doppler;

R – RNAV;

U – UHF RTF;

Y – radiostacja z odstępem częstotliwości 8,33 kHz;

Z – inne posiadane wyposażenie.

Jeżeli litera Z została wpisana, to w punkcie 18 (Inne informacje) po skrócie COM lub NAV wpisać to wyposażenie.

Wyposażenie SSR (Radar wtórny dozoruowania).

Wpisać jedną z następujących liter, oznaczającą rodzaj posiadanego transpondera:

N – brak transpondera;

A – transponder – mod A (4 cyfry – 4096 kodów);

C – transponder – mod A (4 cyfry – 4096 kodów) oraz mod C;

X – transponder – mod S bez podawania znaku rozpoznawczego samolotu i wysokości barometrycznej;

P – transponder – mod S z podawaniem wysokości barometrycznej lecz bez podawania znaku rozpoznawczego samolotu;

I – transponder – mod S z podawaniem znaku rozpoznawczego samolotu lecz bez podawania wysokości barometrycznej;

S – transponder – mod S z podawaniem zarówno wysokości barometrycznej jak i znaku rozpoznawczego samolotu.

Punkt 13 – Lotnisko odlotu i czas (8 znaków pisarskich).

Wpisać oznaczenie kodowe lotniska wg kodu ICAO (dokument Doc. 7910) np. EPWA – Warszawa-Okęcie, EPPO – Poznań-Ławica, EDDT – Berlin-Te-

gel itp. Jeżeli oznaczenia kodowego lotnisko nie posiada wpisać ZZZZ, a w punkcie 18 (Inne informacje) podać nazwę lotniska poprzedzoną skrótem DEP. W następnej rubryce wpisać planowany czas startu (odblokowania) w postaci czterech cyfr, określających czas UTC (GMT).

Punkt 15 – Trasa.

W rubryce “Prędkość przelotowa” wpisać rzeczywistą prędkość powietrzną – TAS, używając następujących określeń:

- kilometry na godzinę np. K0240, co oznacza 240 km/h;
- węzły np. N0140, co oznacza 140 węzłów;
- liczba Macha np. M078, co oznacza 078 liczby Macha.

W rubryce “Poziom” wpisać planowany poziom przelotu, używając następujących określeń:

- np. F085, F100 itp., co oznacza poziom lotu 85, 100;
- standardowy poziom metryczny w dziesiątkach metrów poprzedzony literą S np. S0120, oznacza 1200 m STD;
- wysokość bezwzględna w setkach stóp poprzedzona literą A np. A045, oznacza 4500 stóp, A100, co oznacza 10 000 stóp;
- wysokość bezwzględna w dziesiątkach metrów poprzedzona literą M np. M0840, co oznacza 8400 m.

Dla lotów VFR poniżej 900 m, wysokość należy wpisać jako bezwzględną w dziesiątkach metrów poprzedzoną literą M (np. M0080 oznacza wysokość bezwzględną 800 m). Czasem spotyka się też formę, że w rubryce “Poziom” piloci wpisują litery VFR, a następnie w pkt. 18 stosują zapis: RMK/AGL0020 – co oznacza wysokość względną nad terenem 200 m, lub np. RMK/M0050 –co oznacza wysokość bezwzględną 500 m.

W rubryce “Trasa” wpisuje się planowany przebieg trasy za pomocą charakterystycznych punktów i oznaczeń dróg lotniczych (np. CZE G9 LDZ R11 PNO, co oznacza lot po trasie od VOR-CZEMPIN drogą G9 do VOR-ŁÓDŹ dalej drogą R11 do WARSZAWY).

W przypadku zamiaru wykorzystania warunkowej krajowej drogi lotniczej należy w pkt. 15 wpisać całą trasę z wykorzystaniem stałych dróg lotniczych, a niezależnie od tego w pkt. 18, wpisać litery RIF, a po nich przebieg całej trasy z wykorzystaniem warunkowej drogi lotniczej z oznaczeniem lotniska docelowego oraz z podaniem przewidywanego całkowitego czasu przelotu np. RIF/CZE B63 WAR EPWA 01.10, co oznacza: jeśli nastąpi akceptacja zmiany trasy przez służbę ruchu lotniczego, to lot odbędzie się od VOR-CZE bezpośrednio do VOR-WAR krajową drogą warunkową B63 do WARSZAWY w czasie 1 h i 10 min. Jeżeli trasa przebiega poza ustalonymi drogami lotniczymi (np. VFR), to wówczas punkty trasy należy określić za pomocą współrzędnych geograficznych, używając oznaczenia tylko w stopniach np. 52N 017E, co oznacza 52° szerokości północnej, oraz 17° długości wschodniej (dwie cyfry szerokość, trzy cyfry długość geograficzna) lub za pomocą stopni i minut (cztery cyfry szerokość, pięć cyfr długość) np. 5225N-01740E, co oznacza punkt o współrzędnych 52°25' szerokości północnej i 17°40' długości wschodniej.

Określenie punktu trasy może nastąpić za pomocą namiaru i odległości od punktu nawigacyjnego. Wpierw podajemy namiar za pomocą trzech cyfr,

a następnie odległość w NM także za pomocą trzech cyfr. Np. CZE 180040 oznacza punkt leżący na azymucie 180° od VOR CZEMPIN i w odległości 40 mil morskich.

Każdy punkt trasy, w którym zamierzona jest zmiana: prędkości lotu, poziomu lotu, zmiana trasy, zmiana przepisów wykonywania lotu – musi być określony w czasie opisu trasy w pkt. 15. Jeśli ma np. nastąpić zmiana przepisów lotu z IFR na VFR, to dany punkt należy oznaczyć np. CZE VFR, co oznacza, że po minięciu punktu CZE dalszy lot odbywać się będzie zgodnie z przepisami VFR. Jeżeli planowane jest wznoszenie na trasie, to punkt w którym jest planowane jego rozpoczęcie określamy przedstawionymi wyżej sposobami, poprzedzając literą C.

Zmianę prędkości należy zaznaczać, gdy różni się ona o 5% od wpisanej TAS poprzednio.

Punkt 16 – Lotnisko docelowe, całkowity przewidywany czas przelotu, lotniska zapasowe.

Wpisać oznaczenie kodowe lotniska docelowego wg zasad jak w pkt. 13. Jeśli brak jest oznaczenia kodowego wpisać ZZZZ, a w pkt. 18 po literach DEST, wpisać nazwę lotniska. Ta sama zasada obowiązuje przy wpisywaniu lotniska zapasowego, z tym że w pkt. 18 nazwę lotniska zapasowego poprzedzić należy skrótem ALTN.

W rubryce "Total EET" wpisujemy całkowity czas przelotu.

Punkt 18 – Inne informacje.

Wpisać: 0 (zero) – jeżeli nie podaje się informacji;

EET – oznacznik granicy FIR (lub innego punktu nawigacyjnego) i czas przelotu do tego punktu (jest to wymagane w FIR WARSZAWA), np. EET/EPRL 0045, co oznacza że czas dolotu od startu do granicy FIR WARSZAWA wynosi 45 min;

RIF – szczegóły trasy do ewentualnej przewidywanej zmiany lotniska docelowego, oznaczenie kodowe lotniska;

REG – znaki rejestracyjne samolotu, jeżeli są inne niż użyte w pkt. 7;

SEL – kod SELCAL (selektywne wywołanie). W FIR WARSZAWA nie wymaga się wpisywania kodu SELCAL;

OPR – nazwa użytkownika samolotu, jeżeli nie wynika to z pkt. 7;

STS – przyczyna specjalnego traktowania przez służby ruchu lotniczego np. sanitarny (STS/HOSP);

TYP – typ statku, jeżeli w pkt. 9 wpisano ZZZZ;

PER – dane o osiągnięciach (jeżeli wymaga właściwa władza ATS);

COM – dane o szczególnym znaczeniu dotyczące łączności np. brak określonej częstotliwości. W FIR WARSZAWA, w takim przypadku należy wymienić te, którymi się dysponuje;

NAV – dane o szczególnym znaczeniu wyposażenia nawigacyjnego. Dla lotów w FIR WARSZAWA wymagane jest wpisywanie wyposażenia RNAV – o ile jest;



N° 47-0199

PLAN DE VOL FLIGHT PLAN			
PRIORITÉ Priority FF	DESTINATAIRE(S) Addressee(s) 		
HEURE DE DÉPÔT Filing time 	EXPÉDITEUR Originator 		
IDENTIFICATION PRÉCISE DU(DES) DESTINATAIRE(S) ET/OU DE L'EXPÉDITEUR Specific identification of addressee(s) and/or originator			
1. TYPE DE MESSAGE Message type FPL	7. IDENTIFICATION DE L'AÉRONEF Aircraft identification SPFAS	8. RÈGLES DE VOL Flight rules I	TYPE DE VOL Type of flight G
9. NOMBRE Number 	TYPE D'AÉRONEF Type of aircraft PASE	CAT. DE TURBULENCE DE SILLAGE Wake turbulence cat. 1L	10. ÉQUIPEMENT Equipment S/C
13. AÉRODROME DE DÉPART Departure aerodrome EPP0		HEURE Time 0700	
15. VITESSE CROISIÈRE Cruising speed N0140	NIVEAU Level F120	ROUTE Route CZE B45 TRZ RII OKX RCE	
18. AÉRODROME DE DESTINATION Destination aerodrome LKPR			
DURÉE TOTALE ESTIMÉE Total est. HR MIN 0130		AÉRODROME DE DÉGAGEMENT Altitude aerodrome EPWR	2^e AÉRODROME DE DÉGAGEMENT 2nd. alt. aerodrome
19. RENSEIGNEMENTS DIVERS Other information OPR/EXPORT S.A. Poznan ul. Szklana 1			
EET/LKAA 0110			
RMK/TECHNICAL LANDING			
RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES (À NE PAS TRANSMETTRE DANS LES MESSAGES DE PLAN DE VOL DÉPOSÉS) Supplementary information (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES)			
18. AUTONOMIE Endurance HR MIN E/0600	PERSONNES À BORD Persons on board P/006		
ÉQUIPEMENT DE SURVIE/Survival equipment			
S / P	D	M	J
COULEUR ET MARQUES DE L'AÉRONEF Aircraft colour and markings A/ WHITE AND BLUE STRIPES			
REMARQUES Remarks N/			
PILOTE COMMANDANT DE BORD Pilot-in-command C/ NOWAK			
DÉPOSÉ PAR/Filed by Kowalski			
ESPACE RÉSERVÉ À DES FINS SUPPLÉMENTAIRES Space reserved for additional requirements			

IN 7 951269 J 68 D

Exemplaire n° 1

Rys. 152. Przykład wypełnienia planu lotu zgodnie z przepisami IFR na lot z Poznania-Lawicy do Pragi-Ruzyne (samolot M-20 "Mewa")

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND Bundesanstalt für Flugsicherung		FLIGHT PLAN – FLUGPLAN	
« ≡ PP → ADDRESSER ANSCHREIBER			
		« ≡	
FLIGHT TIME ALUFABEZIT	ORIGINATOR ALUFABER	« ≡	
SPECIFIC IDENT OF ADDRESSER AND/OR ORIGINATOR BESONDERE ANSCHREIBEN UND/ODER ALUFABER			
« ≡ (FPL	7 AIRCRAFT IDENTIFICATION LFZ-KENNUNG — SPABK	8 FLIGHT RULES FLUGREGELN — V	TYPE OF FLIGHT ART DES FLUGES G « ≡
9 NUMBER ANZAHL —	TYPE OF AIRCRAFT MUSTER D. LFZ POW4	WAKE TURBULENCE CATEGORY WIRBELSCHLEPPKATEGORIE 1 L	10 EQUIPMENT AUSRÜSTUNG — VF / N « ≡
12 DEPARTURE AERODROME STARTFLUGPLATZ — EPNA	TIME ZEIT 0830 « ≡		
15 SPEED GESCHWINDIGKEIT — K0160	LEVEL HÖHENFLUGHÖHE — VFR30	ROUTE ROUTE — OKE 200012 CZE 076020	
« ≡			
18 DESTINATION AERODROME ZIELFLUGPLATZ — ZZZZ	TOTAL BET VORAUSS. GESAMTFLUGDAUER HR MIN 0210	ALTERNATE AERODROME AUSWEICHFLUGPLATZ → ZZZZ	2 ND ALTERNATE AERODROME 2. AUSWEICHFLUGPLATZ → « ≡
16 OTHER INFORMATION ANDERE ANGABEN			
OPR / AEROKLUB POZNANSKI			
DEST / KRZESINY ALTN / POWIDZ			
RMK / PRZEBAZOWANIE			
« ≡			
19 SUPPLEMENTARY INFORMATION - ERGÄNZENDE ANGABEN			
ENDURANCE HÖCHSTFLUGDAUER HR MIN E / 0300 → P / 004	EMERGENCY RADIO NOTFUNKFREQÜENZ → R / ☒ U ☒ V ☒ E		
SURVIVAL EQUIPMENT RETTUNGSAUSRÜSTUNG → ☒ S / ☒ P ☒ D ☒ M ☒ J	JACETS SCHWIMMERSTERN ☒ LIGHT ☒ L FLUORESC ☒ F U ☒ V		
NUMBER ANZAHL → ☒ 1	CAPACITY TRAGFÄHIGKEIT →	COVER ABDECKUNG → ☒	COLOR FARBE →
AIRCRAFT COLOR AND MARKINGS FARBE UND MARKIERUNG D. LFZ A / BIAŁO-CZERNY			
REMARKS BEMERKUNGEN → N /			
PILOT IN COMMAND VERANTWÖRTLICHER LFZ-FÜHRER C / KACZMAREK			
REMARKS NOT FOR TRANSMISSION BEMERKUNGEN NICHT ZU ÜBERMITTELN			
SIGNATURE OF PILOT OR REPRESENTATIVE UNTERSCHRIFT D. LFZ-FÜHRERS ODER BEFUGIGTEN		SIGNATURE AIS UNTERSCHRIFT FS	
KACZMAREK			

102-0032 -3.87

Rys. 153. Przykład wypełnienia planu lotu zgodnie z przepisami VFR na lot z WARSZAWY-Okęcie na lotnisko POZNAŃ-Krzesiny (300 m przez TARCZYN, ŚRODĘ samolot typu "Wilga")

PLAN LOTU Flight plan			
PIERWSZENSTWO Priority << FF >>		ADRESATCII Addressee(s)	
DZIEŃ I GODZINA ZGŁOSZENIA Filing time		NADAWCA Originator	
DOKŁADNE OKREŚLENIE ADRESATA(I)W I/LUB NADAWCY Specific identification of addressee(s) and/or originator			
3 RODZAJ DEPEZJI Message type << (FPL	7 ZNAK ROZPOZNAWCZY STATKU Aircraft identification - 5 P B K X	8 PRZEPISY WYKONYWANIA LOTU Flight rules - Y	RODZAJ LOTU Type of flight G <<=
9 LICZBA Number -	11 WYPOSAŻENIE Type of aircraft P O A 2	KATEGORIA TURBULENCJI Wake turbulence category 1 L	10 WYPOSAŻENIE Equipment - S / C <<=
13 LOTNISKO ODLOTU Departure aerodrome - E P W A	CZAS Time 1 3 3 0 <<=		
15 PRĘDKOŚĆ PRZELOTOWA Cruising speed - K 0 2 0 0	POZIOM Level F 0 8 0	TRASA Route G 9 L D Z C Z E B 4 5 D R E C H O / V F R	
CAŁKOWITY PRZEWIDYWANY CZAS PRZELOTU Total EET			
16 LOTNISKO DOCELOWE Destination aerodrome - Z Z Z Z	HR. MIN 0 2 3 0	LOTNISKO ZAPASOWE ALTN aerodrome - E P P O	2. LOTNISKO ZAPASOWE 2ND ALTN aerodrome - E P S C <<=
18 INNE INFORMACJE Other information - O P R / A I R - P O L			
D E S T / Ś N I A T O W O			
R I F / N A R B 6 1 D R E 0 1 3 0			
R M K / S Ł U Ż B O W Y Data lotu 9.08.93			
INFORMACJE UZUPEŁNIAJĄCE (NIE NALEŻY PRZESYŁAĆ W DEPEZJACH FPL) Supplementary information (Not to be transmitted in FPL messages)			
19 ZAPAS PALIWA Endurance - E / 0 6 0 0	LICZBA OSÓB NA POKŁADZIE Persons on board - P / 0 0 8	RADIOWE URZĄDZENIA RATOWNICZE Emergency radio	
WYPOSAŻENIE DO PRZETRZYWANIA / Survival equipment		KAMIZELKI / Jackets	
POLARNE Polar - 8 / P	PUSTYNNE Desert D	MORSKIE Maritime M	DŻUNGLOWE Jungle J
DINGI / Dinghies		LAMPKI Lamps	
LICZBA Number - 1	POJEMNOŚĆ Capacity - 1	PRZYKRYCIE Cover - 1	KOLOR Colour - 1
KOLOR STATKU I OZNACZENIA Aircraft colour and markings A / B i a ł o - m i e b i e s k i			
UWAGI Remarks - N /			
DOWÓDCA STATKU Pilot-in-command C / K n u p s k i			
ZŁOŻONY PRZEZ / Filed by Micholka			
MIEJSCE NA DODATKOWE WYMAGANIA Space reserved for additional requirements			

Rys. 154. Przykład wypełniania planu lotu na lot z przejściem z przepisów wykonywania lotu IFR na VFR. Lot z WARSZAWY-Okęcie na lotnisko ŚNIATOWO. W planie przewidziano możliwość wykorzystania warunkowej drogi lotniczej B61. Samolot AN-2. Plan złożony z kilkudniowym wyprzedzeniem, stąd dodatkowo zaznaczono datę lotu

- AGL – nad poziomem terenu (Above ground level);
- DEP – nazwa lotniska odlotu, jeżeli w pkt. 13 wpisano ZZZZ;
- DEST – nazwa lotniska docelowego, jeżeli w pkt. 16 wpisano ZZZZ;
- ALTN – nazwy lotnisk zapasowych, jeżeli w pkt. 16 wpisano ZZZZ;
- RMK – inne uwagi tekstem otwartym, jeżeli jest to wymagane lub uważane za konieczne. Np. RMK/*Technical landing*, dla informacji danego lotniska, że np. po uzupełnieniu paliwa nastąpi dalszy lot lub RMK/*Customs require* – że będzie potrzebna odprawa celna itp.;
- REP – zastępczy plan lotu (*Replacement FP*).

Punkt 19 – Dodatkowe informacje.

Po literze E – wpisać cztery cyfry określające zapas paliwa w godzinach i minutach.

Po literze P – wpisać całkowitą liczbę osób na pokładzie samolotu (pasażerowie + załoga) lub TBN, gdy całkowita liczba osób nie jest znana w czasie wypełniania planu.

Pozostałe rubryki poprzedzone literami R, S, J, D, C, podlegają zakresleniu w sposób właściwy, odpowiednio do posiadanego wyposażenia.

Na końcu planu lotu wpisać należy nazwisko dowódcy statku powietrznego oraz nazwisko osoby wypełniającej plan lotu.

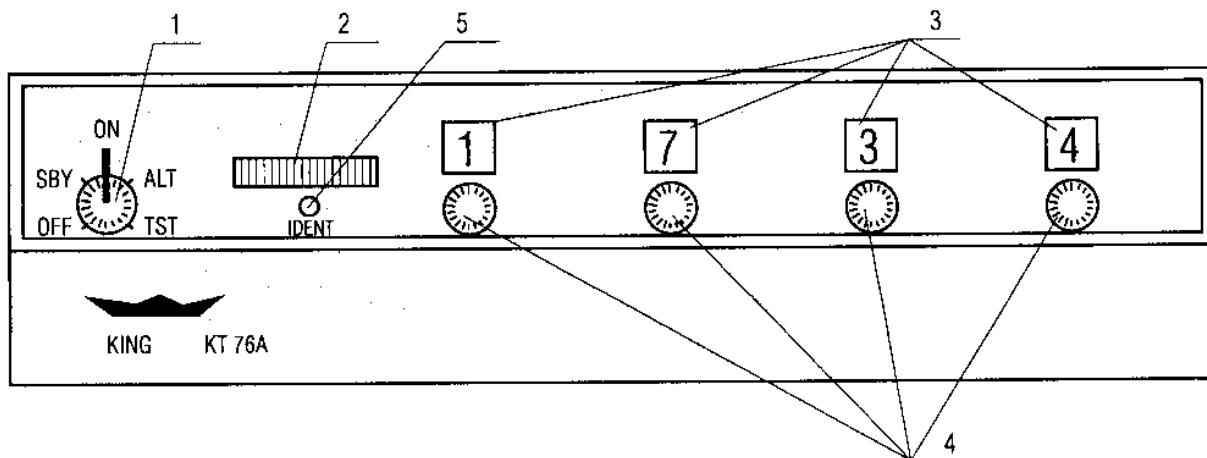
Sposoby wypełniania planu lotu zostały pokazane powyżej, zarówno w dostosowaniu do lotów IFR jak i VFR. Jednak w zależności od każdej konkretnej sytuacji, plan lotu musi być inaczej wypełniony, ale jak widać z przedstawionych przykładów, w oparciu o formularz planu lotu, można dowolny zamiar lotu odpowiednio ująć i opisać.

4.11. TRANSPONDER I JEGO WYKORZYSTANIE

Transponder, to nadajnik i odbiornik radiowy pracujący na częstotliwości radaru. Przyjmuje zapytania radaru naziemnego o częstotliwości 1030 MHz i wysyła odpowiedź zakodowaną impulsem radarowym o częstotliwości 1090 MHz, powtórnie do radaru naziemnego. Może wysyłać zakodowaną odpowiedź jednym z wcześniej wybranych kodów. W przypadku przedstawionego niżej transpondera firmy KING KT 76A, jest to 4096 kodów. Kody różnią się jedynie liczbą nadawanych impulsów a nie częstotliwością. Częstotliwość nadajnika zawsze wynosi 1090 MHz. Zakodowane impulsy odpowiedzi transpondera wzmacniają normalny sygnał echa, który pojawia się na ekranach radarów kontroli ruchu lotniczego. Gdy wciśnięty jest przycisk IDENT, punkt na ekranie radiolokatora będzie migał "rozkwitał" tak, że kontroler może w sposób pewny zidentyfikować samolot.

Jeżeli samolot jest wyposażony w wysokościomierz kodujący, to w położeniu funkcji "ALT" (mod C) wysokość jest automatycznie podawana kontrolerowi w przyrostach co 100 stóp. Jeżeli kontroler poprosi o identyfikację ("*squawk ident*") wówczas należy wcisnąć na chwilę przycisk 5 –

spowoduje to rozjaśnienie impulsu samolotu na ekranie radaru ruchu lotniczego i ułatwi kontrolerowi identyfikację samolotu. Podczas normalnej pracy lampka odpowiedzi błyska przy każdym omiataciu samolotu wiązką radarową.



Rys. 155. Elementy sterowania transponderem KT 76A:

1 – wybór zakresu funkcji, OFF – wyłączony, SBY – w gotowości do pracy, ON – włączony, ALT – praca z podawaniem wysokości (mod C), TST – sprawdzenie; 2 – lampka odpowiedzi; 3 – okienka ustawiania kodu (kod 1734); 4 – pokrętła zmiany numerów kodu (cyfr); 5 – przycisk identyfikacji

Dowódcy statków powietrznych wykonujący lot niekontrolowany VFR, powinni ustawić kod 7000, a wykonujący lot kontrolowany 2000, o ile nie otrzymali innego polecenia ustawienia kodu, w sytuacjach innych ustawić należy:

- 7700 – w sytuacjach krytycznych (przymusowe lądowanie itp.);
- 7600 – w przypadku utraty łączności;
- 7500 – podczas uprowadzenia.

W obszarze kontrolowanym FIR WARSZAWA wymaga się posiadania i użytkowania transponderów SSR, Mod A z 4096 kodami oraz Mod C.

4.12. TREŚĆ WZORCOWEGO PLANU LOTU ICAO

W „Instrukcji o ruchu lotniczym kontrolowanym” (IL-4444) znajduje się wzór prawidłowo wypełnionego planu lotu. Niestety w ww. instrukcji nie ma opisu zawartej w nim treści. Stąd dla niektórych pilotów wzór ten może nie być w pełni czytelny ze względu na nieznaną konkretnych zawartych w nim oznaczeń, właściwych dla lotnisk Amsterdamu i Lizbony. Wzór ten występuje także w wielu innych wydawnictwach.

W związku z tym poniżej przedstawiono jego treść najpierw w języku polskim, a następnie w angielskim. Ma to na celu ukazanie, między innymi, pochodzenia niektórych skrótów stosowanych przy wypełnianiu planu lotu.

Wypełnianie planu lotu rozpoczynamy oczywiście od punktu 7, który zawiera oznacznik zaakceptowany przez ICAO dla identyfikacji lotu – w tym przypadku **SF402**, dalej w pkt. 8 **I** oznacza, że lot będzie wykonany wg przepisów IFR, a następna litera **N**, że jest to lot nierozkładowego przewoźnika.

PLAN LOTU Flight plan			
PIERWSZENSTWO Priority		ADRESACI Addres(s)	
← FF →		EHAMZQ LFRRZQ EBURZQ LECMZQ EDDYZQ LPPTZQ LFFFZQ LPPTZT	
DZIEŃ I GODZINA ZGŁOSZENIA Filing time		NADAWCA Originator	
1.9.0.8.3.6		E.H.A.M.Z.P.	
DOKŁADNE OKREŚLENIE ADRESATA(Ń) I/LUB NADAWCY Specific identification of addressee(s) and/or originator			
3. RODZAJ DEPEZY Message type		7. ZNAK ROZPOZNAWCZY STATKU Aircraft identification	
← (FPL		- S.F.4.0.2.	
9. LICZBA Number		8. PRZEPISY WYKONYWANIA LOTU Flight rules	
-		- I	
13. LOTNISKO ODLOTU Departure aerodrome		10. WYPOSAŻENIE Equipment	
- E.H.A.M.		- S / C	
15. PRĘDKOŚĆ PRZELOTOWA Cruising speed		14. KATEGORIA TURBULENCJI Turbulence category	
- K.0.8.3.0		1 / H	
16. LOTNISKO DOCELOWE Destination aerodrome		17. CZAS Time	
- L.P.P.T.		0.9.4.0	
18. INNE INFORMACJE Other information		19. POZIOM Level	
- REG/FBVGA SEL/EJFL EET/LPPC0158		- F.2.9.0	
20. TRASA Route			
- LEK2B LEK UA6 XNM/MO78 F330 UA6 PON UR10N CHW UA5 NTS DCT 4611N00412W DCT STG UA5 FTM FATIM1A			
21. CAŁKOWITY PRZEWIDYWANY CZAS PRZELOTU Total EET			
0.2.3.0			
22. LOTNISKO ZAPASOWE ALTN aerodrome			
- L.P.P.R.			
23. 2. LOTNISKO ZAPASOWE 2ND ALTN aerodrome			
-			
INFORMACJE UZUPEŁNIAJĄCE (NIE NALEŻY PRZEKAZYWAĆ W DEPEZACH FPL) Supplementary information (Not to be transmitted in FPL messages)			
19. ZAPAS PALIWA Endurance		20. LICZBA OSÓB NA POKŁADZIE Persons on board	
- E / 0.3.4.5		- P / 3.0.0	
21. WYPOSAŻENIE DO PRZETRZYMANIA / Survival equipment		22. RADIOWE URZĄDZENIA RATOWNICZE Emergency radio	
POLARNE / PUSTYNNIE / MORSKIE / DŻUNGLOWE Polar / Desert / Maritime / Jungle		UHF / VHF / ELBA UHF / VHF / ELBA	
→ S / P / D / M / J		→ R / U / V / E	
23. DROGI / Drogues		24. KAMIZELKI / Jackets	
LICZBA / POJEMNOŚĆ / PRZYKRYCIE / KOLOR Number / Capacity / Cover / Colour		25. LAMPKI / Fluores Lamps / Fluores	
→ 0 / 1.7 → 3.3.0 → C → YELLOW.		→ J / L / F / U / V	
26. KOLOR STATKU I OZNACZENIA Aircraft colour and markings			
A / WHITE			
27. UWAGI Remarks			
→ N /			
28. DOWÓDCA STATKU Pilot-in-command			
C / DENKE			
ZŁOŻONY PRZEZ / Filed by		MIEJSCE NA DODATKOWE WYMAGANIA Space reserved for additional requirements	
AIR CHARTER INT.			

Rys. 156. Wzorcowy plan lotu ICAO

W pkt. 9 – typ statku **EA30** oznacza “Airbus 300”, zaś następna litera **H** – statek powietrzny ciężki (ponad 136 000 kg).

Punkt 10 oznacza, że statek posiada standardowe wyposażenie radio-nawigacyjne – **S** z transponderem pracującym z podawaniem wysokości – **C**.

Lotniskiem odlotu – pkt 13 – jest AMSTERDAM – **EHAM**, a planowanym czasem startu jest dziewiąta czterdzieści czasu uniwersalnego – **0940**. Planowana prędkość to **830 km/h** oraz poziom lotu **290**. Dalej pkt 15 – planowany odlot z lotniska odbędzie się wg standardowej trasy odlotowej oznaczonej jako **LEK2B** do punktu **LEK**, a następnie wzdłuż trasy **UA6** do punktu **XMM**, gdzie nastąpi zmiana prędkości na **078 Macha** oraz zmiana poziomu lotu na **330**. Dalszy lot jest planowany wzdłuż trasy **UA6** do punktu **PON**, następnie trasą **UR10N** do punktu **CHW**, a następnie trasą **UA5** do punktu **NTS** skąd dalej bezpośrednio **DCT** do punktu oznaczonego współrzędnymi geograficznymi **46°11'** szerokości północnej **N** i **4°12'** długości zachodniej **W**, a następnie bezpośrednio do punktu **STG** i drogą **UA5** do punktu **FTM**. Od tego miejsca planowane jest wejście w ruch lotniska docelowego wg trasy standardowych przylotów, oznaczonej **FATIMA1A**. Lotniskiem docelowym – pkt 16 – jest LIZBONA **LPPT**. Całkowity czas przelotu wynosi **2 godz. 30 min**, a lotniskiem zapasowym jest PORTO – **LPPR**. Pkt 18 – planowany (przewidywany) czas dolotu **EET** do granicy FIR LIZBONA – **LPPC** wynosi **1 godz. 58 min**. Samolot posiada znaki rejestracyjne **REG FBVGA** (nie były użyte w rubryce 7) oraz kod selektywnego wywołania **SEL EJFL**. W pkt. 19 wpisano, że zapas paliwa wystarczy na **3 godz. 45 min** lotu, a na pokładzie jest **300** osób. Samolot posiada pełne zabezpieczenie w środki ratownicze i do przeżycia. Na pokładzie jest **11** tratów ratowniczych mogących pomieścić **330** osób i są one koloru **żółtego**. Samolot jest koloru **białego**, a jego dowódcą jest pilot o nazwisku **DENKE**.

Obecnie przedstawiony zostanie ten sam opis w języku angielskim:

- item 7 – **SF402** is the ICAO designator and flight identification for ...;
- item 8 – an IFR flight by a Non – scheduled carrier in an ...;
- item 9 – **EA30** (Airbus 300) which is in the Heavy wake turbulence category. It carries ...;
- item 10 – Standard communication, navigation and approach aid equipment for the route, and an SSR transponder C operating on modes A and C. The flight is planed to depart ...;
- item 13 – **EHAM** (Amsterdam) with an estimated off – block time of **0940 UTC**. Planned initial crusing speed is ...;
- item 15 – **K0830** (830 kilometres per hour) at Flight Level **290**. The route is planned with a departure via Standard Instrument Departure route **LEK2B** to significant point **LEK**, along ATS route **UA6** to **XMM/M078F330** where a change of speed to Mach 0,78 and a change of level to Flight level **330** is planned. Continuing along **UA6** to **PON** (PONTTOISE), then **UR10N** to **CHW** (CHARTRES) and **UA5** to **NTS** (NANTES) DireCT to geographical position **4611 N 00412 W**, DireCT to **STG** (SANTIAGO) along **UA5** to **FTM** (FATIMA), thence via Standard Instrument Arrival route **FATIMA 1A** to ...;
- item 16 – destination **LPPT** (LISBON) with a total Estimated Elapset Time of **02 hours 30 minutes**. **LPPR** (PORTO) is the planned alternate;
- item 18 – Estimated Elapset Time to FIR boundary **LPPC** (LISBON) is **01 hours 58 minutes**;

- the aircraft **REG**istration is **FBVBA** (the aircraft registration was not used in item 7);
- the **SELCAL** code is **EJFL**;

item 19 – the supplementary information indicates that the aircraft has an endurance of **03** hours **45** minutes. There are **300** persons on board. The aircraft is fitted with all emergency radio equipment. Maritime survival equipment is carried, and the life jackets have lights and fluorescein but do not have radios. There are **11** dinghies with a capacity of **330** people; and the dinghy covers are **YELLOW**. The aircraft is **WHITE**. The name of the pilot – in – command is **DENKE**.

6. URZĄDZENIA RADIONAWIGACYJNE

Częstotliwości radiowe obejmują zasięg od 10 kHz do 30 000 000 kHz. Zasięg ten został podzielony na zakresy wg charakterystyk propagacji fal radiowych. Poniższe zestawienie zawiera poszczególne zakresy.

Skrót między-narodowy	Nazwa fal	Zakres częstotliwości
VLF	<i>Very Low Frequency</i> – fale bardzo długie	0 - 30 kHz
LF	<i>Low Frequency</i> – fale długie	30 - 300 kHz
MF	<i>Medium Frequency</i> – fale średnie	300 - 3000 kHz
HF	<i>High Frequency</i> – fale krótkie	3000 - 30 000 kHz
VHF	<i>Very High Frequency</i> – fale ultrakrótkie metrowe	30 000 kHz - 300 MHz
UHF	<i>Ultra High Frequency</i> – fale ultrakrótkie decymetrowe	300 - 3000 MHz
SHF	<i>Super High Frequency</i> – fale ultrakrótkie centymetrowe	3000 - 30 000 MHz
EHF	<i>Extremely High Frequency</i> – fale ultrakrótkie milimetrowe	30 000 - 300 000 MHz

Poszczególne urządzenia radionawigacyjne wykorzystują następujące zakresy częstotliwości:

- radiolatarnie NDB – 200 - 1750 kHz;
- markery – 75 MHz;
- radiolatarnie VOR – 108 - 118 MHz;
- ścieżka kierunku ILS – 108,1 - 111,95 MHz;
- ścieżka schodzenia ILS – 329,15 - 335,00 MHz;
- odległościomierz DME – 960 - 1215 MHz.

Kontrola ruchu lotniczego pracuje na zakresie 118,0 - 135,975 MHz i przy odstępnie częstotliwości co 50 kHz ma możliwość wykorzystania 358 kanałów, jako że częstotliwość ratownicza 121,5 MHz jest zabezpieczona 100 KHz odstępem w częstotliwości. W niektórych rejonach odstęp między kanałami wynosi 25 kHz, co pozwala dysponować w praktyce 714 kanałami łączności (obecnie wprowadzany jest odstęp 8,33 kHz).

Zasięg łączności radiowej na zakresie VHF można określić ze wzoru:

$$D = 1,225 (\sqrt{H_t} + \sqrt{H_r})$$

gdzie: D – odległość w NM;

H_t – wysokość anteny nadawczej w stopach;

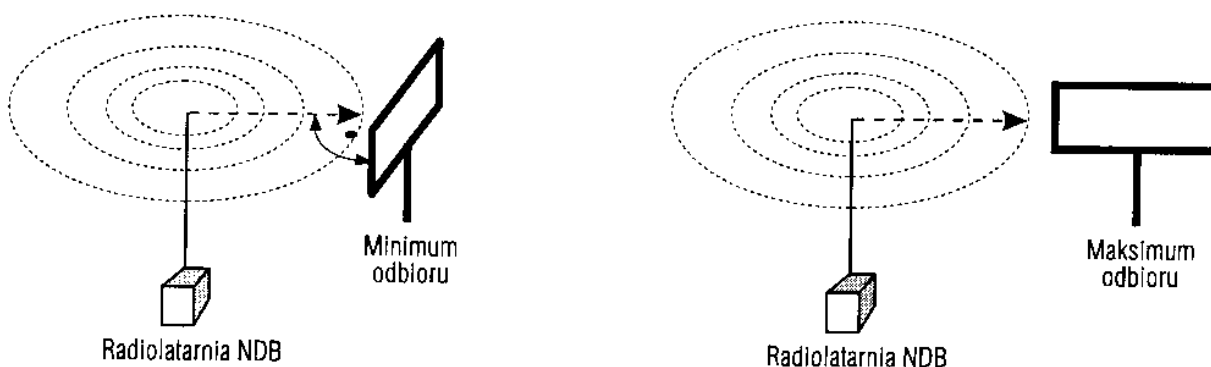
H_r – wysokość anteny odbiorczej w stopach.

Zasięg łączności radiowej VHF w zależności od wysokości lotu samolotu powinien wynosić:

- (150 m) 500 stóp – 28 NM (52 km);
- (300 m) 1000 stóp – 39 NM (72 km);
- (600 m) 2000 stóp – 55 NM (102 km);
- (1500 m) 5000 stóp – 87 NM (162 km);
- (3000 m) 10 000 stóp – 122 NM (226 km);
- (4500 m) 15 000 stóp – 152 NM (280 km).

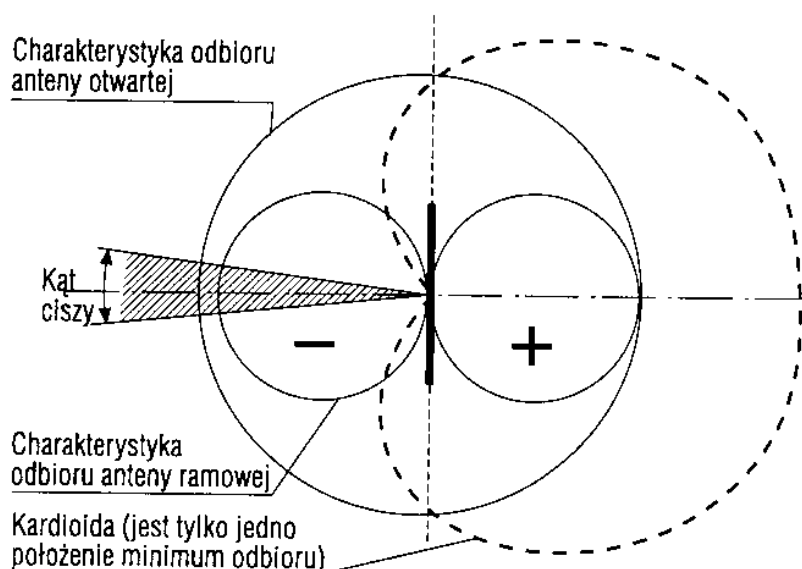
6.1. SYSTEM NDB-ARK

System bezkierunkowych radiolatarni niskich częstotliwości (NDB) oraz automatycznych odbiorników radiokompasowych (ARK), jest najstarszym systemem radiowej nawigacji trasowej. Kierunkowy odbiór sygnałów nadawanych przez NDB umożliwia lot po zadanej linii drogi, oraz określenie pozycji samolotu. Do kierunkowego odbioru służy antena ramowa radiokompasu. Kiedy płaszczyzna anteny ustawiona jest prostopadłe do kierunku nadchodzących fal – wówczas nie indukuje się w niej żadne napięcie (minimum odbioru), natomiast gdy antena jest ustawiona równoległe do kierunku nadchodzących fal sygnał jest normalny – pokazuje to rysunek 197.



Rys. 197. Zasada kierunkowego odbioru anteny ramowej

Z zasady pracy anteny ramowej wynika, że można za jej pomocą określić kierunek, w którym jest stacja, ale nie można określić z której strony anteny ta stacja się znajduje. Występuje tzw. dwuznaczność namiarów. Aby usunąć możliwość dwuznaczności, na sygnały z anteny ramowej nakłada się sygnały z anteny otwartej, wówczas sygnały odbierane przez obie anteny po jednej stronie anteny ramowej dodają się a po drugiej odejmują – powstaje wypadkowa charakterystyka dla zespołu anten o kształcie tzw. kardioidy i uzyskuje się jednoznaczność wskazań kierunkowych.



Rys. 198. Kardioidalna charakterystyka odbioru (anteny ramowej i otwartej) i rozwiązanie dwuznaczności namiarów

Do określenia kierunku wykorzystuje się minimum odbioru, a nie maksimum, gdyż można je określić z dużo większą dokładnością. Wskaźnik namiarów w kabinie "zero" podziałki ma u góry – co oznacza nos samolotu, a 180° ma u dołu – co oznacza ogon samolotu. Wskazówka namiarów pokazuje kąt pomiędzy osią podłużną samolotu a kierunkiem na radiolatarnię, czyli kąt kursowy radiolatarni (KKR).

Jeżeli radiolatarnia NDB występuje w systemie pomocy nawigacyjnych razem z systemem ILS wówczas nazywana jest "lokator kompasowy" od słów angielskich *"Compass Locator"*. W takiej sytuacji najczęściej występuje w miejscu markera zewnętrznego lub środkowego. Moc nadawania jest wówczas ograniczona do 25 W, co zapewnia zasięg do 15 NM. Tak wykorzystywane NDB pracują na częstotliwościach od 190 do 535 kHz. Czasem NDB może być użyte razem z zewnętrznym markerem, również do transmisji informacji pogody (TWEB – *Transcribed Weather Broadcast*) wówczas moc może wynosić do 400 W. Jeśli NDB pracuje jako "lokator kompasowy" wówczas na schematach podejścia oznaczona jest literą "L".

6.2. MARKERY

Markery to radiolatarnie znakujące, które umożliwiają określanie odległości samolotu od pasa oraz pozycji w czasie podchodzenia do lądowania po ścieżce podejścia (promieniowanie tylko w górę).

Ustawiane są wzdłuż kierunku na osi lądowania. Wszystkie pracują na tej samej częstotliwości – 75 MHz. Różnią się częstotliwością modulacji i sygnałem identyfikacyjnym. Ustawiane są w następującej kolejności:

- marker zewnętrzny (OM – *Outer Marker*) – 7240 m od progu pasa;
- marker środkowy (MM – *Middle Marker*) – 1070 ±150 m od progu pasa;
- marker wewnętrzny (IM – *Inner Marker*) – 75 ±7,5 m od progu pasa.

Występuje także marker odwrotnego kursu lądowania ILS – ustawiony zwykle w miejscu rozpoczęcia zniżania (BC – *Back Course*).

Marker zewnętrzny (OM) zasadniczo wskazuje pozycję gdzie powinno nastąpić przechwycenie ścieżki zniżania.

Marker środkowy (MM) wskazuje pozycję około 1 km przed pasem, gdzie wysokość w czasie zniżania powinna wynosić około 60 m.

Marker wewnętrzny (IM) wskazuje punkt, w którym jest podejmowana decyzja na ostateczne lądowanie (DH) – jeśli podejście realizowane jest wg ILS II lub III kategorii.

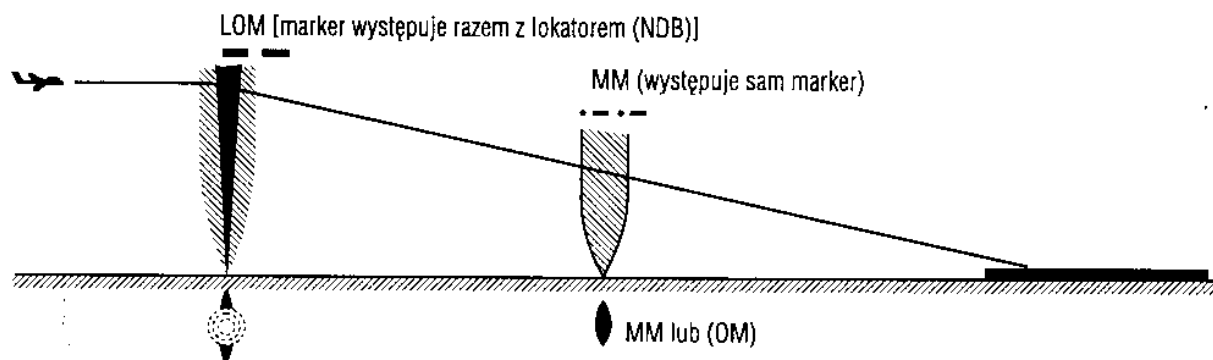
Do informowania pilota o przelocie nad markerami służy sygnalizacja słuchowa – dźwięk i sygnalizacja wzrokowa – odpowiednie lampki.

Poniższe zestawienie sygnałów przedstawia sposoby sygnalizacji dźwiękowej i świetlnej przelotu nad markerami.

Marker (oznaczenie)	Kod dźwiękowy (sygnały Mors'a)	Kod świetlny (kolorowe lampki)
OM (O)	— — — (T)	BLUE (niebieski)
MM (M)	. — . — (E,T)	AMBER (bursztynowy)
IM (A)	 (E)	WHITE (biały)
BC		WHITE (biały)

Rozróżniamy 3 klasy markerów:

- “fan marker” (FM) o eliptycznej charakterystyce promieniowania (100 W);
- “fan marker” o małej mocy (LFM) (5 W);
- “z-marker” o stożkowej charakterystyce promieniowania.



Rys. 199. Rozmieszczenie i oznakowanie markerów na schematach lądowania

6.3. SYSTEM VOR

(VHF OMNIDIRECTIONAL RADIO RANGE)

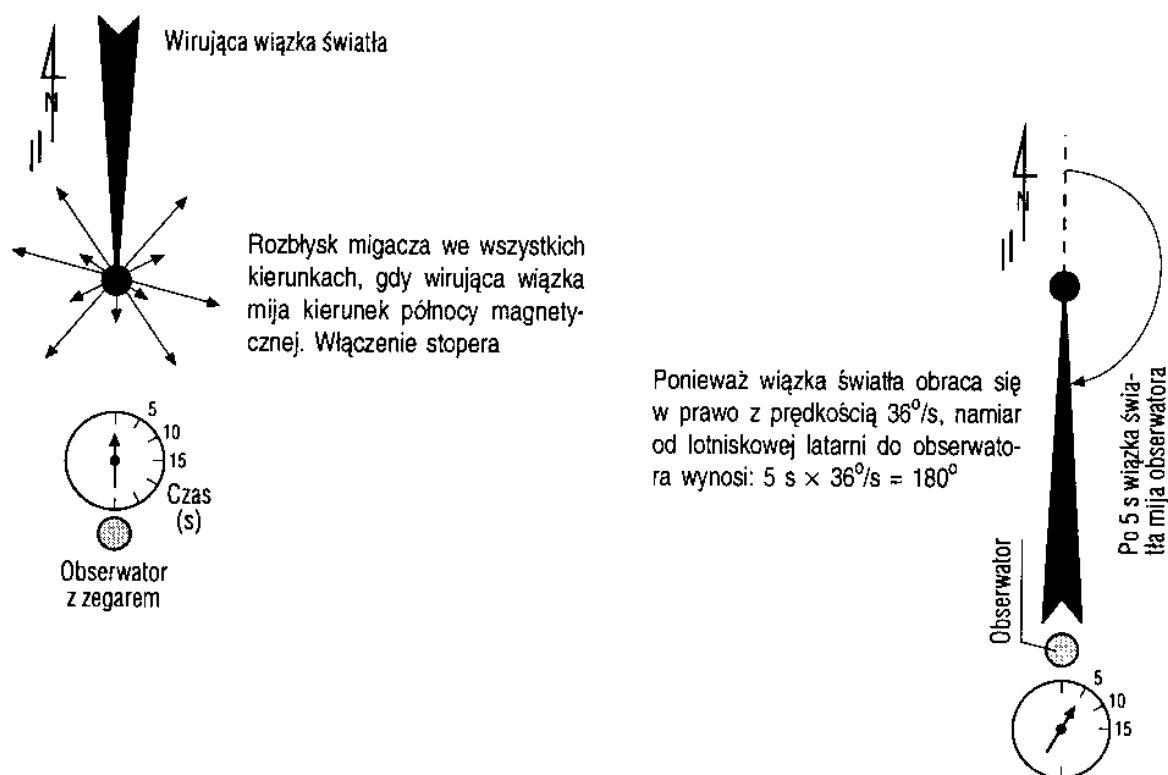
ULTRAKRÓTKOFALOWA RADIOLATARNIA OGÓLNOKIERUNKOWA

Radiolaternie VOR stanowią bardziej dokładny system niż NDB. Dokładność określania namiaru sięga do 1° . System radiolaterni VOR to ultrakrótkofalowy system nawigacyjny średniego i bliskiego zasięgu.

Wskaźnik VOR w kabinie pozwala:

- ustawić pokrętełłem potrzebny radial, wg którego ma być wykonywany lot (tzw. “bearing”);
- odczytać, czy ustawiony radial prowadzi “do” czy “od” radiolaterni;
- odczytać odchylenie od linii ustawionego radialu (linii drogi) i kierunek zakrętu w celu ponownego wejścia na żądany radial.

Wykorzystując wskazania wskaźnika VOR pilot może, niezależnie od wiatru, wykonać lot dokładnie po nakazanej linii drogi. Zasada pracy VOR jest następująca: radiolaternia wypracowuje informacje kierunkowe w wyniku współdziałania dwóch sygnałów – jednego bezkierunkowego o stałej fazie i drugiego wirującego, wysyłanego kierunkowo o zmiennej fazie, uzgodnionego z kierunkiem północnym. Między fazą zmienną a stałą powstaje różnica faz, która pokrywa się tylko na kierunku północnym. Na każdym innym kierunku istnieje przesunięcie faz, którego pomiar odpowiada konkretnym wartościom kierunku. Zasadę działania VOR (w uproszczeniu) można pokazać na przykładzie latarni świetlnej. Składa się ona z migacza wysyłającego światło dookoła oraz z części wirującej, wysyłającej wiązkę światła w jednym kierunku. Rozbłysk migacza następuje w momencie mijania kierunku północnego przez wiązkę wirującą. Znając prędkość obrotu wiązki światła ruchomego np. $360^\circ/\text{s}$ można określić nasz namiar magnetyczny do latarni – co wynika z rysunku 200.



Rys. 200. Poglądowe przedstawienie zasady pracy radiolatarni VOR na przykładzie latarni świetlnej

VOR-y ustawiane są zarówno w drogach lotniczych jak i na lotniskach jako radiolatarnie końcowe – TVOR (*Terminal VOR*).

Radiale są to wyłącznie namiary magnetyczne odlotowe. Samolot znajdujący się na południe od radiolatarni będzie na radialu 180° – niezależnie od kursu z jakim aktualnie leci. W czasie dolotu do radiolatarni na radialu 180° kurs samolotu będzie wynosił 360° (w warunkach bezwietrznych).

Zakres fal ultrakrótkich w systemie VOR uzależnia zasięg działania od wysokości lotu. Im wyżej leci samolot z tym większej odległości można korzystać z radiolatarni. Należy jednak zwrócić uwagę, że w pewnych warunkach na dużej wysokości samolot może być w zasięgu dwóch radiolatarni VOR, pracujących na tej samej częstotliwości przy mniej więcej równym sygnale, wówczas w wyniku nakładania się fal odbiór i odczyt radiała może być chwilowo niemożliwy. Radiolatarnie VOR identyfikowane są z kodem literowym, często VOR-y stojące na lotnisku wykorzystuje się do przesyłania informacji ATIS danego lotniska – zamiast oddzielnego kanału radiowego. Zasięg odbioru radiolatarni VOR jest zbliżony do zasięgu łączności radiowej VHF podanego poprzednio i zależy od wysokości lotu.

6.4. SYSTEM ILS (INSTRUMENT LANDING SYSTEM)

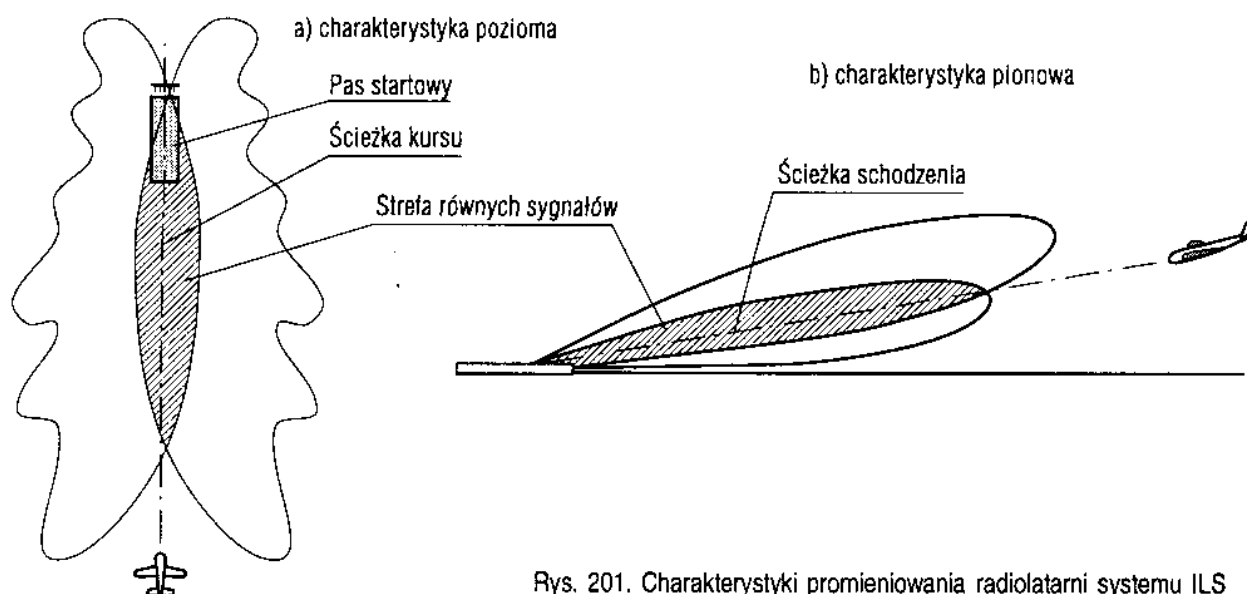
System ILS składa się jak gdyby z 3 części. Pierwszy podstawowy element to radiolatarnia kursowa – lokalizator oraz radiolatarnia ścieżki schodzenia – dające informacje o kierunku i wysokości w czasie podejścia.

Drugi element to markery lub radiodalmierz DME – dające ocenę odległości do początku pasa.

Trzeci element to światła podejścia początku pasa, światła osi pasa i krawędziowe – dające wzrokową informację w końcówce podejścia o położeniu samolotu względem pasa. Jeśli jakiś pas startowy posiada rozwinięte systemy ILS na obydwu kierunkach to nie mogą być one wykorzystywane jednocześnie.

Radiolatarnia kursu – za pomocą 5 lub 7 anten promieniując drgania elektromagnetyczne wytwarza na osi pasa startowego strefę równych sygnałów w wyniku przecinania się w przestrzeni dwu charakterystyk promieniowania. Fala nośna lewej charakterystyki (patrzac w kierunku lotu) jest modulowana amplitudowo częstotliwością 90 Hz a prawej 150 Hz. Zależnie w którą stronę od osi pasa odchyli się nadlatujący samolot przeważa ton 90 lub 150 Hz.

Radiolatarnia ścieżki schodzenia – wysyła wiązkę sygnałów radiowych tworzących płaszczyznę nachyloną pod określonym kątem. Ta płaszczyzna schodzenia wytwarzana jest, podobnie jak linia kursu, przez utworzenie strefy równych sygnałów. Strefa ta powstaje przez przecięcie się dwóch charakterystyk promieniowania w płaszczyźnie pionowej. Górna charakterystyka jest modulowana amplitudowo częstotliwością 90 Hz, dolna 150 Hz. Charakterystyki te są wytwarzane przez dwie anteny.

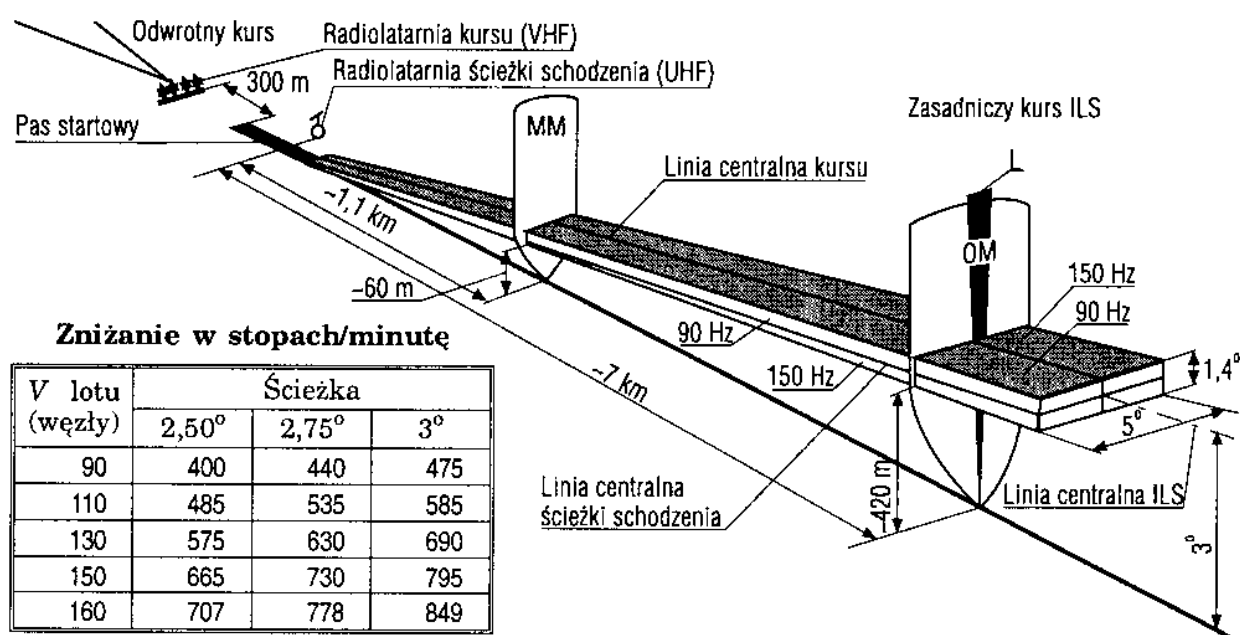


Rys. 201. Charakterystyki promieniowania radiolatarni systemu ILS

Radiolatarnia kursu musi zapewnić pewny odbiór sygnałów w czasie zniżania na ścieżce lądowania co najmniej od 17 NM (33 km), w sektorze 35° z lewa i z prawa oraz od 25 NM (46 km) w sektorze $\pm 10^\circ$. Minimalna wysokość odbioru sygnału na odległości 25 NM powinna wynosić 300 m nad terenem a maksymalna około 1350 m (4500 stóp).

Zasadniczą cechą wskazań wskaźnika CDI w czasie pracy z ILS, w porównaniu z pracą z VOR, jest znacznie większa czułość i szybsza reakcja wskaźnika na powstające odchylenia. Na przykład pełne wychylenie wskaźniki CDI przy wykorzystywaniu VOR wynosi $\pm 10^\circ$ odchylenia, natomiast przy nastrojeniu na ILS pełne wychylenie zachodzi przy odchyleniu już o $2,5^\circ$. Wymaga to w technice pilotowania wprowadzania mniejszych popra-

wek oraz natychmiastowej reakcji na zachodzące odchyłki tak w kursie jak i w ścieżce zniżania.



Rys. 202. Typowe elementy systemu ILS

Poszczególne radiolatarnie systemu ILS pracują na następujących częstotliwościach (występują parami):

Częstotliwość (MHz)			
kurs	ścieżka zniżania	kurs	ścieżka zniżania
108,10	334,70	110,10	334,40
108,15	334,55	110,15	334,25
108,3	334,10	110,3	335,00
108,35	333,95	110,35	334,85
108,5	329,9	110,5	329,60
108,55	329,75	110,55	329,45
108,7	330,50	110,70	330,20
108,75	330,35	110,75	330,05
108,9	329,30	110,90	330,80
108,95	329,15	110,95	330,65
109,1	331,4	111,10	331,70
109,15	331,25	111,15	331,55
109,3	332,00	111,30	332,30
109,35	331,85	111,35	332,15
109,50	332,60	111,55	332,75
109,55	332,45	111,70	333,50
109,70	333,20	111,75	333,35
109,75	333,05	111,90	331,1
109,90	333,80	111,95	330,95
109,95	333,65		

System ILS zabezpiecza podejście do wykonania lądowania w następujących warunkach:

I kategoria – wysokość decyzji 200 stóp (≈ 60 m) i widzialność na pasie (RVR) 2400 stóp (≈ 800 m). Jeżeli jest centralna linia pasa w postaci świateł to RVR może wynosić 1800 stóp (≈ 600 m) dla

samolotów kategorii A, B, C oraz RVR 2000 stóp (≈ 700 m) dla kat. D;

II kategoria – wysokość decyzji 100 stóp (≈ 30 m) i RVR – 1200 (≈ 400 m);

III kategoria – RVR 700 stóp (≈ 200 m).

Jeżeli jeden ze składników systemu ILS nie pracuje, to minimalne warunki są określone w kartach podejścia do lądowania dla danego lotniska, co jest zawarte w dokumentacji Jeppesena.

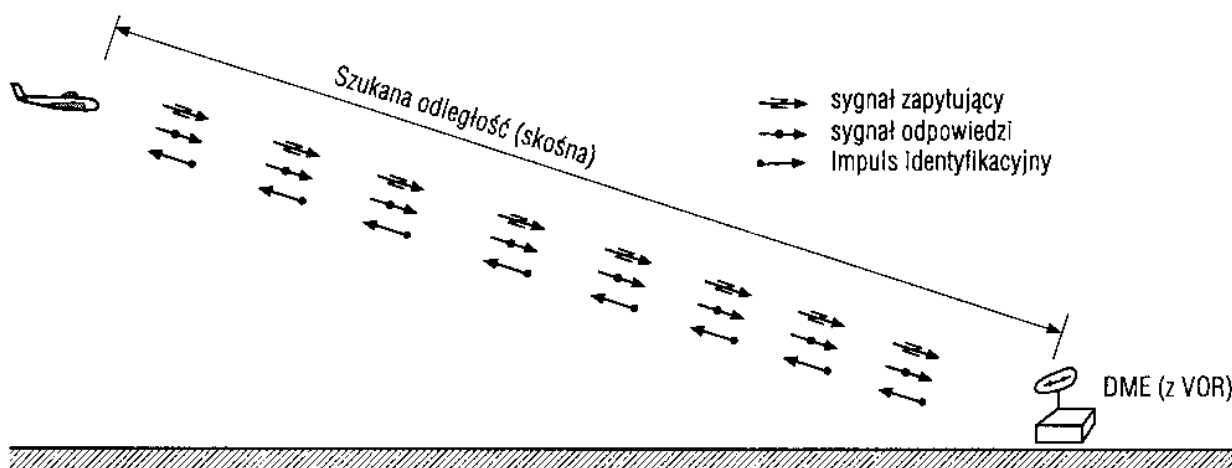
Na niektórych lotniskach pracują tylko radiolatarnie kursu.

Najnowsze systemy ILS to systemy mikrofalowe (MLS – *Microwave Landing System*) pracujące z jeszcze większą precyzją i dające oprócz kursu i ścieżki schodzenia jeszcze informację o odległości bieżącej. System MLS jest też bardziej odporny na zakłócenia meteorologiczne jak i na zakłócenia powodowane przez naziemny ruch lotniskowy.

6.5. RADIODALMIERZ ELEKTRONICZNY (DME)

Pracę DME przedstawiono w rozdziale opisującym przyrządy pokładowe, natomiast rysunek 203 przedstawia graficznie zasadę pracy urządzenia.

Wskazania DME mogą być wykorzystywane nie tylko w locie po trasie ale także w systemach podejść do lądowania. I tak wskazania DME mogą służyć jako (zamiast) OM, lub do określania punktu FAF, oraz przede wszystkim do określania odległości do lądowania w systemie VOR/DME – gdy każdej określonej odległości odpowiada określona wysokość zniżania.



Rys. 203. Zasada działania systemu DME

Dokładność wskazań DME (na przykładzie KN-62) wynosi:

- odległość — $\pm 0,1$ mili morskiej na zakresie wskazań do 100 NM oraz ± 1 NM na zakresie 100 do 389 mil morskich;
- prędkość – ± 1 węzeł;
- czas dolotu ± 1 minuta.

6.6. RADIONAMIERNIK

(VDF – *VERY HIGH FREQUENCY DIRECTION-FINDING STATION*)

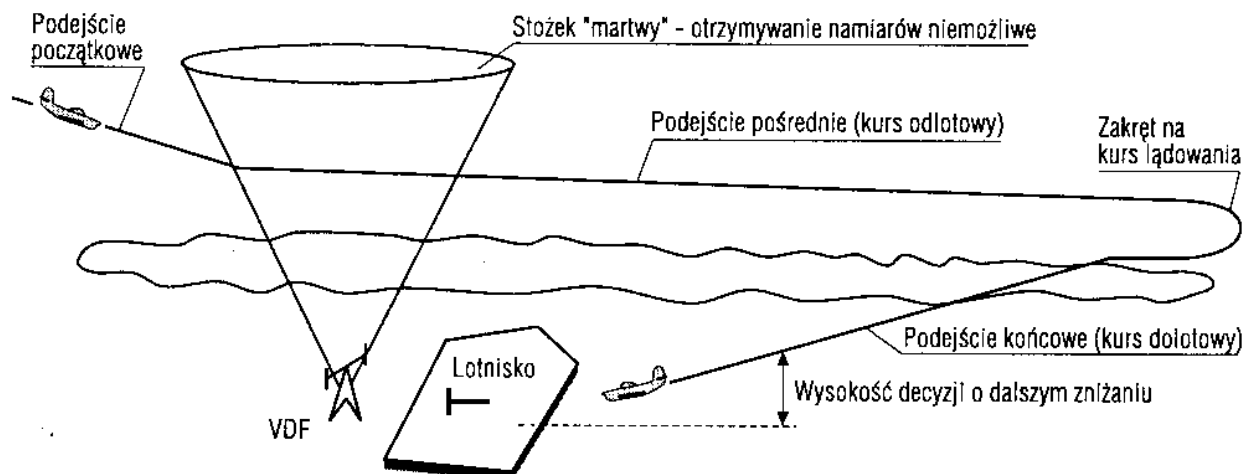
Radionamiernik to urządzenie radiowe odbiorcze kierunkowego działania umożliwiające określenie kierunku na pracującą radiostację samolotową. System może być wykorzystany jeśli wszystkie inne środki radiowe są z różnych powodów niemożliwe do wykorzystania, a pilot dysponuje jedynie sprawną radiostacją i busolą.

Radionamierzanie odbywa się na częstotliwości 130,0 MHz. Operatorzy radionamierników podają wyłącznie radionamiary na siebie.

System radionamierzania w Polsce oparty jest głównie o sieć radionamierników wojskowych, których część może być wykorzystywana na potrzeby lotnictwa cywilnego. Niektóre lotniska sportowe np. NOWY TARG, KROSNO dysponują także radionamiernikiem który pracuje na częstotliwości 122,7 MHz. Znak wywoławczy danego radionamiernika składa się z nazwy lotniska i słowa "GONIO" np. "KROSNO-GONIO".

Rodzaje namiarów oznacza się następującymi skrótami z kodu Q:

- QDM – **kierunek magnetyczny** (kurs) jaki należy przyjąć aby dolecieć do radionamiernika (przy pogodzie bez wiatru);
- QDR – namiar magnetyczny z radionamiernika na samolot;
- QTE – namiar geograficzny z radionamiernika na samolot;
- QUJ – **kierunek geograficzny** (kurs) **do** radionamiernika (bez wiatru);
- QTF – miejsce samolotu (w stosunku do określonego punktu lub długości i szerokości geograficznej);
- QGE – kurs magnetyczny i odległość **do** radionamiernika;
- QGH – procedura podejścia wg radionamiernika.



Rys. 204. Manewr podejścia do lądowania z wykorzystaniem namiarów QDM z radionamiernika (Procedura QGH)

Dokładność otrzymywanych namiarów podzielono na 4 klasy:

- klasa A – $\pm 2^\circ$;
- klasa B – $\pm 5^\circ$;
- klasa C – $\pm 10^\circ$;

– klasa D – powyżej $\pm 10^\circ$.

Dokładność określania pozycji samolotu mieści się w tych samych klasach i wynosi:

- klasa A – do 5 NM (9 km);
- klasa B – do 20 NM (37 km);
- klasa C – do 50 NM (92 km);
- klasa D – powyżej 50 NM (92 km).

7. PODSTAWOWA RADIOTELEFONICZNA FRAZEOLOGIA LOTNICZA

Podstawowymi dokumentami określającymi procedury łączności są: "Instrukcja o ruchu lotniczym kontrolowanym" (IL-4444), oraz "Podręcznik radiotelefonicznej frazeologii lotniczej" Doc. 9432-AN/925 – przekład z języka angielskiego wprowadzony Zarządzeniem Nr 10/90 Głównego Inspektora Lotnictwa Cywilnego z 6.11.1990 r. oraz "Telekomunikacja lotnicza – zasady wymiany korespondencji" (PL-10, t. 2-1) wyd. 1985 r. Ponadto funkcjonują wydawnictwa Aeroklubu Polskiego w odniesieniu do lotów lotnictwa sportowego głównie VFR – z rozbudowaną frazeologią na potrzeby szkolenia w poszczególnych rodzajach sportów lotniczych. Niemniej ogólne zasady i ustalenia zawarte w wymienionych wyżej wydawnictwach są źródłowe i powinny być respektowane przez wszystkich użytkowników lotniczego zakresu łączności radiowej.

7.1. ZALECENIA PRAKTYCZNE DOTYCZĄCE SPOSOBU PROWADZENIA KORESPONDENCJI

Używając radiostacji lotniczej należy:

- przed rozpoczęciem nadawania – sprawdzić, czy nikt aktualnie nie prowadzi korespondencji na wybranej częstotliwości;
- mówić krótko i zwięźle;
- zmiany częstotliwości dokonywać za zgodą obsługi radiostacji, z którą utrzymywano łączność dotychczas;
- przygotować tekst odpowiedzi przed włączeniem nadajnika;
- dłuższe meldunki podawać z przygotowanego tekstu pisemnego;
- stosować typowe zwroty frazeologiczne;
- nie przekazywać pozdrowień grzecznościowych i prywatnych informacji w korespondencji;
- mieć przygotowany na tablicy przyrządów znak wywoławczy swego samolotu, aby nie mylił się w powietrzu;
- mówić głosem normalnym, nieco wolniej niż normalnie, wyraźnie nie przekraczając tempa 100 słów na minutę;
- przycisk nadajnika utrzymywać w ciągu całego procesu nadawania – po czym sprawdzić, czy przypadkowo nie został on zablokowany w tym położeniu.

7.2. NADAWANIE LITER

Dla fonetycznego literowania stosuje się następujące wyrazy (sylaby akcentowane są podkreślane):

Litera	Wyraz	Wymowa
A	Alfa	<u>ALFA</u>
B	Brawo	<u>BRAWO</u>
C	Charlie	<u>CZALI</u>
D	Delta	<u>DELTA</u>
E	Echo	<u>EKO</u>
F	Foxtrot	<u>FOKSTROT</u>
G	Golf	<u>GOLF</u>
H	Hotel	<u>HOTEL</u>
I	India	<u>INDIA</u>
J	Juliett	<u>DŻULIET</u>
K	Kilo	<u>KILO</u>
L	Lima	<u>LIMA</u>
M	Mike	<u>MAJK</u>
N	November	<u>NOWEMBER</u>

Litera	Wyraz	Wymowa
O	Oscar	<u>OSKA</u>
P	Papa	<u>PAPA</u>
Q	Quebec	<u>KEBEK</u>
R	Romeo	<u>ROMIO</u>
S	Sierra	<u>SIERA</u>
T	Tango	<u>TANGO</u>
U	Uniform	<u>JUNIFORM</u> lub <u>UNIFORM.</u>
V	Victor	<u>WIKTA</u>
W	Whiskey	<u>WISKI</u>
X	X-ray	<u>EKSREJ</u>
Y	Yankee	<u>JANKI</u>
Z	Zulu	<u>ZULU</u>

7.3. NADAWANIE LICZB

Liczba	Wymowa polska	Pisownia angielska	Wymowa angielska
0	ZERO	ZERO	ZIEROU
1	JEDYNKA	ONE	UAN
2	DWA	TWO	TU
3	TRZY	THREE	THRI
4	CZTERY	FOUR	FOER
5	PIĄTKA	FIVE	FAIW
6	SZEŚĆ	SIX	SIKS
7	SIEDEM	SEVEN	SEWN
8	OSIEM	EIGHT	EJT
9	DZIEWIĘĆ	NINE	NAJNER
Przecinek	PRZECINEK	DECIMAL	DESIMEL
Sto	SETKA	HUNDRED	HANDRED
Tysiąc	TYSIĄC	THOUSAND	THAUZEND

- 10 – JEDYNKA ZERO (*UAN ZIEROU*);
 100 – JEDYNKA SETKA (*UAN HANDRED*);
 583 – PIĄTKA OSIEM TRZY (*FAIW EJT THRI*);
 2500 – DWA TYSIĄCE PIĄTKA SETEK (*TU THAUZEND FAIW HAN-
DRED*);
 11 000 – JEDYNKA JEDYNKA TYSIĘCY (*UAN UAN THAUZEND*);
 120,37 – JEDYNKA DWA ZERO PRZECINEK TRZY SIEDEM (*UAN TU
ZIEROU DESIMEL THRI SEWN*).

7.4. NADAWANIE CZASU

Czas	Nadawanie jako:
0803	ZERO TRZY lub ZERO OSIEM ZERO TRZY
1300	JEDYNKA TRZY ZERO ZERO
2057	PIĄTKA SIEDEM lub DWA ZERO PIĄTKA SIEDEM

W ruchu kontrolowanym używać należy czasu UTC, w ruchu nadzorowanym czasu lokalnego (LT) wg 24 godzinnej podziału.

7.5. STANDARDOWE SŁOWA I WYRAŻENIA

Słowo/wyrażenie	Znaczenie
POTWIERDŹ (ACKNOWLEDGE)	Powiadom mnie, czy odebrałeś i zrozumiałeś tę depeszę
TAK (POTWIERDZAM) (AFFIRM)	Tak, potwierdzam
ZGADZAM SIĘ (APPROVED)	Udziela się zezwolenia na proponowane działanie
BREAK	Sygnalizuje się odstęp między częściami depeszy
BREAK BREAK	Sygnalizuje się odstęp między depeszami nadawanymi do różnych statków powietrznych znajdujących się w przestrzeni o bardzo dużej intensywności ruchu lotniczego
ANULUJĘ (CANCEL)	Anuluje uprzednio nadane zezwolenie
SPRAWDŹ (CHECK)	Sprawdź system lub procedurę
ZEZWALAM (CLEARED)	Zezwala się na wykonywanie działań zgodnie z określonymi warunkami
POTWIERDŹ (CONFIRM)	Czy poprawnie odebrałem następujące wyrażenie...? Czy poprawnie odebrałeś depeszę
NAWIAŹ ŁĄCZNOŚĆ Z... (CONTACT)	Nawiaź łączność radiową z...
PRAWDŁOWO (CORRECT)	Zrozumiałeś prawidłowo
POPRAWIAM (CORRECTION)	Popelniono pomyłkę podczas tego nadawania. Poprawna wersja jest następująca...
POMIŃ (DISREGARD)	Uważaj, że ta wiadomość nie była nadawana
NADAWAJ (GO AHEAD)	Kontynuuj nadawanie swojej depeszy
JAK MNIE SŁYSZYSZ? (HOW DO YOU READ)	Jaka jest jakość mego nadawania?
POWTARZAM (I SAY AGAIN)	Powtarzam dla jasności lub podkreślenia
NASŁUCHUJ (MONITOR)	Utrzymaj nasłuch na częstotliwości
NIE (NIEPRAWIDŁOWO) (NEGATIVE)	Nie lub zgody nie udzielono lub, to nie jest poprawne
KONIEC (OUT)	Wymiana informacji zakończona i odpowiedź nie jest oczekiwana
ODBIÓR (OVER)	Skończyłem nadawanie i oczekuję od ciebie odpowiedzi
POWTÓRZ (READ BACK)	Powtórz całą określoną część depeszy dokładnie tak, jak ją odebrałeś
ZMIANA ZEZWOLENIA (RECLEARED)	Została wprowadzona zmiana do ostatniego zezwolenia, a zezwolenie nowe zastępuje poprzednie lub jego część

Słowo/wyrażenie	Znaczenie
ZGŁOŚ (REPORT)	Przełącz mi następującą informację
PROSZE (REQUEST)	Chciałbym wiedzieć..., pragnę otrzymać...
ZROZUMIAŁEM (ROGER)	Odebrałem całą nadaną przez ciebie informację
POWTÓRZ (SAY AGAIN)	Powtórz całość lub następującą część twego ostatniego nadawania
MÓW WOLNIEJ (SPEAK SLOWER)	Mów wolniej
CZEKAJ (STAND BY)	Czekaj, będę cię wywoływać
SPRAWDŹ (VERIFY)	Sprawdź i poproś nadawcę o potwierdzenie
WYKONAM (WILCO)	Depeszę twoją zrozumiałem i będę wykonywać
KĄŻDE SŁOWO DWUKROTNIE (WORDS TWICE)	a) jako prośba: warunki łączności są trudne. Nadawaj każde słowo dwukrotnie; b) jako zawiadomienie: ze względu na trudne warunki łączności każde słowo w tej depeszy będzie nadawane dwukrotnie

7.6. ZNAKI WYWOŁAWCZE

Radiokomunikacyjne stacje lotnicze oznacza się nazwą miejsca ich lokalizacji oraz nazwą organu lub pełnionej funkcji.

KONTROLA (CONTROL) – Ośrodek kontroli obszaru

RADAR (RADAR) – Radar ogólnie

ZBLIŻANIE (APPROACH) – Kontrola zbliżania

WEKTOROWANIE (DIRECTOR) – Radar kontroli zbliżania ogólnie

PRZYLOTY (ARRIVAL) – Radar kontroli zbliżania przylotów

ODLOTY (DEPARTURE) – Radar kontroli zbliżania odlotów

WIEŻA (TOWER) – Kontrola lotniska

ZIEMIA (GROUND) – Kontrola ruchu naziemnego

ZEZWOLENIA (DELIVERY) – Wydawanie zezwoleń

PRECYZYJNY (PRECISION) – Radar precyzyjnego podejścia

GONIO (HOMER) – Stacja radionamiarowa (radionamier-
nik)

INFORMACJA (INFORMATION) – Służba informacji powietrznej

PLYTA (APRON) – Służba kontroli/zarządzania na płycie

ODPRAWA (DISPATCH) – Odprawa przez towarzystwo lotnicze

RADIO (RADIO) – Radiostacja lotnicza

PORT (INFO) – Odpowiednik WIEŻY w ruchu nadzoro-
wanym

KWADRAT (AERO) – Kierownik lotów na polu wzlotów w ru-
chu nadzorowanym

Radiotelefonicznym znakiem wywoławczym statku powietrznego jest najczęściej jego znak rejestracyjny. Np. SP-FAS – *Sierra Papa Foxstrot Alfa Sierra*. Po nawiązaniu łączności, jeżeli istnieje pewność, że nie wystąpią nieporozumienia, można używać skróconej formy znaku wywoławczego składającej się co najmniej z pierwszego i dwóch ostatnich znaków. W przedstawionym przykładzie byłoby to "SAS". Statek powietrzny może używać skróconej formy o ile został tak wpierw wywołany przez stację naziemną. Statki powietrzne, zaliczane do kategorii ciężkiej w śladzie aerodynamicznym, po nawiązaniu łączności, po swoim znaku wywoławczym powinny użyć słowa "CIEŻKI" (*HEAVY*). Niekiedy znakiem wywoławczym są też nazwy linii lotniczych z numerem rejestracyjnym literowym lub cyfrowym, będącym na statku powietrznym, lub też nazwa producenta sprzętu w połączeniu ze znakiem rejestracyjnym.

7.7. KORESPONDENCJA W NIEBEZPIECZEŃSTWIE

Depesza o niebezpieczeństwie powinna zawierać możliwie jak najwięcej niżej wymienionych składników przekazywanych, w miarę możliwości, w następującej kolejności:

- nazwa stacji do której depesza jest adresowana;
- znak rozpoznawczy statku powietrznego;
- charakter istniejących warunków niebezpieczeństwa;
- zamiar osoby dowodzącej;
- pozycję, poziom i kurs statku powietrznego;
- każdą inną pożyteczną informację (np. kwalifikacje pilota).

Np. "MAYDAY MAYDAY MAYDAY WILGA SPFAS POŻAR SILNIKA PRZYMUSOWE LĄDOWANIE 10 km NA PÓŁNOC OD ŚRODY, 400 m, KURS 150°".

Depesza nagła zawiera te same elementy informacyjne co depesza o niebezpieczeństwie, oczywiście zamiast słów MAYDAY występuje słowo PAN.

Np. "PAN PAN PAN POZNAŃ WIEŻA WILGA SPAHT WIDZĘ DUŻY POŻAR NA PRZEJEŹDZIE KOLEJOWYM 10 km NA POŁUDNIOWY-ZACHÓD OD STĘSZEWA".

Stan niebezpieczeństwa określa się jako stan, w którym istnieje zagrożenie poważnym (lub bliskim) niebezpieczeństwem i zachodzi konieczność udzielenia natychmiastowej pomocy (kod SSR 7700).

Stan nagły to stan, w którym istnieje konieczność zapewnienia bezpieczeństwa statkowi powietrznemu, pojazdowi, lub osobie będącej na pokładzie, lub w polu obserwacji, lecz nie wymagającej udzielenia natychmiastowej pomocy.

Depesze o niebezpieczeństwie i depesze nagłe powinny być normalnie nadawane na używanej w tym czasie częstotliwości. Specjalnie wydzielona została częstotliwość 121,5 MHz jako międzynarodowa częstotliwość lotnicza w niebezpieczeństwie, chociaż nie wszystkie stacje lotnicze utrzymują stały nasłuch na tej częstotliwości.

7.8. UTRATA ŁĄCZNOŚCI PRZEZ STATEK POWIETRZNY (KOD SSR 7600)

Jeżeli statek powietrzny utracił łączność (zawiodły wszystkie próby jej odzyskania), to w dalszym ciągu na przydzielonej częstotliwości powinien nadawać swoje depesze poprzedzając je wyrażeniem "NADAJĘ NA ŚLEPO" ("*TRANSMITTING BLIND*").

Jeżeli statek powietrzny nie jest w stanie nawiązać łączności z powodu uszkodzenia odbiornika, to podając meldunki według ustalonego rozkładu poprzedza je wyrażeniem "NADAJĘ NA ŚLEPO Z POWODU USZKODZENIA ODBIORNIKA" ("*TRANSMITTING BLIND DUE TO RECEIVER FAILURE*").

7.9. NIEKTÓRE WYRAŻENIA FRAZEOLÓGICZNE UŻYWANE W RÓŻNYCH SYTUACJACH

Wyraz "START" (*TAKE-OFF*) nie oznacza komendy do startu a jedynie jest zezwoleniem na wykonanie startu.

Polecenia dotyczące pasa startowego w użyciu, kursu i prędkości, poziomu, nastawień wysokościomierza i kodów SSR powinny zawsze być powtarzane przez pilota. Przy błędnym powtórzeniu używane jest słowo "NIEPRAWIDŁOWO" (*NEGATIVE*). Jeżeli pilot nie może wykonać polecenia kontroli lotów powinien użyć wyrażenia "NIE MOGĘ WYKONAĆ" (*UNABLE TO COMPLY*). Dla sprawdzenia radiostacji przed lotem należy użyć wyrażenia "SPRAWDZENIE RADIOSTACJI" (*RADIO CHECK*).

Słyszalność transmisji ocenia się w skali 5 stopniowej:

- 1 – zła (*unreadable*);
- 2 – z przerwami (*readable now and then*);
- 3 – rozróżniana z trudnością (*readable but with difficulty*);
- 4 – dobra (*readable*);
- 5 – bardzo dobra (*perfectly readable*).

Wyrażenia używane do określenia stanu nawierzchni drogi startowej: "SKUTECZNOŚĆ HAMOWANIA..." (*BRAKING ACTION...*);

Powierzchnia:

- WILGOTNA (*DAMP*);
- MOKRA (*WET*);
- KAŁUŻE (*WATER PATCHES*);
- POKRYTA WODĄ (*FLOODED*).

7.10. TYPOWA KORESPONDENCJA RADIOWA W LOCIE VFR I IFR (PRZYKŁADY)

Jak już częściowo powiedziano w niniejszym rozdziale, korespondencja radiowa musi być prowadzona wyraźnie, w normalnym tempie i musi być **bezwzględnie zrozumiana**, wykonywanie lotu na podstawie urywków

słów jest kardynalnym błędem mogącym doprowadzić do straszliwych skutków. Historia lotnictwa odnotowała w 1977 roku największą katastrofę lotniczą na TENERYFIE (Wyspy Kanaryjskie) właśnie z powodu źle odebranej korespondencji, gdy na pasie startowym przy widzialności około 500 m zderzyły się dwa Boeingi 747 – startujący i kołujący z przeciwnej strony. Samolot linii Pan Am otrzymał zgodę na kołowanie po pasie, a samolot KLM otrzymał komendę “cleared for take-off position” – czyli “zezwalam na zajęcie pozycji do startu” – niestety pilot holenderski odebrał tylko “cleared for take-off” czyli “zezwalam na start” i rozpoczął start...

Przy najmniejszej wątpliwości należy żądać powtórzenia korespondencji. Wszystkie otrzymane dane nawigacyjne należy bezwzględnie zapisać w nakolanniku pilota, a potem powtórzyć (częstotliwości, wartości ciśnienia, wysokości, prędkości, oznaczenia dróg kołowania itp.). Poleganie tylko na pamięci świadczy o nieprzygotowaniu pilota do wejścia w system ruchu lotniczego, jest zagrożeniem dla wszystkich samolotów w powietrzu.

W celu lepszego zrozumienia korespondencji należy skrupulatnie przestrzegać **typowej frazeologii** – unikając przesadnych form grzecznościowych – mówić krótko i zwięźle.

7.10.1. Korespondencja radiowa w locie VFR

Poniższy przykład jest jak na razie tylko przykładem teoretycznym, jako że w Polsce nie obowiązuje język angielski w ruchu VFR – jednak w celach szkoleniowych (a także przy planowaniu wylotu za granicę) można zapoznać się z przygotowanym wariantem, choćby w celu wychwycenia drobnych odmienności pomiędzy korespondencją w ruchu VFR i IFR. Przykład dotyczy przelotu VFR z lotniska WROCŁAW-Strachowice na lotnisko POZNAŃ-Ławica, samolotu o znakach SP-ABC (forma skrócona S-BC).

Samolot – WROCŁAW TOWER SPABC RADIOCHECK ON 124.75.

(S-T) Wrocław Wieża SPABC dla sprawdzenia radia na 124.75.

Wieża – SPABC WROCŁAW TOWER READ YOU 5.

(TWR) SPABC Wrocław Wieża słyszę na 5.

S-T – WROCŁAW TOWER SPABC REQUEST START-UP, VFR, TO EPPO.

Wrocław Wieża SPABC prosimy uruchomienie VFR do Poznania-Ławicy.

TWR – SBC STANDING BY FOR ATC CLEARANCE TO EPPO, I CALL YOU BACK SHORTLY.

SBC czekajcie na zgodę na podsluchu, za chwilę was zawołam.

S-T – SBC STANDING BY.

SBC na podsluchu.

TWR – SBC START UP APPROVED QNH 997 TIME 45 RUNWAY IN USE 30.

SBC zezwalam uruchomić QNH 997 czas 45, pas w użyciu 30.

S-T – SBC ROGER QNH 997 RUNWAY IN USE 30.

SBC zrozumiałem QNH 997 pas w użyciu 30.

- S-T – SBC REQUEST TAXI.
SBC prosimy o kołowanie.
- TWR – SBC TAXI VIA TAXIWAY A TO HOLDING POINT RUNWAY 30 WIND 220 DEGREES 8 KNOTS QNH 997.
SBC Kołować drogą kołowania A do punktu oczekiwania przed pasem 30, wiatr 220 stopni 8 węzłów QNH 997.
- S-T – TAXI VIA A TO HOLDING POINT RUNWAY 30 QNH 997 SBC.
Kołować przez A do punktu oczekiwania przed pasem 30 QNH 997 SBC.
- TWR – SBC RECLEARED TAXI BEHIND PIPER COMING FROM YOUR RIGHT.
SBC zmiana zezwolenia, kołuj za PIPEREM zbliżającym się z twojej prawej.
- S-T – SBC ROGER TRAFFIC IN SIGHT TAXI BEHIND PIPER.
SBC zrozumiałem, ruch widzę, za PIPEREM.
- TWR – SBC ARE YOU REDY TO COPY ATC CLEARANCE?
SBC jesteście gotowi do zapisania zgody kontroli ruchu lotniczego?
- S-T – SBC CONFIRM GO AHEAD.
SBC potwierdzam nadawaj.
- TWR – SBC IS-CLEARED VFR TO EPPO VIA VK4, AFTER TAKE-OFF TURN RIGHT TO TRZ MAINTAIN 300 METERS OR BELOW INSIDE CONTROLZONE OVER.
SBC ma zgodę na lot VFR do Poznania-Ławicy po trasie VK4 po starcie zakręt w prawo na TRZEBNICĘ utrzymywać 300 m lub niżej w strefie kontrolowanej lotniska odbiór.
- S-T – (powtarza otrzymaną zgodę).
- TWR – SBC THAT IS CORRECT BEHIND LANDING WILGA LINE UP BEHIND AND WAIT.
SBC jest prawidłowo za lądującą Wilgą zająć pas za i czekać.
- S-T – BEHIND LANDING WILGA LINE UP BEHIND AND WAIT SBC
Za lądującą wilgą zająć pas za i czekać SBC.
- TWR – SBC CLEARED FOR TAKE-OFF WIND 240, 10 KNOTS.
SBC zezwalam na start wiatr 240 stopni 10 węzłów.
- S-T – CLEARED FOR TAKE-OFF SBC.
Zezwalam startować SBC.
- TWR – SBC AIRBORNE 55 REPORT LEAVING CONTROLZONE.
SBC w powietrzu o 55 zgłoszcie opuszczenie CTR.
- S-T – WILL REPORT LEAVING CONTROLZONE SBC.
Zgłosimy opuszczenie strefy kontrolowanej lotniska SBC.
- TWR – SBC WHAT IS YOUR ESTIMATED TIME CZE².
SBC jaki jest twój przewidywany czas Czempina.
- S-T – SBC ESTIMATE CZE 35.
SBC CZE przewidujemy o 35.
- S-T – WROCLAW TOWER SBC NOW LEAVING CONTROLZONE.
Wrocław Wieża SBC opuszczamy teraz strefę kontrolowaną.

- TWR – SBC WROCLAW TOWER ROGER CONTACT POZNAŃ CONTROL FREQUENCY 124.5.
SBC Wrocław Wieża zrozumiałem kontakt z Poznań Kontrolą, częstotliwość 124.5.
- S-T – SBC CONTACT POZNAŃ CONTROL 124.5.
SBC łączność z Poznań Kontrolą 124.5.
- S-T – POZNAŃ CONTROL SBC VFR TO EPPO VIA VK4 300 METERS PASSING TRZ ESTIMATE LESZNO 15.
Poznań Kontrola SBC z widzialnością do Poznania (Ławicy) trasą VK4 300 m mijamy Trzebnicę Leszno obliczamy o 15.
- Poznań Kontrola (POZ) – SBC POZNAŃ CONTROL ROGER NOT YET IDENTIFIED YOU ARE STILL TOO FAR OUT RADAR COVER. CONTINUE VISUALLY OWN NAVIGATION TO CZE. TRAFFIC INFORMATION LESZNO GLIDER ACTIVITY.
SBC Poznań Kontrola zrozumiałem jeszcze nie widzę jesteście poza zasięgiem radaru wykonujcie z widzialnością własną nawigację do CZE. Informacja ruchowa szybowce w Lesznie latają.
- S-T – SBC ROGER OWN NAVIGATION PROGRAM TO CZE LESZNO ACTIVITY.
SBC zrozumiałem własną nawigację do Czempina Leszno wykonuje loty szybowcowe.
- POZ – SBC CORRECT FOR FLIGHT INFORMATION CONTACT LESZNO INFO 122.7 REPORT CZE INBOUND.
SBC prawidłowo po informację powietrzną łączność z Lesznem na 122.7 zgłoszcie CZE w dolocie.
- S-T – SBC ROGER WE WILL CALL YOU CZE INBOUND.
SBC zrozumiałem zgłosimy Czempin w dolocie.
- S-T – POZNAŃ CONTROL SBC APPROACHING TO CZE.
Poznań kontrola SBC zbliżamy się do Czempina.
- POZ – SBC CONTACT POZNAŃ TOWER 118.22.
SBC łączność z Poznań Wieżą na 118.22.
- S-T – POZNAŃ TOWER 118.22 SBC.
Poznań Wieża 118.22 SBC.
- S-T – POZNAŃ TOWER SPABC OVER CZE 300 METERS VFR REQUEST JOINING INSTRUCTIONS OVER.
Poznań Wieża SPABC nad Czempinem 300 metrów z widzialnością prosimy instrukcje wejścia odbiór.
- Poznań Wieża (TWR) – SBC POZNAŃ TOWER RUNWAY IN USE 29 LEFT TRAFFIC CIRCUIT WIND 270 DEGREES 14 KILOMETERS PER HOUR CAVOK QNH 1001 HECTOPASCALS AN2 IN RIGHT TRAFFIC CIRCUIT FOR LANDING EXERCISES REPORT AERODROME IN SIGHT.
SBC Poznań Wieża pas w użyciu 29 lewy krąg, wiatr 270 stopni 14 kilometrów na godzinę, pogoda CAVOK QNH 1001 hektopaskali AN2 w prawym kręgu ćwiczy lądowania zgłoś widoczność lotniska.

- S-T – SBC RUNWAY IN USE 29 QNH 1001 REST COPIED WE WILL REPORT AERODROM IN SIGHT.
SBC pas w użyciu 29 QNH 1001 reszta zapisana zgłosimy widoczność lotniska.
- S-T – POZNAŃ TOWER SBC AIRFIELD IN SIGHT.
Poznań Wieża SBC lotnisko widzimy.
- TWR – SBC CONTINUE VISUAL APPROACH REPORT SHORT FINAL 29 NUMBER 2 TO A AN2 CROSSING THE THRESHOLD.
SBC kontynuujcie podejście z widocznością zgłóście krótką prostą 29 jesteście Nr 2 za AN2 nad progiem pasa..
- S-T – SBC CONTINUE APPROACH WE CALL YOU SHORT FINAL 29.
SBC kontynuujemy podejście zgłosimy prostą 29.
- S-T – SBC ON SHORT FINAL 29.
SBC na krótkiej prostej 29.
- TWR – SBC CLEARED TO LAND, WIND NO CHANGE AN2 ON RUNWAY PERFORMING TOUCH AND GO.
SBC możecie lądować, wiatr bez zmian, AN-2 na pasie wykonuje start z konwojera.
- S-T – SBC CLEARED TO LAND AN2 IN SIGHT LANDING BEHIND.
SBC możemy lądować AN2 widzimy lądujemy za nim.
- TWR – SBC ON THE GROUND 46 AFTER FULL STOP, TAXI BACKTRACT TO THE END NEXT TO THE RIGHT TO THE APRON REPORT WHEN FOLLOW CAR IN SIGHT.
SBC na ziemi o 46 po zatrzymaniu kołować z powrotem do końca następnie w prawo na płytę zgłóście widoczność samolotu prowadzącego.
- S-T – SBC LANDING TIME 46 TAXI BACKTRACT TO THE END AND RIGHT.
SBC czas lądowania 46 kołowanie z powrotem do końca i w prawo.
- S-T – SBC RUNWAY VACATED YELLOW CAR IN SIGHT.
SBC pas zwolniony żółty samochód widzimy.
- TWR – SBC CONTINUE BEHIND FOLLOW TO PARKING POSITION.
SBC kontynuujcie za follow na pozycję do parkowania.

7.10.2. Korespondencja radiowa w locie IFR (wg etapów lotu)

Uruchomienie.

- S-T – OKECIE GROUND SPABC REQUEST START-UP STAND NUMBER 34 INFORMATION PAPA.
Okęcie Grand SPABC prosimy uruchomienie na stanowisku nr 34 informacja Papa.
- GROUND – SPABC GROUND START-UP APPROVED INFORMATION PAPA IS OKAY TIME IS 31.
(GND) SPABC Grand uruchomić pozwalam informacja Papa jest w porządku czas jest 31.

Kołowanie.

- S-T – OKECIE GROUND SPABC REQUEST TAXI FROM STAND 34 TO RUNWAY IN USE.
Okęcie Grand SPABC prosimy kołowanie ze stanowiska 34 do pasa w użyciu.
- GND – SBC TAXI VIA M2,E TO HOLDING POINT RUNWAY 29 FOLLOW B737 ON ECHO QNH 992.
SBC kołować przez M2,E do punktu oczekiwania pasa 29 za Boeningiem 737 na drodze kołowania E QNH jest 992.
- S-T – VIA M2,E TO HOLDING POINT RUNWAY 29 WILL FOLLOW B737 QNH 992 SBC.
Przez M2,E do punktu oczekiwania pasa 29 będziemy za B737 QNH 992 SBC.
- GND – SBC ARE YOU REDY TO COPY ATC CLEARANCE?
SBC jesteście gotowi do zapisania zgody ruchu lotniczego?
- S-T – SBC GO AHED.
SBC nadawaj.
- GND – SBC CLEARED TO GDAŃSK VIA LISSU POINT AND ROMEO 23 BRAVO 7 FLIGHT LEVEL 80 REQUEST LEVEL CHANGE EN-ROUTE SQUAWK 1753 OVER.
SBC macie zgodę do Gdańska przez punkt Lissu i drogą R23 i B7 poziom lotu 80 prosić zmianę poziomu na trasie squawk 1753 odbiór.
- S-T – CLEARED TO GDAŃSK VIA LISSU POINT AND ROMEO 23 BRAVO 7 FLIGHT LEVEL 80 TO REQUEST LEVEL CHANGE EN-ROUTE SQUAWK 1753 SBC.
Mamy zgodę do Gdańska przez punkt Lissu i drogę R23, B7 poziom lotu 80 prosić zmianę poziomu na trasie squawk 1753 SBC.
- GND – SBC CLEARANCE IS CORRECT CONTACT TOWER 118.3.
SBC zgoda jest prawidłowa łączność z Wieżą na 118.3.
- S-T – TOWER 118.3 SBC.
Wieża 118.3 SBC.
- S-T – OKECIE TOWER SPABC COMMING UP HOLDING POINT 29 READY FOR DEPARTURE.
Okęcie Wieża SPABC podchodzimy do punktu oczekiwania 29 gotowi do startu.

Start.

- TOWER – SBC LINE UP AND WAIT.
(TWR) SBC zająć pas i czekać.
- S-T – LINE UP AND WAIT SBC.
Zająć pas i czekać SBC.
- TWR – SBC AMENDMENT TO CLEARANCE – AFTER DEPARTURE CLIMB STRAIGHT AHEAD TO 3000 FEET – BEFORE RIGHT TURN AND EXPECT RADARVECTERING TO LISSU – CLEARED FOR TAKE-OFF.
SBC poprawka do zgody po starcie wznosić się po prostej do

3000 stóp przed zakrętem w prawo i oczekujecie wektorowania do punktu Lissu – zezwalam startować.

S-T – AMENDMENT AFTER DEPARTURE CLIMBING STRAIGHT AHEAD TO 3000 FEET BEFORE RIGHT TURN – CLEARED FOR TAKE-OFF SBC.

Poprawka po starcie wznoszenie po prostej do 3000 stóp przed zakrętem w prawo możemy startować.

Odlot na trasę.

TWR – SBC TOWER AIRBORNE 37 CONTACT WARSZAWA APPROACH 128.8.

SBC Wieża w powietrzu o 37 łączność z Warszawą zbliżanie na 128.8.

S-T – CONTACTING WARSZAWA APPROACH ON 128.8 SBC.

Nawiązujemy z Warszawą zbliżanie na 128.8 SBC.

S-T – WARSZAWA APPROACH SPABC PASSING 800 FEET CLIMBING ON RUNWAY HEADING.

Warszawa zbliżanie SPABC przecinamy 800 feet wznosimy się z kursem pasa.

APPRO- – SBC WARSZAWA APPROACH IDENTIFIED CLIMB TO 3000
ACH FEET AND MAINTAIN RUNWAY HEADING.

(APP) SBC Warszawa zbliżanie zidentyfikowani wznosić się do 3000 stóp z kursem pasa.

S-T – UP TO 3000 FEET WITH RUNWAY HEADING SBC.

Do 3000 stóp z kursem pasa SBC.

APP – SBC TURN RIGHT FOR LISSU POINT CONTINUE CLIMB TO FLIGHT LEVEL 080 – NO RESTRICTIONS FOR SPEED AND RATE OF CLIMB.

SBC zakręt w prawo na punkt Lissu kontynuować wznoszenie do poziomu 080 nie ma ograniczeń w prędkości i stopniu wznoszenia.

S-T – TURNING RIGHT FOR LISSU CONTINUE CLIMB TO FLIGHT LEVEL 080 NO RESTRICTIONS FOR SPEED AND RATE OF CLIMB SBC.

Zakręt w prawo na Lissu kontynuujemy wznoszenie do poziomu 080 nie ma ograniczeń w prędkości i stopniu wznoszenia.

APP – SBC 10 MILES TO LISSU POINT RESUME OWN NAVIGATION CONTACT WARSZAWA CONTROL 134.12.

SBC 10 mil do punktu Lissu podejmijcie własną nawigację łączność z Warszawą Kontrola na 134.12.

S-T – CONTACTING WARSZAWA CONTROL ON 134.12 OWN NAVIGATION SBC.

Nawiązujemy z Warszawą Kontrola na 134.12 własna nawigacja SBC.

Trasa.

S-T – WARSZAWA CONTROL SPABC CLIMBING TO FLIGHT LEVEL 080 APPROACHING LISSU POINT REQUEST FLIGHT LEVEL 120.

Warszawa Kontrola SPABC wznosimy się do poziomu 080 zbliżamy się do punktu Lissu prosimy poziom lotu 120.

WAR- – SPABC WARSZAWA CONTROL IDENTIFIED – CONTINUE
 SZAWA CLIMB TO FLIGHT LEVEL 120, REPORT REACHING.
 CON- SPABC Warszawa Kontrola zidentyfikowani kontynuujcie wzno-
 TROL szenie do poziomu lotu 120 zgłoście osiągnięcie.
 (CON)

S-T – WILL REPORT REACHING FLIGHT LEVEL 120 SPABC.
 Zgłosimy osiągnięcie poziomu lotu 120 SPABC.

S-T – WARSZAWA CONTROL SPABC FLIGHT LEVEL 120.
 Warszawa Kontrola SPABC poziom lotu 120.

CON – SBC ROGER MAINTAIN 120 REPORT GRU VOR.
 SBC zrozumiałem utrzymujcie 120 zgłoście GRU VOR.

S-T – MAINTAINING 120 WILL REPORT GRU VOR SBC.
 Utrzymujemy 120 zgłosimy VOR GRU SBC. *

Zbliżanie.

S-T – WARSZAWA CONTROL SBC OVER GRU FLIGHT LEVEL
 120.

Warszawa Kontrola SBC nad GRU poziom lotu 120.

CON – SBC CONTINUE TO KRT DESCENT TO FLIGHT LEVEL 060
 REPORT PASSING SKARY POINT.

SBC kontynuujcie do KRT zniżać do poziomu lotu 060 zgłoście
 przecięcie punktu SKARY.

S-T – CONTINUE TO KRT LEAVING FLIGHT LEVEL 120 DE-
 SCENTING 060 WILL REPORT SKARY SBC.

Kontynuujemy do KRT opuszczamy poziom lotu 120 zniżamy
 060 zgłosimy SKARY SBC.

S-T – WARSZAWA CONTROL SBC CROSSING SKARY FLIGHT LE-
 VEL 060.

Warszawa Kontrola SBC przecinamy SKARY poziom lotu 060.

CON – SBC CONTACT GDAŃSK APPROACH 132.2.

SBC łączność z Gdańsk zbliżanie na częstotliwości 132.2.

S-T – GDAŃSK APPROACH 132.2.

Gdańsk zbliżanie 132.2.

S-T – GDAŃSK APPROACH SPABC AFTER PASSING SKARY PRO-
 CEEDING KRT 060.

Gdańsk zbliżanie SPABC po przecięciu SKARY w kierunku
 KRT 060.

APP – SPABC GDAŃSK APPROACH DESCENT TO 3000 FEET QNH
 1015 CONTINUE TO KRT INFORMATION IS ALFA RADAR
 VECTORING FOR ILS RUNWAY 29.

SPABC Gdańsk zbliżanie zniżajcie do 3000 stóp ciśnienie 1015
 kontynuujcie na KRT informacja jest ALFA, wektorowanie ra-
 darowe do ILS na pas 29.

S-T – 3000 FEET QNH 1015 ILS RUNWAY 29 WE RECEIVED IN-
 FORMATION ALFA.

3000 stóp QNH 1015 ILS pas 29 odebraliśmy informację alfa.

APP – SBC POSITION IS 18 MILES SOUTH-WEST OF AIRFIELD –
 TURN RIGHT HEADING 090 DESCEND FURTHER TO 2500

FEET.

SBC jesteście 18 mil na południowy zachód od lotniska zakręt w prawo kurs 090 dalsze zniżanie do 2500 stóp.

S-T – RIGHT HEADING 090 DESCENDING FURTHER TO 2500 FEET – NOW LEAVING 3000 FEET SBC.

W prawo kurs 090 następne zniżanie do 2500 stóp opuszczamy 3000 stóp SBC.

APP – SBC TURN LEFT HEADING 330 TO INTERCEPT AND FOLLOW LOCALIZER – CLEARED FOR ILS APPROACH RUNWAY 29 – REPORT ESTABLISHED ON LOCALIZER.

SBC zakręt w lewo kurs 330 do przechwycenia i utrzymania lokalizera możecie podchodzić wg ILS pas 29 ustabilizowanie wg lokalizera zgłoszcie.

S-T – LEFT HEADING 330 FOR LOCALIZER – CLEARED ILS APPROACH RUNWAY 29 – WILL REPORT ESTABLISHED ON LOCALIZER SBC.

W lewo kurs 330 do lokalizera zgoda na podejście wg ILS pas 29 zgłosimy ustabilizowanie wg lokalizera SBC.

S-T – GDAŃSK APPROACH SBC ESTABLISHED ON LOCALIZER RUNWAY 29.

APP – SBC ROGER 10 MILES FROM TOUCH-DOWN – REDUCE SPEED TO 120 KNOTS.

S-T – REDUCING TO 120 KNOTS SBC.

APP – SBC NOW 6 MILES FROM TOUCH-DOWN CONTACT GDAŃSK TOWER ON 118.1.

S-T – CONTACTING TOWER 118.1 SBC.

S-T – GDAŃSK TOWER SPABC ON FINAL 29 FULL ESTABLISHED.

TWR – SBC CLEARED TO LAND RUNWAY 29 WIND IS 270 DEGREES 22 KNOTS.

S-T – CLEARED TO LAND SBC.

TWR – SBC ON GROUND 41 - TURN RIGHT FIRST HIGH-SPEED TAXIWAY AND FOLLOW "C" AND "A" TO THE APRON.

S-T – 41 COPY RUNWAY 29 VACATED ON TAXIWAY C FOLLOW IN SIGHT WE WILL GO FOLLOW.

7.10.3. Niektóre przykłady meldunków technicznych załogi samolotu

I WILL MAKE A FORCED LANDING – Będę wykonywał przymusowe lądowanie.

IT IS NECESSARY TO MAKE A BELLYLANDING – Jest konieczne lądowanie na brzuchu.

I HAVE LOST HYDRAULIC PRESSURE – Nie mamy ciśnienia hydraulicznego.

I HAVE LOST CABIN PRESSURE – Nie mamy hermetyzacji kabiny.

OIL PRESSURE ENGINE NUMBER 1 DECREASING – Spada ciśnienie oleju silnika nr 1.

HEAVY VIBRATIONS – Duża wibracja.

ENGINE FEATHERED – Śmigło silnika ustawione w chorągiewkę.

ELEVATOR STOCKED – Ster wysokości zablokowany (zaklinowany).

RUDDER IS STOCKED IN A CENTRAL POSITION – Ster kierunku zablokowany w centralnym położeniu.

RIGHT AILERON IS DAMAGED – Prawa lotka uszkodzona.

DE-ICING SYSTEM UNSERVICEABLE – Instalacja przeciw oblodzenia nie pracuje.

UNABLE TO GET RIGHT GEAR DOWN AND LOCKED – Nie można wypuścić i zablokować prawego podwozia.

REQUEST FOAM ON RUNWAY – Prosimy pianę na pas.

WILL BE UNABLE TO STEER AS NOSEWHEEL – STEERING IS OUT OF SERVICE – Sterowanie przednim kołem będzie niemożliwe bo jest niesprawne.

MY ADF IS UNRELIABLE – Moje ARK ma niepewne wskazania.

WE GOT HEAVY SMOKE IN COCKPIT – Mamy dużo dymu w kabinie.

WE HAVE A FUEL – LEAK AND DIVERTING TO POZNAŃ – Mamy wyciek paliwa zmieniamy lot do Poznania.

WINDSHIELD CRACKED – Przednia szyba pęknięta.

7.10.4. Praktyczne materiały pomocnicze ułatwiające korespondencję w języku angielskim

(znaki samolotu) STANDING BY FOR ATC CLEARANCE TO (lotnisko docelowe).

..... czekamy na zgodę do

CALL YOU BACK – wywołam cię powtórnie.

DID YOU CALL ME? – Czy mnie wołałeś?

WE WILL CALL YOU OVER – zgłosimy się nad

CALL YOU REACHING – zgłosimy osiągnięcie

..... PASSING – przecinamy

WHEN CAN YOU GIVE US PERMISSION FOR (DESCENT) (FINAL) etc.

Kiedy możesz dać mi zgodę na (zniżanie) (na prostą) itp.

..... TOLD US TO FLY – powiedział lecieć do

REVISED EXPECTED APPROACH TIME ... – skorygowany czas podejścia ...

BY PERMISSION – za zezwoleniem.

REQUEST – PERMISSION – prosimy pozwolenie (także WE ARE REQUESTING).

REQUEST – CLEARANCE – prosimy o zgodę.

REQUEST – DIRECT – prosimy bezpośrednio (także GO STRAIGHT TO ...).

REQUEST – WEATHER INF. – prosimy informację pogodową.

REQUEST – DIVERSION TO – prosimy zmianę kierunku do

REQUEST – SHORTEN – prosimy o skrót.

REQUEST – CHANGE TO FREQUENCY – prosimy o zmianę częstotliwości.

GIVE MI DISTANCE – daj mi odległość.

I AM MONITORING MY LAST REQUEST – ponaglam moją prośbę.
 PRESENT POSITION – obecna pozycja
 RETURN – z powrotem.
 TO ENTER – wejść.
 TO LEAVE – opuścić.
 REPORT CHANGE IN STATUS – podaj zmiany w położeniu.
 TWR DIDN'T CLEAR US TO (LAND) – wieża nie dała zgody na ... (lądowanie).
 REQUEST CLEARANCE TO WARM UP ENGINES – prosimy o zgodę na podgrzanie silników.
 TILL TO MORROW – do jutra.
 TILL TO COME BACK – do powrotu.
 ON THE RETURN TRIP – w drodze powrotnej.
 IN PROCEDURE TURN – w zakręcie proceduralnym.
 NO CONTACT WITH RUNWAY – nie zauważyliśmy pasa.
 TO TAKE INTO CONSIDERATION – weź pod rozwagę.
 ... AWAITING FLIGHT CHECK – oczekuje sprawdzenia w locie.
 CLEARED TO DESTINATION – zgoda na lotnisko docelowe.
 CLEARED AS FILED – zgoda jak zaplanowano.
 REQUEST TAXI OUT SLOWLY – zezwól powoli wykołować.
 WE WILL GO FOLLOW – będziemy kołować za follow.
 CLOSING OUTER MARKER – zbliżamy się do zewnętrznego markera.
 AIRBORN TIME – w powietrzu o (czas oderwania).
 "F" TO WEATHER – pogoda "F" (foxtrot).
 TRAINING FLIGHT – lot szkolny.
 DUAL CONTROL FLIGHT – lot szkolny na dwusterze.
 PRACTICE FLIGHT – trening lotniczy.
 ELEMENTARY TRAINING – szkolenie początkowe.
 CARRY FLIGHT (lub FERRY F.) – lot na przebazowanie.
 CLIMB IS CLEAR – wznoszenie jest wolne.
 CALL SIGN – znak wywoławczy.
 ODD – nieparzyste (poziomy lotów).
 EVEN – parzyste (poziomy lotów).
 AFTER PASSING – po przecięciu.
 LOOKING OUT – prowadzę obserwację.
 VIA FLIGHT PLANNED ROUTE – trasą zaplanowaną.
 STRAIGHT IN APPROACH – podejście z prostej.
 COMMENCE – rozpocznij.
 ON AND OFF – z przerwami.
 HOLDING SHORT – oczekuję krótko przed
 COMING BACK – powracam.
 ARE YOU VMC? – lecisz w ZWA? (z widzialnością).
 ARE YOU IFR? – lecisz w TWA? (wg przyrządów).
 IN CASE OF NEED – w razie potrzeby.
 WE DID BREAK RADIO COMMUNICATION – mieliśmy przerwę w łączności.
 TRANSMITTER – nadajnik.
 RECEIVER – odbiornik.
 COMMUNICATIONS RANGE – zasięg łączności.

IF AVAILBLE DIRECT – jeśli możliwe bezpośrednio.
 REQUEST HEADING FOR AVOID – prosimy kurs dla ominięcia
 IN CASE OF – w przypadku
 REQUEST INTENTION – podaj zamiar.
 STAND BY ONE – poczekaj chwilę.
 TRANSMISION IS SOMEWHAT WEAK – nadawanie jest coś słabe.
 IT DEPENDS ON THE WEATHER – to zależy od pogody.
 NOT CLEAR – nie wyraźnie.
 YOU ARE BEING CALLED BY –jesteś wołany przez
 INCOMING TRAFFIC IN SIGHT – wkołowujący samolot widzimy.
 OUT GOING TRAFFIC IN SIGHT – wykołowujący samolot widzimy.
 ALL THE REST WAS COPIED – cała reszta zapisana.
 REST NO CHANGE – reszta bez zmian.
 DUE TO LACK OF VISUAL CONTACT WITH RWY – z powodu braku kontaktu wzrokowego z pasem.
 WITHOUT ANY LUCK – bezskutecznie.
 ... AFTER DEPARTURE RUNWAY HEADING – ... po odlocie z kursem pasa.
 IN THE MEANTIME WE CONTINUE – tymczasem kontynuujemy
 ROGER ALL THAT – wszystko zostało zrozumiane.
 HAVE A NICE DAY – miłego dnia.
 WE WILL BE FLYING BACK AT (5 o'clock) – będziemy odlatywać o ...(piątej).
 WE ARE FOLLOWING FOLLOW – kołujemy za samochodem prowadzącym.
 SAY POSITION – podaj pozycję.
 MAKE SURE – upewnij się.

Przykłady tekstów informacyjnych dla pilotów spotykanych niekiedy w GAT (w języku angielskim)

1. DON'T FORGET TO ENSURE APPROVAL FROM AIS OF YOUR PREVIOUS TRANSMITTED FLIGHT PLAN BY PHONE. THE TRANSMISION IS FREE OF CHARGE.
 (Nie zapomnij upewnić się przez telefon w komórce ruchu lotniczego o zatwierdzeniu twojego planu lotu, który poprzednio wysłałeś. Połączenie jest bezpłatne).
2. URGENT. TO ALL PILOT'S.
 YOU HAVE TO PHONE AIS
 EXTENSION: 2388 FOR ACCEPTANCE OF FLIGHT PLAN, IF TRANSMITTED BY TELEFAX. IMPORTANT.
 (Pilne. Do wszystkich pilotów.
 Musisz zadzwonić do komórki ruchu lotniczego nr wewnętrzny 2388 dla potwierdzenia planu lotu, jeżeli był wysłany telefaxem. Ważne).
3. CREW TRANSPORT FROM THIS TERMINAL TO "RAMP 2" IS FREE OF CHARGE. ALL OTHER TRANSPORTS HAVE TO BE PAID FOR!
 (Transport załóg z tego dworca na płytę nr "2" jest wolny od opłat. Każdy inny transport musi być opłacony).

4. OPERATING INSTRUCTIONS TO TRANSMIT FLIGHT PLAN TO AIS.

(Instrukcja wysyłania planu lotu do służby informacji lotniczej).

1) PLEASE IN YOUR FLIGHT PLAN FORMULAR UP SIDE DOWN.

2) PUSH THE FOLLOWING KEYS IN SEQUENCE:

a) AIS,

b) START IF OCCUPIED RESTART TRANSMISSION BY,

PUSHING:

a) PAUSE,

b) START.

HOW TO OBTAIN A PRE-FLIGHT INFORMATION DOCUMENT

(Jak otrzymać dokumenty informacji przelotowej)

PUSH THE FOLLOWING KEYS IN SEQUENCE:

a) FUNCTION,

b) 3,

c) AIS,

d) START IF OCCUPIED RESTART THE PROCEDURE BY

PUSHING:

a) PAUSE,

b) START.

Książka jest przeznaczona dla pilotów oraz dla szerokiego grona ludzi zainteresowanych lotnictwem.

Zawiera praktyczne informacje niezbędne do wykonywania lotów, w tym także do lotów według wskazań przyrządów – IFR, wzbogacona stosowanym słownictwem angielskim.

Książka zalecona została, przez Głównego Inspektora Personelu Lotniczego, do wykorzystywania podczas szkolenia lotniczego.

ISBN 83-902291-1-0