

Czy opłaca się trzymać prędkości krążkowe?

Napisał: Łobuz
sobota, 15 kwietnia 2006

Czy warto latać według krążka?

Jeżeli wierzyć Ingo Renerowi, to nie! A przecież Ingo kroczy od sukcesu do sukcesu: do czterokrotnego tytułu mistrza świata dołączył ostatnio zwycięstwo w pucharze HITACHI uważanym za mistrzostwa mistrzów. Rener doradza, w uproszczeniu, utrzymywać na przeskoku prędkość *stałą*, tym większą, im mocniejsze warunki i cięższy szybowiec, określoną w zasadzie zgodnie z teorią krążka Mac Cready'go. Odrzuca jednak permanentne zmiany prędkości pod wpływem chwilowych zmian odczytu krążka. Inni - zwłaszcza teoretycy - zalecają coś wręcz odwrotnego: nawet radykalne ściąganie i nurkowanie jako źródło domniemanych korzyści energetycznych.

Czy Inno Renner, gdyby tak latał, byłby jeszcze szybszy?

Rudolf Brozel, dyplomowany fizyk, jako producent wariometrów parający się na co dzień z tą problematyką, przeprowadził porównawcze studia różnych przypadków, by rzucić nieco światła w gąszcz teorii. Twierdzi on, że klasyczna teoria prędkości przeskoku tylko w ograniczonym stopniu sprawdza się w praktyce.

W poszukiwaniu użytecznych teorii szybownik znajduje w pierwszej kolejności teorię przeskoku, która jest słuszna (wraz z wszystkimi konsekwencjami pochodnymi) lecz tylko, gdy spełnione są następujące 2 założenia:

1. Przy przejściu z jednej fazy lotu do drugiej (z krążenia do lotu prostego) nie zachodzą żadne straty energetyczne ani czasowe.
2. Także w fazie przeskoku nie zachodzą żadne straty inne, niż wynikające wprost z biegunowej prędkości.

Oczywiście wynika z tego, że teoria nie sprawdza się gdy mamy do czynienia ze stratami międzyfazowymi oraz spowodowanymi przez pracę drążkiem na przeskoku. A te niestety, zachodzą!

W ostatnim czasie sporo słyszy się o badaniach, częściowo opartych na symulacji. Niektóre z nich wykazują, że uparte utrzymywanie prędkości krążkowej nie tylko nie daje żadnych korzyści, lecz przeciwnie, raczej zmniejsza prędkość przelotową. Inne prace zalecają dynamiczne ściąganie w każdym kominie, aby "zyskać na energii".

Do roku 1987 brak kompleksowej teorii zastępczej - teoria taka musiałaby być zamknięta w sobie, przewidywać pewne rezerwy na ewentualne niespodzianki i przede wszystkim - musiałaby potwierdzać się w praktyce. Teoria niedostatecznie potwierdzona pozostaje hipotezą.

Reasumując: stara teoria przelotowa już nie wystarcza dla współczesnej praktyki. Natomiast nowej teorii (1987), lepiej dostosowanej do współczesnych potrzeb - po prostu nie ma.

W następstwie tego stanu dla niektórych szczególnie udanych wyników po prostu brak teoretycznego uzasadnienia - pozostają niezrozumiałe!

Powiedzmy sobie wyraźnie: nowa, ulepszona teoria przeskoku musi objąć starą - jako szczególny przypadek krańcowy - a ponadto musi uwzględnić dalsze (znane lub oczekiwane) okoliczności szczegółowe. W miarę możliwości powinna przewidywać nowe.

Z braku takiej teorii, na razie nie pozostaje nic innego jak realizować przeloty "na wycucie", w przekonaniu, że postępujemy najlepiej. Lecz przecucie bywa złym doradcą.

Wydaje się, że co najmniej kilku pilotów pojęło już w czym rzecz, w oparciu o porównanie z konkurentami lub po prostu własną intuicję.

Natomiast szczegółowa analiza wydaje się niezmiernie skomplikowana, tak złożona, że przedstawienie jej w prostej i kompletnej postaci, bazującej na wykresach lub prostych rachunkach (uwzględniających niezmiernie złożone zależności) wydaje się wręcz niemożliwe. Nie oczekujemy więc np. stworzenia jakiegoś prostego przyrządu pomocniczego na podobieństwo krążka lub wskaźnika prędkości przeskoku, zdolnego do pełnego rozwiązania problemu optymalizacji przelotu.

Moim - nieco filozoficznym - zdaniem, ostatnie słowo należy tu do pilota i jego talentu. Można mu jednak nieco pomóc, wskazując jakie korzyści i straty zachodzą przy określonym postępowaniu. Spróbujmy zatem policzyć co się policzyć (i sprawdzić) da.

Przypadek 1: "DUSZENIE"

Dwa jednakowe szybowce przelatują 500-metrowy odcinek w prądzie opadającym o dość typowej prędkości 2 m/s.

Pilot "ostrożny" utrzymuje prędkość najlepszej doskonałości 100 km/h. Pilot "szybki" chce jak najprędzej przebyć niekorzystny odcinek, leci więc z prędkością 150 km/h.

Który z nich będzie lepszy? Prosty rachunek daje następujące wyniki:

Ostrożny: prędkość 28 m/s, czas 18 s, opadanie $0,7 + 2,0 = 2,7$ m/s, utrata wysokości 48,6 m.

Szybki: prędkość 42 m/s, czas 12 s, opadanie $1,7 + 2,0 = 3,7$ m/s, utrata wysokości 44,4 m.

Rezultat: *Szybki*, zgodnie ze swym przydomkiem był nie tylko o 6 sekund wcześniej, ale jeszcze o 4 m wyżej na końcu odcinka! **Szybki lot w opadaniu oplaca się!**

Przypadek 2: "WZNOSZENIE"

Przy tych samych założeniach jak w przypadku 1 mamy do czynienia z prądem wznoszącym na odcinku 250 m.

Ostrożny chce zyskać jak najwięcej wysokości - leci z prędkością 80 km/h. *Szybki* spieszy się, utrzymuje nadal 150 km/h i rezygnuje z okazji do powiększenia wysokości. A oto bilans:

Ostrożny: prędkość 22 m/s, czas 11 s, wznoszenie $-0,6 + 2,0 = 1,4$ m/s, zysk wysokości 15 m.

Szybki: prędkość 42 m/s, czas 6 s, wznoszenie $-1,7 + 2,0 = 0,3$ m/s, zysk wysokości 1,8 m.

W rezultacie *Szybki* jest na końcu odcinka o 5 sekund wcześniej, za to *Ostrożny* o 14 m wyżej.

Kto z nich zyskał przewagę? Zależy to od następnego komina, w którym obydwaj krążą. Gdy ustalone wznoszenie wynosi 2,8 m/s, lepszy jest *Ostrożny*. Komin mocniejszy niż 2,8 m/s daje przewagę *Szybkiemu*.

Jakie wnioski możemy wyciągnąć z tych 2 przypadków? Przede wszystkim potwierdza się teoria przeskoku. W przypadku 1 *Szybki* okazał się lepszy, *Ostrożny* - gorszy. Nie mamy jednak pewności, czy przyjęta prędkość 150 km/h była najlepsza - zależy to od następnego komina. Ale z całą pewnością *Ostrożny* stracił - ile, łatwo obliczyć na podstawie teorii krążka. W przypadku 2 przewaga nie jest jednoczesna i dopiero następny komin rozstrzyga o przewadze jednego z rywali.

Nasze obliczenia są całkowicie słuszne. Niestety (i w tym tkwi cały problem klasycznej teorii przeskoku) zapomnieliśmy zapytać, z jaką prędkością obaj nasi piloci lecieli poprzednio, jak doszli do przyjęcia nowych prędkości, jak długo trwał manewr zmiany prędkości, oraz - czy przypadkiem nie przelatywali oni z rozpędu połowy nowego obszaru, zanim nie zorientowali się, że warto prędkość zmienić. Dochodzi tu jeszcze fakt, że na końcu odcinka muszą oni przywrócić pierwotną prędkość - daje to dwukrotną zmianę prędkości na każdym odcinku.

Tak więc - z kupieckiego punktu widzenia - nasz rachunek jest, niestety, totalnie błędny, ponieważ uwzględnia szeregu istotnych czynników.

A jak jest naprawdę, w praktyce?

Uważam, że przypadek 1 możemy odłożyć ad acta: przy obecnym stanie uświadomienia pilotów z pewnością nie występuje on w tak ostrej postaci. Przypadek 2, bardziej interesujący, rozpatrzmy później, a tymczasem przyjrzyjmy się następnemu.

Przypadek 3: "WYBIERANIE"

Wybieranie jest manewrem bardzo często praktykowanym w każdym przelocie jest potrzebne do szybkiego i skutecznego zmniejszania prędkości przy wylatywaniu do komina. Oczywiście, przy opuszczaniu komina potrzebny jest manewr odwrotny - nurkowanie. Można więc przyjąć, że manewry wybierania i nurkowania występują zawsze parami, a każdy z nich powoduje - niestety straty energii.

Nasz przypadek 3 można więc zdefiniować jako manewr zwalniania. Trudność określania strat objawia się już w samym doborze ich skali.

Rozpatrzmy więc znów lot zespołowy dwóch jednakowych szybowców.

Dwa szybowce Mosquito lecą razem w spokojnym powietrzu z prędkością 150 km/h. Pierwszy pilot - nazwijmy go "BYLE WYŻEJ" - sądzi, że napotkał komin i wyciąga szybowiec w górę, lecz po dojściu do prędkości 80 km/h dostrzega swoją pomyłkę i ponownie przyspiesza do 150 km/h, lecąc w ślad za swoim przyjacielem "DALEJ NAPRZÓD", który nie dał się powodować złudzeniom i leci nieprzerwanie dalej.

Ile stracił "BYLE WYŻEJ" w stosunku do "DALEJ NAPRZÓD"?

Aby określić jego stratę musimy jeszcze poczynić dalsze założenia. Zakładamy że "BYLE WYŻEJ" wybiera energicznie, aby możliwie szybko osiągnąć prędkość krążenia i nie przelecieć komina, lecz z drugiej strony wystrzega się nadmiernych przyspieszeń, w interesie swego samopoczucia. W manewrze ściągania przyspieszenie wynosi 1,5-2,0 g, tor lotu wznoszącego nie przekracza 20-30°, a na jego wierzchołku przy prędkości ok. 80 km/h piasek na pokładzie kabiny nie unosi się. Nieznaczne odchylenia od tych nie mają istotnego znaczenia dla strat. Dopiero przy przyspieszeniu 3-4,5 g i kącie wznoszenia rzędu 45° straty wyraźnie rosną. Natomiast przy niezbyt łagodnym manewrze z przyspieszeniem poniżej 1,5 g szybowiec za daleko wlatuje w komin nie krążąc, mniejsza jest także wysokość samego manewru wybierania. Tymi nietypowymi odmianami przypadku nie będziemy się zajmowali.

Straty można oszacować rozważając następująco: Przy wyrwaniu wypór skrzydła musi zrównoważyć - oprócz ciężaru szybowca - także siłę wymuszającą zakrzywiony tor lotu tj. siłę odśrodkową. Wypór więc wzrasta, a wraz z nim także opór. Przy jednakowej prędkości lotu szybowiec w fazie wyrwania szybciej traci energię niż w locie prostoliniowym. Inaczej: opadanie własne podczas wyrwania jest większe niż podaje biegunowa prędkość lotu prostego. Przyrost prędkości opadania jest tym większy, im mniejsza prędkość. Wynika to z faktu, iż opór indukowany rośnie z czwartą potęgą prędkości (przy stałym przyspieszeniu). Przy niewielkiej prędkości lotu opadanie własne szybowca może wzrosnąć nawet dwukrotnie.

Gdy natomiast przy małej prędkości lotu zredukujemy przyspieszenie (przez oddanie) poniżej normalnej wartości +1 g, można opadanie własne szybowca zmniejszyć, niestety tylko chwilowo. Najlepsze byłoby w tym celu przyspieszenie rzędu +0,2 g.

Powyżej pewnej, z aerodynamiki szybowca wynikającej prędkości szybowca (dla normalnych obciążeń powierzchni najczęściej powyżej 200 km/h) straty są niewielkie, można więc wybierać stosunkowo "tanio".

Rys. 1 podaje rodzinę biegunowych "pod obciążeniem", dla określonych przyspieszeń, dotyczącą także szybowca w krążeniu gdy przyjmiemy $n=1/\cos\varphi$. Dla przechylenia φ mamy odpowiednio $n=1,5$ g. Nietrudno sprawdzić to w locie.

W odniesieniu do pilota BYLE WYŻEJ z naszego przypadku 3 możemy teraz zauważyć co następuje:

1. Szybowiec "idealny" (bez oporów). Jakiego oczywiście nie ma, mógł – przy wyrwaniu wg przypadku 3 uzyskać 63 m wysokości.
2. BYLE WYŻEJ uzyskuje o 7 m mniej, tj. 56 m DALEJ NAPRZÓD, choć nadal leci z prędkością 150 km/h, traci mniej w odniesieniu do trasy pokonanej przez BYLE WYŻEJ.
3. Skutkiem manewru wybierania, średnia prędkość lotu uległa zmniejszeniu - wynika stąd strata czasu w stosunku do DALEJ NAPRZÓD. Jeżeli jeszcze uwzględnić, że BYLE WYŻEJ musi teraz znowu zanurkować, to okaże się jeszcze, że:
4. Zanim BYLE WYŻEJ ponownie osiągnie 150 km/h, utraci w przybliżeniu 2 razy po 7 m wysokości, a jego średnia prędkość na tym odcinku spadnie do 110 km/h. Przyjęto tu dla uproszczenia, że straty przy nurkowaniu i wybieraniu, a także czasy trwania tych manewrów są sobie równe. W efekcie BYLE WYŻEJ zobaczy swego rywala (który trzyma stale stałą prędkość 150 km/h) ok. 140 m przed sobą - odpowiada to utracie 3 sekund.

5. BYLE WYŻEJ nie dość, że znajduje się z tyłu, leci teraz po torze niższym o 2 m od DALEJ NAPRZÓD. Przy bardziej "twardym" manewrze wyrwania ta strata może wynieść nawet 10 m!

Rys. 2 jest jakościową ilustracją tego przypadku. Dla lepszej pogładowości przyjęto tutaj bardziej "ostre" wyrwanie, z przyspieszeniem +3 g.

Jakie wnioski możemy teraz wyciągnąć z tego przykładu?

Straty spowodowane pomyłką pilota BYLE WYŻEJ nie wydają się na razie tak znaczne - ich sumaryczna wielkość po osiągnięciu następnego komina z wznoszeniem 1,5 m/s wynosi 4-5 sekund. Lecz BYLE WYŻEJ nie powinien sobie na to pozwalać zbyt często. Znane są przypadki utraty tytułu mistrza przez kilka takich błędów lub przez jedno zbędne okrążenie!

Jaka zachodzi tutaj zależność od utrzymywanej prędkości lotu inaczej prędkości krążkowej?

W zasadzie, w zakresie małych prędkości straty energii przy wyrwaniu wzgl. nurkowaniu (przy tych samych przyspieszeniach) są większe.

W rzeczywistości wielkość tych strat ulega pewnej redukcji, gdyż przyspieszenia realizowane przy mniejszych prędkościach lotu są na ogół mniejsze. Z drugiej strony straty czasu, przy i tak niewielkich prędkościach i dobrych doskonałościach szybowców, nie mają większego znaczenia.

W efekcie końcowym ważniejsze są straty energii. Dla ilościowego określenia tych strat trzeba by dokonać dokładnych obliczeń.

Odwrotnie ma się sprawa dla dużych prędkości przeskoku. Starty czasu są tutaj znaczne, ponieważ przy wyrwaniu każdorazowo maleje prędkość średnia. Natomiast straty energii pozostają stosunkowo małe.

Jakie to ma znaczenie dla przelotu klasycznego z krążkiem i dla przelotu w stylu delfina?

Jako pierwszy warunek należało by odzwycząić się od "twardego" stylu zmian prędkości, aby utrzymać straty na niskim poziomie (patrz rys.1).

A jakie są wnioski dla przelotu, dla krążenia i przeskoku?

Obowiązuje tu zasada: ponieważ każda zmiana prędkości powoduje określone straty, należy maksymalnie ograniczyć ilość tych zmian.

W naszych dotychczasowych rozważaniach przyjmowaliśmy, że przy wyrwaniu nadal lecimy po prostej. W praktyce często próbuje się przejść do krążenia. Lecz jedno okrążenie trwa ok. 20 sekund tj. 4-5-krotność czasu manewru wyrwania. Gdy manewr okazuje się chybyony, łączna strata czasu na wyrwanie i okrążenie wynosi ok. 25 sekund.

Ponieważ na ogół w momencie wyrwania nie można jeszcze dokładnie przewidzieć naszych dalszych poczynań, nie będzie błędem przyjęcie, że ustalony obliczeniowo okres 4-5 sekund to tylko mniejsza możliwa strata, natomiast najbardziej prawdopodobna strata średnia może wynieść ok. 10 sekund. Przyjęcie zwiększonej straty wydaje się uzasadnione tym więcej, że

występują tu jeszcze inne niebagatelne i nie dające się wykluczyć starty czasu na reakcję sterów. Po tych rozważaniach nie ma też wątpliwości, że liczbę wykorzystywanych kominów należy ograniczyć do minimum.

Kiedy oplaca się wyrwać?

Spróbujmy policzyć, jak długi musiałby być odcinek lotu przez oczekiwany komin, aby strata spowodowana przez wyrwanie została skompensowana. Wróćmy zatem do przykładu 3 i przyjmijmy dodatkowo, że BYLE WYŻEJ faktycznie napotyka na prąd wznoszący o prędkości 1,5 m/s i przelatuje przezeń z prędkością 80 km/h, podczas gdy DALEJ NAPRZÓD nadal utrzymuje 150 km/h.

Wykonując manewr wyrwania BYLE WYŻEJ traci 5 sekund w stosunku do DALEJ NAPRZÓD. Zdawałoby się, że wystarczy teraz odrobić tę stratę przez mniejsze opadanie własne lub większe wznoszenie. Lecz sprawy mają się inaczej, gorzej! DALEJ NAPRZÓD ma przecież dalszą przewagę, gdyż leci o 70 km/h szybciej niż BYLE WYŻEJ, który marudzi 80-ką. Musimy tutaj porównać czasy i wysokości obu szybowców.

Rys. 3 przedstawia tory lotu i względne pozycje na końcu odcinka. BYLE WYŻEJ pozostaje o dH powyżej toru lotu DALEJ NAPRZÓD, ten jednak przybywa do celu o dT wcześniej. Obaj piloci są sobie równi, gdy DALEJ NAPRZÓD dla odrobienia straty wysokości w stosunku do kolegi musi krążyć w następnym kominie tyle sekund, ile miał nad nim przewagi w czasie.

Stąd mamy równanie:

$$/1/dH = 1,5 \text{ m/s} * dT - \text{przy czym wznoszenie w następnym kominie przyjęto na } 1,5 \text{ m/s}$$

Ponieważ BYLE WYŻEJ leci z prędkością opadania ok. 0,7 m/s, dla zapewnienia założonego wzniesienia 1,5 m/s prędkość pionowa powietrza w kominie musi wynosić 2,2 m/s. W tych warunkach DALEJ NAPRZÓD lecąc z prędkością 150 km/h i opadaniem własnym 1,7 m/s ma tylko 0,5 m/s wznoszenia. Prędkość lotu BYLE WYŻEJ wynosi 22 m/s, DALEJ NAPRZÓD 42 m/s.

Czas przebywania w kominie jest równy długości odcinka (średnicy komina) dzielonej przez prędkość wznoszenia. Ostatecznie mamy wzór na przewagę uzyskanej wysokości w kominie BYLE WYŻEJ nad DALEJ NAPRZÓD:

$$/2/dH = D / (22 \text{ m/s}) * 1,7 - D / (42 \text{ m/s}) * 0,5 - \text{gdzie } D \text{ jest długością odcinka w kominie}$$

Stratę czasu BYLE WYŻEJ oblicza się po prostu jako różnicę czasów przebywania w kominie, powiększoną o stratę czasu spowodowaną przez wyrwanie.

$$/3/dT = D / (22 \text{ m/s}) - D / (42 \text{ m/s}) + 5s$$

Stąd szukana długość odcinka D dla warunku $dT=0$ wynosi 230 m. Czas przebywania w kominie wynosi dla BYLE WYŻEJ ok. 10 sekund. Do rzadkości należą tak obszerne kominy, jeżeli nie brać pod uwagę szlaków cumulusowych!

Straty spowodowane przez wyrwanie są niebagatelne: przy wyrwaniu z przyspieszeniem 3g (zamiast 2g) całkowita strata wynosiłaby już nie 5 a 9,5 sekundy a komin potrzebny dla skompensowania tej straty musiałby mieć średnicę 440 m co odpowiada ok. 20 sekundom lotu prostego z prędkością 80 km/h!

Okoliczność ta zdaje się uzasadniać wysoką opłacalność lotu stylem delfina w dużych obszarach wznoszenia.

Straty pod lupą

Odpowiedzi na pytania postawione na wstępie wskazują również, że latanie powolne staje się opłacalne natychmiast, gdy tylko przyjmiemy że straty na zmiany prędkości są równe zeru. Matematycznie nie stanowi to żadnych trudności, lecz jest sprzeczne z rzeczywistością. Skreślając 5 sekund w równaniu /3/ otrzymamy $D=0$.

Poświęcając nieco trudu dalszym obliczeniom stwierdzimy że potrzebna długość odcinka z wznoszeniem (średnica komina) jest proporcjonalna do straty czasu.

Nasz eksperyment potwierdza więc klasyczną teorię przeskoku, według której opłaca się lecieć wolno we wznoszeniu. Niestety, straty związane ze zmianami prędkości są nieuniknione i to jest słabym punktem starej teorii przeskoku.

Podobne wnioski nasuwają się, gdy uwzględnimy "czas martwy" (opóźnienie wariometru i działań pilota) na początku każdego komina, jak to czyni się przy próbach symulacji. Zachodzi tu pytanie : *jaka jest wielkość martwego czasu ?* Zależy ona w znacznym stopniu od samego pilota. Wydaje się, że rzeczywiste czasy martwe są raczej dość duże, co mogłoby być uzasadnieniem dla rzeczywiście osiąganych prędkości przelotowych.

Dochodzimy do wniosku, że opłaca się redukować straty czasu do minimum przez "miękki" styl latania, bez wysokich współczynników przeciążenia i efektywnego, strome go wyrwania, szczególnie w słabych warunkach, dla których znaczenie strat jest większe. Szczególnie dotkliwe są przy tych prędkościach straty czasu.

Wydaje się również, że trzeba skorygować starą regułę nakazującą opuścić komin, gdy chwilowe uśrednione wznoszenie spadnie poniżej spodziewanego wznoszenia początkowego w następnym kominie.

Niniejsze rozważania tylko częściowo uwzględniające rzeczywiste warunki lotu z pewnością nie wystarczają dla rozwiązania postawionych tu zagadnień. Dla wypracowania rzeczywiście użytecznych reguł należałoby uwzględnić szerszy zakres prędkości wznoszenia z przynależnymi (wg. klasycznej teorii przelotu) uśrednionymi prędkościami przeskoku. Dopóki nie zostanie to zrobione, dyskutowana teoria pozostanie hipotezą, chociaż nawet sprawdzalną w niektórych punktach. Nową, rzeczywistą i kompleksową teorię przelotu trzeba dopiero wypracować.

Odnosnie zagadnień otwartych postawionych na wstępie: w przypadku 2 z dużym wznoszeniem w przewadze raczej będzie pilot SZYBKI, także gdyby kominy nie były szczególnie mocne. W przypadku 1, przy opadaniu jego efektywna przewaga jest jeszcze większa.

Na koniec pozostaje do wyjaśnienia sprawa, czy nasze piękne obliczenia są prawdziwe. Przedstawiona teoria biegunowej pod działaniem przyspieszenia jest słuszna, chociaż nie jest słuszne uproszczone twierdzenie, że biegunowe pod przyspieszeniem są zgodne z biegunowymi przy różnych obciążeniach powierzchni. Nie jest tak dlatego, bo masy szybowca w obu przypadkach są znacznie różne.

Ja osobiście po tysiącokrotnie uzyskałem w locie potwierdzenie tych wniosków w postaci wskazań mojego wariometru *EC*. Dla mnie są one prawdziwe.

Odnosnie obliczenia strat przy wyrwaniu: Frank Irving dokonał przeliczenia analogicznych przypadków (tory lotu, prędkości) absolutnie inną metodą i doszedł do podobnych wniosków OSTIW. Różnice kilku procent wynikają z nieco odmiennych założeń. Potwierdzenie wyników dotyczy tylko strat wysokości, pozostają straty czasu. Być może ich ilościowe wielkości mogłyby jeszcze być zmienione, lecz sam fakt, że straty przy wyrwaniu są dotkliwe, nie budzi żadnych wątpliwości.

Jak zatem postępować na przeskoku ?

Z pewnością byłoby błędem, gdybyśmy zarzucili całą teorię krążka. Na przykładzie 1 widzimy, jak wiele traci się przez powolny lot w opadaniu. *Czy jednak przy wznoszeniu trzeba zwalniać, a nie tylko przyspieszać przy opadaniu?* Nie jestem całkiem pewien twierdzącej odpowiedzi na to pytanie.

Z pewnością ja sam w zawodach leciałbym szybciej w opadaniu. Zwalniałbym jednak tylko w bardzo silnych wznoszeniach, lub dla koniecznego podreperowania małej wysokości. Natychmiast po opuszczeniu komina u góry próbowałbym oprzeć się pokusie utrzymania wysokości i niezwłocznie zwiększyć prędkość.

Jednego nauczyłem się już dzisiaj, podobnie jak wielu innych pilotów: twardego wyrwania i ostrego nurkowania.

W pewnej sprzeczności z powszechną skłonnością do wiary w komputery pozostaje zagadnienie nadrzędne: nasz wskaźnik prędkości przeskoku jest ślepy! Nie wie on np. że szybowiec właśnie dolatuje do chmury, pod którą *musi* być komin. Nie wie, że po chwilowo wzmożonym opadaniu nastąpi potężny kopniak w górę. Wie o tym pilot, dlatego nie zwiększa już prędkości. Wie on także, np. że przekracza duży obszar opadania między dwoma szlakami chmur - a nie tylko chwilowy poryw opadający - i dlatego leci szybciej. Czyni to co uważa za słuszne, ignorując często chwilowe odmiennie sugestie wskaźnika przeskoku. Oznacza to, że krążek lub wskaźnik prędkości przeskoku jest jednak niezbędny. Oczywiście musi to być przyrząd dobry i dobrze skompensowany, aby informacje były prawdziwe. Bez takiego przyrządu prawie nikt nie potrafi ocenić, czy leci z właściwą prędkością.

Ostateczna decyzja co do prędkości należy jednak zawsze do pilota!