

Nieustabilizowane podejścia do lądowania w szkoleniu lotniczym na podstawie systemu monitorowania zdarzeń (FDM4GA)

Unstabilized approach in aviation training on the basis of the flight data monitoring (FDM4GA)



Łukasz Puzio

Mgr inż.

Państwowa Wyższa Szkoła
Zawodowa w Chełmie, Centrum
Lotnicze

lpuzio@pwsz.chelm.pl



Mateusz Milewski

Inż.

Storkjet sp. z o.o.

mateusz.milewski@storkjet.com



Robert Sklorz

Mgr inż.

Wizz Air Hungary Ltd. (member of
Wizz Air Group)

rsklorz@nestmail.pl



Arkadiusz Tofil

Prof. nadzw. dr hab. inż.

Państwowa Wyższa Szkoła
Zawodowa w Chełmie, Centrum
Lotnicze

atofil@pwsz.chelm.pl

Streszczenie: Artykuł podejmuje tematykę opartą na systemach monitorowania lotów (FDM) w aspekcie szkolenia lotniczego. Kluczowym elementem jest wykorzystanie oprogramowania firmy Storkjet oraz danych zapisanych na rejestratorach lotów z Ośrodka Kształcenia Lotniczego (OKL) Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie. Autorzy w ramach artykułu przyjęli model ścieżki podejścia do lądowania uwzględniający przepisy lotnicze, osiągi statków powietrznych oparte na Instrukcjach Użytkownika w Locie (AFM), procedury oparte na Standardowych Procedurach Operacyjnych (SOP) OKL oraz danych nawigacyjnych opartych na zatwierdzonych informacjach nawigacyjnych dla konkretnych lotnisk. Problem nieustabilizowanych podejść do lądowania został przeanalizowany w oparciu o dane z różnych grup lotów (np. loty wg wskazań przyrządów, loty w nocy itp.). Dzięki temu zabiegowi zostały wyłonione grupy lotów, które statystycznie z punktu widzenia systemu zarządzania ryzykiem wnoszą największe ryzyko operacyjne w trakcie realizacji procesu kształcenia lotniczego.

Słowa kluczowe: Nieustabilizowane; Monitorowanie; Zdarzeń

Abstract: The article takes up the issue based on flight monitoring systems (FDM) in the aspect of aviation training. The key element is the use of Storkjet software and data recorded on flight recorders from the Aviation Training Center (OKL) of the State School of Higher Education in Chełm. The authors of the article have adopted a model of an approach path including air regulations, aircraft performance based on Aircraft Flight Manual (AFM), procedures based on OKL's the Standard Operating Procedures (SOPs) and navigation data based on approved navigation information for specific airports. The problem of unstabilized approaches has been analyzed on the basis of data from various flight groups (e.g. instrument flights, night flights, etc.). As a result flight groups were selected, which statistically from the point of view of the risk management system bring the largest operational risk during the aviation education process.

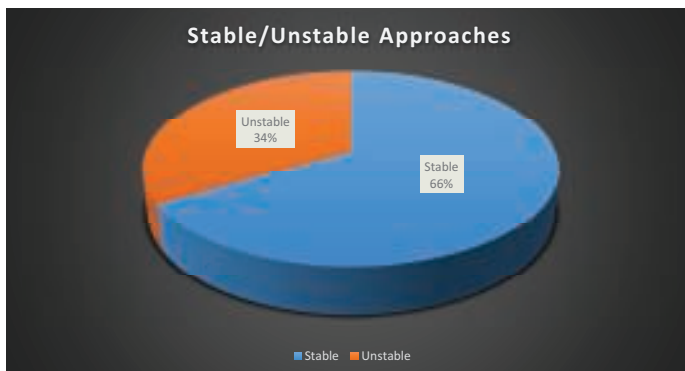
Keywords: Unstabilized; Monitoring; Event

Rozwój lotnictwa komunikacyjnego na całym Świecie wymusił nieustanne dążenie do podnoszenia poziomu bezpieczeństwa w celu podnoszenia atrakcyjności tego rodzaju transportu. Jednym z flagowych systemów podnoszących bezpieczeństwo w lotnictwie jest FDM (Flight Data Monitoring), który wspiera zarządzanie bezpieczeństwem lotniczym dzięki wykazywaniu przekroczeń i trendów na podstawie danych zapisa-

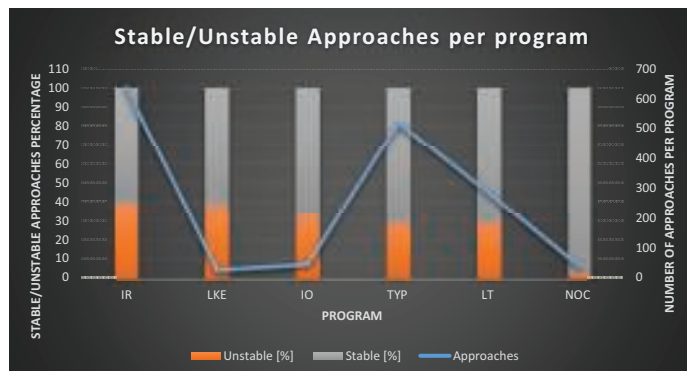
nych przez rejestrator pokładowy. Pozyskanie danych z rejestratorów w postaci cyfrowej daje możliwość zastosowania oprogramowania komputerowego, które w sposób automatyczny monitoruje przekroczenia i zdefiniowane wskaźniki związane z bezpieczeństwem oraz techniką lotniczą. Informacje uzyskane za pomocą FDM pozwalają zwiększyć poziom bezpieczeństwa, wydajność operacyjną oraz poprawić niezawodność

statku powietrznego. Do tej pory liczba statków powietrznych lotnictwa ogólnego wyposażonych w awionikę cyfrową była niewielka, co na przestrzeni ostatnich kilku lat ulega dynamicznej zmianie. Jest to związane ze spadkiem kosztów awioniki cyfrowej, czasami do poziomu poniżej kosztów tradycyjnego oprzyrządowania.

Awionika cyfrowa typowego statku powietrznego wykorzystywanego do szkolenia pilotów jest w stanie



1. Liczba niestabilnych podejść dla bramki 500 ft.



2. Liczba niestabilizowanych podejść do całości podejść

zarejestrować od kilkudziesięciu do kilkuset różnych parametrów lotu z częstotliwością pomiędzy 1, a 4 Hz. Analiza pojedynczego lotu powinna zawierać przekroczenia wynikających z ograniczeń zapisanych w instrukcji użytkownika w locie danego samolotu, instrukcji operacyjnych czy przepisów lotniczych, ale także wskaźniki pozwalające na monitorowanie trendów operacyjnych, czy stanu technicznego podzespołów. Czas wykonania takiej analizy wymaga wielokrotnie więcej czasu niż czas rozpatrywanego lotu. Przeprowadzenie ręcznej analizy kilkuset lotów wiązałoby się z koniecznością znacznej inwestycji w zasoby ludzkie. Wykorzystanie oprogramowania, które automatyzuje proces analizy jest kluczowe.

Europejska Agencję Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA) rekomenduje podejmowanie działań związanych z monitorowaniem parametrów lotu w lotnictwie ogólnym w dokumentach takich jak:

- „Investigation of the technical

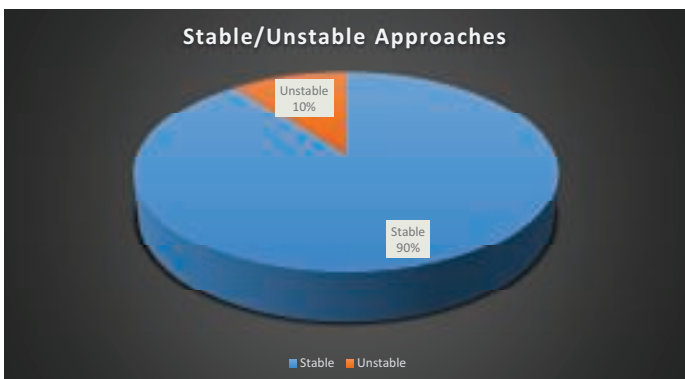
feasibility and safety benefit of a light airplane Flight Data Monitoring (FDM) system”;

- „Safety and research document EAFDM”
- czy w Europejskim Planie Bezpieczeństwa Lotniczego.

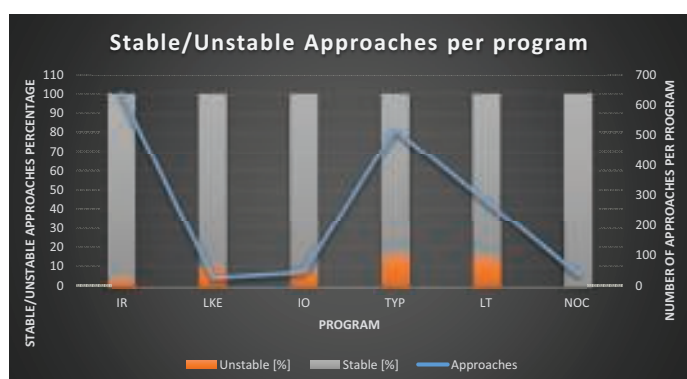
Dokumenty definiują m.in. kluczowe wskaźniki bezpieczeństwa, które mogą być wyznaczone za pomocą zarejestrowanych parametrów i odnoszą się pośrednio lub bezpośrednio do grup zdarzeń o największym ryzyku operacyjnym takich jak CFIT (Controlled Flight Into Terrain – Kontrolowany lot ku ziemi), RE (Runway Excursion – Wypadnięcie z drogi startowej), LOC I (Loss of Control in Flight - Utrata kontroli podczas lotu).

W celu poprawy bezpieczeństwa w lotnictwie ogólnym oraz dostosowania do proponowanych wymogów, Ośrodki Kształcenia Pilotów są zobligowane do wprowadzania zautomatyzowanych systemów monitorowania i analizy parametrów lotu. W ramach współpracy pomiędzy Ośrodkiem Kształcenia Lotniczego w

Chełmie, a firmą Storkjet zastosowano koncepcje kluczowych wskaźników bezpieczeństwa w odniesieniu do problemu naruszenia drogi startowej przy lądowaniu. Wykorzystując dane zebrane z 1550 lotów samolotami typu C-152, C-172, PS28 podczas lotów szkolnych wykonanych w OKL w Chełmie oraz w oparciu o oprogramowanie automatyzujące proces przetwarzania dostarczone przez firmę Storkjet przeprowadzono analizę przekroczeń oraz wskaźników dotyczących niestabilizowanych podejść do lądowania, które są ściśle powiązane z grupą zdarzeń typu RE. Skutkami niestabilizowanego podejścia mogą być między innymi lądowanie poza wyznaczonym obszarem lub zatrzymanie statku powietrznego poza drogą startową. Zdarzenia te zawierają się w Krajowym planie bezpieczeństwa na lata 2017-2020. Nieprawidłowy kontakt z drogą startową jest zaliczany do grupy wypadków lotniczych określanych przez EASA (w EPAS) oraz ICAO (w GASP) jako „Runway Safety”. Nieprawidłowy kontakt



3. Liczba niestabilizowanych podejść do całości podejść po obniżeniu tzw. „bramki wlotowej” do 250 stóp



4. Liczba niestabilizowanych podejść do lądowania do całości podejść po obniżeniu tzw. „bramki wlotowej” do 250 stóp

z DS jest bardzo często prekursorem wypadnięcia z drogi startowej i stanowi najczęściej występujący obszar wypadków w Państwach EASA w kategorii wypadków lotniczych bez ofiar.

Celem działań jest zminimalizowanie liczby zdarzeń z kategorii nieprawidłowego kontaktu z drogą startową, a pośrednio minimalizacja zdarzenia z kategorii wypadnięcia z drogi startowej oraz poprawa poziomu wyszkolenia i świadomości ryzyka w trakcie wykonywania procedur podejścia do lądowania i lądowania.

Do kategorii nieprawidłowych kontaktów z drogą zalicza się cały szereg operacji lądowania wśród których wyróżniamy:

1. twarde lądowanie
2. lądowanie za punktem przyziemienia
3. lądowanie poza ośią centralną drogi startowej
4. lądowanie nierównoległe ustawnym statkiem powietrznym do osi
5. lądowanie na przednią goleń
6. lądowanie lub start z uderzeniem ogona lub końcówki skrzydła o nawierzchnię drogi startowej za wyjątkiem uderzenia o przeszkodę;

Większość linii lotniczych i organizacji lotniczych określa minimalne akceptowalne kryteria kontynuacji podejścia do lądowania. Różnią się one szczegółami, ale poniższe streszczenie pozwala zrozumieć całą ideę ustabilizowanych podejść.

We wszystkich opracowaniach sugerowano, że "wszystkie loty muszą być ustabilizowane na wysokości 1000 stóp nad poziomem lotniska w IMC (Instrument Meteorological Conditions – Warunki meteorologiczne dla lotów według wskazań przyrządów) i 500 stóp nad poziomem lotniska w VMC (Visual Meteorological

Tab. 1. Przykład ograniczeń wynikające z SOP

| Event | Parameter | Unit | FDM caution limit | FDM warning limit | min_sample |
|----------------------|----------------|--------|-------------------|-------------------|------------|
| High Rate of Descent | Vertical Speed | ft/min | -750 | -1000 | 10 |
| High Roll | Roll | deg | 20 | 30 | 10 |
| Steep Approach | Gradient | % | -10 | -12 | 10 |

Conditions – Warunki meteorologiczne dla lotów z widocznością)". Podejście jest ustabilizowane, gdy wszystkie poniższe kryteria są spełnione:

- Samolot znajduje się na właściwej trasie lotu
- Tylko niewielkie zmiany kursu / wysokości są konieczne, aby utrzymać prawidłową ścieżkę lotu
- Prędkość jest nie większa niż VREF + 20kts wskazywanej prędkości i nie mniejsza niż VREF
- Samolot ma poprawną konfigurację do lądowania
- Prędkość zniżania nie jest większa niż 1000 stóp / minutę (jeśli podejście wymaga prędkości opadania większej niż 1000 stóp / minutę, należy przeprowadzić specjalną odprawę)
- Ustawienie mocy jest odpowiednie dla konfiguracji samolotu i nie jest poniżej mocy minimalnej dla podejścia zdefiniowanego w instrukcji użytkownika
- Wszystkie briefingi i listy kontrolne zostały przeprowadzone

Określone rodzaje podejścia są ustabilizowane, jeśli spełniają również następujące warunki:

- podejścia ILS muszą odbywać się w obrębie jednej kropki nachylenia lokalizatora
- podejście kategorii II lub III musi odbywać się w rozszerzonym paśmie lokalizacji
- podczas podejścia z okrążaniem skrzydła powinny być wyrównane do poziomu końcowego, gdy samolot osiąga wysokość 300 stóp nad elewacją lotniska; i wyjątkowe warunki podejścia do lądowania lub nieprawidłowe

warunki wymagające odejścia od powyższych elementów ustabilizowanego podejścia wymagają specjalnej odprawy.

Podejście, które staje się niestabilne poniżej 1000 stóp nad poziomem lotniska w IMC lub 500 stóp nad poziomem lotniska w VMC, wymaga natychmiastowego odejścia zgodnie z procedurami.

Niektórzy operatorzy określają również status statku powietrznego na bramce "powinien" przed bramką "obowiązkową" przewidzianą przez system. Zazwyczaj jest to 500 stóp nad bramką "must", na przykład brama "should" na 1000ft AAL (Above Aerodrome Level – Powyżej wysokości lotniska), a następnie "must" gate na 500ft AAL. Niespełnienie tego pierwszego wymaga, aby działania korygujące były wykonalne i podjęte, podczas gdy niespełnienie tego ostatniego wymaga odejścia na krąg. Kontynuacja niestabilnego podejścia do lądowania może spowodować, że samolot osiągnie próg drogi startowej zbyt wysoko, zbyt szybko, poza linią środkową drogi startowej, nieprawidłowo skonfigurowany lub w inny sposób nieprzygotowany do lądowania. Może to skutkować uszkodzeniem statku powietrznego podczas lądowania lub wypadnięcia z drogi startowej, a w konsekwencji zranieniem lub uszkodzeniem instalacji samolotu lub lotniska.

Odpowiednie procedury oraz szkolenie, pozwalają załodze lotniczej określić, czy podejście jest wystarczająco ustabilizowane, aby umożliwić kontynuowanie lotu w określonych "bramkach". Potwierdzenie ustabilizowania podejścia można uzyskać po-

przez analizę wyników przetwarzania oprogramowania do monitorowania lotów FDM. Analiza statystyczna wyników dla wielu lotów pozwala określić poziom bezpieczeństwa, wskazać oraz powiązać obserwowane trendy ze zmianami operacyjnymi lub proceduralnymi, a także działaniami standardyzacyjnymi.

W oparciu o zebrane dane w OKL w Chełmie oraz po przetworzeniu przez program FDM4GA firmy Storkjet uzyskano zestaw statystyk dotyczących nieustabilizowanych podejść do lądowania. Należy podkreślić, iż wykonana analiza jest pionierska na skalę światową ze względu na charakter operacji – szkolenie lotnicze i dużą liczbę lotów.

Dane uzyskane z lotów zostały pogrupowane według rodzaju przeprowadzonego szkolenia. Podział nastąpił w celu zidentyfikowania jakie rodzaje szkoleń statystycznie mają najwięcej nieustabilizowanych podejść do lądowania. Następnie w celu określenia ograniczeń prawidłowej ścieżki podejścia do lądowania, zaprogramowane zostały w FDM4GA standardy zależne od rodzaju lotu (VMC/IMC). Dodatkowo uwzględnione zostały osiągi statków powietrznych oparte na Instrukcjach Użytkownika w Locie (AFM), dodatkowe procedury oparte na Standardowych Procedurach Operacyjnych (SOP) Ośrodka Szkolenia Lotniczego oraz danych nawigacyjnych opartych na zatwierdzonych informacjach nawigacyjnych dla konkretnych lotnisk.

Rys. 2 przedstawia stosunek stabilnych i niestabilnych podejść do lądowania według wcześniej określonych kryteriów w zależności od rodzaju szkolenia. Dodatkowo zaprezentowano całkowitą liczbę operacji.

W przypadku lotów IR (loty wg wskazań przyrządów), LKE (loty egzaminacyjne Lotniczej Komisji Egza-

minacyjnej), IO (loty na podstawie Instrukcji Operacyjnej Ośrodka), TY-P (loty do przeszkolenia na typ statku powietrznego) i LT (loty treningowe w charakterze dowódcy statku powietrznego) wahają się w przedziale pomiędzy 29%-39%. Z kolei w przypadku lotów NOC (loty z widocznością ziemi w nocy) liczba nieustabilizowanych podejść jest zdecydowanie mniejsza i wynosi 3%. Należy podkreślić że w lotnictwie komunikacyjnym ilość nieustabilizowanych podejść waha się na poziomie 1%-3%. W naszym przypadku ilość nieustabilizowanych podejść dla wszystkich rodzajów szkoleń do ilości podejść do lądowania wynosi 34%.

Następnie zostały przeanalizowane te same operacje ale po zmianie wysokości gdzie muszą być spełnione kryteria stabilizacji do 250ft powyżej wysokości DS. Sytuacja w tym przypadku znacząco się poprawia i z 34% do 10% nieustabilizowanych podejść.

Obniżenie bramki do 250ft spowodowało zdecydowany spadek nieustabilizowanych podejść z ponad 30% do 10% uśredniając wszystkie rodzaje szkolenia. Należy zwrócić uwagę na fakt iż loty IR w tym obszarze mają największy przyrost ustabilizowanych podejść tj. 96% do ilości podejść do lądowania. Jest to wartość najbardziej zbliżona do szkolenia typu NOC, które ma 100% ilości stabilnych podejść. Z perspektywy bezpieczeństwa lotniczego na szczególną uwagę zasługuje grupa lotów o nazwie LT, w której stabilnych podejść jest 85%. Ten rodzaj lotów jest wykonywany samodzielnie przez pilotów z licencją pilota turystycznego (samoloty) PPL(A) oraz niewielkim nalotem, bez nadzoru instruktorskiego na pokładzie statku powietrznego. Charakter tych operacji jest standardowy. W rozpatrywanym przypadku po niestabilnym podejściu powinno

następować odejście na drugi krąg lub zdarzenie powinno być raportowane do odpowiednich komórek zarządzających bezpieczeństwem. W przypadku pozostałych grup lotów należy pamiętać że są lotami szkolnymi i/lub egzaminacyjnymi, w których mogą wchodzić dodatkowe czynniki pogarszające jakość pilotażu lub stwarzające konieczność lądowania zapobiegawczego. Z punktu widzenia psychologii obciążone są one także dodatkowym stresem oraz niezrędko chęcią wylądowania za wszelką cenę.

Podsumowując, każde ustabilizowane podejście do lądowania powinno kończyć się bezpiecznym lądowaniem w punkcie przyziemia z odpowiednią prędkością. Z kolei wiele nieustabilizowanych podejść do lądowania i prób późniejszego przyziemia niesie za sobą ryzyko wypadku lub do niego przesłanki.

Warto zwrócić uwagę, że patrząc na aspekt nieustabilizowanych podejść w małym lotnictwie przez ocenę ryzyka to jest ono znacznie mniejsze niż w przypadku lotnictwa komunikacyjnego. Wynika to z mniejszych prędkości małych samolotów. Nie mniej jednak większość pilotów po zakończeniu szkolenia rozpoczyna pracę na samolotach w lotnictwie komunikacyjnym. Nabycie świadomości ryzyka związanego z nieustabilizowanym podejściem oraz przyswojenie działań które należy podjąć w takim przypadku już na wczesnym etapie szkolenia lotniczego może zapobiec wypadkom przede wszystkim w lotnictwie komunikacyjnym. Pilot musi mieć świadomość możliwości przejścia na drugi krąg, wykonania kolejnego ustabilizowanego podejścia i w efekcie końcowym bezpiecznego lądowania. ◀