



Article citation info:

Fellner, A., Jafernik, H. Business case as essential element of the implementation LPV GNSS procedures. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. 2015, **88**, 37-48. ISSN: 0209-3324. DOI: 10.20858/sjsutst.2015.88.4.

Andrzej FELLNER¹, Henryk JAFERNIK²

BUSINESS CASE AS ESSENTIAL ELEMENT OF THE IMPLEMENTATION LPV GNSS PROCEDURES

Summary. The purpose of this document is to develop a Business Case for implementing a new RNAV approach to LNAV and LPV minima for the Mielec aerodrome (EPML). This business case aims to assist the management of small airports such as MIELEC, in their decision to implement RNAV procedures, by providing as much as possible relevant information. The basic methodology can be therefore reused in similar airports as long as the assumptions made for each case are updated. The document is a deliverable of the TEN-T funded programme "Support to the EGNOS APV Operational Implementation – APV MIELEC.

Keywords: LPV procedures; RNAV procedures; LNAV procedures.

BUSINESS CASE ELEMENTEM IMPLEMENTACJI PROCEDUR LPV GNSS

Streszczenie. Artykuł ten prezentuje metodę analizy biznesowej dla realizowanych nowych procedur podejść RNAV do LNAV i minimów LPV dla mieleckiego lotniska (EPML). Metoda analizy biznesowej powinna pomóc w zarządzaniu małymi lotniskami, takimi jak Mielec, oraz w podjęciu decyzji o wprowadzeniu procedur RNAV przez dostarczanie, na ile jest to możliwe,

¹ Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Krasińskiego 8 Street, 40-019 Katowice, Poland, e-mail: andrzej.fellner@polsl.pl

² Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Krasińskiego 8 Street, 40-019 Katowice, Poland, e-mail: henrykj21@interia.pl

istotnych informacji. Zaprezentowana metoda może być wielokrotnie stosowana dla podobnych lotnisk tak długo, jak tylko dla każdej analizy będą czynione uaktualnienia. Metoda została opracowana w obrębie europejskiego programu TEN-T, w ramach realizacji tematu „Wsparcie Operacyjnej Implementacji EGNOS APV – APV MIELEC”.

Słowa kluczowe: procedury LPV; procedury RNAV; procedury LNAV.

1. WPROWADZENIE

Metoda „Business Case” została opracowana jako konieczny element wprowadzania podejść RNAV GNSS na mieleckim lotnisku, funkcjonującym bez pomocy i systemów radionawigacyjnych. Wyselekcjonowane ono zostało, gdyż utrzymuje ważną pozycję w południowo-wschodnim obszarze Polski, prowadząc kursy i szkolenia praktyczne do licencji personelu latającego i naziemnego. Stąd też działalność operacyjna lotniska, jest ściśle związana z funkcjonowaniem czterech certyfikowanych ośrodków szkolenia lotniczego, które determinują ruch lotniczy. Również w infrastrukturze lotniska Mielec (EPML) uwzględniono ten typ działalności: brak jest obiektów pasażerskich oraz zredukowane są wymiary pasa startowego, umożliwiające również wykonywanie lotów próbnych oraz specjalnych usługowych (rolniczych, przeciwpożarowych). Projektując działalność operacyjną lotniska, zarządzający przygotował specjalne umowy dla najważniejszych operatorów, minimalizując ich opłaty od codziennych operacji. W związku z tym nawet w pesymistycznych prognozach do końca 2015 r. przewiduje się wzrost operacji lotniczych o 50%. To zasadniczo implikuje potrzebę implementacji przyrządowych procedur dla przynajmniej jednego kierunku pasa startowego. Toteż wprowadzenie procedur RNAV GNSS na podstawie europejskiego systemu EGNOS musi zostać rozważone jako część rozwoju infrastruktury, która przynosi pozytywne skutki socjalno-ekonomiczne i nie powinna być rozpatrywana tylko jako lokata kapitału.

2. KONTEKST I ZAKRES MIELECKICH BADAŃ

Implementacja procedur RNAV GNSS dla lotnictwa ogólnego to wynik również podpisanej przez Polskę rezolucji, uchwalonej w 2007 r., podczas XXXVI Zgromadzenia ICAO, która nakazywała państwom opracować do 2016 r. procedury podejścia do lądowania Baro-VNAV oraz SBAS dla głównego i pomocniczego kierunku pasa startowego jako alternatywy standardowych podejść precyzyjnych. W związku z tym zostały podjęte badania związane z wykorzystaniem europejskiego satelitarnego systemu wspomagającego EGNOS, realnego rozwiązania problematyki podejść do lądowania APV, przy uwzględnieniu:

- opracowania specjalnych procedur podejścia do lądowania dla tego systemu,
- europejskiego pokrycia tym systemem,
- wymaganej wysokiej dokładności i wiarygodności systemu,
- braku wymagań dodatkowej infrastruktury naziemnej na lotnisku,
- integracji awioniki sprzężonej z autopilotem,
- istniejącej awioniki pokładowej umożliwiającej stosowanie systemu i tym samym minimalizującej wymagane koszty implementacji EGNOS.

Urząd Lotnictwa Cywilnego jest zainteresowany powszechnym wprowadzeniem podejść RNAV na lotniskach. Jednakże w odróżnieniu od USA, Francji i Niemiec w Polsce nawigacja przyrządowa oparta na GPS-ie obecnie nie jest akceptowana, toteż Polska Agencja Żegluga

Powietrznej (PAŻP), jako odpowiedzialna za zarządzanie polską przestrzenią powietrzną, podjęła badania naukowe, aby uzyskać wyniki dotyczące:

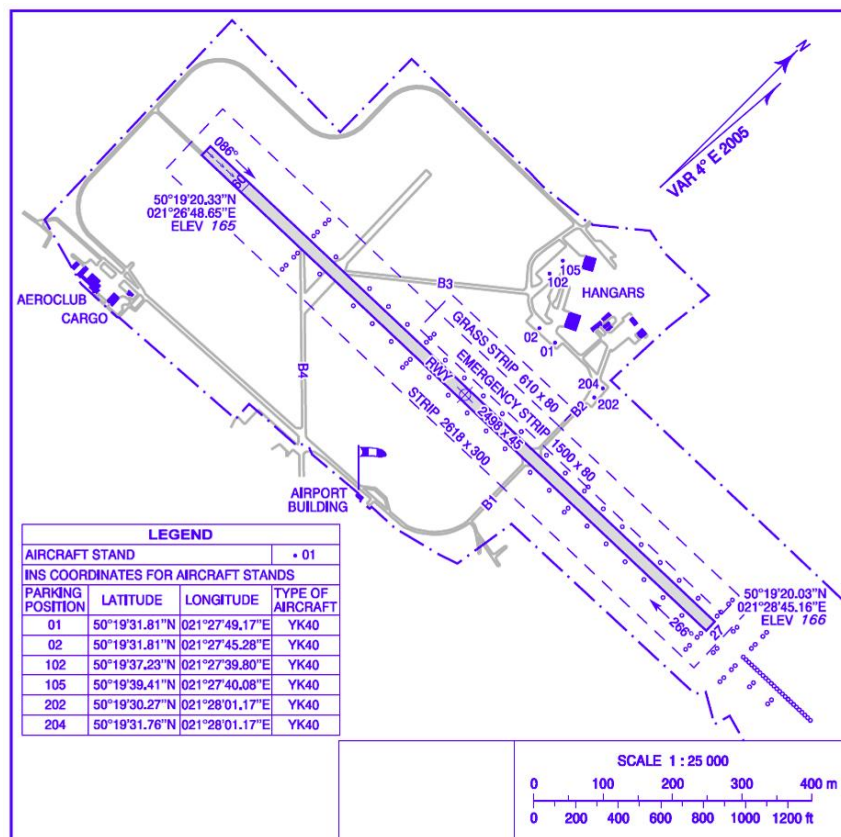
- kosztów projektowania i wdrożenia nowych procedur,
- kosztów konwencjonalnych pomocy nawigacyjnych w kontekście satelitarnych,
- warunków meteorologicznych na danym lotnisku,
- ruchu lotniczego w danym obszarze.

Certyfikowany Ośrodek Szkolenia Lotniczego Royal Star Aero, mający certyfikowany odbiornik pokładowy „Garmin”, jako główny operator lotniska Mielec również zbierał dane związane z kosztami operatora i cechy floty.

Terenem badań była pierwsza w Polsce Specjalna Gospodarcza Strefa (SEZ) licząca 60 979 mieszkańców, w której istotne miejsce zajmuje zakład produkcyjny Polskich Zakładów Lotniczych Mielec – Sikorsky Company, montujący śmigłowiec UH-60 Black Hawk. Natomiast w odległości 5 km od mieleckiej SEZ znajduje się lotnisko (RWY09/27) z pasem startowym o wymiarach: długość 2498 m, szerokość 45 m (rys. 1)³. Na północy, obok głównego pasa startowego, zlokalizowany jest trawiasty pas startowy o wymiarach: długość 610 m, szerokość 100 m, zasadniczo używany na potrzeby lekkiego lotnictwa. Zarządzającym lotniskiem i jego infrastrukturą jest PZL-Mielec Cargo sp. z o.o., a zawarte w materiale informacje znajdują się w AIP Polska (tabela 1). Należy zaznaczyć, że zakładane w Mielcu lotnisko było przeznaczone do szkolenia kadr lotniczych oraz dla lekkich samolotów, toteż w infrastrukturze naziemnej brakuje obiektów pasażerskich oraz zredukowane są wymiary pasa startowego. Sytuacja w najbliższym czasie nie ulegnie zmianie, gdyż w pobliżu jest międzynarodowy port lotniczy w Rzeszowie. Natomiast istotne jest również zlokalizowanie innych lotnisk i lądowisk, które powinny w przyszłości stanowić element lotniczej sieci transportowej (rys. 2).

Zatem przystępując do implementacji procedur GNSS dla lotniska Mielec, należy na podstawie dokumentu zawierającego standardy i zalecane praktyki (specyfikacje) Annex 14 ICAO „Aerodromes” wykonać wymagane przedsięwzięcia związane z infrastrukturą i wymaganym systemem świetlnym dla lotniska Mielec. Jest to tym bardziej istotne, że według ICAO, APV jest definiowane jako nowy typ procedury podejścia przyrządowego. W grupach roboczych ICAO opracowywane są kryteria, dotyczące pasów startowych, gdzie wprowadzone zostaną procedury APV [1]. W związku z tym, że w mieleckim studium przypadku wybrane zostały minima nie mniejsze niż 300 m dla podejścia LPV, można było przyjąć warunki homologacji pasa startowego zastosowane do APV SBAS jak dla NPA [1]. Natomiast brak standardowej pomocy radionawigacyjnej w Mielcu spowodował, że pas startowy RWY09/27 nie spełnia wymagań przyrządowych, dlatego założono, że trudno na tym etapie uwzględnić jakiegokolwiek koszty homologacji pasa startowego do warunków przyrządowych, gdyż koszty te są dynamicznie zmieniane i zależne od infrastruktury miejscowej.

³ Współrzędne WGS-84 i lokalizacja: 50°19'20"N , 021°27'44"E. Na lotnisku można wykonywać loty VFR, niehandlowe i handlowe oraz loty krajowe i międzynarodowe. 4.12.2014 r. lotnisko otrzymało certyfikat dla lotniska użytku publicznego.

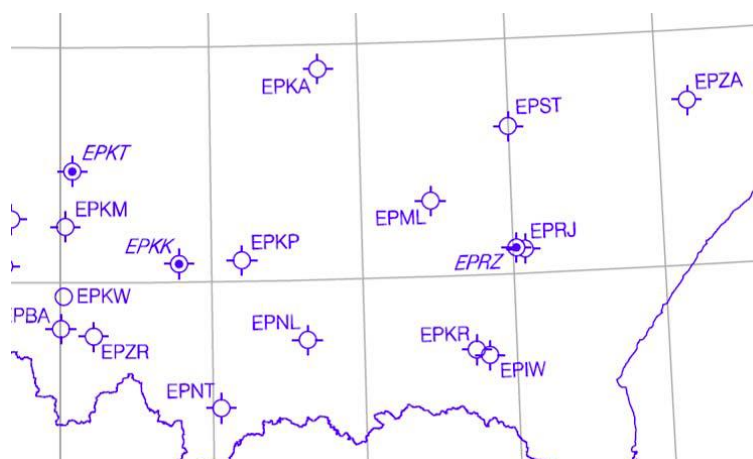


Rys. 1. Lotnisko Mielec

Tab. 1

Dane geograficzne lotniska (źródło: AIP Polska)

1.	ARP - współrzędne WGS-84 i lokalizacja ARP - WGS-84 coordinates and site at AD	50°19'20.19"N 021°27'43.67"E Środek RWY 09/27./Centre of RWY 09/27.
2.	Odległość, kierunek od miasta Direction and distance from city	5 km (2.7 NM). 035°GEO
3.	Wzniesienie lotniska/Temperatura odniesienia Elevation/Reference temperature	167 m AMSL 19.4°C
4.	Undulacja geoidy w miejscu pomiaru wzniesienia lotniska/Geoid undulation at the aerodrome ELEV position	36 m
5.	Deklinacja magnetyczna i jej roczna poprawka MAG VAR/Annual change	4°E (2005) 5°E



Rys. 2. Lotniska znajdujące się w pobliżu lotniska Mielec (EPML)

Lotnisko Mielec zapewnia służbę AFIS. Informacja lotnicza jest usługą dostępną dla każdego statku powietrznego w polskiej przestrzeni powietrznej (FIR Warszawa) na międzynarodowych zasadach określonych przez ICAO. Informacja ta jest niezbędna do trafnego, bezpiecznego i skutecznego wykonania lotu, toteż zawiera wskazówki dotyczące potencjalnych kolizji w ruchu lotniczym, aby w możliwie krótkim czasie zapewnić wymagane separacje i przeciwdziałać zagrożeniom. W związku z tym informacja lotnicza zawiera komunikaty: meteorologiczne, dotyczące lotnisk i lądowisk, o możliwych zagrożeniach dla danego lotu, stąd też mielecki AFIS funkcjonuje codziennie według wykazu AIP Polska. Jest to zgodne z Dziennikiem Urzędowym Unii Europejskiej, w którym stwierdzono, że nie należy zmuszać małych lotnisk do posiadania służby ruchu lotniczego (ATS).

3. WSTĘP ANALIZA I DANE DLA MIELCA

W trakcie badań analizowano ruch lotniczy w strefie mieleckiej. Uzyskane rezultaty upoważniają do stwierdzenia, że:

- 80% tego ruchu stanowią loty treningowe wykonane przez certyfikowane ośrodki szkolenia lotniczego. Funkcjonują one na lotnisku w Mielcu i mają następujące wyposażenie:
 - Royal Star Aero – 7 szkolnych statków powietrznych,
 - Fly Polska – 7 szkolnych statków powietrznych,
 - EADS PZL (Mielec ZUA) – 5 szkolnych oraz dodatkowych 38 statków powietrznych, przeznaczonych do gaszenia pożarów oraz wykonywania zadań rolniczych,
 - Aeroklub Mielecki – tylko 2 statki powietrzne, gdyż główna działalność jest skupiona na szkoleniu szybowcowym;
- 20% stanowią loty testowe, szybowcowe, związane z gaszeniem pożarów, agrolotnicze, okazjonalne loty biznesowe oraz prywatne, wykonywane przez: PZL Mielec (obecnie właścicielem jest UTC, Sikorsky Aircraft Corporation), Aero Ltd, EADS PZL (Mielec ZUA), Aeroklub Mielecki i innych właścicieli.

Jest sprawą oczywistą, że zarządzający lotniskiem pobiera opłaty zgodnie ze standardowymi stawkami, wykazanymi w AIP Polska, jednak w przypadku wykonywania operacji śmigłowcowych stosowana jest 50% obniżka.

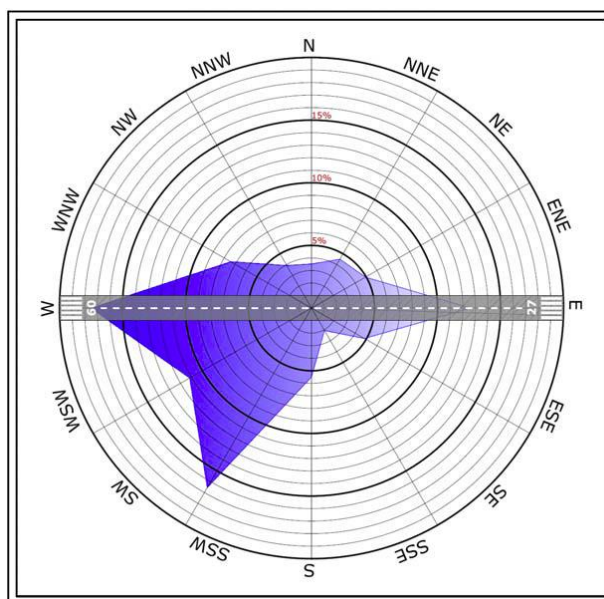
W dalszych analizach uwzględniono parametry pasa startowego i przyjęto, że jedynie utwardzony RWY 09/27 spełnia wymagania związane z implementacją procedur RNAV GNSS. Natomiast konfiguracja pasa startowego zawsze zależy od kierunku wiatru. Do wykonania „Business Case” dla lotniska Mielec konieczne jest posiadanie statystycznych danych dotyczących wiatru, aby można było planować dalszą działalność lotniczą, tym bardziej że w nocy operacje lotnicze są przeprowadzane wyłącznie na pasie startowym RWY27, stąd też bardzo szczegółowo przeanalizowano występowanie wiatru na tym kierunku. Do tego celu posłużyły dane meteorologiczne uzyskane z najbliższej położonego biura METEO lotniska Rzeszów, oddalonego o 25 NM od Mielca i też mającego pas startowy RWY 09/27. Analizowano kierunek i prędkość wiatru w interwałach 30-stopniowych w okresie 3-letnim (po 5 miesięcy w każdym roku, kiedy jest największy ruch lotniczy). Przyjęcie danych meteorologicznych Rzeszowa dla Mielca było zasadne, ponieważ: konfiguracja pasa startowego jest identyczna, parametry wiatru są podobne, a statystyczne dane ze stycznia, lutego, kwietnia, sierpnia i grudnia są reprezentatywne względem pozostałych miesięcy roku. Należy podkreślić, że pas startowy (próg) RWY27 w Mielcu można wykorzystywać w 85% rocznej działalności dla wiatru z kierunków: 360-015°, 165-360° oraz 015-165° (przy lekkim wietrze poniżej 5 węzłów). W pozostałych 15% używany jest RWY09.

Tab. 2

Zestawienie kierunku i prędkości wiatru dla lotniska Rzeszów (przyjęte dla Mielca)

WIND DIRECTION	WIND SPEED [KT]										
	0	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	TOTAL
CALM	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
VARIABLE	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
345 - 015	0,0	2,1	1,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6
015 - 045	0,0	2,6	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
045 - 075	0,0	2,8	1,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
075 - 105	0,0	4,0	5,5	2,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6
105 - 135	0,0	2,1	1,4	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
135 - 165	0,0	1,1	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
165 - 195	0,0	1,3	1,9	1,4	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
195 - 225	0,0	3,4	5,8	5,2	1,7	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	16,5
225 - 255	0,0	4,9	4,3	1,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
255 - 285	0,0	3,9	7,7	4,2	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	17,5
285 - 315	0,0	2,0	3,3	1,6	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4
315 - 345	0,0	1,7	1,5	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
TOTAL	5,4	32,0	37,1	18,4	5,8	1,2	0,2	0,0	0,0	0,0	100,0

NOTE: Values are in %. The frequencies extracted during January, February, April, August and December from



Rys. 3. Róża wiatrów dla lotniska Rzeszów (przyjęta również dla Mielca)

W kolejnych analizach uwzględniono warunki meteorologiczne. W związku z tym zestawiono pułap chmur i widzialność, oszacowane na pobranych 64 000 próbek codziennej obserwacji miejscowych warunków meteorologicznych, dostarczonych przez służbę METEO przy lotnisku Rzeszów. Występujące zachmurzenia zostały zrelacjonowane przy wykorzystaniu międzynarodowych skrótów meteorologicznych: FEW (few – niewielkie zachmurzenie, od 1/8 do 2/8 przykrytego nieba), SCT (scattered – rozproszone zachmurzenie, od 3/8 do 4/8 przykrytego nieba), BKN (broken – rozerwane zachmurzenie, od 5/8 do 7/8 przykrytego nieba), OVC (overcast – pełne zachmurzenie, całkowicie zakryte niebo). Tabela 2 prezentuje częstotliwość występowania zachmurzenia (24,44%) BKN i OVC. W pozostałych 75,56% niebo jest bezchmurne (SKC) albo jest niewiele chmur (FEW). Natomiast widzialność uzyskaną również w tej samej cezurze czasowej prezentuje tabela 3. Z przedstawionych danych wynika, że widzialność nie powodowała żadnych ograniczeń, gdyż była zawsze powyżej 2000 m.

Tab. 3
Procentowa częstotliwość występowania zachmurzenia w skali miesięcznej

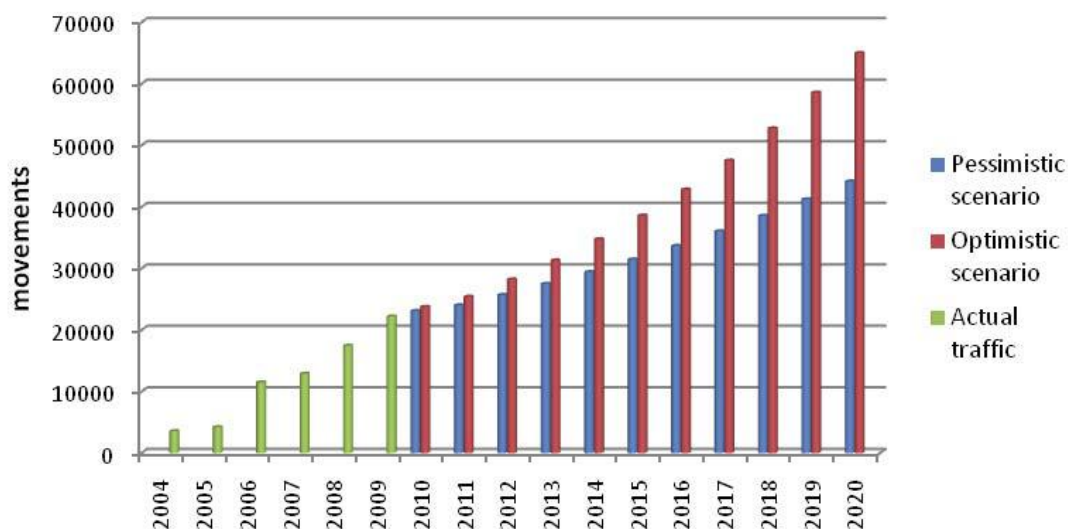
MONTH	Hs (ft)			
	< 200	200<=Hs<300	300<=Hs< 400	Hs=>400
January	0,05	0,12	0,11	2,86
February	0,03	0,04	0,08	2,76
March	0,02	0,09	0,06	2,20
April	0,03	0,03	0,02	0,94
May	0,03	0,06	0,09	1,51
June	0,02	0,03	0,03	1,28
July	0,00	0,00	0,02	1,07
August	0,06	0,02	0,05	1,12
September	0,03	0,07	0,09	1,43
October	0,07	0,12	0,16	2,52
November	0,13	0,17	0,14	2,90
December	0,04	0,24	0,26	3,85
TOTAL	0,51	0,99	1,11	24,44

Tab. 4
 Procentowa widzialność (RVR) w skali miesięcznej
 (uwaga: w 99,08% RVR była większa niż 2000 m)

MONTH	RVR				
	50<=RVR<100	100<=RVR<500	500<=RVR<1000	1000<=RVR<1500	1500<=RVR<2000
January	0,00	0,01	0,05	0,05	0,02
February	0,00	0,02	0,02	0,05	0,06
March	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02
April	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01
May	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
June	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
July	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
August	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00
September	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
October	0,00	0,02	0,07	0,02	0,02
November	0,00	0,01	0,05	0,07	0,04
December	0,00	0,01	0,02	0,04	0,04
TOTAL	0,00	0,12	0,27	0,31	0,22

Przewidywany ruch lotniczy dla średniookresowego planu generalnego lotniska mieleckiego nie jest dostępny. Jednak na podstawie przeprowadzonych badań w ramach projektu „Wsparcie Operacyjnej Implementacji EGNOS APV – APV MIELEC” możliwe stało się szacunkowe opracowanie prognozy ruchu lotniczego (rys. 4) przy przyjęciu dwóch zasadniczych scenariuszy:

- o pesymistycznego – początkowo 4% z tendencją wzrostową do 7%,
- o optymistycznego – początkowo 8% z tendencją wzrostową do 11%.



Rys. 4. Prognozowany wzrost do 2020 r. dla lotniska Mielec

4. METODA BUSINESS CASE ZASTOSOWANA DLA LOTNISKA MIELEC

Stosując metodę „Business case” podczas szacowania kosztów implementacji podejść RNAV GNSS, należy najpierw zidentyfikować wszystkich udziałowców. Następnie należy uwzględnić koszty związane z implementacją podejść RNAV GNSS (LNAV, LPV) dla Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej i lotniska, które są zsumowane w tabeli 5. Również operator statku powietrznego ponosi koszty związane ze zdolnością wykonywania podejść APV SBAS, które są podzielone odpowiednio na zakup wyposażenia (odpowiedniego odbiornika pokładowego), poświadczenie odpowiedniego wyposażenia statku powietrznego (zdadność do lotu), operacyjnego wykorzystania itp. Dla przykładu warto podać, że uczestnicząc w projekcie i lotach testowych, Firma Royal Star Aero, wyposażając odpowiednio statek powietrzny, poniosła całkowity średni koszt około 40 000 PLN (10 000 EUR). Oczywiście koszt początkowo zawsze jest znacznie wyższy niż później, kiedy stanie się obowiązującym standardem. Warto także zwrócić uwagę, że scertyfikowanie tylko jednego statku powietrznego pod kątem RNAV GNSS jest wystarczające również dla wszystkich pozostałych statków powietrznych tej samej kategorii.

Tab. 5

Koszty implementacji RNAV

Item	RNAV (GNSS) NPA + APV SBAS approach (One THR)	RNAV (GNSS) NPA + APV SBAS approach (Both THR)
Procedure design implementation costs	67 180 PLN	134 360 PLN
Operational approval and other associated costs	48 000 PLN	96 000 PLN
Total	115 180 PLN	230 360 PLN

Metoda „Business case” jest stosowana do szacowania korzyści wynikających z implementacji RNAV GNSS i korzysta z prawdopodobieństwa wystąpienia zakłócenia dla określonego podejścia [2]. Korzyści przyjęcia tej metody są uznawane, gdyż szczególnie określają minimalną wysokość lub wysokość decyzji – Decision Altitude/ Decision Height (DA/DH) – dla dwóch dominujących warunków meteorologicznych powodujących zakłócenia w ruchu lotniczym, np. słaba widzialność pasa startowego lub niski pułap chmur (rys. 5). Umożliwia to skompensowanie występujących zakłóceń, dlatego przynosząca korzyści metoda uwzględnia występujące minimalne warunki atmosferyczne, określone dla lotniska Mielec w Visual Approach Charts, prezentując minimalną widzialność i wymagany pułap chmur. Toteż przyjęte zostało założenie, że:

$$\text{Aerodrome_minima} \equiv \text{DH}$$

W konkluzji uzyskanie korzyści z modelowania wymaga następującego postępowania: lądowanie nie jest możliwe, jeżeli:

$$\text{wskazywany pułap chmur} < \text{DH}$$

lub

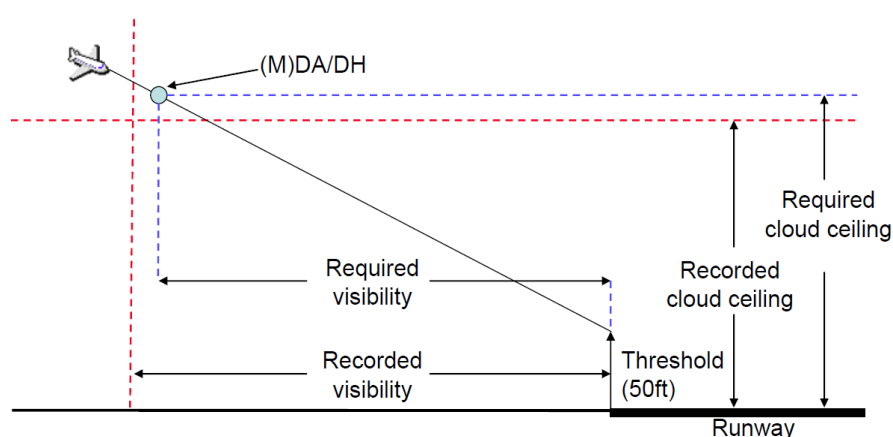
$$\text{RVR} < \frac{1852 \cdot (\text{DH} - 50)}{300}$$

Z powyższego wzoru wynika, że ograniczenia widzialnościowe nie są istotne. Natomiast minima operacyjne określone dla Mielca w Visual Approach Charts prezentuje tabela 6.

Tab. 6

Minima operacyjne dla różnych typów statków powietrznych

AERODROME MINIMA				
AIRCRAFT TYPE	DAY		NIGHT	
	CEILING (m)	VISIBILITY (m)	CEILING (m)	VISIBILITY (m)
AEROPLANES	150	1 500	500	5 000
GLIDERS	300	4 000	500	5 000
HELICOPTERS	100	1 000	200	2 000

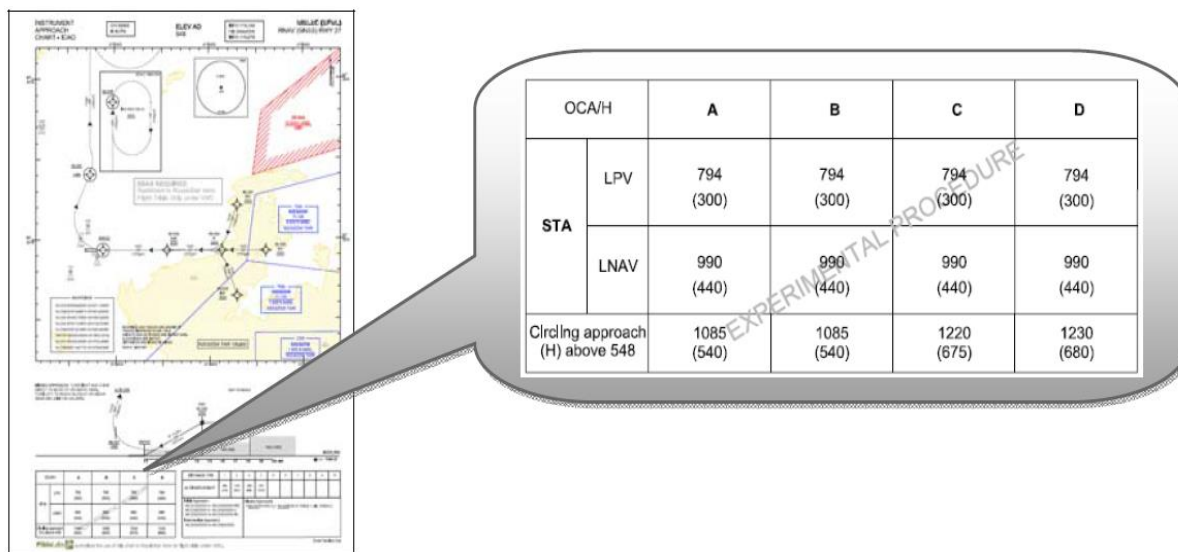


Rys. 5. Schemat wyniku modelowania w warunkach wystąpienia zakłóceń

Nie ma żadnych oficjalnych danych, które podawałyby informację o zamknięciu lotniska z powodu niewystarczającej widzialności czy pułapu chmur. Z przeprowadzonych analiz zakłóconych lądowań w obecnie przyjętych warunkach (VFR) wynika, że wszystkie one były spowodowane warunkami meteorologicznymi. Toteż zgodnie z procentową statystyką występowania zachmurzenia (tabela 2) zasadne jest stwierdzenie, że na lotnisku w Mielcu tylko w 2,6% czasu w skali roku występują złe warunki atmosferyczne, które uniemożliwiają prowadzenie operacji lotniczych.

Powyższa analiza nie zawiera dokładnych wartości, gdyż zakłada, że 150 metrów to 400 stóp, i nie uwzględnia, że większość operatorów ma dodatkowe ograniczenia określone w „Operational Manuals”. Dla przykładu Royal Star Aero (najwięcej operacji lotniczych) nie wykonuje lotów VFR, gdy pułap chmur jest niższy niż 800 stóp AGL, a widzialność to 2 km. Należy wspomnieć, że 80% ruchu lotniczego to szkolenie i takie ograniczenia są wymagane. Natomiast analiza była przygotowywana pod kątem implementacji podejść RNAV GNSS, które mają właśnie zmniejszyć ograniczenia na danym lotnisku, i zastosowano restrykcyjne warunki. Dlatego przyjmuje się, że warunki te są spełnione, gdy zachmurzenie jest BKN (przerywane) lub OVC (całkowite) i podstawa chmur ma powyżej 400 stóp. Z danych wynika, że w 25% czasu w skali roku podstawa chmur zawiera się w przedziale od 400 do 800 stóp ($400 < h_s < 800$ ft). Zgodnie z wynikami badań (tabela 3) w skali roku tylko 1,5% to podstawa chmur poniżej 300 stóp, natomiast tylko 8,7% rocznie to złe warunki atmosferyczne, kiedy loty nie są wykonywane.

Uwzględniając powyższe, można stwierdzić, że główną zaletą wprowadzenia podejść RNAV GNSS z widzialnością jest zdolność wykonywania lotów w warunkach meteorologicznych według wskazań przyrządów (Instrument Meteorological Conditions – IMC). Stopień poprawy ruchu lotniczego wynikający z zastosowania nowych procedur przyrządowych wynika z obniżenia minimalnych wysokości podejmowania decyzji (rys. 6). Poprawa jest znaczna przez stosowanie minimów LPV (podejście APV SBAS) o około 140 stóp, a to oznacza, że ten rodzaj podejścia pozwoliłby wszystkim operatorom na zejście do 300 ft AGL. Ponownie powołując się na tabelę 2, należy zauważyć, że zakłócenie spowodowane pułapem chmur odniosłoby się tylko do 1,5% w skali roku, kiedy operacje nie są możliwe do wykonywania.



Rys. 6. Wykonana karta podejścia RNAV GNSS

5. KONKLUZJA

Metoda „Business Case” zaprezentowana w tym materiale z powodzeniem była jeszcze dodatkowo zastosowana w dwóch projektach międzynarodowych (HEDGE, SHERPA) do przeprowadzania różnorodnych analiz. Wskazuje ona, że w każdym przypadku inwestycyjnym implementacja procedur podejścia RNAV GNSS dla każdego lotniska, a zaprezentowana dla Mielca, nie wymaga wielkich nakładów, a powinna zapewnić określone profity. Oczywiście nie będą one wynikały bezpośrednio z opłat lotniskowych, gdyż one nieomal pozostają stałe (wzrost to tylko uaktualnienie około 4% w skali roku), ale profity wynikają ze zwiększenia operacyjności lotniska wskutek obniżenia minimalnych warunków meteorologicznych związanych z procedurami podejścia do lądowania. Z przeprowadzonych analiz wynika, że już po 5 latach zarządzający lotniskiem powinien uzyskiwać znaczne zyski, gdyż większość statków powietrznych ma certyfikowane odbiorniki pokładowe. Natomiast z ekonomicznego punktu widzenia nie jest wskazane certyfikowanie procedur podejścia SBAS APV dla dwóch kierunków pasa startowego, gdyż dowiedziono, że kierunek RWY09 nie jest prawie nigdy wykorzystywany, szkoda zatem w niego inwestować.

Wskazane jest szybkie wprowadzenie SBAS, ponieważ praktycznie wszystkie statki powietrzne mają certyfikowane wyposażenie pokładowe i prędzej czy później pojawi się zysk z tej inwestycji. Ponadto metoda „Business Case” wskazuje konieczność szukania różnorodnych sposobów finansowania tego typu inwestycji, przy uwzględnieniu

wzrastających opłat lotniskowych, szczególnie tych wynikających z zawieranych umów. Metoda umożliwi ponadto wykazanie wzrostu zysków spowodowanych implementacją procedur przez zwiększenie operacyjności lotniska – zwiększenie ruchu lotniczego w Mielcu. Należy podkreślić, że ostateczna decyzja dotycząca implementacji procedur RNAV GNSS nie powinna być oparta tylko na względach ekonomicznych i przewidywanym zysku. Dlatego konieczne jest podanie, na podstawie zastosowanej metody, że po wprowadzeniu podejść RNAV GNSS w Mielcu również zwiększy się poziom bezpieczeństwa, co umożliwi jednocześnie lądowanie w gorszych warunkach meteorologicznych. To z kolei wychodzi naprzeciw potrzebom społecznym – miejscowych ośrodków szkolenia lotniczego oraz potencjalnego rynku biznesowego.

References

1. *NSP WP64 Consistency of ICAO material (Annexes and manual) vs. APV Operations* (prepared by French DGAC/DSNA). 2010. Issue 05.
2. *Helios RNAV Approach Benefits Analysis Final Report*. Helios. 20/03/09.
3. *MIELEC_CA MIELEC Consortium Agreement 1.0*.
4. *CONOPS APV SBAS Approach – Concept of Operations 1.0*.
5. *Egisavia Initial Applied Business Case*. Egisavia. 02/10/09.
6. *TechPro MIELEC Technical Proposal 1.0*.
7. *Operations* (prepared by French DGAC/DSNA). 05/2010.
8. *Operations* (prepared by French DGAC/DSNA). 05/2010. Aneks 10: Telekomunikacja lotnicza. Tom 1. [Annex 10: Aeronautical Telecommunications. Volume 1]. ICAO. Wyd. 6. Montreal. 2006. P. 272.
9. *Program działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystywania systemów satelitarnych w Polsce*. Ministerstwo Gospodarki. [In Polish: *The action program for the development of space technologies and the use of satellite systems in Poland*. Ministry of Economy]. Warszawa. 2012. P. 7.
10. *Rozporządzenie zmieniające rozporządzenie nr 219/2007 w sprawie utworzenia wspólnego przedsięwzięcia w celu opracowania europejskiego systemu zarządzania ruchem lotniczym nowej generacji (SESAR) w odniesieniu do przedłużenia wspólnego przedsięwzięcia do roku 2024*. [Regulation amending Regulation No 219/2007 on the establishment of a joint undertaking to develop the European air traffic management system (SESAR) in relation to the extension of the joint venture for 2024]. COM(2013) 503 final. Bruksela. 10.7.2013.
11. *Rozporządzenie Rady (WE) nr 219/2007 z dnia 27 lutego 2007 r. w sprawie utworzenia wspólnego przedsięwzięcia w celu opracowania europejskiego systemu zarządzania ruchem lotniczym nowej generacji (SESAR)*. [In Polish: *Council Regulation (EC) No 219/2007 of 27 February 2007 on the establishment of a Joint Undertaking to develop a European air traffic management system (SESAR)*]. Dz.U. L 64 z 2 marca 2007.
12. *Umowa między Unią Europejską oraz Europejską Organizacją ds. Bezpieczeństwa Żeglugi Powietrznej ustanawiająca ogólne ramy ściślejszej współpracy*. [In Polish: *Agreement between the European Union and the European Organisation for Safety of Air Navigation establishing a general framework for enhanced cooperation*]. Dz. U. L 16 z dnia 19 stycznia 2013 r.

Received 13.08.2014; accepted in revised form 20.04.2015



Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License