

# MAIN REASONS OF ULTRALIGHT AIRPLANES OCCURRANCES

Adam KONICZEK<sup>3</sup>, Robert KONIECZKA<sup>4</sup>

ABSTRACT: Nowadays, ultralight airplanes are very popular in privately and training flights. Therefore, these airplanes substitute increasingly single piston engine light aircrafts in this field. Unfortunately, amount of ultralight airplanes accidents and incidents is high. This article presents statistics of ultralight airplanes occurrences. Additionally, main sources and detailed treatment of these are presented.

KEYWORDS: Ultralight airplanes, UAP(L), Aviation accidents and incidents.

## WPROADZEINE

Samolot ultralekki (ultralight) jest to samolot posiadający nie więcej niż dwa miejsca dla osób na pokładzie, prędkość przeciągnięcia lub minimalną w locie ustalonym w konfiguracji do lądowania nieprzekraczającą 65 km/h (35<sup>5</sup>) i maksymalną masę startową (MTOM<sup>6</sup>) nie większą niż: 300 kg dla samolotu jednomiejscowego lądowego oraz 450 kg dla samolotu dwumiejscowego lądowego. Gdy zainstalowany jest spadochronowy system ratunkowy wartości te mogą wzrosnąć o 25,5 kg. Aby móc pilotować samolot ultralekki, należy posiadać uprawnienia UAP(L)<sup>7</sup> [7].

---

<sup>3</sup> Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Krasińskiego 8 Street, 40-019 Katowice, Poland, e-mail: adam.koniczek@gmail.com

<sup>4</sup> Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Krasińskiego 8 Street, 40-019 Katowice, Poland, e-mail: robert.konieczka@polsl.pl

<sup>5</sup> CAS – ang. *Calibrated Air Speed* – prędkość cechowana.

<sup>6</sup> MTOW – ang. *Maximum Take-off Weight* – maksymalna masa startowa.

<sup>7</sup> UAP(L) – ang. *Ultralight Airplane Pilot (Land)* – w Polsce: świadectwo kwalifikacji pilota samolotu ultralekkiego lądowego



Rys. 1. Samolot ultralekki Skylader 500

Samoloty ultralekkie zysały popularność już w latach pięćdziesiątych w Europie. Powstały wówczas maszyny, których wersje rozwojowe produkowane do dziś. Obecnie, konstrukcja samolotów ultralekkich, znacznie różni się od tych produkowanych dekadę temu. Osiągi mają bardzo zbliżone do samolotów lekkich<sup>8</sup>. Dotyczy to także wyposażenia kabiny. Używane są rozwiązania znane z lotnictwa komunikacyjnego takie jak: system antykolizyjny, pilot automatyczny, lokalizator powypadkowy, rejestrator parametrów lotu. Wyposażane są w dodatkowe udogodnienia: ogrzewaną kabinę, podgrzewane siedzenia, klimatyzację. Samoloty lekkie, które pilotować można mając licencję pilota turystycznego PPL(A)<sup>9</sup> od ultralightów różnią się, w kwestii prowadzenia operacji lotniczych, tylko możliwością lotu w strefie powietrznej kontrolowanej. Zatem aktualnie samoloty ultralekkie i lekkie niewiele się od siebie różnią. Podobieństwa te kończą się, wraz z zwróceniem uwagi na ilość i charakter wypadków i incydentów [3].

Mimo, iż ultralighty posiadają ratownicze systemy spadochronowe, a po awarii silnika mogą o wiele dłużej szybować niż samoloty lekkie, nie są wymieniane w gronie najbezpieczniejszych statków powietrznych. Uwarunkowane jest to głównie małą mocą silnika i niewielką masą własną, co czyni ultralighty bardziej podatne na warunki atmosferyczne. Dlatego bardzo ważne jest odpowiednie wykształcenie i przygotowanie do lotu. Obecnie uprawnienia pilotażu ultralekkich samolotów traktowane są jak „uproszczona wersja” licencji pilota turystycznego. Ma to związek z połową krótszym szkoleniem co idzie w parze z mniejszym kosztem. Dlatego osoby które chcą

<sup>8</sup> Samolot lekki – samolot w którym certyfikowany ciężar startowy wynosi 5670 kg lub mniej

<sup>9</sup> Licencja pilota turystycznego PPL(A) – ang. *Private Pilot Licence (Airplane)* – dokument uprawniający do pilotowania samolotu lekkiego lądowego jednosilnikowego o napędzie tłokowym zgodnie z zasadami z widocznością.

pilotować samolot w celach rekreacyjnych, wybiorą opcję tańszą i łatwiejszą. Niektórzy decydują się na szkolenie w innym kraju, szukając jeszcze tańszego i szybszego sposobu uzyskania uprawnień. Także zasady użytkowania są bardziej liberalne, dając pilotowi możliwość niektórych napraw i tankowania tańszego paliwa samochodowego. Jednak takie udogodnienia z punktu widzenia użytkownika, nie zawsze są dobre w kontekście utrzymania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa [2].

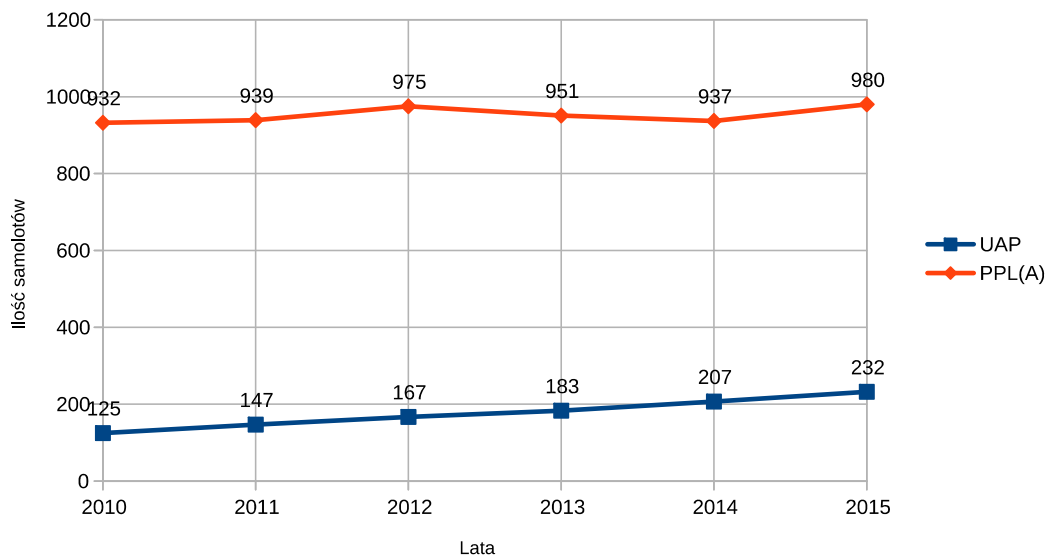
## ***STATYSTYKI ZDARZEŃ SAMOLOTÓW ULTRALEKKICH***

Ilość oraz charakter zdarzeń z udziałem ultralightów porównana została do statystyk dotyczących samolotów lekkich. Z grupy tych drugich wybrane zostały tylko te, których pilotaż umożliwia licencja pilota turystycznego. Oznacza to samoloty jednosilnikowe o napędzie tłokowym. To właśnie te maszyny coraz częściej wypierane są przez ultralekkie samoloty. Obydwie te kategorie statków powietrznych wykorzystywane są głównie do celów rekreacyjnych i szkoleniowych.

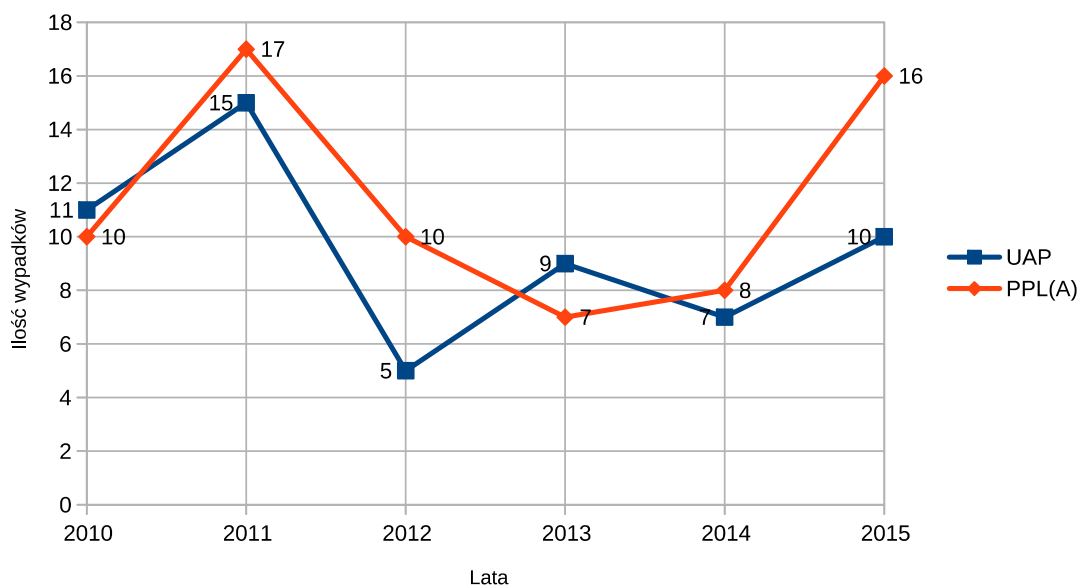
Aby uzyskać najbardziej wiarygodną ocenę częstości zdarzeń ultralightów, należałoby obliczyć stosunek ich ilości do ilości prowadzonych operacji lotniczych. Jest to jednak niemożliwe w przypadku lotnictwa ogólnego ze względu na brak konieczności zgłaszania lotów, zwłaszcza w przypadku lotnictwa ultralekkiego. Zatem porównania dokonano w oparciu o ilość zarejestrowanych statków powietrznych. Jest to uproszczenie, obarczone pewnym błędem. W przypadku operacji lotniczych prowadzonych w klasie lotnictwa ogólnego nie jest on jednak znaczny [2].

## ***ILOŚĆ ORAZ SKUTKI WYPADKÓW SAMOLOTÓW ULTRALEKKICH***

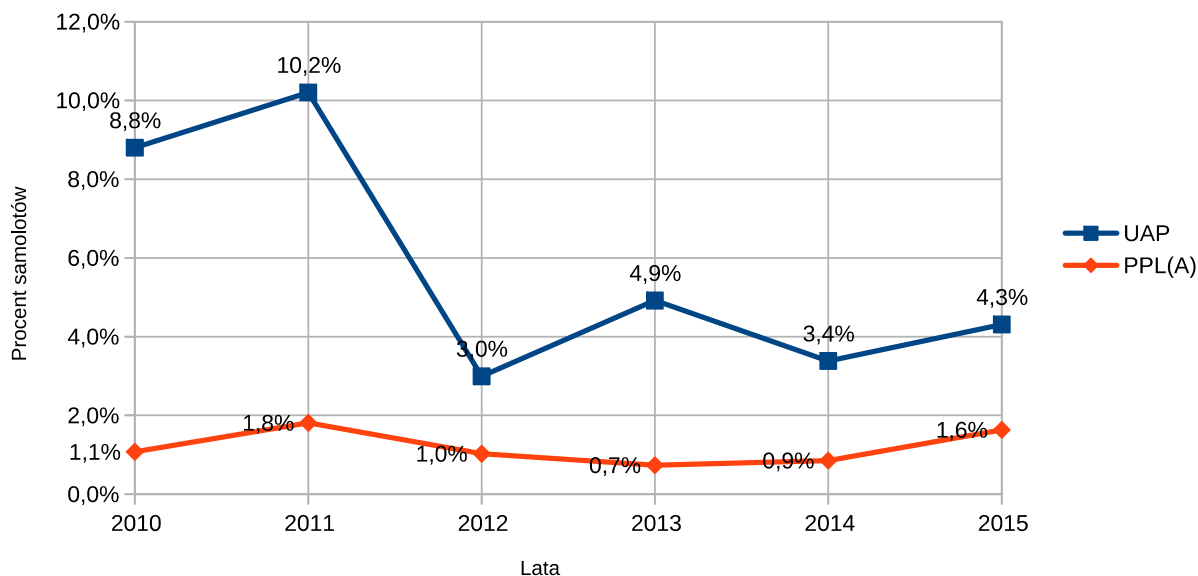
Rejestr cywilnych statków powietrznych w Polsce prowadzi Urząd Lotnictwa Cywilnego (ULC). Rysunki 2, 3 oraz 4 przedstawiają kolejno: ilość zarejestrowanych samolotów ultralekkich i lekkich jednosilnikowych tłokowych, ilości wypadków dla analizowanych kategorii samolotów oraz stosunek wartości z wykresu pierwszego i drugiego dla danych lat przedstawiony w postaci procentowej.



Rys. 2. Wykres ilości zarejestrowanych samolotów lekkich jednosilnikowych o napędzie tłokowym oraz samolotów ultralekkich w latach 2010-2015. Opracowanie własne na podstawie: [4]



Rys. 3. Wykres ilości wypadków wśród samolotów ultralekkich i samolotów lekkich jednosilnikowych o napędzie tłokowym w latach 2010-2015. Opracowanie własne na podstawie: [15]

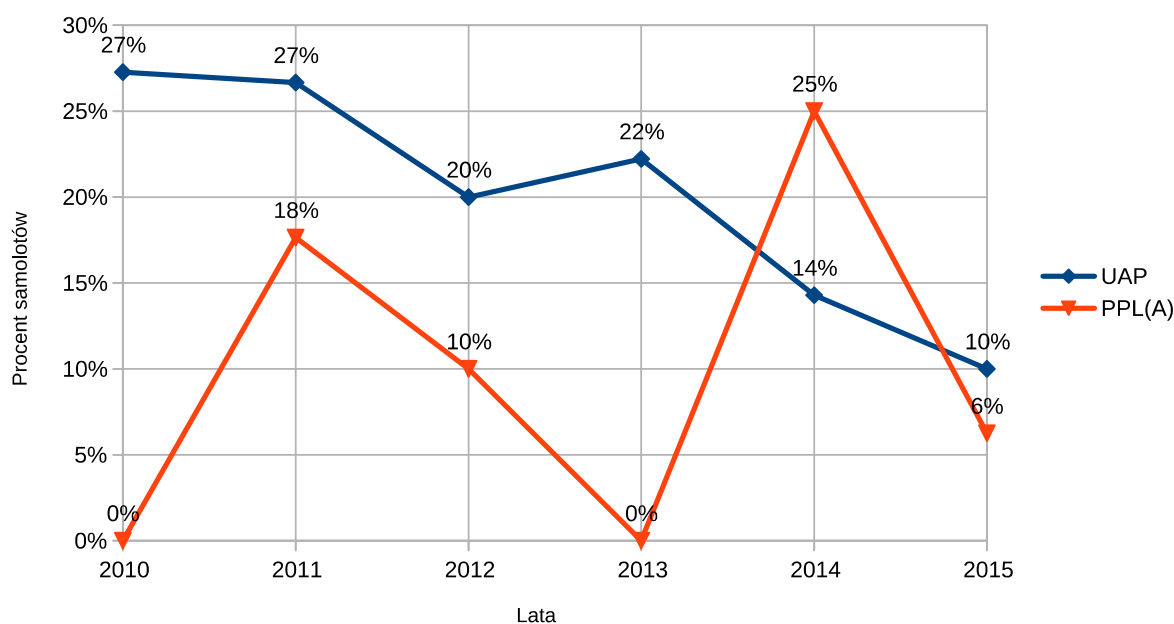


Rys. 4. Wykres przedstawiający stosunek ilości wypadków do liczby zarejestrowanych samolotów ultralekkich i samolotów lekkich jednosilnikowych z napędem tłokowym w postaci procentowej. Opracowanie własne na podstawie: [15]

Według danych Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych w okresie od 1 stycznia 2010 do 31 grudnia 2015 roku odnotowano w sumie 57 wypadków z udziałem samolotów ultralekkich (UAP) i 68 z samolotami lekkimi jednosilnikowymi o napędzie tłokowym (PPL(A)), co widoczne jest na rysunku 3. Te drugie uległy większej liczbie wypadków niż ultralighty. Wyjątek stanowi rok 2013. Można zaobserwować malejącą tendencję od 2011 do 2013 roku wśród tych, których pilotaż umożliwia PPL(A), a następnie wzrost w roku 2015. Ilość wypadków samolotów ultralekkich jest zmienna, ale z tendencją rosnącą od 2012 roku [15].

Na podstawie wykresu znajdującego się na rysunku 4 można stwierdzić, że większa część samolotów ultralekkich ulegała wypadkom, niż wcześniej wspomniana grupa samolotów lekkich. Trzeba jednak zaznaczyć, iż jest to stosunek wypadków do ilości zarejestrowanych samolotów w danym roku tylko w polskim urzędzie. Wiele ultralekkich samolotów wykonujących loty nad terytorium Polski, figuruje w rejestrze innych państw, zatem realnie użytkowana jest ich większa liczba, niż ta podana w rejestrze. Należy więc wartości zawarte na rysunku 4 traktować z pewną tolerancją. Gdyby przyjąć, że tylko połowa ultralightów latających w polskiej przestrzeni powietrznej jest zarejestrowana w ULC, wartości byłyby i tak nieco wyższe, niż te dla samolotów lekkich jednosilnikowych. Dodatkowo należy uwzględnić fakt, że samoloty lekkie prowadzą więcej operacji lotniczych w ciągu roku; ultralighty najczęściej nie są używane w porze zimowej. Zatem można stwierdzić, że samoloty ultralekkie częściej ulegały wypadkom.

Skupiając się na samych wypadkach samolotów lekkich jednosilnikowych i ultralekkich, dokonano ich podziału wyodrębniając tylko te ze skutkiem śmiertelnym. Rysunek 5 przedstawia stosunek obrażeń śmiertelnych do ilości wypadków wyrażony w procentach.



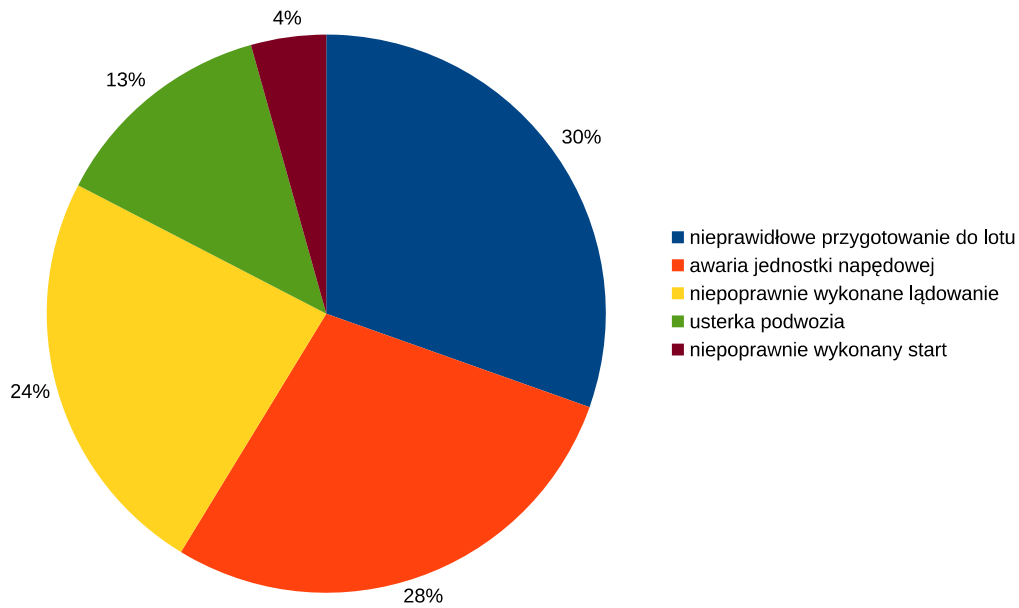
Rys. 5. Wykres prezentujący stosunek obrażeń śmiertelnych do ilości wypadków w latach 2010-2015 wyrażony w procentach. Opracowanie własne na podstawie: [15]

Odsetek obrażeń śmiertelnych jest zmienny skokowy dla samolotów lekkich i zmienny malejący dla ultralightów, jednak dla tych ostatnich nigdy nie jest równy zero. Prawie w całym analizowanym okresie, większy udział wypadków ze skutkiem śmiertelnym odnotowano dla samolotów ultralekkich, za wyjątkiem roku 2014. W tym roku, aż 1/4 wypadków samolotów których pilotaż umożliwia PPL(A) zakończyła się śmiercią osoby na pokładzie. Ma to związek ze stosunkowo małą ilością wypadków. W 2015 roku wartości te są wiele mniejsze niż w poprzednich latach. W tym roku, ilość wypadków śmiertelnych jest taka sama dla obydwu kategorii samolotów. Różnica wynika z ilości zdarzeń [2] [15].

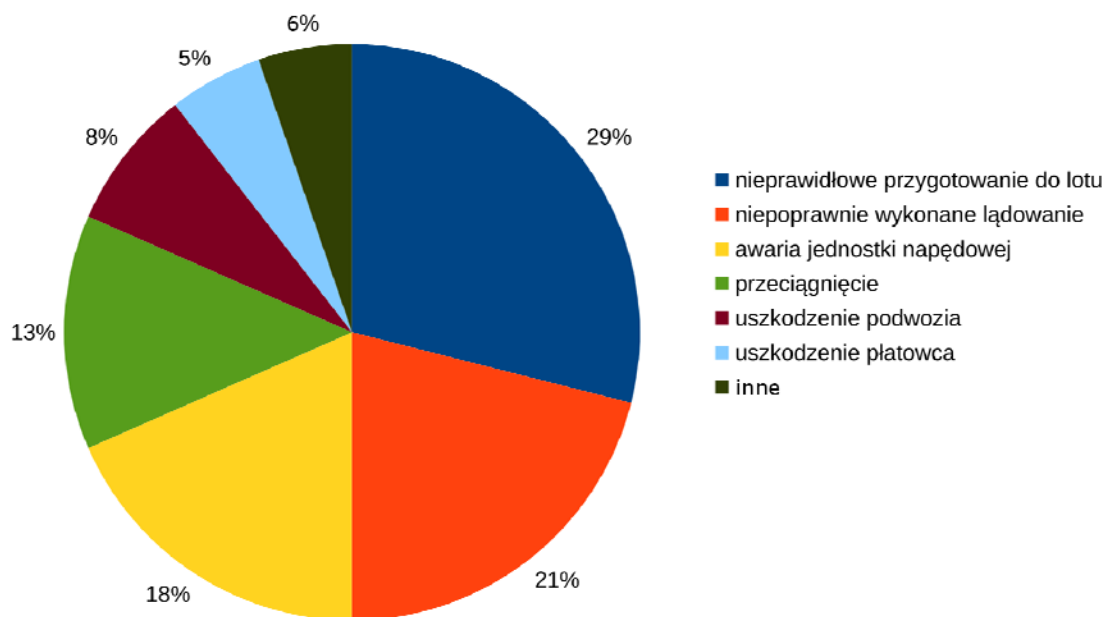
***BEZPOŚ REDNIE PRZYCZYNY WYPADKÓW I INCYDENTÓW SAMOLOTÓW ULTRALEKKICH***

Nie można jednak skupiać się tylko na zdarzeniach ze skutkiem śmiertelnym, gdyż każdy wypadek przy mniej sprzyjających okolicznościach mógł zakończyć się śmiercią osób na pokładzie. Z tego względu ważne jest, aby wziąć pod uwagę także czynniki które przyczyniły się do zaistnienia tych zdarzeń.

Analizując zdarzenia lotnicze samolotów ultralekkich wyodrębniono ich bezpośrednie przyczyny w okresie kolejnych pięciu lat, na podstawie raportów Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych. Rozkład ten przedstawiają rysunki 6, 7 i 8.



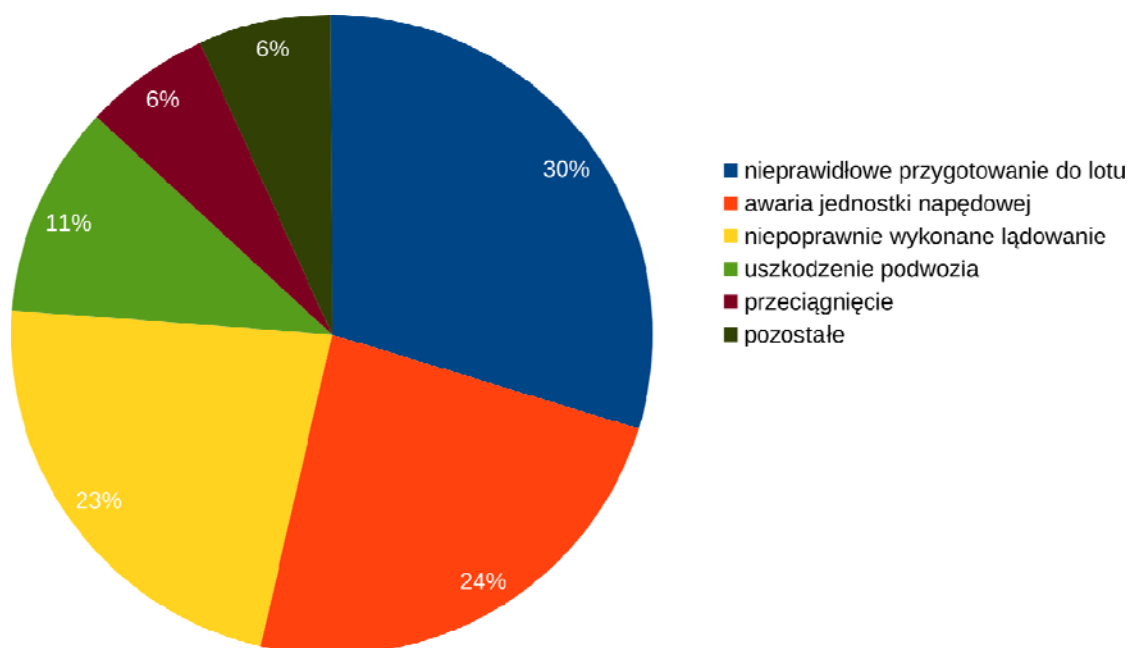
Rys. 6. Wykres udziału poszczególnych przyczyn incydentów samolotów ultralekkich w latach 2010-2015. Opracowanie własne na podstawie: [15]



Rys. 7. Wykres udziału poszczególnych przyczyn wypadków samolotów ultralekkich w latach 2010-2015. Opracowanie własne na podstawie: [15]

Najczęstszą przyczyną incydentów są: nieprawidłowe przygotowanie do lotu; awaria silnika, elementów przekazujących napęd i śmigła oraz niepoprawne wykonanie lądowania. Natomiast wypadki najczęściej zdarzają się z powodu: nieprawidłowego przygotowania do lotu, niepoprawnie wykonanego lądowania, awarii jednostki napędowej i przeciągnięcia.

Kolejny wykres prezentuje przyczyny wypadków i incydentów łącznie.



Rys. 8. Wykres udziału poszczególnych przyczyn wypadków i incydentów samolotów ultralekkich w latach 2010-2015. Opracowanie własne na podstawie: [15]

Pierwsze cztery przyczyny są identyczne jak dla incydentów. Kolejnym jest przeciągnięcie, jako 6% całości wypadków [2] [15].

## ***GŁÓWNE PRZYCZYNY ZDARZEŃ SAMOLOTÓW ULTRALEKKICH***

Zdarzenia z udziałem samolotów ultralekkich można podzielić na trzy grupy. W pierwszej znajdują się wypadki i incydenty charakterystyczne dla tej kategorii samolotów oraz te, którym nie ulegają samoloty lekkie jednosilnikowe. Dotyczy to głównie: niewłaściwego wyboru miejsca startu i lądowania oraz nieprawidłowej pracy silnika spowodowanej złym jakościowo paliwem. Kolejną grupę stanowią okoliczności charakteryzujące obydwie kategorie samolotów, ale dla ultralightów są o wiele częstsze. Wyróżnia się: awarię jednostki napędowej, uszkodzenie lub oderwanie podwozia, otwarcie osłony kabiny, przeciągnięcie oraz nieprawidłowo przeprowadzone lądowanie. Mają one związek z konstrukcją ultralightów oraz błędami pilotażu. W przypadku przeciągnięcia, znacząca jest nieznanostwo możliwości maszyny. Trzecia grupa to czynniki sprzyjające wypadkom i incydentom ultralightów oraz samolotów lekkich, które występują równie często. Są to w szczególności: niewłaściwe obsługiwanie maszyny oraz błędne przygotowanie do lotu które dotyczy zazwyczaj niesprawdzenia dostępności przestrzeni powietrznej.

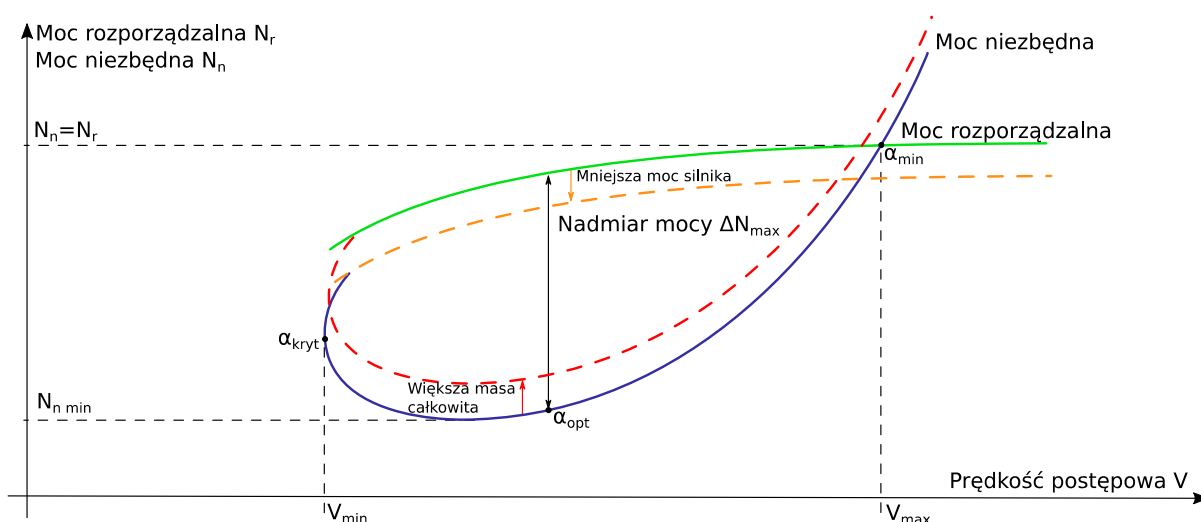
## ***PRZECIĄGNIĘCIE***

Wystąpienie przeciągnięcia stwarza bardzo duże zagrożenie podczas lotu. Ultralighty, w stosunku do samolotów lekkich, są bardziej narażone na to



zjawisko. Dlatego jego wystąpienie zawsze kończyło się upadkiem maszyny i śmiercią osób na pokładzie.

Przeciągnięcie samolotu spowodowane jest przekroczeniem krytycznego kąta natarcia skrzydeł, co powoduje oderwanie strug powietrza od płata i nagłą utratę siły nośnej. W skutek tego, dochodzi do przepadnięcia maszyny, czyli szybkiej utraty wysokości. Samolot może opadać torem spiralnym przy pełnej lub częściowej utracie sterowności. Takie zjawisko nazywane jest korkociągiem. Najczęstszą przyczyną przeciągnięcia ultralightów jest niewłaściwie wykonany start i wznoszenie w wyniku błędnie przeprowadzonego przygotowania do lotu.



Rys. 9. Wykres mocy rozporządzalnej i niezbędnej dla lotu poziomego. Opr. własne na podst.: [1]

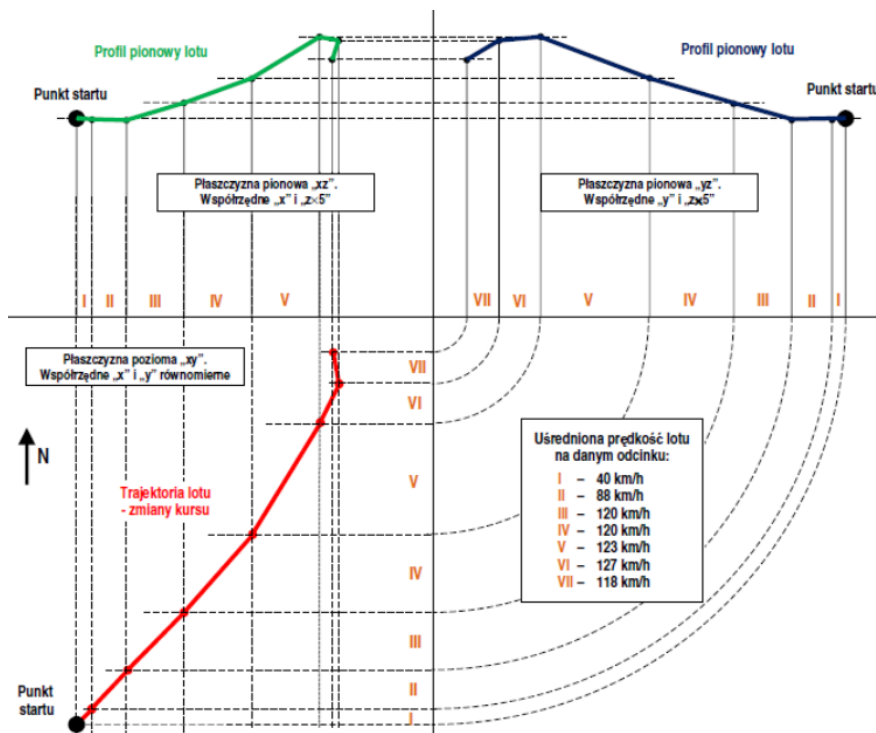
Przekroczenie maksymalnej dopuszczalnej masy startowej ma niewaligiczne znaczenie w użytkowaniu samolotów ultralekkich. Ma to związek z niewielkim ciągiem wytwarzanym przez silnik. W celu wyjaśnienia tego zagadnienia, pomocny będzie wykres mocy rozporządzalnej i niezbędnej widoczny na rysunku 9. Przetawia on zależność między mocą niezbędną, a mocą oddawaną przez zespół napędowy samolotu dla lotu poziomego. Tylko w miejscu przecięcia się dwóch krzywych ( $N_r = N_n$ ), możliwy jest lot poziomy przy zerowym pochyleniu ( $\alpha_{min}$ ). W obszarze gdzie występuje nadmiar mocy ( $N_r > N_n$ ) podczas lotu z dodatnim pochyleniem ( $\alpha > 0$ ) następuje wznoszenie maszyny. Czym większy margines mocy, tym możliwe bardziej strome wznoszenie. W krzywej mocy rozporządzalnej we fragmencie od  $\alpha_{min}$  do  $\alpha_{opt}$  następuje przyrost nadwyżki mocy ( $\Delta N$ ) i prędkości pionowej wznoszenia przy spadku prędkości postępowej ( $V$ ). W punkcie  $\alpha_{opt}$  możliwe jest wznoszenie z największą wartością prędkości pionowej. W zakresie krzywej od  $\alpha_{opt}$  do  $\alpha_{kryt}$  w dalszym ciągu maleje prędkość pozioma wraz z prędkością pionową. Przekroczenie punktu  $\alpha_{kryt}$ , czyli maksymalnego pochylenia z jakim możliwy jest kontrolowany lot, skutkuje przeciągnięciem maszyny. Zakładając mniejszą moc silnika (krzywa pomarańczowa) i większą masę całkowitą samolotu (krzywa czerwona), nadmiar mocy ( $\Delta N_{max}$ ) i prędkość maksymalna ( $V_{max}$ ) zmniejszą się. Zwiększeniu ulegnie natomiast prędkość minimalna ( $V_{min}$ ) [1]. Taka konfiguracja pogarsza osiągi maszyny, wymuszając na pilocie szczególną ostrożność podczas startu i wznoszenia, gdyż łatwiej jest o przeciągnięcie. Sytuację może pogorszyć działanie wiatru [2].

Przekroczenie maksymalnej dopuszczalnej masy startowej przyczyniło się do katastrofy ultralighta Evektor EV-97. 21 sierpnia 2011 roku pilot i pasażer wystartowali z lotniska Łososina Dolna. Krótco po tym, doszło do przeciągnięcia i wejścia w korkociąg. Samolot zderzył się z ziemią w wyniku czego został zniszczony, a osoby na pokładzie zginęły. Rysunek 10 obrazuje przebieg lotu.



Rys. 10. Trajektoria lotu samolotu EV-97 [8]

Bezpośrednią przyczyną wypadku było przeciągnięcie na wznoszeniu co doprowadziło do korkociągu. Czynnikiem sprzyjającym były: przekroczenie MTOM o 10% oraz nieprawidłowa reakcja pilota na przeciągnięcie i wystąpienie korkociągu. Z powodu zwiększonej masy startowej, samolot musiał ulec przeciągnięciu z uwagi na niewielką moc silnika (60kW, 80KM) i stromy gradient wznoszenia. Rzut toru lotu w trzech płaszczyznach pokazuje rysunek 11.



Rys. 11. Tor lotu samolotu EV-97 w trzech płaszczyznach [8]

Instrukcja Użytkowania w Locie, zaleca utrzymywanie po starcie 115 km/h nie mniej niż 100 km/h. Przy prędkości 120 km/h i stromym wznoszeniu (2 m/s) nie było już zapasu mocy. W momencie przeciągnięcia, prędkość postępową wynosiła 123-127 km/h (prędkość pionowa 3,5 m/s). Przekroczona masa startowa oraz gwałtowne wznoszenie spowodowały przepadnięcie maszyny[8].

## ***NIEWŁAŚCIWY WYBÓR MIEJSCA LĄDOWANIA***

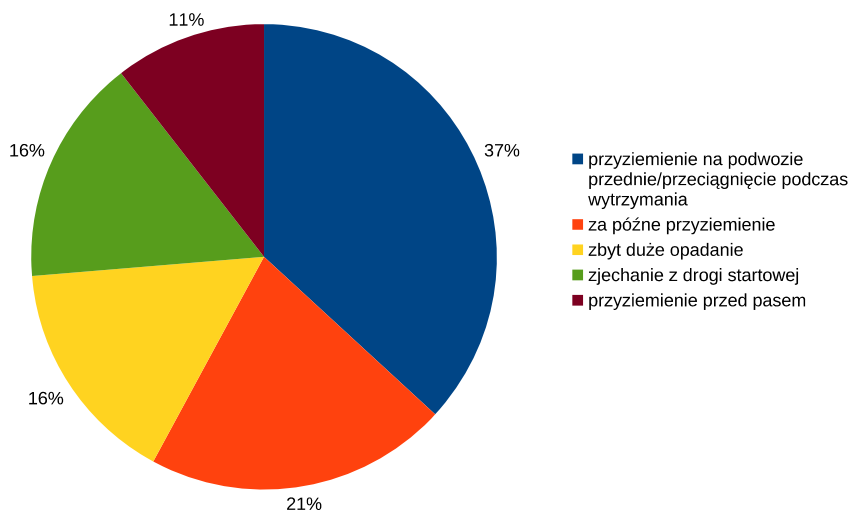
Świadectwo kwalifikacji pilota samolotu ultralekkiego UAP(L) uprawnia pilota do startu i lądowania z terenów nie będących lotniskiem bądź lądowiskiem, a nadających się do bezpiecznego przeprowadzenia tych manewrów. Wypadki związane z lądowaniem w niewłaściwym terenie są charakterystyczne dla ultralightów. Najczęstszym błędem pilota jest niezaznajomienie się z terenem miejsca startu i lądowania. Chodzi tutaj o: rodzaj podłoża, ukształtowanie i spadek terenu oraz przeszkody terenowe. Ważne jest, aby przed lotem dobrze poznać miejsce rozpoczęcia lub zakończenia lotu. W przypadku prowadzenia operacji lotniczych na lotniskach i lądowiskach, utrzymanie dobrego stanu drogi startowej i pola manewrowego leży w gestii zarządzającego lotniskiem/lądowiskiem. Gdy lot rozpoczyna lub kończy się w innym terenie, wówczas pilot sam musi zadbać o bezpieczeństwo startu i lądowania. To ostatnie często oceniane jest z powietrza podczas niskiego przelotu lub po wykonaniu kręgu. Zdarza się, że pilot źle określi warunki lądowania, wtedy trudno nie uniknąć uszkodzenia samolotu.

Przykładem przedstawiającym takie okoliczności jest lot który odbył się 3 maja 2015 roku, z lotniska Krosno w rejon jeziora Solińskiego. Miał się zakończyć na lądowisku Hodorek. Podczas przelotu, pilot podjął decyzję o lądowaniu na łące, niedaleko docelowego lądowiska. Po wykonaniu kręgu,

rozpoczął podejście do wybranego miejsca pod stok. Teren był nierówny i podmokły. Pod koniec dobiegu, goleń podwozia przedniego zagłębiła się w grunt w skutek czego nastąpiło wyłamanie tego elementu, a w rezultacie kapotaż. Pilot nie doznał żadnych obrażeń i wyszedł z kabiny o własnych siłach [10].

## ***NIEPRAWIDŁOWO WYKONANE LĄDOWANIE***

Przyczyną zdarzeń samolotów ultralekkich jest bardzo często nieprawidłowo wykonane lądowanie. Rysunek 12 ilustruje przyczynowy rozkład procentowy.



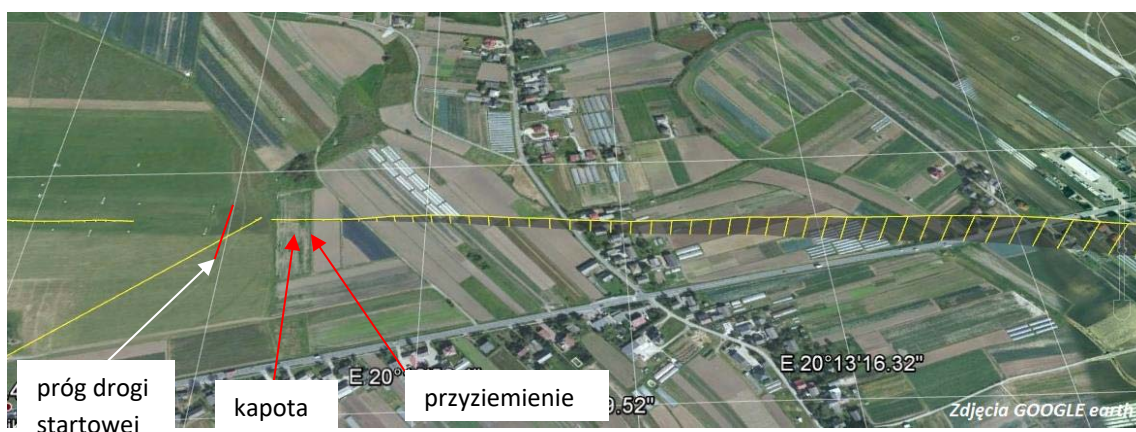
Rys. 12. Wykres udziału przyczyn nieprawidłowo wykonanego lądowania. Opr. wł. na podstawie: [15]

Wśród zdarzeń związanych z lądowaniem, najczęściej dotyczy etapu wytrzymania. Najczęściej popełnianym błędem jest albo przeciągnięcie w końcowej fazie, albo zbyt wczesne jego wykonanie. W pierwszym przypadku, następuje upadek z pewnej wysokości; w drugim – zbyt późne przyziemienie. Podczas gwałtownego zniżania może dojść do uszkodzenia podwozia. Zgodnie z założeniami konstrukcyjnymi, obciążenia związane z lądowaniem powinny przejść na podwozie główne. Gdy przyziemienie następuje na podwozie przednie, prawie zawsze następuje jego wyłamanie.

Gdy maszyna dotknie podłoża bardzo późno, może dojść do opuszczenia drogi startowej ze zbyt dużą prędkością, co również często skutkuje uszkodzeniem elementów płatowca. Czasami dochodzi do przyziemienia przed progiem drogi startowej. Wówczas uszkodzenia uzależnione są od rodzaju terenu. Gdy następuje na tzn. clearwayu (obszar trawiasty przed drogą startową o odpowiedniej nośności), zazwyczaj dobieg przebiega zwyczajnie. Sytuacja zmienia się w przypadku gruntu miękkiego, wyboistego lub mocno porośniętego roślinnością. Przyczyną tych zdarzeń może być niewłaściwie przeprowadzone podejście, co przekłada się na lądowanie i przyziemienie. Błędem podczas wytrzymania lub tuż przed nim jest także brak lub niedostateczne użycie steru kierunku podczas gwałtownego dodawania mocy. Wówczas samolot ma tendencję do skręcania w kierunku przeciwnym do obrotu śmigła, co może powodować opuszczenie obrysu drogi startowej, a w skrajnych wypadkach – dotknięcia skrzydłem gruntu [2].



Przykładem błędu pilota jest wypadek samolotu Aeroprakt A22 9 września 2012 roku. Po wykonaniu lotu widokowego w regionie, pilot rozpoczął podejście do lotniska Pobiednik Wielki koło Krakowa. Przed rozpoczęciem IV zakrętu zredukował moc i wychylił kłapy o  $10^\circ$ . Po wejściu na prostą drogi startowej, jeszcze bardziej zmniejszył moc rozpoczynając zniżanie, planując przeprowadzić wyrównanie pomiędzy wschodnią granicą lotniska, a progiem drogi startowej. W końcowej części podejścia do lądowania, wprowadził samolot w ślizg, celem redukcji znoszenia spowodowanego bocznym wiatrem. Zbyt duże ściągnięcie przepustnicy i położenie kłap w konfiguracji startowej ( $10^\circ$ ) oraz brak kontroli wysokości, doprowadziły do wypłaszczenia ścieżki podejścia w końcowej fazie. W rezultacie samolot przyziemił na polu, 200 m od progu drogi startowej. Po 25-metrowym dobiegu, maszyna przejechała przez rów na skraju pola, w skutek czego doszło do wyłamania goleni podwozia i kapotażu. Pilot doznał lekkich obrażeń. Rysunek 13 przedstawia trajektorię lotu samolotu wraz z zaznaczonym miejscem przyziemienia i kapotażu oraz progiem drogi startowej [9].



Rys. 13. Ścieżka podejścia samolotu Aeroprakt A22 [9]

### ***NIESPRAWNOŚĆ PODWOZIA***

Samoloty ultralekkie, z powodu redukcji masy, rzadko posiadają amortyzatory goleni przedniej podwozia. Amortyzacja podwozia głównego, najczęściej zapewniana jest przez zastosowanie goleni sprężystych. Podczas długotrwałego użytkowania lub nagłego wymuszenia, często dochodziło do uszkodzenia lub oderwania tych elementów płatowca. Najczęściej awaria podwozia wiąże się z nieprawidłowo wykonanym lądowaniem, które kończy się dobiegiem poza drogą startową lub przyziemieniem z nierównomiernym obciążeniem kół podwozia. Nie mniej jednak, do uszkodzeń dochodziło także podczas poprawnie wykonanych manewrów. W ultralightach wykorzystywanych do celów szkoleniowych, następowało zmęczenie elementów mocowania goleni z kadłubem podczas lądowania [2].

Podczas lotów szkolnych 12 lipca 2015 roku, w trakcie dobiegu na lotnisku Kętrzyn-Wilamowo doszło do rozwarstwienia golenia podwozia głównego, samolotu 3Xtrim 450 w miejscu zamocowania osi. Rysunek 14 przedstawia sposób uszkodzenia.



Rys. 14. Zdjęcie uszkodzonej goleni podwozia głównego samolotu 3Xtrim 450 [12]

Dobieg został zakończony bez zakłóceń. Zdarzenie nie stworzyło zagrożenia dla pilota i innych osób w otoczeniu. Do tego typu uszkodzeń dochodziło kilkakrotnie w tych modelach samolotów, co może świadczyć o ujawnieniu wady konstrukcyjnej [12].

### ***A W A R I A J E D N O S T K I N A P Ę D O W E J***

Częstym czynnikiem mającym wpływ na przebieg wypadku jest awaria jednostki napędowej. Dochodzi do zaprzestania pracy lub zaburzenia działania, które uniemożliwia kontynuowanie zamierzonego lotu. W wyniku tego, konieczne jest lądowanie awaryjne, które często wykonane jest błędnie, czy ze względu na zbyt dużą prędkość opadania, czy z powodu niewłaściwego wyboru terenu przygodnego. Istotne w awariach jednostki napędowej może być stosowanie podzespołów niecertyfikowanych do użytku lotniczego, które najczęściej dotyczą silnika. Pilot powinien być świadomy ograniczeń związanych z użytkowaniem samolotu ultralekkiego [2]. W instrukcjach, popularnie stosowanych w ultralightach silników niecertyfikowanych firmy Rotax, widnieje następująca uwaga: „Ten silnik ze względu na konstrukcję może w każdej chwili przerwać pracę! Taka sytuacja może spowodować wypadek zakończony poważnymi obrażeniami lub śmiercią. Ze względu na miejsce, prędkość, wysokość oraz inne okoliczności, zawsze lataj tak, aby w przypadku przerwania pracy silnika, można było wykonać bezpieczne lądowanie. To nie jest certyfikowany silnik lotniczy. Nie jest przebadany pod względem bezpieczeństwa, trwałości w warunkach lotniczych oraz nie spełnia żadnych norm przewidzianych przez władze lotnicze. Silnik ten służy tylko do użytku eksperymentalnego oraz w niecertyfikowanych statkach powietrznych, w których jego awaria nie zagraża bezpieczeństwu. Zapewnione są jednak standardy jakości Rotax. Użytkownik ponosi wszelkie ryzyko jego wykorzystania oraz rozumie, że silnik może w każdej chwili ulec wyłączeniu”[5]. Zatem jasne jest, że silniki certyfikowane od niecertyfikowanych różni kwestia odpowiedzialności. W przypadku tych drugich – ponosi ją użytkownik. Ma to także odzwierciedlenie w badaniu zdarzeń lotniczych. W przypadku niesprawności która spowodowała wypadek, komisja do spraw badania

wypadków lotniczych nie ma obowiązku jego badania. Silniki stosowane w ultralightach mogą być zasilane dwoma rodzajami paliwa: AVGAS 100LL – najczęściej stosowanym w samolotach lekkich oraz paliwem samochodowym bezołowiowym o liczbie oktanowej minimum 95. Brak jest oficjalnych danych odnośnie wpływu zanieczyszczonego paliwa na działanie silników firmy Rotax [6]. Można jednak przypuszczać, że obniża ich sprawność lub nawet doprowadza do zaprzestania pracy, podobnie jak w odniesieniu do innych silników.

Awaria silnika była główną przyczyną wypadku samolotu Zlin Savage w dniu 27 czerwca 2014 roku. Podczas lotu w rejonie lotniska Rybnik Gotartowice, pilot stwierdził niepoprawną pracę silnika, która objawiała się spadkiem mocy. Ze względu na to, że lot poziomy nie był możliwy, pilot podjął decyzję o lądowaniu awaryjnym w terenie przygodnym. Po podejściu znad obszaru zalesionego i linii energetycznych, nastąpiło przyziemienie na prywatnym polu. Aby uniknąć kolizji z zabudowaniami, pilot skręcił w prawo kierując maszynę w zarośla. W wyniku zderzenia, uszkodzeniu uległo śmigło, podwozie i skrzydło. Pilot nie doznał obrażeń.



Rys. 15. Trajektoria lądowania awaryjnego samolotu Zlin Savage [14]

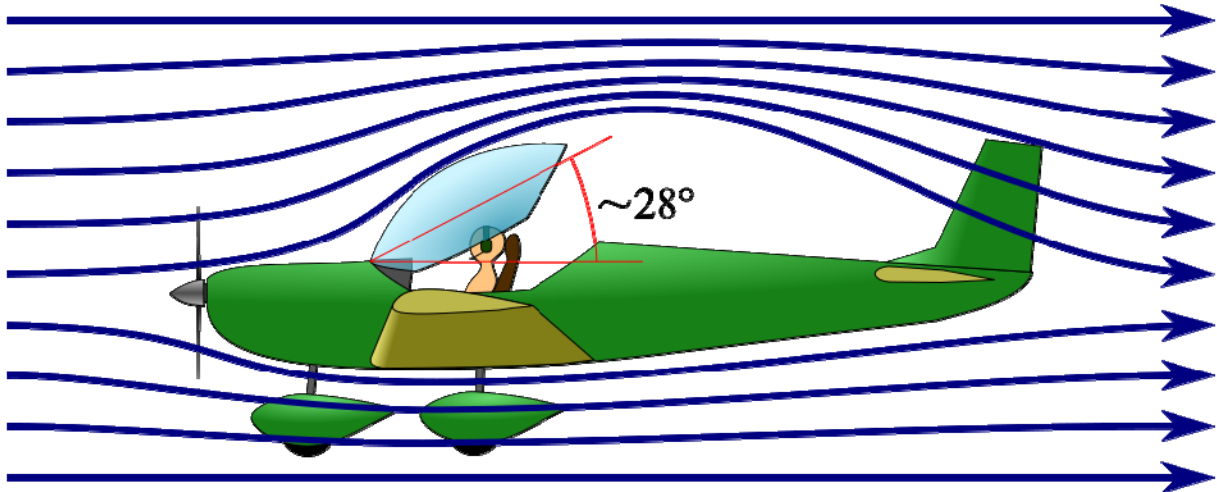
Rysunek 15 obrazuje końcowy tor lotu samolotu Zlin Savage. Pomarańczowym kolorem zaznaczono podejście, czerwonym – dobieg. Niebieska przerywana linia pokazuje przebieg linii energetycznych. Widoczna jest pozycja samolotu po zatrzymaniu. Ze względu na fakt, że w samolocie zainstalowany był niecertyfikowany silnik, Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych odstąpiła od badania przyczyn jego nieregularnej pracy. Po stwierdzeniu niesprawności jednostki napędowej, pilot błędnie zaplanował lądowanie awaryjne. Przyziemienie nastąpiło zbyt późno, a teren nie nadawał się do bezpiecznego wykonania tego manewru [14].



## OTWARCIE OSŁONY KABINY

Nieoczekiwanemu otwarciu podczas lotu ulega zazwyczaj osłona typu „kropłowego” otwierana do przodu. W samolotach ultralekkich wykonywana jest z stosunkowo cienkiego materiału syntetycznego na bazie „plexiglasu”, ramy aluminiowej oraz lekkiego zamka. Taka konstrukcja może nie zapewniać odpowiedniej sztywności podczas lotu, co przy wadach w wykonaniu zamków może spowodować otwarcie osłony.

Zaistnienie takiej sytuacji spowoduje znaczną zmianę właściwości pilotażowych i osiągów samolotu. Maszyna ma wyraźną tendencję do opuszczania nosa podczas lotu, a sterowanie nią jest utrudnione. Wynika to ze wzrostu oporów aerodynamicznych działających na samolot wraz z zakłóceniem przepływu laminarnego na rzecz turbulentnego oraz spadku siły nośnej. Gdy wiatrochron podczas lotu otworzy się, nie unosi się w pełni, lecz tylko o pewien optymalny kąt (około  $28^\circ$ ), który wynika z innego, niż podczas normalnego lotu, opływu powietrza [9]. Zjawisko to prezentuje schemat na rysunku 16.



Rys. 16. Schemat przedstawiający sposób opływu strug powietrza wokół samolotu z otwartą osłoną kabiny. Opracowanie własne

Ponadto, otwarta osłona ulega znacznym drganiom, które mogą prowadzić do jej uszkodzenia, a nawet zniszczenia. Wiatrochron zamykają dwa zamki po każdej stronie kadłuba. Gdy jeden z nich zawiedzie, zwykle i drugi się otwiera w skutek anormalnych drgań osłony. Lot w takich warunkach jest bardzo trudny, ale nie niemożliwy. Awaryjne lądowanie zwykle kończy się wypadkiem, ponieważ z jednej strony, sterowanie takim samolotem jest inne niż zwykle z drugiej strony, próby trzymania osłony ręką uniemożliwiają prawidłowe manewrowanie maszyną. Zamknięcie otwartego już wiatrochronu nie jest możliwe z dwóch powodów. Po pierwsze, pilot zapięty poprawnie pasami bezpieczeństwa nie dosięgnie ręką uchwytu; po drugie - siła zasysająca osłonę jest zbyt duża, by można ją było pokonać [13].

Tego typu zjawisko w ultralightach występowało bardzo często w stosunku do samolotów lekkich. Przykładem może być zdarzenie z dnia 1 maja 2013 roku. Z lądowiska Łęgowo koło Wągrowca wystartował samolot ultralekki Zenair CH 601 z pasażerem w celu wykonania lotu widokowego. Niedługo po starcie, odblokował się prawy zamek osłony, a po chwili lewy co doprowadziło do jej



otwarcia. Samolot miał tendencję do pochylania się na nos. Pilot trzymał wiatrochron ręką, co utrudniało pilotaż, więc podjął decyzję o lądowaniu awaryjnym. Gdy podchodził do lądowania w terenie przygodnym, musiał gwałtownie obniżyć tor lotu, aby uniknąć zderzenia z liniami energetycznymi. W wyniku tego nastąpiło gwałtowne przyziemienie, wyłamanie goleń przedniego podwozia i kapotaż. Pilot i pasażer odnieśli lekkie obrażenia [11].

## ***PODSUMOWANIE***

Samoloty ultralekkie, które od lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku, cieszą się niesłabnącą popularnością w Europie, stają się konkurencją dla samolotów lekkich jednosilnikowych o napędzie tłokowym. Spowodowane jest to faktem, że świadectwo kwalifikacji pilota samolotu ultralekkiego i licencja pilota turystycznego niewiele się różnią, biorąc pod uwagę, do jakich lotów uprawniają pilota. Jednocześnie uzyskanie świadectwa jest oszczędniejsze w czasie oraz tańsze.

Dogodności związane z użytkowaniem samolotów ultralekkich, mogą stać się przyczyną błędów pilota i tym samym prowadzić do wypadków. Ta kategoria statków powietrznych charakteryzuje się określonymi zdarzeniami nie występującymi lub występującymi częściej w stosunku do innych samolotów, w tym samolotów lekkich. Jednym z nich jest przeciągnięcie, błędy w przygotowaniu do lotu i pilotażu. Ze względu na słaby silnik i niewielką masę, samolotami ultralekkimi trudniej się steruje w warunkach wietrznych. Z powodu małej nadwyżki mocy przy starcie, bardzo niebezpieczne jest nawet niewielkie przekroczenie dopuszczalnej masy, gdyż sprzyja to wystąpieniu przeciągnięcia. Niewłaściwy wybór miejsca lądowania wynika z pobieżnej oceny terenu lądowiska lub niesprawdzenia niezbędnych informacji przed lotem. Zmęczeniowe uszkodzenie lub oderwanie podwozia podczas przyziemienia, zwłaszcza na nawierzchni trawiastej jest najczęściej spowodowane niedostateczną wytrzymałością tych elementów samolotu. Często oderwaniu ulegała nieamortyzowana goleń podwozia przedniego. Te uszkodzenia są charakterystyczne dla sposobu użytkowania ultralightów, gdyż operują one w większości z trawiastych dróg startowych, a także z przygodnych terenów nie będących lądowiskami. Awaria silnika występuje bardzo często i może być skutkiem niewłaściwej obsługi technicznej lub tankowania zanieczyszczonego paliwa samochodowego. W wypadkach spowodowanych niesprawnością silnika, czynnikiem decydującym o ich końcowych skutkach było nieprawidłowo przeprowadzone lądowanie awaryjne. Trzeba zaznaczyć, że pilot samolotu w którym zainstalowany jest silnik niecertyfikowany, powinien prowadzić lot tylko w taki sposób, by możliwe było bezpieczne wykonanie tego manewru. Nie bez znaczenia jest także odpowiedni zapas wysokości. Statystyki z okresu pięciu lat wskazują, że mimo niewielkiej liczby zarejestrowanych ultralightów, w stosunku do jednosilnikowych tłokowych samolotów lekkich, ilość wypadków jest tylko niewiele mniejsza. Zdarzeń zakończonych śmiercią osób na pokładzie jest około dwa razy więcej w przypadku ultralightów, niż samolotów lekkich jednosilnikowych. Statystyki bezpośrednich przyczyn zdarzeń ultralightów wskazują najczęściej: niewłaściwe zaplanowanie lotu, awarię silnika, nieprawidłowo przeprowadzone lądowanie oraz niesprawność podwozia.

## REFERENCES

Domicz J. Szutowski L. Podręcznik pilota samolotowego. [In Polish: Airplane Pilot's Handbook]. Technika, Poznań 1998 r. ISBN 83-902291-1-0.

Koniczek Adam. 2016. „Kierunki wzrostu bezpieczeństwa lotów samolotów ultralekkich”. Praca dyplomowa magisterska. Katedra Technologii Lotniczych, Wydział Transportu, Politechniki Śląskiej, Katowice, Polska. Promotor: Konieczka Robert. [In Polish: “Direction for improving safety of ultralight airplane flights”. MSc thesis. Department of Aviation Technology, Faculty of Transport, Silesian University of Technology, Katowice, Poland. Supervisor: Konieczka Robert].

Koniczek A. Konieczka R. Perspektywy rozwoju samolotów ultralekkich. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Transport, tom 88/2015, ISSN 0209-3324.

In Polish: Koniczek A. Konieczka R. Prospect of ultralight airplanes developmnet. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport, vol. 88/2015, ISSN: 0209-3324]. Przegląd Lotniczy Aviation Revue. Numery: 2/2011, 2/2012, 2/2013, 2/2014, 2/2015, 2/2016. ISSN 1231-2398.

Aircraft Engine Registration Card. Rotax Aircraft Engines 2014 r.

Operators Manual for Rotax engine type 912 series. Rotax Aircraft Engines 2015 r.

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 26 marca 2013 r. w sprawie wyłączenia zastosowania niektórych przepisów ustawy – Prawo lotnicze do niektórych rodzajów statków powietrznych oraz określenia warunków i wymagań dotyczących używania tych statków. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 10 kwietnia 2013 r., poz. 440. [In Polish: Regulation of the Minister of Transport, Construction and Maritime Economy of 26 March 2013 on the exclusion usage of some rules of Aviation Law for some aircrafts with definition usage requirements. Polish Official Gazette of the Republic of 10 April 2013. Item. 440].

Raport końcowy zdarzenia nr 1066/11. [In Polish: Occurrence final report no. 1066/11]. Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych, Warszawa 2013 r.

Raport końcowy zdarzenia nr 1154/12. [In Polish: Occurrence final report no. 1154/12]. Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych, Warszawa 2014 r.

Raport końcowy zdarzenia nr 619/15. [In Polish: Occurrence final report no. 619/15]. Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych, Warszawa 2015 r.

Raport końcowy zdarzenia nr 636/15. [In Polish: Occurrence final report no. 636/15]. Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych, Warszawa 2015 r.

Raport końcowy zdarzenia nr 1321/15. [In Polish: Occurrence final report no. 1321/15]. Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych, Warszawa 2015 r.

Raport wstępny zdarzenia nr 535/13. [In Polish: Occurrence initial report no. 535/13]. Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych, Warszawa 2013 r.

Uchwała zdarzenia nr 940/14. [In Polish: Occurrence Resolution no. 940/14]. Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych, Warszawa 2014 r.

Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych. [In Polish: State Commission on Aircraft Accidents Investigation]. Available at: <http://mib.gov.pl/2-PKBWL.html>

*Recibido el 30 de diciembre de 2018*