POLITECHNIKA POZNAŃSKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA

ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Marcin BERLIK

METODA ZARZĄDZANIA RYZYKIEM OPERACYJNYM NA PODSTAWIE OBCIĄŻENIA ZADANIOWEGO PILOTA W BEZPIECZEŃSTWIE LOTÓW

Promotor: dr hab. inż. Małgorzata Sławińska, prof. PP

Promotor pomocniczy: dr inż. Tomasz Ewertowski

Poznań 2023

PODZIĘKOWANIA

Pragnę złożyć serdeczne podziękowania Promotorom: Pani dr hab. inż. Małgorzacie Sławińskiej, prof. PP oraz Panu dr. inż. Tomaszowi Ewertowskiemu za opiekę merytoryczną, otwartość, cierpliwość, zaangażowanie, życzliwość i pomoc w realizacji niniejszej rozprawy.

Dziękuję także pilotom, instruktorom i wszystkim osobom, które przyczyniły się do powstania dysertacji. W szczególności dziękuję przyjaciołom i znajomym, na których olbrzymie wsparcie mogłem liczyć na różnych etapach swojego rozwoju.

SPIS TREŚCI

STRESZCZENIA 6
WYKAZ POJĘĆ I SKRÓTÓW 8
WPROWADZENIE 9

1. ANALIZA LITERATURY DOTYCZĄCEJ TEMATU 16
1.1. Bezpieczeństwo lotów 16
1.2. Zarządzanie bezpieczeństwem lotów 22
1.2.1. Załącznik 19 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym 23
1.2.2. Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem (SMM) 24
1.2.3. System Zarządzania Bezpieczeństwem SMS 25
1.3. Ryzyko operacyjne 29
1.4. Zarządzanie ryzykiem 36
1.4.1. ISO 31000 36
1.4.2. Zarządzanie ryzykiem w lotnictwie 40
1.5. Obciążenie zadaniowe 46
1.5.1. Definicja obciążenia zadaniowego 46
1.5.2. Zadanie 50
1.5.3. Czynniki wpływające na pilota i poziom obciążenia zadaniowego 50
1.5.4. Metody pomiaru obciążenia zadaniowego 56
1.5.5. Wnioski 66
Podsumowanie rozdziału pierwszego 66

2. CHARAKTERYSTYKA LOTNICTWA OGÓLNEGO 68
2.1. Lotnictwo ogólne 68
2.2. Charakterystyka organizacji lotnictwa ogólnego 71
2.3. Specyfika zarządzania bezpieczeństwem lotów w organizacji lotnictwa ogólnego 73
2.3.1. Zarządzanie bezpieczeństwem w organizacji lotnictwa ogólnego 73
2.3.2. Trudności zarządzania bezpieczeństwem lotów w organizacji lotnictwa ogólnego 77
Podsumowanie rozdziału drugiego 82

3. PRZEBIEG PROCESU BADAWCZEGO 83

3.1. Model zarządzania bezpieczeństwem lotów uwzględniającego obciążenie zadaniowe 83

3.2. Dobór narzędzi pomiarowych 84
3.2.1. NASA-TLX 88
3.2.2. Bedford Workload Scale 88
3.2.3. Pomiar tętna i pozycji samolotu przy pomocy opaski na klatkę piersiową 88
3.2.4. Pomiar tętna przy użyciu zegarka 90
3.2.5. Elektroencefalografia (EEG) 90
3.2.6. Rejestrowanie obrazu 92
3.2.6. Podsumowanie 96

3.3. Przygotowanie narzędzi badawczych 97
3.3.1. Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego (KOOZ) 98
3.3.2. Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu (KOOZPL) 104

3.4. Badania empiryczne 105
3.4.1. Środowisko prowadzenia badań – opis samolotów 105
3.4.2. Środowisko prowadzenia badań – opis lotnisk 110
3.4.3. Opis organizacji, w których prowadzone były badania 114

3.5. Badania pilotażowe 114
3.5.1. Cel badań pilotażowych 114
3.5.2. Przebieg i rezultaty badań pilotażowych 115
3.5.3. Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego (KOOZ) 116
3.5.4. Wyniki oceny przy użyciu kwestionariuszy 118
3.5.5. Kwestionariusz obciążenia związanego z przygotowaniem do lotu 121
3.5.6. Pomiar tętna i zapis śladu GPS 123
3.5.7. Podsumowanie badań pilotażowych 129

3.6. Badania zasadnicze 130
3.6.1. Cel badań zasadniczych 130
3.6.2. Dobór próby 130
3.6.3. Przebieg badań zasadniczych 132
3.6.4. Wyniki badań zasadniczych 145
3.6.5. Ocena różnic wyników pilotów oraz instruktorów 154
3.6.6. Wnioski 175

Podsumowanie rozdziału trzeciego 175

4. METODA ZARZĄDZANIA RYZYKIEM OPERACYJNYM NA PODSTAWIE OBCIĄŻENIA ZADANIOWEGO PILOTA 177

4.1. Założenia metody 177

4.2. Koncepcja metody 179

4.3. Model zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota 180

4.4. Opracowanie metody zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota 182

4.5. Szczegółowy opis zastosowania metody w oparciu o narzędzie do badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota 185

4.5.1. Etap pierwszy 185

4.5.2. Etap drugi 185

4.5.3. Etap trzeci 190

4.5.4. Etap czwarty 194

4.5.5. Etap piąty 197

4.6. Walidacja metody 198

Podsumowanie rozdziału czwartego 202

ZAKOŃCZENIE 203

LITERATURA 206

SPIS ILUSTRACJI 222

SPIS TABEL 227

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW 230

ZAŁĄCZNIKI 231

STRESZCZENIE

Przedmiotem niniejszej dysertacji jest problematyka zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa lotów na podstawie obciążenia zadaniowego pilota. Podstawowym celem rozprawy było opracowanie metody zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota w bezpieczeństwie lotów.

W pierwszej części wywodu uzasadniony został wybór tematu pracy, zidentyfikowano lukę poznawczą, przedmiot i podmiot badań oraz problem badawczy. Sformułowano także cel pracy oraz wyznaczono siedem zadań badawczych.

Następnie na podstawie wnikliwej analizy literatury zdefiniowano pojęcie bezpieczeństwa lotów, omówiono problematykę zarządzania bezpieczeństwem lotów, ryzyka operacyjnego oraz zarządzania ryzykiem. Dużą uwagę poświęcono zagadnieniu obciążenia zadaniowego oraz metodom jego pomiaru, dzieląc je na subiektywne, semiobiektywne i obiektywne. W dalszej kolejności scharakteryzowano organizacje lotnictwa ogólnego oraz ich specyfikę, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki zarządzania bezpieczeństwem.

Kolejną część rozprawy stanowi opis przebiegu procesu badawczego. Pierwszy jego etap obejmował zaprojektowanie modelu zarządzania bezpieczeństwem lotów, uwzględniającego obciążenie zadaniowe oraz dobór narzędzi pomiarowych w oparciu o analizę literatury, wywiady z ekspertami, doświadczenia własne, testy przeprowadzone w locie oraz przygotowanie własnych narzędzi badawczych. Drugi etap obejmował badania pilotażowe. Uzyskane na ich podstawie wnioski posłużyły do weryfikacji użyteczności zastosowanych metod oraz do ich modyfikacji. Z kolei trzeci etap procesu stanowiły badania zasadnicze, na podstawie których opracowano między innymi współczynniki korekcyjne wykorzystane w projektowanej metodzie.

Efektem rozprawy jest opracowana metoda badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego, czemu poświęcono ostatnią część wywodu. Ujęto w niej założenia metody oraz zmodyfikowany – w oparciu o wnioski z przeprowadzonych badań – model zarządzania bezpieczeństwem lotów na podstawie obciążenia zadaniowego pilota. Model ten stał się punktem wyjścia do opracowania metody. Składa się ona z sekwencji prowadzonych przez pilota i osoby decyzyjne działań, które mają na celu ocenę obciążenia zadaniowego pilota związanego z przygotowaniem do lotu, ocenę dyspozycji pilota oraz prognozę ryzyk mogących wystąpić podczas trwania lotu. Przeprowadzona ocena stanowi podstawę do przyporządkowania ryzyka do odpowiedniego poziomu i wyznaczenia osoby decyzyjnej w zakresie zezwolenia na wykonanie lotu lub decyzji o odstąpieniu od niego.

W dysertacji zaprezentowano także wyniki walidacji opracowanej metody na podstawie opinii ekspertów. Wskazano również przykładowe możliwości postępowania z ryzykiem w ramach struktury organizacji lotnictwa ogólnego.

SUMMARY

The subject of this dissertation is the issue of flight safety risk management based on the load with tasks imposed on a pilot. The primary aim of the dissertation was to develop a method of operational risk management based on the pilot's load with tasks in flight safety.

In the first part of the dissertation, the choice of the subject of the work is justified, the cognitive gap, the subject of th research and the research problem were identified. The purpose of the work was also formulated and seven research tasks were assigned.

Then, based on a thorough analysis of the literature, the concept of flight safety was defined and the issues of flight safety management, operational risk and risk management were discussed. Much attention was paid to the issue of task load and methods of its measurement, dividing it into subjective, semi-objective and objective ones. Next, general aviation organizations and their specificity were characterized, with particular emphasis on the specificity of safety management.

The next part of the dissertation is a description of the research process. The first stage included the design of a flight safety management model, taking into account the task load and the selection of measurement tools based on literature analysis, interviews with experts, own experience, flight tests and preparation of own research tools. The second stage included pilot research. The conclusions obtained on their basis were used to verify the usefulness of the methods used and to modify them. The third stage of the process consisted of basic research, on the basis of which, i.e. correction factors used in the designed method were developed.

The result of the dissertation is the developed method of examining operational risk based on a task load, which is the subject of its last part. It includes the assumptions of the method and a modified - based on the conclusions from the research - flight safety management model based on the pilot's task load. This model became the starting point for developing the method. It consists of a sequence of activities carried out by the pilot and decision-makers aimed at assessing the pilot's task load related to preparation for the flight, assessing the pilot's disposition and forecasting the risks that may occur during the flight. The assessment constitutes the basis for assigning the risk to an appropriate level and appointing a decision-maker regarding the authorization for the flight or the decision to withdraw from the flight.

The dissertation also presents the results of validation of the developed method based on expert opinions. Examples of risk management options within the general aviation organizational structure were also presented.

WYKAZ POJĘĆ I SKRÓTÓW:

AIP – Aeronautical Information Publication, Zbiór informacji lotniczych w którym opublikowane są informację dotyczące obowiązujących przepisów i procedur, lotnisk, dróg lotniczych. W Polsce AIP publikowane jest przez Polską Agencję Żeglugi Powietrznej

AUP – Airspace Use Plan, Plan Użytkowania Przestrzeni Powietrznej, dokument zawierający informację o przydziale struktur przestrzeni powietrznej

EFIS – Electronic Flight Instrument System - Elektroniczny System Zobrazowania Parametrów Lotu

FIS – Służba Informacji Powietrznej jest służbą ruchu lotniczego udzielającą załogom statków powietrznych informacji ułatwiających wykonywanie operacji lotniczych. W polskiej przestrzeni powietrznej służba FIS zapewniana w przestrzeni niekontrolowanej (klasy G) z wyłączeniem stref ruchu lotniskowego

GPS – Global Positioning System – system nawigacji satelitarnej

KL – Kierujący lotami – osoba, która udziela informacji, wskazówek, zaleceń i ostrzeżeń załogom statków powietrznych w strefie ruchu lotniskowego (lotniska niekontrolowanego).

KOOZ – Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego. Autorski kwestionariusz opracowany na potrzeby metody zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota

KOOZPL – Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego wynikającego wyłącznie z czynności związanych z przygotowaniem do lotu.

NOTAM – „Wiadomość rozpowszechniana za pomocą środków telekomunikacyjnych, zawierająca informacje (nt. ustanowienia, stanu lub zmian urządzeń lotniczych, służb, procedur, a także o niebezpieczeństwie), których znajomość we właściwym czasie jest istotna dla personelu związanego z operacjami lotniczymi”. (https://www.ais.pansa.pl/notam/. Dostęp: 6.09.2023)

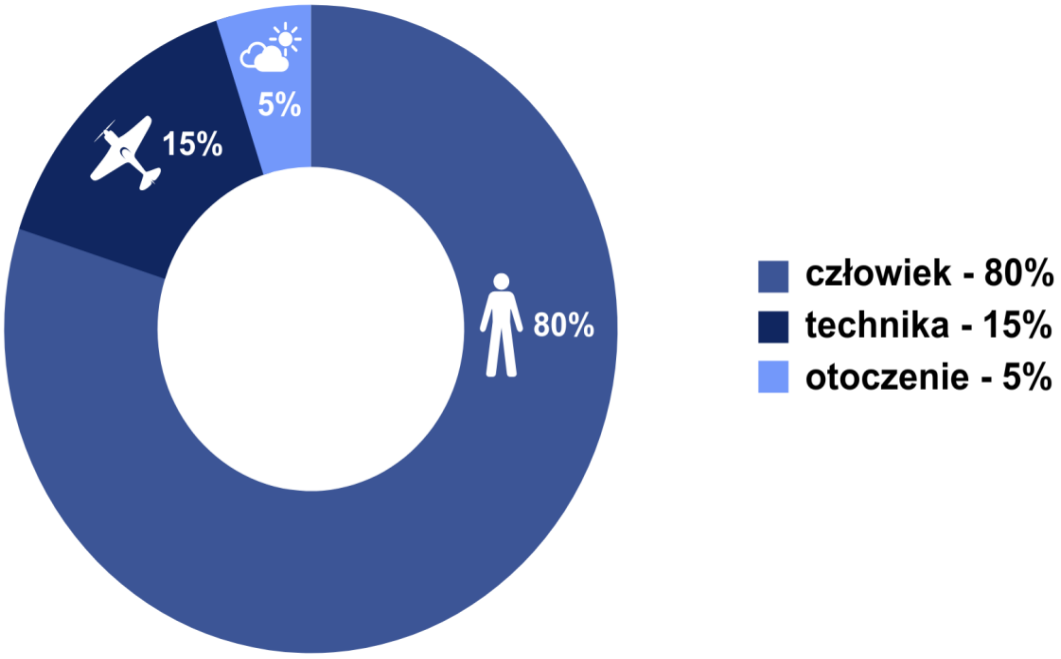
OZ – Obciążenie zadaniowe

TWR – Tower – kontrola lotniska. Organ kontroli ruchu lotniczego sprawujący kontrolę nad ruchem na lotnisku kontrolowanym i w jego bezpośrednim otoczeniu.

WPROWADZENIE

Uzasadnienie wyboru tematu

Na podstawie obserwacji własnych, analizy literatury i wywiadów z ekspertami zauważono, że najbardziej zawodnym elementem w systemie bezpieczeństwa lotów jest człowiek. Jest on odpowiedzialny za ok. 80% zdarzeń niepożądanych (Rys. 0.1). Jednocześnie największe problemy z punktu widzenia kultury bezpieczeństwa, zarządzania ryzykiem oraz zarządzania bezpieczeństwem występują w lotnictwie ogólnym. Szczególnie w lotach szkolnych duży wpływ na popełnianie błędu przez operatora ma obciążenie zadaniowe. (Hsu, Shu, Liu, Wang, 2022; Kang-Seok, Eun-Suk, Young, 2014; Romero, Robertson, Goetz, 2020; Szopa, 2015)

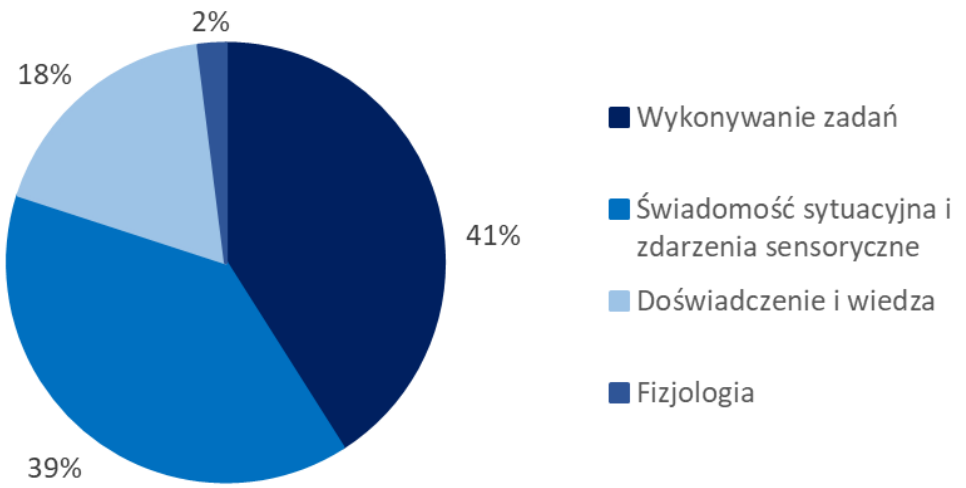


Rysunek 0.1. Układ Człowiek – Technika – Otoczenie (C – T – O) (opracowanie własne na podstawie: Szopa, 2015)

Lotnictwo ogólne stanowi sektor lotnictwa, w którym dochodzi do największej liczby wypadków śmiertelnych. Mimo wielu działań na szczeblu międzynarodowym, europejskim i krajowym oraz coraz częściej wzmożonego wysiłku podejmowanego przez same organizacje lotnictwa ogólnego tendencje te zostają utrzymane. Lotnictwo ogólne stanowi sektor bardzo specyficzny; cechuje go stosunkowo niska kultura bezpieczeństwa, konieczność zarządzania bezpieczeństwem przy użyciu niewielkiego budżetu, duża rotacja pilotów, nierzadko przestarzała lub niejednorodna flota. Dużą część lotów

wykonywanych w tym sektorze stanowią loty rekreacyjne lub szkolne, które wiążą się z wyższym ryzykiem – między innymi dlatego, że często są one wykonywane przez pilotów o stosunkowo niewielkim doświadczeniu. Także loty szkolne, ze względu na swoją specyfikę – obejmującą na przykład konieczność intensywnych ćwiczeń wykonywania lotów w sytuacjach niebezpiecznych przez samodzielnych przez uczniów-pilotów – wiążą się ze zwiększonym ryzykiem. (Sun, Yang, Zhang, Zhao, 2023)

Wśród przyczyn zdarzeń wysokiego ryzyka w obszarze czynnika ludzkiego przeważają przyczyny z grup obejmujących wykonywanie zadań oraz świadomość sytuacyjną i zdarzenia sensoryczne (wykres 0.1).



Wykres 0.1. Podział zdarzeń wysokiego ryzyka w obszarze czynnika ludzkiego, zgodnie z kodami przyczynowymi w odniesieniu do wypadków i poważnych incydentów. Kody zdarzeń wysokiego poziomu, związane z czynnikiem ludzkim i wydolnością człowieka, stosowane do wypadków i poważnych incydentów (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022)

Dane te wskazują na znaczący wpływ zarządzania obciążeniem zadaniowym na kształtowanie bezpieczeństwa lotów. Często warunki wykonywania lotów w lotnictwie ogólnym sprzyjają nadmiernemu obciążeniu pilota. Taki stan rzeczy wynika z wielu przyczyn:

a) doświadczenie pilotów lotnictwa ogólnego jest niewielkie w porównaniu z doświadczeniem pilotów komunikacyjnych;

b) loty są wykonywane nieregularnie, występują częste i długotrwałe przerwy w wykonywaniu lotów;

c) piloci lotnictwa ogólnego zazwyczaj pracują zawodowo w innym obszarze, a latanie stanowi dla nich dodatkowe zajęcie, dlatego często wykonują loty po

dniu pracy albo mają mniej czasu lub środków finansowych na dodatkowe szkolenia, treningi i przygotowanie do lotu. Ponadto wyjątkowo częste jest bardzo długie, nawet całodniowe przebywanie pilotów na lotnisku w oczekiwaniu na wykonanie lotu. Podczas oczekiwania piloci spędzają dużo czasu w niekorzystnych warunkach (upał, chłód, nasłonecznienie), wykonując wiele czynności niezwiązanych z ich lotem, co potęguje zmęczenie;

d) w odróżnieniu od pilotów lotnictwa wojskowego lub komunikacyjnego piloci lotnictwa ogólnego wykonują loty na dużej liczbie typów statków powietrznych, nierzadko przesiadając się pomiędzy różnymi typami w ciągu jednego dnia;

e) samoloty lotnictwa ogólnego są na ogół bardzo ubogo wyposażone w awionikę odciążającą pilota, np. w nawigację GPS, automatycznego pilota lub system EFIS, prezentujący w sposób syntetyczny parametry lotu i statku powietrznego przy użyciu wyświetlacza, a nie kilkunastu lub kilkudziesięciu przyrządów analogowych;

f) w lotnictwie ogólnym odnotowuje się bardzo niski poziom raportowania incydentów lotniczych, co utrudnia podejmowanie działań profilaktycznych;

g) koszty szkolenia i lotu ponoszone przez pilota sprzyjają postawie oszczędzania, która skutkuje wykonywaniem mniejszej liczby lotów szkolnych i treningowych oraz pospiesznym wykonywaniem czynności w locie, tak aby skrócić czas jego trwania;

h) świadomość zagrożeń i czynników wpływających na bezpieczeństwo lotów jest niska, w szczególności u mniej doświadczonych pilotów;

Jako jeden z najważniejszych czynników autor pragnie wyróżnić praktycznie całkowity brak działań – przynajmniej sformalizowanych – mających na celu zarządzanie ryzykiem operacyjnym w większości organizacji lotnictwa ogólnego.

Luka poznawcza

Lukę poznawczą stanowi zjawisko obciążenia zadaniowego i jego diagnozowanie niedostatecznie opisane w lotnictwie ogólnym. Zjawisko to jest często nieuświadomione przez pilotów i osoby decyzyjne. Istnieje także niedobór przeznaczonych dla lotnictwa ogólnego metod zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa lotów z uwzględnieniem obciążenia zadaniowego pilota.

W większości organizacji lotnictwa ogólnego praktycznie nie prowadzi się oceny obciążenia zadaniowego, ponadto nie prowadzi się oceny ryzyka na poziomie operacyjnym. Wyraźnie widoczny jest także niedobór prostych i niezbyt czasochłonnych metod zarządzania ryzykiem operacyjnym.

Przesłanki do podjęcia tematu

Przesłankę do podjęcia tematu badawczego stanowią duże różnice w monitorowaniu stanu bezpieczeństwa i zarządzania ryzykiem operacyjnym pomiędzy lotnictwem komunikacyjnym i ogólnym.

Lotnictwo ogólne stanowi sektor lotnictwa cywilnego, w którym dochodzi do największej liczby wypadków – w tym wypadków śmiertelnych. Stanowi to poważny problem, tym bardziej że Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA) uznała poprawę bezpieczeństwa w lotnictwie ogólnym za jeden z najważniejszych priorytetów (EASA, 2020; EASA, 2022). Warto zwrócić uwagę na to, iż za większość zdarzeń odpowiadają przyczyny ujęte w grupie przyczynowej czynnik ludzki.

Kolejny ważny argument za podjęciem tematu stanowi przyjęcie zmniejszania ryzyka operacyjnego jako jednego z głównych celów Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO) na najbliższe lata. Cel ten został ujęty między innymi w drogowej mapie bezpieczeństwa na lata 2023-2025 (ICAO, 2023).

Powyższe przesłanki, obejmujące największą wypadkowość w omawianym sektorze lotnictwa, wiodący udział czynnika ludzkiego w przyczynach zdarzeń oraz potrzebę poprawy bezpieczeństwa związanego z ryzykiem operacyjnym, stanowią podstawę do sformułowania tematu niniejszej pracy.

Lotnictwo ogólne ze względu na swoją specyfikę (dużą różnorodność, niższy budżet, większą dostępność) najczęściej cechują niższe standardy i węższe możliwości w porównaniu z lotnictwem komunikacyjnym. Można to zaobserwować na wielu przykładach. Jeden z nich to różnice dotyczące raportowania i detekcji niezgodności. W lotnictwie komunikacyjnym wykorzystuje się trzy podstawowe narzędzia detekcji niezgodności (Rys. 2). Ich dostępność w lotnictwie ogólnym jest bardzo ograniczona. Wynika to z faktu, iż zdecydowana większość statków powietrznych nie jest wyposażona w rejestratory lotu, a osoby zarządzające bezpieczeństwem lotów mają bardzo ograniczony dostęp do danych z naziemnych urządzeń rejestrujących.

Detekcja niezgodności w lotnictwie ogólnym bazuje zatem na obserwacji i audycie załogi przez osoby kontrolujące oraz na raportach własnych załogi. Także w tych obszarach występują problemy. Obserwacja i audyt załogi odbywa się przeważnie podczas lotów z instruktorem (Berlik, Ewertowski, Sławińska, 2019). Loty takie odbywają się z dużą intensywnością podczas szkolenia pilota do uzyskania licencji. Po tym okresie nierzadko pilot odbywa lot z instruktorem tylko raz do roku w ramach tzw. kontroli techniki pilotażu, stanowiącej jedynie wewnętrzny wymóg organizacji, w której pilot wykonuje loty. W większości przypadków jest to jedyna możliwość zidentyfikowania problemów pilotażowych czy nieprawidłowych nawyków, które pojawiły się u pilota. Drugi ważny sposób detekcji niezgodności stanowią raporty własne załogi. Pomimo wielu działań podejmowanych na szczeblu międzynarodowym, krajowym i wewnętrznym w organizacjach istnieją bardzo duże problemy z raportowaniem niezgodności przez załogi w lotnictwie ogólnym. Odmiennie wygląda sytuacja w lotnictwie komunikacyjnym,

gdzie załogi raportują zdarzenia dużo chętniej. Wynika to ze zdecydowanie niższej kultury bezpieczeństwa w obszarze lotnictwa ogólnego.

Rysunek 0.2. Koncepcja monitoringu stanu bezpieczeństwa i jakości wykonywania operacji lotniczych (opracowanie własne na podstawie: Speyer, J.-J., 2002)

Ponadto nie prowadzi się w sposób sformalizowany oceny ryzyka operacyjnego związanego z wykonaniem przez pilota zadania lotniczego. Ocena taka mogłaby być przydatna z punktu widzenia zwiększenia samoświadomości pilota, w podjęciu decyzji o wykonaniu lotu. Mogłaby także mieć udział w podjęciu przez osobę decyzyjną (np. instruktora) decyzji o dopuszczeniu do wykonania lotu. Ponadto mogłaby być użyteczna z perspektywy ubezpieczyciela lub badań prowadzonych przez Państwową Komisję Badania Wypadków Lotniczych.

Przedmiot badań

Na podstawie zidentyfikowanej luki badawczej jako przedmiot badań zdefiniowano proces zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa lotów na podstawie diagnozowania obciążenia zadaniowego w organizacji lotnictwa ogólnego. Przedmiot badań można umiejscowić w dyscyplinie *nauki o zarządzaniu i jakości* oraz w subdyscyplinie wspomaganie decyzji kierowniczych (zarządzanie elastycznością i ryzykiem).

Podmiot badań

Podmiotem badań są osoby decyzyjne organizacji lotnictwa ogólnego.

Osobami decyzyjnymi są członkowie personelu lotniczego oraz członkowie kierownictwa odpowiedzialni za bezpieczeństwo wykonywanych operacji lotniczych – pełniący funkcje na różnych szczeblach zarządzania – oraz piloci wykonujący samodzielnie lub pod nadzorem instruktora operacje lotnicze.

„Członkiem personelu lotniczego jest osoba, która posiada ważną licencję lub świadectwo kwalifikacji i jest wpisana do państwowego rejestru personelu lotniczego lub innego odpowiedniego rejestru prowadzonego zgodnie z odrębnymi przepisami" (Ustawa z 3 lipca 2002 r., art. 94, pkt. 2) (Dz.U., 2020 poz. 1970).

Problem badawczy

Problem badawczy dla niniejszej pracy sformułowano następująco:

W jaki sposób wykorzystać obciążenie zadaniowe jako krytyczny determinant ryzyka operacyjnego do opracowania metody zarządzania ryzykiem operacyjnym przeznaczonej dla organizacji lotnictwa ogólnego?

Ryzyko operacyjne definiuje się jako ryzyko straty związane z realizacją zadania, wynikające z niewłaściwego działania człowieka, zarządzania, czynników technicznych i/lub środowiska.

Cel pracy

Celem rozprawy jest opracowanie metody zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota w bezpieczeństwie lotów.

Zadania badawcze

Na potrzeby pracy sformułowano następujące zadania badawcze.

Zadanie 1. Zidentyfikowanie składników obciążenia zadaniowego, oddziałujących na pilota podczas realizacji zadań.

Zadanie 2. Określenie standardów diagnozowania obciążenia zadaniowego pilota w lotnictwie ogólnym.

Zadanie 3. Określenie metod zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa lotów z uwzględnieniem obciążenia zadaniowego pilota, przeznaczonych dla lotnictwa ogólnego.

Zadanie 4. Opracowanie koncepcji monitoringu niezgodności związanych z obciążeniem zadaniowym, wykorzystującej obiektywne, semiobiektywne i subiektywne techniki szacowania ryzyka operacyjnego.

Zadanie 5. Opracowanie modelu zarządzania bezpieczeństwem lotów, uwzględniającego ocenę ryzyka operacyjnego związanego z obciążeniem zadaniowym.

Zadanie 6. Opracowanie koncepcji badania.

Zadanie 7. Przygotowanie narzędzia do badania ryzyka operacyjnego związanego z obciążeniem zadaniowym na podstawie uszczegółowionych wskaźników określonych składników obciążenia zadaniowego.

1. ANALIZA LITERATURY DOTYCZĄCEJ TEMATU

1.1. Bezpieczeństwo lotów

Ze względu na charakter działalności lotniczej i związane z jej prowadzeniem ryzyko już od początku jej historii dużą uwagę zwracano na bezpieczeństwo wykonywanych operacji. Najczęściej ogół zagadnień związanych z utrzymaniem ryzyka na akceptowalnym poziomie określa się jako bezpieczeństwo lotów. Pojęcie to jest bardzo różnie definiowane, a jego rozumienie zmieniało się z czasem, co było spowodowane coraz pełniejszym postrzeganiem czynników oddziałujących na bezpieczeństwo wykonywanych operacji. Poniżej przytoczono kilka definicji pojęcia bezpieczeństwo lotów:

a) „stan, w którym ryzyka powiązane bezpośrednio lub pośrednio z działaniami lotniczymi, jakie występują podczas eksploatacji statków powietrznych, zostały obniżone do akceptowalnego poziomu i znajdują się pod kontrolą" (Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego – ICAO, 2016, s. 1-2).

b) „stan, w którym możliwość uszkodzenia ciała lub mienia jest zredukowana i utrzymywana na akceptowalnym poziomie lub poniżej tego poziomu poprzez ciągły proces identyfikacji zagrożeń i zarządzania ryzykiem dotyczącym bezpieczeństwa" (ICAO, 2013, s. 17).

c) „stan systemu lub organizacji lotniczej, w którym ryzyko związane z działaniami lotniczymi związanymi z eksploatacją statków powietrznych lub bezpośrednim zapewnianiem takiej eksploatacji jest ograniczone do akceptowalnego poziomu i monitorowane" (Lekea, Stamatelos, 2022, s. 535-536).

d) „warunki zapewniające wykonanie lotu przez statek powietrzny bez zagrożenia bezpieczeństwa załogi, pasażerów i samego statku oraz ludności i naziemnych urządzeń" (Klich, 2011, s.31).

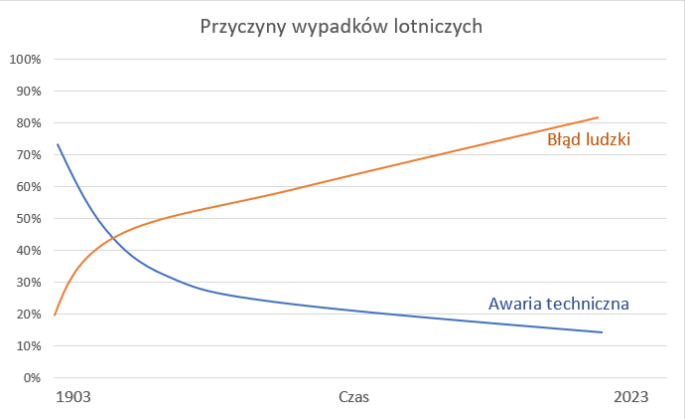
e) „złożony zestaw działań podejmowanych na pokładzie statku powietrznego oraz na ziemi, mających na celu zapewnienie bezpiecznego, ekonomicznego i wydajnego ruchu statku powietrznego we wszystkich fazach lotu" (Zieja, Smoliński, Gołda, 2015, s. 67).

Oczywiście, całkowite wyeliminowanie wypadków i incydentów lotniczych jest uznawane za niemożliwe, ale dąży się do tego, aby jak najbardziej redukować liczbę występujących zdarzeń oraz dotkliwość ich skutków. Na akceptowalny poziom bezpieczeństwa ma wpływ wiele czynników. Należą do nich między innymi normy międzynarodowe, krajowe czy, bardzo ważne, czynniki kulturowe (ICAO, 2013).

W kształtowaniu się rozumienia bezpieczeństwa lotów oraz podejścia do niego można wyróżnić cztery ery (Firlej, Augustyn, 2022):

a) erę techniczną, trwającą praktycznie od początku XX wieku do końca lat 60. XX wieku. W tej erze skoncentrowano się przede wszystkim na doskonaleniu czynników technicznych, z którymi utożsamiano większość przyczyn występujących zdarzeń niepożądanych;

b) erę czynnika ludzkiego, obejmującą lata 70., 80. i 90. XX wieku. Zwrócono w niej szczególną uwagę na błędy popełniane przez człowieka oraz na interakcję między człowiekiem i maszyną. Wynikało to z faktu, że wysiłki włożone w kształtowanie bezpieczeństwa poprzez oddziaływanie na czynniki techniczne w poprzedniej erze spowodowały znaczący wzrost ich niezawodności. Jednocześnie rozwój technologii oraz wzrost poziomu skomplikowania systemów, procedur i zadań spowodował, że proporcje pomiędzy udziałem czynnika ludzkiego a udziałem czynników technicznych w przyczynach zdarzeń zaczęły się diametralnie zmieniać (Rys. 1.1.).



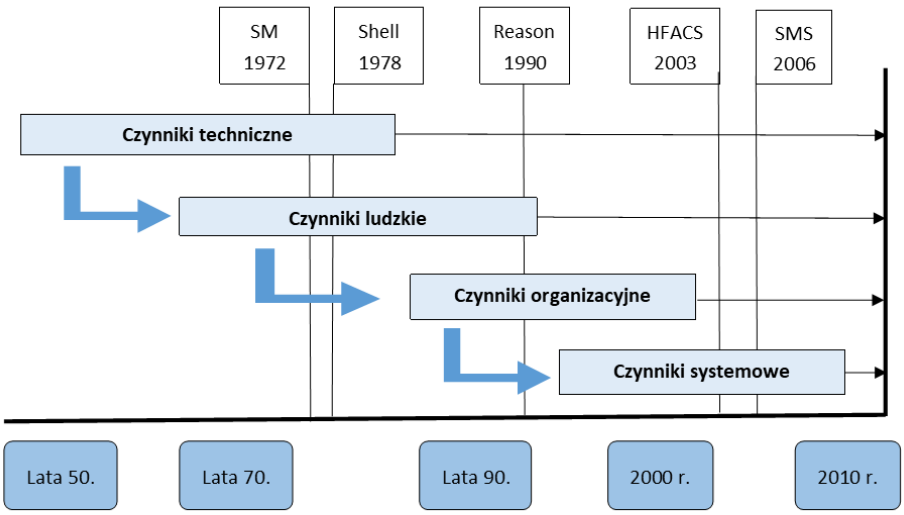
Rysunek 1.1. Zmiana procentowego udziału czynnika ludzkiego w przyczynach zdarzeń lotniczych na przestrzeni lat (opracowanie własne na podstawie: Nowakowski, Zieja, Ewertowski, Żyluk, 2016)

Dopiero w toku prac mających na celu zredukowanie negatywnego wpływu człowieka na bezpieczeństwo lotów poprzez podejmowanie działań na rzecz redukowania liczby błędów popełnianych przez człowieka i dotkliwości ich skutków dostrzeżono, że człowiek funkcjonuje w środowisku bardzo złożonym, wobec czego nieodzowne jest także uwzględnienie czynników organizacyjnych i operacyjnych (Rys. 1.2.);

c) erę organizacyjną, która rozpoczęła się w połowie lat 90. XX wieku z powodu dostrzeżenia, że człowiek funkcjonuje w złożonym systemie obejmującym czynniki techniczne, ludzkie, organizacyjne i środowiskowe. Znaczącym krokiem

było wprowadzenie pojęcia wypadku z przyczyn organizacyjnych, w którym uwzględnia się kwestię wpływu polityki i kultury na bezpieczeństwo lotów;

d) erę systemową, bazującą na założeniu, że człowiek może popełnić błąd w każdym obszarze systemu – zarówno podczas wykonywania lotu, jak i podczas obsługi statku powietrznego, a nawet na etapie jego projektowania i budowy. Uwzględnia się także błędy popełniane w procesie zarządzania na wszelkich szczeblach. W podejściu ery systemowej kluczowa jest współpraca wszystkich podmiotów mających wpływ na zapewnienie bezpieczeństwa lotów na wszystkich szczeblach działania.

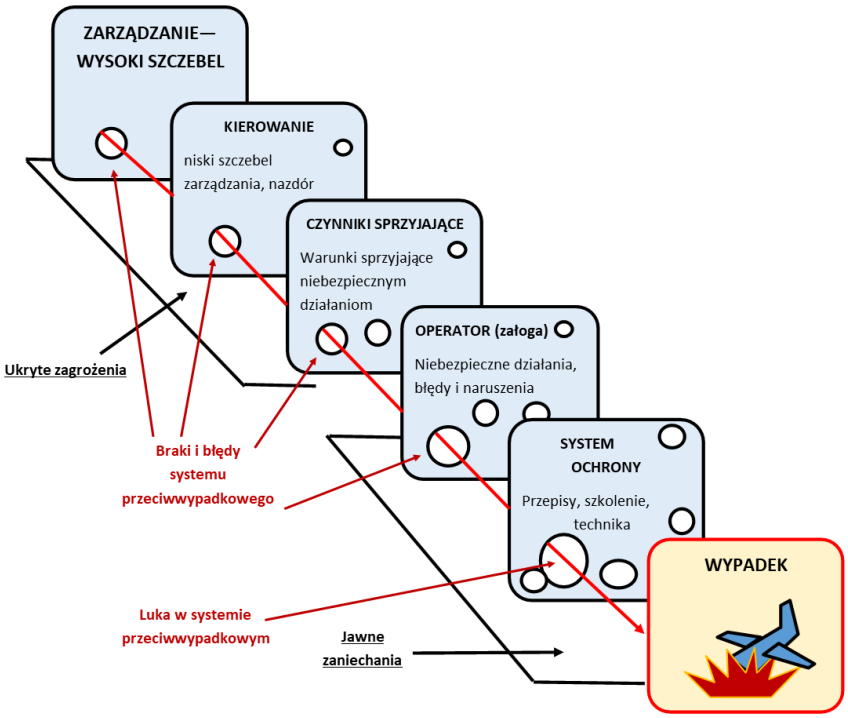


Rysunek 1.2. Ewolucja bezpieczeństwa w lotnictwie (opracowanie własne na podstawie: Nowakowski i in., 2016)

Wraz z różnymi okresami kształtowania się myśli i postrzegania bezpieczeństwa lotów powstawały różne teorie i modele mające na celu systemowe rozumienie bezpieczeństwa lotów.

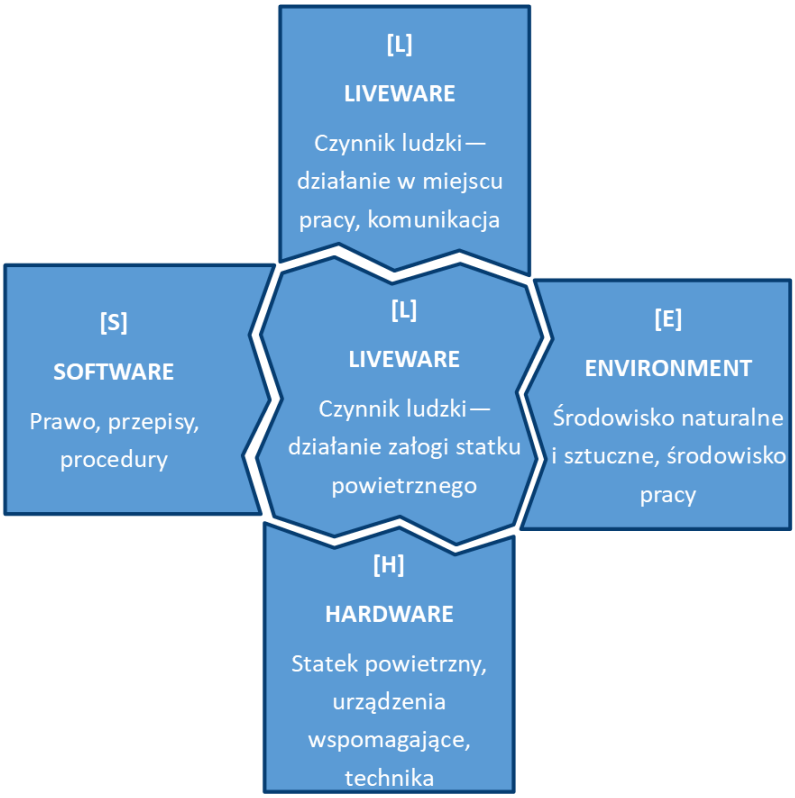
Jedną z najpopularniejszych teorii stanowi opracowana przez Jamesa Reason'a teoria prezentująca model powstawania wypadku lotniczego. Według jej autora bezpieczeństwo zależy od pięciu poziomów (Rys. 1.3.). Do wypadku dochodzi w sytuacji, gdy wystąpią luki bezpieczeństwa na wszystkich poziomach systemu. Najwyraźniej widoczne są luki występujące na najniższych poziomach systemu, obejmujące czynnik ludzki, czynniki techniczne, naruszenia itd. Dużo trudniejsze do identyfikacji są zagrożenia ukryte, występujące na wyższych poziomach. Mogą to być np. nieprecyzyjnie sporządzone akty prawne lub niewłaściwe decyzje zarządcze, które pozostają nieuświadomione aż do momentu wystąpienia zdarzenia niepożądanego. W przypadku gdy błędy lub braki na

wyższych szczeblach nie ujawnią się np. dzięki właściwym decyzjom operatora, zdarzeniu uda się zapobiec. Ważne jest systematyczne identyfikowanie luk i błędów na wszystkich szczeblach i wdrażanie odpowiednich działań korygujących (Heiss, Stein, 2015; Gerstle, 2018).



Rysunek 1.3. Schemat powstawania wypadku lotniczego (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013; Lasota, 2018; Shappell, Wiegmann, 2000)

Jednym z najpopularniejszych modeli interakcji pomiędzy różnymi elementami systemu bezpieczeństwa w lotnictwie jest model SHELL (Rys. 1.4.)



Rysunek 1.4. Model SHELL (opracowanie własne na podstawie: Lasota, 2018; Pryimak, Orlovskyi, Tretyakov, 2020)

Model SHELL ukazuje relacje pomiędzy środowiskiem lotniczym i czynnikiem ludzkim. W modelu czynnik ludzki (liveware) jako operator stanowi element łączący wszystkie składowe systemu, do których należą (Klich, 2011; Lasota, 2018; Pryimak, Orlovskyi, Tretyakov, 2020):

a) S (software) – niematerialne elementy systemu, takie jak akty prawne, procedury, dobre praktyki, instrukcje;

b) H (hardware) – statek powietrzny wraz z jego charakterystyką pilotażową, wyposażeniem, stanem technicznym, systemami, wadami (także ukrytymi). W tej kategorii ujęte są także inne czynniki techniczne wpływające na bezpieczeństwo lotu;

c) E (environment) – środowisko rozumiane jako otoczenie, w którym wykonywany jest lot, i w którym funkcjonuje załoga statku powietrznego oraz statek powietrzny. Do jego elementów zalicza się środowisko naturalne (warunki atmosferyczne, zwierzęta) i środowisko społeczne;

d) L (liveware) – czynnik ludzki jako operator z jego poziomem wyszkolenia, stanem fizycznym i psychicznym, ograniczeniami i możliwościami,

uwzględnieniem interakcji z innymi ludźmi (współpracownikami, przełożonymi, podwładnymi), wpływem środowiska na jego funkcjonowanie;

e) L (liveware) – czynnik ludzki w ujęciu interakcji i komunikacji między ludźmi, współpracy w tworzeniu norm i procedur oraz nadzoru.

Najistotniejszą cechą modelu SHELL jest wskazanie operatora jako jedynego łącznika pomiędzy elementami systemu. Wskazuje to na jego szczególną rolę, ponieważ w założeniu pozostałe elementy nie mogą na siebie oddziaływać bezpośrednio. Na przykład software może wpływać na hardware jedynie za pośrednictwem operatora.

Najbardziej użyteczna z punktu widzenia realizowanej rozprawy, koncentrującej się na zarządzaniu ryzykiem na podstawie obciążenia zadaniowego pilota, wydaje się teoria 5M, przedstawiona na Rys. 1.5. (Klich, 2011; Lin, Yuan, Bai., Zhao, Lu, Li, Lin, 2022).

Teoria ta powstała jako modyfikacja teorii 4M Miller'a, opartej na obserwacjach przyczyn i skutków zdarzeń lotniczych. Celem jej stosowania jest ułatwienie identyfikacji czynników wpływających na wystąpienie zdarzenia niepożądanego oraz sformułowania wniosków i zaleceń profilaktycznych. System podzielono na pięć obszarów oddziałujących na siebie, ale różnie względem siebie usytuowanych (Szymaniec, 2018):

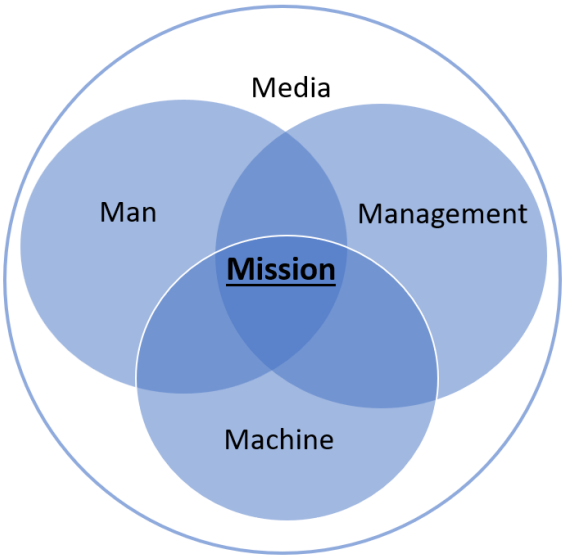
a) Man (czynnik ludzki) obejmuje ogół cech załogi i innych osób mających wpływ na zachowanie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa;

b) Machine (maszyna) obejmuje czynniki techniczne, takie jak stan techniczny statku powietrznego, jego wyposażenie, charakterystykę pilotażową, niezawodność, dokumentację, a także elementy dostępnej infrastruktury;

c) Management (zarządzanie) to ogół czynników organizacyjnych obejmujących akty prawne, instrukcje, procedury, kierownictwo organizacji, systemy kontroli i nadzoru;

d) Media (środowisko) stanowi miejsce funkcjonowania wymienionych wyżej elementów. Do czynników występujących w tym obszarze zalicza się na przykład warunki meteorologiczne, porę roku, porę doby, warunki nawigacyjne, oświetlenie pasa itp.;

e) Mission (zadanie) – najważniejszy element, w którym kumulują się wszystkie wymienione wyżej czynniki. Definiuje on oczekiwany efekt końcowy podejmowanych działań, ale na zadanie składają się także wszystkie czynniki mające wpływ na jego realizację. Zatem obejmuje ono warunki jego wykonania wynikające ze środowiska, w którym będzie ono wykonane, a także aspekty związane z czynnikiem ludzkim, zarządzaniem oraz aspektami technicznymi.

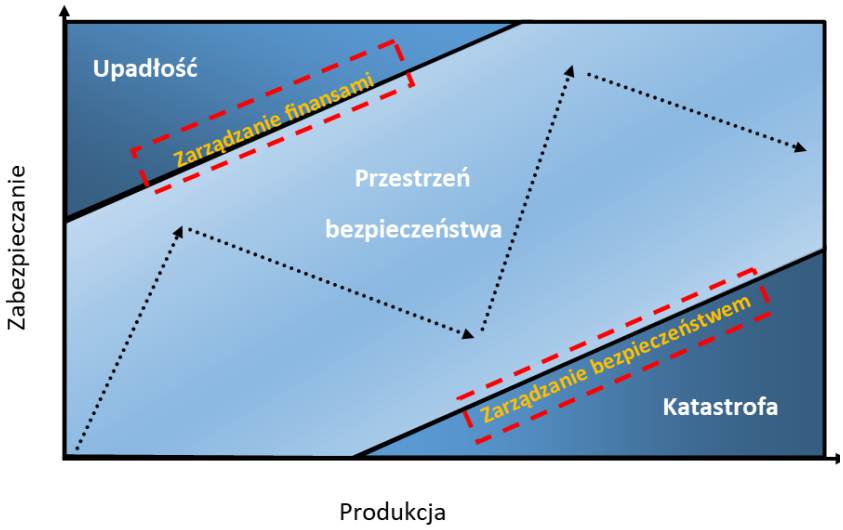


Rysunek 1.5. Model 5M w ujęciu systemowym (opracowanie własne na podstawie: Szymaniec, 2018)

1.2. Zarządzanie bezpieczeństwem lotów

Proces zarządzania bezpieczeństwem opiera się na identyfikacji zagrożeń mogących negatywnie wpłynąć na bezpieczeństwo. „Procesy te dostarczają również faktycznych i obiektywnych mechanizmów do oceny ryzyka stwarzanego przez zagrożenia, wdrażają sposoby eliminowania zagrożeń lub łagodzenia związanego z nimi ryzyka. Rezultatem tych procesów jest ułatwienie osiągania akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa przy zachowaniu równowagi w podziale zasobów pomiędzy działalność zasadniczą (eksploatację, produkcję i zabezpieczanie)" (SMM, 2013).

W każdej organizacji produkcja i ryzyko pozostają w ścisłej zależności. Wzrost produkcji często wiąże się ze wzrostem ryzyka. Jednocześnie produkcja przynosi zyski organizacji, dlatego kluczowe jest odpowiednie określenie celów produkcyjnych oraz celów związanych z utrzymywaniem ryzyka na akceptowalnym poziomie. Takie podejście ma służyć odpowiedniemu podziałowi zasobów pomiędzy produkcję oraz zapewnienie bezpieczeństwa. Nieodzowne staje się utrzymywanie równowagi pomiędzy zapewnieniem bezpieczeństwa i produkcją, tak aby usługi były świadczone z zachowaniem odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, ale jednocześnie przynosiły odpowiednie zyski (Drax, Müller, Wittmer, 2014). Zależność tę prezentuje rysunek 1.6.



Rysunek 1.6. Przestrzeń bezpieczeństwa (opracowanie własne na podstawie: Grech)

1.2.1. Załącznik 19 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym (ICAO, 2016)

Podstawowym dokumentem regulującym kwestie zarządzania bezpieczeństwem lotów jest załącznik 19 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym. Został on opracowany w oparciu o rekomendacje Konferencji Dyrektorów Generalnych Lotnictwa Cywilnego (2006), która dotyczyła Światowej Strategii Bezpieczeństwa Lotniczego, oraz o rekomendacje Konferencji Bezpieczeństwa Wysokiego Szczebla (2010). Uczestnicy tych wydarzeń dostrzegli potrzebę opracowania dokumentu poświęconego tylko i wyłącznie zagadnieniom zarządzania bezpieczeństwem (Pellegrino, 2014).

Celem opublikowania załącznika było udzielenie pomocy państwom w zakresie zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa lotów przy pomocy zawartych w nim Norm i Zalecanych Metod Postępowania (SARPs). W załączniku rozwijana jest koncepcja podnoszenia poziomu bezpieczeństwa poprzez rozwijanie strategii proaktywnej. Służyć temu ma wdrażanie przez państwa Krajowego Programu Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym (KPBwLC), który powinien w sposób kompleksowy uwzględniać ryzyka mające wpływ na bezpieczeństwo lotów (Bartulović, Bartulović, Steiner, Vidan, 2023).

W założeniu autorów załącznik 19 zespaja treści dotyczące Systemów Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS) oraz Krajowego Programu Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym (KPBwLC), a także innych powiązanych z nimi elementów zarządzania bezpieczeństwem lotów, obejmujących między innymi zbieranie i wykorzystywanie danych bezpieczeństwa. Załącznik 19 może także stanowić pomoc we właściwym

kształtowaniu regulacji prawnych związanych z zarządzaniem bezpieczeństwem lotów (Ostrowski, Ostrowski, Valha, 2014).

Treść załącznika dotyczy przede wszystkim:

- odpowiedzialności państwa za zarządzanie bezpieczeństwem;
- Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS);
- zbierania, analizy, ochrony, udostępniania i wymiany danych oraz informacji bezpieczeństwa;
- elementów krytycznych Krajowego Systemu Nadzoru nad Bezpieczeństwem.

1.2.2. Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem (SMM) (ICAO, 2018)

Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem (SMM) został przygotowany w celu dostarczenia wskazówek dotyczących opracowania i wdrażania Krajowego Programu Bezpieczeństwa (SSP) w oparciu o normy i według zalecanych metod postępowania (SARPs) zawartych we wszystkich załącznikach do Konwencji chicagowskiej. Szczególne znaczenie miały dokumenty:

a) Załącznik 1. – Licencjonowanie personelu,

b) Załącznik 6. – Eksploatacja statków powietrznych,

c) Załącznik 8. – Zdatność do lotu statków powietrznych,

d) Załącznik 11. – Służby ruchu lotniczego,

e) Załącznik 13. – Badanie wypadków i incydentów lotniczych,

f) Załącznik 14. – Lotniska.

Celem powstania podręcznika było „zapewnienie Państwom, dostawcom i dostawcom usług:

a) przeglądu podstaw zarządzania bezpieczeństwem;

b) streszczenia norm i zalecanych metod postępowania (SARPs) ICAO, które dotyczą zarządzania bezpieczeństwem, zawartych w Załącznikach do Konwencji chicagowskiej 1,6,8,11,13,14;

c) wskazówek, jak opracować i wdrożyć SSP zgodnie z odnośnymi SARPs IACO, w tym dostosowania ram prawnych nadzoru nad dostawcami i dostawcami usług posiadającymi SMS;

d) wytycznych dla dostawców i dostawców usług, dotyczących opracowania, wdrażania i prowadzenia SMS”. (ICAO, 2013, s. 15)

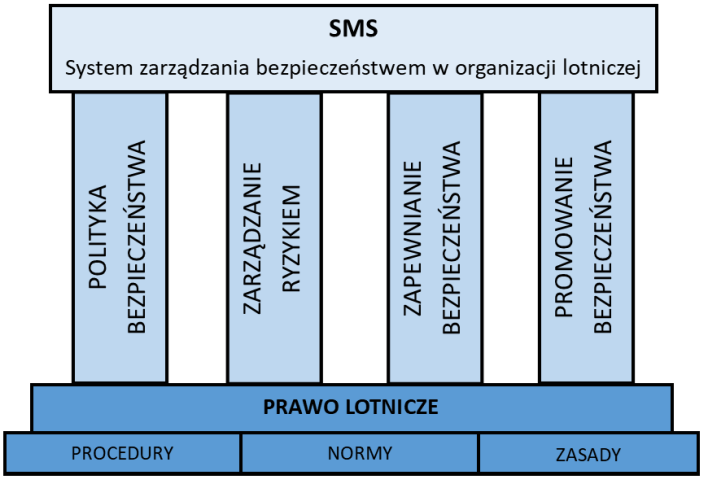
e) Z punktu widzenia organizacji lotniczej najważniejszą część dokumentu stanowi rozdział 5, który dotyczy Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS) (Drax, Müller, Wittmer, 2014).

1.2.3. System Zarządzania Bezpieczeństwem SMS (Goglia, Stolzer, Sumwalt, 2023; ICAO, 2018)

System Zarządzania Bezpieczeństwem jest systemem, którego wdrożenie i utrzymanie ma służyć zapewnieniu bezpieczeństwa lotów w organizacji poprzez odpowiednie zarządzanie ryzykiem (Sharov Dmitrievich, Vorobyov Vadimovich, Zatuchny Alexandrovich, 2021; Yeun, Bates, Murray, 2014). System Zarządzania Bezpieczeństwem bazuje na zasadzie ciągłego doskonalenia – Cyklu Deminga (Li, Guldenmund, 2018). Celem realizacji założeń systemu SMS jest ciągłe doskonalenie bezpieczeństwa dzięki identyfikacji zagrożeń, zbieraniu i rozpoznawaniu danych oraz bezustannemu prowadzeniu procesu zarządzania ryzykiem.

SMS promuje podejście proaktywne, w którym podejmowane są działania mające na celu ograniczanie ryzyka zanim zmaterializuje się ono w postaci wypadku lub incydentu lotniczego (Patriarca, Di Gravio, Cioponea, Licu, 2019).

System opiera się na czterech komponentach bazujących na odpowiednich aktach prawnych, procedurach, normach i zasadach (Rys. 1.8.).



Rysunek 1.7. Filary Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (opracowanie własne na podstawie: Augustyn, 2019; Kozuba, Rurak, 2014; Załęski, Kozuba, Rajchel, 2018)

Istnieje konieczność prowadzenia Systemu w organizacji ze względu na możliwość identyfikowania zagrożeń i zarządzania ryzykiem (Goglia i in., 2023).

Identyfikacja zagrożeń może być prowadzona w oparciu o różne źródła. Przeważnie dzieli się je na wewnętrzne i zewnętrzne.

Najistotniejsze z punktu widzenia organizacji lotnictwa ogólnego źródła wewnętrzne stanowią (ICAO, 2018; Stroeve, Smeltink, Kirwan, 2022):

a) monitorowanie rutynowych operacji;

b) dobrowolne i obowiązkowe systemy zgłaszania zdarzeń dotyczących bezpieczeństwa, polegające na umożliwieniu wszystkim (także osobom spoza organizacji) zgłaszania zagrożeń, zdarzeń i innych kwestii dotyczących bezpieczeństwa;

c) audyty wykonywane w celu identyfikacji zagrożeń. Powinny one także uwzględniać zagrożenia związane z wdrażaniem zmian w organizacji;

d) informacje pozyskiwane w trakcie prowadzonych szkoleń;

e) identyfikacja zagrożeń podczas badań prowadzonych przez organizację oraz na podstawie raportów opublikowanych po wystąpieniu incydentów lub wypadków.

Wśród źródeł zewnętrznych wyróżnia się (ICAO, 2018) raporty z badania incydentów i wypadków lotniczych. Mogą to być raporty ze zdarzeń niezwiązanych z daną organizacją, ale przydatne z punktu widzenia organizacji. Przykładem są raporty ze zdarzeń, w których uczestniczył statek powietrzny typu użytkowanego przez organizację lub zdarzeń, które wystąpiły podczas wykonywania zadań z zakresu danej organizacji:

a) krajowe systemy raportowania zdarzeń (obowiązkowe i dobrowolne);

b) audyty przeprowadzone przez podmioty zewnętrzne lub przez organy nadzoru krajowego;

c) dane udostępniane pomiędzy współpracującymi organizacjami i stowarzyszeniami.

Korzystanie z jak największej liczby dostępnych danych umożliwia wdrożenie Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS) (Patriarca i in, 2019).

System Zarządzania Bezpieczeństwem koncentruje się na działalności dostarczycieli usług lotniczych związanych z bezpiecznym wykonywaniem operacji lotniczych przez statki powietrzne. Zakłada on jednak korzystanie ze wszelkich istotnych informacji mających wpływ na bezpieczeństwo lotów, dlatego istotna jest współpraca z wewnętrznymi i zewnętrznymi uczestnikami lotnictwa (Alfaro, Bernal, Gomez, Hernadez-Coronado, Rios Insua, 2018; Endri i in., 2022).

Uczestników, którzy w miarę potencjalnego wpływu mogą oddziaływać na działania bezpieczeństwa poprzez odpowiednie udzielanie danych, zaprezentowano na poniższym rysunku (Rys. 1.8).

Rysunek 1.8. Zakres SMS (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013)

Minimalne wymogi, które należy spełniać w ramach SMS, określa rama składająca się z czterech komponentów i dwunastu elementów systemu. System wymaga określenia strategii, ogólnego ukierunkowania i wdrożenia dla każdego z elementów (Sharov i in., 2021). Komponenty i elementy składające się na ramę Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem zaprezentowano na poniższym rysunku (Rys. 1.9.).

Rysunek 1.9. System Zarządzania Bezpieczeństwem (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013)

Cztery komponenty składające się na System Zarządzania Bezpieczeństwem obejmują: politykę bezpieczeństwa, zarządzanie ryzykiem, zapewnienie bezpieczeństwa oraz promocję bezpieczeństwa. Tylko podejście holistyczne, bazujące na wszystkich czterech komponentach i zawartych w nich elementach, umożliwia skuteczne zarządzanie bezpieczeństwem (Zariouh, Haddout, Benhadou, 2022).

Na proces zarządzania poziomem bezpieczeństwa przeznaczony dla organizacji lotnictwa cywilnego składają się działania związane z analizą bezpieczeństwa, zarządzaniem poziomem bezpieczeństwa, promowaniem bezpieczeństwa oraz pozyskiwaniem i przetwarzaniem danych dotyczących bezpieczeństwa (SDCPS) (Bates, Dix, Remawi, 2011).

Powiązania pomiędzy poszczególnymi elementami procesu zaprezentowano na poniższym rysunku (Rys. 1.10.).

Rysunek 1.10. Proces zarządzania poziomem bezpieczeństwa (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2018)

1.3. Ryzyko operacyjne

Definicja ryzyka mimo zbliżonej istoty ujmowana jest na różne sposoby ze względu na charakter prowadzonej działalności (Zawiła-Niedźwiecki, 2013).

W rozumieniu normy IEC 31010:2019 ryzyko obejmuje wpływ różnych form niepewności wobec celów. Niepewność może prowadzić do pozytywnych lub negatywnych konsekwencji.

Poniżej przedstawiono inne przykłady definicji ryzyka.

a) Możliwość doznania straty lub urazu lub narażenie na taką ewentualność (Vujosević, 1997).

b) Stan, w którym istnieje możliwość wystąpienia szkodliwego odchylenia od pożądanego wyniku (Vauglan, 1997).

c) Kombinacja lub iloczyn prawdopodobieństwa wystąpienia szkody i zakresu szkody (Nikolić, Gavanski, 2010).

d) Miara prawdopodobieństwa i konsekwencji niepewnego przyszłego zdarzenia będącą funkcją szeregu parametrów (Karovų, 2015).

e) Obiektywna niepewność, która z reguły występuje jako zdarzenie niepożądane (Rowe, 1976).

f) Miara prawdopodobieństwa wystąpienia negatywnych konsekwencji dla życia, zdrowia i środowiska w wyniku określonego zagrożenia (Sage, 1995).

g) Możliwość wystąpienia negatywnych konsekwencji zdarzenia (Čupić, Suknović, 2010).

h) Z włoskiego *rischio*, z francuskiego *risque* – pierwotnie: niebezpieczeństwo, które groziło statkom ze strony skał i klifów; później: niebezpieczeństwo, narażenie na niebezpieczeństwo, śmiały wyczyn; transakcja biznesowa lub inwestycja związana z potencjalnym niepowodzeniem (Vujaklija, 1980).

i) Miara prawdopodobieństwa pojawienia się zjawisk technogenicznych lub naturalnych charakteryzujących się występowaniem, powstawaniem i skutkiem zagrożeń oraz strat i szkód społecznych, ekonomicznych, środowiskowych i innych (Tskhadaya, Podosenova, 2008).

j) Kombinacja prawdopodobieństwa wystąpienia katastrofy w określonym czasie z negatywnymi konsekwencjami (Zakon o smanjenju rizika od katastrofa i upravljanju vanrednim situacijama, 2018).

k) „Wpływ niepewności na realizację celów” (ISO/IEC Guide 73, 2017)

l) Prawdopodobieństwo wystąpienia potencjalnego urazu w warunkach użytkowania i/lub narażenia, uwzględniające możliwy stopień urazu (Council Directive 89/391/EEC, 1989).

m) „Szansa, że wydarzy się coś, co wpłynie na cele” (Standards Australia & Standards New Zealand, 2004).

n) Połączenie prawdopodobieństwa wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia lub ekspozycji oraz dotkliwości urazu lub choroby, które mogą być spowodowane przez zdarzenie lub ekspozycję (OHSAS 18001:2008).

o) „Możliwość zaistnienia zdarzenia przy uwzględnieniu częstości (prawdopodobieństwa) i skutków wystąpienia zagrożeń” (Klich, 2011).

Na podstawie wyżej wymienionych definicji można wyodrębnić następujące czynniki determinujące ryzyko (Kovačević, Komazec, Mak, 2022; Lee, 2006):

a) prawdopodobieństwo wystąpienia,

b) dotkliwość skutków,

c) rodzaj zagrożenia,

d) podatność,

e) odporność,

f) możliwość odpowiedzi poprzez podjęcie odpowiednich działań zarządczych,

g) zdolność radzenia sobie z ryzykiem.

Na potrzeby pracy autor będzie rozumiał pojęcie ryzyka zgodnie z definicją przyjętą przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO), która definiuje ryzyko jako: „przewidywane prawdopodobieństwo i dotkliwość konsekwencji lub skutków zagrożenia" (ICAO, 2018).

Ponadto ryzyko (Rys. 1.11.) można podzielić na (Klich, 2011):

a) całkowite;

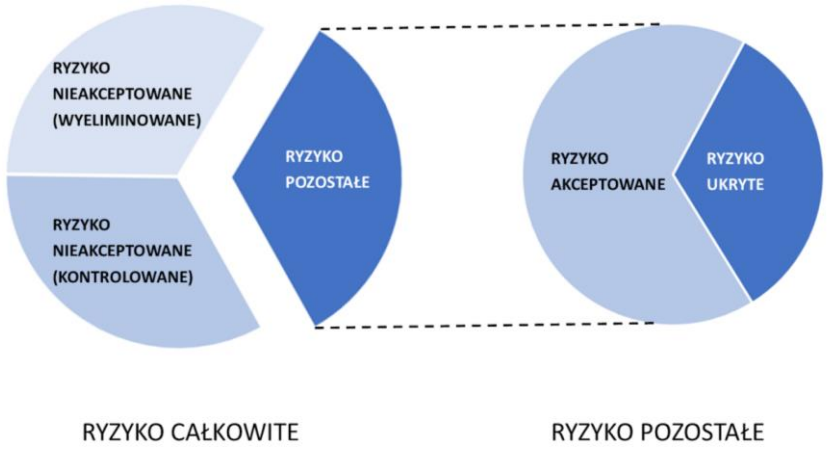
b) wykryte – to ryzyko, które zostało zidentyfikowane przy wykorzystaniu różnych narzędzi. Jego świadomość stanowi podstawę dla jego oceny oraz postępowania względem niego;

c) ukryte – to część ryzyka, która nie została zidentyfikowana, w związku z czym nie jest możliwa jego ocena oraz podjęcie odpowiednich reakcji;

d) nieakceptowane – to część ryzyka wykrytego, które ze względu na swój wysoki poziom nie jest akceptowane przez organizację. Może ono zostać wykluczone, stając się ryzykiem wyeliminowanym, lub zmniejszone do akceptowanego poziomu, przez co uzyskuje miano ryzyka kontrolowanego;

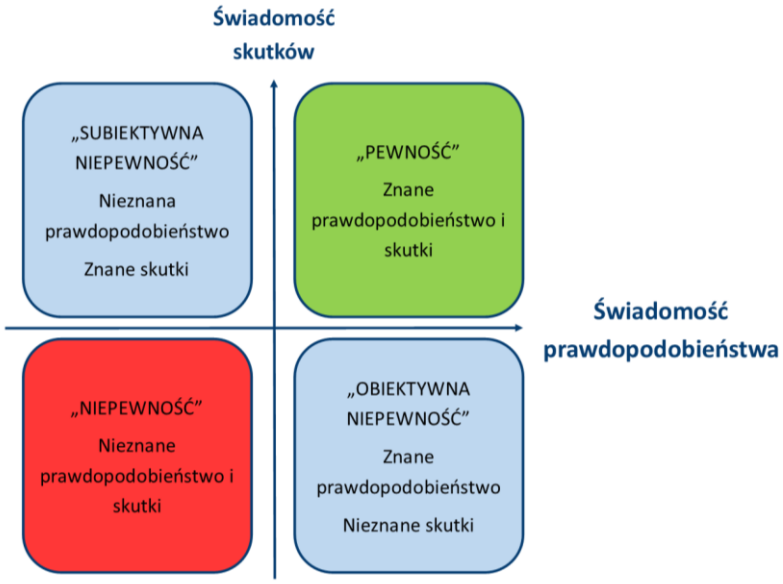
e) ryzyko akceptowane – to część ryzyka wykrytego, której poziom jest akceptowany. Często podjęcie działań mających na celu redukcję ryzyka akceptowanego nie jest podejmowane, na przykład ze względu na brak rentowności. Ze względu na niemożność całkowitego wyeliminowania ryzyka często stosuje się zasadę ALARP mówiącą o tym, że poziom ryzyka redukuje się tak długo, jak długo jest to racjonalnie możliwe (*as low as reasonably practicable*) (Bowles, 2013);

f) pozostałe – to ryzyko całkowite z wyłączeniem ryzyka nieakceptowalnego (kontrolowanego i wyeliminowanego). Składają się na nie ryzyka akceptowane oraz ukryte.



Rysunek 1.11. Rodzaje ryzyka (opracowanie własne na podstawie: Klich, 2011)

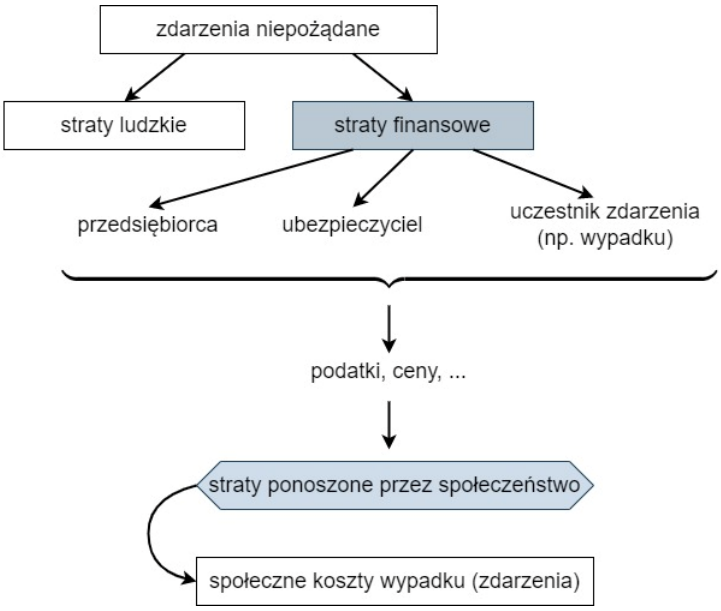
Świadomość ryzyka jest bardzo ważna. Wzrasta ona wraz ze wzrostem doświadczenia, pozyskiwaniem danych historycznych czy znajomością systemu. Odgrywa ona istotną rolę szczególnie w przypadku mniej doświadczonych pilotów, którzy często mają świadomość zagrożeń, ale nie potrafiąc oszacować prawdopodobieństwa ich materializacji oraz dotkliwości potencjalnych skutków, nie są świadomi ryzyka (Janic, Netjasov, 2008). Problem niepewności względem ryzyka w zależności od świadomości pilota przedstawia poniższy rysunek (Rys. 1.12.).



Rysunek 1.12. Określanie ryzyka na podstawie prawdopodobieństwa wystąpienia i skutków zdarzeń (opracowanie własne na podstawie: Kovačević, Komazec, Mak, 2022)

„Ryzyko jest wyzwaniem powszechnym, które towarzyszy każdej formie aktywności ludzkiej, ryzyko operacyjne zaś towarzyszy każdej formie świadomie organizowanego działania ludzkiego" (Zawiła-Niedźwiecki, 2018, s. 17). Z ryzykiem bezpośrednio wiąże się kwestia wystąpienia różnorakich skutków. Mogą one mieć różny charakter i generować różnego rodzaju straty, na przykład straty ludzkie (śmierć, urazy fizyczne i psychiczne), finansowe (utrata sprzętu, pogorszenie wizerunku, przerwanie działalności) czy organizacyjne (konieczność wykonywania dodatkowych zadań, napięcia między pracownikami) (Drax i in., 2014).

Konsekwencje wystąpienia zdarzeń niepożądanych nie tylko stanowią straty dotkliwe dla samych osób uczestniczących w zdarzeniu czy dla zaangażowanych podmiotów, ale także generują koszty społeczne. Skutki wystąpienia zdarzenia niepożądanego w ujęciu strat finansowych prezentuje poniższy rysunek (Rys.1.13.).



Rysunek 1.13. Straty finansowe powodowane przez zdarzenia niepożądane (opracowanie własne na podstawie: Szopa, 2009)

Straty związane z wystąpieniem zdarzenia niepożądanego mogą generować znaczące koszty, które bardzo często są nieuświadomione. Podejmowanie działań podnoszących poziom bezpieczeństwa jest w interesie nie tylko personelu lotniczego i użytkowników statków powietrznych. Są to działania istotne także z punktu widzenia społeczeństwa czy państwa. Efektem takiego podejścia jest podejmowanie działań od poziomu organizacji, przez poziom krajowy, po poziom europejski i międzynarodowy.

Powstawaniu strat można zapobiegać poprzez odpowiednie przeciwdziałanie zagrożeniom (Rys. 1.14.). Takie przeciwdziałanie może mieć różne formy. Przykładowe środki przeciwdziałania zagrożeniom oraz systemy ratownictwa stanowią:

a) czujnik przeciągnięcia;

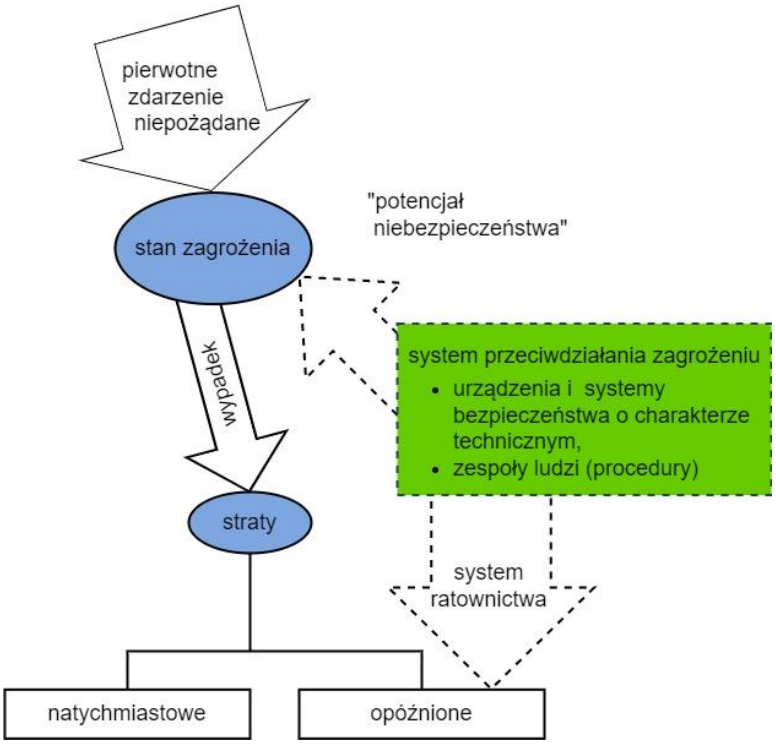
b) spadochronowe systemy BRS;

c) zapewnienie służby kontroli ruchu lotniczego, służby informacji powietrznej, służby alarmowej;

d) wyposażenie statków powietrznych w odpowiednie instrukcje i checklisty, szkolenie;

e) urządzenia ELT;

f) zapewnienie osłony służb poszukiwania i ratownictwa (SAR i ASAR) oraz Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego.



Rysunek 1.14. Miejsce systemu przeciwdziałania zagrożeniu w procesie powstawania strat (opracowanie własne na podstawie: Szopa, 2009)

Ryzyko operacyjne jest ryzykiem związanym ze świadczeniem usług i prowadzeniem działalności. Ma ono związek między innymi z eksploatacją statków powietrznych i lotnisk oraz realizowaniem zadań przez podmioty kontroli ruchu lotniczego (Operational Safety Risks – OPS). Stanowi ono główny przedmiot zainteresowania z punktu widzenia organizacji w Systemach Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS). W tym ujęciu oddziałuje się na nie głównie poprzez dwa komponenty SMS:

- zarządzanie ryzykiem bezpieczeństwa,
- zapewnienie bezpieczeństwa.

Następuje przy tym koncentracja na identyfikowaniu zagrożeń oraz kontrolowaniu zdarzeń związanych z bezpieczeństwem (Civil Aviation Safety Authority, 2022).

Do przykładów zdarzeń występujących w lotnictwie, rozpatrywanych w ramach ryzyka operacyjnego, należą (Bates i in., 2011; ICAO *OPS*; Klich, 2011; Makarowski, 2010; ULC, 2007):

a) kontrolowany lot ku ziemi,

b) utrata orientacji geograficznej,

c) utrata orientacji przestrzennej,

d) błędy wynikające z przeciążenia lub niedociążenia zadaniowego,

e) przeciągnięcie lub korkociąg,

f) utrata kontroli nad statkiem powietrznym w locie,

g) wtargnięcie na pas,

h) wypadnięcie z pasa,

i) przerwa pracy silnika,

j) nieprawidłowe gospodarowanie paliwem,

k) błędy w komunikacji,

l) niezdolność pilota do kontynuowania lotu,

m) pożar, uszkodzenie podwozia, silnika, konstrukcji i innych elementów statku powietrznego,

n) wlot w niekorzystne warunki meteorologiczne,

o) zderzenia z ptakami i innymi zwierzętami,

p) niewłaściwe utrzymanie infrastruktury,

q) braki w wyszkoleniu,

r) niewłaściwa współpraca w załodze,

s) niewłaściwa eksploatacja statku powietrznego,

t) zderzenia w powietrzu.

Na potrzeby niniejszej pracy ryzyko operacyjne definiuje się jako ryzyko straty związane z realizacją zadania, wynikające z niewłaściwego działania człowieka, zarządzania,

czynników technicznych i/lub środowiska. Ryzyko operacyjne ściśle wiąże się też z obciążeniem zadaniowym pilota, które kumuluje w sobie powyższe czynniki.

1.4. Zarządzanie ryzykiem

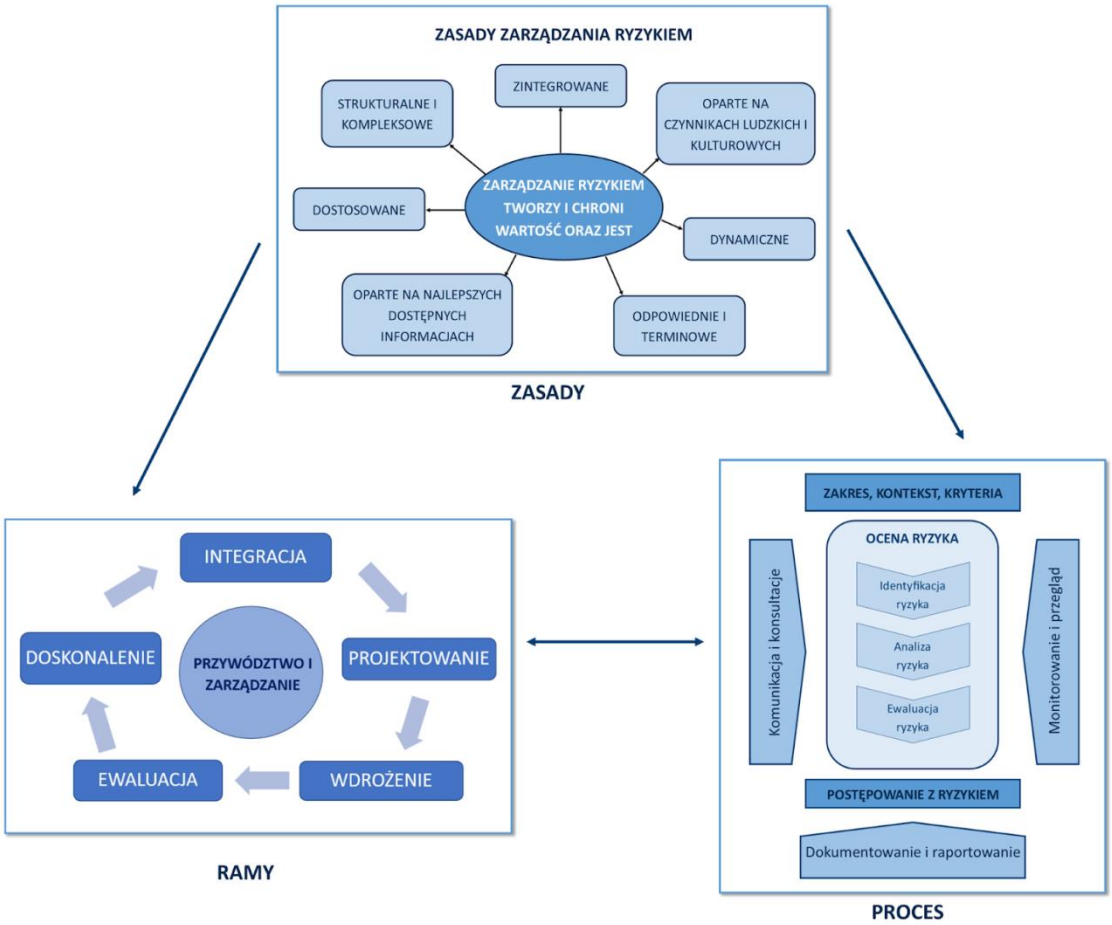
1.4.1. ISO 31000 (ISO 31000:2018)

Obecnie najważniejszy standard w zakresie zarządzania ryzykiem stanowi norma ISO 31000 opracowana przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO). Norma definiuje zarządzanie ryzykiem jako „skoordynowane działania w celu kierowania i kontroli organizacji pod kątem ryzyka" (ISO 31000:2018). Jest ona przeznaczona dla osób decyzyjnych w organizacjach, które przez zarządzanie ryzykiem, wyznaczanie i realizowanie celów, podejmowanie odpowiednich decyzji oraz poprawianie wydajności tworzą i chronią wartość.

W ujęciu normy ISO 31000 zarządzanie ryzykiem stanowi ważny element zarządzania i przywództwa oraz ma kluczowe znaczenie z punktu widzenia zarządzania organizacją (Feng, Hu, Xing, Yang, Zhang, 2020).

Zarządzanie ryzykiem jest nieodzowne w opracowywaniu strategii, formułowaniu i realizacji celów oraz podejmowaniu właściwych decyzji. Autorzy normy wskazują także na to, iż konieczne jest uwzględnienie czynników zewnętrznych i wewnętrznych oddziałujących na organizację, w tym czynników kulturowych i związanych z działaniem człowieka (Hutchins, 2018).

Kształt normy określają przyjęte zasady, ramy oraz proces; elementy te wzajemnie na siebie oddziałują (Rys.1.15.). Aby zarządzanie ryzykiem w organizacji było skuteczne, założenia normy wymagają dostosowania do charakteru, warunków oraz sposobu funkcjonowania organizacji. Może to wymagać zastosowania dodatkowych aspektów niewymienionych w normie lub rezygnacji z niektórych zaproponowanych aspektów.

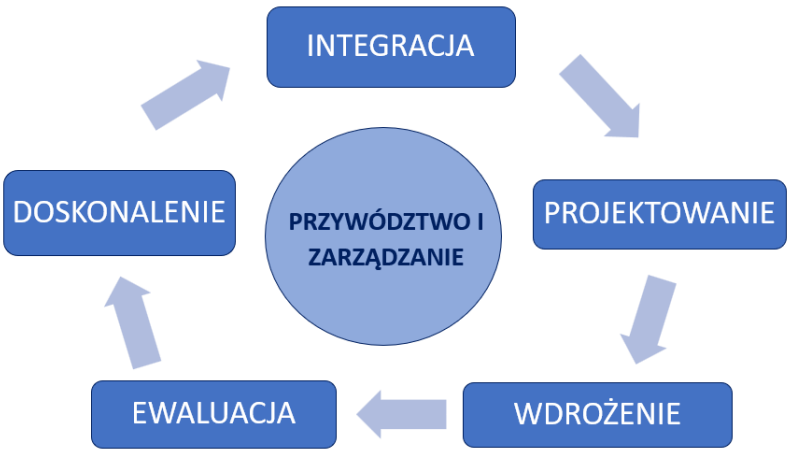


Rysunek 1.15. Zasady, ramy i proces zarządzania ryzykiem (opracowanie własne na podstawie ISO 31000:2018)

Norma jako cel zarządzania ryzykiem określa tworzenie i ochronę wartości oraz poprawę wydajności, zachęcanie do innowacji i wspieranie osiągania celów. Na rysunku (Rys. 1.16.) przedstawiono zasady wydajnego i skutecznego zarządzania ryzykiem. Zasady stanowią punkty wyjścia dla zarządzania ryzykiem oraz dla tworzenia ram i procesów zarządzania ryzykiem w organizacjach. Powinny także stwarzać możliwości zarządzania skutkami niepewności z uwzględnieniem jej celów (Berssaneti, Rampini, Takia, 2019).

Rysunek 1.16. Zasady zarządzania ryzykiem (opracowanie własne na podstawie: ISO 31000:2018)

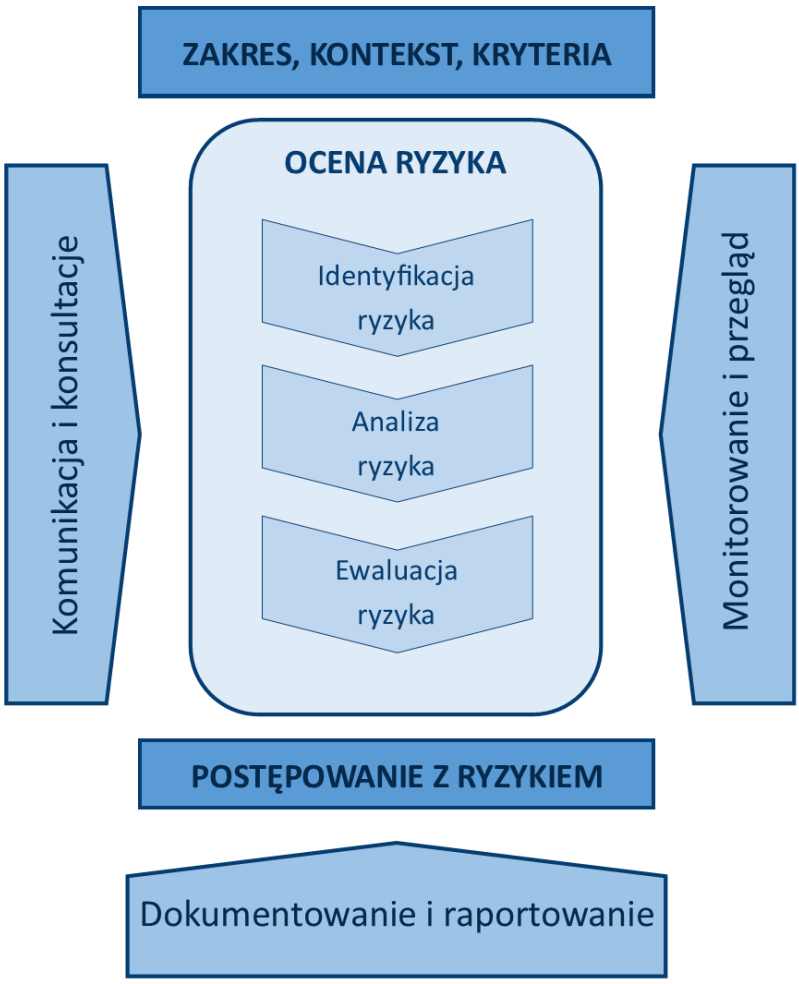
Kolejny filar zarządzania ryzykiem w ujęciu normy ISO 31000 stanowią ramy. Mają one pomagać w integracji zarządzania ryzykiem. Zarządzanie ryzykiem będzie na tyle skuteczne, na ile będzie włączone w proces zarządzania całą organizacją oraz w procesy decyzyjne (Borbinha, Estevens, Proença, 2017). Wymaga to zainteresowania i zaangażowania interesariuszy, a w szczególności najwyższego kierownictwa. Zakres ram został ujęty na Rys. 1.17.



Rysunek 1.17. Struktura ramowa (opracowanie własne na podstawie: ISO 31000:2018)

Ostatnim filarem zarządzania ryzykiem w ujęciu normy jest proces zarządzania ryzykiem, obejmujący odpowiednie polityki, procedury i praktyki, działania konsultacyjne i komunikacyjne, określenie kontekstu sytuacyjnego, monitorowanie i przegląd, raportowanie oraz dokumentowanie ryzyka. Proces zarządzania ryzykiem ilustruje Rys. 1.18.

Proces zarządzania powinien być w jak najwyższym stopniu zintegrowany z organizacją, ze sposobem zarządzania nią oraz podejmowania decyzji (Codyre, Duffield, Fernandes, Lin, 2017). Powinien on także uwzględniać strukturę organizacji oraz operacje i procesy w niej zachodzące. Norma zakłada stosowanie procesu od poziomów projektowego i programowego przez operacyjny do strategicznego. Na szczególną uwagę zasługuje uwzględnienie czynnika ludzkiego oraz czynników kulturowych w procesie zarządzania ryzykiem.



Rysunek 1.18. Proces postępowania wobec ryzyka (opracowanie własne na podstawie: ISO 31000:2018)

Rdzeniem procesu postępowania wobec ryzyka jest ocena ryzyka. To kompleksowy proces obejmujący trzy etapy (Cormier, Londsdale, 2020; ISO 31000:2018; Pascarella i in., 2021).

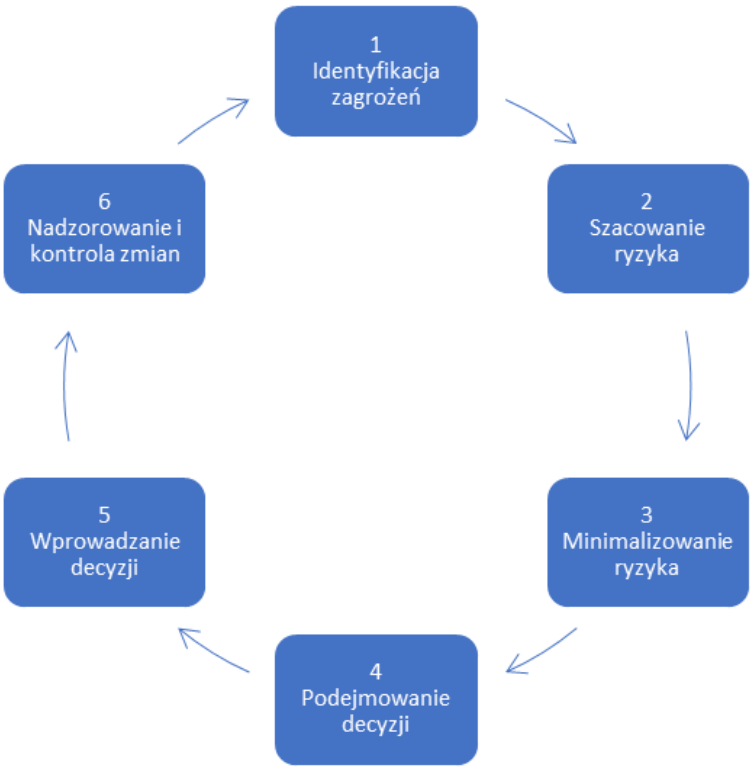
a) Identyfikacja ryzyka – jej celem jest znalezienie, rozpoznanie i opisanie ryzyk pomocnych lub utrudniających organizacji osiąganie przez nią celów. Identyfikacja ryzyka bazuje na informacjach, które powinny być jak najbardziej rzetelne, aktualne i adekwatne z punktu widzenia identyfikacji ryzyka. Obiektem zainteresowania powinny być zarówno ryzyka znajdujące się pod kontrolą organizacji, jak i te znajdujące się poza jej kontrolą.

b) Analiza ryzyka – ma na celu poznanie charakteru ryzyka i jego cech, a także jego poziomu. Podczas analizy ryzyka należy uwzględnić niepewności, źródła ryzyka, prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń oraz ich potencjalne skutki.

c) Ocena ryzyka – jej celem jest wspomaganie decyzji. Zawiera w sobie porównanie wyników analizy ryzyka z kryteriami ryzyka w celu identyfikacji obszarów, w których konieczne jest podjęcie dodatkowych działań. Efektem oceny ryzyka może być sformułowanie decyzji dotyczącej odstąpienia od pewnych form działalności, redukcji poziomu ryzyka, przeprowadzenia dodatkowej analizy ryzyka w celu zwiększenia jego świadomości, podtrzymania bieżących form monitorowania, zredefiniowania celów. Wyniki oceny ryzyka powinny być odpowiednio dokumentowane oraz komunikowane. Należy także przeprowadzić walidację wyników na odpowiednich poziomach organizacji.

1.4.2. Zarządzanie ryzykiem w lotnictwie

Zarządzanie ryzykiem w lotnictwie może przyjmować różne formy ze względu na rodzaj lotnictwa, dla którego będzie ono prowadzone. Inne praktyki będą prowadzone w lotnictwie wojskowym, inne w organizacji realizującej zadania w ramach ratowania życia i zdrowia ludzkiego lub mienia (np. Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, loty gaśnicze), jeszcze inne w lotach komunikacyjnych czy szkolnych. Poniższy rysunek prezentuje sześcioetapowy proces zarządzania ryzykiem w lotnictwie Sił Zbrojnych Rzeczpospolitej Polskiej. (Rys. 1.19.)

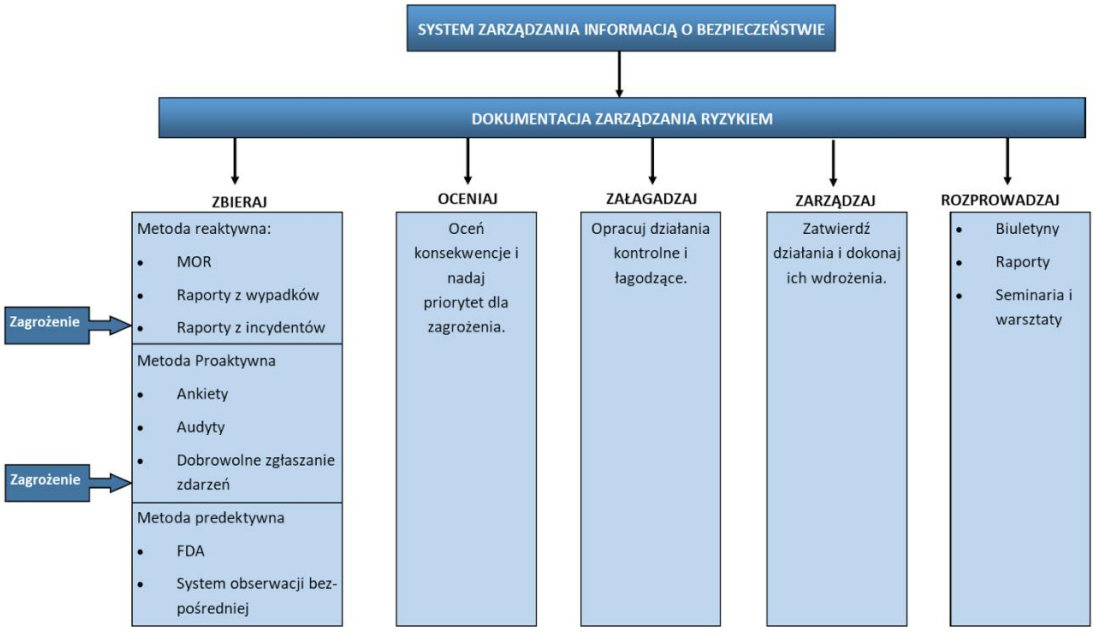


Rysunek 1.19. Etapy procesu zarządzania ryzykiem w lotnictwie wojskowym (opracowanie własne na podstawie: Augustyn, 2019; Dowództwo Sił Powietrznych MON, 2010)

Na potrzeby niniejszej pracy autor będzie się posługiwać przede wszystkim wymogami wynikającymi z realizacji założeń Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS) przeznaczonego dla organizacji lotnictwa cywilnego.

W zarządzaniu ryzykiem nieodzowne jest kompleksowe podejście do identyfikacji zagrożeń, które mogą mieć swoje źródła w czynnikach technicznych, organizacyjnych czy ludzkich. Konieczne jest jak najlepsze zrozumienie systemu, gdyż na przykład zidentyfikowanie przyczyny jako błąd człowieka może skutkować zaprzestaniem dalszej analizy i nie wykryciem zagrożeń utajonych wynikających np. z niewłaściwego zarządzania czy błędnych przepisów, norm, instrukcji czy procedur. Celem zarządzania ryzykiem jest jak najpełniejsze zapobieganie wystąpieniu zdarzeń niepożądanych oraz minimalizacji ich ewentualnych skutków w przyszłości (Drax i in., 2014).

Aby umożliwić szerokie spojrzenie na zagadnienia związane z bezpieczeństwem i skuteczną identyfikacją zagrożeń, niezbędne jest pozyskiwanie informacji ze wszelkich dostępnych źródeł. Proces pozyskiwania informacji i ich przetwarzania przedstawia Rys. 1.20.



Rysunek 1.20. System zarządzania informacją o bezpieczeństwie (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013)

Na powyższym rysunku na szczególną uwagę zasługuje różnorodność sposobów pozyskiwania danych (Wang, Wang, 2021). Są one podzielone na metody reaktywne, proaktywne i predyktywne. Metoda reaktywna bazuje na obligatoryjnym raportowaniu incydentów przez załogę (np. awaria układu sterowania, pożar, zderzenia z ptakami), na raportach z wypadków i raportach z incydentów. Metoda proaktywna wykorzystuje formy takie jak ankiety i audyty. Ciekawym podejściem świadczącym o wysokiej kulturze bezpieczeństwa w organizacji może być dobrowolne zgłaszanie zdarzeń. W przypadku wysokiej świadomości załóg oraz przekonaniu o wykorzystaniu informacji przez organizację do właściwych celów osoby mogą raportować zdarzenia, dobrowolnie opisując ich przebieg, formułując wnioski oraz proponując zalecenia profilaktyczne. W takim wypadku raportowanie może odbywać się w formie tradycyjnej, np. przez wrzucenie listu do specjalnej skrzynki, ale także przy pomocy poczty elektronicznej lub specjalnego formularza zamieszczonego na stronie internetowej. Co istotne, zgłoszeń mogą dokonywać także osoby spoza organizacji i niebędące członkami załóg. Może to być np. kontroler ruchu lotniczego, mechanik lub członek załogi statku powietrznego, którego nie dotyczy zdarzenie. Warto zauważyć także rosnącą rolę, na razie rzadko stosowanych, metod predyktywnych. Należą do nich: system obserwacji bezpośredniej oraz analiza danych lotu (FDA - ang. *Flight Data Analysis*) (Bartulović, Steiner, 2023). Analiza danych lotu jest wykonywana w oparciu o dane zgromadzone przez rejestratory lotu. Pozwala ona na wykrycie odchyleń od zadanych parametrów lotu oraz na identyfikację zdarzeń (Delhom, 2014). Analiza danych lotu praktycznie nie jest dokonywana w lotnictwie ogólnym, ale rozwój technologii prawdopodobnie umożliwi w przyszłości wykonywanie takich analiz także w tym sektorze.

Decydujące w postępowaniu względem ryzyka jest określenie jego poziomu. Odbywa się ono podczas etapu oceny ryzyka i jest wynikiem prac realizowanych podczas wszystkich wcześniejszych etapów procesu zarządzania ryzykiem (Liang, Xie, Yuan, 2020). Ocena ryzyka może być przeprowadzona na przykład przy pomocy zaproponowanej matrycy uwzględniającej prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka i dotkliwość jego skutków, wyrażone w pięciostopniowych skalach (Bartulović, Barulović, Steiner, Vidan, 2023) (Rys.1.21.).

PRAWDOPODOBIEŃSTWO WYSTĄPIENIA RYZYKA		DOTKLIWOŚĆ RYZYKA				
		Katastrofalna A	Niebezpieczna B	Poważna C	Niewielka D	Nieistotna E
Częste:	5	5A	5B	5C	5D	5E
Sporadyczne:	4	4A	4B	4C	4D	4E
Dalekie:	3	3A	3B	3C	3D	3E
Nieprawdopodobne:	2	2A	2B	2C	2D	2E
Skrajnie nieprawdopodobne:	1	1A	1B	1C	1D	1E

Rysunek 1.21. Przykład matrycy oceny ryzyka (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013)

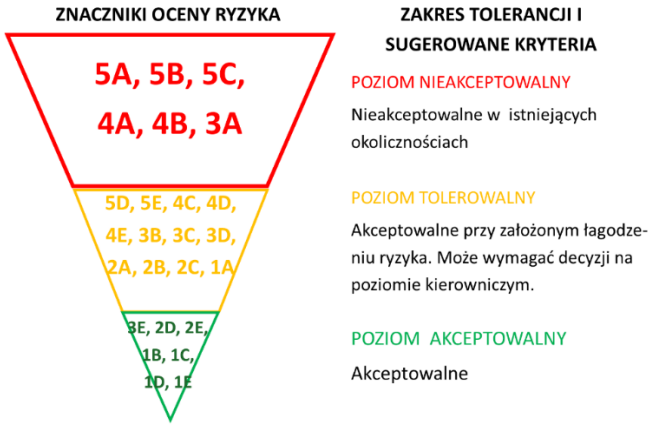
Odczytując wynik z powyższej matrycy, poziom ryzyka można przyporządkować do jednej z trzech grup (Borsuk, Reva, 2020):

a) ryzyka akceptowalnego, które nie wymaga reakcji;

b) ryzyka tolerowanego, które staje się akceptowalne po podjęciu działań redukujących ryzyko;

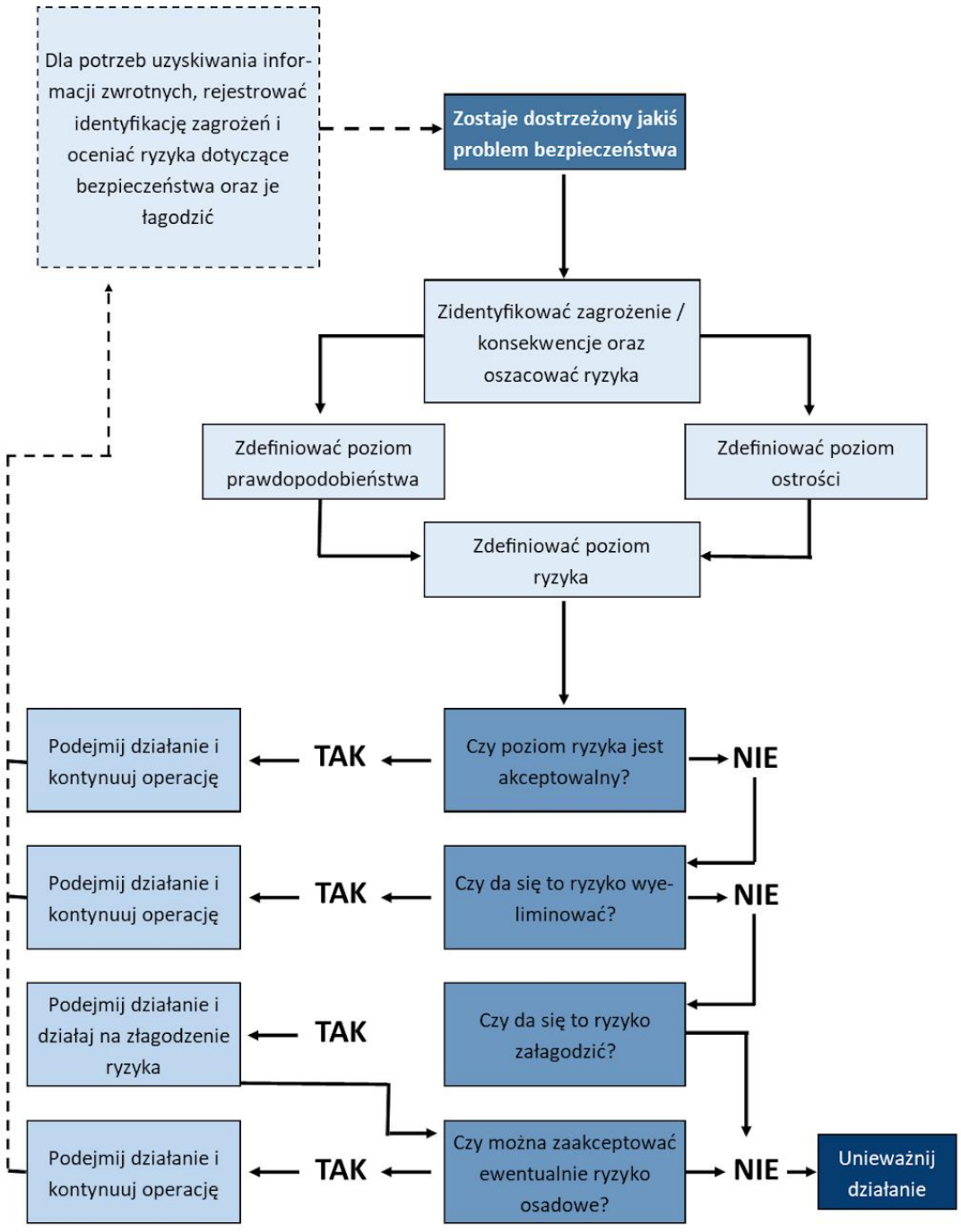
c) ryzyka nieakceptowanego, które uniemożliwia podejmowanie aktywności w danych okolicznościach.

Powyższe zależności prezentuje Rys. 1.22.



Rysunek 1.22. Matryca tolerowania ryzyka bezpieczeństwa (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013)

Po dostrzeżeniu problemu bezpieczeństwa proces zarządzania ryzykiem przebiega według poniższego algorytmu (rys. 1.23.)



Rysunek 1.23. Pomoc w podejmowaniu decyzji związanych z zarządzaniem ryzykiem bezpieczeństwa (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2018)

1.5. Obciążenie zadaniowe

1.5.1. Definicja obciążenia zadaniowego

Zdefiniowanie obciążenia zadaniowego jest trudne z powodu zamysłu, aby pod tym pojęciem kompleksowo ująć całość obciążenia, któremu poddany jest człowiek ze względu na wykonywane zadanie. Wynika to z faktu, że na obciążenie może wpływać praktycznie nieograniczona liczba składowych, która zależeć będzie przede wszystkim od skali i poziomu szczegółowości prowadzonych rozważań, charakteru wykonywanej pracy oraz warunków środowiskowych.

Najogólniejsze definicje mówią o tym, że obciążenie zadaniowe jest ilością pracy, jaką człowiek powinien wykonać na przykład w danej jednostce czasu (Cambridge Dictionary, 2022).

Nieco bardziej złożone definiują je jako składową obciążeń umysłowego i fizycznego, którym człowiek podlega. Obciążenie umysłowe odnosi się przy tym głównie do obciążenia związanego z przetwarzaniem informacji, a przeciążenie fizyczne do obciążenia wynikającego z wykonywania czynności manualnych. Tendencja do podziału lub większego koncentrowania się na jednym z wyżej wymienionych rodzajów obciążenia jest widoczna u różnych autorów.

Przykładem może być definicja, w której jako obciążenie zadaniowe rozumie się zapotrzebowanie na zasoby umysłowe operatora składające się z uwagi, percepcji, racjonalnego podejmowania decyzji i działania (Skybrary, 2020). Z kolei brytyjski odpowiednik Państwowej Inspekcji Pracy nadmienia także o możliwościach przetwarzania i przechowywania w pamięci informacji (otrzymywanych na przykład w postaci dokumentacji, komunikatów, alarmów), podejmowania decyzji i wykonywania zadań (HSE, 2022).

Obecnie wiodącą koncepcją obciążenia zadaniowego jest podejście, w którym określa się nie bezwzględną liczbę i trudność zadań, które człowiek wykonuje, a jego indywidualne obciążenie, które odczuwa. Wynika to między innymi z faktu, że wraz ze wzrostem doświadczenia, umiejętności, wypracowaniem nawyków i pamięci mięśniowej wykonywanie tych samych czynności może generować coraz mniejsze obciążenie (Longo, Wickens, Hancock, Hancock, 2022).

Obciążenie zadaniowe definiuje się także następująco:

a) „miara uwagi i umiejętności wymaganych od pilota, aby wykonać zadanie, osiągnąć wymaganą wydajność i umożliwić wykonanie dodatkowych zadań” (Scarpari i in., 2021);

b) „zintegrowany wysiłek psychiczny i fizyczny wymagany do spełnienia wymagań określonego zadania lotniczego” (Roscoe, 1987, s. 78);

c) ilość zasobów umysłowych wymaganych podczas wykonywania dowolnego zadania (Jaiswal, Chowdhury, Banerjee, Chatterjee, 2019);

d) wysiłek poniesiony przez operatora w celu osiągnięcia określonego poziomu wydajności (Gawron, V. J. 2019)

e) związek między zdolnością do wysiłku a odpowiadającym jej zadaniem (Mohanavelu i in., 2020);

f) „zapotrzebowanie na wykonanie zadań uwzględniające wysiłek, aktywność i stopień ich realizacji" (Gawron, 2019, s.3);

g) „zapotrzebowanie zadaniowe na zasoby poznawcze operatora, takie jak uwaga, percepcja, pamięć, funkcje wykonawcze, myślenie i język" (Skybrary, 2020 za: Ewertowski, Berlik, Sławińska, 2020, s. 23);

h) „umysłowa i (lub) fizyczna aktywność będąca skutkiem zmęczenia" (Skybrary, 2020 za: Ewertowski, Berlik, Sławińska, 2020, s. 23);

i) związek między obciążeniem wynikającym z zasobów uwagi wymaganych do wykonania zadania oraz obciążeniem fizycznym i wydajnością". (Skybrary, 2020 za: Ewertowski, Berlik, Sławińska, 2020, s. 23).

Dosyć zwięzłą, ale kompleksową definicję zaproponowali G. Cooper i R. Harper, którzy rozumieją obciążenie zadaniowe pilota jako zintegrowany wysiłek fizyczny i psychiczny wymagany do wykonania określonego zadania, gdzie jako **wysiłek fizyczny** rozumieją wysiłek włożony przez pilota w poruszanie lub wywieranie sił na elementy sterujące podczas wykonywania określonego zadania przez pilota, a **obciążenie umysłowe** jako niepodlegające analizie ilościowej innej niż ocena pilota lub poprzez pośrednie metody wykorzystujące fizyczne obciążenie pracą (dane wyjściowe) i pomiary wykonania zadania (Cooper, Harper, 2013). Przykładem mogą być rozwiązania zmniejszające normalnie występujące obciążenie umysłowe pilota, związane np. z utrzymaniem czy analizą parametrów lotu flight-director (Cooper, Harper, 2013). Z punktu widzenia prowadzonych badań za najbardziej przystające uznano zdefiniowanie obciążenia przy pomocy obszarów wyodrębnionych przez autorów kwestionariusza pomiaru obciążenia zadaniowego (Nur, Iskandar, Ade, 2020). Wskazują oni sześć podstawowych obszarów, które będą uznawane za składowe obciążenia zadaniowego. Są nimi:

a) obciążenie umysłowe,

b) obciążenie fizyczne,

c) presja czasu,

d) wydajność,

e) wysiłek,

f) frustracja.

Obciążenie umysłowe stanowi obciążenie spowodowane aktywnością umysłową, która jest konieczna do wykonania zadania. Obejmuje ono procesy aktywności takie jak: zapamiętywanie, myślenie, wykonywanie operacji matematycznych, a także aktywność związaną z percepcją bodźców wzrokowych i słuchowych. Na obciążenie umysłowe wpływ ma także wymagany poziom skupienia i dokładności, a także poziom skomplikowania zadania. Poziom obciążenia umysłowego dla tych procesów może być zależny między innymi od stopnia wyszkolenia i doświadczenia pilota (Bailey i in., 2009).

Obciążenie umysłowe reprezentuje stopień aktywacji skończonej puli zasobów, o ograniczonej pojemności, podczas poznawczego przetwarzania podstawowego zadania w czasie, za pośrednictwem zewnętrznych stochastycznych czynników środowiskowych i sytuacyjnych, a także pod wpływem określonych wewnętrznych cech ludzkiego operatora, w celu radzenia sobie ze statycznymi wymaganiami zadania poprzez poświęcony wysiłek i uwagę (Longo i in., 2022).

Obciążenie fizyczne określa poziom wysiłku fizycznego, jaki jest niezbędny do wykonania zadania. Na poziom obciążenia fizycznego wpływa wykonywanie takich czynności jak ciągnięcie, pchanie, przekręcanie, wykonywanie ruchów sterownicami czy utrzymywanie ich pozycji i inne działania manualne oraz obciążenie mięśniowo-szkieletowe wynikające np. z utrzymywania wymuszonej pozycji ciała. Na obciążenie mają też wpływ takie czynniki jak to, z jaką prędkością i precyzją należy wykonywać czynności. Poziom obciążenia zadaniowego w przypadku tego samego zadania może być zależny między innymi od siły mięśniowej czy kondycji badanego (Bailey i in., 2009)

Presja czasu określa, jak badany postrzega czas dostępny na wykonanie zadania: czy był on wystarczający, czy badany miał jego deficyt, w związku z czym odczuwał dyskomfort ze względu na zbyt duże tempo. Na odczucie presji czasu może także wpływać stopień przyswojenia czynności i umiejętność ich szybkiego wykonywania (Bailey i in., 2009)

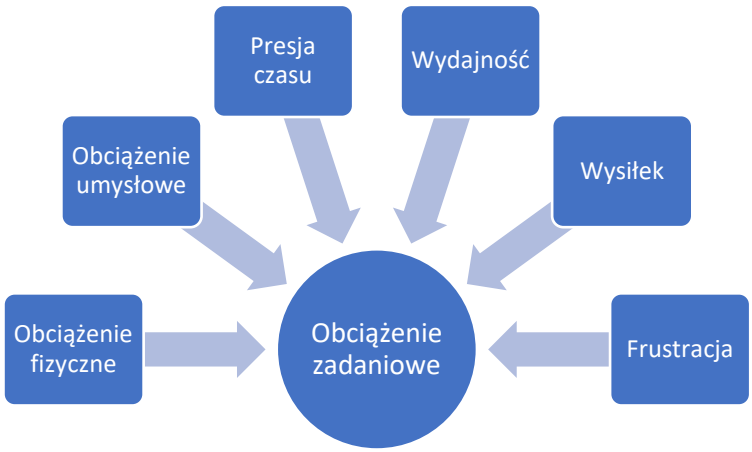
Wydajność określa, w jakim stopniu udaje się zrealizować cele wynikające z wykonywania zadania. Stanowi ona odpowiedź dotyczącą satysfakcji z wykonania zadania, co świadczy o stopniu, w jakim człowiek jest do niego przygotowany i czuje się pewnie. Poziom wydajności w przypadku tego samego zadania może zależeć między innymi od poziomu wyszkolenia pilota oraz tego, czy znajduje się w aktualnym treningu (Bailey i in., 2009)

Wysiłek stanowi ilość energii zużytej do wykonania zadania. Wynika ona z pracy fizycznej i umysłowej, która musi być włożona, aby osiągnąć najwyższy poziom wydajności (Bailey i in., 2009)

Frustracja wynika z odczuć badanego podczas wykonywania badania. Składają się na nie poczucie stresu, irytacji, znużenia, zniechęcenia, niepewności, ale także samozadowolenia i satysfakcji (Bailey i in., 2009; Na, 2021).

Na potrzeby niniejszej pracy opracowano poniższą definicję:

Obciążenie zadaniowe stanowi sumę obciążeń wynikających z obciążenia umysłowego, fizycznego, presji czasu, wydajności, wysiłku i frustracji (Rys. 1.24.).



Rysunek 1.24. Składowe obciążenia zadaniowego (opracowanie własne)

Ważnym wskaźnikiem obciążenia zadaniowego jest poziom zdolności lub możliwości wykonania zadania przez człowieka, wynikający z wykorzystania jego zasobów.

Zależność określającą obciążenie zadaniowe jako sumę powyższych składników opisuje poniższa formuła (Wzór 1.1.).

$$W_{OZ} = W_{OU} + W_{OF} + W_{PC} + W_{WY} + W_{WS} + W_{FR} \quad (1.1.)$$

gdzie:

W_{OU} - wskaźnik obciążenia umysłowego

W_{OF} – wskaźnik obciążenia fizycznego

W_{PC} - wskaźnik presji czasu

W_{WY} - wskaźnik poziomu wydolności

W_{WS} - wskaźnik poziomu wysiłku

W_{FR} - wskaźnik poziomu frustracji

1.5.2. Zadanie

W niniejszej pracy jako zadanie definiuje się ogół czynności związanych z lotem, wykonywanych przez pilota w danym dniu. Obejmuje ono przede wszystkim:

- czynności związane z przygotowaniem do lotu (przygotowanie statku powietrznego i dokumentacji, analizę warunków atmosferycznych itd.);
- czynności wykonywane w locie;
- czynności wykonywane po locie (zahangarowanie statku powietrznego, wypełnienie dokumentacji).

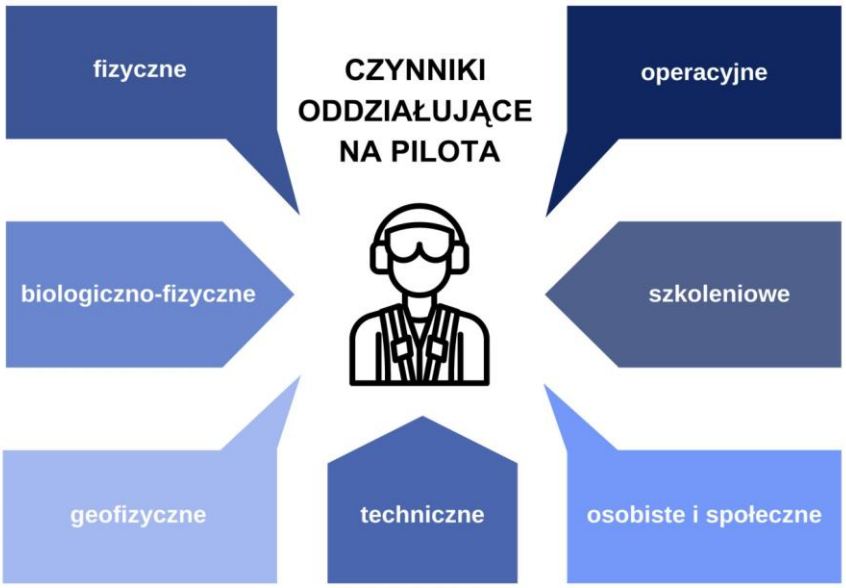
W analizie dla danego zadania uwzględniono czynności wykonywane przed lotem oraz w trakcie lotu. W przypadku, gdy pilot wykonuje kilka lotów w ciągu dnia lotnego, uwzględnione są czynności związane z poprzednimi blokami lotów. Zależności te prezentuje poniższy rysunek. (Rys. 1.25.)

Rysunek 1.25. Grupy czynności składające się na zadanie

1.5.3. Czynniki wpływające na pilota i poziom obciążenia zadaniowego (Berlik, 2019; Klich, 2011; Makarowski, 2010; Sasim, 2009)

Na poziom obciążenia zadaniowego, a także na zdolność pilota do ich prawidłowego wykonywania, ma wpływ wiele czynników. Każdy z nich może wpływać na jeden lub kilka rodzajów obciążeń zdefiniowanych na potrzeby niniejszej pracy. Poziom obciążenia może się także zmieniać w trakcie wykonywania zadania, w zależności od jego fazy, zmieniających się warunków oraz zmęczenia pilota. Znajomość interakcji występujących w systemie, w tym wpływu człowieka na środowisko jego funkcjonowania oraz wpływu środowiska na człowieka, jest nieodzowne dla skutecznego kształtowania tego systemu (Sławińska, Derbich, Ewertowski, Król, Berlik, 2019; Wiśniewski, Polak-Sopińska, Wiśniewska, Sopiński, 2015).

Czynniki oddziałujące na pilota podczas wykonywania zadania podzielono na siedem grup (Rys. 1.26.). Wymienione poniżej grupy mogą posiadać części wspólne, a poszczególne czynniki mogą na siebie wzajemnie oddziaływać.



Rysunek 1.26. Grupy czynników oddziałujących na pilota (opracowanie własne na podstawie: Sasim, 2009)

Pierwszą grupę stanowią czynniki fizyczne, które występują w kabinie statku powietrznego:

a) hałas,

b) drgania,

c) zawartość tlenu i dwutlenku węgla w kabinie,

d) oświetlenie,

e) ciśnienie,

f) przyspieszenia,

g) temperatura,

h) promieniowanie elektromagnetyczne i jonizujące.

Wpływ na nie ma między innymi konstrukcja statku powietrznego, warunki atmosferyczne, pora dnia, ale także cechy antropometryczne pilota, pozycja ciała a także rodzaj zadania i sposób jego wykonania. Na część z nich pilot może oddziaływać w niewielkim stopniu, np. przez odpowiedni dobór wysokości lotu i technikę pilotażu (Berlik, 2022; Berlik, Dahlke, Sławińska, 2018; Butlewski, Tytyk, 2011).

Drugą grupę czynników stanowią czynniki biologiczno-fizyczne:

a) zaburzony rytm biologiczny,

b) niedotlenienie,

c) znużenie,

d) pragnienie,

e) głód,

f) zmęczenie,

g) obniżony próg rozróżniania barw.

Dostrzec w niej można czynniki, które da się zaobserwować także na najniższym piętrze hierarchii potrzeb wyrażonej w „piramidzie Maslowa" (Uysal, Aydemir, Genc, 2017). Ich wpływ jest zależny od stanu zaspokojenia podstawowych potrzeb człowieka (Berlik, Ewertowski, 2021; Estren, Potter, 2013; Kałużna, Fellner, 2014).

Kolejną grupę czynników stanowi grupa czynników geofizycznych:

a) warunki atmosferyczne,

b) pora roku,

c) pora doby,

d) zmiany widzialności,

e) opad,

f) burzliwość atmosfery,

g) oblodzenie.

Wpływ na nią ma w dużej mierze lokalizacja i czas wykonywania lotu oraz aktualnie występujące warunki meteorologiczne. Praktycznie jedyną formą wpływu na występowanie warunków z tej grupy może być zmiana terminu i miejsca realizacji zadania, co bardzo rzadko jest możliwe. Najczęściej jedynymi formami reagowania na wystąpienie poniższych czynników jest ich akceptacja i wykonanie zadania lub odstąpienie od jego wykonania (Ewertowski, Berlik, 2020; Sasim, 2009).

Czynniki techniczne stanowią grupę, która może mieć najmniej oczywisty wpływ na obciążenie pilota, niemniej jednak jest on znaczący. Zalicza się do nich:

a) osiągi,

b) wyposażenie radiowe,

c) systemy ratunkowe,

d) niezawodność konstrukcji i systemów statku powietrznego,

e) jakość ergonomiczną kabiny,

f) awionikę.

O ile znaczenie jakości ergonomicznej wydaje się być nie do przecenienia, o tyle znaczenie na przykład systemów ratunkowych oraz niezawodności systemów i konstrukcji może budzić wątpliwości. Nie zmienia to faktu, że czynniki te mają duży wpływ na obciążenie, choćby poprzez zwiększenie komfortu wykonywania zadań przez załogę dzięki poczuciu bezpieczeństwa. Ponadto niski poziom niezawodności systemów i konstrukcji wpływa na konieczność wykonywania dodatkowych zadań w wyniku wystąpienia awarii oraz bardziej starannej eksploatacji obejmującej np. wykonywanie dodatkowych czynności podczas przeglądu przedlotowego. Także wyposażenie samolotu w odpowiednią awionikę może znacząco ułatwić wykonywanie zadań. Lepsze osiągi zwiększają możliwości pilota w zakresie doboru sposobu wykonania zadania oraz zwiększają jego poczucie bezpieczeństwa i komfort (Górny, 2011; Sławińska, Więcek-Janka, Berlik, Galant, 2018; Walmsley, Gilbey, 2016; Wróbel, Stasiuk, 2015).

Grupa piąta stanowi grupę najtrudniejszą do oceny przez osoby zarządzające bezpieczeństwem, a w pewnym zakresie także przez samego pilota. Czynniki osobiste i społeczne stanowią:

a) sytuacja materialna,

b) sytuacja zawodowa,

c) sytuacja rodzinna,

d) sytuacja środowiskowa,

e) jakość współpracy, sympatie i antypatie między członkami załogi,

f) monotonia i odosobnienie podczas lotów.

Trudność wynika z faktu, że na wymienione czynniki składają się bardzo złożone procesy i obejmują one przede wszystkim kwestie niematerialne. W tym obszarze świadomość czynników bazuje głównie na subiektywnej ocenie i jest zależna w znacznym stopniu od poziomu świadomości pilota i jego umiejętności miękkich. Ze względu na to, że większość tych czynników wynika ze zdarzeń i warunków występujących w życiu osobistym pilota, trudno je kształtować z punktu widzenia osób zarządzających bezpieczeństwem lotów (Szopa, 2009).

Na przedostatnią grupę składają się czynniki szkoleniowe:

a) poziom wiedzy,

b) doświadczenie i poziom wyszkolenia pilota,

c) trening naziemny,

d) liczba i trudność elementów przyswajanych podczas lotów szkolnych,

e) metodyczność szkolenia,

f) doświadczenie i poziom wyszkolenia instruktorów,

g) rotacja instruktorów,

h) atmosfera w ośrodku szkolenia / aeroklubie,

i) przygotowanie lotu,

j) interakcje pomiędzy uczniem/pilotem a instruktorem / kierownikiem lotów.

Grupa obejmuje bardzo dużo elementów, które składają się na całokształt przygotowania pilota do lotu z punktu widzenia jego wiedzy, umiejętności, doświadczenia i aktualnego treningu. Wpływ na nie ma przebieg całej kariery lotniczej poprzez szkolenia teoretyczne i praktyczne, wykonywane wcześniej loty i warunki ich wykonywania, zdarzenia, w których brał udział, oddziaływanie i przykład innych pilotów i instruktorów, naukę własną, kompetencje zdobyte poza branżą lotniczą. Dużą rolę odgrywa także dobór zadań do poziomu wyszkolenia pilota, harmonogram ich wykonywania, poziom i adekwatność stosowania odpowiedniej metodyki szkolenia oraz jego organizacja. Złożoność i liczba wymienionych poniżej czynników sprawia, że zarządzanie załogami oraz procesem szkolenia lotniczego stanowi zadanie bardzo wymagające. Specyfika lotów szkolnych sprawia też, że wiążą się one z dużym ryzykiem i wymagają one odpowiedniego zarządzania także z punktu widzenia ryzyka i bezpieczeństwa w ogóle. Należy pamiętać, że czynniki szkoleniowe mają bardzo duży wpływ na samodzielne wykonywanie zadań przez pilotów nawet wiele lat po zakończeniu przez nich szkolenia (Edkins, 2002; Sławińska, Więcek-Janka, Berlik, Galant, 2018).

Ostatnią wyróżnioną grupę stanowią czynniki operacyjne:

a) rodzaj zadania,

b) ruch w rejonie wykonywania lotów,

c) zmiana warunków lub zadania w trakcie trwania lotu,

d) błędy w przygotowaniu lotu,

e) liczba lotów i czas lotów w ciągu dnia,

f) wysokość lotu,

g) prędkość lotu,

h) ilość i jakość prowadzonej korespondencji radiowej,

i) deficyt czasu.

Wynikają one przede wszystkim z rodzaju wykonywanego zadania oraz z otoczenia (ruchu innych statków powietrznych oraz klasy przestrzeni powietrznej, w której lot jest

wykonywany). W dużym stopniu pilot może je sobie łatwo uświadomić dzięki rzetelnemu planowaniu lotu; może też oddziaływać na nie poprzez właściwe przygotowanie się do wykonania zadania. Przygotowanie może obejmować odpowiednie przestudiowanie map, procedur, sporządzenie notatek, naukę i przećwiczenie pewnych elementów w warunkach naziemnych. Przykładem jest dokładne przygotowanie ucznia-pilota do lotu na lotnisko kontrolowane, na które składa się samodzielne zapoznanie się z obowiązującymi procedurami i rozmieszczeniem obiektów topograficznych, sporządzenie notatek, wydruk map. Ważnym elementem takiego przygotowania jest także bardzo szczegółowe omówienie każdego elementu lotu wraz z instruktorem, zaplanowanie różnych wariantów działania i przećwiczenie prowadzenia korespondencji radiowej z kontrolerem jeszcze podczas przygotowania naziemnego (Wu, Molesworth, Estival, 2019).

Wpływ powyższych czynników może się zmieniać w trakcie wykonywania zadania, dlatego istotne jest jak najpełniejsze ich uwzględnienie. Uświadomienie sobie ich wszystkich przez pilota może być trudne, dlatego ważne jest ujmowanie tych aspektów podczas szkoleń teoretycznych oraz kształtowanie kultury bezpieczeństwa z ich uwzględnieniem.

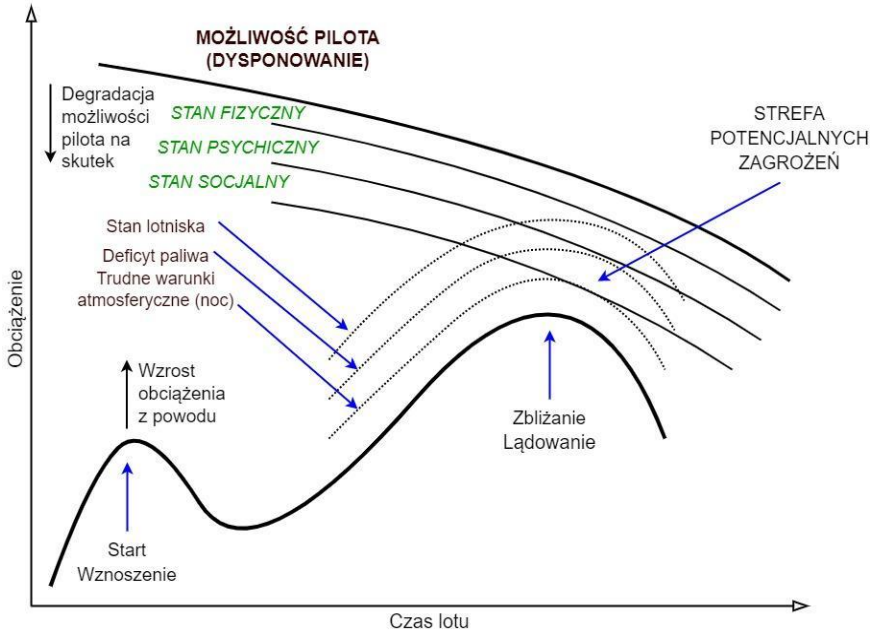
Z punktu widzenia bezpieczeństwa lotów szczególnie istotne są stany przeciążenia zadaniami. Stany przeciążenia mogą być spowodowane znaczącym wzrostem obciążenia w jednym obszarze lub kumulacją mniejszego wzrostem obciążenia w kilku obszarach. Większość przeciążeń ma miejsce podczas najbardziej wymagających faz lotu. Na przykład do przeciążenia umysłowego może dochodzić w sytuacjach, kiedy ilość informacji do przetworzenia przez operatora jest zbyt duża w danym czasie lub przewyższa jego możliwości poznawcze oraz intelektualne. Z przeciążeniem fizycznym operator zmaga się, gdy liczba i poziom trudności czy złożoność zadań przekracza możliwości operatora w danym czasie lub wiąże się ze zbyt dużym wydatkiem energetycznym, koniecznością przykładania zbyt dużych sił (Polak-Sopińska, Wróbel-Lachowska, Wiśniewski, Jałmużna, 2019). Duży wpływ na obciążenie pilota ma stopień trudności zadania, które wykonuje.

Stany przeciążenia – zarówno umysłowego, jak i fizycznego – w wydatny sposób zwiększają ryzyko związane z wykonywaniem lotu.

Przykład zmian obciążenia w czasie może stanowić przebieg zmian obciążenia umysłowego oraz możliwości pilota w trakcie trwania lotu, przedstawiony na Rysunku 1.27. Widać na nim spadek możliwości pilota wraz z czasem trwania lotu. Jednocześnie wyraźnie widoczna jest tendencja do wzrostu obciążenia wraz z czasem jego trwania, gdzie osiąga ono najwyższą wartość podczas zbliżania i lądowania. Szczególne znaczenie tego elementu występuje podczas lotów długotrwałych, takich jak długie trasy samolotowe czy loty wyczynowe (Bendak, Rashid, 2020).

Także podczas wykonywania wielu operacji przez długi czas dysponowanie pilota spada wraz z upływem czasu. Jego możliwości będą znacząco spadać np. po wykonaniu dwudziestu lotów na holowanie szybowca czy pięćdziesiątego lotu po kręgu

w wykonaniu instruktora z którymś z kolei uczniem danego dnia. Dodatkowy wpływ na dysponowanie może mieć aktualny stan pilota. Należy tu uwzględnić składowe takie jak stan socjalny, fizyczny czy psychiczny, przy czym zły stan w jednym obszarze może współistnieć ze złym stanem w innym. W sytuacji skumulowania się wielu czynników wpływających na pilota jego dysponowanie może być znacząco obniżone, gdzie przy wystąpieniu dodatkowych czynników zewnętrznych potęgujących obciążenie pilota, takich jak zły stan lotniska, trudne warunki atmosferyczne czy intensywny ruch na lotnisku, może dojść do wzrostu obciążenia pilota ponad jego możliwości. Takie sytuacje znacząco zwiększają prawdopodobieństwo popełnienia błędu przez operatora i sprzyjają wystąpieniu zdarzeń niepożądanych. Z powyższych informacji wynika między innymi, że istotna jest ocena samopoczucia pilota przed lotem, uwzględniająca na przykład zmęczenie oraz wzięcie pod rozwagę czasu trwania lotu.



Rysunek 1.27. Wzrost obciążenia psychicznego podczas lotu (opracowanie własne na podstawie: Makarowski, 2010)

1.5.4. Metody pomiaru obciążenia zadaniowego

Istnieje wiele metod oceny obciążenia zadaniowego. Służą one najczęściej do określenia tego, czy operator jest przeciążony, czy niedociążony; czy istnieje konieczność redukcji obciążenia; czy istnieją jeszcze zasoby dostępne do wykorzystania na potrzeby dodatkowych zadań (Masi, Amprimo, Ferraris, Priano, 2023). Wyniki oceny mogą stanowić przyczynek do podjęcia działań mających na celu redukcję obciążenia poprzez zapewnienie człowiekowi wsparcia przy pomocy środków technicznych lub organizacyjnych (Davis i in, 2014; United States Department of Transportation, 2019).

Mimo dostępności wielu metod ocena obciążenia zadaniowego jest zadaniem trudnym. Wynika to z ograniczeń każdej z opracowanych dotychczas metod oraz występowania wielu zmiennych, mających wpływ na funkcjonowanie człowieka (Casper, Kantowitz, 2009). Poniżej scharakteryzowano wybrane metody, uznane za szczególnie użyteczne z punktu widzenia zastosowania w lotnictwie. Podzielono je na subiektywne, semiobiektywne i obiektywne (Alaimo, Esposito, Orlando, Simoncini, 2020; Berlik, Ewertowski, Sławińska, 2019).

Do metod subiektywnych zaliczono metody, które bazują na ocenie własnej człowieka. Pilot sam ocenia obciążenie, jakie odczuwał podczas wykonywania zadania, udzielając odpowiedzi przy pomocy kwestionariusza. Zaletą stosowania tych metod jest uzyskanie subiektywnej opinii człowieka dotyczącej jego doznań. Wadę stanowi natomiast możliwość manipulacji wynikami badań poprzez nierzetelne wypełnienie kwestionariusza.

Do metod semiobiektywnych, bazujących również na ocenie człowieka, zalicza się wszystkie metody, w których ocena jest dokonywana przez osobę prowadzącą obserwację. W przypadku ewaluacji obciążenia pilota ocena może być dokonywana przez instruktora szkolącego lub kontrolującego. Innym przykładem osoby oceniającej jest tak zwany „pilot bezpieczeństwa", czyli pilot niebędący dowódcą statku powietrznego, a towarzyszący na przykład mniej doświadczonemu pilotowi, aby móc reagować w sytuacjach zagrożenia. Podobnie do metod subiektywnych, metody semiobiektywne także są obarczone ograniczonym postrzeganiem sytuacji przez osobę oceniającą oraz ryzykiem dokonania przez nią manipulacji, niemniej ocena taka jest w znacznym stopniu zobiektywizowana, ponieważ wykonuje ją osoba trzecia, którą najczęściej cechuje większa wiedza i doświadczenie.

Ostatnią grupę stanowią metody obiektywne za które uznano wszelkie metody bazujące na zapisie parametrów fizjologicznych człowieka. Ich zaletą jest bardzo ograniczony zakres ingerencji osoby badanej na uzyskane wyniki pomiaru. Niestety, jednocześnie są to metody kosztowne, a interpretacja wyników jest bardzo wymagająca.

Metody subiektywne i semiobiektywne

Subjective Workload Assessment Technique (SWAT) (SWAT Eurocontrol)

SWAT jest przeznaczoną dla pilotów wielowymiarową metodą oceny obciążenia, w której pod uwagę bierze się następujące kategorie (Zhang, Zheng, Duan, Meng, Zhang, 2015):

- deficyt czasu,
- obciążenie umysłowe,
- poziom stresu.

Ocena metodą SWAT składa się z dwóch etapów. Pierwszy z nich, a zarazem najbardziej pracochłonny, polega na opracowaniu skali. Badany porządkuje 27 kart według kolejności odpowiadającej temu, w jaki sposób postrzega obciążenie pracą – od najmniejszego do największego. Na podstawie odpowiedzi respondenta dokonuje się analizy służącej opracowaniu indywidualnej skali. W drugim etapie badany ocenia obciążenie pracą dla danego zadania. Odbywa się to na podstawie oceny konkretnych czynności według wskazanych kategorii (deficyt czasu, obciążenie umysłowe, poziom stresu). W każdym z tych obszarów respondent może ocenić poziom obciążenia w skali od jednego do trzech punktów. Następnie wyniki przeliczane są zgodnie ze skalą opracowaną w pierwszym etapie. Efektem końcowym jest uzyskanie oceny poziomu obciążenia w postaci wyniku liczbowego mieszczącego się w zakresie od zera do stu punktów.

National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX)

NASA-TLX to metoda kwestionariuszowa opracowana przez zespół Human Performance Grup w Ames Research Center NASA (Zhang i in., 2015). Podczas badania za pomocą przygotowanego kwestionariusza dokonuje się oceny obciążenia zadaniowego już po locie, w sześciu wskazanych kategoriach:

a) obciążenie umysłowe,

b) obciążenie fizyczne,

c) presja czasu,

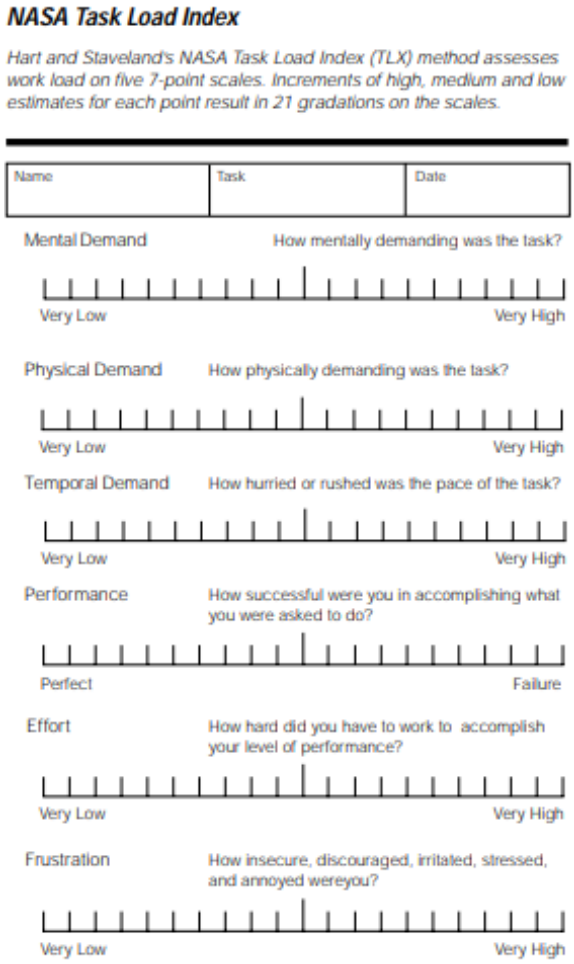
d) wydajność,

e) wysiłek,

f) frustracja.

Podczas oceny badany pilot zaznacza na kwestionariuszu odpowiedni fragment dwudziestostopniowej skali, odpowiadający jego zakresowi obciążenia. Wyrażenie poziomu obciążenia przez oznaczenie na skali, a nie podanie wartości liczbowej, ma służyć rzetelniejszej ewaluacji. Następnie osoba badana wyłania w teście wyboru, gdzie przeciwstawione są sobie po dwie kategorie, tę generującą poczucie największego obciążenia (Berlik, Ewertowski, Sławińska, 2019; NASA-TLX, 2009).

Zaletą stosowania metody NASA TLX jest dosyć łatwe przeprowadzenie badania. Wypełnienie kwestionariusza (Rys. 1.28.) trwa kilka minut, a analiza odpowiedzi pozwala uzyskać wystarczająco dokładne wyniki. Duży walor metody NASA TLX to identyfikacja kategorii, w których występuje największe obciążenie. Dostępnych jest wiele aplikacji (Rys. 1.29.) na systemy iOS i Android czy choćby wzorów arkuszy kalkulacyjnych, umożliwiających szybkie opracowanie wyników badania (Gawron, 2008).



NASA Task Load Index

Hart and Staveland's NASA Task Load Index (TLX) method assesses work load on five 7-point scales. Increments of high, medium and low estimates for each point result in 21 gradations on the scales.

Name | Task | Date

Mental Demand — How mentally demanding was the task? — Very Low / Very High

Physical Demand — How physically demanding was the task? — Very Low / Very High

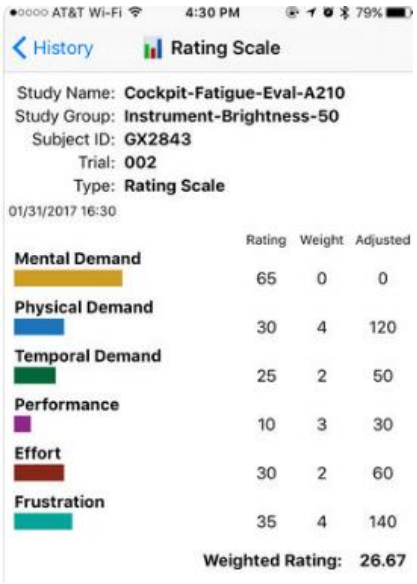
Temporal Demand — How hurried or rushed was the pace of the task? — Very Low / Very High

Performance — How successful were you in accomplishing what you were asked to do? — Perfect / Failure

Effort — How hard did you have to work to accomplish your level of performance? — Very Low / Very High

Frustration — How insecure, discouraged, irritated, stressed, and annoyed wereyou? — Very Low / Very High

Rysunek 1.28. Kwestionariusz NASA TLX (NASA TLX, 2009)



●○○○○ AT&T Wi-Fi 4:30 PM 79%

History | Rating Scale

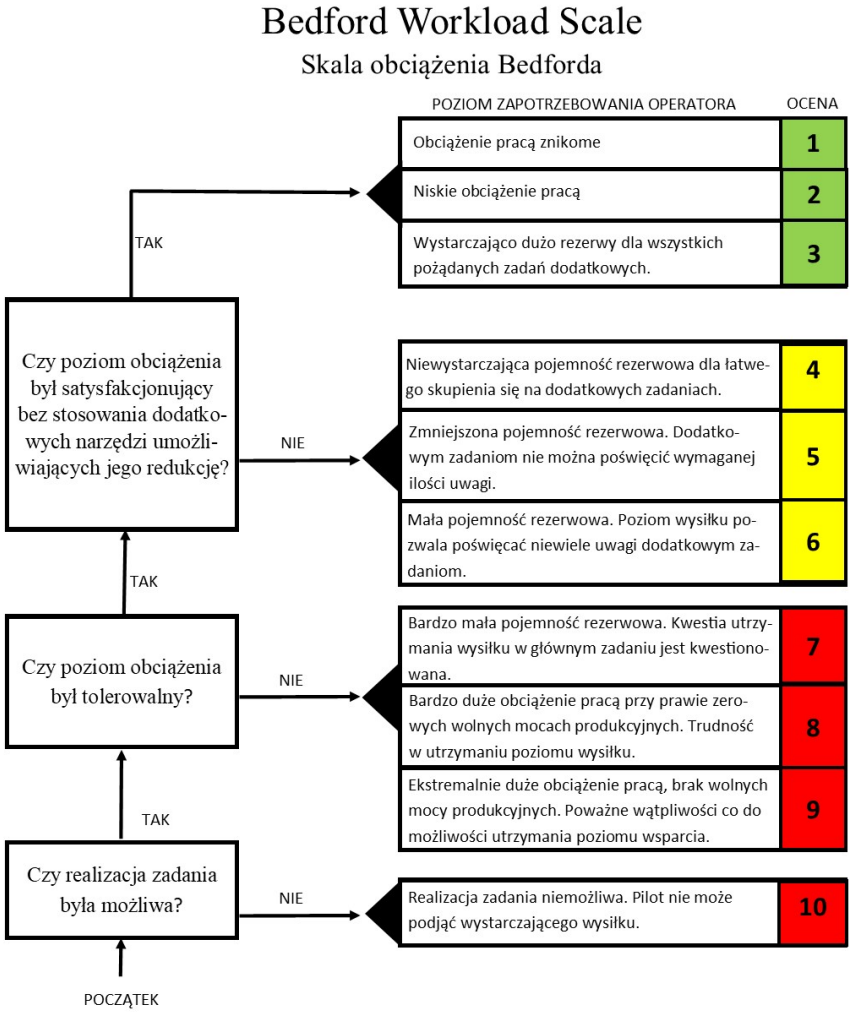
Study Name: **Cockpit-Fatigue-Eval-A210**
Study Group: **Instrument-Brightness-50**
Subject ID: **GX2843**
Trial: **002**
Type: **Rating Scale**
01/31/2017 16:30

	Rating	Weight	Adjusted
Mental Demand	65	0	0
Physical Demand	30	4	120
Temporal Demand	25	2	50
Performance	10	3	30
Effort	30	2	60
Frustration	35	4	140
	Weighted Rating:		**26.67**

Rysunek 1.29. Przykładowy wynik oceny przeprowadzonej przy użyciu kwestionariusza NASA-TLX w aplikacji. (NASA TLX App Store)

Bedford Workload Scale

W Bedford Workload Scale badany ocenia swoje obciążenie w dziesięciostopniowej skali (Rys. 1.30.) przy użyciu pytań pomocniczych. Dzięki pytaniom pomocniczym dotyczącym tego, czy realizacja zadania w ogóle była możliwa, czy poziom obciążenia był tolerowalny oraz czy poziom obciążenia był satysfakcjonujący bez stosowania dodatkowych narzędzi umożliwiających jego redukcję, zostają wyodrębnione pytania szczegółowe, do których przyporządkowany jest odpowiedni poziom obciążenia (Jennings, Craig, Carignan, Ellis, Qinetiq, 2005). Dużą zaletą tej metody jest zdecydowanie krótszy czas trwania oceny niż w przypadku innych metod oraz to, że wyniki nie wymagają szczegółowego opracowania. Niestety, ocena przeprowadzona przy pomocy tej metody nie pozwala zidentyfikować kategorii, w których obciążenie było największe. Może ona jednak stanowić metodę szybkiej oceny, czy człowiek jest przeciążony, niedociążony, czy obciążenie jest adekwatne. Dzięki temu można wstrzymać realizację zadania i przeprowadzić szczegółową diagnozę (Berlik, Ewertowski, Sławińska, 2019; Sgobba i in., 2017).



Rysunek 1.30. Bedford Workload Scale (opracowanie własne na podstawie: Maris, i in. 2014)

Instantaneous Self Assessment (ISA)

ISA jest techniką służącą natychmiastowej ocenie stopnia, w jakim zasoby operatora są zaangażowane w wykonywanie zadań (Hamann, Carstengerdes, 2020). Ocena dokonywana jest przez wybór odpowiedniego klawisza klawiatury umieszonej na stanowisku pracy. Wybierając klawisz w odpowiednim kolorze, oznaczony dodatkowo opisem, badany dokonuje oceny stopnia obciążenia. Operator jest informowany o potrzebie dokonania oceny przez zapalenie się diody znajdującej się na wysokości jego wzroku. Co charakterystyczne dla tej metody, ocena dokonywana jest w trakcie wykonywania zadania (Radüntz, Fürstenau, Tews, Rabe, Meffert, 2019). Opis poszczególnych poziomów oceny obciążenia zamieszczono w Tabeli 1.1.

Tabela 1.1. Poziomy obciążenia wg Instantaneous Self Assessment (ISA) (opracowanie własne na podstawie: Rusnock, Geiger, 2017)

Ocena	Obciążenie	Opis
1	Niewykorzystane	Nic do wykonania, znudzenie
2	Odprężające	Więcej niż wystarczająco dużo czasu na wykonanie wszystkich zadań. Aktywność przy wykonaniu zadania przez mniej niż 50% całego przewidywanego czasu
3	Komfortowe	Wszystkie zadania możliwe do wykonania. Żywe, ale stymulujące tempo rozwoju obciążenia. Praca wciąż możliwa na tym poziomie
4	Wysokie	Nieistotne trudności w wykonywaniu zadań. Praca na tym poziomie nie może być wykonywana zbyt długo
5	Nadmierne	Opóźnienia w wykonywaniu zadań. Utrata pełnego obrazu wykonywanych czynności

Metoda ISA najczęściej stosowana jest w badaniu pracy kontrolerów ruchu lotniczego. Wykorzystanie jej w badaniu pracy pilota podczas lotu, szczególnie w kluczowych, najbardziej interesujących z punktu widzenia badacza i generujących największe obciążenie fazach – takich jak start czy lądowanie – byłoby trudne. Znane są jednak przypadki zastosowania tej metody w locie. Przykład mogą stanowić badania prowadzone podczas lotów doświadczalnych prowadzonych przez firmę Airbus. Podczas prób montowano klawiaturę do tablicy przyrządów samolotu. Dioda była uruchamiana manualnie przez obserwatora znajdującego się na pokładzie, gdy znacząco zmieniał się charakter wykonywanych zadań lub standardowo w odstępie trzyminutowym. Ponadto obserwator prowadził ocenę poziomu obciążenia obu pilotów wykonujących lot w siedmiostopniowej skali, a także rejestrował popełnione błędy w trzypunktowej skali, identyfikując je jako: niewielkie, znaczące i mające wpływ na bezpieczeństwo.

Ze względu na konieczność udzielania odpowiedzi w trakcie wykonywania zadania metoda ta jest użyteczna z punktu widzenia badania obciążenia pilota w warunkach symulatora. Niestety, w prowadzeniu badań podczas lotu może mieć zbyt duży wpływ na jego bezpieczeństwo (ISA, 2023).

Metody obiektywne

Tętno

Tętno, często określane także jako puls, należy do podstawowych parametrów fizjologicznych ludzkiego organizmu. To „rytmiczne, zgodne ze skurczami serca zmiany szerokości tętnic oraz towarzyszące im zmiany ciśnienia, spowodowane wtłaczaniem przez lewą komorę serca do aorty kolejnych porcji krwi" (Encyklopedia PWN, 2023).

Zmiany tętna może wywoływać wiele czynników oddziałujących na człowieka. Zależne jest ono od obciążenia związanego z wysiłkiem umysłowym i fizycznym czy ze stresem. Wpływ na zmiany tętna mają także czynniki zewnętrzne, takie jak temperatura otoczenia, nasłonecznienie czy ciśnienie atmosferyczne. Sprawia to, że praktycznie niemożliwe jest zidentyfikowanie przyczyny zmiany tętna w sposób pewny i jednoznaczny. Niektóre źródła wskazują także na zdecydowanie większy wpływ stresu na zmiany tętna niż na zmiany obciążenia. Na przykład podczas badań tętna u pilotów najgwałtowniejsze zmiany występują w sytuacji, gdy obciążenie umysłowe czy fizyczne nie jest bardzo duże, ale występuje duży stres związany z wysoką dotkliwością skutków popełnienia błędu (Makivić, Djordjević, Nikić, Willis, 2013).

Pierwszych pomiarów tętna podczas lotu dokonywano już w latach 30. ubiegłego wieku (Makarowski, 2010). Zmiany tętna u pilotów zależne są przede wszystkim od aktywności układu autonomicznego, co głównie warunkuje poziom stresu. Podczas szeregu badań prowadzonych zarówno w lotnictwie wojskowym, jak i komunikacyjnym, rejestrowano znaczące zmiany tętna podczas trwania lotu. Jego wzrost następował przede wszystkim w fazach lotu wiążących się ze zwiększonym poziomem stresu i obciążeniem zadaniowym, takich jak start i lądowanie.

Miniaturyzacja i wzrost dostępności urządzeń pomiarowych sprawiły, że mierzenie tętna może być wykonywane powszechnie, a wyniki da się odczytać przy pomocy np. odpowiedniej aplikacji na telefon. W niektórych przypadkach istnieje nawet możliwość bieżącego udostępniania wyników pomiarów innym użytkownikom online. Na potrzeby prowadzonych badań postanowiono przetestować dwie najpopularniejsze wśród sportowców metody pomiaru (Cooper, Osselton, Shaw, 2014; Tatum, 2022).

a) Pomiar tętna przy pomocy opaski na klatkę piersiową (Rys. 1.31)

   Pierwszą z metod jest pomiar przy pomocy opaski wyposażonej w elektrody, mocowanej na klatkę piersiową. W badaniach wykorzystano do tego celu

urządzenie Polar H9. Opaska zamocowana do klatki piersiowej osoby badanej wyposażona jest w nadajnik sparowany z telefonem wyposażonym w aplikację Polar Beat lub Polar Flow. Dzięki bieżącemu przesyłowi danych możliwe jest śledzenie zmian pulsu w czasie rzeczywistym na wyświetlaczu telefonu oraz zapis zmian pulsu w czasie.

Rysunek 1.31. Opaska Polar H9 (GPS dla aktywnych, 2020)

b) Pomiar tętna przy użyciu zegarka

Drugi popularny sposób pomiaru polega na rejestrowaniu tętna przy pomocy zegarka mocowanego na nadgarstku osoby badanej. Opaska zegarka jest wyposażona w optyczny sensor tętna, który składa się z naświetlających skórę diod w kolorze zielonym oraz z fotodiody mierzącej ilość światła, które zostało odbite. Zmiany w ilości światła odbitego świadczą o zmianach szerokości tętnic i umożliwiają pomiar tętna. W przypadku tej metody bardzo istotna jest jakość wykonania urządzenia oraz sposób mocowania zegarka do nadgarstka. Urządzenie powinno dość dokładnie przylegać do skóry, nie przemieszczać się i być zamontowane na odpowiedniej wysokości. Wszelkie odchylenia dosyć wyraźnie wpływają na dokładność pomiaru (Gillinov, Gillinov, Houghtaling, Phelan 2017).

Elektroencefalografia (EEG)

EEG jest nieinwazyjną metodą badania fal mózgowych. Badanie wykonuje się przy pomocy elektroencefalografu. Jego najważniejszym elementem jest czepek wyposażony w elektrody, mocowany do głowy badanego i połączony z komputerem, który rejestruje aktywność fal mózgowych. Dzięki badaniu EEG można uzyskać informacje o aktywności elektrycznej mózgu (Kirschstein, Köhling, 2009).

Zastosowanie klasycznego elektroencefalografu wykonującego pomiar przy użyciu kilkudziesięciu elektrod byłoby trudne w powietrzu ze względu na sposób montażu

urządzenia. Wynik badania może być zniekształcony przez ruchy ciała. Także interpretacja wyników wymagałaby specjalistycznej wiedzy i umiejętności. (Galant, 2017). Wadą stosowania tej metody jest jej inwazyjność i wysokie koszty (Miller, 2001).

Alternatywą dla EEG może być zastosowanie zdecydowanie prostszych urządzeń wyposażonych w dwie lub trzy diody. Rejestrują one przede wszystkim stan koncentracji badanego.

Reakcja skórno-galwaniczna (GSR)

Reakcja skórno-galwaniczna mierzona jest przy pomocy galwanometru. (Rys. 1.32.) Polega ona na pomiarze przewodnictwa elektrycznego przy pomocy zmian oporu elektrycznego. Opór elektryczny spada, kiedy rośnie potliwość skóry. Zwiększenie potliwości skóry występuje w wyniku aktywacji autonomicznego układu nerwowego, co może być spowodowane przeżywaniem różnych emocji, na przykład stresu czy lęku (Aqajari i in., 2020).

Rysunek 1.32. Przykładowe urządzenie mierzące reakcję skórno-galwaniczną (Wearable sensing, 2023)

Wyniki prowadzonych badań są imponujące, jednak ze względu na potrzebę przymocowania czujnika do palca osoby badanej przy jednoczesnej konieczności połączenia go z urządzeniem za pomocą przewodu zrezygnowano z zastosowania tej metody w badaniach z uwagi na bezpieczeństwo wykonywanych lotów.

Monitorowanie parametrów statku powietrznego

Przydatnym narzędziem, które daje możliwość odniesienia zmian parametrów psychofizjologicznych pilota do sytuacji zaistniałych w trakcie lotu jest monitorowanie parametrów statku powietrznego. Może ono przybierać bardzo rozbudowane formy albo dotyczyć jedynie podstawowych informacji na temat stanu statku powietrznego (Stelmach, 2011). Ważne jednak, aby zestaw zbieranych informacji umożliwiał zbudowanie chociaż zarysu świadomości sytuacyjnej, a w pewnych przypadkach także

zidentyfikowanie oraz interpretację konkretnego zdarzenia i połączenie go ze zmianami stanu pilota. Możliwości monitorowania parametrów statku powietrznego zależne są przede wszystkim od stopnia zaawansowania awioniki, roku budowy statku powietrznego, jego przeznaczenia czy klasy. Istnieje także wiele możliwości wyposażenia statku powietrznego w proste i niedrogie elementy umożliwiające rejestrowanie podstawowych parametrów lotu. Poniżej zostaną omówione podstawowe elementy, których monitorowanie może być użyteczne z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem lotów (Dub, Pařízek, 2018).

a) Pozycja statku powietrznego

   Rejestrowanie śladu GPS statku powietrznego jest obecnie standardem. W funkcję taką wyposażona jest zdecydowana większość znajdujących się na wyposażeniu samolotu urządzeń do nawigacji czy też urządzeń przenośnych będących własnością pilotów. Zapis tych parametrów jest możliwy przy użyciu zwykłego smartfona czy tabletu z wykorzystaniem jednej z wielu dostępnych na rynku aplikacji. Poza odzwierciedleniem przebiegu trasy aplikacja umożliwia odtworzenie parametrów takich jak:

   – prędkość względem ziemi,
   – wysokość,
   – kurs,
   – prędkość pionowa.

b) Rejestrowanie obrazu

   Rejestrowanie obrazu może stanowić niedrogą alternatywę dla rejestratorów parametrów lotu powszechnie wykorzystywanych w lotnictwie wojskowym czy komunikacyjnym. Są one szczególnie przydatne jeśli chodzi o badania przebiegu zdarzeń niepożądanych – pozwalają odtworzyć parametry lotu, statku powietrznego i działania załogi (Dub, Pařízek, 2018). Niestety większość samolotów wykorzystywanych w lotnictwie ogólnym nie ma takiej możliwości, dlatego zdecydowano się na zweryfikowanie szansy zastosowania zapisu wideo jako niedrogiej alternatywy dla zapisu danych przy pomocy rejestratorów lotu.

Inne metody

Prowadzone są także badania w kierunku rozwoju innych metod oceny obciążenia zadaniowego. Niestety ze względu na brak ich dostępności lub brak potwierdzonej skuteczności nie uwzględniono ich w niniejszym opracowaniu. Niewykluczone, że w miarę upływu czasu, dzięki intensywnie prowadzonym badaniom i pracom rozwojowym, w niedalekiej przyszłości staną się one dostępne i użyteczne z punktu widzenia pomiaru obciążenia zadaniowego i zarządzania bezpieczeństwem lotów. Do metod wykazujących duży potencjał do zastosowania w przyszłości autor zalicza między

innymi pomiar napięcia mięśniowego (Mehta, Agnew, 2012) oraz analizę poziomu stresu na podstawie głosu (VSA) (Rothkrantz, Wiggers, van Wees, van Vark, 2004).

1.5.5. Wnioski

Spośród wielu metod oceny obciążenia zadaniowego większość jest bardzo użyteczna w zakresie oceny po locie, a ich potencjał w zakresie prognozowania obciążenia w locie jest dosyć niewielki. Szczególnie zastosowanie metod obiektywnych w sektorze lotnictwa ogólnego jest na obecnym etapie rozwoju technologii dosyć ograniczone. Organizacje lotnictwa ogólnego są organizacjami niewielkimi, najczęściej dysponującymi bardzo ograniczonymi środkami. O ile zastosowanie metod obiektywnych w organizacjach lotnictwa komunikacyjnego czy w lotnictwie woskowym jest możliwe i w dużej mierze powszechnie stosowane od wielu lat, chociażby w postaci pozyskiwania danych zawierających informacje o parametrach statku powietrznego, ruchach sterownic wykonywanych przez pilotów czy zapisu ich głosu z rejestratorów parametrów lotu, to możliwości jego stosowania w lotnictwie ogólnym są nadal bardzo ograniczone. Mimo że najnowsze egzemplarze statków powietrznych często mają możliwość zapisu podstawowych parametrów lotu, to nadal stanowią one zdecydowaną mniejszość w tym sektorze.

Podsumowanie rozdziału pierwszego

W rozdziale pierwszym dokonano analizy literatury dotyczącej tematu. Analiza obejmowała przegląd definicji bezpieczeństwa lotów i zdefiniowanie pojęcia na potrzeby pracy oraz przedstawienie ewolucji postrzegania bezpieczeństwa lotów na przestrzeni lat. Następnie omówiono kwestię zarządzania bezpieczeństwem lotów, odnosząc się do dokumentów opublikowanych przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego, takich jak załącznik 19 do konwencji chicagowskiej i podręcznik zarządzania bezpieczeństwem. Omówiono również zagadnienia związane z rozumieniem pojęcia ryzyka i jego wpływu na funkcjonowanie organizacji, a także problem przełożenia świadomości ryzyka na proces zarządzania. Wymieniono przykłady zdarzeń rozpatrywanych w ramach ryzyka operacyjnego w lotnictwie. W dalszej kolejności skoncentrowano się na zarządzaniu ryzykiem, począwszy od założeń normy ISO 31000:2018, po zarządzanie ryzykiem w lotnictwie.

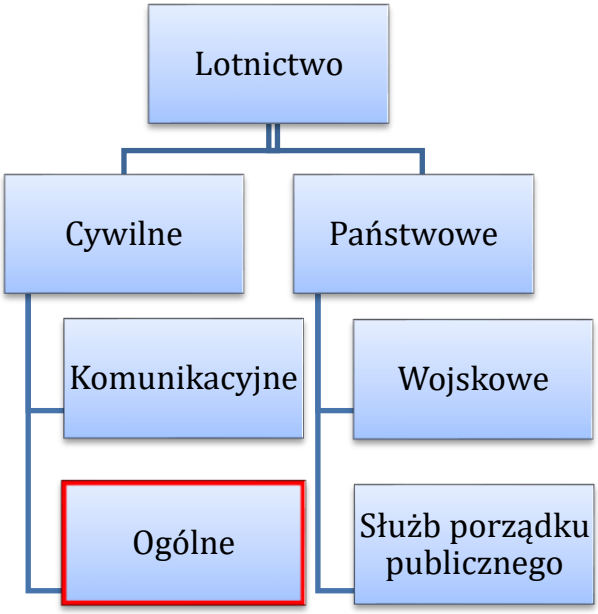
Dość obszerną część rozdziału poświęcono zagadnieniu obciążenia zadaniowego. Dokonując przeglądu literatury, zdefiniowano obciążenie zadaniowe na potrzeby rozprawy. Następnie scharakteryzowano czynniki oddziałujące na pilota w locie, z podziałem na czynniki fizyczne, biologiczno-fizyczne, geofizyczne, techniczne, osobiste i społeczne, szkoleniowe oraz operacyjne.

W ostatniej części rozdziału dokonano przeglądu metod pomiaru obciążenia zadaniowego, dzieląc je na metody subiektywne, semiobiektywne i obiektywne.

2. CHARAKTERYSTYKA LOTNICTWA OGÓLNEGO

2.1. Lotnictwo ogólne

Lotnictwo ogólne (ang. General Aviation – GA) zawiera w sobie cały ruch lotniczy, z wyłączeniem lotów rozkładowych oraz lotów lotnictwa państwowego (Rys. 2.1.).



Rysunek 2.1. Współczesny podział lotnictwa (opracowanie własne na podstawie: Marszałkiewicz, 2014)

Jest to najbardziej różnorodna grupa operacji lotniczych, która obejmuje różne rodzaje operacji, takie jak:

a) loty szkolne – w których uczeń-pilot odbywa szkolenie do uzyskania licencji albo pilot szkolony (posiadający licencję) szkoli się do uzyskania licencji wyższego rzędu lub nowych uprawnień (np. do lotów nocnych, na nowy typ statku powietrznego, do wykonywania akrobacji i innych) (Kılıç, 2019);

b) loty sportowe – związane z udziałem w zawodach, np. w przelotach szybowcowych, akrobacjach, lotach rajdowo-nawigacyjnych; także loty wyczynowe (np. przeloty szybowcowe oraz loty na uzyskanie przewyższenia);

c) loty treningowe i rekreacyjne – loty mające na celu doskonalenie techniki pilotażu czy zdobycie doświadczenia, treningowe loty po kręgu na celność lądowania,

doskonalenie wykorzystywania noszeń termicznych, trasy nawigacyjne czy budowa nalotu w celu spełnienia warunków do zdobycia licencji wyższego rzędu;

d) loty biznesowe – loty dyspozycyjne, nieujęte w rozkładzie.

Ciekawostką jest także fakt, że w tej grupie mieszczą się m.in. loty wykonywane przez Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, które nie są ujęte jako loty lotnictwa państwowego. Zgodnie z Ustawą Prawo Lotnicze „polskim państwowym statkiem powietrznym jest: statek powietrzny używany przez Siły Zbrojne Rzeczypospolitej Polskiej (wojskowy statek powietrzny), statek powietrzny używany przez jednostki organizacyjne Straży Granicznej, Policji i Państwowej Straży Pożarnej (statek powietrzny lotnictwa służb porządku publicznego)" (Dz.U. 2020 1970).

W ramach lotnictwa ogólnego loty wykonują różne rodzaje statków powietrznych. Są to między innymi:

a) samoloty,

b) śmigłowce,

c) szybowce,

d) motoszybowce,

e) wiatrakowce,

f) wiroszybowce,

g) balony,

h) sterowce,

i) paralotnie,

j) motoparalotnie,

k) motolotnie,

l) lotnie (Turnbull, 1999).

Ze względu na dużą różnorodność statków powietrznych, wykonywanych zadań i rodzaju operacji w niniejszej publikacji skoncentrowano się na wybranych obszarach z zakresu lotów szkolnych, sportowych i treningowych, wykonywanych na samolotach. Być może prowadzone obecnie prace w przyszłości będą przyczynkiem do rozszerzenia badań także o inne loty w ramach lotnictwa ogólnego (Neuhausa, Dambier, Glaser, Schwalbe, Hinkelbein, 2010).

Ważnym aspektem jest też to, że w lotach tych piloci mogą znacząco różnić się od siebie zarówno wiekiem, jak i poziomami doświadczenia, umiejętności czy wiedzy, dlatego istotne jest uwzględnienie tych zmiennych w interpretacji wyników badań (de Voogt, van Doorna, 2010).

Wykonywane zadania mogą różnić się od siebie swoją specyfiką. Rodzaje lotów można podzielić ze względu na zadania wykonywane w trakcie ich trwania. Poniżej scharakteryzowano kilka najczęściej spotykanych rodzajów lotu w lotnictwie ogólnym:

a) loty trasowe – loty związane z przelotem po zaplanowanej wcześniej trasie. Mogą to być na przykład loty w celu przebazowania statków powietrznych czy loty treningowe mające na celu podniesienie umiejętności nawigacyjnych. Mogą one trwać od kilkudziesięciu minut do kilku godzin. Wymagają utrzymywania koncentracji przez dłuższy czas, ale często nie wiążą się z tak dużym obciążeniem jak inne rodzaje lotów, natomiast częsty problem stanowi monotonia (Bendak, Rashid, 2020);

b) loty po kręgu – loty wykonywane najczęściej podczas szkolenia, rzadziej podczas treningu. Ich celem jest nauka lub doskonalenie startu, lądowania, budowy kręgu, postępowania w sytuacjach niebezpiecznych. Ze względu na wykonywanie dużej liczby operacji (startów i lądowań) w krótkim czasie (średnio pełny cykl raz na 5-6 min.) wymagają one utrzymania bardzo wysokiej koncentracji i podejmowania wielu złożonych czynności w krótkim czasie. Dodatkową trudność stanowi zazwyczaj duży ruch w obrębie lotniska. Wymaga to od pilota ciągłej obserwacji innych statków powietrznych, wykonujących loty po kręgu oraz włączających się do ruchu (Mahboubi, Kochenderfer, 2017);

c) loty akrobacyjne – loty, w których pilot wykonuje różne figury akrobacji. Są one wymagające przede wszystkim ze względu na duże i nagłe zmiany przyspieszeń oddziałujących na pilota oraz potrzebę zachowania bardzo dobrej orientacji przestrzennej mimo gwałtownych zmian położenia statku powietrznego. Nierzadko wymagają także użycia dużych sił na sterach (de Voogt, van Doorn, 2009);

d) loty wg wskazań przyrządów – mogą być wykonywane w warunkach IMC (ang. Instrument Meteorological Conditions), w których widzialność jest ograniczona (np. loty wykonywane w chmurach) lub w celach szkolnych symulowane przy pomocy specjalnych okularów uniemożliwiających pilotowi obserwację przestrzeni poza kabiną. Duże obciążenie wynika z konieczności ciągłej obserwacji wskazań przyrządów i interpretacji ich w celu określenia położenia statku powietrznego w przestrzeni. Dużą trudność stanowią złudzenia, które występują już po kilkudziesięciu sekundach od utraty naturalnego horyzontu z pola widzenia. W takiej sytuacji pilot zmuszony jest ignorować swoje wrażenia na rzecz stanu prezentowanego przez przyrządy pokładowe (Wilson, Sloan, 2003);

e) holowanie szybowców – loty te charakteryzują się obciążeniem wynikającym z dużej liczby cykli (startów i lądowań) w krótkim czasie oraz trudnościami związanymi z wykonywaniem lotu w zespole;

f) zrzut skoczków – w lotach związanych ze zrzutem skoczków występują przede wszystkim gwałtowne zmiany ciśnienia i temperatury;

g) loty nocne – loty wymagające dobrego przygotowania, obciążające ze względu na porę doby, ale także narażenie na wiele złudzeń, w szczególności wzrokowych. Charakteryzują się utrudnioną lub niemożliwą obserwacją naturalnego horyzontu oraz utrudnioną nawigacją (wiele obiektów – takich jak linie kolejowe, rzeki, mniejsze miejscowości – jest niewidocznych) (Saleem, Kleiner, 2005).

2.2. Charakterystyka organizacji lotnictwa ogólnego

Organizacje lotnictwa ogólnego są w większości małe. Do cech pozwalających zaliczyć organizację lotnictwa cywilnego za małą należy m.in. zatrudnianie mniej niż 20 pracowników oraz nieprowadzenie operacji takich jak przewóz materiałów niebezpiecznych, operacji samolotami z silnikami turbinowymi, operacji specjalistycznych wysokiego ryzyka, operacji śmigłowcowych służb ratownictwa medycznego itp. Wśród działalności charakterystycznych dla organizacji małych wyróżnia się między innymi prowadzenie szkoleń do:

- licencji pilota szybowcowego (SPL),
- licencji pilota rekreacyjnego (LAPL),
- licencji pilota turystycznego (PPL),
- licencji pilota balonowego (BPL).

Organizacje małe prowadzą także szkolenia przeznaczone dla pilotów posiadających powyższe licencje (Wytyczne Prezesa ULC, 2021). W tych kryteriach doskonale mieszczą się organizacje szkolenia lotniczego, na których przykładzie omówione zostaną problemy specyfiki zarządzania organizacją lotnictwa ogólnego.

Organizacje szkolenia dzielimy na:

- tzw. zatwierdzone organizacje szkolenia (ATO – ang. *approved training organisations*),
- tzw. zadeklarowane organizacje szkolenia (DTO – ang. *declared training organisation*).

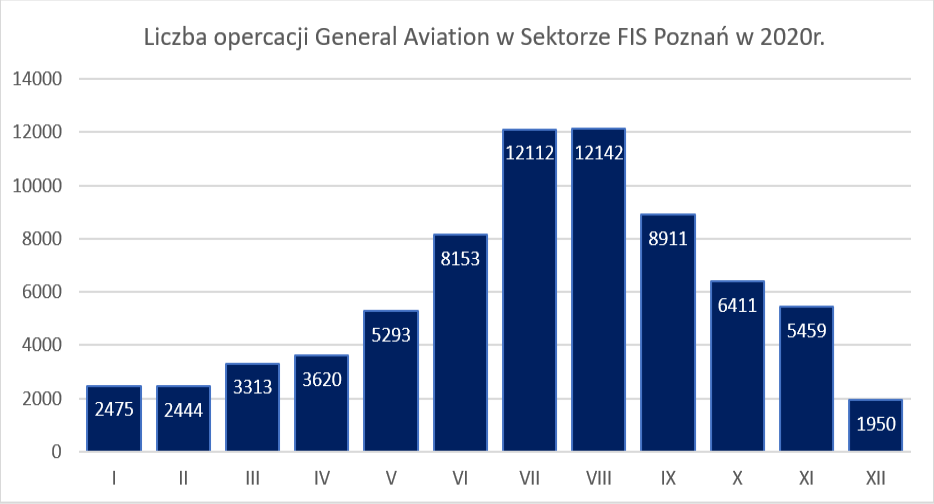
Podstawowa różnica polega na tym, że zatwierdzone organizacje szkolenia (ATO) mogą prowadzić różnego rodzaju szkolenia. Organizacje zadeklarowane mają możliwość prowadzenia wyłącznie szkoleń do licencji pilota niezawodowego i do uprawnień właściwych dla posiadaczy tych licencji. W związku z ograniczoną działalnością szkoleniową organizacje takie mogą spełniać mniejszą liczbę wymagań niż organizacje szkolące np. do licencji pilota zawodowego (Dz. Urz. UE 2018). Nie każda organizacja ATO musi być skoncentrowana na działalności właściwej lotnictwu ogólnemu, ale organizacje ATO i DTO to organizacje stanowiące trzon lotnictwa ogólnego (Hůlek, Kameníková, Novák, Pinková, 2016).

Organizacje lotnictwa ogólnego, z których dużą część stanowią organizacje szkolenia, najczęściej zatrudniają niewielką liczbę pracowników etatowych. Jednocześnie loty

w takich organizacjach wykonuje wiele osób, których liczba nierzadko kilku-, kilkunasto- lub nawet kilkudziesięciokrotnie przewyższa liczbę pracowników etatowych. Przykład może stanowić wiele organizacji szkolenia, w tym organizacje prywatne lub aerokluby. W takich przypadkach większość osób funkcyjnych wykonuje zadania nie na podstawie umowy o pracę, a w oparciu o umowę o dzieło, umowę zlecenia lub nierzadko na zasadzie wolontariatu. Implikuje to dodatkowe trudności w zarządzaniu organizacją (Hofer, Pecoraio, Ultsch, 2014).

Kolejnym problemem, z którym nierzadko borykają się organizacje lotnictwa ogólnego, jest dysponowanie bardzo ograniczonymi środkami finansowymi oraz duża wrażliwość organizacji na gwałtownie zmieniający się rynek. Zmiany te zależą między innymi od cykli koniunkturalnych i ich wpływu na zatrudnianie pilotów, ceny paliwa itp. (Huang, Xie, Mendonca, 2020).

W lotnictwie ogólnym widoczna jest też sezonowość w liczbie wykonywanych operacji lotniczych. Największa intensywność wykonywania lotów obserwowana jest w miesiącach letnich, najmniejsza w okresie zimowym. Skalę zmian liczby wykonywanych operacji w zależności od pory roku przedstawia poniższy Wykres 2.1.



Wykres 2.1. Liczba operacji General Aviation w Sektorze FIS Poznań w poszczególnych miesiącach 2020 roku (opracowanie własne na podstawie: Pansa, 2021)

Organizacje lotnictwa ogólnego poddane są stałemu nadzorowi. W Polsce zadania te realizuje Urząd Lotnictwa Cywilnego. Przy pomocy między innymi audytów weryfikuje on, na ile organizacja spełnia wymagania w różnych obszarach.

Do wymagań, które organizacja musi spełniać w obszarze zarządzania, należą między innymi (EASA, 2016; ULC, 2014):

a) posiadanie systemu zarządzania;

b) wyznaczenie osób funkcyjnych w ramach personelu kierowniczego oraz zdefiniowanie obowiązków i odpowiedzialności ponoszonej przez te osoby, a także powierzenie funkcji osobom kompetentnym;

c) wdrożenie odpowiedniej polityki bezpieczeństwa (Adjekum, Tous, 2020);

d) właściwy dostęp do dokumentów dla osób funkcyjnych i kanały komunikacji;

e) określenie procedur związanych z wewnętrznym zgłaszaniem i badaniem zdarzeń;

f) prowadzenie oceny ryzyka i stosowanie właściwych metod jego ograniczania;

g) skuteczny sposób zapewnienia utrzymania kompetencji przez personel organizacji;

h) opracowanie podręcznika zarządzania bezpieczeństwem;

i) prowadzenie programu monitorowania zgodności.

2.3. Specyfika zarządzania bezpieczeństwem lotów w organizacji lotnictwa ogólnego

2.3.1. Zarządzanie bezpieczeństwem w organizacji lotnictwa ogólnego

Zarządzanie bezpieczeństwem w organizacji lotnictwa ogólnego prowadzone jest na podstawie wdrożonego Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS). Powinien on być dostosowany do potrzeb organizacji, z uwzględnieniem jej wielkości, liczby osób funkcyjnych, charakteru działalności i innych czynników. Zarządzanie bezpieczeństwem lotów w lotnictwie ogólnym ma swoją specyfikę, która znacząco różni się od specyfiki zarządzania bezpieczeństwem w lotnictwie wojskowym i komunikacyjnym (Boyd, 2017).

Jako strategiczne priorytety dla kształtowania bezpieczeństwa lotów oraz zwiększenia dostępności lotnictwa ogólnego Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA) wymienia (EASA, 2020):

a) wprowadzenie warunków sprzyjających implementacji nowoczesnych technologii w zarządzaniu bezpieczeństwem;

b) zapewnienie regulacji prawnych ułatwiających wdrażanie nowych modeli biznesowych;

c) uproszczenie wymagań dotyczących projektowania i produkcji samolotów dla lotnictwa ogólnego;

d) wdrażanie technologii cyfrowych i innowacyjnych rozwiązań umożliwiających dostęp do baz danych lotniczych i danych lotu w czasie rzeczywistym;

e) kształtowanie kultury bezpieczeństwa, między innymi przez publikację różnych materiałów dla społeczności lotnictwa ogólnego.

Najważniejsze Problemy Bezpieczeństwa

Odpowiednie władze lotnicze są zobowiązane do określenia Najważniejszych Problemów Bezpieczeństwa oraz do zaplanowania działań mających być odpowiedzią na te problemy. Odbywa się to na dwóch poziomach: krajowym i europejskim. Za działania na poziomie krajowym w przypadku Polski odpowiedzialny jest Urząd Lotnictwa Cywilnego. Działania na poziomie europejskim koordynuje Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego.

Pośród Najważniejszych Problemów Bezpieczeństwa w niezarobkowych operacjach lotnictwa ogólnego wykonywanych przez samoloty zidentyfikowano na poziomie krajowym (ULC, 2022):

a) kontrolowany lot ku ziemi (CFIT) – mimo niewielkiej częstotliwości występowania tego zdarzenia znalazło się ono na liście priorytetów ze względu na dużą liczbę ofiar śmiertelnych w przypadku jego wystąpienia (Meng, Lu, 2022);

b) utrata kontroli podczas lotu – zdarzenia tego typu stanowią grupę o największej liczbie wypadków śmiertelnych (Smith, Bromfield, 2022);

c) zderzenie w powietrzu i niebezpieczne zbliżenia – zdarzenie, które polega na zderzeniu się w locie co najmniej dwóch statków powietrznych;

d) zły stan statków powietrznych – grupa zdarzeń odpowiadająca za największą liczbę wypadków i poważnych incydentów w lotnictwie;

e) nieprawidłowy kontakt z drogą startową – często może prowadzić do wypadnięcia statku powietrznego z drogi startowej. Jest przyczyną najczęściej występujących wypadków bez ofiar śmiertelnych w Państwach Członkowskich EASA.

Na poziomie europejskim Problemy Bezpieczeństwa podzielono na operacyjne i związane z czynnikiem ludzkim. W przypadku wielu problemów zarówno EASA, jak i ULC wskazują na ważną rolę obciążenia zadaniowego w wystąpieniu zdarzeń.

Wśród Operacyjnych Problemów Bezpieczeństwa wymieniono następujące (ULC, 2022):

a) planowanie i przygotowanie do lotu – istotne szczególnie w przypadku potrzeby dokonania korekty założeń lotu w jego trakcie, np. ze względu na warunki meteorologiczne lub czynniki operacyjne. Konieczność jednoczesnego prowadzenia czynności pilotażowych i planowania lotu może prowadzić do znaczącego przeciążenia zadaniowego pilota (Georgiou, Pelekis, Sideridis, Scarlatti, Theodoridis, 2020);

b) zamierzony lot na niskim pułapie / na małej wysokości – może być spowodowany np. pogorszeniem się warunków atmosferycznych. Przyczynia się do niego m.in. presja dotarcia do celu mimo pogarszających się warunków. Może także wiązać się z utratą kontroli w locie. Często lot na małej wysokości może prowadzić do przeciążenia pilota ze względu na konieczność prowadzenia wzmożonej obserwacji zewnętrznej w celu wypatrywania przeszkód terenowych i ze względu na trudności związane z prowadzeniem nawigacji na małej wysokości. Może nastąpić doprowadzenie do przeciągnięcia lub korkociągu z powodu złej podzielności uwagi oraz mniejsze prawdopodobieństwo wyprowadzenia samolotu z tego stanu przed zderzeniem z ziemią;

c) separacja w powietrzu – często wiąże się z nieodpowiednim zaplanowaniem lotu i brakiem wiedzy dotyczącej aktywności elementów struktury powietrznej. Do wystąpienia zdarzeń z tej grupy często przyczynia się także niska umiejętność prowadzenia korespondencji z organami kontroli ruchu lotniczego oraz niedobór świadomości sytuacyjnej;

d) postępowanie w przypadku awarii technicznych – często zdarzenia związane z wystąpieniem awarii technicznej wiążą się ze znaczącym wzrostem obciążenia zadaniowego pilota. W wielu przypadkach nadmierne skoncentrowanie się pilota na rozwiązaniu problemów technicznych spowodowało wypadek, podczas gdy zignorowana awaria techniczna przy dalszym prawidłowym prowadzeniu czynności pilotażowych doprowadziłaby do znacząco mniej dotkliwych skutków.

W grupie Problemów Bezpieczeństwa związanych z czynnikiem ludzkim znalazły się (ULC, 2022):

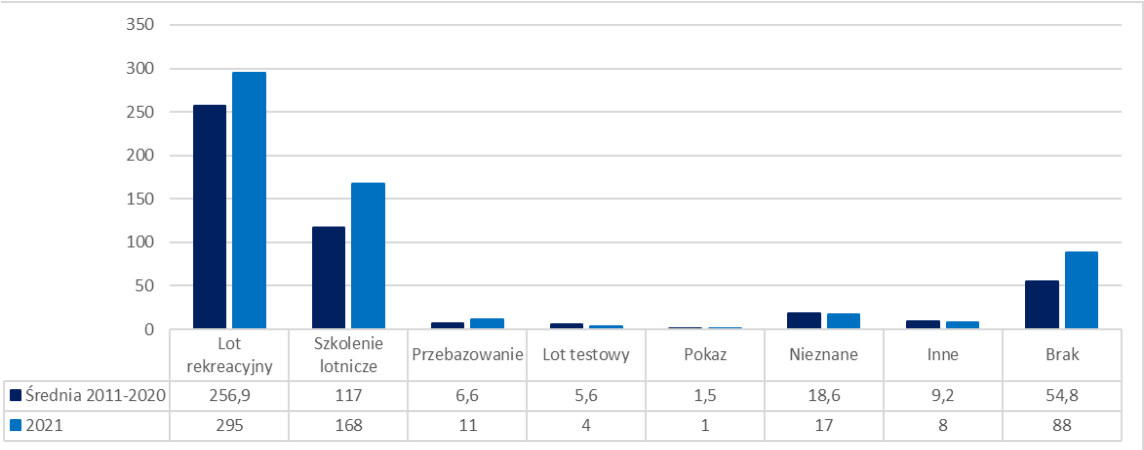
a) percepcja i świadomość sytuacyjna – problem ten jest powiązany z wieloma przyczynami wypadków. Problemy z percepcją i świadomością sytuacyjną mogą dotyczyć między innymi utraty orientacji geograficznej, świadomości pozycji statku powietrznego względem innych statków powietrznych czy świadomości o stanie energii samolotu, co może prowadzić do utraty kontroli (Nguyen, Chee Peng, Nguyen, Gordon-Brown, Nahavandi, 2019);

b) podejmowanie decyzji i planowanie – przebieg procesu planowania i podejmowania decyzji jest zależny od cech osobniczych. Ma duży wpływ na przebieg lotu. Możliwe jest wsparcie tego procesu poprzez zapewnienie pilotowi łatwego dostępu do odpowiednich informacji ułatwiających planowanie lotu i wypracowanie właściwych decyzji;

c) doświadczenie, szkolenie i kompetencje poszczególnych osób – w tym obszarze znajdują się problemy związane z niedoborem wiedzy, umiejętności i doświadczenia poszczególnych pilotów. Jednym z przykładów jest bardzo skomplikowana struktura elementów przestrzeni powietrznej, której zrozumienie nierzadko stanowi dużą trudność szczególnie dla mniej doświadczonych pilotów. Uproszczenie struktury lub opracowanie uproszczonego przekazu niezbędnych z punktu widzenia pilota informacji mogłoby znacząco ułatwić bezpieczne wykonanie lotu (Şimşek, Çulha Ünal, 2022).

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że wszystkie problemy pośrednio lub bezpośrednio odwołują się na zagadnień związanych z czynnikiem ludzkim i obciążeniem zadaniowym pilota. Szczególnie dotykają one kwestii związanych z różnym poziomem przygotowania, wiedzy i kompetencji pilotów lotnictwa ogólnego. Świadczy o tym także podział zdarzeń wysokiego ryzyka w obszarze czynnika ludzkiego zgodnie z kodami przyczynowymi (zob. Wykres 0.1.)

Wskazuje to na konieczność podejmowania działań mających na celu uwzględnianie obciążenia zadaniowego pilota w zarządzaniu bezpieczeństwem lotów w lotnictwie ogólnym . Niezwykle ważne jest uwzględnianie faktu, iż wielu pilotów lotnictwa ogólnego wykonuje loty hobbystycznie, ma niewielkie doświadczenie i wiedzę, dlatego łatwiej może znajdować się w stanie przeciążenia. Wykonanie lotu jest dla nich często bardziej wymagające niż dla pilotów wykonujących loty komercyjne (Wang, Gao, Tan, Zhang, 2023). Świadczy o tym między innymi poniższy Wykres 2.2., przedstawiający liczbę zdarzeń w zależności od charakteru wykonywanego lotu.

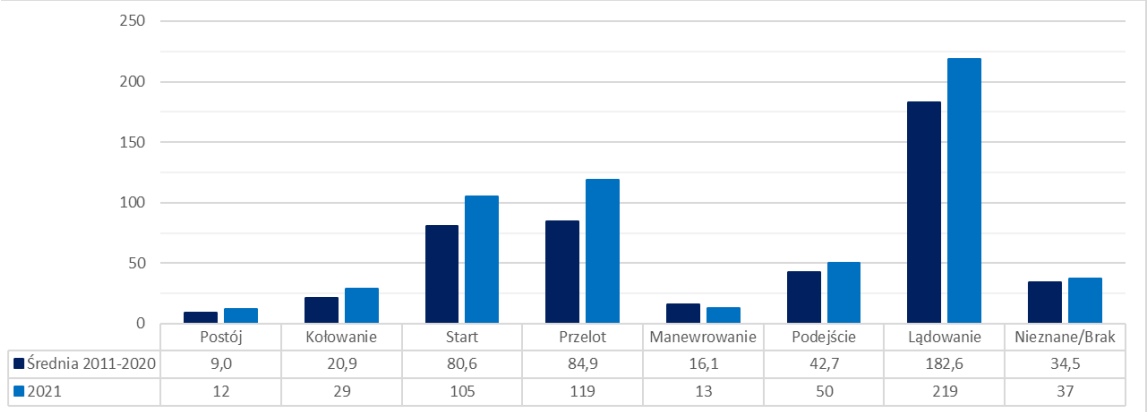


	Lot rekreacyjny	Szkolenie lotnicze	Przebazowanie	Lot testowy	Pokaz	Nieznane	Inne	Brak
Średnia 2011-2020	256,9	117	6,6	5,6	1,5	18,6	9,2	54,8
2021	295	168	11	4	1	17	8	88

Wykres 2.2. Wypadki oraz poważne incydenty lotnicze w zależności od typu operacji w operacjach niezarobkowych małych samolotów (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022)

Z informacji przedstawionych na powyższym wykresie wynika, że do największej liczby zdarzeń dochodzi w lotach rekreacyjnych; na drugim miejscu znajdują się loty szkolne.

Ponadto można zaobserwować, że do największej liczby zdarzeń dochodzi podczas faz lotu, które trwają krótko w stosunku do czasu całego lotu, ale wiążą się z największym obciążeniem zadaniowym pilota – czyli podczas lądowania oraz startu (Wykres 2.3.)

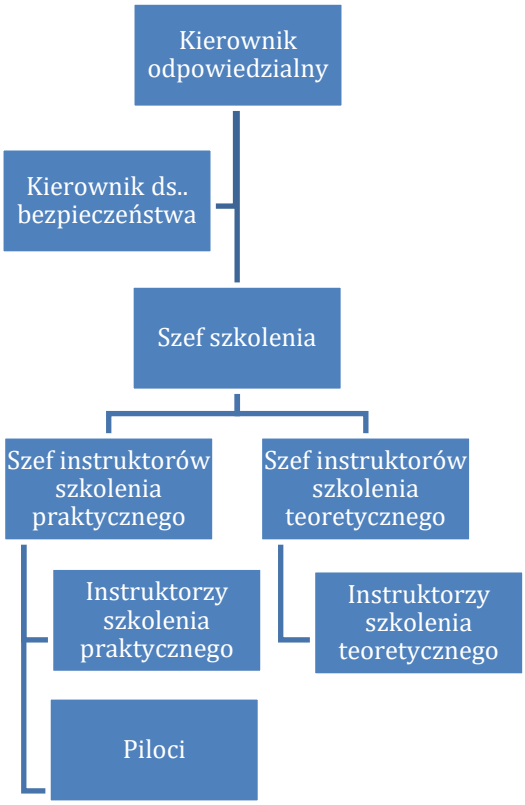


	Postój	Kołowanie	Start	Przelot	Manewrowanie	Podejście	Lądowanie	Nieznane/Brak
Średnia 2011-2020	9,0	20,9	80,6	84,9	16,1	42,7	182,6	34,5
2021	12	29	105	119	13	50	219	37

Wykres 2.3. Wypadki i poważne incydenty lotnicze w zależności od fazy lotu w operacjach niezarobkowych małych samolotów (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022)

2.3.2. Trudności zarządzania bezpieczeństwem lotów w organizacji lotnictwa ogólnego

Główną rolę w kształtowaniu bezpieczeństwa odgrywają ludzie. Za bezpieczeństwo w organizacji współodpowiedzialne są wszystkie osoby związane z wykonywaniem operacji lotniczych, a w sposób szczególny kierownik odpowiedzialny i kierownik ds. bezpieczeństwa. W organizacji szkolenia bardzo duża odpowiedzialność ciąży także na osobach zajmujących się bezpośrednio procesem szkolenia, to jest na szefie szkolenia, szefach instruktorów oraz instruktorach. O bezpieczeństwo powinni dbać także sami piloci, szczególnie pełniący funkcję dowódcy statku powietrznego (Becker, Ayton, 2023). Na Rysunku 2.2. zaprezentowano osoby decyzyjne i ich wzajemne zależności na przykładzie organizacji szkolenia lotniczego.



Rysunek 2.2. Struktura organizacji lotnictwa ogólnego na przykładzie organizacji szkolenia lotniczego (opracowanie własne na podstawie: Doskocz, 2021; ULC, 2014)

Powyższa struktura obejmuje zarządzanie na różnych szczeblach. Specyfika lotnictwa ogólnego wynika z bardzo dużego zróżnicowania przede wszystkim pilotów, ale zróżnicowanie może dotyczyć również osób funkcyjnych. Ponadto zarządzaniem bezpieczeństwem zazwyczaj zajmuje się jedna osoba i nie stanowi to jej podstawowego zadania. W związku z powyższym środki przeznaczone na zarządzanie bezpieczeństwem i możliwy nakład pracy na realizację tych zadań jest bardzo ograniczony.

W wielu organizacjach szkolenia trzon kadry instruktorskiej stanowią osoby, dla których wykonywanie lotów w roli instruktora jest zajęciem dodatkowym. W związku z powyższym mogą występować znaczące różnice w wiedzy, doświadczeniu i aktualnym treningu pomiędzy instruktorami. Przykład może stanowić różnica pomiędzy instruktorem, który na co dzień pracuje jako pilot liniowy osiągający naloty roczne rzędu kilkuset godzin, a instruktorem, który wykonuje loty szkolne hobbystycznie i mający w dorobku kilkaset godzin nalotu życiowego (Dapica, Hernández, Peinado, 2022).

Jeszcze większe dysproporcje mogą dotyczyć samych pilotów, szczególnie w organizacjach szkolenia. Znaczący problem stanowi też kwestia aktualnego treningu. Większość organizacji wymaga wykonania raz do roku Kontroli Wiadomości Teoretycznych (KWT) oraz Kontroli Techniki Pilotażu (KTP). Są to egzaminy wykonywane odpowiednio w formie testu i w formie lotów kontrolnych, obejmujące

postępowanie w procedurach normalnych i awaryjnych. Niektórzy piloci wykonują loty bardzo często, np. wykonują własne loty treningowe, korzystają z samolotu jako środka lokomocji w celach prywatnych i zawodowych, holują szybowce. W przypadku innych pilotów trening ogranicza się często do niezbędnego minimum zapewniającego podtrzymanie uprawnień. Ponadto niskiej liczbie lotów treningowych i doskonalących wykonywanych przez pilotów sprzyjają ich wysokie koszty, które większość pilotów lotnictwa ogólnego zmuszona jest pokryć samodzielnie. Także dodatkowe szkolenia teoretyczne, konferencje na temat bezpieczeństwa lotów, szkolenia z zakresu nowych procedur muszą odbywać się w bardzo krótkim wymiarze godzin ze względu na niewielką dostępność pilotów, którzy mają ograniczony czas na działalność lotniczą. Wszystkie te kwestie wpływają na bardzo duże zróżnicowanie pilotów w doświadczeniu, wiedzy, umiejętnościach, podtrzymaniu nawyków, świadomości, znajomości procedur – co znacząco utrudnia zarządzanie bezpieczeństwem.

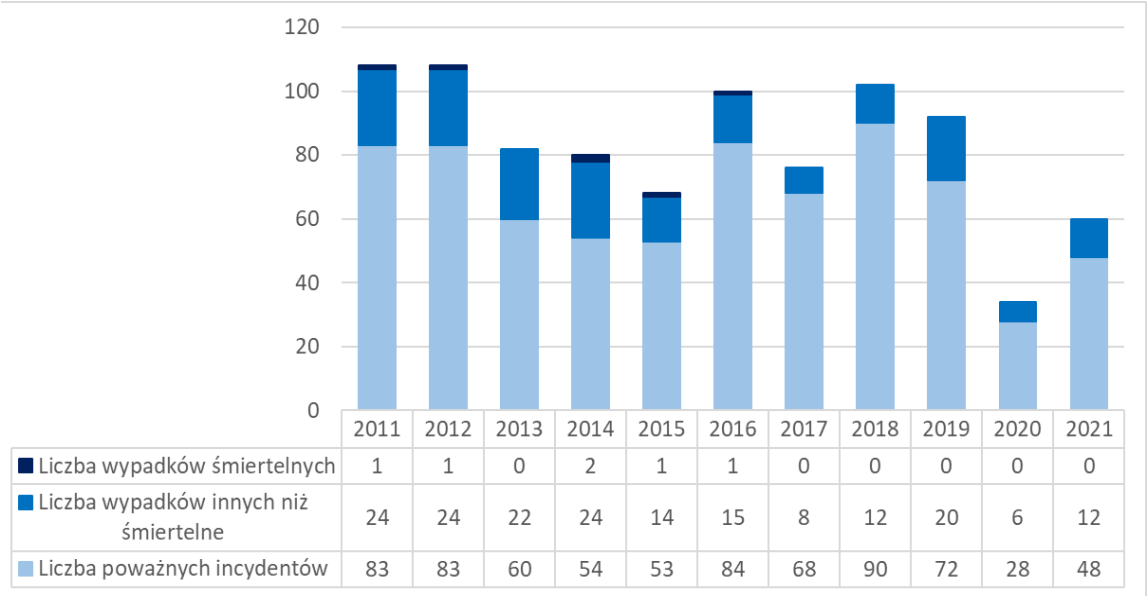
Kolejnym zagadnieniem pozostającym nie bez wpływu na zarządzanie bezpieczeństwem w organizacjach lotnictwa ogólnego jest różnorodność floty. Większość organizacji posiada zróżnicowaną flotę składającą się z pojedynczych egzemplarzy samolotów różnych typów. Większość organizacji, chcąca przyciągnąć jak największą liczbę kursantów lub sukcesywnie wymieniająca flotę na nową, posiada trzy samoloty – każdy innego typu. Implikuje to utrudnienia i zagrożenia związane z przesiadaniem się, szczególnie mniej doświadczonych pilotów, na inny typ statku powietrznego. Często charakterystyka pilotażowa, procedury, sposób eksploatacji, wyposażenie samolotów znacząco różnią się od siebie, utrudniając pilotowi wykonanie zadania. Różnice mogą dotyczyć na przykład sposobu prezentacji danych z przyrządów pokładowych (analogowe tarcze przyrządów i wyświetlacze *glass cockpit*), a także różnic w rozmieszczeniu sterownic (sterownica ręczna hamulca zamiast nożnej), w wyposażeniu w drążek lub wolant oraz różnic w rozmieszczeniu manetki gazu (w prawej lub w lewej ręce). Ponadto korzystanie z różnych statków powietrznych wymaga opracowania przynajmniej części procedur odpowiednich dla danego typu (w niektórych przypadkach nawet egzemplarza) statku powietrznego oraz odpowiedniego przeszkolenia załóg z ich realizowania (Boyd, Cass, 2020).

Charakterystyczne dla organizacji lotnictwa ogólnego jest także korzystanie z bardzo zróżnicowanej infrastruktury. Podczas gdy samoloty lotnictwa komunikacyjnego i wojskowego z reguły wykonują operacje z lotnisk o podobnym standardzie, lotniska dla samolotów lotnictwa ogólnego mogą się od siebie znacząco różnić. Samoloty lotnictwa ogólnego funkcjonują w przestrzeni zarówno kontrolowanej, jak i niekontrolowanej. Operują z lotnisk trawiastych i utwardzonych, piloci nie zawsze mogą korzystać z pomocy kontrolera ruchu lotniczego lub kierującego lotami informatora lotniskowej służby informacji powietrznej. Mogą występować także olbrzymie różnice w stanie nawierzchni i oznakowania pomiędzy lotniskami, a także w ramach jednego lotniska w zależności od pory roku. Często może brakować odpowiednich pomieszczeń do przygotowania pilota i statku powietrznego do lotu. Powyższe kwestie sprawiają, że warunki wykonywania zadania mogą znacząco różnić się między sobą, nierzadko wymuszając inne postępowanie u pilota, jego lepsze przygotowanie, przywiezienie

dodatkowego sprzętu lub wcześniejsze zapoznanie się z warunkami i sposobem wykonania różnych czynności (np. tankowania). Wyżej wymienione uwarunkowania sprawiają, że zarządzanie bezpieczeństwem w organizacjach lotnictwa ogólnego wymaga bardziej zindywidualizowanego podejścia, uwzględniającego wiele różnych wariantów wykonania zadania i procedur właściwych danym miejscom i warunkom.

W przeciwieństwie do organizacji lotnictwa komunikacyjnego i lotnictwa wojskowego w organizacjach lotnictwa ogólnego zarządzanie ryzykiem operacyjnym nie jest w żaden sposób sformalizowane. Pilot – dowódca statku powietrznego – samodzielnie podejmuje decyzję o wykonaniu lotu, ale najczęściej nie dysponuje żadnymi narzędziami pomagającymi ocenić ryzyko operacyjne związane z wykonaniem konkretnego zadania. W przypadku lotów samodzielnych ucznia-pilota w trakcie szkolenia do uzyskania licencji decyzję o dopuszczeniu pilota do lotu podejmuje instruktor. Także w tym przypadku decyzja bazuje wyłącznie na jego subiektywnej opinii oraz na określonych przez program szkolenia wymaganiach minimalnych, które powinien spełniać pilot w momencie dopuszczenia do lotu samodzielnego. Wymagania określają najczęściej zakres ćwiczeń, które pilot uprzednio powinien zaliczyć, liczby lotów i łącznego czasu lotów wykonanych przed dopuszczeniem do lotu samodzielnego. Stanowi to poważną lukę w systemie zarządzania bezpieczeństwem lotów. Mimo wielu działań mających na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa, podejmowanych przez kierownictwo organizacji, obserwowany jest niedobór działań podejmowanych na poziomie operacyjnym także przez samych pilotów (Chinard i in., 2023).

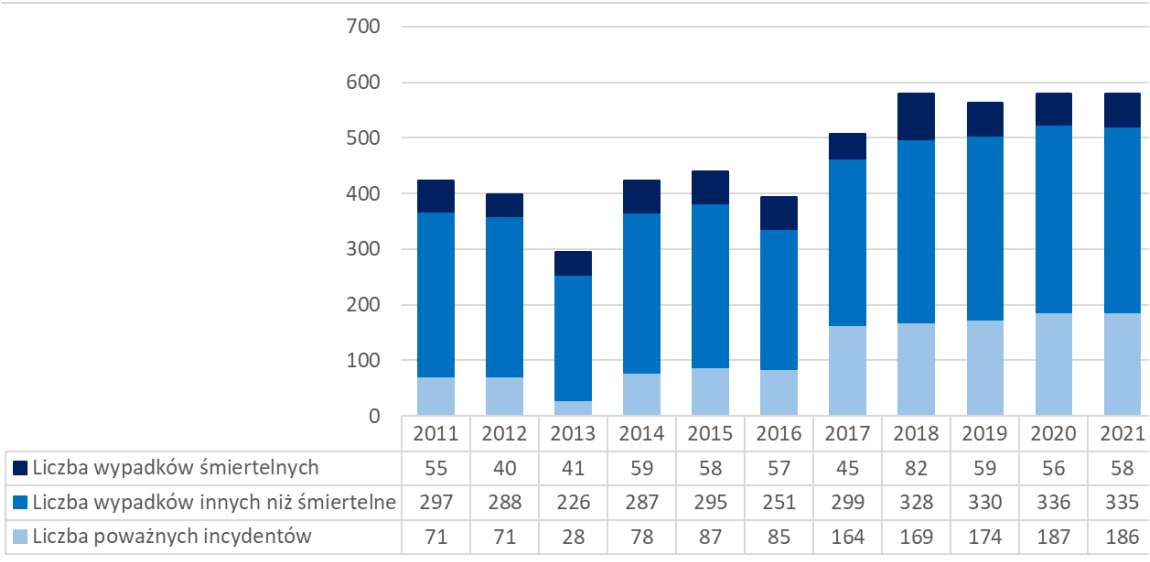
Ostatnim problemem z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem lotów w lotnictwie ogólnym jest bardzo niski poziom raportowania. Niski poziom kultury bezpieczeństwa wśród pilotów i w wielu organizacjach lotnictwa ogólnego skutkuje tym, że w przeważającej większości przypadków raportowane są jedynie zdarzenia o dużych skutkach, czyli wypadki i (w mniejszej części) poważne incydenty. Raportowanie incydentów w porównaniu z lotnictwem komunikacyjnym jest bardzo znikome. Wynika to z faktu, iż w niektórych organizacjach o niskiej kulturze bezpieczeństwa piloci bywają wręcz zniechęcani do raportowania zdarzeń (Foster, Adjekum, 2022). Częstą przyczyną braku raportowania jest brak świadomości pilotów o celach i sposobach przetwarzania informacji i obawa przed karą. Pośrednio o tym zjawisku świadczą choćby dysproporcje w stosunku zgłaszanych poważnych incydentów do wypadków w lotnictwie komunikacyjnym, biznesowym i ogólnym. (Wykresy 2.5. i 2.6.)



	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Liczba wypadków śmiertelnych	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Liczba wypadków innych niż śmiertelne	24	24	22	24	14	15	8	12	20	6	12
Liczba poważnych incydentów	83	83	60	54	53	84	68	90	72	28	48

Wykres 2.5. Wypadki śmiertelne, wypadki bez ofiar śmiertelnych i poważne incydenty w latach 2011-2021 z udziałem samolotów komunikacyjnych i taksówek powietrznych (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022)

Z danych zaprezentowanych na poniższym wykresie wyraźnie wynika, że raportowana jest znacznie mniejsza liczba poważnych incydentów niż wypadków, przeciwnie niż w lotnictwie komunikacyjnym. Świadczy to o tendencji do zatajania incydentów w lotnictwie ogólnym co w przypadku wystąpienia wypadku jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe.0020



	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Liczba wypadków śmiertelnych	55	40	41	59	58	57	45	82	59	56	58
Liczba wypadków innych niż śmiertelne	297	288	226	287	295	251	299	328	330	336	335
Liczba poważnych incydentów	71	71	28	78	87	85	164	169	174	187	186

Wykres 2.6. Wypadki śmiertelne, wypadki bez ofiar śmiertelnych i poważne incydenty w latach 2011-2021 z udziałem małych samolotów w operacjach niezarobkowych (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022)

Istotne jest podkreślanie celu raportowania zdarzeń jako uzyskania źródła danych służących nie karaniu pilotów, a wypracowaniu działań profilaktycznych podnoszących poziom wykonywanych operacji lotniczych. Wymaga to podejmowania szeregu przedsięwzięć, które zwiększają świadomość na temat czynników wpływających na popełnianie błędów przez człowieka, a także promują dobrowolne zgłaszanie zdarzeń. Szczególnie istotny może być osobisty przykład instruktorów i bardziej doświadczonych kolegów oraz zachęcanie pilotów do otwartości i transparentności w atmosferze wzajemnego zaufania już od początku kariery lotniczej.

Podsumowanie rozdziału drugiego

W rozdziale drugim omówiono współczesny podział lotnictwa, charakterystykę lotnictwa ogólnego, statków powietrznych wykorzystywanych w tym sektorze lotnictwa oraz najczęściej spotykane rodzaje wykonywanych lotów. Opisano także specyfikę tego sektora, uwzględniając najczęściej spotykane organizacje, koncentrując się na małych organizacjach, na przykładzie organizacji szkolenia. W drugiej części rozdziału omówiono najważniejsze problemy bezpieczeństwa występujące w organizacjach lotnictwa ogólnego ze szczególnym uwzględnieniem zdarzeń związanych z czynnikiem ludzkim. Przedstawiono kluczowe dane statystyczne dotyczące wypadków i poważnych incydentów zaistniałych w ostatnich latach.

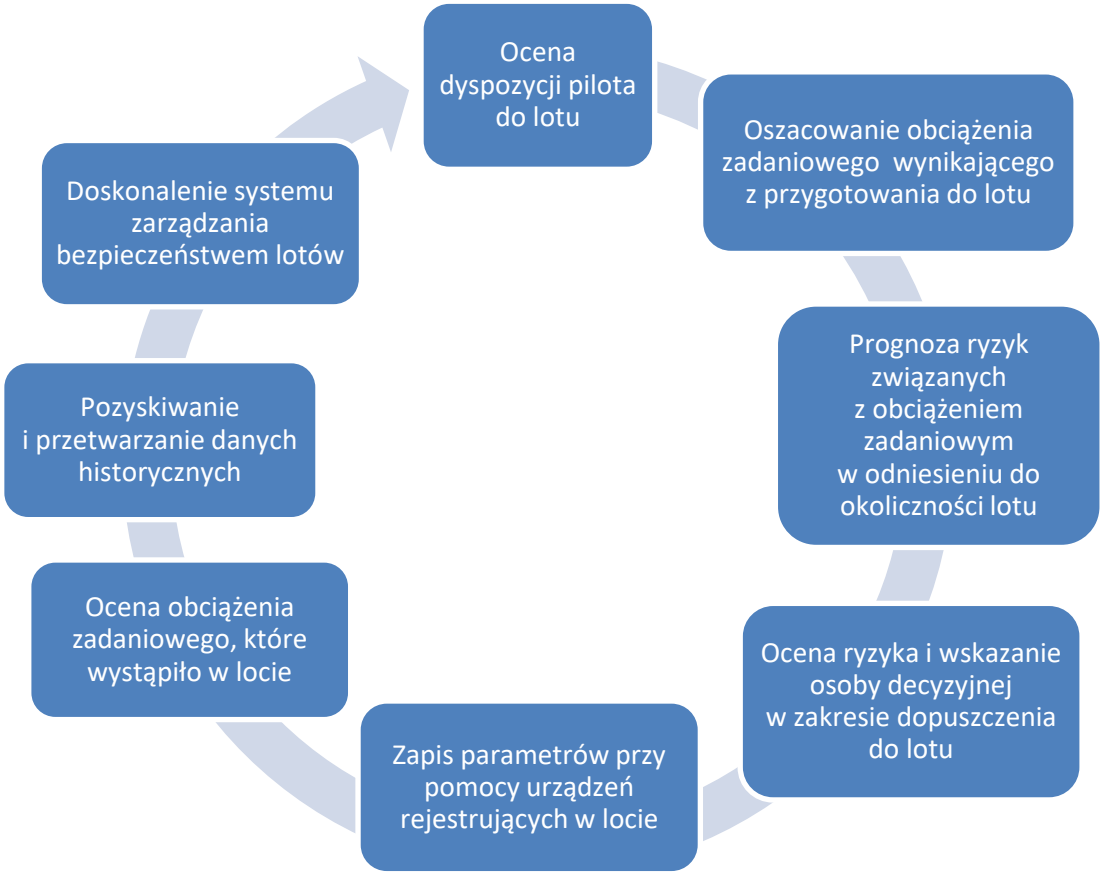
Ważną część rozdziału stanowiła analiza trudności w zarządzaniu bezpieczeństwem występujących praktycznie wyłącznie w lotnictwie ogólnym. Pośród trudności omówiono kluczową rolę czynnika ludzkiego w zapewnieniu bezpieczeństwa lotów, z uwzględnieniem zarówno samych załóg lotniczych, jak i kierownictwa; scharakteryzowano problemy związane z eksploatacją różnorodnej floty statków powietrznych, korzystanie ze zróżnicowanej i często źle utrzymanej infrastruktury oraz bardzo niski poziom kultury bezpieczeństwa i raportowania zdarzeń lotniczych.

Dostrzeżono także lukę polegającą na podejmowaniu niewystarczających działań związanych z zarządzaniem ryzykiem na poziomie operacyjnym. Kluczową rolę w tym procesie odgrywają piloci oraz osoby bezpośrednio nadzorujące wykonywanie przez nich lotów (instruktorzy, szefowie szkolenia). W większości organizacji piloci i instruktorzy nie dysponują narzędziami ułatwiającymi zarządzanie ryzykiem operacyjnym, czyli związanym z wykonaniem zadania lotniczego. Zidentyfikowano potrzebę opracowania metody zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa lotów na podstawie obciążenia zadaniowego pilota, która bazując na obciążeniu zadaniowym, będzie uwzględniała także inne czynniki związane z bezpieczeństwem lotu (statek powietrzny, infrastrukturę, warunki atmosferyczne itp.).

3. PRZEBIEG PROCESU BADAWCZEGO

3.1. Model zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota

Na podstawie przeprowadzonych analiz literatury i doświadczeń zaprojektowano Model zarządzania bezpieczeństwem lotów uwzględniającego ocenę ryzyka operacyjnego związanego z obciążeniem zadaniowym (Rys. 3.1.).



Rysunek 3.1. Model zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota (opracowanie własne)

Zgodnie z założeniami zaprojektowanego modelu pierwszy etap stanowi ocena dyspozycji pilota do lotu, obejmująca jego samopoczucie, stan psychofizyczny, czynniki osobiste, społeczne itd.

W drugim etapie pilot ocenia obciążenie zadaniowe wynikające z przygotowania do lotu, związane z wykonaniem czynności takich jak analiza warunków meteorologicznych, wyhangarowanie statku powietrznego, tankowanie itd.

Trzeci etap obejmuje prognozę ryzyk związanych z obciążeniem zadaniowym w odniesieniu do planowanego lotu. Pilot, znając zadanie lotu oraz warunki jego wykonania, prognozuje obciążenie zadaniowe, które wystąpi w związku z wykonaniem przez niego lotu.

Na podstawie uzyskanych danych w etapie czwartym dokonana jest ocena ryzyka oraz wskazana jest osoba mogąca podjąć decyzję o wykonaniu lotu.

Etap piąty realizowany jest w trakcie trwania lotu. Polega on na zapisie parametrów lotu i pilota przy pomocy urządzeń rejestrujących.

Etap szósty zakłada dokonanie oceny obciążenia zadaniowego występującego w trakcie trwania lotu na podstawie danych pozyskanych przez urządzenia rejestrujące oraz w wyniku oceny przez pilota, wykonanej przy pomocy kwestionariusza.

Etapy siódmy i ósmy składają się z pozyskiwania i przetwarzania danych historycznych oraz doskonalenia systemu zarządzania bezpieczeństwem lotów w oparciu o te dane.

3.2. Dobór i weryfikacja narzędzi pomiarowych

W ramach doboru narzędzi pomiaru obciążenia zadaniowego na potrzeby badań pilotażowych przetestowano wybrane narzędzia podczas lotów. Narzędzia poddane weryfikacji zostały wyłonione na podstawie wywiadu ukierunkowanego oraz wyników oceny przeprowadzonej przez ekspertów. Poniżej opisano wywiad i ocenę ekspertów oraz doświadczenia uzyskane podczas lotów testowych.

W doborze ekspertów przyjęto, że powinni oni posiadać duże doświadczenie lotnicze, szczególnie obejmujące doświadczenie w szkoleniu, obserwacji i ocenie zachowań pilotów w sytuacjach różnego obciążenia. Na postawie tych założeń przyjęto poniższe wymagania:

- posiadanie licencji pilota;
- posiadanie aktualnego uprawnienia instruktora szkolenia ogólnego (dawniej I klasy) uprawniającego do dopuszczania ucznia-pilota do wykonania pierwszego lotu samodzielnego i pierwszego samodzielnego przelotu / lotu trasowego w życiu;
- posiadanie co najmniej 400 godzin nalotu ogólnego;
- posiadanie co najmniej 100 godzin nalotu jako instruktor.

W przeprowadzeniu wywiadu pomocny był fakt, iż autor, sam będąc pilotem i instruktorem od wielu lat, spełniał powyższe wymagania i dobrze rozumiał poruszane zagadnienia.

Zadaniem ekspertów była ocena użyteczności zaproponowanych narzędzi z punktu widzenia praktycznego zastosowania w małej organizacji lotnictwa ogólnego.

Instruktorzy mieli uwzględnić aspekty takie jak:

- możliwość przeprowadzenia kompleksowej oceny obejmującej czynniki związane nie tylko z samym pilotem czy zadaniem, ale także z aspektami technicznymi, środowiskowymi i zarządzania (zgodnie z założeniami modelu 5M);
- realność zastosowania rozwiązania w organizacji. Uwzględniano skłonność pilotów i instruktorów do wykonywania dodatkowych zadań oraz możliwości analizy danych uzyskanych przy pomocy narzędzi przez osoby funkcyjne w organizacji;
- funkcjonalność i ewentualne trudności wynikające ze stosowania narzędzi, szczególnie podczas lotu;
- wpływ zastosowania narzędzi na bezpieczeństwo wykonywanych lotów.

Instruktorzy oceniali narzędzia w skali od 1 do 5 punktów, gdzie 1 punkt oznaczał najmniejszą użyteczność, a 5 punktów największą.

Jako wynik zadowalający uznano średni wynik na poziomie 2,5 punktu i więcej. Uzyskane wyniki oceny poszczególnych narzędzi przedstawiono w poniższej tabeli (Tab. 3.1.).

Tabela 3.1. Wyniki oceny użyteczności metod pomiaru obciążenia zadaniowego pilota

Ocena użyteczności metod pomiaru obciążenia zadaniowego pilota					
	instruktor 1	instruktor 2	instruktor 3	instruktor 4	średnia ocen
Subjective Workload Assessment Technique (SWAT)	2	1	1	2	**1,5**
National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX)	5	3	5	5	**4,5**
Bedford Workload Scale	5	1	4	5	**3,75**
Instantaneous Self Assessment (ISA)	1	1	2	1	**1,25**
Pomiar tętna przy pomocy opaski na klatkę piersiową	4	3	3	4	**3,5**
Pomiar tętna przy użyciu zegarka	5	2	2	4	**3,25**
Elektroencefalografia (EEG)	2	2	3	3	**2,5**
Reakcja skórno-galwaniczna (GSR)	1	2	2	1	**1,5**
Monitorowanie parametrów statku powietrznego	2	2	2	3	**2,25**
Pozycja statku powietrznego	2	3	4	2	**2,75**
Rejestrowanie obrazu	4	2	2	4	**3**

Odpowiedzi instruktorów wskazywały na przewagę narzędzi subiektywnych nad obiektywnymi. Jako narzędzie najbardziej użyteczne wskazano kwestionariusz NASA-TLX, drugie miejsce zajął kwestionariusz obciążenia zadaniowego Bedforda. W dalszej kolejności uplasowały się dwie metody pomiaru tętna, kolejno przy użyciu opaski na klatkę piersiową i zegarka. Ostatnimi metodami, których średnia ocen przekraczała wynik 2,5 punktu, były: rejestrowanie obrazu i pozycji statku powietrznego oraz elektroencefalografia (EEG).

W komentarzach instruktorzy wskazywali głównie na aspekty praktyczne. Uznali, że metody subiektywne są najbardziej użyteczne z punktu widzenia małej organizacji lotnictwa ogólnego, ponieważ ich zastosowanie nie wiąże się z koniecznością rejestrowania, przetwarzania i analizy dużej liczby danych. Jednocześnie wskazywano na większą użyteczność narzędzi bazujących na kwestionariuszach jako metod budujących świadomość ryzyka i trudności, jakie można napotkać podczas lotu – szczególnie u mniej doświadczonych pilotów, co może przyczynić się także do lepszego przygotowania do lotu. Równolegle wyrażono obawy, że mało doświadczony pilot może nie zdawać sobie sprawy z potencjalnych trudności podczas lotu lub wręcz może nie wiedzieć, jakie czynniki mogą mieć wpływ na występujące obciążenie. Zasugerowano zastosowanie pytań pomocniczych, które pomogą pilotowi kompleksowo przyjrzeć się różnym aspektom planowanego zadania.

Metody bazujące na pomiarach parametrów psychofizycznych budziły niechęć wynikającą z konieczności mocowania elementów urządzeń do ciała pilota oraz z konieczności ich obsługi. Pojawiły się opinie, że wiąże się to ze zbyt dużą liczbą dodatkowych czynności, które sprawiają, że pilot będzie w zbyt małym stopniu koncentrował się na wykonaniu lotu. Poza tym instruktorzy obawiali się ewentualnego wpływu na bezpieczeństwo lotu, związanego np. z przemieszczaniem się elementów urządzenia względem ciała (np. z rozpięciem się opaski na klatkę piersiową podczas podejścia do lądowania), co może deprymować pilota. Największe kontrowersje wzbudziły najbardziej inwazyjne metody pomiaru, czyli EEG i pomiar reakcji skórno-galwanicznej. Mimo że dostrzeżono możliwość uzyskania interesujących danych, wskazano jako problem zbyt duże trudności w funkcjonowaniu pilota w kabinie. Byłyby one spowodowane koniecznością montażu sensorów do głowy lub palców pilota oraz ewentualnego montażu przewodów przy jednoczesnym wykonywaniu czynności wymagających użycia różnych sterownic i przełączników. Co ciekawe, dostrzeżono zalety rejestrowania obrazu i pozycji statku powietrznego, ale jednocześnie wyrażono obawy, czy poczucie bycia „inwigilowanym" nie zniechęci pilota do wykonywania lotów w organizacji stosującej tego typu metody.

3.2.1. NASA-TLX

Z oceny ekspertów wynika, że dosyć duży problem może stanowić wyjaśnienie badanym znaczenia nazw poszczególnych kategorii.

Również podczas testów okazało się, że prostota metody stanowi jej mankament. Stwierdzono, że dużym problemem może być nie tylko wyjaśnienie badanym znaczenia nazw poszczególnych kategorii, ale też występujących w nich czynników obciążenia.

Mimo powyższych problemów wypełnienie ankiety po locie nie sprawiało większych trudności. Niestety prognozowanie obciążenia przed lotem przy użyciu tej metody było trudne. Wynikało to z faktu, że w szczególności mało doświadczeni piloci mieli kłopoty w uzmysłowieniu sobie czynników mogących generować obciążenie w danych

kategoriach. Nie uwzględniali oni wielu aspektów i potrzebowali podpowiedzi, jakie czynniki obciążające mogą wystąpić w trakcie lotu.

Powyższe problemy stanowiły przyczynek do opracowania własnego kwestionariusza, bazującego na wyodrębnionych przez NASA-TLX obszarach. Składał się on z konkretnych pytań dotyczących różnych czynników generujących obciążenie podczas lotu i przed jego wykonaniem w danym dniu, uporządkowanych według 6 grup obciążenia NASA-TLX.

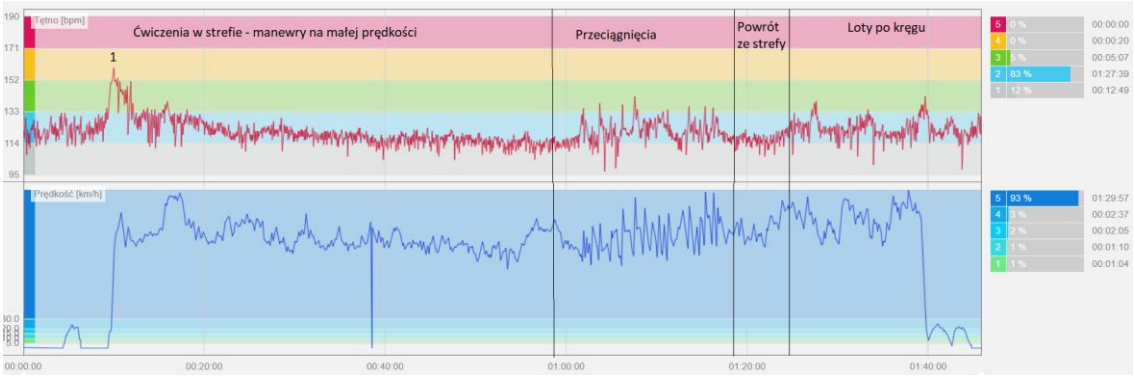
3.2.2. Bedford Workload Scale

Testy wykazały możliwość bardzo szybkiego przeprowadzenia metody oraz jej wygodę w zakresie oceny obciążenia podczas trwania lotu lub wybranej jego fazy (np. lądowania). W trakcie testów proszono także pilota o wskazanie fazy lotu, w której odczuwał największe obciążenie, i wyrażenie go oceną w skali Bedforda. W przypadku prowadzonych badań metodę uznano za nieużyteczną ze względu na jej nikłą przydatność w zakresie prognozowania obciążenia.

3.2.3. Pomiar tętna i pozycji samolotu przy pomocy opaski na klatkę piersiową

Podczas prowadzonych testów początkowe trudności stanowił montaż urządzenia. Wymagał on poza odkażeniem także zwilżenia elektrod, czego dokonywano przy użyciu płynu do dezynfekcji z atomizerem. W związku z szybkim odparowywaniem płynu konieczne było niezwłoczne założenie elektrod. Kiedy były one już przymocowane do skóry, przewodzenie zapewniał pot wydzielany przez organizm. Urządzenie wymagało sparowania z telefonem przed rozpoczęciem pomiaru, co zajmowało od kilku do kilkudziesięciu sekund. W rzadkich sytuacjach okazywało się, że połączenie opaski z telefonem może zająć nawet kilka minut. Ponadto podczas trwania pomiaru opaska musiała nieustannie znajdować się w sąsiedztwie telefonu; zazwyczaj wystarczyło, że telefon znajdował się w kieszeni samolotu lub w bagażniku. Po pierwszych lotach testowych wypracowano skuteczny sposób użytkowania, w ramach którego instruktor pomagał w obsłudze i założeniu urządzenia, a pomiary zapisywały się w aplikacji w jego telefonie. Dzięki temu procedura u niewdrożonych pilotów przebiegała szybko i skutecznie. Doświadczenia te pokazały również, że pilot jest w stanie samodzielnie stosować omawianą formę pomiaru bez większych trudności, a pełne dojście do wprawy następuje już po wykonaniu 2-3 lotów. Co zaskakujące, piloci nie skarżyli się na ewentualne uciążliwości związane z noszeniem opaski, zapominając o tym, że jest ona założona na ich ciało. Twierdzili, że użytkowanie jej podczas lotu jest wygodniejsze niż korzystanie z zegarka założonego w sposób zapewniający skuteczne rejestrowanie parametrów. Co więcej, zapis parametrów za pomocą opaski był dużo dokładniejszy niż ten wykonany przy użyciu zegarka i nie ulegał zniekształceniom podczas wykonywania

czynności sterownicami. Przykładowy zapis zaprezentowano na Rysunku 3.2. Nie bez znaczenia pozostała także częstotliwość próbkowania, znacznie większa niż w przypadku zegarka. Zapis pulsu następował średnio co 1 sekundę.



Rysunek 3.2. Przykładowy zapis zmian pulsu i prędkości w czasie wykonany podczas lotu (badania własne)

Postanowiono wykorzystać ten sposób pomiaru pulsu w badaniach pilotażowych. Dodatkową zaletą był zapis śladu GPS przy użyciu urządzenia Polar H9, dzięki czemu można było bardzo precyzyjnie odnieść zmianę pulsu do odpowiedniej pozycji samolotu i zdarzenia w trakcie trwania lotu (Rys. 3.3.).

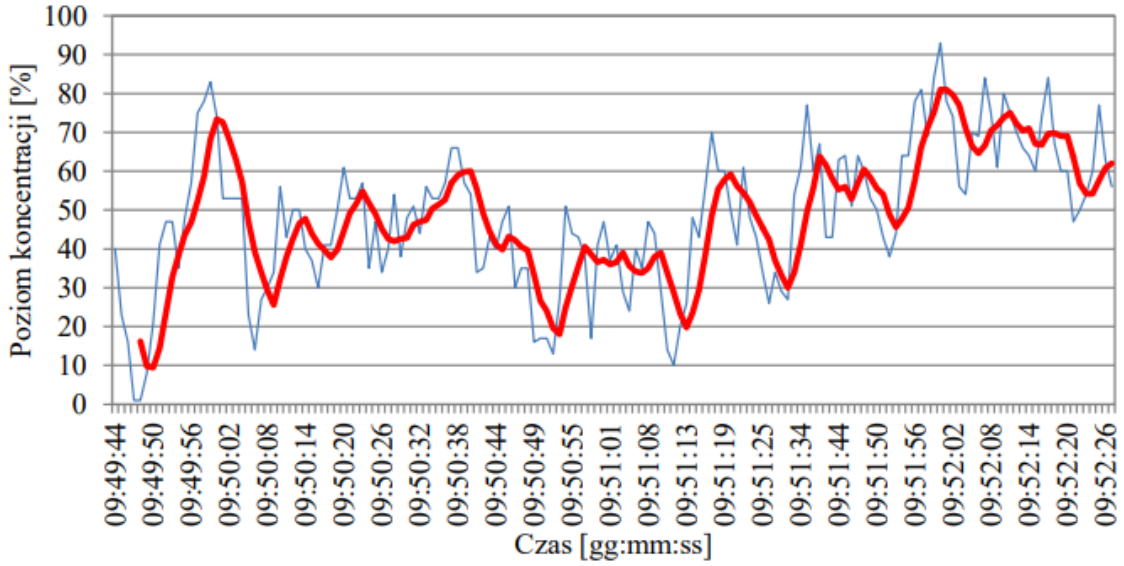
Rysunek 3.3. Przykładowy zapis śladu GPS (badania własne)

3.2.4. Pomiar tętna przy użyciu zegarka

W ramach testów prowadzono pomiary przy użyciu zegarka Huawei WATCH GT 2 Pro-FB5. Urządzenie okazało się proste w montażu oraz rejestrowało dane przy użyciu pamięci własnej, dzięki czemu nie wymagało sparowania z telefonem. Niestety jednocześnie urządzenie generowało szereg trudności w użytkowaniu. Konieczność wykonywania ruchów sterownicami powodowała zakłócenia w pomiarze pulsu ze względu na zmiany położenia sensorów. Jednocześnie piloci skarżyli się, że zamontowanie zegarka w sposób pozwalający na dokładniejsze przyleganie do nadgarstka utrudnia ruchy bądź powoduje dyskomfort. Ponadto mankamentem była stosunkowo niewielka częstotliwość próbkowania, przez co zegarek nie był czuły na gwałtowne i krótkotrwałe zmiany pulsu. Ze względu na te czynniki odstąpiono od pomiarów tętna za pomocą zegarka Huawei WATCH GT 2 Pro-FB5. Biorąc natomiast pod uwagę dużo większą dokładność pomiaru i wygodę stosowania opaski, zdecydowano się na wykorzystanie urządzenia Polar H9 w dalszych badaniach.

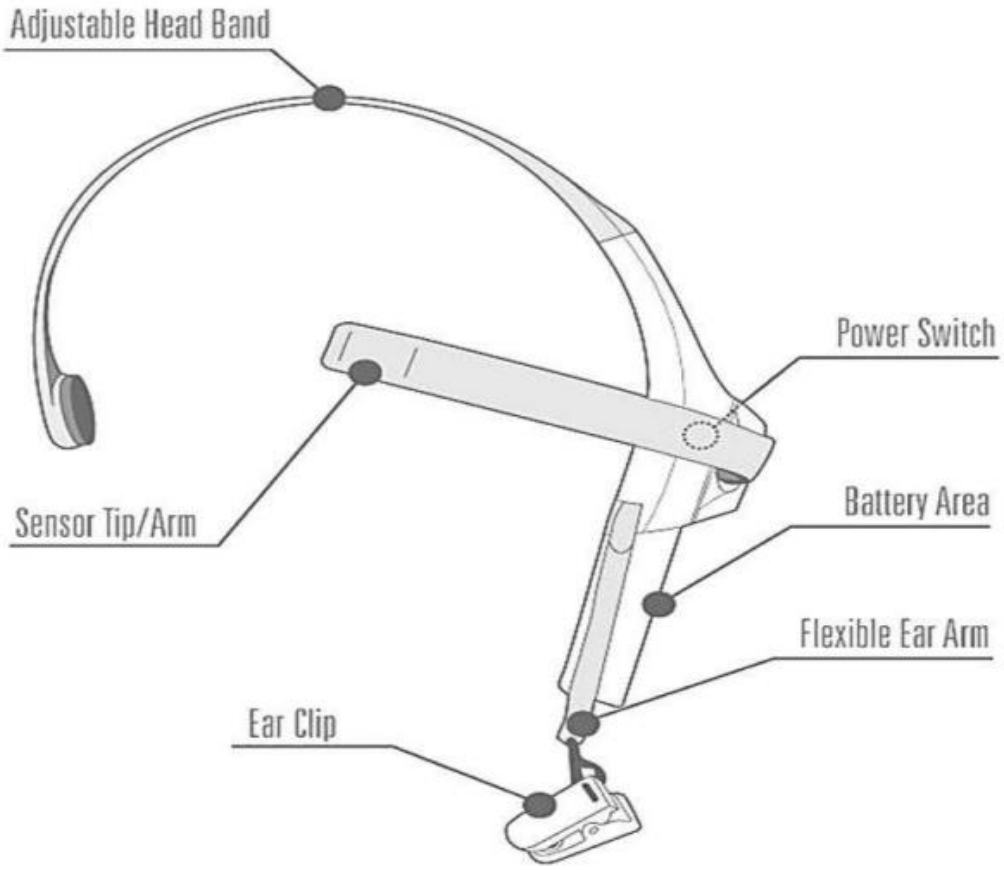
3.2.5. Elektroencefalografia (EEG)

Autor korzystał z urządzeń rejestrujących zmiany poziomu koncentracji podczas badań prowadzonych na potrzeby pracy magisterskiej. Wykorzystano wtedy urządzenie NeuroSky MindWave na symulatorze lotów CKAS MotionSim5 (FSTD – Flight Simulation Training Device). Przykładowy zapis zmian poziomu koncentracji w czasie zaprezentowano na Rysunku 3.4.



Rysunek 3.4. Przykładowy zapis zmian poziomu koncentracji w czasie zarejestrowany przy użyciu urządzenia NeuroSky MindWave (Berlik, 2017)

Urządzenie NeuroSky MindWave rejestruje aktywność fal mózgowych w czasie rzeczywistym. Zapis dokonuje się przy użyciu telefonu komórkowego z systemem iOS lub Android albo z wykorzystaniem komputera. Wynik pomiaru dostarcza informacji dotyczących poziomu koncentracji, relaksacji (medytacji) oraz siły mrugnięć powiek osoby poddanej badaniu. Podstawowe elementy urządzenia stanowią: elektroda czołowa (Sensor Tip/Arm) oraz klips referencyjny, który mocuje się do małżowiny usznej (Ear Clip). Budowę urządzenia NeuroSky MindWave Mobile przedstawia rysunek (Rys. 3.5.).



Rysunek 3.5. Budowa urządzenia NeuroSky MindWave Mobile (NeuroSky MindWave Mobile, dostęp 3.09.2017)

Mimo użyteczności urządzenia NeuroSky MindWave podczas sesji symulatorowych nie udało się dostosować go do prób w locie. Wynikało to z niemożności użytkowania urządzenia pod słuchawkami. Podjęto także próby dostosowania bliźniaczego urządzenia BrainLink Lite EEG Headband (Rys. 3.6.), ingerując nawet w jego konstrukcję. Niestety efekty prac nie były satysfakcjonujące, ponadto montaż na głowie stwarzał sytuacje groźne z punktu widzenia bezpieczeństwa lotów, wobec czego dalszych prób zaniechano.

Rysunek 3.6. Urządzenie BrainLink Lite EEG Headband (Schoengarth, 2020)

3.2.6. Rejestrowanie obrazu

Ze względu na brak wyposażenia zdecydowanej większości statków powietrznych lotnictwa ogólnego w rejestratory lotu wypracowano koncepcję rejestrowania lotu i parametrów statku powietrznego przy użyciu kamery.

Podczas testów wykonywano loty, rejestrując ich przebieg przy użyciu kamery Kruger&Matz KM0198 (Rys. 3.7.).

Rysunek 3.7. Kamera Kruger&Matz KM0198. (Kruger&Matz)

Coraz większa dostępność kamer wideo umożliwia rejestrowanie obrazu z kabiny pilota. Nawet przy użyciu jednego urządzenia nagrywającego istnieje możliwość uzyskania obrazu obejmującego przestrzeń przed statkiem powietrznym oraz znaczną część kabiny samolotu. Podczas przygotowań do pracy badawczej związanej z realizacją dysertacji podejmowano próby rejestrowania obrazu z kabiny samolotu. Zdobyte doświadczenia i wnioski przedstawiają się następująco.

Odtworzenie obrazu spoza kabiny statku powietrznego umożliwia co najmniej zorientowanie się co do: aktualnego położenia statku powietrznego w przestrzeni (Rys. 3.8.), ruchu innych statków powietrznych przed danym statkiem powietrznym, warunków atmosferycznych, pozycji geograficznej, czy na przykład położenia statku powietrznego względem drogi startowej.

Rysunek 3.8. Kadr z nagrania video obejmującego przestrzeń przed samolotem. Wyraźnie widoczna pozycja samolotu Tecnam P2008 względem drogi startowej (fotografia własna)

Dzięki odpowiedniemu zamontowaniu kamery możliwe jest również rejestrowanie wielu parametrów lotu, takich jak:

a) prędkość przyrządowa,

b) wysokość,

c) prędkość pionowa,

d) kurs,

e) położenie w przestrzeni według sztucznego horyzontu,

f) ustawiona częstotliwość radiowa,

g) kod transpondera.

Ujęcie w kadrze przyrządów silnikowych (Rys. 3.9.) pozwala także na rejestrowanie:

a) obrotów silnika,

b) temperatury oleju,

c) ciśnienia oleju,

d) ciśnienia ładowania,

e) temperatury cylindrów,

f) temperatury gazów wylotowych,

g) ilości paliwa w zbiornikach,

h) ciśnienia paliwa.

Rysunek 3.9. Kadr z nagrania video obejmującego przestrzeń przed samolotem, parametry lotu oraz parametry silnika w samolocie Skylane Towmaster (fotografia własna)

W niektórych przypadkach możliwe jest także zarejestrowanie położeń przełączników i sterownic (Rys. 3.10.) oraz uzyskanie informacji między innymi o:

a) wychyleniu drążka lub wolantu,

b) ustawieniu manetki gazu,

c) położeniu klap,

d) otwarciu zbiornika paliwa,

e) włączeniu pompy paliwa,

f) włączeniu iskrowników,

g) położeniu trymera,

h) ustawieniu skoku śmigła,

i) wypuszczeniu podwozia.

Rysunek 3.10. Kadr z nagrania video ukazujący położenie przełączników i sterownic, parametry lotu oraz parametry silnika w samolocie Piper PA-38 Tomahawk (fotografia własna)

Rejestrowanie obrazu podczas lotu może być także pomocne w:

a) oszacowaniu obciążenia zadaniowego załogi w trakcie wykonywania czynności,

b) analizie podziału uwagi oraz prowadzenia obserwacji zewnętrznej i wewnętrznej,

c) odtworzeniu organizacji pracy w kabinie,

d) zidentyfikowaniu sytuacji stresowej,

e) odtworzeniu sposobów reagowania załogi na odchylenia.

Istotną rolę odgrywa miejsce montażu kamery. Na potrzeby badań kamerę montowano na głowie pilota. Olbrzymią zaletą tego rozwiązania jest możliwość podglądu obrazu,

który w danej chwili obserwował pilot, obejmującego najczęściej przestrzeń poza samolotem i przyrządy pokładowe. Ponadto istnieje możliwość obserwowania wydarzeń, obiektów i osób, które w danej chwili pilot uznał za ważne i w których kierunku obrócił głowę. Przykładami mogą być: holowany szybowiec, mapa, skoczkowie podczas wyrzutu, obiekt w przestrzeni na zewnątrz samolotu. Taki sposób umieszczenia kamery może być jednak uciążliwy dla pilota i wymaga wykonania dodatkowych czynności kalibrujących przed lotem, polegających na odpowiednim założeniu opaski z przymocowaną kamerą oraz właściwym jej ustawieniu, tak aby kadr obejmował cały obszar, którego obserwacja jest pożądana. Wygodniejszym i z tego punktu widzenia użyteczniejszym rozwiązaniem wydaje się mocowanie kamery z tyłu kabiny samolotu – tak aby kadr obejmował przestrzeń przed samolotem, przyrządy pokładowe i najlepiej także drążek czy wolant. Takie rozwiązanie umożliwia zamontowanie kamery na stałe i nie wymaga dodatkowych manipulacji. Urządzenie może włączać się automatycznie, na przykład po uruchomieniu silnika. Ponadto umieszczenie kamery w opisany sposób nie wymaga większego wysiłku od załogi – ani w postaci konieczności zakładania jakichkolwiek elementów wyposażenia na ciało człowieka, ani w postaci kalibrowania sprzętu przy zmianie załogi.

Rejestrowanie parametrów lotu w sposób doraźny – poprzez każdorazowy montaż i demontaż urządzenia, jego ładowanie, pobieranie materiału, stosunkowo niewielką pamięć – było problematyczne. Rozpatrzenia wymagałyby tu również pewne ograniczenia formalno-prawne związane z wykorzystaniem nagrywanych materiałów (Berlik, Kirchner, 2021). Jednak z retrospektywnego punktu widzenia dostrzeżono wiele zalet omawianego rozwiązania. Zastosowanie go w wariancie obejmującym kamerę trwale przymocowaną w kabinie samolotu, ze stałym źródłem zasilania i pamięcią pozwalającą gromadzić obszerny zapis wideo, mogłoby być bardzo pomocne w odtwarzaniu przebiegu zdarzeń niepożądanych. Jednak jego wykorzystanie z punktu widzenia opracowywanej metody byłoby znikome. Niemniej autor planuje użyć tego narzędzia w dalszych badaniach, dotyczących analizy zdarzeń niepożądanych.

3.2.7. Podsumowanie

Na podstawie przeglądu literatury oraz własnych prób zastosowania dostępnych metod w obszarze badań, zdecydowano się opracować metodę kwestionariuszową, która pozwalałyby na, w miarę możliwości, kompleksową ocenę obciążenia zadaniowego oraz uświadamiałyby pilotowi występowanie czynników obciążenia oraz czynników ryzyka w różnych obszarach realizacji zadania. Ponadto w badaniach pilotażowych zdecydowano się zastosować pomiar tętna jako parametru obiektywnego.

Zdaniem autora ciągły rozwój technologii oraz konieczność wymiany floty (duża część organizacji lotnictwa ogólnego w Polsce korzysta z bardzo przestarzałego i wysłużonego sprzętu) stworzy warunki dla coraz szerszego stosowania metod obiektywnych w zarządzaniu bezpieczeństwem lotów. Warunki umożliwiające takie podejście wystąpią

jednak nie szybciej niż za kilka lub kilkanaście lat. Tymczasem najbardziej realne i użyteczne z punktu widzenia organizacji lotnictwa ogólnego pozostają metody subiektywne, które na chwilę obecną także nie są wykorzystywane powszechnie w tych podmiotach. Kultura bezpieczeństwa w organizacjach lotnictwa ogólnego wciąż pozostaje na niskim poziomie, dlatego wdrażane metody powinna cechować łatwość przeprowadzenia oraz brak konieczności stosowania dużych nakładów organizacyjnych i finansowych. Należy jednak wprowadzić pewne ograniczenia, które nie pozwolą na samowolną ocenę ryzyka związanego z obciążeniem zadaniowym i samowolny proces decyzyjny związany z wykonywaniem operacji lotniczych. Ograniczenia te to choćby uwarunkowanie decyzji o locie w zależności od poziomu ryzyka oraz skorelowanie tych decyzji z poziomami struktury organizacji GA.

3.3. Przygotowanie narzędzi badawczych

Na podstawie analizy literatury, opinii ekspertów oraz przeprowadzonych w locie testów dostępnych metod postanowiono przeprowadzić badania pilotażowe przy wykorzystaniu poniższych narzędzi:

- pomiar pulsu przy użyciu opaski na klatkę piersiową,
- rejestrowanie śladu GPS,
- Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego,
- Kwestionariusz oceny obciążenia związanego z przygotowaniem do lotu.

Opracowane kwestionariusze pozwalałyby, w miarę możliwości, na kompleksową ocenę obciążenia zadaniowego oraz uświadamiałyby pilotowi występowanie czynników obciążenia oraz czynników ryzyka w różnych obszarach realizacji zadania. Ponadto w badaniach pilotażowych zdecydowano się zastosować pomiar parametrów obiektywnych: tętna i śladu GPS.

Na potrzeby metody zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota opracowano autorskie kwestionariusze:

- Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego (KOOZ),
- Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu (KOOZPL).

3.3.1. Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego (KOOZ)

KOOZ opracowano zgodnie z przyjętą na potrzeby dysertacji definicją obciążenia zadaniowego (OZ), uwzględniając jego 6 składników określonych w NASA-TLX. Dla każdej z kategorii obciążenia opracowano kilka pytań. Przyjęto założenie, że treść pytań ma zwiększyć świadomość pilota w zakresie czynników, które mogą występować w trakcie trwania lotu, oraz pomóc jak najtrafniej ocenić obciążenie. Opracowany kwestionariusz składał się z 23 pytań.

Wyodrębnione kategorie to:

a) obciążenie umysłowe (4 pytania),

b) obciążenie fizyczne (9 pytań),

c) presja czasu (4 pytania),

d) wydajność (3 pytania),

e) wysiłek (3 pytania),

f) frustracja (4 pytania).

Dysproporcje w liczbie pytań pomiędzy kategoriami wynikają z tego, iż pewne aspekty mogą być ze sobą powiązane, przez co pytania w różnych kategoriach mogą stanowić swoje wzajemne dopełnienia.

Odpowiedzi udzielane były w siedmiostopniowej skali Likerta, wyrażanej następująco (Tarka, 2015):

a) – absolutnie nie,

b) – nie,

c) – chyba nie,

d) – nie wiem,

e) – chyba tak,

f) – tak,

g) – absolutnie tak.

Pytania dotyczyły obciążenia zadaniowego pilota. Zostały podzielone na obszary i skonstruowane w taki sposób, aby pomogły pilotowi zwiększyć świadomość sytuacyjną odnośnie do obciążenia spowodowanego lotem i czynników oddziałujących na niego w trakcie trwania lotu. Jednocześnie starano się możliwie skrócić kwestionariusz, unikając nadmiernej szczegółowości. Celem takiego działania było zoptymalizowanie czasu i obciążenia wymaganego do wypełnienia oceny przez pilota. Każde pytanie dotyczyło kilku różnych grup czynników oddziałujących na pilota i generujących jego obciążenie w locie (por. rozdz. 1.5.).

Poniżej zestawiono pytania wraz z uwzględnianymi przez nie grupami czynników oddziałujących na pilota (Rys. 3.11 – 3.16.).

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Obciążenie umysłowe								
1.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).		X	X	X	X	X	X
2.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.		X	X	X	X	X	X
3.	Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji.		X	X	X	X	X	X
4.	Zadanie będzie bardzo skomplikowane.		X	X	X	X	X	X

Rysunek 3.11. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „obciążenie umysłowe" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

Spośród czynników mających wpływ na odpowiedzi z kategorii „obciążenie umysłowe" zidentyfikowano czynniki oddziałujące na pilota z grup czynników: biologiczno-fizycznych, geofizycznych, technicznych, osobistych i społecznych, szkoleniowych i operacyjnych.

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Obciążenie fizyczne								
5.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił.	X	X	X	X			X
6.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji.	X	X	X	X			X
7.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania.	X	X	X	X			X
8.	Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie.	X	X		X			X
9.	Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie).	X	X	X	X	X		X

Rysunek 3.12. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „obciążenie fizyczne" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

W grupie czynników oddziałujących na pilota w kwestiach objętych pytaniami na temat obciążenia fizycznego nie zidentyfikowano czynników z grupy szkoleniowych. W przypadku 4 pytań wpływu nie miały czynniki z grupy osobistych i społecznych. Uznano także, że na odczuwanie zmęczenia wynikającego z utrzymywania pozycji ciała w kabinie nie mają czynniki geofizyczne.

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Presja czasu								
10.	Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu.			X	X		X	X
11.	Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.		X	X	X	X	X	X
12.	Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem.		X		X	X	X	X
13.	Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem.		X	X	X	X	X	X

Rysunek 3.13. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „presja czasu" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

W kategorii dotyczącej presji czasu uznano za pomijalny wpływ czynników fizycznych.

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Wydajność								
14.	Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.	X	X	X	X	X	X	X
15.	Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.		X	X	X	X	X	X
16.	Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie.	X	X	X	X	X	X	X

Rysunek 3.14. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „wydajność" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

W niemal wszystkich pytaniach dotyczących kategorii „wydajność" zidentyfikowano wszystkie czynniki. Wyjątkiem było pytanie o to, czy pilot dobrze poradzi sobie z wykonaniem zadania. W tym przypadku za znikomy uznano wpływ czynników fizycznych.

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Wysiłek								
17.	Zadanie będzie bardzo wymagające.	X	X	X	X	X	X	X
18.	Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.	X	X	X	X	X	X	X
19.	Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania	X	X	X	X	X	X	X

Rysunek 3.15. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „wysiłek" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

Na odpowiedzi z kategorii wysiłek wpływ miały czynniki z wszystkich grup czynników oddziałujących na pilota.

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Frustracja								
20.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres.	X	X	X	X	X	X	X
21.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację.	X	X	X	X	X	X	X
22.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie.	X	X	X	X	X	X	X
23.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie.	X	X	X	X	X	X	X

Rysunek 3.16. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „frustracja" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

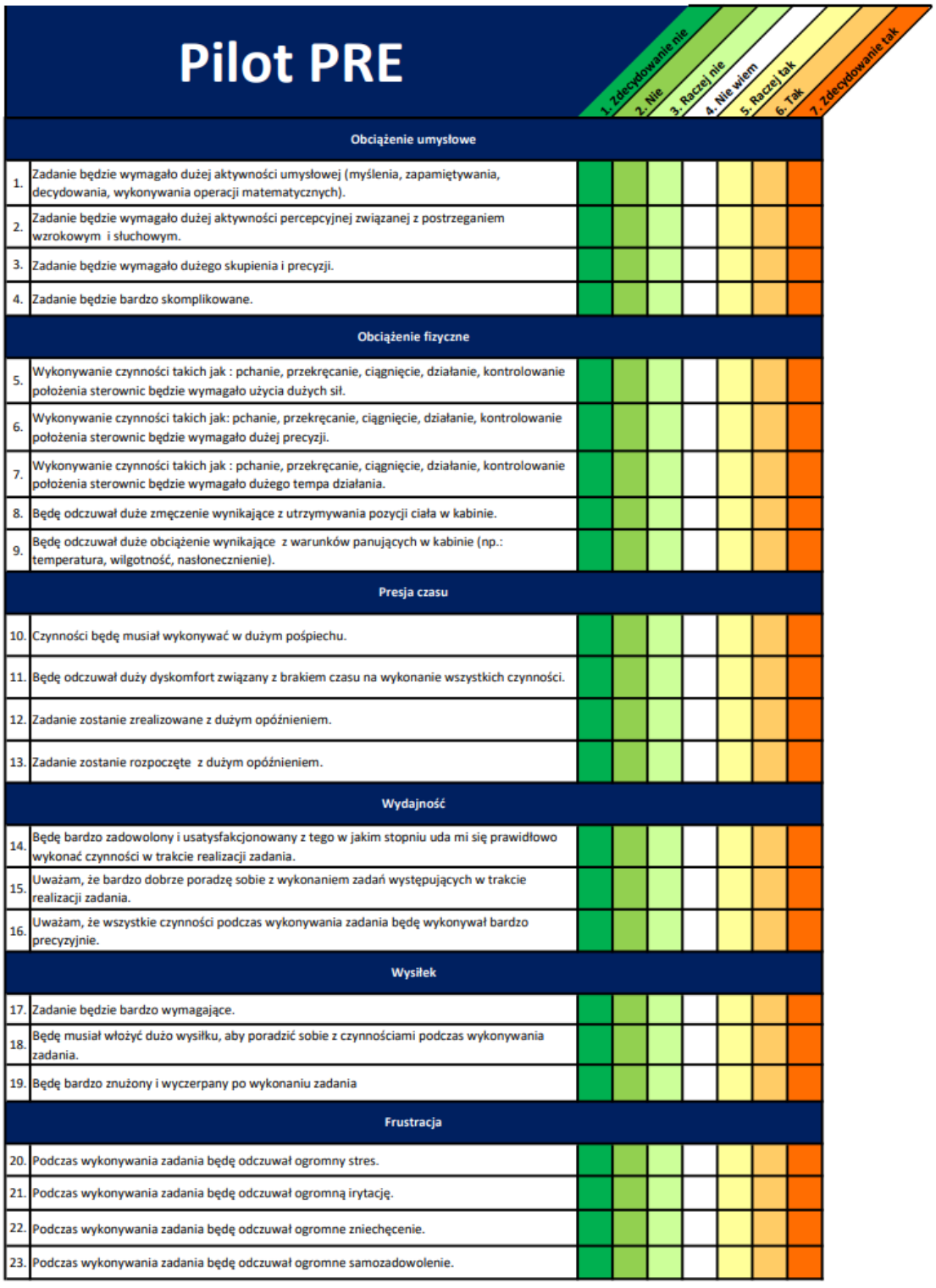
Podobnie w przypadku grupy „frustracja" – pośród czynników wpływających na pilota, których dotyczą pytania z tej kategorii, zidentyfikowano czynniki przynależące do wszystkich siedmiu grup.

Najwięcej grup czynników oddziałujących na pilota było uwzględnionych w pytaniach dotyczących ogólnych odczuć związanych z lotem (obszary: „wysiłek" i „frustracja"). Każde z pytań dotykało kwestii związanych z czynnikami operacyjnymi i technicznymi.

Na podstawie opracowanych pytań utworzono cztery kwestionariusze. Dwa z nich przeznaczone są dla pilotów, którzy wypełniali odpowiednie kwestionariusze przed lotem

(P_KOOZ_PRE) i po locie (P_KOOZ_POST) (Rys. 3.17., Załącznik Z3). Pozostałe dwa były przygotowane dla instruktorów oceniających obciążenie zadaniowe pilota przed lotem (I_KOOZ_PRE) i po locie (I_KOOZ_POST) (Załączniki Z4, Z5). Celem pozyskania odpowiedzi przed lotem i po locie była weryfikacja trafności oceny obciążenia przed lotem. W przyjętym podziale metod oceny obciążenia ocenę dokonaną przez pilota można uznać za subiektywną, a ocenę przez instruktora za semiobiektywną.

Treści pytań zostały sformułowane tak, aby nie odbiegały znacząco do siebie, a jednocześnie uwzględniały czas wykonywania zadania oraz osobę, której dotyczy ocena. Zgodnie z tym założeniem kwestionariusze wypełniane przed lotem akcentowały fakt, iż dotyczą planowanego lotu, a kwestionariusze wypełniane po locie dotyczyły stanu odczuwanego podczas lotu, który się odbył. Podobnie pytania kwestionariuszy dla instruktorów eksponowały fakt, że ocena dotyczy obciążenia obserwowanego pilota.



Pilot PRE	1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
Obciążenie umysłowe							
1. Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2. Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3. Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4. Zadanie będzie bardzo skomplikowane.							
Obciążenie fizyczne							
5. Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił.							
6. Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji.							
7. Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania.							
8. Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie.							
9. Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie).							
Presja czasu							
10. Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu.							
11. Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
12. Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
13. Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
Wydajność							
14. Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
15. Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
16. Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie.							
Wysiłek							
17. Zadanie będzie bardzo wymagające.							
18. Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
19. Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania							
Frustracja							
20. Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres.							
21. Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację.							
22. Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie.							
23. Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie.							

Rysunek 3.17. Kwestionariusz wypełniany przed lotem (P_KOOZ_PRE)

3.3.2. Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu (KOOZPL)

KOOZPL został opracowany w celu uzyskania informacji niezbędnych do wyznaczenia obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu.

Celem zastosowania kwestionariusza było opracowanie obiektywnej metody oceny obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu. W odróżnieniu od KOOZ, który stanowi metodę obiektywną i semiobiektywną oraz obejmuje ocenę obciążenia wynikającego z samego wykonania lotu, KOOZPL miał dotyczyć obciążenia wynikającego wyłącznie z czynności związanych z przygotowaniem do lotu. Celem było jak największe zobiektywizowanie oceny. W założeniu pilot miał jedynie zaznaczać czynności, które wykonywał, nie oceniając obciążenia związanego z ich wykonaniem.

Planowano wyznaczyć dla poszczególnych czynności przeciętną wartość obciążenia zadaniowego. Na podstawie odpowiedzi pilota wartości obciążenia dla zaznaczonych czynności sumowałyby się, co pozwoliłoby uzyskać sumaryczną wartość obciążenia dla czynności przygotowania do lotów. Dzięki temu założeniu udział pilota w ocenie ograniczałby się jedynie do zaznaczenia czynności wykonanych przed lotem. Kwestionariusz obejmował czynności związane z przygotowaniem do lotu samego pilota i statku powietrznego oraz koordynację kwestii operacyjnych (np. uzgodnienie przylotu na lotnisko obce). Ocena obciążenia dla czynności, w których przeważa obciążenie fizyczne, takich jak:

- wyhangarowanie samolotu,
- wykonanie przeglądu przedlotowego,
- tankowanie,

byłaby szacowana na podstawie Metody Lehmanna. Zastosowanie jej polega na określeniu zbioru czynności wykonywanych przez człowieka i wyznaczeniu wydatku energetycznego związanego z wykonaniem każdej z nich. Wydatek energetyczny obliczany jest z uwzględnieniem pozycji ciała, obciążenia mięśni, czasu wykonywania czynności, powtarzalności ruchów itd. (Prędecka, Węgrzyn, Sowa, Sulak, 2016; Koradecka, Bugajska, 1998). Ocena dokonana przy użyciu tej metody byłaby oceną obiektywną, ponieważ rola pilota ograniczałaby się jedynie do wskazania czynności, które wykonywał w ramach przygotowania do lotu. Wartość obciążenia byłaby obliczona na podstawie ustandaryzowanych wartości obciążenia wyznaczonych przy użyciu metody Lehmanna.

Dla czynności, w których przeważa obciążenie umysłowe, standardowe wartości obciążenia miały zostać wyznaczone na podstawie oceny ekspertów. Do tych czynności należą:

a) zapoznanie się z AIP (Zbiorem Informacji Lotniczych),

b) zapoznanie się z NOTAM (wiadomość rozpowszechniana za pomocą środków telekomunikacyjnych, zawierająca informacje na temat ustanowienia, stanu lub zmian urządzeń lotniczych, służb, procedur, a także dotycząca niebezpieczeństwa),

c) przygotowanie trasy (wykreślenie na mapie, wykonanie obliczeń nawigacyjnych itd.),

d) obliczenie wyważenia samolotu,

e) analiza sytuacji meteorologicznej,

f) wypełnienie Pokładowego Dziennika Technicznego,

g) złożenie planu lotu,

h) ustalenia telefoniczne (z organami kontroli ruchu lotniczego, Służbą Informacji Powietrznej, Kierującym Lotami),

i) udział w odprawie przedlotowej.

Pytania kwestionariusza i sposób udzielenia odpowiedzi przedstawiono w załączniku (Z6).

3.4. Badania empiryczne

3.4.1. Środowisko prowadzenia badań – opis samolotów

Podczas badań pilotażowych i zasadniczych piloci wykonywali loty na 4 typach samolotów (Rys. 3.18-3.21). Poniżej krótko scharakteryzowano każdy z nich.

Aero AT-3

Rysunek 3.18. Samolot Aero AT-3 (fotografia własna)

rozpiętość	7,552 m
długość	5,88 m
wysokość	2,23 m
zasięg	904 km
powierzchnia nośna	9,3 m^2
masa własna	350 kg
masa użyteczna	232 kg
masa dopuszczalna	582 kg
prędkość maksymalna	215 km/h
prędkość przelotowa	200 km/h
prędkość minimalna	82 km/h
wznoszenie	3,7 m
pułap	3800 m
wyposażenie	radiostacja KY-97A (Bendix King); transponder KT-76A, (Bendix King); światła antykolizyjne (Whelen)
Silnik Rotax 912 S; o mocy 74 kW (100 KM)	

Samolot dopuszczony do lotów VFR w dzień, bez oblodzenia i akrobacji.

Dwumiejscowy dolnopłat o konstrukcji metalowej; maski, rama limuzyny, przejście limuzyna-kadłub, końcówki skrzydeł wykonane z kompozytów szklanych, węglowych i kewlarowych.

Skrzydła o obrysie prostokątnym, dwudźwigarowe. Wyposażone w klapy krokodylowe dwupołożeniowe (15° i 45°) oraz klapę Garney'a na całej krawędzi spływu klap.

Kadłub o konstrukcji półskorupowej. Zbiornik paliwa 70 l umieszczony w zamkniętej przestrzeni między silnikiem a kabiną pilotów w drenowanych osłonach paliwo- i dymoszczelnych. Kabina zakryta. Usterzenie płytowe.

Podwozie trójkołowe z kołem przednim, stałe. Goleń sprężysta stalowa, koło przednie samonastawne, wyposażone w tłumik drgań Shimmy. Koła główne hamowane hydraulicznie.

Piper PA-38 Tomahawk

Rysunek 3.19. Samolot Piper PA-38 Tomahawk (fotografia własna)

rozpiętość	10,36 m
długość	7,04 m
wysokość	2,76 m
zasięg	870 km

masa własna	512 kg
maksymalna masa startowa	757 kg
prędkość maksymalna	203 km/h
prędkość przelotowa	185 km/h
prędkość minimalna	91 km/h
wznoszenie	3,65 m/s
silnik AVCO Lycoming O-235 -L2C; o mocy 83,5 kW (112 KM)	
Jednosilnikowy, dwumiejscowy, lekki samolot szkolno-treningowy i turystyczny, produkowany przez amerykańskie przedsiębiorstwo Piper Aircraft.	

Tomark SD-4 Viper

Rysunek 3.20. Tomark SD-4 Viper (fotografia własna)

rozpiętość	8,34 m
długość	6,40 m
wysokość	2,20 m
prędkość przelotowa	200 km/h
prędkość minimalna	75 km/h

prędkość wznoszenia	5 m/s
rozbieg	180 m
dobieg	160 m
maksymalna masa startowa	600 kg
zasięg	1 200 km
długotrwałość lotu	6 h
zużywalna ilość paliwa	90 l
zużycie paliwa	16,4 l/h
moc silnika 73,5 kW (100 KM) przy 5 800 obr./min	
Silnik Rotax 912 ULS / S Tłokowy – 4-cylindrowy, gaźnikowy z przekładnią 2,43:1, cylindry chłodzone powietrzem, głowice cylindrów chłodzone płynem.	

Cessna 152

Rysunek 3.21. Samolot Cessna 152 (fotografia za: skrzydla.org)

rozpiętość	10,11 m
długość	7,34 m
wysokość	2,59 m
masa własna	515 kg

maksymalna masa startowa	758 kg
wznoszenie maksymalne	3,6 m/s
maksymalne wychylenie klap	30 stopni
prędkość minimalna	63 km/h
prędkość podróżna	198 km/h na wysokości 2440 m i przy 75% mocy
prędkość maksymalna w locie poziomym	276 km/h na poziomie morza
napięcie w instalacji elektrycznej	24V
Silnik Lycoming 0-235-L2C (110KM)	
Dwumiejscowy samolot treningowy i turystyczny produkowany przez firmę Cessna Aircraft Company ze Stanów Zjednoczonych, będący zmodernizowaną wersją samolotu Cessna 150. Często stosowany w lotniczym szkoleniu podstawowym do licencji turystycznej, licencji zawodowej oraz innych uprawnień pilotów lotnictwa cywilnego. Charakterystycznym elementem płatowca C 152 jest powiększony statecznik pionowy, którego wydłużona owiewka sięga tylnych okien kabiny pasażerskiej. Konstrukcja masek silnika Cessna 152 umożliwia dostęp do dolnych świec bez zdejmowania dolnej maski.	

3.4.2. Środowisko prowadzenia badań – opis lotnisk

Podczas badań pilotażowych i zasadniczych piloci wykonywali loty na różnych lotniskach. Każde z nich ma swoją specyfikę. Poniżej krótko scharakteryzowano każde z lotnisk, ze szczególnym uwzględnieniem czynników mogących wpływać na obciążenie zadaniowe pilota podczas wykonywania lotów.

Lotniska niekontrolowane

EPAR – Lądowisko Arłamów

Właścicielem lądowiska Arłamów znajdującego się w Bieszczadach jest Hotel Arłamów. Jest to lądowisko górskie, bardzo wymagające. Operacje wykonywane są pod stok lub w dół stoku. Ponadto podczas lądowania i startu samolot narażony jest na turbulencje spowodowane występowaniem rotorów po zawietrznej stronie zboczy, pomiędzy którymi umiejscowiona jest droga startowa. Mimo to, a być może właśnie dzięki temu lotnisko jest bardzo atrakcyjne dla pilotów odbywających szkolenie lub doskonalących swoje umiejętności pilotażowe. W rejonie lotniska przeważnie panuje niewielki ruch, nie posiada ono także swojej strefy (np. ATZ) ani kierującego lotami. Lotnisko może być trudne do identyfikacji, szczególnie dla pilotów przylatujących do niego po raz pierwszy. Nawigacja wymaga ponadto dużej uwagi ze względu na sąsiedztwo strefy

identyfikacyjnej obrony powietrznej (ADIZ), której granica przebiega ok 200m od południowego progu pasa. Zaledwie 10 km od lotniska znajduje się granica polsko-ukraińska, co w przypadku utraty orientacji geograficznej w trudnym nawigacyjnie terenie może grozić naruszeniem granicy państwa.

EPKA – Masłów k/Kielc

Zarządzającym lotniskiem EPKA jest Aeroklub Kielecki prowadzący działalność zarówno szybowcową, jak i samolotową. Lotnisko jest łatwe do zidentyfikowania dla samolotów przylatujących. Loty samolotowe odbywają się przede wszystkim na pasie betonowym, który jest dobrze oznakowany, podobnie jak droga kołowania. Ruch w rejonie lotniska jest umiarkowany. Na lotnisku operuje także samolot M18 Dromader i śmigłowiec lotniczego pogotowia ratunkowego.

EPKR – Krosno

Lotnisko w Krośnie zarządzane jest przez spółkę należącą do miasta, co znacząco wpływa na stan jego utrzymania. Operacje samolotowe wykonywane są głównie z pasa asfaltowego, który wyposażony jest w oświetlenie umożliwiające wykonywanie lotów nocnych. Lotnisko posiada także asfaltowe, bardzo dobrze oznaczone drogi kołowania. Praktycznie przez cały czas funkcjonowania lotniska dostępne jest wsparcie kierującego lotami lub informatora lotniskowej służby powietrznej (AFIS).

EPLS – Strzyżewice k/Leszna

Lotnisko EPLS jest lotniskiem trawiastym usytuowanym w przestrzeni niekontrolowanej. Posiada aż trzy drogi startowe, z czego jedna jest wzmocniona przy użyciu plastikowej kratki oraz wyposażona w oświetlenie umożliwiające wykonywanie lotów nocnych. Drogi startowe są bardzo dobrze oznakowane i widoczne. Co rzadkie na lotniskach trawiastych, wydzielone i oznaczone zgodnie z przepisami przy użyciu chorągiewek oraz tablic informacyjnych są także drogi kołowania. Na lotnisku często pracuje kierujący lotami lub informator lotniskowej służby informacji powietrznej (AFIS). Znacząco ułatwia to funkcjonowanie na lotnisku, gdzie odbywa się bardzo intensywny ruch. Zwłaszcza w weekendy aktywne są oba pasy, na których równolegle odbywają się loty samolotowe przy jednoczesnym wykonywaniu operacji przez szybowce oraz samoloty holujące na tzw. „pasie neutralnym" (znajdującym się pomiędzy drogami startowymi 05L/23R i 05R/23L). Przy uwzględnieniu jednoczesnego wykorzystania przestrzeni po południowej stronie lotniska do zrzutu skoczków oraz północnej do lotów paralotniowych ruch w przestrzeni można określić jako bardzo intensywny. Wymaga to od pilota precyzyjnego utrzymywania parametrów w locie po kręgu, szczególnie podczas wykonywania startów i lądowań, oraz utrzymywania wysokiej koncentracji podczas nasłuchu częstotliwości lotniska.

EMPR – Mirosławice

Lotnisko EPMR stanowi siedzibę Aeroklubu Dolnośląskiego. Odbywają się na nim głównie loty samolotowe w ramach szkoleń prowadzonych przez aeroklub. Ze względu na specyfikę lotniska operowanie może być trudne dla pilotów przylatujących z zewnątrz. Najczęściej używaną drogą startową jest droga 09/27. Jest ona bardzo krótka, poza tym tuż za jej progiem często rosną wysokie uprawy. Lotnisko jest słabo widoczne, co często utrudnia pilotom zidentyfikowanie go. Lotnisko posiada własną strefę ruchu lotniskowego (ATZ) z wyznaczonymi punktami dolotowymi i wylotowymi, znajdującymi się w niewielkiej odległości od lotniska. Porządkuje to ruch w rejonie lotniska, natomiast mniej doświadczeni piloci mogą odczuwać deficyt czasu związany z koniecznością odnalezienia właściwego punktu dolotowego, nawiązania łączności, zidentyfikowania lotniska oraz włączenia się w krąg.

EPOM – Michałków k/Ostrowa Wlkp.

Zarządzającym lotniskiem EPOM jest Aeroklub Ostrowski, prowadzący bardzo intensywnie szkolenia szybowcowe i samolotowe. Lotnisko jest także popularnym miejscem wykonywania szybowcowych lotów wyczynowych. W połączeniu z często odbywającymi się zawodami szybowcowymi, gromadzącymi szerokie grono uczestników, rzutuje to na bardzo intensywny ruch w rejonie lotniska. Lotnisko jest utrzymane w bardzo dobrym stanie. Pas południowy wzmocniony jest dodatkowo plastikową kratką, co ułatwia operowanie z tego lotniska. Najczęściej pilot może liczyć także na życzliwe wsparcie kierującego lotami. Na lotnisku swoje bazy posiadają także śmigłowiec lotniczego pogotowia ratunkowego oraz samolot gaśniczy M18 Dromader, co może wymagać nagłego dostosowania ruchu do potrzeb tych statków powietrznych.

EPPT – Piotrków Trybunalski

Zarządzającym lotniskiem EPPT jest Aeroklub Ziemi Piotrkowskiej. Loty samolotowe odbywają się najczęściej z pasa asfaltowo-betonowego. Na lotnisku poza szkoleniami samolotowymi odbywają się intensywne loty szybowcowe oraz skoki spadochronowe. Lotnisko znajduje się w przestrzeni niekontrolowanej i ma dwie strefy ruchu lotniskowego (ATZ) z punktami dolotowymi i odlotowymi. W bezpośrednim sąsiedztwie lotniska znajdują się trzy elementy przestrzeni powietrznej, które mogą utrudniać dolot i odlot z lotniska EPPT. Są to rejony kontrolowane lotnisk Łódź (TMA) i Łask (MTMA) oraz strefa kontrolowana lotniska w Tomaszowie Mazowieckim (MCTR).

EPWS – Lądowisko Szymanów

Zarządzającym lotniskiem EPWS jest Aeroklub Wrocławski prowadzący przede wszystkim szkolenia szybowcowe i samolotowe. Szczególnie w weekendy na lotnisku ma miejsce intensywny ruch, który obejmuje operacje samolotów oraz szybowców wykonujących starty zarówno za samolotem, jak i za wyciągarką. Okazjonalnie odbywają

się także skoki spadochronowe w strefie po południowej stronie lotniska oraz pilne starty samolotu gaśniczego M18 Dromader. Nawierzchnia trawiasta obu pasów jest w bardzo złym stanie – występują licznie nierówności, które utrudniają wykonywanie operacji.

EPZE – Żerniki

Lotnisko EPZE jest prywatnym lotniskiem niekontrolowanym. Ma bardzo krótki pas asfaltowy, co sprawia, że jest dosyć wymagające, jeśli chodzi o wykonywanie startów i lądowań. Nie jest lotniskiem kontrolowanym, ale znajduje się w przestrzeni kontrolowanej lotniska wojskowego Poznań-Krzesiny (MCTR). W związku z powyższym pilot każdorazowo ma obowiązek złożyć plan lotu. Mimo że ruch na samym lotnisku nie jest kontrolowany przez kontrolera, to podlega jego kontroli od momentu oderwania, a każde wykonanie lotu wymaga uzyskania zezwolenia.

Lotniska kontrolowane

EPRZ – Rzeszów-Jasionka

Lotnisko Rzeszów-Jasionka (EPRZ) jest lotniskiem komunikacyjnym ze swoją strefą kontrolowaną (CTR). Wymaga to od pilota bardzo precyzyjnego prowadzenia korespondencji oraz przestrzegania dużo bardziej złożonych procedur niż w przypadku lotnisk niekontrolowanych. Przykładem może być wykonywanie lotów zgodnie ze standardowymi procedurami dolotowymi i odlotowymi determinującymi odpowiednie punkty dolotowe i wysokości. Ponadto konieczność uzyskania zdecydowanie większej liczby bardziej skomplikowanych zezwoleń może stanowić bardzo duże obciążenie, szczególnie dla mniej doświadczonych pilotów. Często mniej doświadczeni piloci odczuwają duży stres, wykonując loty na lotniska kontrolowane. Warto zauważyć, że każdorazowe wykonanie lotu w przestrzeni kontrolowanej wymaga złożenia planu lotu, co stanowi dodatkową czynność w ramach przygotowania do lotu. Olbrzymią zaletą lotnisk komunikacyjnych jest natomiast bardzo dobrze rozwinięta i utrzymana infrastruktura.

EPWR Wrocław – Strachowice

Lotnisko Wrocław-Strachowice (EPWR), tak samo jak lotnisko Rzeszów-Jasionka (EPRZ), jest lotniskiem kontrolowanym. Wynika z tego szereg bardzo zbliżonych uwarunkowań. Niewielką różnicę stanowi brak standardowych procedur dolotowych i odlotowych, są jednak wyznaczone odpowiednie trasy. Sprawia to, że pilot nie musi utrzymywać określonej w procedurze wysokości – w przypadku lotniska EPWR musi się ona najczęściej zawierać w zakresie 600-1600 stóp.

3.4.3. Opis organizacji, w których prowadzone były badania

Loty wykonywane w ramach badań pilotażowych i zasadniczych prowadzone były w małych organizacjach lotnictwa ogólnego.

Podczas badań pilotażowych loty przeprowadzano w dwóch organizacjach. Część lotów odbywała się w organizacji specjalizującej się w wynajmie samolotów pilotom wykonującym loty rekreacyjne oraz budującym nalot (uzyskującym doświadczenie) niezbędny do uzyskania licencji wyższego rzędu (np. licencji pilota zawodowego). Drugą organizacją była zatwierdzona organizacja szkolenia (ATO). Oferowała ona szerszą gamę usług, poczynając od wynajmu samolotów do celów rekreacyjnych i budowy nalotu przez szkolenia do licencji turystycznej po szkolenia do licencji zawodowej oraz uprawnień do pilotażu według wskazań przyrządów czy uprawnień instruktora samolotowego.

Badania zasadnicze były prowadzone w zatwierdzonych organizacjach szkolenia (ATO), wynajmujących samoloty do lotów rekreacyjnych i do budowy nalotu oraz prowadzących szkolenia do licencji turystycznej i zawodowej, a także do wielu uprawnień dla posiadaczy tych licencji.

Wszystkie wymienione wyżej zatwierdzone organizacje szkolenia (ATO) posiadały strukturę analogiczną do przedstawionej w rozdziale drugim (por. rozdział 2.3. Specyfika zarządzania bezpieczeństwem lotów w organizacji lotnictwa ogólnego). Ponadto organizacje te posiadają rozbudowaną infrastrukturę, która obejmuje hangary i dobrze wyposażone zaplecze zapewniające pilotom odpowiednie warunki do przygotowania się do lotu (biuro, dostęp do komputera, Internetu, drukarki itp.). Każda z organizacji szkolenia posiadała też zaplecze techniczne obejmujące własną organizację obsługi statków powietrznych; na miejscu możliwe było uzyskanie wsparcia mechaników.

3.5. Badania pilotażowe

3.5.1. Cel badań pilotażowych

Celem badań pilotażowych była weryfikacja użyteczności i skuteczności wybranych metod oceny obciążenia zadaniowego na potrzeby przeprowadzenia badań zasadniczych związanych z opracowaniem metody zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa lotów na podstawie diagnozowania obciążenia zadaniowego.

Podczas badań weryfikowano poniższe metody:

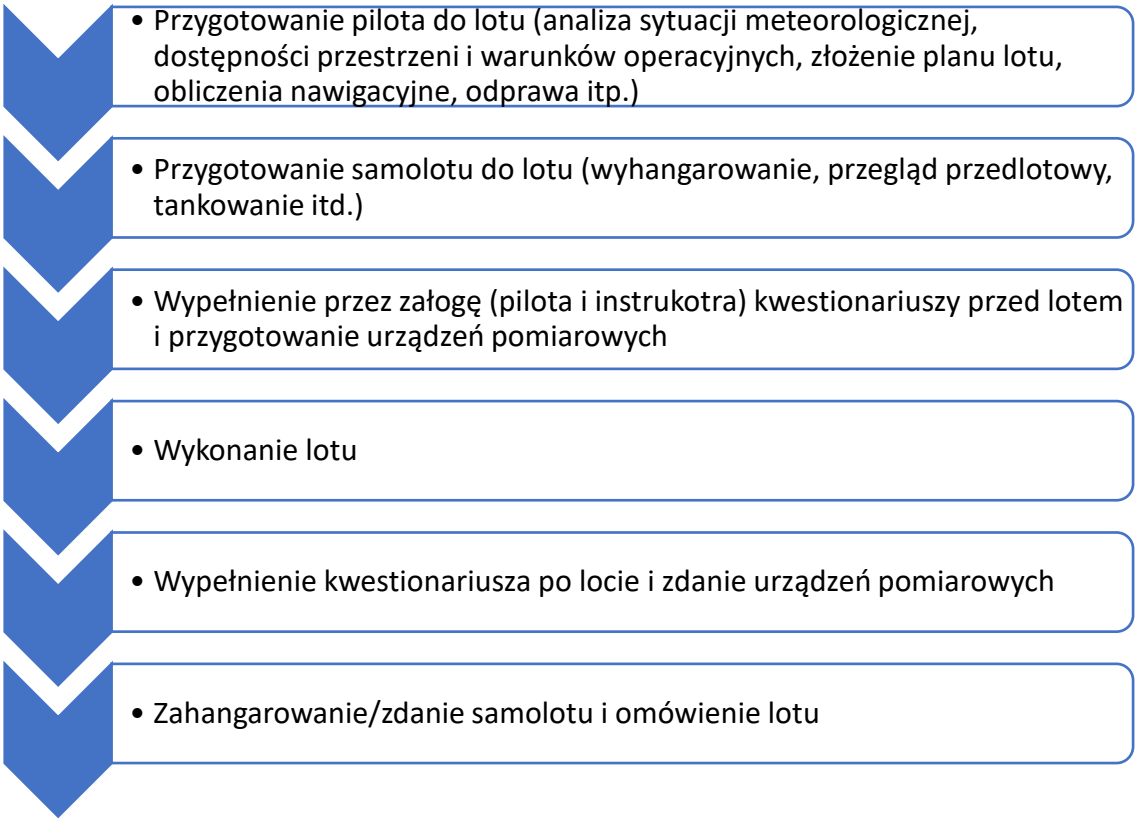
- pomiar pulsu przy użyciu opaski na klatkę piersiową,
- rejestrowanie śladu GPS,

- Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego,
- Kwestionariusz oceny obciążenia związanego z przygotowaniem do lotu.

3.5.2. Przebieg i rezultaty badań pilotażowych

Badania pilotażowe były prowadzone w okresie od 4 kwietnia 2020 roku do 31 maja 2021 roku. Obejmowały 58 lotów o łącznym czasie 9 godzin 21 minut i zostały wykonane w 10 seriach. Badaniom poddany był 1 pilot w wieku 28 lat, z nalotem na samolotach pomiędzy 100 a 200 godzin i nalotem ogólnym ok. 600 godzin. W badaniach uczestniczyła także dwójka instruktorów legitymujących się nalotami na samolotach, odpowiednio ok. 400 godzin i ok. 4000 godzin.

Kolejność wykonywania działań podczas zadania lotniczego z uwzględnieniem czynności związanych z prowadzonymi badaniami przedstawia poniższy rysunek (Rys. 3.22.).



Rysunek 3.22. Algorytm prezentujący kolejność działań wykonywanych podczas zadania lotniczego z uwzględnieniem badań kwestionariuszowych

Liczbę i czas poszczególnych lotów zawiera poniższe zestawienie (Tab. 3.2.).

Tabela 3.2. Zestawienie serii lotów wykonanych w ramach badań pilotażowych

Lp.	Pilot	Data	numer serii lotów w dniu	czas trwania serii lotów	liczba lotów w serii
1	Berry	04.04.2020	1	0:46	1
2	Berry	05.04.2020	1	1:03	1
3	Berry	05.04.2020	2	0:57	11
4	Berry	05.04.2020	3	0:31	1
5	Berry	05.04.2020	4	0:57	11
6	Berry	06.04.2020	1	0:16	4
7	Berry	06.04.2020	2	0:36	2
8	Berry	06.04.2020	3	0:41	12
9	Berry	06.04.2020	4	0:59	8
10	Berry	31.05.2021	1	2:35	7
			SUMA	**9:21**	**58**

Loty były wykonywane w przestrzeni kontrolowanej i niekontrolowanej na lotniskach: EPRZ, EPKA, EPKR, EPAR, EPPT. Były to głównie loty po trasie, ale także loty po kręgu. Podczas wszystkich lotów trasowych pilot utrzymywał łączność ze Służbą Informacji Powietrznej (FIS). Dziewięć serii lotów wykonano na samolocie Aero AT-3, jedną (31.05.2021) na samolocie Cessna 152.

Podczas badań pilotażowych korzystano z wcześniej skonstruowanych kwestionariuszy. W trakcie lotu prowadzony był także zapis tętna pilota oraz śladu GPS statku powietrznego.

3.5.3. Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego (KOOZ)

Na potrzeby badań opracowano cztery kwestionariusze. Dotyczyły one oceny obciążenia zadaniowego związanego z wykonywaniem lotu i stanowiły trzon badań pilotażowych. W pierwszej części badania pilot i instruktor dokonywali oceny spodziewanego poziomu obciążenia zadaniowego przy pomocy dedykowanych kwestionariuszy przed lotem (P_KOOZ_PRE i I_KOOZ_PRE – Załączniki Z2, Z3). W drugiej części oceniali rzeczywisty poziom obciążenia, który wystąpił podczas lotu (P_KOOZ_POST

i I_KOOZ_POST – Załączniki Z4, Z5). W obu przypadkach instruktor dokonywał oceny nie własnego obciążenia, a obciążenia pilota. Celem dokonania oceny także przez instruktora była próba obiektywizacji wrażeń pilota poprzez zestawienie z oceną kompetentnego obserwatora. Zgodnie z przyjętą koncepcją ocena pilota jest zaliczana do metod subiektywnych, a ocena instruktora do semiobiektywnych.

Wypełnienie kwestionariuszy poprzedzone było uzupełnieniem tabeli zawierającej informacje dotyczące lotu (Załącznik Z1).

Treść tabeli dotyczyła informacji na temat wieku pilota oraz jego doświadczenia wyrażonego w godzinach spędzonych w powietrzu – nalotu uzyskanego na samolotach oraz nalotu ogólnego (obejmującego także doświadczenie zdobyte na innych klasach statków powietrznych, np. szybowcach czy śmigłowcach).

Druga sekcja dotyczyła informacji związanych z samym wykonywaniem lotów. Obejmowała czas i miejsce wykonania lotu, typ i znaki statku powietrznego, liczbę lotów w badanej serii oraz opis zadania.

Po uzupełnieniu tabeli zawierającej informacje o locie załoga przystępowała do wypełnienia kwestionariuszy.

Członkowie załóg mogli korzystać z kwestionariusza w wersji zarówno papierowej, jak i elektronicznej – w postaci udostępnionego arkusza kalkulacyjnego. Co istotne, członkowie załogi wypełniali kwestionariusze przed lotem, ale po czynnościach obejmujących przygotowanie do lotu. Znany był już szereg okoliczności wykonania lotu, takich jak:

a) stan techniczny samolotu (na podstawie wykonanego przeglądu przedlotowego);

b) warunki meteorologiczne (na podstawie analizy depesz meteorologicznych);

c) zadanie lotu (na podstawie odprawy lub informacji zawartych w tabeli planowej lotów);

d) rodzaj i aktywność elementów przestrzeni powietrznej (na podstawie informacji zawartych w Planie użytkowania przestrzeni powietrznej – AUP);

e) dane dotyczące lotnisk, na których załoga będzie operowała (na podstawie informacji zawartych w Zbiorze informacji lotniczych – AIP – i informacji z innych źródeł, na przykład uzyskanych telefonicznie od przedstawiciela zarządzającego lotniskiem lub kontrolera ruchu lotniczego);

f) informacje dotyczące warunków nawigacyjnych, np. rodzaj i rozmieszczenie elementów topograficznych, możliwość korzystania z pomocy radionawigacyjnych itp. (na podstawie przygotowania trasy);

g) informacje o obciążeniu związanym z przygotowaniem do lotu.

Druga część badania polegała na udzieleniu przez załogę odpowiedzi na analogiczne pytania po locie. Dotyczyły one jednak obciążenia rzeczywistego, które wystąpiło

podczas lotu, a nie szacowanego przed lotem. Celem drugiej części badania była weryfikacja trafności szacunków dokonywanych przez załogę przed lotem. Rozbieżności mogły wynikać zarówno z braku możliwości prognozowania pewnych zjawisk w oparciu o dane przed lotem, jak i ze zdarzeń losowych, które miały miejsce w czasie lotu – przykładem jest wystąpienie burzy na trasie, pojawienie się problemów technicznych czy konieczność zmiany organizacji ruchu na lotnisku przylotu. Celem weryfikacji trafności oceny dokonywanej przez pilota przed lotem było pozyskanie danych umożliwiających zastosowanie odpowiedniej korekcji w narzędziu służącym do badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota. Wyodrębnienie pytań, w których piloci wykazywali tendencje do niedoszacowania ryzyka, umożliwiłoby zastosowanie odpowiednich współczynników korygujących te skłonności podczas oceny ryzyka przed lotem.

3.5.4. Wyniki oceny przy użyciu kwestionariuszy

W Tabelach 3.3. i 3.4. zamieszczono statystyki opisowe wyników w grupach pilotów oraz instruktorów. Zastosowano następujące oznaczenia: Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; Q1 – kwartyl pierwszy; Q3 – kwartyl trzeci.

W badaniach pilotażowych w grupie pilotów jako najbardziej obciążające przed lotem oceniane było pytanie 3: „Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji" (M=4,70) oraz 17 (M=4,70). Z kolei po odbyciu lotu najwyżej oceniano pytanie 6: „Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) wymagało bardzo dużego nakładu pracy" (M=5,10).

Tabela 3.3. Statystyki opisowe uzyskanych wyników pilota

	M	Me	Min	Max	Q1	Q3
pytanie PRE 1	4,30	5,00	2,00	6,00	3,00	5,00
pytanie PRE 2	4,20	4,50	2,00	6,00	3,00	5,00
pytanie PRE 3	4,70	5,00	2,00	7,00	4,00	5,00
pytanie PRE 4	4,50	4,50	3,00	7,00	3,00	5,00
pytanie PRE 5	2,70	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00
pytanie PRE 6	4,60	5,00	3,00	6,00	3,00	6,00
pytanie PRE 7	4,10	4,00	2,00	6,00	3,00	5,00
pytanie PRE 8	3,20	3,00	2,00	6,00	3,00	3,00
pytanie PRE 9	2,80	3,00	2,00	4,00	2,00	3,00
pytanie PRE 10	4,30	4,00	2,00	7,00	3,00	5,00
pytanie PRE 11	3,40	3,00	2,00	6,00	2,00	5,00
pytanie PRE 12	2,70	2,00	2,00	6,00	2,00	3,00
pytanie PRE 13	2,50	2,00	1,00	7,00	1,00	2,00
pytanie PRE 14	2,90	3,00	2,00	4,00	2,00	3,00
pytanie PRE 15	3,10	3,00	2,00	4,00	3,00	3,00
pytanie PRE 16	3,10	3,00	2,00	4,00	3,00	4,00
pytanie PRE 17	4,70	4,50	2,00	7,00	4,00	6,00

pytanie PRE 18	4,40	4,00	2,00	7,00	4,00	5,00
pytanie PRE 19	3,20	2,50	2,00	5,00	2,00	5,00
pytanie PRE 20	3,40	3,50	1,00	6,00	2,00	5,00
pytanie PRE 21	2,70	2,00	1,00	5,00	2,00	4,00
pytanie PRE 22	2,00	2,00	1,00	4,00	1,00	3,00
pytanie PRE 23	3,10	3,00	2,00	4,00	3,00	4,00
pytanie POST 1	4,90	5,00	2,00	7,00	5,00	6,00
pytanie POST 2	4,60	5,00	2,00	6,00	4,00	5,00
pytanie POST 3	4,90	5,00	2,00	7,00	4,00	5,00
pytanie POST 4	5,00	5,00	3,00	7,00	4,00	6,00
pytanie POST 5	2,70	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00
pytanie POST 6	5,10	5,00	3,00	7,00	4,00	6,00
pytanie POST 7	4,80	5,00	3,00	7,00	4,00	5,00
pytanie POST 8	3,20	3,00	2,00	6,00	3,00	3,00
pytanie POST 9	2,90	3,00	2,00	4,00	2,00	3,00
pytanie POST 10	4,70	4,50	2,00	7,00	4,00	6,00
pytanie POST 11	3,70	2,50	2,00	7,00	2,00	6,00
pytanie POST 12	2,50	2,00	1,00	6,00	1,00	3,00
pytanie POST 13	2,50	2,00	1,00	7,00	1,00	2,00
pytanie POST 14	1,90	1,50	1,00	6,00	1,00	2,00
pytanie POST 15	2,40	2,00	2,00	4,00	2,00	3,00
pytanie POST 16	2,70	2,50	2,00	5,00	2,00	3,00
pytanie POST 17	4,90	4,50	2,00	7,00	4,00	6,00
pytanie POST 18	4,80	4,50	2,00	7,00	4,00	6,00
pytanie POST 19	2,70	2,50	1,00	5,00	1,00	4,00
pytanie POST 20	3,50	3,50	1,00	6,00	2,00	5,00
pytanie POST 21	2,60	2,00	1,00	6,00	2,00	3,00
pytanie POST 22	1,90	1,50	1,00	6,00	1,00	2,00
pytanie POST 23	2,30	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00

W badaniach pilotażowych w grupie instruktorów jako najbardziej obciążające przed lotem oceniane było pytanie 3 (M=4,80). Z kolei po odbyciu lotu najwyżej oceniano pytanie 6: „Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) wymagało bardzo dużego nakładu pracy" (M=5,20).

Tabela 3.4. Statystyki opisowe uzyskanych wyników instruktora

	M	Me	Min	Max	Q1	Q3
pytanie PRE 1	4,30	4,50	2,00	6,00	3,00	5,00
pytanie PRE 2	3,90	4,00	2,00	5,00	3,00	5,00
pytanie PRE 3	4,80	5,00	2,00	7,00	4,00	5,00
pytanie PRE 4	4,30	4,00	2,00	7,00	3,00	6,00
pytanie PRE 5	2,40	2,00	2,00	3,00	2,00	3,00
pytanie PRE 6	4,40	4,00	3,00	6,00	4,00	5,00
pytanie PRE 7	4,30	4,50	2,00	7,00	3,00	5,00
pytanie PRE 8	3,40	3,00	2,00	6,00	3,00	4,00
pytanie PRE 9	2,60	3,00	1,00	3,00	2,00	3,00
pytanie PRE 10	4,40	4,00	2,00	7,00	3,00	6,00
pytanie PRE 11	3,80	3,00	2,00	7,00	3,00	5,00
pytanie PRE 12	2,80	2,00	1,00	6,00	2,00	3,00
pytanie PRE 13	2,40	2,00	1,00	7,00	2,00	2,00
pytanie PRE 14	2,90	3,00	2,00	4,00	2,00	3,00
pytanie PRE 15	2,50	2,00	2,00	4,00	2,00	3,00
pytanie PRE 16	3,50	3,00	2,00	5,00	3,00	4,00
pytanie PRE 17	4,50	5,00	2,00	7,00	3,00	6,00
pytanie PRE 18	4,70	4,00	2,00	7,00	4,00	7,00
pytanie PRE 19	3,10	3,00	1,00	5,00	2,00	5,00
pytanie PRE 20	3,40	3,00	2,00	5,00	2,00	5,00
pytanie PRE 21	2,70	2,00	1,00	6,00	1,00	4,00
pytanie PRE 22	2,30	2,00	1,00	5,00	2,00	3,00
pytanie PRE 23	3,00	3,00	2,00	4,00	2,00	4,00
pytanie POST 1	4,80	5,00	2,00	6,00	5,00	6,00
pytanie POST 2	4,40	4,50	2,00	6,00	4,00	5,00
pytanie POST 3	4,80	4,50	2,00	7,00	4,00	6,00
pytanie POST 4	4,50	4,50	1,00	7,00	3,00	6,00
pytanie POST 5	2,90	2,00	2,00	7,00	2,00	3,00
pytanie POST 6	5,20	5,00	3,00	7,00	4,00	6,00
pytanie POST 7	4,70	4,50	3,00	7,00	4,00	5,00
pytanie POST 8	3,60	3,00	2,00	7,00	3,00	4,00
pytanie POST 9	3,10	3,00	1,00	7,00	2,00	3,00
pytanie POST 10	4,80	5,50	2,00	7,00	4,00	6,00
pytanie POST 11	4,10	3,00	2,00	7,00	3,00	6,00
pytanie POST 12	2,50	2,00	1,00	6,00	1,00	3,00
pytanie POST 13	2,00	1,00	1,00	7,00	1,00	2,00
pytanie POST 14	2,00	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00
pytanie POST 15	1,80	2,00	1,00	3,00	1,00	2,00
pytanie POST 16	3,00	3,00	2,00	5,00	2,00	3,00
pytanie POST 17	4,80	5,00	1,00	7,00	4,00	6,00
pytanie POST 18	4,80	5,50	1,00	6,00	4,00	6,00
pytanie POST 19	3,00	3,00	1,00	7,00	2,00	3,00
pytanie POST 20	2,90	3,00	1,00	5,00	1,00	4,00
pytanie POST 21	2,20	2,00	1,00	5,00	1,00	3,00

pytanie POST 22	2,00	2,00	1,00	4,00	2,00	2,00
pytanie POST 23	2,70	2,50	2,00	5,00	2,00	3,00

3.5.5. Kwestionariusz obciążenia związanego z przygotowaniem do lotu

W ramach badań pilotażowych pilot wypełniał przed lotem także kwestionariusz dotyczący zadań związanych z przygotowaniem do lotu w danym dniu. Pilot zaznaczał na kwestionariuszu te czynności, które wykonywał danego dnia w ramach przygotowania do lotu. Poniżej zaprezentowano przykładowe odpowiedzi udzielone przez pilota w ramach badań pilotażowych (Tab. 3.5.).

Tabela 3.5. Przykładowa tabela czynności wykonywanych przez pilota w ramach przygotowania do lotu

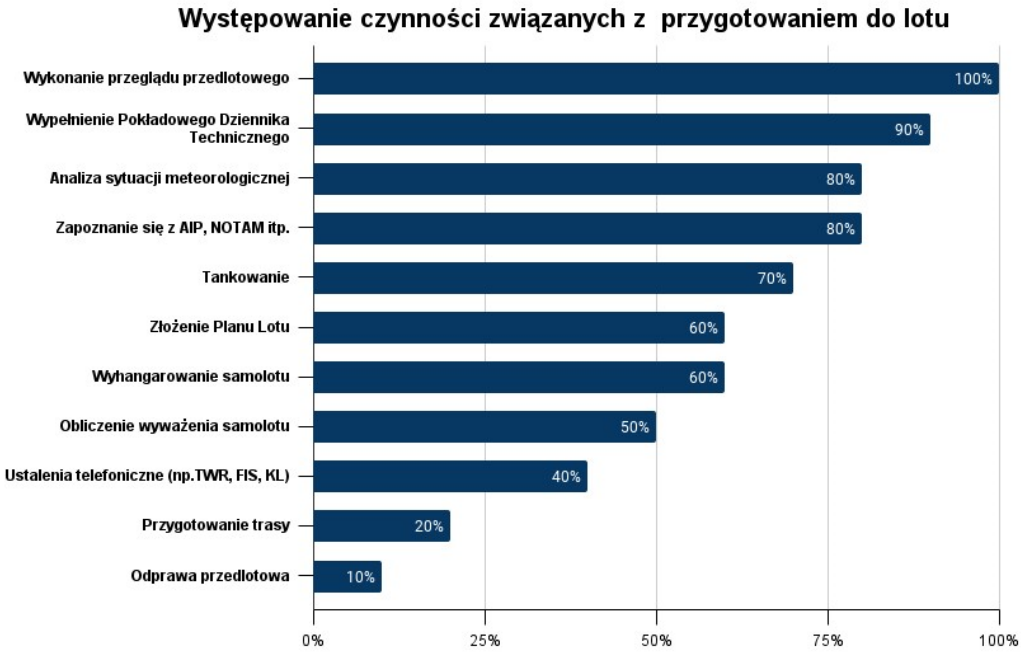
Zaznacz czynności, które wykonywałeś w ramach przygotowania do lotu w dniu dzisiejszym

1.	Wyhangarowanie samolotu	X
2.	Wykonanie przeglądu przedlotowego	X
3.	Tankowanie	X
4.	Zapoznanie się z AIP, NOTAM itp.	X
5.	Przygotowanie trasy	X
6.	Obliczenie wyważenia samolotu	X
7.	Analiza sytuacji meteorologicznej	X
8.	Wypełnienie Pokładowego Dziennika Technicznego	
9.	Złożenie Planu Lotu	X
10.	Ustalenia telefoniczne (np. TWR, FIS, KL)	
11.	Odprawa przedlotowa	X

Na podstawie odpowiedzi udzielonych przez pilota uzyskano informacje dotyczące częstości wykonywania poszczególnych czynności. Przed wszystkimi lotami pilotażowymi dokonano przeglądu technicznego. W 90% przypadków wypełniono

Pokładowy Dziennik Techniczny. Przygotowanie do 80% lotów obejmowało zapoznanie się z AIP, NOTAM itp. oraz analizę sytuacji meteorologicznej. 70% lotów pilotażowych wymagało tankowania. Przed 60% lotów pilotażowych wyhangarowano samolot i złożono Plan Lotu. W ramach zadań przed połową wszystkich lotów obliczono wyważenie samolotu. W 40% przypadków dokonano ustaleń telefonicznych (np. TWR, FIS, KL). W 20% lotów przygotowania przed startem obejmowały przygotowanie trasy, natomiast przed jednym lotem pilotażowym odbyła się odprawa przedlotowa.

Występowanie poszczególnych czynności związanych z przygotowaniem do lotu, uporządkowanych od najczęściej do najrzadziej wykonywanych, przedstawia Rysunek 3.23.



Rysunek 3.23. Występowanie czynności związanych z przygotowaniem do lotu

Niestety, już na etapie badań pilotażowych okazało się, że wyznaczenie ustandaryzowanych wartości dla każdej czynności jest praktycznie niemożliwe, a ocena prowadzona na ich podstawie będzie absolutnie niemiarodajna. Wynika to z faktu, iż w zależności od charakteru i złożoności danego zadania obciążenie pracą znacząco się zmienia. Przykład może stanowić wyhangarowanie, które czasami polega na otwarciu drzwi od hangaru i wypchnięciu z niego samolotu o kilka metrów, natomiast w innych przypadkach wiąże się z koniecznością wypchnięcia z hangaru kilku samolotów, aby wyciągnąć samolot odpowiedni do lotu, po czym należy ponownie zahangarować nieużywane statki powietrzne. Drugim przykładem może być tankowanie: w zależności od lotniska wykonane będzie na stacji, gdzie większość czynności wykonuje obsługa stacji, a zadania pilota nie odbiegają od czynności kierowcy podczas tankowania

samochodu; w innych zaś przypadkach może się wiązać z koniecznością np. pobrania klucza od składu paliwa, wypchnięcia palety z beczką przy pomocy wózka i tankowania z beczki poprzez manualne napędzanie pompy ręcznej.

Podobna trudność zachodzi w przypadku czynności związanych z obciążeniem umysłowym, na które wpływa wiele czynników i w zależności od zadania obciążenie to może się różnić nawet kilkukrotnie. Na przykład czynności związane z zapoznaniem się z AIP, poznaniem procedur, sporządzeniem notatek itp. w przypadku lotu na lotnisko kontrolowane może zająć nawet kilka godzin, podczas gdy przygotowanie lotu na niewielkie lotnisko aeroklubowe zajmie zaledwie kilka minut i będzie zdecydowanie mniej skomplikowane.

Ze względu na wymienione wyżej doświadczenia uznano omawiane narzędzie za nieużyteczne i niemiarodajne. Postanowiono ująć kwestię przygotowania do lotu w kwestionariuszach opracowanych na potrzeby badań zasadniczych, gdzie pilot oceniałby obciążenie z uwzględnieniem różnych obszarów. Na potrzeby uwzględnienia obciążenia związanego z przygotowaniem do lotu rozszerzono kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego o pytania dotyczące czynności wymienionych w KOOZPL. Pilot będzie dokonywał oceny obciążenia w Skali Likerta po wykonaniu czynności, w oparciu o rzeczywiste warunki, w jakich były one wykonane, oraz stopień ich skomplikowania.

3.5.6. Pomiar tętna i zapis śladu GPS

Pomiar tętna (Rys. 3.24. i 3.26.) i zapis śladu GPS (Rys. 3.25. i 3.27.) prowadzony był przy użyciu urządzenia Polar H9 i aplikacji Polar Beat. Rozpoczynał się po zajęciu przez pilota miejsca w kabinie samolotu, przed rozpoczęciem czynności związanych z uruchomieniem silnika; kończył się po wyłączeniu silnika, przed opuszczeniem przez pilota kabiny samolotu.

Poza wykresem przebiegu zmian tętna aplikacja dostarczała także informacji o najniższym, najwyższym oraz średnim tętnie zarejestrowanym podczas lotu (Tab. 3.6. – 3.8.).

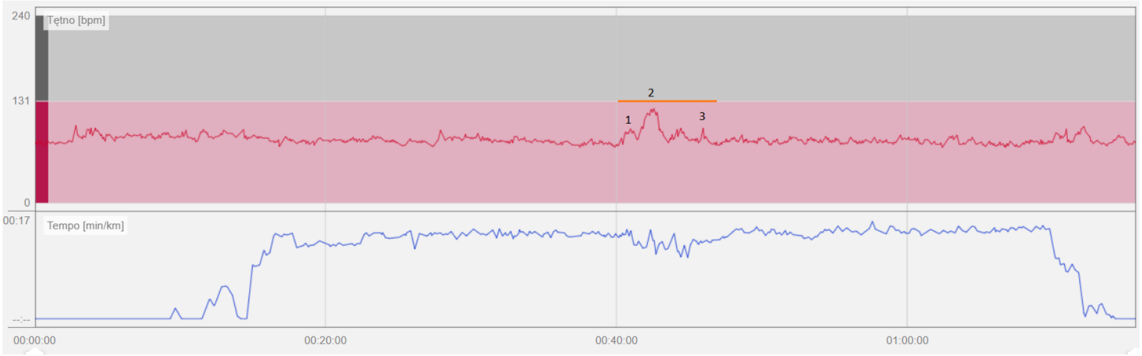
Tabela 3.6. Dane dotyczące serii lotów przeprowadzonych w ramach badań pilotażowych z uwzględnieniem średnich, minimalnych i maksymalnych wartości tętna

Pilot	Data	numer serii lotów w dniu	liczba lotów w serii	Godzina rozpoczęcia	czas trwania serii lotów	Czas trwania pomiaru	Średnie tętno [bpm]	Tętno maX. [bpm]	Tętno min. [bpm]
Berry	04.04.2020	1	1	11:55	0:46	01:03:08	86	123	74
Berry	05.04.2020	1	1	09:49	1:03	01:15:44	81	121	71
Berry	05.04.2020	2	11	11:49	0:57	01:08:29	88	116	74
Berry	05.04.2020	3	1	13:17	0:31	00:43:24	81	99	67
Berry	05.04.2020	4	11	15:48	0:57	01:01:24	85	104	70
Berry	06.04.2020	1	4	13:59	0:16	00:25:09	95	119	80
Berry	06.04.2020	2	2	14:33	0:36	00:46:56	93	112	73
Berry	06.04.2020	3	12	15:48	0:41	00:50:44	87	101	71
Berry	06.04.2020	4	8	17:20	0:59	01:02:51	85	103	70
Berry	31.05.2021	1	7	06:15	2:35	02:38:55	68	158	58

W zapisie tętna dostrzeżono stany nagłego jego wzrostu występujące podczas zdarzeń wzmożonego stresu i/lub obciążenia. Jako przykład mogą posłużyć serie lotów pierwsza i druga, które odbyły się w dniu 5 kwietnia 2020 r. Oba loty były wykonywane na samolocie Aero AT-3. Wykonywał je pilot z licencją samolotową turystyczną, w wieku 28 lat, z nalotem na samolotach ok. 120 h i nalotem ogólnym ok. 550 h. Pierwsza seria obejmowała lot wykonywany z lotniska EPRZ do lotniska EPKA. Nawigacja była prowadzona w oparciu o urządzenie GPS.

Tabela 3.7. Dane dotyczące pomiaru tętna podczas pierwszej serii lotów w dniu 5.04.2020

Dane pomiaru				
Godzina rozpoczęcia	Czas trwania	Średnie tętno [bpm]	Tętno maks. [bpm]	Tętno min. [bpm]
09:49	01:15:44	81	121	71



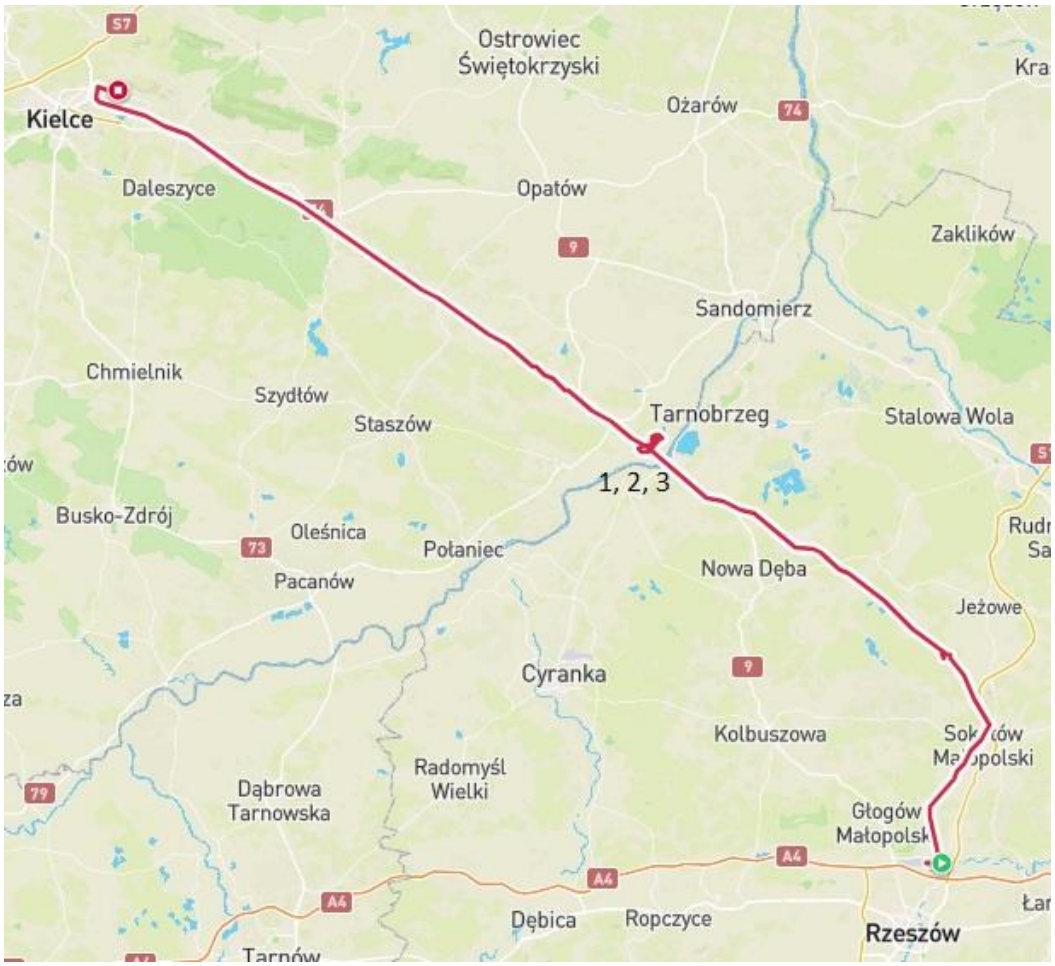
Rysunek 3.24. Zapis zmian tętna i prędkości lotu w czasie wykonany podczas pierwszej serii lotów w dniu 5.04.2020

W zapisie tętna zarejestrowano trzy piki, występujące równocześnie ze spadkami prędkości według śladu GPS. Zidentyfikowano je z trzema zdarzeniami następującymi krótko po sobie, związanymi z dostrzeżeniem przez pilota pożaru pola i, co za tym idzie, wzrostem poziomu stresu i obciążenia zadaniowego.

Zdarzenie 1. Dostrzeżenie przez pilota pożaru uprawy oraz wykonywanie krążenia w jego rejonie.

Zdarzenie 2. Nawiązanie łączności i prowadzenie korespondencji ze Służbą Informacji Powietrznej (FIS), podczas której pilot musiał jak najprecyzyjniej i jak najszybciej przekazać informacje dotyczące pożaru, takie jak: jego lokalizacja, powierzchnia, sugestie dotyczące dojazdu.

Zdarzenie 3. Wznowienie orientacji geograficznej i czynności związane z ponownym odejściem na trasę.

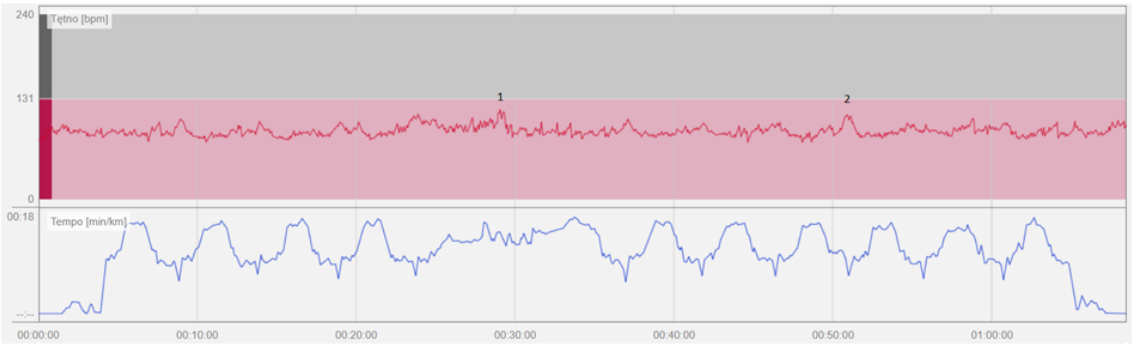


Rysunek 3.25. Zapis śladu GPS wykonany podczas pierwszej serii lotów w dniu 5.04.2020

Druga seria lotów obejmowała loty po kręgu wykonywane na lotnisku EPKA.

Tabela 3.8. Dane dotyczące pomiaru tętna podczas drugiej serii lotów w dniu 5.04.2020

Dane pomiaru					
Godzina rozpoczęcia	Czas trwania	Średnie tętno [bpm]	Tętno maks. [bpm]	Tętno min. [bpm]	
11:49	01:08:29	88	116	74	

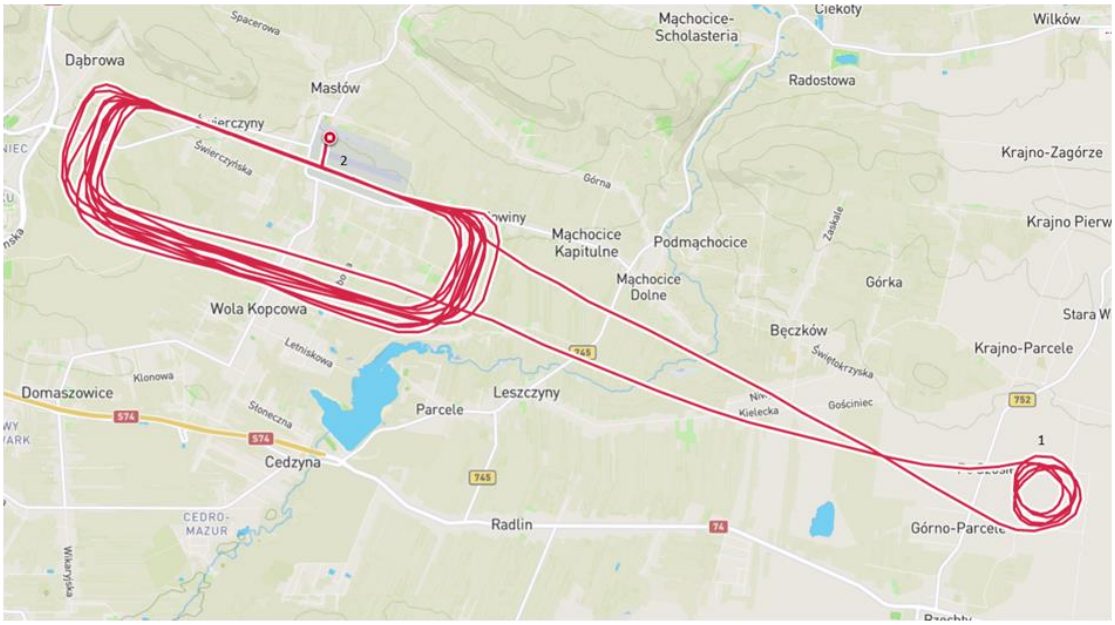


Rysunek 3.26. Zapis zmian tętna i prędkości lotu w czasie wykonany podczas drugiej serii lotów w dniu 5.04.2020

W zapisie tętna dostrzeżono dwa piki i zidentyfikowano je z sytuacjami wzmożonego obciążenia zadaniowego i stresu.

Zdarzenie 1. Meldunek do służby informacji powietrznej o dostrzeżonym pożarze uprawy.

Zdarzenie 2. Przyziemienie z trawersem, lekka utrata kierunku i odejście na drugi krąg.



Rysunek 3.27. Ślad GPS wykonany podczas drugiej serii lotów w dniu 5.04.2020

Pomiar tętna podczas badań pilotażowych pozwolił sformułować wnioski dotyczące użyteczności tej metody.

Pomiar tętna może być bardzo użyteczny w zarządzaniu bezpieczeństwem lotów w ujęciu retrospektywnym. Zmiany tętna mogą świadczyć o sytuacjach wzmożonego stresu lub

obciążenia zadaniowego. Może to mieć szczególne znaczenie z punktu widzenia identyfikacji zdarzeń niepożądanych, które wystąpiły podczas lotu, a następnie w ich badaniu oraz wdrażaniu profilaktyki. Pomiar tętna może także pomóc identyfikować fazy lotu czy sytuacje, w których pilot funkcjonuje w stanie wzmożonego stresu lub obciążenia zadaniowego – co może być uwzględniane np. w organizacji szkoleń. Informacje takie mogłyby wpłynąć na efektywniejszy trening poprzez zintensyfikowanie szkolenia w obszarze sytuacji trudnych dla pilota.

Jednocześnie metody związane z pomiarem tętna wiążą się z występowaniem wielu problemów czyniących je niemiarodajnymi i trudnymi do zastosowania. Przede wszystkim na wartość tętna wpływa wiele czynników, takich jak: sytuacja osobista, pora doby, warunki atmosferyczne, poziom stresu, cechy osobnicze, obciążenie fizyczne, występowanie przyspieszeń itp. Trudno spośród tych czynników wyodrębnić wpływ obciążenia zadaniowego na zmiany tętna. Podczas badań okazało się, że duży wpływ na zmiany tętna mają czynniki zewnętrzne, takie jak wysoka temperatura w kabinie, wysiłek fizyczny związany z tankowaniem czy wykonaniem przeglądu przedlotowego lub stres spowodowany koniecznością szybkiego zajęcia miejsca w kabinie. Warunki wykonywania lotów najczęściej uniemożliwiają zajęcie miejsca choćby kilka czy kilkanaście minut przed rozpoczęciem lotu. Ponadto na zmiany tętna mają wpływ cechy osobnicze, takie jak wiek, stan zdrowia, wypoczynek. Do rzetelnego wykorzystania tego wskaźnika konieczne jest dokładne zbadanie pilota i dokonanie interpretacji wyników przez specjalistów. Wskazane byłoby także wykorzystanie dużej próby lotów w celu zbudowania bazy danych pilota oraz skalibrowania metody. Zastosowanie tej metody w warunkach organizacji lotnictwa ogólnego byłoby bardzo trudne ze względu na brak zaplecza ludzkiego, sprzętowego i finansowego. Także bardzo duża rotacja pilotów w organizacjach lotnictwa ogólnego sprawia, że działania takie wydają się nierentowane. Kwestia ta może wyglądać inaczej w lotnictwie państwowym czy komunikacyjnym, gdzie stała grupa pilotów wykonuje wiele lotów – często długotrwałych – i gdzie istnieją odpowiednie warunki kadrowe i finansowe sprzyjające rozwijaniu takich metod.

Z punktu widzenia kierunku dalszych prowadzonych badań (zasadniczych), których celem jest opracowanie metody pozwalającej zarządzać ryzykiem poprzez jego szacowanie przed wykonaniem lotu, użyteczność pomiaru pulsu jest niewielka. Wynika to przede wszystkim z trudności zastosowania go w organizacjach lotnictwa ogólnego, które są organizacjami niewielkimi, zatrudniającymi niewiele osób i najczęściej dysponującymi bardzo ograniczonym budżetem. Interpretacja wyników pomiaru tętna jest trudna i wymaga zaangażowania kompetentnych osób. W przypadku podejścia proaktywnego czy predyktywnego wymagałaby dokładnego przebadania pilota pod kątem zmian tętna w różnych sytuacjach oraz w trakcie wysiłku o różnej intensywności lub posiadania zapisu i interpretacji szerokiej indywidualnej bazy danych pilota. Większość organizacji lotnictwa ogólnego stanowią ośrodki szkolenia, w których rotacja pilotów jest bardzo duża. Wykonują oni najczęściej w danym ośrodku pojedyncze szkolenie do określonej licencji czy uprawnień, przez co zebranie szerszego materiału byłoby trudne lub najczęściej niemożliwe.

Zdaniem autora zastosowanie pomiaru tętna może być bardzo użyteczne w dużych organizacjach dysponujących odpowiednim zapleczem ludzkim, finansowym i technologicznym. Przede wszystkim autor dostrzega perspektywy związane z zastosowaniem pomiaru tętna w zarządzaniu ryzykiem w Siłach Zbrojnych lub w przypadku dużych przewoźników lotniczych. W perspektywie dalszych badań autor rozważa wykorzystanie pomiaru pulsu w celu identyfikacji zdarzeń niepożądanych lub powodujących nadmierne obciążenie pilota.

Z doświadczeń zdobytych podczas badań pilotażowych płyną wnioski, że przy pomiarze pulsu nieodzowne jest jednoczesne prowadzenie zapisu śladu GPS. Zdecydowanie ułatwia on identyfikację sytuacji, w której wystąpiły zmiany tętna. Zapis pozycji GPS może być też przydatny z punktu widzenia retrospektywnej analizy zdarzeń mających miejsce podczas trwania lotu, np. incydentów i wypadków. Niestety obarczanie pilota dodatkowym zadaniem, jakim jest prowadzenie zapisu śladu GPS, stanowi dodatkowy czynnik obciążenia. Optymalnym rozwiązaniem wydaje się wyposażenie samolotów w proste urządzenia GPS, zapisujące pozycję samolotu automatycznie od włączenia do wyłączenia zasilania w samolocie lub od uruchomienia silnika do jego wyłączenia. W niektórych nowszych samolotach taki zapis prowadzony jest automatycznie. W ocenie autora zapis śladu GPS bez pozyskiwania danych dotyczących zmian pulsu nie odgrywa istotnej roli w pomiarze obciążenia zadaniowego pilota.

3.5.7. Podsumowanie badań pilotażowych

Na podstawie badań pilotażowych odrzucono pomiar tętna oraz kwestionariusz oceny obciążenia związanego z przygotowaniem do lotu jako metody niemiarodajne i nieużyteczne z punktu widzenia zastosowania w organizacji lotnictwa ogólnego.

Pomiar tętna okazał się trudny w interpretacji i wymagający dużych nakładów organizacyjnych i finansowych. W ocenie autora organizacje lotnictwa ogólnego nie są gotowe na stosowanie tak wymagających metod.

KOOZPL okazał się całkowicie niemiarodajny ze względu na różnorodność warunków, w których dane zadania są wykonywane. Ta sama czynność wykonywana przy innym samolocie, na innym lotnisku lub w ramach przygotowania do innego lotu może generować kilkukrotnie lub nawet kilkudziesięciokrotnie większe obciążenie pilota. Uznano, że konieczne jest zastosowanie jakościowej oceny obciążenia zadaniowego związanego z kluczowymi czynnościami przygotowawczymi do lotu wykonywanymi przez pilota.

Na podstawie powyższych wniosków postanowiono rozbudować kwestionariusz oceny ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego o czynności związane z przygotowaniem do lotu.

3.6. Badania zasadnicze

3.6.1. Cel badań zasadniczych

Celem badań zasadniczych była weryfikacja skuteczności oceny ryzyka operacyjnego przez pilotów i instruktorów na podstawie obciążenia zadaniowego oraz wykorzystanie jej wyników do przygotowania narzędzia do badania ryzyka operacyjnego związanego z obciążeniem zadaniowym na podstawie uszczegółowionych wskaźników obciążenia zadaniowego.

3.6.2. Dobór próby

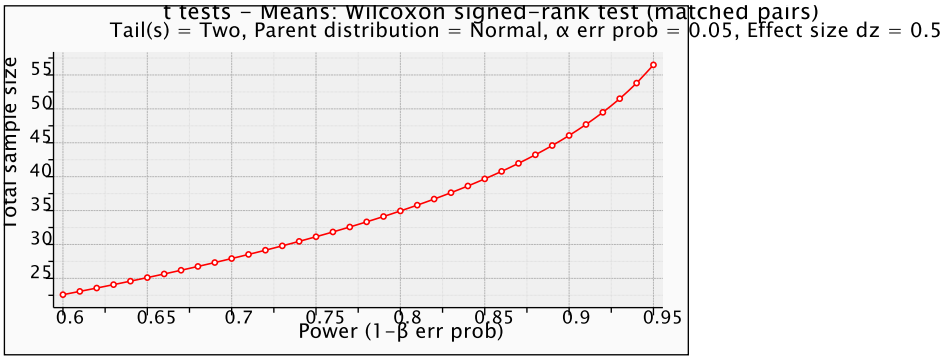
Liczność próby zależna była od wielu czynników, przede wszystkim od środowiska badań. Badania prowadzone na pilotach w locie są trudne ze względu na ogólną niechęć środowiska do ich prowadzenia. Dotyczy ona zarówno pilotów, jak i organizacji. Jedna i druga grupa obawia się ujawnienia ewentualnych uchybień. W przypadku pilotów obawy dotyczą ewentualnych problemów zdrowotnych czy ewentualnego niedomagania podczas wykonywania czynności w powietrzu. Podobnie w przypadku organizacji bardzo niewielka ich część przychylnie patrzy na prowadzenie badań podczas lotów. Drugie utrudnienie stanowi deficyt czasu, szczególnie w przypadku wykonywania lotów z instruktorem. Loty te wiążą się z dużym obciążeniem także dla instruktora, który wykonuje wiele serii lotów dziennie. Przerwy pomiędzy seriami są stosunkowo krótkie i zaplanowane w taki sposób, aby wystarczyły na wykonanie podstawowych czynności związanych z wykonaniem lotu (tankowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, wypełnienie dokumentacji, wykonanie odprawy przedlotowej i omówienie z uczniem lotu po jego zakończeniu). Najczęściej czynności te są wykonywane w deficycie czasu. Aby wykonanie badania było możliwe przy okazji standardowo wykonywanych lotów, musi wystąpić wiele czynników sprzyjających, które najczęściej nie są zależne od badacza. Ograniczeniem dla swobodnego prowadzenia badań w locie jest ich wysoki koszt. W takim przypadku koszt jednej godziny prowadzenia badań w locie, uwzględniając koszty wynajęcia samolotu, paliwa, opłat lotniskowych itp., to około 700 złotych. Kolejnym czynnikiem utrudniającym przeprowadzenie badań było wystąpienie pandemii COVID-19. Miało ono dwojaki wpływ. Najbardziej bezpośredni dotyczył ograniczeń związanych z wykonywaniem lotów, udziału osób trzecich, niechęci do stosowania dodatkowych urządzeń i kontaktów międzyludzkich. Drugim skutkiem obserwowanym długofalowo było zahamowanie rozwoju rynku lotniczego, co skutkowało znacznym spadkiem liczby wykonywanych lotów (zwłaszcza szkolnych) w sektorze lotnictwa ogólnego.

Jako liczność próby przyjęto serie lotów. Podczas każdej serii lotów wypełnione zostały cztery kwestionariusze (dwa przez pilota i dwa przez instruktora). W jednej serii lotów mogło być wykonanych więcej lotów niż jeden, ale ocenie poddawana była cała seria.

Wynika to z często spotykanej w lotnictwie praktyki, szczególnie w przypadku lotów szkolnych, że w ramach jednego zadania wykonuje się serię lotów. Ma to miejsce najczęściej w przypadku lotów, podczas których ćwiczone są starty i lądowania. Jeśli nie następuje wyłączenie silnika pomiędzy poszczególnymi lotami, uznaje się je za loty wykonane w serii, co znajduje odzwierciedlenie w zapisach np. w Pokładowym Dzienniku Technicznym statku powietrznego lub w Książce Pilota. Cała seria lotów wpisywana jest jako jedna pozycja z wyszczególnioną w niej adnotacją informującą o liczbie lotów wykonanych w serii.

Ocenę minimalnej liczności próby przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu G*Power (Faul, Erdfelder, Lang, Buchner, 2007). Zakładając spodziewaną wielkość efektu (ang. *effect size*) na poziomie d=0,5, poziom istotności α=0,05 w przypadku wykorzystanego testu dla prób zależnych, poziom mocy testu 0,8, który uważany jest za zadawalający (Jarmakowska-Kostrzanowska, 2021), osiągnięty zostanie przy liczności grupy wynoszącej N=35 (Rys. 3.28.).

W badaniu próba serii lotów pilotów oraz instruktorów wynosiła N=63, co daje moc przekraczającą 0,9.



Rysunek 3.28. Wyniki analizy oceny liczności próby

3.6.3. Przebieg badań zasadniczych

Badania zasadnicze były prowadzone w okresie od 15 czerwca 2022 roku do 15 lipca 2023 roku. Obejmowały one 348 lotów o łącznym czasie 91 godzin i 23 minuty, wykonanych w 62 seriach. W badaniach uczestniczyło 18 pilotów w wieku od 18 do 43 lat. Loty odbywały się w ramach szkolenia lotniczego do uzyskania licencji lub nowych uprawnień. Nalot ogólny uczestników uzyskany na samolotach mieścił się w zakresie od 4 do 130 godzin. Szczegółowe informacje dotyczące wieku i doświadczenia pilotów zawiera poniższa tabela (Tab. 3.9.).

Tabela 3.9. Charakterystyka pilotów biorących udział w badaniach zasadniczych

Pilot	wiek	nalot ogółem	nalot na samolotach
Hajer	30	28	28
Nietoperz	19	63	63
Da Gama	43	64	64
Roman	28	7	7
Cinek	26	19	19
Maliniak	54	79	79
Rotor	19	400	48
Sowa	36	126	126
Szkieł	24	9	9
Instrybutor	34	21	21
Ridż	17	16	5
Ziutek	20	41	41
Alfa	20	26	26
Oficer	32	621	81
Ash	35	105	105
Usz	29	44	44
Marchewa	43	10	10
Szarik	18	9	4

Piloci byli poinformowani o celu badań oraz ich przebiegu. Podczas lotów, w trakcie których prowadzono badania, piloci wykonywali standardowe zadania realizowane w ramach szkolenia lotniczego. Serie lotów stanowią o liczności próby (63 serie lotów).

Zadania obejmowały:

a) loty po kręgu (naukę i doskonalenie startu, wznoszenia, zniżania, lądowania);

b) loty do strefy pilotażu (naukę i doskonalenie wykonywania manewrów takich jak: lot po prostej oraz zakręty w poziomie, na zniżaniu i wznoszeniu, wykonywanie

manewrów w oparciu o wskazania przyrządów, loty na małej prędkości, przeciągnięcia i zapobieganie wejściu w korkociąg);

c) loty nawigacyjne po trasach;

d) postępowanie w sytuacjach poawaryjnych (w lotach po kręgu, w strefie pilotażu i w locie trasowym).

Ocena obciążenia dotyczyła serii lotów, w której mogło być wykonanych wiele lotów. Dotyczy to przede wszystkim oceny dla serii lotów, podczas których ćwiczone były lądowania. W takim przypadku oceniano obciążenie dla serii wielu lotów składających się ze startu, lotu po kręgu i lądowania. Było to spowodowane względami praktycznymi. W lotnictwie bardzo częste jest (szczególnie w lotach szkolnych) wykonywanie lotów w serii bez wyłączania silnika. Podobnie ocenie mogła podlegać całość zadania polegającego na przykład na locie docelowo-powrotnym na lotnisko obce, gdzie jako całość zadania traktowano start z lotniska macierzystego, przelot po trasie, lądowanie na lotnisku obcym i powrót do lotniska macierzystego. W badaniach zaangażowanych było dwoje instruktorów. W każdym locie uczestniczył jeden z nich, oceniając obciążenie zadaniowe pilota przed lotem i po locie. W takim ujęciu ocena pilota stanowiła ocenę subiektywną, a ocena instruktora ocenę semiobiektywną. Doświadczenie pierwszego instruktora wynosiło ok. 620 godzin nalotu na samolotach, w tym ok. 310 godzin jako instruktor, nalot ogólny ok. 1050 godzin. Doświadczenie drugiego instruktora obejmowało ok. 760 godzin nalotu na samolotach, w tym około 400 godzin jako instruktor. Nalot ogólny wynosił około 1200 godzin (Tab. 3.10.).

Tabela 3.10. Charakterystyka instruktorów uczestniczących w badaniach zasadniczych

Instruktor	wiek	nalot ogólny	nalot na samolotach	nalot jako instruktor na samolotach
Bravo	31	1050	620	310
Mike	31	1200	760	350

Czasy trwania serii lotów oraz liczby lotów wykonanych w serii przedstawia poniższa tabela (Tab. 3.11.).

Tabela 3.11. Zestawienie serii lotów wykonanych podczas badań zasadniczych

data	numer serii lotów w dniu	pilot	instruktor	czas trwania serii lotów	liczba lotów w serii	Lp. arkusza
03.09.2022	1	Hajer	Bravo	01:20	7	1
15.09.2022	1	Nietoperz	Bravo	02:46	7	2
14.07.2022	1	Da Gama	Bravo	01:55	9	3
14.07.2022	2	Da Gama	Bravo	01:45	9	4
12.07.2022	1	Hajer	Bravo	00:59	2	5
13.07.2022	1	Da Gama	Bravo	02:37	25	6
19.07.2022	1	Hajer	Bravo	01:46	7	7
19.07.2022	1	Roman	Bravo	01:31	3	8
19.07.2022	2	Roman	Bravo	01:14	3	9
14.08.2022	1	Roman	Bravo	01:48	7	10
20.07.2022	1	Cinek	Bravo	02:09	2	11
09.08.2022	1	Cinek	Bravo	02:24	6	12
10.08.2022	1	Cinek	Bravo	01:40	4	13
13.08.2022	1	Cinek	Bravo	01:25	10	14
13.08.2022	2	Cinek	Bravo	02:47	18	15
14.08.2022	1	Cinek	Bravo	01:18	1	16
14.08.2022	2	Cinek	Bravo	01:36	5	17
03.09.2022	1	Cinek	Bravo	01:35	9	18
03.09.2022	1	Maliniak	Bravo	01:32	8	19
04.09.2022	1	Maliniak	Bravo	01:18	7	20
12.07.2022	1	Da Gama	Bravo	01:53	1	21
12.07.2022	2	Da Gama	Bravo	01:53	1	22
03.09.2022	2	Cinek	Bravo	01:52	4	23

24.08.2022	1	Hajer	Bravo	00:37	9	24
24.08.2022	2	Hajer	Bravo	01:46	8	25
31.08.2022	1	Hajer	Bravo	01:25	10	26
15.09.2022	1	Hajer	Bravo	01:27	9	27
24.09.2022	1	Rotor	Bravo	02:00	16	28
15.06.2022	1	Sowa	Bravo	00:50	6	29
15.06.2022	2	Sowa	Bravo	01:10	7	30
15.06.2022	3	Sowa	Bravo	00:46	7	31
17.09.2022	1	Sowa	Bravo	01:37	10	32
17.09.2022	2	Sowa	Bravo	00:46	5	33
17.09.2022	3	Sowa	Bravo	00:44	4	34
24.06.2023	1	Ridż	Bravo	01:41	7	35
24.06.2023	2	Ridż	Bravo	01:41	18	36
24.06.2023	1	Instrybutor	Bravo	00:47	1	37
24.06.2023	2	Instrybutor	Bravo	00:48	1	38
11.06.2023	1	Ziutek	Mike	03:00	2	39
03.06.2023	1	Ash	Mike	01:30	5	40
03.06.2023	1	Usz	Mike	01:12	10	41
03.06.2023	1	Alfa	Mike	03:12	5	42
25.06.2023	1	Oficer	Bravo	01:00	2	43
24.06.2023	1	Hajer	Bravo	01:30	3	44
25.06.2023	1	Hajer	Bravo	01:30	5	45
25.06.2023	2	Hajer	Bravo	01:10	1	46
25.06.2023	1	Szkieł	Bravo	01:30	2	47
25.06.2023	2	Szkieł	Bravo	01:30	4	48
06.07.2023	1	Hajer	Bravo	01:00	8	49

06.07.2023	1	Marchewa	Bravo	00:55	1	50
10.07.2023	1	Marchewa	Bravo	01:30	11	51
08.07.2023	1	Szarik	Bravo	01:20	1	52
06.07.2023	1	Instrybutor	Bravo	00:52	1	53
06.07.2023	2	Instrybutor	Bravo	00:52	1	54
08.07.2023	1	Instrybutor	Bravo	00:42	1	55
08.07.2023	2	Instrybutor	Bravo	00:12	1	56
08.07.2023	3	Instrybutor	Bravo	01:21	1	57
06.07.2023	2	Marchewa	Bravo	01:30	1	58
08.07.2023	1	Hajer	Bravo	01:00	1	59
08.07.2023	2	Hajer	Bravo	01:00	1	60
15.07.2023	1	Szarik	Bravo	01:01	2	61
15.07.2023	2	Szarik	Bravo	00:31	2	62
15.07.2023	1	Ridż	Bravo	01:25	3	63

Badania zasadnicze prowadzono przy pomocy kwestionariuszy, które zostały zmodyfikowane w oparciu o doświadczenia z badań pilotażowych. Modyfikacje polegały przede wszystkim na rozszerzeniu kwestionariuszy o dodatkowe pytania. Dodatkowe pytania dotyczyły obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu, ze zbiorczym uwzględnieniem czynności ujętych w kwestionariuszu oceny obciążenia związanego z przygotowaniem do lotu. W ramach czynności związanych z przygotowaniem do lotu zawarto na przykład tankowanie, przegląd przedlotowy, zapoznanie się z informacjami dotyczącymi dostępności przestrzeni powietrznej. Takie podejście miało na celu osiągnięcie sumarycznej oceny obciążenia związanego z czynnościami przygotowującymi samolot do lotu, dzięki czemu możliwe było ograniczenie liczby pytań wymagających odpowiedzi pilota, a jednocześnie uzmysłowienie respondentowi złożoności zadań, które wykonuje – tak, aby mógł dokonać bardziej świadomej i kompletnej oceny. Ponadto na podstawie literatury (Smolicz, Makarowski, P., Makarowski, R., 2020; Phenphimol, Peerayuth, 2020; Pınar, Semih, 2022; Lim, Zhong, 2017; Goh, Wiegmann, 2002) i doświadczeń zdobytych podczas badań pilotażowych kwestionariusz uzupełniono o pytania dotyczące samopoczucia pilota, jego sytuacji osobistej, składu załogi i wpływu warunków atmosferycznych na obciążenie pilota w locie.

Poszczególne sekcje kwestionariusza wykorzystanego w badaniach zasadniczych, uzupełnionego o pytania zaznaczone pogrubionym tekstem, przedstawiają poniższe rysunki (Rys. 3.29. – 3.34.)

Po wprowadzeniu modyfikacji każdy z kwestionariuszy składał się z 32 pytań, podzielonych na sekcje według kategorii obciążenia na podstawie przyjętej na potrzeby pracy definicji obciążenia zadaniowego. Wyodrębnione sekcje to:

a) obciążenie umysłowe (9 pytań),

b) obciążenie fizyczne (10 pytań),

c) presja czasu (4 pytania),

d) wydajność (4 pytania),

e) wysiłek (4 pytania),

f) frustracja (5 pytań).

Dysproporcje liczby pytań w różnych sekcjach wynikają z poziomu szczegółowości pytań i rodzaju zadań wykonywanych przez pilota. Pytania dotyczące obciążenia umysłowego i fizycznego stanowią trzon kwestionariusza, ponieważ dotyczą najbardziej szczegółowych zagadnień; ponadto te składniki odpowiadają za największą część obciążenia zadaniowego.

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Obciążenie umysłowe								
1.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).		X	X	X	X	X	X
2.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.		X	X	X	X	X	X
3.	Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji.		X	X	X	X	X	X
4.	Zadanie będzie bardzo skomplikowane.		X	X	X	X	X	X
5.	**Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy.**			X	X	X	X	X
6.	**Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) będzie wymagało bardzo dużego nakładu pracy**			X	X	X	X	X
7.	**Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) będzie wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej.**			X		X	X	X
8.	**Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in. charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) będzie dla mnie bardzo trudne.**	X	X	X	X	X	X	X
9.	**Moje przygotowanie do lotu pozostawia wiele do życzenia .**		X	X		X	X	X

Rysunek 3.29. Pytania uzupełnionego kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w sekcji „obciążenie umysłowe" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

Sekcję „obciążenie umysłowe" uzupełniono o pięć pytań. Dwa z nich dotyczyły czynności wykonywanych w ramach przygotowania do lotu (pytania: 5 i 6). Pytanie 7 odnosiło się do środowiska wykonania lotu jako ważnego czynnika generującego obciążenie. Wykonywanie lotu na lotnisku nieznanym, o skomplikowanych procedurach lub wymagającym prowadzenia korespondencji w sposób bardziej precyzyjny (np. lotnisko kontrolowane) wiąże się ze znacznym wzrostem obciążenia umysłowego. Pytanie uwzględnia także wpływ warunków występujących w konkretnym dniu. Przykładem może być natężenie ruchu, które może się zmieniać w zależności od pory roku, dnia tygodnia i pory doby.

Istotny wpływ na poziom obciążenia umysłowego ma też znajomość samolotu, jego systemów i procedur związanych z jego użytkowaniem. Niektóre samoloty są bardzo wymagające pod tym względem; w innych, szczególnie nowszych konstrukcjach, zaprojektowanych z większą dbałością o jakość ergonomiczną kabiny, dąży się do

zmniejszenia obciążenia umysłowego pilota. Przykładem może być wyświetlanie parametrów lotu przy pomocy wyświetlaczy EFIS (Elektroniczny System Zobrazowania Parametrów Lotu) prezentujących w sposób syntetyczny dane z różnych przyrządów pokładowych – takie jak prędkość, wysokość, kurs – oraz umożliwiających oznaczenie zadanych parametrów przy pomocy znacznika (tzw. buga).

Pytanie 9 odnosi się do ogólnej samooceny przygotowania pilota do lotu. Niedostateczne przygotowanie do lotu wiąże się z koniecznością wykonywania szeregu czynności w powietrzu w deficycie czasu. Przyczynia się to znacznie do wzrostu obciążenia zadaniowego.

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Obciążenie fizyczne								
10.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił.	X	X	X	X			X
11.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji.	X	X	X	X			X
12.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania.	X	X	X	X			X
13.	Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie.	X	X		X			X
14.	Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie).	X	X	X	X	X		X
15.	**Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) wymagało bardzo dużego wysiłku.**	X	X	X	X		X	X

Rysunek 3.30. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „obciążenie fizyczne" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

Kategorię „obciążenie fizyczne" uzupełniono o pytanie dotyczące czynności związanych z przygotowaniem statku powietrznego do lotu, powodujących duże obciążenie fizyczne. Wykonywanie wyżej wymienionych czynności może bardzo się różnić w zależności od infrastruktury lotniska i typu statku powietrznego.

Odpowiedź w skali Likerta umożliwia bardziej rzetelną ocenę niż w przypadku samego oznaczenia wykonywanych czynności (co omówiono w części dysertacji wyjaśniającej rezygnację z narzędzia „Kwestionariusz obciążenia związanego z przygotowaniem do

lotu"). Dzięki temu pilot może rzetelniej ocenić rzeczywiste obciążenie wynikające z wykonania wymienionych czynności w konkretnych warunkach.

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Presja czasu								
16.	Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu.			X	X		X	X
17.	Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.		X	X	X	X	X	X
18.	Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem.		X		X	X	X	X
19.	Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem.		X	X	X	X	X	X

Rysunek 3.31. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „presja czasu" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

Uznano, że kategoria „presja czasu" nie wymaga uzupełnień. Nie zawiera ona także kwestii ujętych w „Kwestionariuszu obciążenia związanego z przygotowaniem do lotu".

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Wydajność								
20.	Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.	X	X	X	X	X	X	X
21.	Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.		X	X	X	X	X	X
22.	Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie.	X	X	X	X	X	X	X
23.	**Moje samopoczucie (uwzględniając m.in.: zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyja prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu.**		X	X		X		

Rysunek 3.32. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „wydajność" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

Kategorię wydajność postanowiono uzupełnić o pytanie 23, zawierające zagadnienia związane z zaspokojeniem podstawowych potrzeb pilota, co wydatnie wpływa na jego możliwości prawidłowego wykonania zadania i zdolność tolerowania obciążenia zadaniowego.

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Wysiłek								
24.	Zadanie będzie bardzo wymagające.	X	X	X	X	X	X	X
25.	Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.	X	X	X	X	X	X	X
26.	Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania	X	X	X	X	X	X	X
27.	**Wykonanie lotu ze względu na warunku atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) będzie wymagało ode mnie bardzo dużego wysiłku.**	X	X	X	X	X	X	X

Rysunek 3.33. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „wysiłek" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

Pytanie 27 zawarte w kategorii „wysiłek" odnosi się do warunków atmosferycznych znacząco wpływających na obciążenie zadaniowe pytania. Poza czynnikami fizycznymi oddziałującymi na pilota, takimi jak przyspieszenia występujące w burzliwej atmosferze, warunki atmosferyczne powodują zwiększenie obciążenia zadaniowego pod wieloma względami. Trudne warunki atmosferyczne wymagają od pilota wykonywania wielu czynności taktycznych i strategicznych, ciągłej analizy sytuacji i decyzji o ewentualnym przerwaniu zadania lub dostosowania go do warunków. Należy przy tym odpowiednio gospodarować paliwem, wprowadzić poprawki nawigacyjne, uzgodnić zmianę trasy przelotu, skoordynować zezwolenie na wlot do elementów przestrzeni powietrznej, z których korzystanie nie było wcześniej planowane, itp. Ponadto reagowanie na odchylenia toru lotu samolotu spowodowane oddziaływaniem warunków atmosferycznych wymaga od pilota wzmożonej pracy sterownicami, co przekłada się na wzrost obciążenia fizycznego. Występujące w locie warunki atmosferyczne mogą także powodować działanie w deficycie czasu, wyższy poziom stresu i trudności zadania. W oparciu o wyżej wymienione argumenty uznano, że najodpowiedniejszym miejscem umieszczenia tego pytania będzie obszar „wysiłek".

		fizyczne	biologiczno-fizyczne	geofizyczne	techniczne	osobiste i społeczne	szkoleniowe	operacyjne
Frustracja								
28.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres.	X	X	X	X	X	X	X
29.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację.	X	X	X	X	X	X	X
30.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie.	X	X	X	X	X	X	X
31.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie.	X	X	X	X	X	X	X
32.	**Skład załogi bardzo sprzyja dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie.**	X	X	X	X	X	X	X

Rysunek 3.34. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „frustracja" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota

Na podstawie analizy literatury (Smolicz, Makarowski, P., Makarowski, R., 2020; Phenphimol, Peerayuth, 2020; Pınar, Semih, 2022), rozmów z ekspertami oraz doświadczeń własnych obszar frustracja został wzbogacony o pytanie 32, dotyczące składu załogi. Skład załogi może mieć znaczący wpływ na poziom obciążenia zadaniowego. Wynikać on może z wielu kwestii, takich antypatie, kompetencje, umiejętność współpracy, doświadczenie, stan fizyczny i psychiczny pozostałych członków załogi.

Podobnie jak w przypadku badań pilotażowych, każdy zapis rozpoczynał się tabelą zawierającą informacje na temat pilota, statku powietrznego i danej serii lotów (Rys. 3.35.).

kwestionariusz

Nazwa pilota / kryptonim	Nalot ogółem	Nalot na samolotach	Wiek

Data lotu	Miejsce startu	Miejsce lądowania	Typ samolotu

Znaki	Przybliżona godzina startu	Czas lotu	Liczba lądowań

Opis zadania	

Rysunek 3.35. Tabela informacji o locie

Następnie pilot i instruktor szacowali obciążenie zadaniowe przy pomocy kwestionariuszy – odpowiednio „Pilot PRE" i „Instruktor PRE" (Rys. 3.36., Załącznik Z8).

Kolejna część badania obejmowała ocenę rzeczywistego obciążenia zadaniowego pilota w locie, prowadzoną po zakończeniu lotu. Pilot i instruktor oceniali obciążenie przy użyciu kwestionariuszy – odpowiednio „Pilot POST" i „Instruktor POST" (Załączniki Z9, Z10).

Pilot PRE		1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
Obciążenie umysłowe								
1.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3.	Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4.	Zadanie będzie bardzo skomplikowane.							
5.	Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy.							
6.	Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) będzie wymagało bardzo dużego nakładu pracy							
7.	Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) będzie wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej.							
8.	Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in. charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) będzie dla mnie bardzo trudne.							
9.	Moje przygotowanie do lotu pozostawia wiele do życzenia .							
Obciążenie fizyczne								
10.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił.							
11.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji.							
12.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania.							
13.	Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie.							
14.	Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie).							
15.	Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) będzie wymagało bardzo dużego wysiłku.							
Presja czasu								
16.	Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu.							
17.	Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
18.	Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
19.	Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
Wydajność								
20.	Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
21.	Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
22.	Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie.							
23.	Moje samopoczucie (uwzględniając m.in.: zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyja prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu.							
Wysiłek								
24.	Zadanie będzie bardzo wymagające.							
25.	Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
26.	Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania							
27.	Wykonanie lotu ze względu na warunku atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) będzie wymagało ode mnie bardzo dużego wysiłku.							
Frustracja								
28.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres.							
29.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację.							
30.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie.							
31.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie.							
32.	Skład załogi bardzo sprzyja dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie.							

Rysunek 3.36. Kwestionariusz Pilot PRE

3.6.4. Wyniki badań zasadniczych

Analizę wyników badań własnych przeprowadzono z wykorzystaniem analizy częstości (%, n). Dla danych mierzonych na skali ilościowej (skala Likerta dla poszczególnych pozycji) obliczono podstawowe statystyki, takie jak średnia, mediana, kwartyle i odchylenie standardowe. Dodatkowo zbadano kierunki zmiany oceny, dokonując ich kategoryzacji (mniej obciążające, brak zmian, bardziej obciążające). W celu zbadania zależności między tak przygotowanymi danymi jakościowymi przeprowadzono analizę Chi2 Pearsona. Testy istotności różnic między pomiarami powtarzanymi przeprowadzono z wykorzystaniem serii testów Wilcoxona.

Rzetelność narzędzia w grupie instruktorów oraz pilotów była odpowiednio na poziomie 0,82 oraz 0,73. Rozkład zmiennych odbiegał istotnie od normalnego ($p < 0,05$).

Za poziom istotności przyjęto $\alpha=0,05$. Analizę przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu Statistica 13.3. Wszystkie wyniki zostały przygotowane po odwróceniu skali.

Zestawienie wyników badań uzyskanych w grupie pilotów

Analizie poddano wyniki ocen pilotów w skali od 1 do 7 w pomiarach prowadzonych przed lotem i po locie.

Analiza zmian oceny przed lotem i po locie w grupie pilotów

Analizie poddano zmianę oceny narażenia poszczególnych czynników przed lotem i po locie w grupie pilotów. W tabeli 3.12. zaprezentowano zbiorcze wyniki.

Zaobserwowano istotnie wyższe wyniki w pomiarze pytania 5: „Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy". Wynik przed ($M=3,34$; $SD=1,44$) w porównaniu z pomiarem wykonanym po locie ($M=3,11$; $SD=1,33$) świadczy o różnicy istotnej statystycznie ($p=0,049$).

Przeprowadzona analiza wykazała istotne statystycznie różnice w zakresie oceny pytania 28: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres" ($p=0,021$). Zaobserwowano istotnie wyższą ocenę narażenia na stres przed lotem ($M=3,45$; $SD=1,24$) w porównaniu z pomiarem wykonanym po locie ($M=3,13$; $SD=1,43$).

Wykazano także istotne statystycznie różnice w zakresie oceny pytania 32: „Skład załogi bardzo sprzyja dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie" ($p<0,001$). Wykazano istotnie wyższe wyniki w pomiarze przed ($M=2,40$; $SD=0,90$) w porównaniu z pomiarem wykonanym po locie ($M=1,95$; $SD=0,84$).

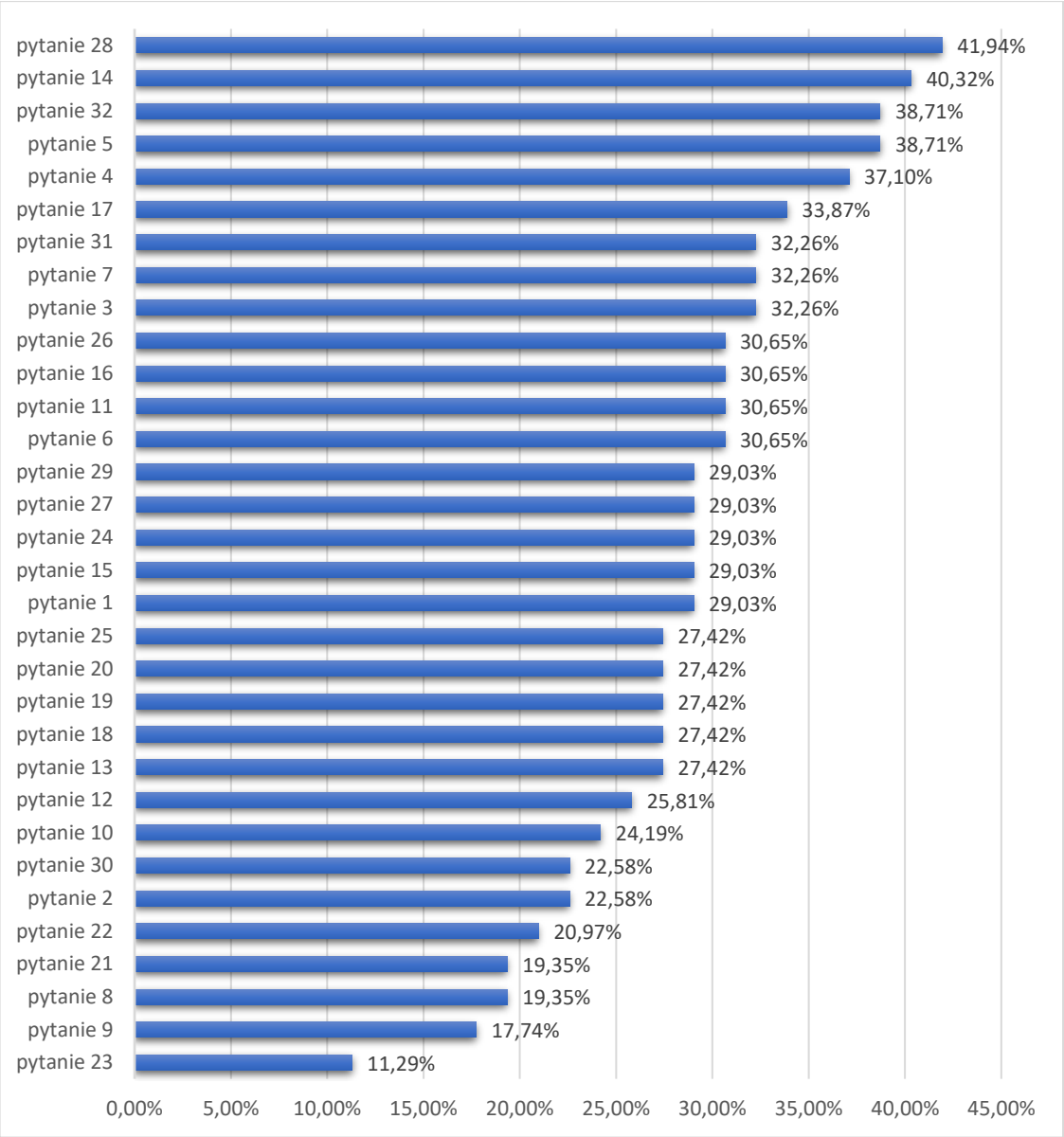
W zakresie pozostałych pytań różnice nie były istotne statystycznie.

Tabela 3.12. Wyniki przed lotem i po locie w grupie pilotów

	pomiar przed (PRE)			pomiar po (POST)			istotność
	M	*Me*	*SD*	*M*	*Me*	*SD*	*p*
pytanie 1	4,53	5,00	1,17	4,50	5,00	1,49	0,981
pytanie 2	5,15	5,00	0,96	5,29	5,00	0,86	0,351
pytanie 3	5,42	6,00	0,98	5,44	5,50	0,92	0,924
pytanie 4	4,35	4,00	1,23	4,19	5,00	1,41	0,279
pytanie 5	3,34	3,00	1,44	3,11	3,00	1,33	0,049*
pytanie 6	2,53	2,00	1,33	2,35	2,00	1,29	0,147
pytanie 7	3,89	4,00	1,20	3,79	4,00	1,45	0,402
pytanie 8	3,77	4,00	1,22	3,84	4,00	1,43	0,737
pytanie 9	2,95	3,00	0,97	3,08	3,00	1,06	0,264
pytanie 10	3,27	3,00	1,22	3,40	3,00	1,18	0,281
pytanie 11	4,55	5,00	1,20	4,52	5,00	1,26	0,701
pytanie 12	4,40	5,00	1,43	4,29	5,00	1,49	0,364
pytanie 13	3,37	3,00	1,16	3,34	3,00	1,33	0,743
pytanie 14	3,79	4,00	1,03	3,69	3,50	1,39	0,401
pytanie 15	3,19	3,00	1,33	3,06	3,00	1,37	0,239
pytanie 16	4,13	4,00	1,30	4,13	4,00	1,40	0,921
pytanie 17	3,98	4,00	1,22	3,89	4,00	1,38	0,547
pytanie 18	3,47	3,00	1,10	3,56	3,00	1,35	0,664
pytanie 19	2,97	3,00	0,97	3,02	3,00	1,08	0,682
pytanie 20	3,10	3,00	0,80	3,31	3,00	1,20	0,351
pytanie 21	3,50	3,00	1,02	3,58	3,00	1,11	0,703
pytanie 22	3,69	4,00	1,03	3,92	4,00	1,21	0,148
pytanie 23	2,87	3,00	0,90	2,98	3,00	1,00	0,279
pytanie 24	4,48	5,00	1,28	4,42	5,00	1,33	0,543
pytanie 25	4,31	4,00	1,22	4,29	5,00	1,31	0,844
pytanie 26	3,79	4,00	1,13	3,79	4,00	1,52	0,907
pytanie 27	3,48	3,00	1,33	3,44	3,00	1,50	0,566
pytanie 28	3,45	3,00	1,24	3,13	3,00	1,43	0,021*
pytanie 29	2,87	3,00	1,25	3,02	2,00	1,57	0,285
pytanie 30	2,31	2,00	0,88	2,42	2,00	1,33	0,308
pytanie 31	3,53	3,00	0,97	3,53	3,00	1,35	0,933
pytanie 32	2,40	3,00	0,90	1,95	2,00	0,84	<0,001***

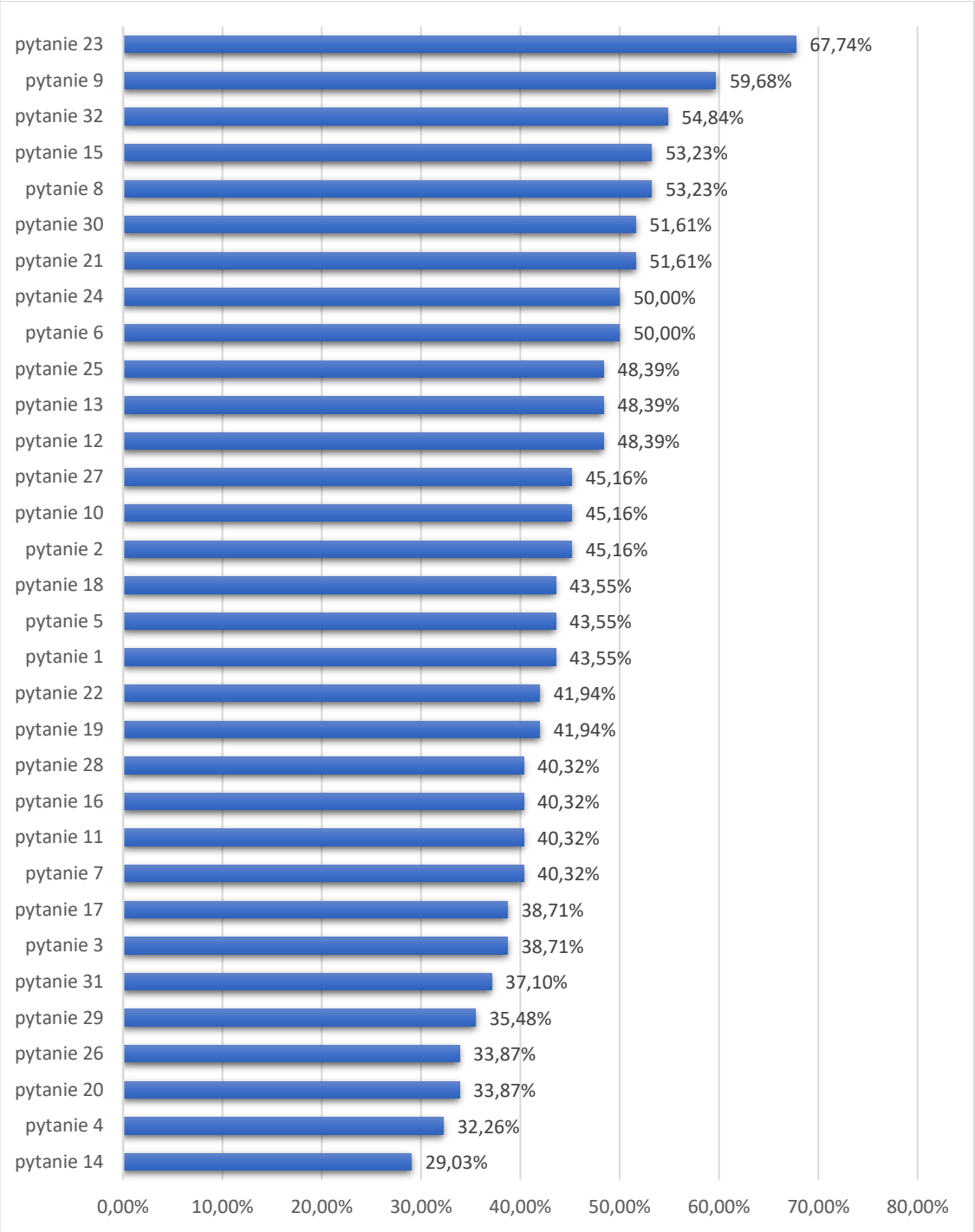
*p<0,05; ***p<0,001; M – średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; p – współczynnik prawdopodobieństwa

Dodatkowo analizie poddano procentowy rozkład zmiany oceny. Na rysunku (Rys. 3.37.) zaprezentowano zbiorcze zestawienie wyników zmiany oceny czynników przed lotem i po locie.



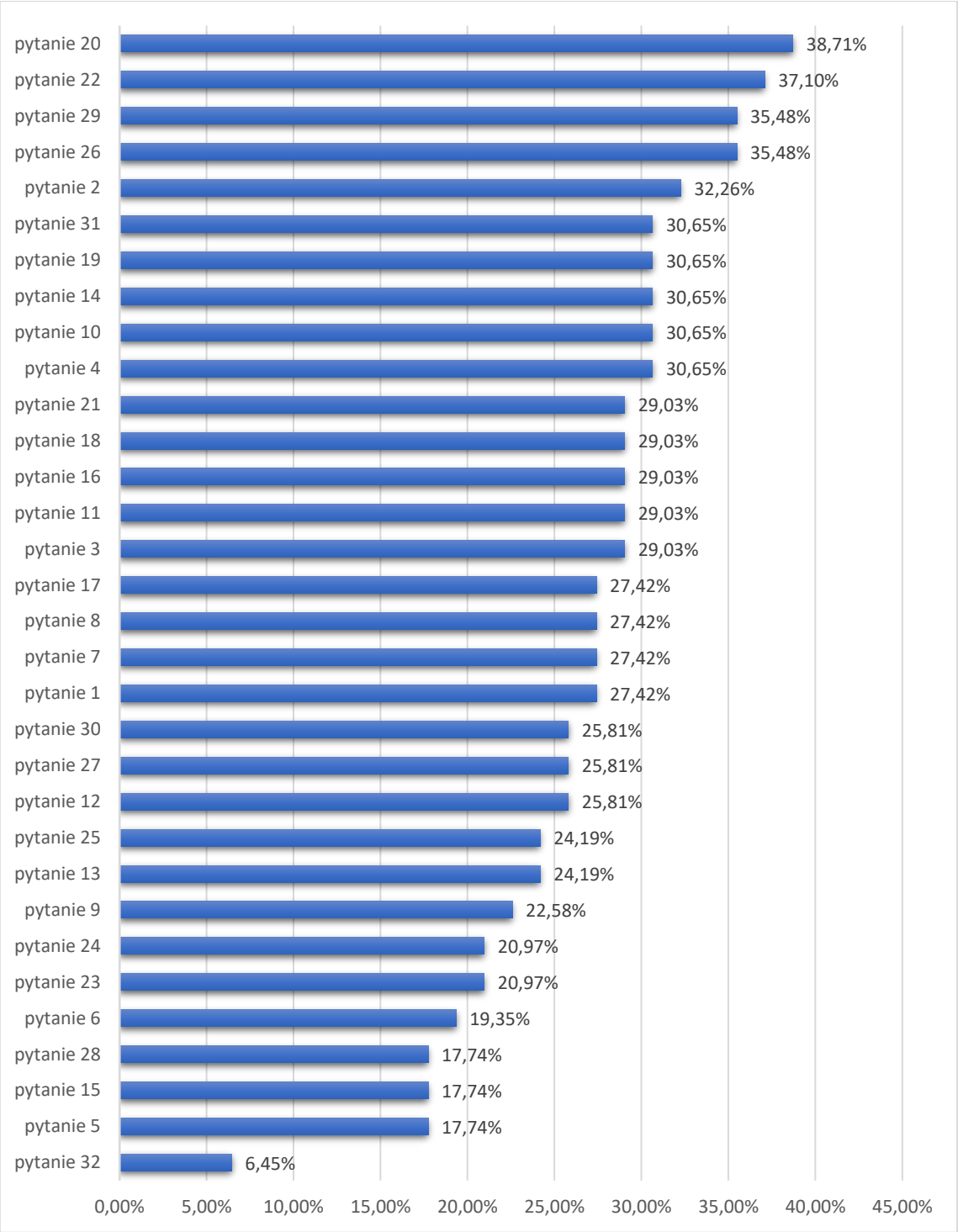
Rysunek 3.37. Ranking pytań według kryterium niższej oceny obciążenia w grupie pilotów

Zaobserwowano, że ocena pozostała niezmieniona najczęściej w przypadku oceny pytania 23: „Moje samopoczucie (uwzględniając m.in.: zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyja prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu". W kontekście omawianego pytania w grupie pilotów ocena pozostała niezmieniona w 67,74% przypadków (Rys. 3.38.).



Rysunek 3.38. Ranking pytań według kryterium braku zmiany oceny w grupie pilotów

Biorąc pod uwagę zmianę oceny pytania na bardziej obciążające po odbyciu lotu, największy odsetek pomiarów wykazano w przypadku pytania 20: „Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego, w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania” (38,71%) (Rys. 3.39.).



Rysunek 3.39. Ranking pytań według kryterium wyższej oceny obciążenia w grupie pilotów

Ranking pytań według kryterium wyższej oceny jest kluczowy z punktu widzenia zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa lotów. Wskazuje on na obszary, w których piloci mają tendencję do niedoszacowania obciążenia zadaniowego jako determinanta ryzyka operacyjnego. Niedoszacowanie może wynikać z braku świadomości, braku doświadczenia lub z wystąpienia nieprzewidzianych okoliczności w trakcie trwania lotu.

Podnoszeniu świadomości może sprzyjać na przykład przeprowadzanie regularnych konferencji poświęcanych bezpieczeństwu lotów, zbieranie osobistego doświadczenia lotniczego lub samokształcenie.

Analiza zmiany oceny w grupie instruktorów

Analizie poddano zmianę oceny poszczególnych pytań w grupie instruktorów (Tab. 3.13.).

Wykazano istotne obniżenie oceny obciążenia w kontekście pytania 5 (p=0,043), pytania 15 (p=0,012), pytania 16 (p=0,028), pytania 21 (p=0,029), pytania 26 (p=0,019), pytania 28 (p<0,001) oraz pytania 32 (p=0,020).

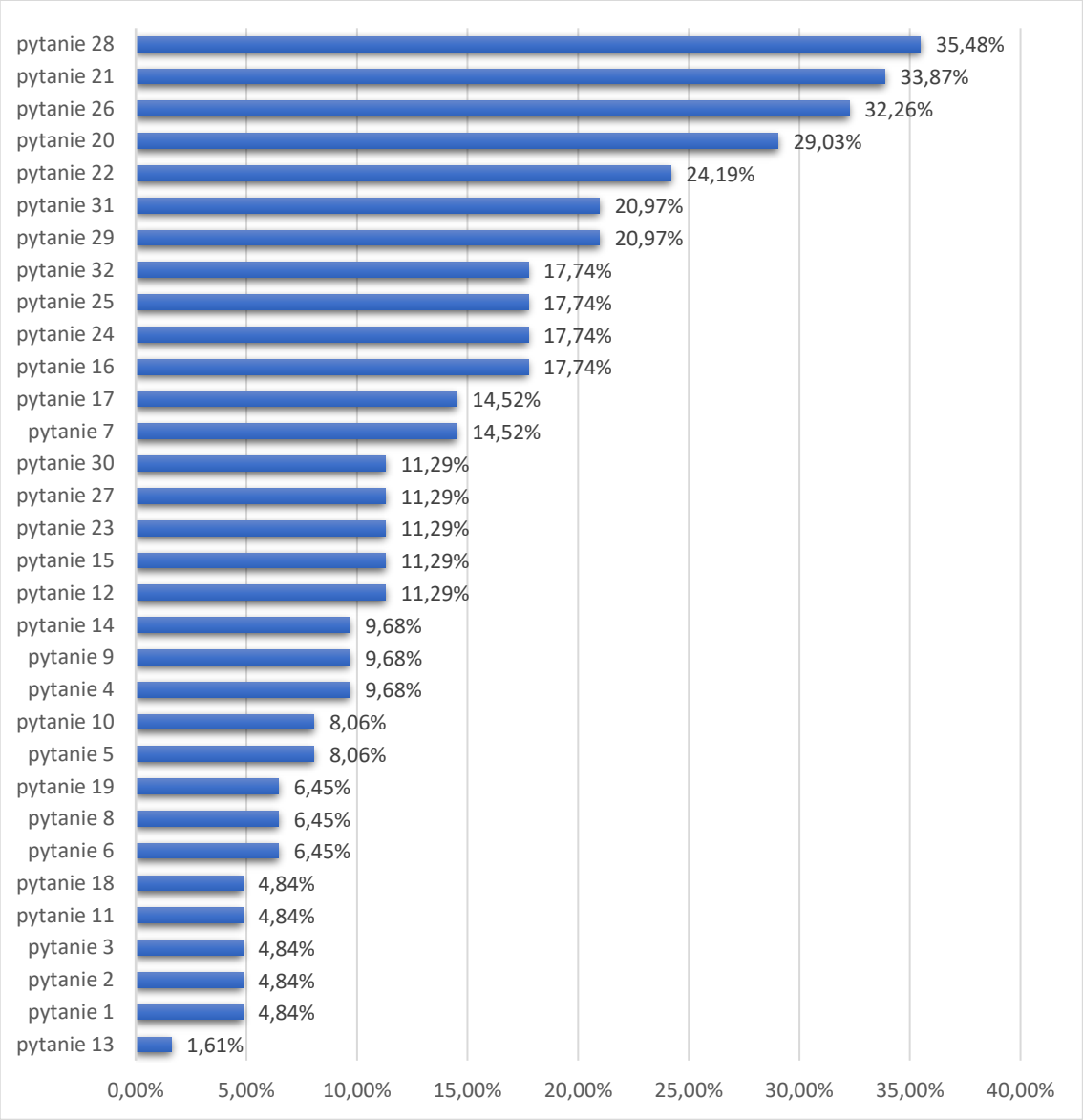
Tabela 3.13. Wyniki przed lotem i po locie w grupie instruktorów

	pomiar przed (PRE)			pomiar po (POST)			istotność
	M	*Me*	*SD*	*M*	*Me*	*SD*	*p*
pytanie 1	5,00	5,00	1,09	5,02	5,00	1,08	0,753
pytanie 2	5,13	5,00	0,95	5,18	5,00	0,95	0,575
pytanie 3	5,50	6,00	1,11	5,53	6,00	1,07	0,735
pytanie 4	5,10	5,00	1,34	5,13	5,00	1,30	0,999
pytanie 5	3,50	4,00	1,34	3,42	3,00	1,35	0,043*
pytanie 6	2,47	1,00	2,05	2,39	1,00	2,04	0,068
pytanie 7	3,95	4,00	1,52	3,84	4,00	1,58	0,061
pytanie 8	3,98	4,00	1,52	4,03	4,00	1,54	0,477
pytanie 9	2,56	2,00	1,24	2,61	2,00	1,40	0,894
pytanie 10	3,53	3,00	1,10	3,58	3,00	1,08	0,463
pytanie 11	4,89	5,00	1,22	4,87	5,00	1,21	0,685
pytanie 12	4,53	5,00	1,65	4,45	4,50	1,60	0,203
pytanie 13	3,98	4,00	1,37	4,03	4,00	1,39	0,225
pytanie 14	4,32	4,50	1,38	4,34	5,00	1,44	0,789
pytanie 15	3,71	3,00	1,53	3,56	3,00	1,61	0,012*
pytanie 16	4,73	5,00	1,55	4,58	5,00	1,56	0,028*
pytanie 17	4,58	5,00	1,49	4,47	5,00	1,61	0,209
pytanie 18	3,66	3,00	1,49	3,74	3,00	1,53	0,332
pytanie 19	2,56	2,00	1,39	2,66	2,00	1,38	0,172
pytanie 20	3,19	3,00	0,92	3,19	3,00	1,33	0,902
pytanie 21	3,31	3,00	1,31	3,08	3,00	1,46	0,029*
pytanie 22	3,85	4,00	1,23	3,85	4,00	1,49	0,959
pytanie 23	2,92	3,00	1,32	2,84	2,00	1,40	0,138
pytanie 24	5,11	5,00	1,13	5,06	5,00	1,20	0,453
pytanie 25	5,35	5,50	1,19	5,34	6,00	1,32	0,736
pytanie 26	4,50	5,00	1,36	4,24	4,00	1,48	0,019*
pytanie 27	3,79	3,00	1,44	3,79	3,00	1,60	0,968
pytanie 28	4,05	3,50	1,44	3,55	3,00	1,53	<0,001***

pytanie 29	3,19	3,00	1,38	3,34	3,00	1,70	0,371
pytanie 30	2,61	2,00	1,22	2,74	2,00	1,55	0,223
pytanie 31	3,18	3,00	0,97	3,18	3,00	1,29	0,897
pytanie 32	2,32	2,00	0,67	2,16	2,00	0,71	0,020*

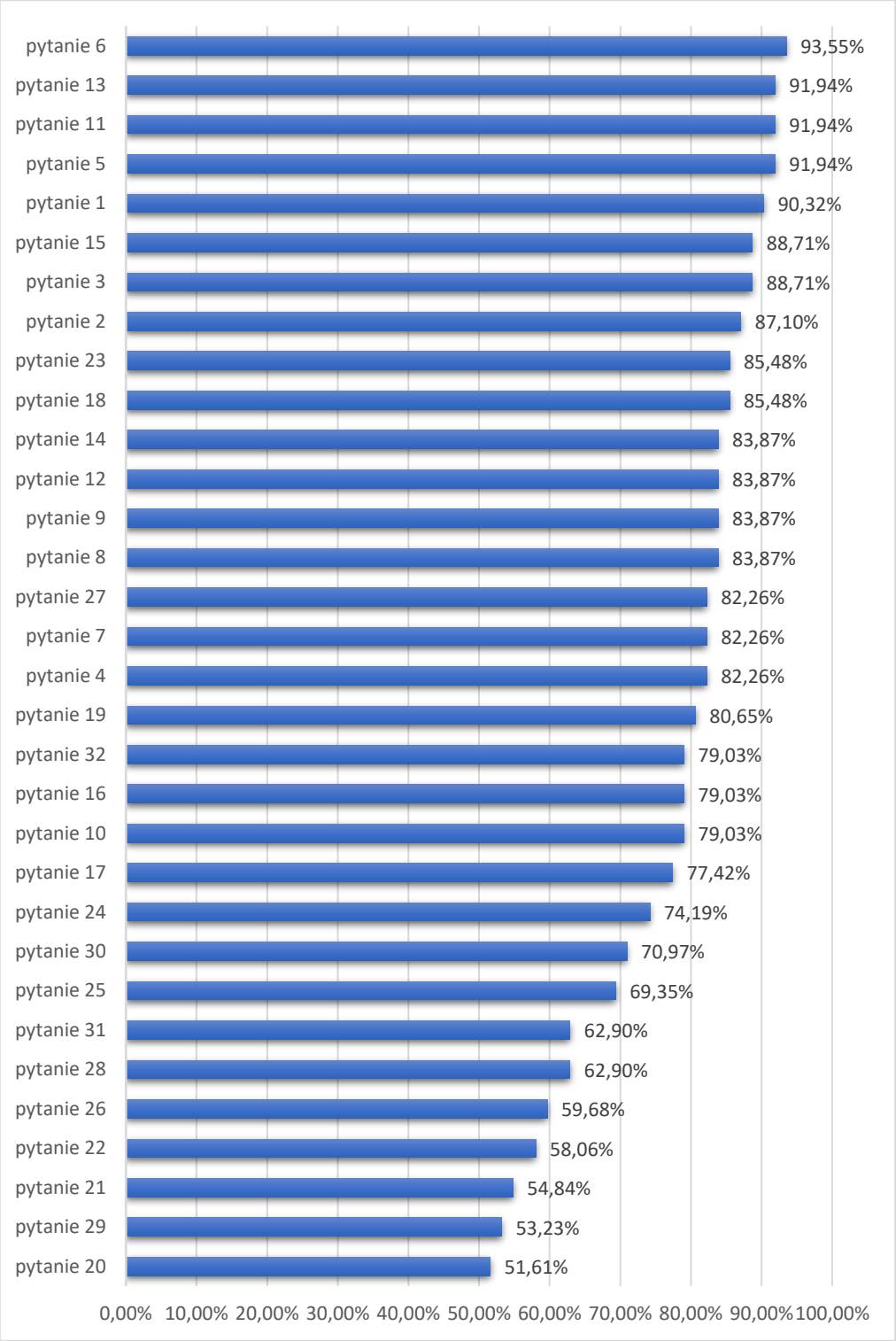
*p<0,05; ***p<0,001; M – średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; p – współczynnik prawdopodobieństwa

Niższą ocenę wykazywano najczęściej w przypadku pytania 28: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres” (35,48%) (Rys. 3.40.).



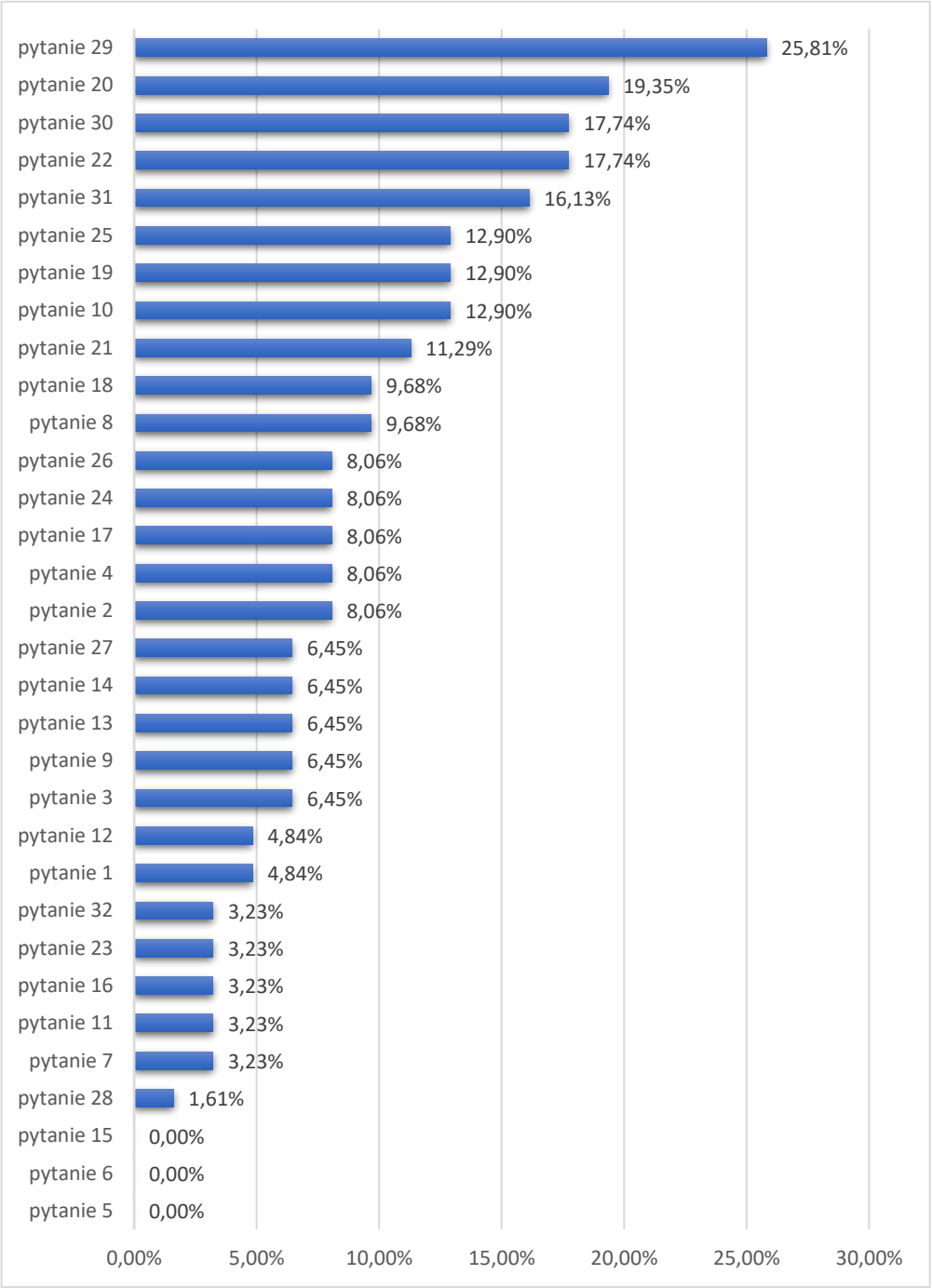
Rysunek 3.40. Ranking pytań według kryterium niższej oceny w grupie instruktorów

W grupie instruktorów najczęściej wykazywano brak zmiany oceny. Wykazano, że w co najmniej około 51% przypadków ocena obciążenia nie ulegała zmianie. Największą zgodność wykazano w przypadku pytania 6 „Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) będzie wymagało bardzo dużego nakładu pracy" (93,55%) (Rys. 3.41.).



Rysunek 3.41. Ranking pytań według kryterium braku zmiany oceny w grupie instruktorów

Wzrost oceny obciążenia najczęściej wykazywano natomiast w ocenie pytania 29: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację” (25,81%) (Rys. 3.42.).



Rysunek 3.42. Ranking pytań według kryterium wyższej oceny obciążenia w grupie instruktorów

Podobnie jak w grupie pilotów, najwięcej uwagi z punktu widzenia zarządzania ryzykiem operacyjnym należy poświęcić obszarom, w których załogi nie doszacowują obciążenia

zadaniowego jako kluczowego determinanta ryzyka operacyjnego. Odsetek odpowiedzi, w których obciążenie zostało niedoszacowane przez instruktorów, jest dużo mniejszy niż w przypadku pilotów, co wynika z większego doświadczenia i wiedzy. Posiadanie wyższych kompetencji i świadomości pozwala trafniej ocenić obciążenie zadaniowe przed lotem.

3.6.5. Ocena różnic wyników pilotów oraz instruktorów

Analizie poddano różnice w osiąganych zmianach ocen między grupą pilotów a grupą instruktorów. Ocenie poddano każde ze pytań.

Zdecydowana większość pomiarów w przypadku 1. pytania „Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych)" w grupie instruktorów cechowała się spójnością (90,32%). Z kolei w grupie pilotów częściej obserwowano zmiany. Mniejsze obciążenie w pomiarze po locie wykazało 29,03% przypadków, natomiast większe 27,42%. Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=30,64, df=2, p<0,001). (Tab. 3.14.)

Tabela 3.14. Ocena różnic w ocenie pytania 1.: „Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych)"

	Tabela liczności			
	pytanie 1	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	18	3	21
% z kolumny		29,03%	4,84%	
Liczba	bez zmian	27	56	83
% z kolumny		43,55%	90,32%	
Liczba	bardziej obciążające	17	3	20
% z kolumny		27,42%	4,84%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Podobną zależność obserwowano w przypadku pytania 2: „Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym". Zdecydowana większość przypadków pomiarów w grupie instruktorów cechowała się spójnością (87,10%). Z kolei w grupie pilotów częściej obserwowano zmiany. Mniejsze obciążenie w pomiarze po locie wykazało 22,58% przypadków, natomiast większe 32,26%. Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=24,36, df=2, p<0,001) (Tab. 3.15.).

Tabela 3.15. Ocena różnic w ocenie pytania 2: „Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym"

	Tabela liczności			
	pytanie 2	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	14	3	17
% z kolumny		22,58%	4,84%	
Liczba	bez zmian	28	54	82
% z kolumny		45,16%	87,10%	
Liczba	bardziej obciążające	20	5	25
% z kolumny		32,26%	8,06%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Biorąc pod uwagę pytanie 3 „Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji" w grupie instruktorów, najczęściej wykazywano brak zmiany jego oceny (88,71%). W przypadku pilotów wyniki były różnorodne. Mniejsze obciążenie wykazało 32,26%, większe 29,03%, natomiast pozostałe 38,71% brak zmiany oceny. Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=33,63, df=2, p<0,001) (Tab. 3.16.).

Tabela 3.16. Ocena różnic w ocenie pytania 3: „Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji"

	Tabela liczności			
	pytanie 3	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	20	3	23
% z kolumny		32,26%	4,84%	
Liczba	bez zmian	24	55	79

% z kolumny		38,71%	88,71%	
Liczba	bardziej obciążające	18	4	22
% z kolumny		29,03%	6,45%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Podobną zależność obserwowano w ocenie pytania 4: „Zadanie będzie bardzo skomplikowane". W grupie instruktorów najczęściej wykazywano brak zmiany jego oceny (82,26%). W przypadku pilotów mniejsze obciążenie wykazało 37,10%, większe 37,10%, natomiast brak zmiany oceny 32,26%. Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=31,66, df=2, p<0,001) (Tab. 3.17.).

Tabela 3.17. Ocena różnic w ocenie pytania 4: „Zadanie będzie bardzo skomplikowane"

	Tabela liczności			
	pytanie 4	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	23	6	29
% z kolumny		37,10%	9,68%	
Liczba	bez zmian	20	51	71
% z kolumny		32,26%	82,26%	
Liczba	bardziej obciążające	19	5	24
% z kolumny		30,65%	8,06%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Zdecydowana większość przypadków instruktorów nie wykazywała zmiany oceny pytania 5 „Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy" po locie (91,94%). W grupie pilotów najczęściej wskazywano na taką samą (43,55%) lub niższą (38,71%) ocenę obciążenia. Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=34,16, df=2, p<0,001) (Tab. 3.18.).

Tabela 3.18. Ocena różnic w ocenie pytania 5: „Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy"

	Tabela liczności			
	pytanie 5	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	24	5	29
% z kolumny		38,71%	8,06%	
Liczba	bez zmian	27	57	84
% z kolumny		43,55%	91,94%	
Liczba	bardziej obciążające	11	0	11
% z kolumny		17,74%	0,00%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Podobnie zdecydowana większość przypadków instruktorów nie wykazywała zmiany oceny pytania 6 „Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) będzie wymagało bardzo dużego nakładu pracy" po locie (93,55%).W grupie pilotów najczęściej wskazywano na taką samą (50,00%) lub niższą (30,65%) ocenę obciążenia. Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=29,97, df=2, p<0,001) (Tab. 3.19.).

Tabela 3.19. Ocena różnic w ocenie pytania 6: „Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) będzie wymagało bardzo dużego nakładu pracy"

	Tabela liczności			
	pytanie 6	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	19	4	23
% z kolumny		30,65%	6,45%	
Liczba	bez zmian	31	58	89
% z kolumny		50,00%	93,55%	

Liczba	bardziej obciążające	12	0	12
% z kolumny		19,35%	0,00%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Oceniając wyniki zmiany oceny pytania 7 „Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) będzie wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej", w grupie instruktorów wykazywano w większości przypadków spójność oceny (82,26%). W przypadku pilotów na niższe obciążenie wskazało 32,26%, zaś na wyższe 27,42%. Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=24,91, df=2, p<0,001) (Tab. 3.20.).

Tabela 3.20. Ocena różnic w ocenie pytania 7: „Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) będzie wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej"

	Tabela liczności			
	pytanie 7	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	20	9	29
% z kolumny		32,26%	14,52%	
Liczba	bez zmian	25	51	76
% z kolumny		40,32%	82,26%	
Liczba	bardziej obciążające	17	2	19
% z kolumny		27,42%	3,23%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Ponad 80% przypadków instruktorów wykazywało brak zmiany oceny pytania 8: „Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in. charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) będzie dla mnie bardzo trudne" (83,87%). W grupie pilotów na brak zmian wskazało 53,23%. Często wskazywano na wzrost oceny obciążenia po locie (27,42%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=13,51, df=2, p=0,011) (Tab. 3.21.).

Tabela 3.21. Ocena różnic w ocenie pytania 8: „Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in. charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) będzie dla mnie bardzo trudne"

	Tabela liczności			
	pytanie 8	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	12	4	16
% z kolumny		19,35%	6,45%	
Liczba	bez zmian	33	52	85
% z kolumny		53,23%	83,87%	
Liczba	bardziej obciążające	17	6	23
% z kolumny		27,42%	9,68%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Zmiany oceny pytania 9 „Moje przygotowanie do lotu pozostawia wiele do życzenia" częściej obserwowano także wśród pilotów. Na wzrost obciążenia wskazało 22,58%, zaś na obniżenie 17,74%. W grupie instruktorów zwykle ocena pozostawała bez zmian (83,87%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=9,55, df=2, p=0,008) (Tab. 3.22.).

Tabela 3.22. Ocena różnic w ocenie pytania 9: „Moje przygotowanie do lotu pozostawia wiele do życzenia"

	Tabela liczności			
	pytanie 9	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	11	6	17
% z kolumny		17,74%	9,68%	
Liczba	bez zmian	37	52	89
% z kolumny		59,68%	83,87%	
Liczba	bardziej obciążające	14	4	18
% z kolumny		22,58%	6,45%	

Liczba	Ogół	62	62	124

W grupie pilotów częściej obserwowano zmiany oceny pytania 10: „Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił". Na wzrost obciążenia wskazało 30,65%, zaś obniżenie 24,19%. W grupie instruktorów zwykle ocena pozostawała bez zmian (79,03%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=15,21, df=2, p=0,004) (Tab. 3.23.).

Tabela 3.23. Ocena różnic w ocenie pytania 10: „Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił"

	Tabela liczności			
	pytanie 10	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	15	5	20
% z kolumny		24,19%	8,06%	
Liczba	bez zmian	28	49	77
% z kolumny		45,16%	79,03%	
Liczba	bardziej obciążające	19	8	27
% z kolumny		30,65%	12,90%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Zdecydowana większość instruktorów nie zmieniła oceny pytania 11: „Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji" (91,94%). W grupie pilotów częściej wykazywano obniżenie (30,65%) lub wzrost oceny obciążenia (29,03%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=39,92, df=2, p<0,001) (Tab. 3.24.).

Tabela 3.24. Ocena różnic w ocenie pytania 11: „Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji"

	Tabela liczności			
	pytanie 11	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	19	3	22
% z kolumny		30,65%	4,84%	
Liczba	bez zmian	25	57	82
% z kolumny		40,32%	91,94%	
Liczba	bardziej obciążające	18	2	20
% z kolumny		29,03%	3,23%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Biorąc pod uwagę pytanie 12 „Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania" w grupie pilotów, około ¼ przypadków wykazywała mniejsze (25,81%) lub większe (25,81%) obciążenie. W przypadku instruktorów częściej pozostawało ono bez zmian (83,87%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=18,31, df=2, p=0,001) (Tab. 3.25.).

Tabela 3.25. Ocena różnic w ocenie pytania 12: „Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania"

	Tabela liczności			
	pytanie 12	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	16	7	23
% z kolumny		25,81%	11,29%	
Liczba	bez zmian	30	52	82
% z kolumny		48,39%	83,87%	
Liczba	bardziej obciążające	16	3	19

% z kolumny		25,81%	4,84%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Podobnie w przypadku pytania 13 „Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie" w grupie pilotów, około ¼ pomiarów wykazywała mniejsze (27,42%) lub większe (24,19%) obciążenie. W przypadku instruktorów częściej pozostawało ono bez zmian (91,94%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=28,97, df=2, p<0,001) (Tab. 3.26.).

Tabela 3.26. Ocena różnic w ocenie pytania 13: „Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie"

	Tabela liczności			
	pytanie 13	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	17	1	18
% z kolumny		27,42%	1,61%	
Liczba	bez zmian	30	57	87
% z kolumny		48,39%	91,94%	
Liczba	bardziej obciążające	15	4	19
% z kolumny		24,19%	6,45%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Zależność wykazano także w ocenie pytania 14: „Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie)" (Chi2=37,94, df=2, p<0,001). Piloci rzadziej wykazywali brak zmiany oceny (29,04%) w porównaniu z instruktorami (83,87%) (Tab. 3.27.).

Tabela 3.27. Ocena różnic w ocenie pytania 14: „Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie)"

	Tabela liczności			
	pytanie 14	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	25	6	31
% z kolumny		40,32%	9,68%	
Liczba	bez zmian	18	52	70
% z kolumny		29,03%	83,87%	
Liczba	bardziej obciążające	19	4	23
% z kolumny		30,65%	6,45%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Zdecydowana większość instruktorów wykazywała brak zmiany oceny pytania 15: „Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) wymagało bardzo dużego wysiłku" (88,71%). W grupie pilotów częściej wykazywano obniżenie (29,03%) lub wzrost (17,74%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=21,34, df=2, p<0,001) (Tab. 3.28.).

Tabela 3.28. Ocena różnic w ocenie pytania 15: „Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) wymagało bardzo dużego wysiłku"

	Tabela liczności			
	pytanie 15	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	18	7	25
% z kolumny		29,03%	11,29%	
Liczba	bez zmian	33	55	88
% z kolumny		53,23%	88,71%	
Liczba	bardziej obciążające	11	0	11

% z kolumny		17,74%	0,00%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Blisko 80% pomiarów wśród instruktorów wykazywało brak zmiany oceny pytania 16: „Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu" (79,03%). W grupie pilotów częściej wykazywano obniżenie (30,65%) lub wzrost obciążenia (29,03%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=22,72, df=2, p<0,001) (Tab. 3.29.).

Tabela 3.29. Ocena różnic w ocenie pytania 16: „Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu"

	Tabela liczności			
	pytanie 16	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	19	11	30
% z kolumny		30,65%	17,74%	
Liczba	bez zmian	25	49	74
% z kolumny		40,32%	79,03%	
Liczba	bardziej obciążające	18	2	20
% z kolumny		29,03%	3,23%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Instruktorzy częściej wykazywali brak zmiany w ocenie pytania 17 „Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności" (77,42%) w porównaniu z pilotami (38,71%) (Chi2=19,34, df=2, p<0,001) (Tab. 3.30.).

Tabela 3.30. Ocena różnic w ocenie pytania 17: „Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności"

	Tabela liczności			
	pytanie 17	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	21	9	30
% z kolumny		33,87%	14,52%	
Liczba	bez zmian	24	48	72
% z kolumny		38,71%	77,42%	
Liczba	bardziej obciążające	17	5	22
% z kolumny		27,42%	8,06%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Biorąc pod uwagę pytanie 18 „Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem", zaobserwowano większy odsetek spójnych wskazań w grupie instruktorów (85,48%) w porównaniu z pilotami (43,55%). Wykazana zależność jest istotna statystycznie (Chi2=24,25, df=2, p<0,001) (Tab. 3.31.).

Tabela 3.31. Ocena różnic w ocenie pytania 18: „Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem"

	Tabela liczności			
	pytanie 18	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	17	3	20
% z kolumny		27,42%	4,84%	
Liczba	bez zmian	27	53	80
% z kolumny		43,55%	85,48%	
Liczba	bardziej obciążające	18	6	24
% z kolumny		29,03%	9,68%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Biorąc pod uwagę pytanie 19 „Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem", zaobserwowano większy odsetek spójnych wskazań w grupie instruktorów (80,65%) w porównaniu z pilotami (41,94%). Wykazana zależność jest istotna statystycznie (Chi2=20,10, df=2, p<0,001) (Tab. 3.32.).

Tabela 3.32. Ocena różnic w ocenie pytania 19: „Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem"

	Tabela liczności			
	pytanie 19	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	17	4	21
% z kolumny		27,42%	6,45%	
Liczba	bez zmian	26	50	76
% z kolumny		41,94%	80,65%	
Liczba	bardziej obciążające	19	8	27
% z kolumny		30,65%	12,90%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Wykazano istotną statystycznie zależność między zmianą oceny pytania 20 „Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania" a grupą (Chi2=6,31, df=2, p=,042). W grupie pilotów istotnie mniejszy odsetek przypadków wykazywał spójność oceny (33,87%) w porównaniu z instruktorami (51,61%) (Tab. 3.33.).

Tabela 3.33. Ocena różnic w ocenie pytania 20: „Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego, w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania"

	Tabela liczności			
	pytanie 20	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	17	18	35
% z kolumny		27,42%	29,03%	
Liczba	bez zmian	21	32	53

% z kolumny		33,87%	51,61%	
Liczba	bardziej obciążające	24	12	36
% z kolumny		38,71%	19,35%	
Liczba	Ogół	62	62	124

W przypadku pytania 21 „Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania" zaobserwowano, że piloci częściej wykazywali wzrost obciążenia (29,03%), podczas gdy instruktorzy częściej wykazywali spadek (33,87%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=7,35, df=2, p=0,025) (Tab. 3.34.).

Tabela 3.34. Ocena różnic w ocenie pytania 21: „Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania"

	Tabela liczności			
	pytanie 21	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	12	21	33
% z kolumny		19,35%	33,87%	
Liczba	bez zmian	32	34	66
% z kolumny		51,61%	54,84%	
Liczba	bardziej obciążające	18	7	25
% z kolumny		29,03%	11,29%	
Liczba	Ogół	62	62	124

W ocenie pytania 22 „Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie" instruktorzy częściej wykazywali brak zmiany oceny poziomu obciążenia (58,06%). W grupie pilotów brak zmiany wykazano w 41,94% przypadków, natomiast wzrost oceny obciążenia w 37,10%. Zależność jest na granicy istotności statystycznej (Chi2=5,99, df=2, p=,050) (Tab. 3.35.).

Tabela 3.35. Ocena różnic w ocenie pytania 22: „Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie"

	Tabela liczności			
	pytanie 22	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	13	15	28
% z kolumny		20,97%	24,19%	
Liczba	bez zmian	26	36	62
% z kolumny		41,94%	58,06%	
Liczba	bardziej obciążające	23	11	34
% z kolumny		37,10%	17,74%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Zaobserwowano większy odsetek przypadków braku zmiany w ocenie pytania 23 „Moje samopoczucie (uwzględniając m.in.: zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyja prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu" wśród instruktorów (85,48%) w porównaniu z pilotami (67,74%). W grupie instruktorów rzadko wskazywano na wzrost obciążania (3,23%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=9,34, df=2, p=,009) (Tab. 3.36.).

Tabela 3.36. Ocena różnic w ocenie pytania 23: „Moje samopoczucie (uwzględniając m.in.: zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyja prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu"

	Tabela liczności			
	pytanie 23	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	7	7	14
% z kolumny		11,29%	11,29%	
Liczba	bez zmian	42	53	95
% z kolumny		67,74%	85,48%	
Liczba	bardziej obciążające	13	2	15

% z kolumny		20,97%	3,23%	
Liczba	Ogół	62	62	124

W pytaniu 24 „Zadanie będzie bardzo wymagające" wykazano większy odsetek przypadków braku zmiany w ocenie wśród instruktorów (74,19%) w porównaniu z pilotami (50,00%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=8,16, df=2, p=,016) (Tab. 3.37.).

Tabela 3.37. Ocena różnic w ocenie pytania 24: „Zadanie będzie bardzo wymagające"

	Tabela liczności			
	pytanie 24	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	18	11	29
% z kolumny		29,03%	17,74%	
Liczba	bez zmian	31	46	77
% z kolumny		50,00%	74,19%	
Liczba	bardziej obciążające	13	5	18
% z kolumny		20,97%	8,06%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Analiza różnic oceny pytania 25 „Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania" była na granicy istotności statystycznej (Chi2=5,73, df=2, p=0,056). Najczęściej w grupie instruktorów (69,35%) oraz pilotów wykazywano spójność oceny przed lotem i po locie (Tab. 3.38.).

Tabela 3.38. Ocena różnic w ocenie pytania 25: „Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania"

	Tabela liczności			
	pytanie 25	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	17	11	28
% z kolumny		27,42%	17,74%	
Liczba	bez zmian	30	43	73
% z kolumny		48,39%	69,35%	
Liczba	bardziej obciążające	15	8	23
% z kolumny		24,19%	12,90%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Analizując zmianę wyniku oceny pytania 26 „Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania", w grupie pilotów były one podzielone (ok. 30% badanych wskazało na mniejsze, takie samo lub większe obciążenie). Wśród instruktorów częściej wskazywano brak zmiany oceny przed lotem i po locie (59,68%). Zależność jest istotna statystycznie (Chi2=15,14, df=2, p=,001) (Tab. 3.39.).

Tabela 3.39. Ocena różnic w ocenie pytania 26: „Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania"

	Tabela liczności			
	pytanie 26	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	19	20	39
% z kolumny		30,65%	32,26%	
Liczba	bez zmian	21	37	58
% z kolumny		33,87%	59,68%	
Liczba	bardziej obciążające	22	5	27
% z kolumny		35,48%	8,06%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Istotnie większy odsetek przypadków instruktorów wykazywał spójność ocen (82,26%) w porównaniu z pilotami (45,16%) w pytaniu 27: „Wykonanie lotu ze względu na warunki atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) będzie wymagało ode mnie bardzo dużego wysiłku". Wśród pilotów 29,03% przypadków wykazało obniżenie oceny, natomiast pozostałe 25,81% jej wzrost. Zależność jest istotna statystycznie (Chi^2 Pearsona: 18,7362, df=2, p<0,001) (Tab. 3.40.).

Tabela 3.40. Ocena różnic w ocenie pytania 27: „Wykonanie lotu ze względu na warunki atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) będzie wymagało ode mnie bardzo dużego wysiłku"

	Tabela liczności			
	pytanie 27	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	18	7	25
% z kolumny		29,03%	11,29%	
Liczba	bez zmian	28	51	79
% z kolumny		45,16%	82,26%	
Liczba	bardziej obciążające	16	4	20
% z kolumny		25,81%	6,45%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Biorąc pod uwagę pytanie 28 „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres", w grupie pilotów mniejsze obciążenie wykazało 41,94% przypadków, brak zmian 40,32%, natomiast wzrost obciążenia 17,74%. W grupie instruktorów najczęściej wykazywano brak zmiany oceny (62,90%). Wzrost obciążenia wykazało jedynie 1,61%. Różnice są istotne statystycznie (Chi2=11,72, df=2, p=0,002) (Tab. 3.41.).

Tabela 3.41. Ocena różnic w ocenie pytania 28: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres"

	Tabela liczności			
	pytanie 28	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	26	22	48
% z kolumny		41,94%	35,48%	
Liczba	bez zmian	25	39	64
% z kolumny		40,32%	62,90%	
Liczba	bardziej obciążające	11	1	12
% z kolumny		17,74%	1,61%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w ocenie zmiany oceny pytania 29 „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację" między pilotami i instruktorami (Chi2=3,95, df=2, p=,138) (Tab. 3.42.).

Tabela 3.42. Ocena różnic w ocenie pytania 29: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację"

	Tabela liczności			
	pytanie 29	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	18	13	31
% z kolumny		29,03%	20,97%	
Liczba	bez zmian	22	33	55
% z kolumny		35,48%	53,23%	
Liczba	bardziej obciążające	22	16	38
% z kolumny		35,48%	25,81%	
Liczba	Ogół	62	62	124

W przypadku oceny pytania 30 „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie" w grupie instruktorów 70,97% przypadków wykazywało brak zmiany oceny, natomiast w grupie pilotów 51,61%. Pozostałe 48,39% przypadków pilotów wykazywało zmiany. Różnica jest na granicy istotności statystycznej (Chi2=5,15, df=2, p=0,076) (Tab. 3.43.).

Tabela 3.43. Ocena różnic w ocenie pytania 30: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie"

	Tabela liczności			
	pytanie 30	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	14	7	21
% z kolumny		22,58%	11,29%	
Liczba	bez zmian	32	44	76
% z kolumny		51,61%	70,97%	
Liczba	bardziej obciążające	16	11	27
% z kolumny		25,81%	17,74%	
Liczba	Ogół	62	62	124

W ponad połowie przypadków lotów instruktorów ocena pytania 31 „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie" pozostała niezmieniona (62,90%). W grupie pilotów natomiast oceny były bardziej różnorodne. W 32,26% przypadków ocena po locie była mniej obciążająca, w 37,10% przypadków pozostała bez zmian, natomiast w 30,65% wzrosła. Wykazane różnice są istotne statystycznie (Chi2=8,40 df=2, p=0,014) (Tab. 3.44.).

Tabela 3.44. Ocena różnic w ocenie pytania 31: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie"

	Tabela liczności			
	pytanie 31	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	20	13	33
% z kolumny		32,26%	20,97%	

Liczba	bez zmian	23	39	62
% z kolumny		37,10%	62,90%	
Liczba	bardziej obciążające	19	10	29
% z kolumny		30,65%	16,13%	
Liczba	Ogół	62	62	124

Wykazano istotne statystycznie różnice w zmianie oceny pytania 32 „Skład załogi bardzo sprzyja dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie" między pilotami a instruktorami (Chi2=8,20, df=2, p=0,017). W grupie instruktorów ocena najczęściej nie ulegała zmianie (79,03%). W grupie pilotów ponad połowa przypadków także wykazywała brak zmiany oceny (54,84%). Jednocześnie częściej obserwowano ocenę mniej obciążającą po odbytym locie (38,71%) (Tab. 3.45.).

Tabela 3.45. Ocena różnic w ocenie pytania 32: „Skład załogi bardzo sprzyja dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie"

	Tabela liczności			
	pytanie 32	grupa pilot	grupa instruktor	Wiersz Razem
Liczba	mniej obciążające	24	11	35
% z kolumny		38,71%	17,74%	
Liczba	bez zmian	34	49	83
% z kolumny		54,84%	79,03%	
Liczba	bardziej obciążające	4	2	6
% z kolumny		6,45%	3,23%	
Liczba	Ogół	62	62	124

3.6.6. Wnioski

Skuteczność oceny ryzyka operacyjnego przez pilotów i instruktorów na podstawie obciążenia zadaniowego była różna. Dużo większą zgodność odpowiedzi udzielonych przed lotem i po locie uzyskano w grupie instruktorów (ok. 90%). W grupie pilotów wynosiła ona ok. 50%. Z punktu widzenia opracowywanej metody najważniejsze są wyniki dotyczące różnic w ocenie pytań przed lotem i po locie. Szczególnie groźne jest kryterium wyższej oceny obciążenia po locie, ponieważ pokazuje niedoszacowanie ryzyka przed lotem, co wymaga szczególnej uwagi. Informacje dotyczące tego w ilu procentach piloci i instruktorzy trafnie szacowali obciążenie przed lotem posłużyły do opracowania narzędzia do zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota w oparciu o uszczegółowione wskaźniki określonych składników obciążenia zadaniowego; pozwoliły także na wzbogacenie narzędzia o odpowiednie współczynniki uwzględniające prawdopodobieństwo niedoszacowania przez pilota i instruktora obciążenia w obszarze, którego dotyczy pytanie.

Większa skuteczność oceny obciążenia przed lotem przez instruktorów wynika najprawdopodobniej z dużo większej świadomości. Większa świadomość jest efektem większego doświadczenia i wiedzy. Wskazuje to na zasadność ujmowania doświadczenia pilota w metodzie oceny ryzyka. Mogłoby ono być uwzględniane w toku przyporządkowania wyniku oceny ryzyka do odpowiednich poziomów, w zależności od doświadczenia lub kompetencji pilota, z jednoczesnym przyjęciem dla pilotów mniej doświadczonych większego marginesu błędu w ocenie ryzyka związanego z lotem. Mogłoby się to odbywać dzięki uwzględnieniu nalotu i/lub rodzaju posiadanej licencji czy uprawnień. Zgodnie z tym założeniem poziom ryzyka wyznaczony na podstawie oceny dokonanej przez pilota samolotowego turystycznego mógłby być wyższy niż na podstawie oceny dokonanej przez pilota samolotowego zawodowego mimo uzyskania tej samej wartości punktowej. Najistotniejsze z punktu widzenia opracowywanego narzędzia zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota wydają się być średnie zmiany oceny punktowej pilotów i instruktorów. Uwzględniają one nie tylko kierunki zmian, ale także ich wielkości. Mogą stanowić punkt wyjścia dla przyjęcia odpowiednich współczynników korygujących tendencje do niedoszacowania obciążenia zadaniowego pilota jako kluczowego determinanta ryzyka operacyjnego.

Podsumowanie rozdziału trzeciego

Rozdział trzeci opisuje przebieg procesu badawczego. Zaczątek stanowi zaprojektowany model zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota w bezpieczeństwie lotów. Następnie autor przedstawia tok doboru narzędzi pomiaru obciążenia zadaniowego na podstawie opinii ekspertów i testów w locie. Opisuje także opracowanie własnych narzędzi badawczych zastosowanych w badaniach pilotażowych. Po charakterystyce środowiska prowadzenia badań empirycznych – uwzględniającej opis

samolotów, lotnisk oraz organizacji, w których prowadzone były badania – zamieszczono podrozdział dotyczący badań pilotażowych. Sformułowano ich cel, zreferowano ich przebieg oraz zaprezentowano ich wyniki i płynące z nich wnioski.

Druga część rozdziału została poświęcona badaniom zasadniczym. Sformułowano ich cel, po czym opisano dobór próby oraz przebieg, uwzględniając przeprowadzone modyfikacje własnych narzędzi pomiarowych. Następnie zaprezentowano uzyskane w toku badań wyniki oraz sformułowano wnioski. Stanowiły one bazę dla opracowania metody zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota w bezpieczeństwie lotów.

4. METODA ZARZĄDZANIA RYZYKIEM OPERACYJNYM NA PODSTAWIE OBCIĄŻENIA ZADANIOWEGO PILOTA

4.1. Założenia metody

Na podstawie analizy literatury, wywiadów ukierunkowanych z ekspertami oraz doświadczeń własnych wypracowano poniższe warunki, które powinna spełniać opracowana metoda:

a) zastosowanie metody w organizacji lotnictwa ogólnego powinno generować możliwie niskie koszty;

b) stosowanie metody powinno być możliwie jak najmniej absorbujące dla osób zarządzających organizacją;

c) wykonanie wszystkich czynności związanych z oceną ryzyka powinno zajmować nie więcej niż 10 minut;

d) narzędzie powinno być proste, a skorzystanie z niego powinno być możliwe zarówno przy użyciu komputera, jak i aplikacji dostępnej w telefonie, także w przypadku braku dostępu do rozbudowanej infrastruktury;

e) metoda powinna uwzględniać obciążenie występujące w czasie trwania lotu, stan pilota przed lotem oraz obciążenie powstałe w wyniku wykonywania czynności związanych z przygotowaniem do lotu pilota oraz statku powietrznego;

f) metoda powinna być jak najbardziej uniwersalna, to znaczy pilot powinien mieć możliwość przeprowadzenia oceny dla lotu wykonywanego na dowolnym typie statku powietrznego, na każdym lotnisku, w dowolnych warunkach atmosferycznych itd.;

g) stosowanie metody powinno się przyczyniać do zwiększenia samoświadomości pilota odnośnie do warunków wykonania lotu i specyfiki lotu przed jego rozpoczęciem;

h) metoda powinna jak najpełniej uwzględniać ryzyka występujące podczas lotu;

i) narzędzie oceny ryzyka operacyjnego powinno udzielać informacji dotyczących nie tylko poziomu ryzyka związanego z lotem, ale także właściciela ryzyka – osoby decyzyjnej w zależności od poziomu ryzyka.

Założono – podobnie jak w przypadku doboru metod pomiaru obciążenia zadaniowego – że eksperci powinni posiadać duże doświadczenie lotnicze, obejmujące szczególnie doświadczenie w szkoleniu oraz bieżącą praktykę w szkoleniu w małych organizacjach lotnictwa ogólnego. Na postawie tych założeń przyjęto poniższe wymagania:

- posiadanie licencji pilota;
- posiadanie aktualnego uprawnienia instruktora szkolenia ogólnego (dawniej I klasy), uprawniającego do dopuszczania ucznia-pilota do wykonania pierwszego lotu samodzielnego i wykonania pierwszego samodzielnego przelotu/lotu trasowego w życiu;
- posiadanie co najmniej 400 godzin nalotu ogólnego;
- posiadanie co najmniej 100 godzin nalotu jako instruktor.

Duży wpływ na wypracowane warunki metody miały doświadczenia własne badacza, ukończone szkolenia i zdobyte uprawnienia. Najważniejsze z nich obejmują:

a) posiadanie licencji pilota samolotowego zawodowego – CPL(A) – oraz uprawnienia instruktora szkolenia ogólnego dla tej kategorii statków powietrznych – FI(A);

b) posiadanie licencji pilota szybowcowego – SPL – oraz uprawnienia instruktora szkolenia ogólnego dla tej kategorii statków powietrznych – FI(S);

c) posiadanie nalotu ogólnego w liczbie ponad 1000 godzin;

d) uzyskanie nalotu jako instruktor w ilości ponad 500 godzin;

e) ponad 15 lat praktyki lotniczej;

f) ponad 10 lat doświadczenia jako instruktor w ramach szkolenia teoretycznego i praktycznego, obejmującego różne rodzaje lotów (szkolenie podstawowe, loty trasowe, akrobację, loty nocne, przeloty szybowcowe, przeszkolenie na nowy typ statku powietrznego, przeszkolenie na nowy rodzaj startu itd.);

g) posiadanie uprawnień do wykonywania lotów na 26 typach statków powietrznych;

h) wykonywanie lotów w 19 organizacjach;

i) doświadczenie w pełnieniu funkcji szefa szkolenia w organizacji szkolenia;

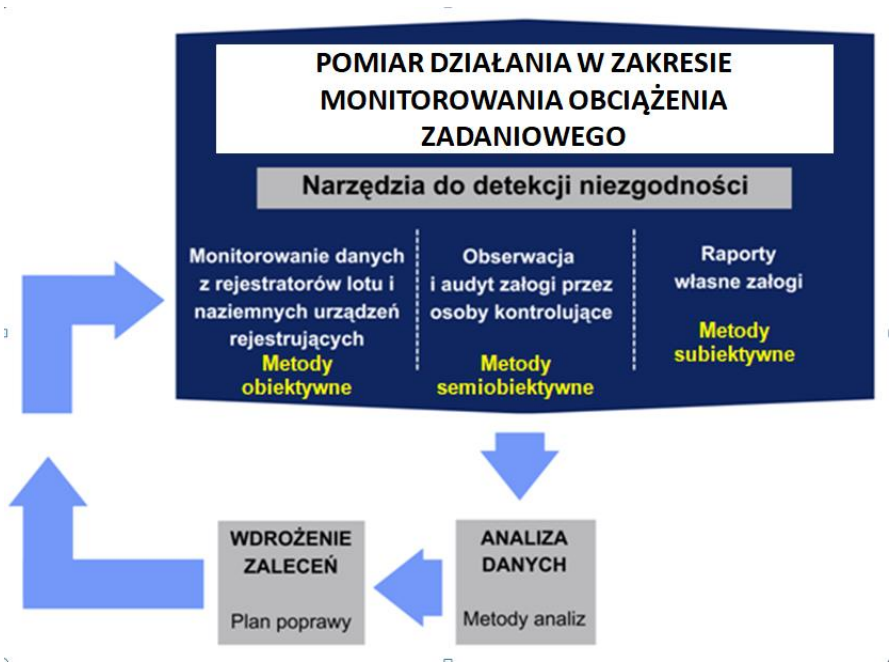
j) trzykrotne pełnienie funkcji kierownika programu pokazu podczas międzynarodowych pokazów lotniczych.

Przyjmując powyższe założenia, uwzględniono specyfikę małych organizacji lotnictwa ogólnego – szczególnie ich niski budżet oraz dużą niechęć do raportowania i wykonywania dodatkowych czynności wśród załóg. Autor przyjął założenie, że tylko zastosowanie metod prostych, w niewielkim stopniu obciążających pilota, może odnieść sukces. Należy zwrócić także uwagę na to, iż dodatkowe wymagania stawiane przez organizacje mogą zniechęcić pilotów do wykonywania w niej lotów, co stanowi czynnik istotny z punktu widzenia organizacji.

4.2. Koncepcja metody

Na podstawie badań literaturowych, wywiadów z instruktorami oraz doświadczeń własnych opracowano koncepcję monitorowania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota. W tym celu zmodyfikowano koncepcję monitoringu stanu bezpieczeństwa i jakości wykonywania operacji lotniczych, ujętą we wprowadzeniu z podziałem narzędzi detekcji niezgodności na subiektywne, semiobiektywne i obiektywne. Dane uzyskiwane przy pomocy narzędzi detekcji niezgodności służą przeprowadzeniu analizy danych i wdrożeniu zaleceń korygujących przy kontynuacji pomiaru działania. Koncepcja nawiązuje do modelu ciągłego doskonalenia (koła Deminga).

Na potrzeby opracowania metody zmodyfikowano koncepcję monitoringu stanu bezpieczeństwa i jakości wykonywania operacji lotniczych (Rys. 4.1.). Monitorowanie danych z rejestratorów lotu i naziemnych urządzeń rejestrujących zaliczono do metod obiektywnych. Obserwację i audyt załogi przez osoby kontrolujące (np. instruktora) zaliczono w poczet metod semiobiektywnych, a raporty własne załogi uznano za metody subiektywne.



Rysunek 4.1. Zmodyfikowana koncepcja monitoringu stanu bezpieczeństwa i jakości wykonywania operacji lotniczych (Opracowanie własne na podstawie: Speyer, J.-J., 2002), *The Flight Operations Monitoring System.*)

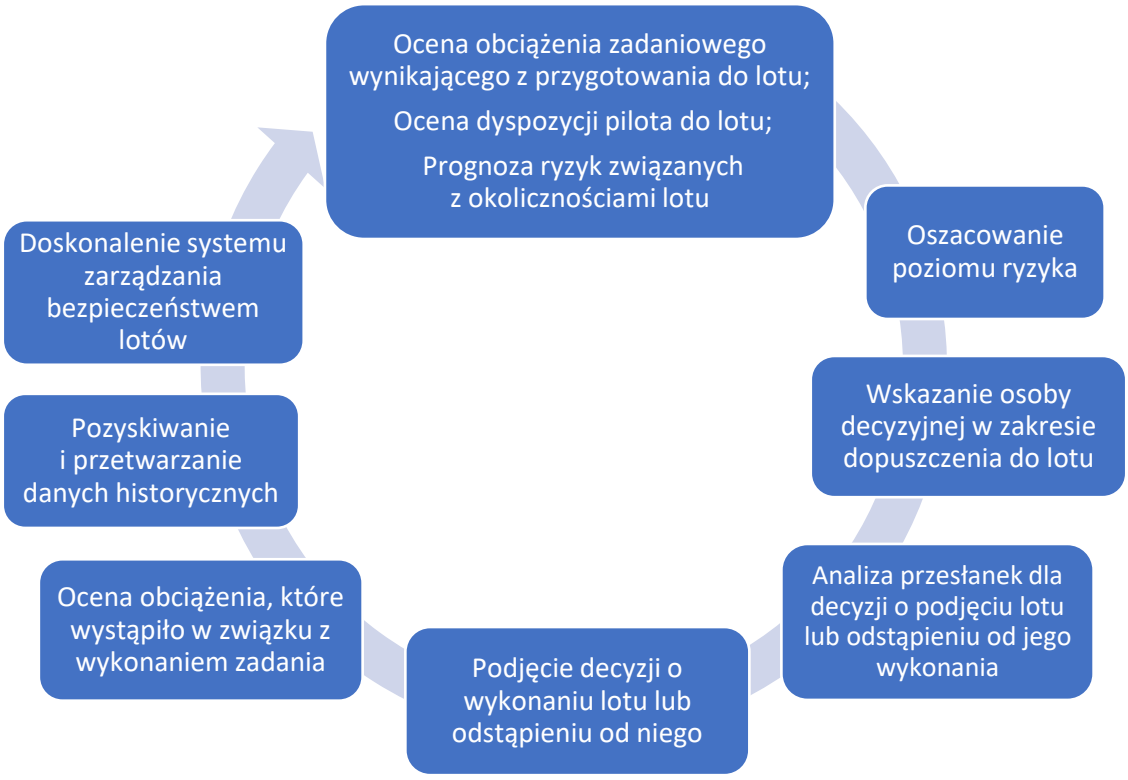
Powyższe rozważania można streścić, wyszczególniając poniższy podział metod pomiaru obciążenia zadaniowego jako krytycznej determinanty ryzyka operacyjnego:

- metody subiektywne – wywiad;
- metody semiobiektywne – obserwacja;
- metody obiektywne – pomiar.

Na podstawie przeprowadzonych badań za najbardziej zasadne w przypadku małej organizacji lotnictwa ogólnego uznano zastosowanie metod semiobiektywnych i subiektywnych.

4.3. Model zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota

W oparciu o przyjęte założenia opracowano model zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota. Model nawiązuje do cyklu ciągłego doskonalenia i składa się z sześciu faz (Rys. 4.2.).



Rysunek 4.2. Znowelizowany Model zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota (opracowanie własne)

Pierwsza faza składa się z:

- oceny obciążenia zadaniowego wynikającego z przygotowania do lotu;
- oceny dyspozycji pilota do lotu;
- prognozy ryzyk związanych z okolicznościami lotu.

Zadania realizowane są w tej fazie przez pilota przy pomocy specjalnie opracowanego narzędzia. Pilot po wykonaniu czynności przygotowujących do lotu ocenia związane z nimi obciążenie oraz dokonuje oceny stanu swojego samopoczucia i czynników wpływających na jego funkcjonowanie w czasie wykonywania zadania. Następnie w oparciu o uzyskane informacje w ramach przygotowania do lotu (np. analizę warunków meteorologicznych i ruchowych, znajomość zadania lotu i informacje dotyczące statku powietrznego, na jakim będzie wykonany lot) prognozuje i ocenia ryzyka występujące w trakcie planowanego lotu.

Na podstawie analizy przeprowadzonej przez pilota przy wykorzystaniu specjalnego kwestionariusza narzędzie przelicza uzyskane punkty i dokonuje oceny ryzyka.

W odniesieniu do oceny ryzyko przyporządkowywane jest do odpowiedniego poziomu. Każdy z poziomów ryzyka ma swojego właściciela ryzyka, czyli osobę upoważnioną do podjęcia decyzji o wykonaniu lotu – począwszy od pilota, skończywszy na kierowniku odpowiedzialnym w przypadku najwyższego poziomu ryzyka.

Kolejną fazą jest ocena obciążenia, które wystąpiło w związku z wystąpieniem zadania. Jest ona dokonywana przez pilota po locie za pomocą dedykowanego narzędzia. Pilot, odpowiadając na analogiczne do tych przed lotem, ocenia rzeczywiste, zaistniałe w trakcie wykonywania zadania warunki obciążenia zadaniowego jako kluczowej determinanty ryzyka operacyjnego.

Pozyskane dane są przetwarzane na przykład w celu zidentyfikowania zdarzeń, w których wystąpiło znaczące obciążenie zadaniowe pilota w locie. Ważnym zastosowaniem pozyskanych danych może być kalibracja narzędzia przy uwzględnieniu indywidualnej tendencji pilota lub całej grupy pilotów do niedoszacowywania obciążenia związanego z lotem.

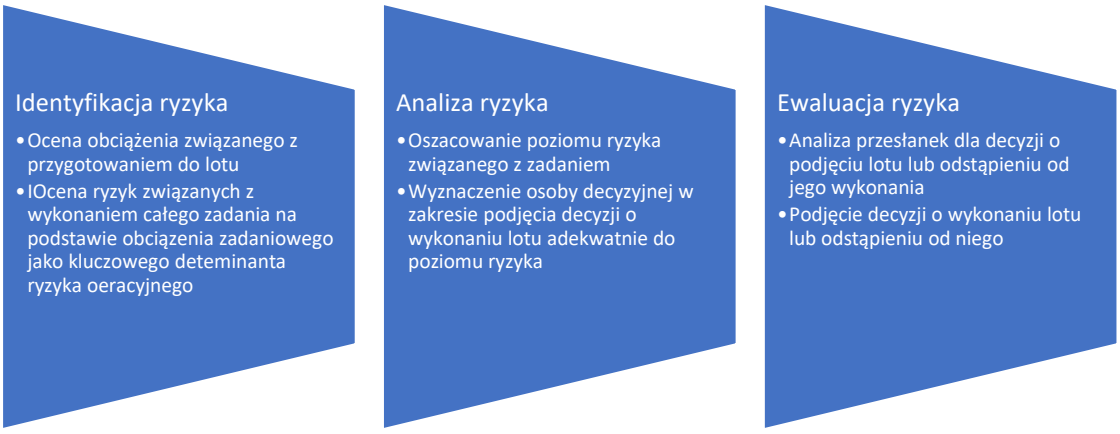
Uzyskane dane mogą, dzięki analizie odpowiednich osób (na przykład kierownika bezpieczeństwa lub szefa szkolenia), służyć doskonaleniu systemu zarządzania bezpieczeństwem lotów.

4.4. Opracowanie metody zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota

Opracowana metoda badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota składa się z trzech etapów, które bazują na etapach oceny ryzyka ujętych w procesie postępowania wobec ryzyka w ramach normy ISO 31000. Ocena ryzyka wyszczególnia trzy etapy:

- identyfikację ryzyka,
- analizę ryzyka,
- ewaluację ryzyka (ISO 31000:2018).

Na tej podstawie określono składowe każdego z kroków oceny ryzyka realizowanej na potrzeby opracowywanej metody. Na każdy z etapów oceny ryzyka składają się poszczególne zadania (Rys. 4.3.). Dwa pierwsze etapy (identyfikacja ryzyka i analiza ryzyka) realizowane są przy pomocy autorskiego narzędzia badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota (NBRO).



Rysunek 4.3. Autorska metoda oceny ryzyka (opracowanie własne)

Pierwszy etap, czyli identyfikacja ryzyka, przeprowadzana jest przez pilota w oparciu o NBRO. Pilot dokonuje oceny obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu i oceny ryzyk związanych z wykonaniem całego zadania na podstawie obciążenia zadaniowego jako kluczowego determinanta ryzyka operacyjnego. Oceny te wykonane są przy użyciu Kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego (KOOZ).

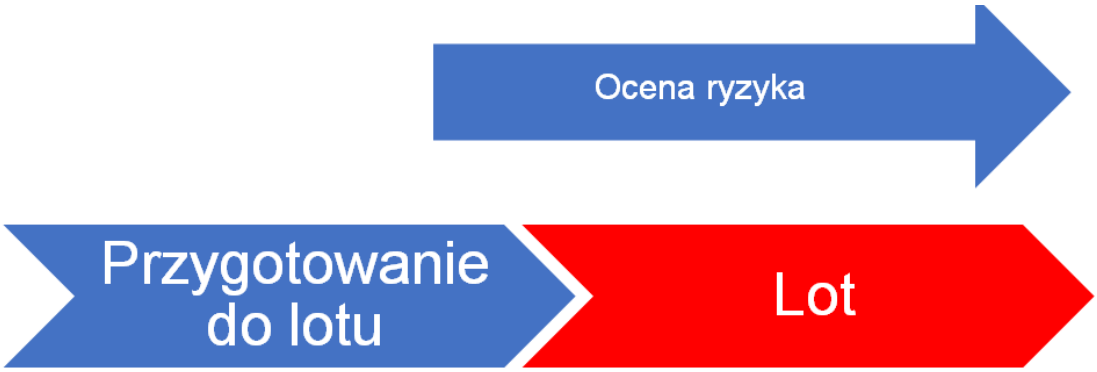
Na drugi etap składa się oszacowanie poziomu ryzyka związanego z zadaniem. Odbywa się ona na podstawie odpowiedzi zaznaczonych przez pilota. Każdej z odpowiedzi przypisane są wartości punktowe, które po przemnożeniu przez odpowiednie współczynniki korekcji są sumowane. Uzyskanym sumom odpowiadają poszczególne

poziomy ryzyka. Po przypisaniu ryzyka do odpowiedniego poziomu pilot otrzymuje informację o osobie decyzyjnej w zakresie podjęcia decyzji o wykonaniu lotu.

Trzeci etap stanowi ewaluacja ryzyka. Na podstawie zgromadzonych przesłanek dla decyzji o podjęciu lotu lub odstąpieniu od jego wykonania osoba decyzyjna podejmuje decyzję o wykonaniu lotu lub odstąpieniu od jego wykonania. Możliwe są także inne formy postępowania wobec ryzyka, które omówione zostaną w dalszej części opracowania.

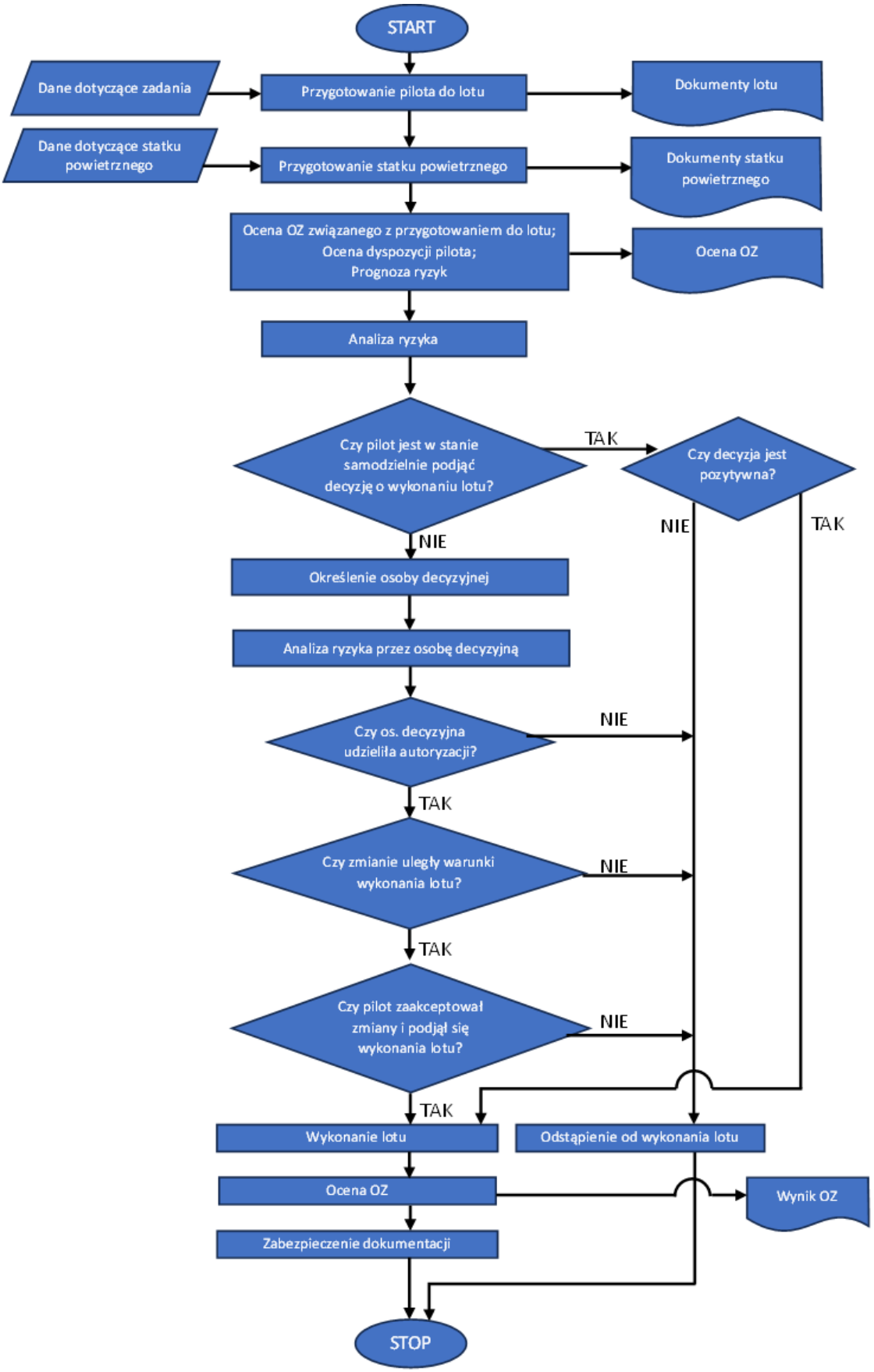
Na potrzeby metody przyjęto, że na zadanie składa się przygotowanie do lotu i lot.

Ocena ryzyka związanego z lotem uzyskiwana jest na podstawie informacji dotyczących całego zadania wykonywanego przez pilota (przygotowania do lotu oraz samego lotu) i dotyczy ryzyka operacyjnego związanego z lotem. Ocena nie dotyczy czynności wykonywanych po zakończeniu lotu (jako zakończenie lotu na potrzeby opracowanej metody rozumie się moment wyłączenia silnika w przypadku samolotu, w przypadku szybowca moment zakończenia dobiegu, w przypadku śmigłowca moment zatrzymania wirnika) (Rys. 4.4.).



Rysunek 4.4. Ocena ryzyka związanego z lotem (opracowanie własne)

Zastosowanie zaproponowanej metody zakłada sekwencyjne wykonanie poszczególnych działań zaprezentowanych na poniższym schemacie (Rys. 4.5.):



Rysunek 4.5. Metoda zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota (opracowanie własne)

4.5. Szczegółowy opis zastosowania metody w oparciu o narzędzie do badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota

Narzędzie pozwala ocenić poziom ryzyka operacyjnego związanego z lotem. Zostało ono opracowane przy użyciu arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel. Jest to wersja pilotażowa narzędzia – może zostać zmodyfikowana z uwzględnieniem potrzeby konkretnej organizacji oraz skalibrowana w oparciu o większą ilość danych zgromadzonych podczas użytkowania. Podczas korzystania z metody czynności wykonywane są sekwencyjnie. W niniejszym opisie działania podzielono na kolejne etapy zastosowania metody.

4.5.1. Etap pierwszy

Pilot rozpoczyna pracę z narzędziem od wypełnienia krótkiego kwestionariusza (Załącznik Z1). Wypełnia go podstawowymi danymi dotyczącymi pilota i lotu. Są to:

a) nazwa pilota,
b) nalot ogółem,
c) nalot na samolotach,
d) wiek,
e) planowana data wykonania lotu,
f) miejsce startu,
g) miejsce lądowania,
h) typ samolotu,
i) znaki rejestracyjne,
j) przybliżona godzina rozpoczęcia lotu,
k) planowany czas trwania lotu,
l) liczba planowanych lądowań,
m) zadanie lotu (np. loty po kręgu, lot po trasie, lot do strefy pilotażu).

Następnie pilot wybiera rodzaj posiadanej licencji.

4.5.2. Etap drugi

Po uzupełnieniu danych lotu pilot przechodzi do kolejnych zakładek narzędzia. Udziela w nich w formie elektronicznej na pytania Kwestionariusza obciążenia zadaniowego

opracowanego na potrzeby badań zasadniczych, wybierając odpowiedzi z listy. Odpowiedzi są udzielane w siedmiostopniowej skali Likerta. Każdej z odpowiedzi przyporządkowane są wartości punktowe od jednego (zdecydowanie nie) do siedmiu (zdecydowanie tak) (Rys. 4.6.). W przypadku pytań o odwróconej skali narzędzie automatycznie przelicza ich wartości punktowe.

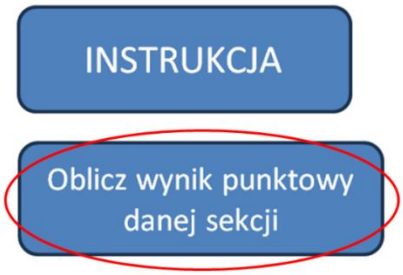
Rysunek 4.6. Skala odpowiedzi na pytania zawarte w każdym obszarze narzędzia do oceny ryzyka operacyjnego (opracowanie własne)

W pierwszej zakładce dotyczącej obciążenia zadaniowego pilot udziela odpowiedzi na dziewięć pytań z zakresu obciążenia umysłowego. Na rysunku 4.7. zaprezentowano przykładowe odpowiedzi pilota. Na poziomie każdej zakładki znajduje się przycisk; po kliknięciu wyświetla się krótka instrukcja postępowania na danym etapie oceny.

Pilot PRE			Odpowiedź
1.	Obciążenie umysłowe	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).	5. Raczej tak
2.		Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.	6. Tak
3.		Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji.	5. Raczej tak
4.		Zadanie będzie bardzo skomplikowane.	5. Raczej tak
5.		Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy.	3. Raczej nie
6.		Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) będzie wymagało bardzo dużego nakładu pracy	6. Tak
7.		Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) będzie wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej.	6. Tak
8.		Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in. charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) będzie dla mnie bardzo trudne.	4. Nie wiem
9.		Moje przygotowanie do lotu pozostawia wiele do życzenia .	2. Nie

Rysunek 4.7. Obszar dotyczący OZ z kategorii obciążenia umysłowego z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne)

Pytania dotyczą tego, czy pilot będzie musiał wykazać się dużą aktywnością umysłową, percepcyjną związaną z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym, precyzją i skupieniem. Pilot ocenia, czy planowane zadanie będzie skomplikowane oraz czy podstawowe przygotowanie do lotu – związane z zapoznaniem się z AIP i NOTAM, analizą sytuacji meteorologicznej, obliczeniem wyważenia, uzupełnieniem dokumentacji statku powietrznego – wymagało dużego nakładu pracy. Pilot ocenia także, czy przygotowanie trasy, złożenie planu lotu i uzgodnienie przylotu było obciążające. Ocenie podlega również środowisko wykonania lotu, takie jak klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji. Pilot pytany jest także o to, czy wykonanie planowanego zadania na tym konkretnym samolocie będzie trudne po uwzględnieniu m.in. doświadczenia i znajomości typu samolotu, charakterystyki pilotażowej oraz stanu technicznego. Na końcu ocenia własne przygotowanie do lotu. Po uzupełnieniu wszystkich pytań z tej kategorii OZ pilot wybiera pole „oblicz wynik punktowy danej sekcji" (4.8.), po uzyskaniu wyniku punktowego OZ uzyskanego w tej kategorii respondent przechodzi do kolejnej zakładki.



Rysunek 4.8. Opcja obliczania punktowego wyniku danego obszaru (opracowanie własne)

Sekcja dotycząca obciążenia fizycznego składa się z sześciu pytań (4.09.). Dotyczą one tego, czy wykonywanie czynności takich jak przekręcanie, ciągnięcie, działanie czy kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało od pilota dużego nakładu sił, precyzji, wysokiego tempa działania. Pilot szacuje także, czy będzie odczuwać zmęczenie spowodowane pozycją ciała w kabinie oraz czy będzie odczuwać obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie. W tej sekcji ocenia także, czy wykonane już czynności związane z przygotowaniem do lotu – takie jak wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przed lotem i tankowanie – wymagały dużego wysiłku. Po udzieleniu odpowiedzi pilot wybiera opcję obliczenia punktowej oceny OZ w tej kategorii.

Pilot PRE			Odpowiedź
10.	Obciążenie fizyczne	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił.	3. Raczej nie
11.		Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji.	4. Nie wiem
12.		Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania.	3. Raczej nie
13.		Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie.	4. Nie wiem
14.		Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie).	5. Raczej tak
15.		Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) wymagało bardzo dużego wysiłku.	5. Raczej tak

Rysunek 4.9. Obszar dotyczący obciążenia fizycznego, z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne)

Kolejną kategorią ocenianą przy użyciu narzędzia jest presja czasu. W tej sekcji pilot udziela odpowiedzi na cztery pytania (4.10.), które dotyczą tego, czy czynności będą musiały być wykonywane w dużym pośpiechu; czy pilot będzie odczuwał dyskomfort wynikający z deficytu czasu na wykonanie wszystkich czynności; czy zadanie zostanie rozpoczęte i zrealizowane z dużym opóźnieniem.

Po udzieleniu odpowiedzi na wszystkie pytania w tej kategorii obliczana jest suma punktów uzyskana dla bieżącej kategorii.

Pilot PRE			Odpowiedź
16.	Presja czasu	Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu.	3. Raczej nie
17.		Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.	3. Raczej nie
18.		Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem.	3. Raczej nie
19.		Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem.	2. Nie

Rysunek 4.10. Obszar dotyczący presji czasu, z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne)

Sekcja dotycząca wydajności pilota zawiera cztery pytania (Rys. 4.11.) dotyczące przewidywanego poziomu satysfakcji pilota z prawidłowego wykonania czynności w trakcie lotu, tego jak ocenia swoje przygotowanie do wykonania zadań i czy będzie je wykonywać precyzyjnie. Pilot musi też ocenić swoje samopoczucie, uwzględniając m.in. zmęczenie, głód, porę doby i sytuację rodzinną, zawodową oraz stan zdrowia. Po uzupełnieniu wszystkich odpowiedzi obliczana jest suma punktów i pilot przechodzi do kolejnej zakładki.

Pilot PRE			Odpowiedź
20.	Wydajność	Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.	5. Raczej tak
21.		Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.	6. Tak
22.		Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie.	5. Raczej tak
23.		Moje samopoczucie (uwzględniając m.in.: zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyja prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu.	6. Tak

Rysunek 4.11. Obszar dotyczący wydajności, z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne)

Kolejna kategoria obejmuje pytania dotyczące wysiłku (Rys. 4.12.). Pilot dokonuje oceny, czy planowane zadanie będzie wymagające i czy będzie musiał włożyć w jego realizację dużo wysiłku. Szacuje też, czy będzie znużony i wyczerpany po wykonaniu lotu oraz czy warunki atmosferyczne takie jak wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska czy widzialność przyczynią się do tego, że wykonanie lotu będzie wymagało od pilota dużego wysiłku. Po obliczeniu sumy punktów uzyskanych w tej sekcji pilot przechodzi do kolejnej zakładki.

Pilot PRE			Odpowiedź
24.	Wysiłek	Zadanie będzie bardzo wymagające.	5. Raczej tak
25.		Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.	5. Raczej tak
26.		Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania	2. Nie
27.		Wykonanie lotu ze względu na warunku atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) będzie wymagało ode mnie bardzo dużego wysiłku.	3. Raczej nie

Rysunek 4.12. Obszar dotyczący wysiłku, z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne)

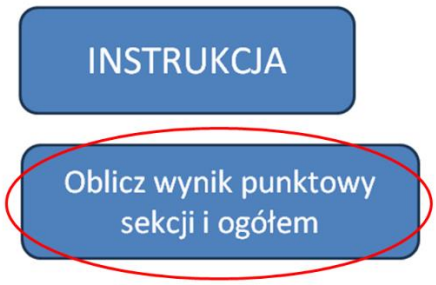
W ostatniej sekcji narzędzia znajduje się pięć pytań (Rys. 4.13.). Dotyczą one frustracji. Pilot szacuje, czy będzie odczuwać ogromny stres, irytację, zniechęcenie lub samozadowolenie podczas wykonywania zadania. Ponadto ocenia, jak skład załogi wpłynie na atmosferę oraz współpracę w kabinie.

Pilot PRE			Odpowiedź
28.	Frustracja	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres.	3. Raczej nie
29.		Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację.	2. Nie
30.		Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie.	2. Nie
31.		Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie.	5. Raczej tak
32.		Skład załogi bardzo sprzyja dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie.	6. Tak

Rysunek 4.13. Obszar dotyczący frustracji, z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne)

4.5.3. Etap trzeci

Po udzieleniu odpowiedzi na wszystkie pytania zawarte w kwestionariuszu pilot może obliczyć ocenę punktową uzyskaną w ostatniej sekcji oraz w ogólnej ocenie obciążenia zadaniowego (Rys. 4.14.).



Rysunek 4.14. Opcja obliczania wyniku ostatniej sekcji i sumy osiągniętych punktów z całego arkusza (opracowanie własne)

Przy obliczaniu wyniku uwzględnione zostały współczynniki korekcyjne wyznaczone na podstawie wyników badań zasadniczych. Celem zastosowania współczynników było uwzględnienie niebezpiecznego zjawiska niedoszacowania obciążenia, a co za tym idzie ryzyka przez pilota. Współczynniki wyznaczono dla każdego pytania z osobna. Podstawą do ich wyznaczenia był odsetek pilotów, którzy nie doszacowali ryzyka, zmieniając ocenę obciążenia po locie na wyższą niż przed lotem.

Uwzględniając tendencje do trafniejszej oceny obciążenia przez bardziej doświadczonych pilotów, postanowiono podzielić pilotów, dla których przeznaczone jest narzędzie, na dwie grupy:

- pilotów niezawodowych, czyli w przypadku pilotów samolotowych posiadaczy: licencji pilota samolotowego rekreacyjnego LAPL(A) i licencji pilota samolotowego turystycznego PPL(A);
- pilotów zawodowych, czyli dla pilotów samolotowych posiadaczy: licencji pilota samolotowego zawodowego CPL(A) i licencji pilota samolotowego liniowego ATPL(A).

Do wyznaczenia współczynników korekcyjnych dla pilotów niezawodowych posłużyły wyniki dotyczące trafności oceny obciążenia przed lotem, uzyskane przez pilotów w badaniach zasadniczych. Współczynniki korekcyjne dla pilotów zawodowych wyznaczono na podstawie wyników dotyczących trafności oceny obciążenia, uzyskanych w grupie instruktorów.

Współczynniki zostały obliczone wg poniższego wzoru, z zaokrągleniem wyniku do części setnych (Wzór 4.1.).

$$W = 1 + \frac{P}{100} \qquad (4.1.)$$

gdzie:

W – wartość współczynnika korekcyjnego;

P – procent pilotów, którzy zmienili odpowiedź na bardziej obciążającą.

Poniżej zamieszczono Tabelę 4.1. zawierającą informacje dotyczące odsetka serii lotów w grupie pilotów, którzy nie doszacowali obciążenia w danym pytaniu podczas badań zasadniczych, oraz obliczonego przy pomocy powyższego wzoru współczynnika korekcyjnego dla grupy pilotów niezawodowych.

Tabela 4.1. Różnice w ocenie OZ w grupie pilotów i współczynniki korekcyjne dla pilotów niezawodowych

	Odsetek pilotów, którzy zmienili ocenę obciążenia po locie na wyższą (bardziej obciążające)	Współczynnik korekcji zastosowany w narzędziu oceny ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego
pytanie 1	27,42%	1,27
pytanie 2	32,26%	1,32
pytanie 3	29,03%	1,29
pytanie 4	30,65%	1,31
pytanie 5	17,74%	1,18
pytanie 6	19,35%	1,19
pytanie 7	27,42%	1,27
pytanie 8	27,42%	1,27
pytanie 9	22,58%	1,23
pytanie 10	30,65%	1,31
pytanie 11	29,03%	1,29
pytanie 12	25,81%	1,26
pytanie 13	24,19%	1,24
pytanie 14	30,65%	1,31
pytanie 15	17,74%	1,18
pytanie 16	29,03%	1,29
pytanie 17	27,42%	1,27
pytanie 18	29,03%	1,29
pytanie 19	30,65%	1,31
pytanie 20	38,71%	1,39
pytanie 21	29,03%	1,29
pytanie 22	37,10%	1,37
pytanie 23	20,97%	1,21
pytanie 24	20,97%	1,21
pytanie 25	24,19%	1,24
pytanie 26	35,48%	1,35
pytanie 27	25,81%	1,26
pytanie 28	17,74%	1,18
pytanie 29	35,48%	1,35
pytanie 30	25,81%	1,26
pytanie 31	30,65%	1,31
pytanie 32	6,45%	1,06

Analogicznie dla grupy pilotów poniżej (Tabela 4.2.) zamieszczono informacje dotyczące odsetka odpowiedzi instruktorów, którzy nie doszacowali obciążenia w danym pytaniu podczas badań zasadniczych, oraz obliczonego przy pomocy powyższego wzoru współczynnika korekcyjnego dla grupy pilotów zawodowych.

Tabela 4.2. Różnice w ocenie OZ w grupie instruktorów i współczynniki korekcyjne dla pilotów zawodowych

	Odsetek instruktorów, którzy zmienili ocenę obciążenia po locie na wyższą (bardziej obciążające)	Współczynnik korekcji zastosowany w narzędziu oceny ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego
pytanie 1	4,84%	1,05
pytanie 2	8,06%	1,08
pytanie 3	6,45%	1,06
pytanie 4	8,06%	1,08
pytanie 5	0,00%	1,00
pytanie 6	0,00%	1,00
pytanie 7	3,23%	1,03
pytanie 8	9,68%	1,10
pytanie 9	6,45%	1,06
pytanie 10	12,90%	1,13
pytanie 11	3,23%	1,03
pytanie 12	4,84%	1,05
pytanie 13	6,45%	1,06
pytanie 14	6,45%	1,06
pytanie 15	0,00%	1,00
pytanie 16	3,23%	1,03
pytanie 17	8,06%	1,08
pytanie 18	9,68%	1,10
pytanie 19	12,90%	1,13
pytanie 20	19,35%	1,19
pytanie 21	11,29%	1,11
pytanie 22	17,74%	1,18
pytanie 23	3,23%	1,03
pytanie 24	8,06%	1,08
pytanie 25	12,90%	1,13
pytanie 26	8,06%	1,08
pytanie 27	6,45%	1,06
pytanie 28	1,61%	1,02
pytanie 29	25,81%	1,26
pytanie 30	17,74%	1,18
pytanie 31	16,13%	1,16
pytanie 32	3,23%	1,03

4.5.4. Etap czwarty

Po obliczeniu wyniku oceny obciążenia zadaniowego z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych ryzyko przyporządkowywane jest do jednego z czterech poziomów, w zależności od odsetka możliwych punktów do uzyskania, które zostały uzyskane podczas oceny. Zależność tę opisuje poniższa formuła (Wzór 4.2.).

$$W_{OZ} = \frac{W_{OZ_otrzymane}}{W_{OZ_maksymalne}} \ [\%] \tag{4.2.}$$

gdzie

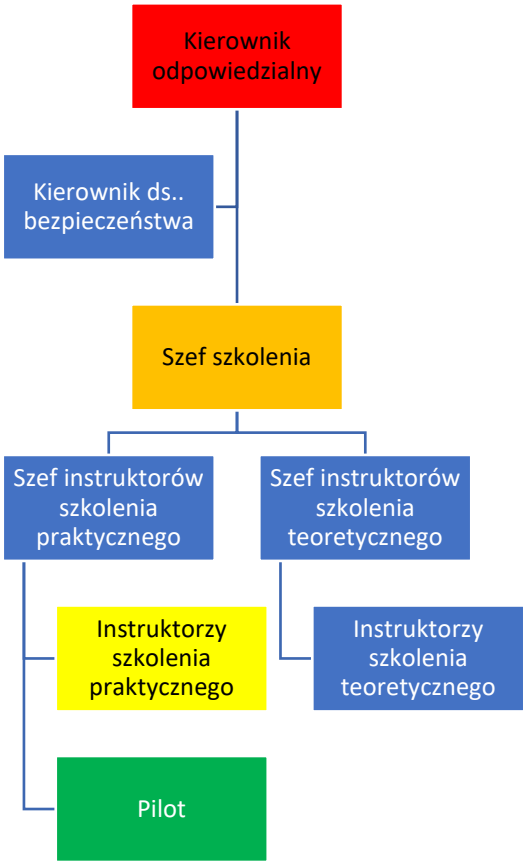
W_{OZ} – Wskaźnik obciążenia zadaniowego

Zaszeregowanie ryzyka do odpowiedniego poziomu zależne jest od wartości wskaźnika obciążenia zadaniowego:

- Ryzyko akceptowalne ($W_{OZ} < 60\%$)
- Ryzyko tolerowalne 1 ($60\% < W_{OU} \leq 75\%$)
- Ryzyko tolerowalne 2 ($75\% < W_{OU} \leq 90\%$)
- Ryzyko nieakceptowalne ($W_{OU} > 90\%$)

Zgodnie z założeniem do każdego poziomu ryzyka przypisana jest osoba decyzyjna, mogąca zezwolić na wykonanie lotu lub odmówić zgody na jego wykonanie. Oczywiście pomimo uzyskanej autoryzacji na dowolnym szczeblu to pilot (dowódca statku powietrznego) ponosi odpowiedzialność za wykonanie lotu zgodnie z obowiązującymi przepisami i procedurami. Poniżej przedstawiono proponowaną strukturę właścicieli ryzyka w zależności od jego poziomu w organizacji lotnictwa ogólnego (Rys. 4.15.) W propozycji posłużono się strukturą najczęściej spotykaną w organizacjach szkolących. Wśród osób decyzyjnych znaleźli się:

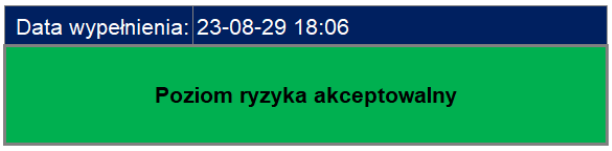
- kierownik odpowiedzialny,
- szef szkolenia,
- instruktorzy,
- piloci.



Rysunek 4.15. Proponowana struktura właścicieli ryzyka w zależności od jego poziomu w organizacji lotnictwa ogólnego (Opracowanie własne)

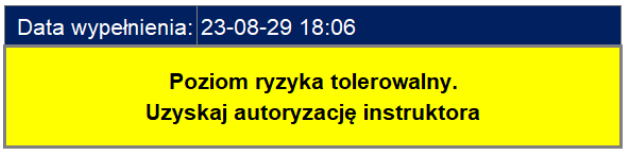
Zgodnie z zaproponowaną strukturą właścicieli ryzyka pilot po wypełnieniu kwestionariusza może otrzymać jeden z czterech komunikatów. Każdy z komunikatów zawiera datę i godzinę wypełnienia kwestionariusza.

W sytuacji, kiedy ryzyko zostało przypisane do najniższego poziomu, wyświetlana jest informacja, że poziom ryzyka jest akceptowalny (Rys. 4.16.). Pilot może samodzielnie podjąć decyzję o wykonaniu lotu.



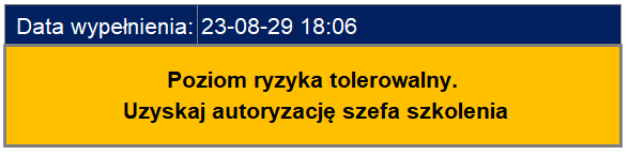
Rysunek 4.16. Komunikat o wyniku uzyskanym wyniku oceny ryzyka na poziomie akceptowalnym (Opracowanie własne)– poziom akceptowalny

W sytuacji, gdy ryzyko zostało przypisane do poziomu tolerowalnego 1, pilot zostaje poinformowany o tym fakcie oraz o konieczności uzyskania autoryzacji instruktora na wykonanie planowanego lotu. (Rys. 4.17.)



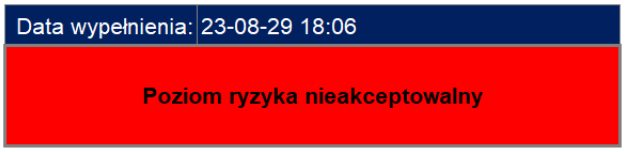
Rysunek 4.17. Komunikat o wyniku uzyskanym wyniku oceny ryzyka na poziomie tolerowalnym 1 (opracowanie własne)– poziom tolerowalny 1

W przypadku osiągnięcia poziomu ryzyka tolerowalnego 2 konieczne jest uzyskanie autoryzacji szefa szkolenia. (rys.4.18.) X).



Rysunek 4.18. Komunikat o wyniku uzyskanym wyniku oceny ryzyka na poziomie tolerowalnym– poziom tolerowalny 2 (opracowanie własne)

Najwyższym poziomem ryzyka jest poziom nieakceptowalny. W tej sytuacji jedyną osobą mogącą udzielić zgody na wykonanie lotu może być kierownik odpowiedzialny. Rys. 4.19.) Jednocześnie jest to osoba, która dysponuje największym zakresem możliwości postępowania względem ryzyka.



Rysunek 4.19. Komunikat o wyniku uzyskanym wyniku oceny ryzyka na poziomie nieakceptowalnym (opracowanie własne)– poziom nieakceptowalny

4.5.5. Etap piąty

Każdy z właścicieli ryzyka może w miarę posiadanych uprawnień i możliwości podjąć działania oddziałujące na ryzyko. (Rys. 4.20.) Najczęściej im wyżej w strukturze znajduje się właściciel ryzyka, tym więcej ma możliwości postępowania wobec niego. Poniżej omówiono kilka przykładowych możliwości postępowania wobec ryzyka przez osoby decyzyjne.

Decyzjami wymagającymi najmniej zaangażowania są decyzje o odstąpieniu od wykonania lotu lub o ewentualnym wykonaniu go mimo wysokiego ryzyka ze względu na wykorzystanie szansy. Przykładem podjęcia lotu o zwiększonym ryzyku ze względu na wykorzystanie szansy może być wykonywanie wyczynowych lotów szybowcowych, gdzie często warunki korzystne z punktu widzenia realizacji zadania związane są bezpośrednio z występowaniem niebezpiecznych zjawisk (rozwój chmur burzowych związany z występowaniem silnych noszeń konwekcyjnych, występowanie silnej turbulencji i warunków lodzenia podczas wykonywania lotów falowych itp.). W przypadku lotów samolotowych i śmigłowcowych za wyrazisty przykład mogą posłużyć loty w celu gaszenia pożarów, loty Śmigłowcowej Służby Ratownictwa Medycznego (HEMS) oraz wykonywane przez Lotnicze Pogotowie Ratunkowe loty o statusie HOSP, realizujące zadania związane z transportem sanitarnym.

Kolejną opcję stanowi modyfikacja planowanego zadania w celu uniknięcia źródła lub źródeł ryzyka. Modyfikacja może dotyczyć na przykład:

a) zmiany planowanej trasy w celu uniknięcia niekorzystnych zjawisk atmosferycznych;

b) zabrania większej ilości paliwa w celu ewentualnego zapewnienia sobie większego komfortu czasowego;

c) zmiany statku powietrznego na prostszy w pilotażu, o lepszych osiągach lub lepiej wyposażony;

d) zwiększenia planowanej wysokości lotu i tym samym ułatwienia nawigacji;

e) zmiany zadania ze względu na warunki atmosferyczne lub dyspozycję pilota – to modyfikacja bardzo często spotykana w lotach szkolnych, gdzie instruktor zmienia zadanie na bardziej przystające np. do warunków atmosferycznych (wybór lotów po kręgu zamiast lotu po trasie w przypadku niskich podstaw chmur lub wykonywanie ćwiczeń w strefie pilotażu zamiast ćwiczenia startów i lądowań przy silnym wietrze bocznym) lub do dyspozycji pilota (w przypadku, gdy loty dla mniej doświadczonych pilotów wiążą się z dużym obciążeniem, a wykonują oni kilka serii lotów w ciągu dnia lub są zmęczeni np. wysoką temperaturą panującą podczas upałów, instruktor wybiera ćwiczenia mniej obciążające lub wykonywane na większej wysokości, gdzie temperatura otoczenia jest niższa – np. loty w strefie).

Jedną z form postępowania względem ryzyka jest także oddziaływanie na prawdopodobieństwo. Przykładem może być dobór innej załogi do wykonania danego zadania. Szczególnie w przypadku lotów o zwiększonym ryzyku dobrą decyzją jest wyznaczenie do nich bardziej doświadczonych pilotów, będących w aktualnym treningu lub mających większe doświadczenie w wykonywaniu lotów na danym typie statku powietrznego lub w wykonywaniu danego rodzaju zadania. Częstą praktyką w szkoleniu lotniczym jest przydzielanie bardziej doświadczonych instruktorów do trudniejszych rodzajów szkolenia (np. w akrobacji), a początkujących do szkolenia podczas lotów w strefie, gdzie nie jest wymagana tak szybka i precyzyjna reakcja na błędy popełniane przez ucznia.

Rysunek 4.20. Przykładowe opcje postępowania z ryzykiem (opracowanie własne)

Ponadto w celu kalibracji narzędzia metoda może zostać rozszerzona o ocenę obciążenia zadaniowego po locie przez pilota, a także oceny instruktora wykonywane przed i po locie – podobnie jak miało to miejsce w przypadku przeprowadzonych badań zasadniczych.

4.6. Walidacja metody

Walidacja metody zastała przeprowadzona na podstawie opinii ekspertów. Rolę ekspertów pełnili instruktorzy lotniczy posiadający uprawnienia do dopuszczenia ucznia-pilota do wykonania pierwszego w życiu lotu samodzielnego i pierwszego lotu po trasie. Uznano, że ta grupa instruktorów będzie najbardziej adekwatna dla oceny opracowanego narzędzia, ponieważ jej przedstawiciele mają duże doświadczenie w ocenie obciążenia zadaniowego pilota i w szacowaniu ryzyka związanego z wykonaniem lotu.

Ponownie w doborze ekspertów obrano założenia przyjęte we wcześniejszych częściach badań, obejmujące:

- posiadanie licencji pilota;
- posiadanie aktualnego uprawnienia instruktora szkolenia ogólnego (dawniej I klasy), uprawniającego do dopuszczania ucznia-pilota do wykonania pierwszego lotu samodzielnego i wykonania pierwszego samodzielnego przelotu / lotu trasowego w życiu;
- posiadanie co najmniej 400 godzin nalotu ogólnego;
- posiadanie co najmniej 100 godzin nalotu jako instruktor.

W walidacji metody wzięło udział ośmiu instruktorów spełniających powyższe kryteria. Każdy z respondentów został zapoznany z ideą projektowanego narzędzia oraz otrzymał informacje dotyczące założeń zastosowania metody zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego w małej organizacji lotnictwa ogólnego.

Instruktorzy otrzymali ponadto narzędzie badania ryzyka operacyjnego (NBRO) opracowane w arkuszu kalkulacyjnym oraz czas na zapoznanie się z nim. Odpowiedzi były udzielane przy użyciu zaprojektowanego na te potrzeby kwestionariusza oceny narzędzia (KON), w skali od jednego punktu (zdecydowanie się nie zgadzam) do pięciu punktów (zdecydowanie się zgadzam). Kwestionariusz składał się z ośmiu pytań dotyczących użyteczności narzędzia z punktu widzenia pilota, instruktora oraz małej organizacji lotnictwa ogólnego. Przyjęto, że walidacja narzędzia zostanie uznana za pozytywną, jeśli średnia ocen będzie większa bądź równa trzem punktom, a średnia ocen uzyskana w każdym z obszarów nie będzie niższa niż dwa i pół punkta. Zestawienie ocen instruktorów przedstawiono w tabeli 4.3.

Tabela 4.3. Zestawienie odpowiedzi instruktorów uzyskanych przy pomocy Kwestionariusza oceny narzędzia – KON (opracowanie własne)

		Instruktor 1	Instruktor 2	Instruktor 3	Instruktor 4	Instruktor 5	Instruktor 6	Instruktor 7	Instruktor 8	średnia ocen
1	Narzędzie może pomóc w ocenie obciążenia zadaniowego pilota.	4	5	1	5	4	4	5	4	4,00
2	Zastosowanie narzędzia może stanowić podstawę do oceny ryzyka operacyjnego związanego z wykonaniem lotu.	5	4	1	4	5	3	4	3	3,63
3	Użycie narzędzia może zwiększyć świadomość pilota odnośnie czynników ryzyka wpływających na wykonanie planowanego zadania lotniczego.	4	5	1	4	4	4	5	5	4,00
4	Narzędzie może być użyteczne z punktu widzenia organizacji lotnictwa ogólnego (np. organizacji szkolenia).	5	5	3	5	5	4	4	4	4,38
5	Narzędzie może być pomocne dla pilota w podjęciu decyzji o wykonaniu zadania lotniczego.	4	4	1	4	4	2	5	3	3,38
6	Narzędzie może stanowić pomoc dla osoby decyzyjnej (np. instruktora) w podjęciu decyzji o zezwoleniu na wykonanie zadania lotniczego.	4	5	2	5	5	5	1	4	3,88
7	Użycie narzędzia może pomóc w odpowiednim zaplanowaniu zadania, np. zmianie trasy, przełożeniu jego realizacji na czas, w którym będą występowały korzystniejsze warunki atmosferyczne itd.	5	4	1	5	4	3	4	3	3,63
8	Narzędzie jest funkcjonalne, proste w obsłudze, a korzystanie z niego nie wiązałoby się z poniesieniem wygórowanych kosztów przez organizację lotnictwa ogólnego.	5	5	2	5	5	5	5	2	4,25

Średnia ocen instruktorów wyniosła 3,89 punkta. Średnie ocen uzyskanych w obrębie każdego z pytań zawierały się w przedziale od 3,38 do 4,25 punkta. Oznacza to, że walidacja narzędzia zakończyła się wynikiem pozytywnym.

Najwyższe oceny eksperci przyznali odnosząc się do kwestii związanych z użytecznością urządzenia z punktu widzenia organizacji lotnictwa ogólnego, funkcjonalnością i łatwością obsługi oraz możliwością zastosowania bez konieczności ponoszenia wygórowanych kosztów. Wysoko oceniono także możliwości w zakresie zwiększenia świadomości odnośnie do czynników ryzyka wpływających na wykonanie zadania lotniczego oraz możliwości wspomagania instruktora w podjęciu decyzji o dopuszczeniu pilota do lotu.

Najniższe oceny uzyskano w obszarach związanych z zastosowaniem narzędzia w celu pomocy pilotowi w podjęciu decyzji o wykonaniu zadania lotniczego, w jego zaplanowaniu.

Uzyskane oceny odzwierciedlają przekonania instruktorów wyrażone w udzielonych komentarzach.

Autor na podstawie własnych analiz oraz opinii ekspertów uzyskanych w ramach wywiadu ukierunkowanego zidentyfikował poniższe działania redukujące ryzyko, których podjęciu może posłużyć zastosowanie opracowanej metody:

a) zwiększenie świadomości pilotów odnośnie do czynników obciążenia oraz ryzyka związanych z lotem;

b) lepsze przeanalizowanie planowanego zadania i przygotowanie się do niego;

c) dokumentowanie ryzyka operacyjnego na potrzeby ewentualnego badania zdarzeń przez organizację lub Państwową Komisję Badania Wypadków Lotniczych;

d) dokumentowanie ryzyka operacyjnego na potrzeby współpracy z ubezpieczycielem;

e) pozyskiwanie danych przez organizację na potrzeby zarządzania bezpieczeństwem;

f) lepsze zarządzanie procesem szkolenia;

g) korzystniejszy dobór załóg do planowanych zadań;

h) tworzenie harmonogramów wykonywania lotów;

i) harmonogramowanie lotów w trakcie dnia lotnego;

j) podejmowanie decyzji o przejściu do kolejnego etapu szkolenia oraz dopuszczeniu do lotów samodzielnych;

k) zindywidualizowanie procesu szkolenia poprzez dobór ćwiczeń oraz metod szkolenia.

Narzędzie zostało uznane przez ekspertów za innowacyjne, a jako jego największą zaletę wskazano wypełnienie luki w zarządzaniu ryzykiem, obejmującej praktycznie całkowity brak zarządzania ryzykiem operacyjnym w organizacjach.

Jednocześnie instruktorzy zasygnalizowali swoje obawy dotyczące:

a) uczciwości pilotów, którzy odczuwając silną motywację do wykonania zadania, mogą manipulować odpowiedziami tak, aby zaniżyć poziom ryzyka;

b) nadmiernego obciążenia związanego z koniecznością wypełnienia kwestionariusza wielokrotnie z powodu wykonywania dużej liczby lotów w ciągu dnia w osobnych seriach. (Uwaga nie dotyczyła lotów samolotowych,

a ewentualnego zastosowania narzędzia w organizacji szkolenia szybowcowego. W takim przypadku pojawiła się sugestia, aby pilot dokonywał zbiorczej oceny dla wszystkich lotów wykonywanych w obrębie jednego zadania w ciągu dnia. W lotach szybowcowych nie wykonuje się lotów w seriach, przez co należałoby zgrupować na przykład osiem lotów szybowcowych wykonywanych po kręgu w jedno zadanie, podobnie jak w przypadku wielu lotów po kręgu wykonywanych w jednej serii w przypadku samolotów).

Podsumowanie rozdziału czwartego

W niniejszym rozdziale zaprezentowano ogólne założenia metody zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota w bezpieczeństwie lotów, koncepcję metody oraz jej model, z omówieniem każdego z etapów.

Następnie szczegółowo przedstawiono opis zastosowania metody w oparciu o narzędzie do badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota. Omówiono poszczególne etapy i sposób korzystania z narzędzia oraz zasadę jego działania. Wyjaśniono sposób obliczania wartości punktowych oraz doboru współczynników korekcyjnych. Następnie opisano sposób szeregowania uzyskanej oceny do poszczególnych poziomów ryzyka oraz propozycję ulokowania poszczególnych osób jako właścicieli ryzyka na podstawie przykładowej struktury małej organizacji lotnictwa ogólnego.

Omówiono także niektóre możliwe sposoby postępowania względem ryzyka przez osoby decyzyjne.

Ostatnia część rozdziału została poświęcona walidacji metody, która została przeprowadzona na podstawie opinii ekspertów i zakończona z wynikiem pozytywnym. Przedstawiono także zalety zastosowania metody oraz zagrożenia dostrzeżone przez ekspertów.

ZAKOŃCZENIE

Cel pracy oraz zadania badawcze zostały zrealizowane.

W rozdziale pierwszym dokonano analizy literatury dotyczącej tematu. Opisano w nim rozwój bezpieczeństwa lotów na przestrzeni lat oraz kształtowania się różne podejść do tego zagadnienia. Omówiono także kwestie związane z zarządzaniem bezpieczeństwem lotów opierając się na literaturze przedmiotu oraz najważniejszych dokumentach i instrukcjach regulujących te kwestie. W dalszej części zdefiniowano pojęcie ryzyka operacyjnego na potrzeby niniejszej pracy oraz omówiono najważniejsze zagadnienia związane z występowaniem ryzyka operacyjnego w lotnictwie uwzględniając przykładowe zdarzenia występujące w lotnictwie rozpatrywane w ramach tego rodzaju ryzyka. W rozdziale 1.4. omówiono problematykę zarządzania ryzykiem wychodząc od założeń normy ISO 31000:2018. Następnie omówiono w zagadnienie zarządzania ryzykiem w organizacjach lotniczych.

Znaczna część rozdziału została poświęcona kwestii obciążenia zadaniowego. W oparciu o analizę literatury zdefiniowano na potrzeby pracy pojęcia obciążenia zadaniowego i zadania.

W dalszej części dosyć szczegółowo omówiono czynniki wpływające na pilota w locie oraz oddziałujące na jego poziom obciążenia zadaniowego. Scharakteryzowano także metody pomiaru obciążenia zadaniowego dzieląc je na subiektywne i semiobiektywne oraz obiektywne.

Rozdziale drugim scharakteryzowano lotnictwo ogólne poczynając od umiejscowienia go we współczesnym podziale lotnictwa. Scharakteryzowano najczęściej spotykane rodzaje lotów oraz zadań wykonywanych w ramach lotnictwa ogólnego. Dokonano także charakterystyki organizacji lotnictwa ogólnego ze szczególnym uwzględnieniem małych organizacji oraz organizacji szkolących. Omówiono także specyfikę i warunki funkcjonowania tych organizacji.

W drugiej części skoncentrowano się na zarządzaniu ryzykiem w organizacjach lotnictwa ogólnego. Wyszczególniono priorytety dla kształtowania bezpieczeństwa lotów oraz najważniejsze problemy bezpieczeństwa w tym sektorze lotnictw. Szczególny nacisk położono na znaczenie czynnika ludzkiego w tej kwestii. Posłużono się w tym celu najważniejszymi danymi statystycznymi dotyczącymi wypadków oraz poważnych incydentów odnotowanych w ostatnich latach. Istotną część rozdziału stanowi analiza trudności zarządzania bezpieczeństwem lotów w organizacjach lotnictwa ogólnego.

Najobszerniejszy rozdział trzeci dotyczył przebiegu procesu badawczego. Opisano w nim dobór narzędzi pomiarowych w oparciu o opinie ekspertów oraz doświadczenia uzyskane podczas lotów testowych. Zreferowano proces przygotowania narzędzi badawczych, scharakteryzowano środowisko prowadzenia badań uwzględniając

samoloty oraz lotniska na których wykonywane były loty, pilotów i instruktorów biorących udział w badaniach oraz organizacje w których prowadzone były badania.

W części poświęconej badaniom pilotażowych określono ich cel, opisano ich przebieg oraz rezultaty. Zaprezentowano i omówiono także wyniki badań pilotażowych uzyskane w oparciu o wybrane metody (autorski Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego – KOOZ; autorski Kwestionariusz obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu – KOOZPL; pomiar tętna i zapis śladu GPS)

Kolejna część dotyczyła badań zasadniczych omówiono w niej: dobór próby, charakterystykę pilotów i instruktorów biorących udział w badaniach oraz zadania, które były wykonywane w lotach podczas, których prowadzone były badania. Zaprezentowano także sposób prowadzenia badań oraz modyfikacje narzędzi badawczych wdrożone na podstawie doświadczeń uzyskanych podczas badań pilotażowych. Następnie zaprezentowano uzyskane wyniki i sformułowano wnioski.

Ostatni rozdział poświęcony został opisowi opracowanej metody badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego. Opis rozpoczęto od określenia ogólnych założeń i koncepcji metody. Omówiono zaprojektowany model zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota. Następnie szczegółowo opisano sposób zastosowania metody w oparciu o narzędzie do badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota oraz sam sposób użytkowania opracowanego narzędzia oraz jego budowę.

Następnie omówiono sposób i przebieg walidacji metody, która została przeprowadzona w oparciu o opinie ekspertów. Opinie ekspertów pozwoliły na sformułowanie wniosków dotyczących użyteczności metody i problemów, których wystąpienie jest możliwe podczas korzystania z niej.

Uwagi i wnioski końcowe

Na podstawie analiz i rozważań przeprowadzonych na potrzeby realizacji niniejszej rozprawy sformułowano poniższe wnioski.

1. Istnieją duże różnice w zakresie zarządzania bezpieczeństwem lotów, zarządzania ryzykiem, kultury bezpieczeństwa pomiędzy organizacjami lotnictwa ogólnego, a stanem obserwowanym w lotnictwie komunikacyjnym i wojskowym. Stanowi to duży problem nie tylko z punktu widzenia organizacji lotnictwa ogólnego, ale i pozostałych sektorów lotnictwa. Najczęściej piloci pozostałych gałęzi lotnictwa rozpoczynają swoją karierę w lotnictwie ogólnym dlatego niezwykle ważne jest kształtowanie prawidłowych podstaw już na pierwszym etapie szkolenia.

2. Istnieje wyraźna potrzeba zarządzania ryzykiem operacyjnym w organizacjach lotnictwa ogólnego. Z uwagi na stosunkowo silny opór środowiska, brak świadomości oraz niewielkie środki finansowe jakimi dysponują organizacje wymaga to zaangażowania na wszystkich szczeblach zarządzania od organizacji przez poziom

krajowy i międzynarodowy włącznie. Należy rozważyć bardziej wydatne dotowanie działań mających na celu zwiększenie bezpieczeństwa w lotnictwie ogólnym.

3. Obciążenie zadaniowe może pełnić rolę istotnej determinanty zarządzania ryzykiem operacyjnym w lotnictwie ogólnym. Budowanie świadomości dotyczącej roli obciążenia zadaniowego w bezpieczeństwie lotów jest ważnym aspektem szkolenia lotniczego. Poza teoretycznym omówieniem wyżej wymienionych zagadnień kluczowy jest osobisty przykład instruktorów i bardziej doświadczonych pilotów, który może świadczyć także o poziomie kultury bezpieczeństwa w organizacji.

4. Ze względu na możliwy opór załóg, ale też mnogość czynności wykonywanych przez pilotów lotnictwa ogólnego (pilocie lotnictwa ogólnego praktycznie wszystkie czynności związane z przygotowaniem do lotu zarówno siebie jak i statku powietrznego wykonują samodzielnie), dużą rotację pilotów i warunków wykonywania lotów narzędzia stosowane w zarządzaniu ryzykiem operacyjnym powinny być możliwie jak najbardziej uniwersalne, proste i niewymagające od pilota dużego zaangażowania. Jednocześnie ze względu na często niewielką ilość kadry stosowanie narzędzi zarządzania ryzykiem operacyjnym w organizacjach nie powinno wiązać się z dużym rozszerzeniem obowiązków osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo lotów.

Kierunki dalszych badań

Kierunki dalszych badań realizowanych w obszarze niniejszej rozprawy mogą dotyczyć:

1. Kontynuowania prac związanych z zarządzaniem ryzykiem operacyjnym w lotnictwie ogólnym, obejmujących doskonalenie oraz tworzenie nowych metod i narzędzi, a także podejmujących problem kształtowania kultury bezpieczeństwa.

2. Rozwoju opracowanego narzędzia, który będzie obejmować zastosowanie dodatkowych współczynników korekcyjnych uwzględniających nalot ogólny lub nalot uzyskany w ostatnim okresie czasu. Narzędzie można rozbudować lub opracować jego różne warianty (np. skróconą wersję oceny do zastosowania w przypadku wykonywania dużej liczby lotów w ciągu jednego dnia).

3. Implementowania do metody nowych technologii w miarę ich rozwoju i zwiększającej się dostępności. W perspektywie najbliższych lat będzie istniała coraz większa konieczność wymiany floty na nowsze samoloty. Prawdopodobnie zwiększą się także możliwości rejestrowania parametrów statku powietrznego oraz pilota, a także analizy pozyskiwanych danych. Także obserwowana tendencja do wzrostu poziomu kultury bezpieczeństwa w organizacjach lotnictwa ogólnego może sprzyjać wdrażaniu nowych rozwiązań.

LITERATURA

Adjekum, D.K., Tous, M.F. (2020). Assessing the relationship between organizational management factors and a resilient safety culture in a collegiate aviation program with Safety Management Systems (SMS). *Safety Science*, 131(104909).

Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego – European Union Aviation Safety Agency – EASA. (2016). Annex VII – Part ORA. Pobrano z: https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Part-ORA.pdf (24.08.2023)

Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego – European Union Aviation Safety Agency – EASA. (2020). GA ROADMAP 2.0 – Update 2020: Making GA Safer and Cheaper. Pobrano z: https://www.easa.europa.eu/en/do.cument-library/general-publications/ga-roadmap-2020-update-making-ga-safer-and-cheaper (24.08.2023)

Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego – European Union Aviation Safety Agency – EASA. (2022). Annual Safety Review. DOI: 10.2822/056444

Alaimo, A., Esposito, A., Orlando, C., Simoncini, A. (2020). Aircraft Pilots Workload Analysis: Heart Rate Variability Objective Measures and NASA-Task Load Index Subjective Evaluation. *Aerospace*, *7* (9), 137. DOI: https://doi.org/10.3390/aerospace7090137

Alfaro, C., Bernal, F., Gomez, J., Hernadez-Coronado, P., Rios Insua, D., (2018). *A framework for risk management decisions in aviation safety at state level*, Tom 179, 74-82.

Aqajari, S.A.H., Naeini, E.K., Mehrabadi, M.A., Labbaf, S., Rahmani, A.M., Dutt, N. (2020). *GSR Analysis for Stress: Development and Validation of an Open Source Tool for Noisy Naturalistic GSR Data.* DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.01834

Augustyn E. (2019). *Zarządzanie ryzykiem zagrożeń w systemie użytkowania samolotów lotnictwa taktycznego sił powietrznych.* (Rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska).

Bailey, R. E., Jackson, E. B., Bilimoria, K. D., Mueller, E. R., Frost, C. R., Alderete, T. S. (2009). *Cooper-Harper Experience Report for Spacecraft Handling Qualities Applications.* Washington: NASA

Bartulović, D., Bartulović, D., Steiner, S., Vidan, P., (2023). *Correlations between Aviation and Maritime Safety Management Systems.* [W:] 10th International Maritime Science Conference, May 8th & 9th 2023, Solin, Croatia.

Bartulović, D., Steiner, S. (2023). Conceptual Model of Predictive Safety Management Methodology in Aviation. *Aerospace*, *10* (3), 268.

Bates, P., Dix, I., Remawi, H., (2011). *The relationship between the implementation of a Safety Management System and the attitudes of employees towards unsafe acts in aviation*, Tom 49, 625-632.

Becker, T., Ayton, P. (2023). *Effects of Flight Crew Role Assignment on Aviation Accidents and Incidents: Evidence of a Systemic Safety Issue.* DOI: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4535741

Bendak, S., Rashid, H. S. J. (2020). Fatigue in aviation: A systematic review of the literature. *International Journal of Industrial Ergonimics, 76,* 102928.

Berlik, M. (2017). *Analiza wpływu wybranych zjawisk na stan psychofizyczny pilota*. (Praca magisterska, Politechnika Poznańska)

Berlik, M. (2019). Czynniki oddziałujące na pilota samolotowego podczas lotu w lotnictwie sportowym. [W:] Zwolińska, D. (red.), *Nauka i praktyka w bezpieczeństwie pracy, środowisku i zarządzaniu.* (47 – 57) Katowice: Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy

Berlik, M. (2022). Identification and evaluation of ergonomic inconsistencies in the manner of performing control activities by the glider pilot. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie, 159.* 39-51. DOI: 10.29119/1641-3466.2022.159.3

Berlik, M., Dahlke, G., Sławińska, M. (2018). The idea of modification of work conditions for the reduction of the pilot's workload in a glider, type SZD-30. *Journal of KONBiN, 4*5, 7-26. DOI: https://doi.org/10.2478/jok-2018-0001

Berlik, M., Ewertowski, T. (2021). The risk related to the influence of sleep deprivation on the reliability of human on the example of pilot. *Journal of Konbin, 51, iss. 3.* 75-86.

Berlik, M., Ewertowski, T., Sławińska, M. (2019). Overview of the workload assessment methods in the aspect of improvement of the operator-technical subsystem relations on the example of a pilot. *Journal of Konbin, 49, nr 3*. 97-114. DOI: 10.2478/jok-2019-0052

Berlik, M., Ewertowski, T., Sławińska M., (2019). Przegląd metod oceny obciążenia zadaniowego w aspekcie doskonalenia układów operator – obiekt techniczny na przykładzie pilota. Journal of KONBiN, Tom 49, zesz.3, 97-114. DOI: 10.2478/jok-2019-0052

Berlik, M., Kirchner, B. (2021). *Managerial And Cultural Challenges Resulting from The Monitoring of Psychophysiological Parameters of a Human Being*. W: Soliman, K. S. (Red.) Proceedings of the 37th International Business Information Management Association Conference (IBIMA), 30-31 May 2021, Cordoba, Spain. Innovation Management and information Technology impact on Global Economy in the Era of Pandemic. 9194-9201.

Berssaneti, F., Rampini, G.H.S., Takia, H., (2019). *Critical Success Factors of Risk Management with the Advent of ISO 31000 2018 – Descriptive and Content Analyzes*, Tom 39, 894-903.

Bolstad, C. A., Endsley, M. R., Howell, C. D., & Costello, A. M. (2002). General Aviation Pilot Training for Situation Awareness: An Evaluation. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 46* (1), 21–25.

Borbinha, J., Estevens, J., Proença, D., (2017). *Risk Management: A Maturity Model Based on ISO 31000*. DOI: doi.org/10.1109/CBI.2017.40.

Borsuk, S, Reva, O., (2020). *ICAO Risk Tolerability Solution via Complex Indicators of Air Traffic Control Students' Attitude to Risk*. [W:] Castán, J. A. P., Sanz, Á. R. (Red.) *Risk Assessment in Air Traffic Management.* London, United Kingdom

Bowles, S. (2013). *What is ALARP and how can it improve dam safety decisions?* [W:] ASDSO 2013 Conference on Dams.

Boyd, D. D. (2017). A Review of General Aviation Safety (1984–2017). *Aerospace Medicine and Human Performance, 88* (7), 657-664.

Boyd, D.D., Cass, H. (2020), Accident Rates, Causes, and Occupant Injury Involving High-Performance General Aviation Aircraft. *Aerospace Medicine and Human Performance, 91* (5), 387-393.

Butlewski, M., Tytyk, E. (2011). *Bezpieczeństwo w technice i organizacji*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej

Cambridge Dictionary. (2022). *Workload*. Pobrano z: https://dictionary.cambridge.org/pl/dictionary/english/workload (23.08.2023)

Caretta, T., (2011). Pilot Candidate Selection Method. Still an Effective Predictor of USA Air Force Pilot Training Performance. *Aviation Psychology and Applied Human Factors, 1* (1), 3–8.

Casper, P., Kantowitz, B.(2009). *Human Workload in Aviation*. DOI: 10.4324/9781315092898-9

Chinard, T., Dib, E., Guénot, F., du Baret de Limé, M., Manen, O., Monin, J. (2023). *Flight safety risk assessment of self-medication among fighter pilots: a cross-sectional study*. *International Journal of Clinical Pharmacy*, DOI: https://doi.org/10.1007/s11096-023-01611-y

Civil Aviation Safety Authority – CASA, (2022). *Safety Management Systems for aviation: a practical guide. SMS 3. Safety risk management*. (PDF). Pobrano z: https://www.casa.gov.au/sites/default/files/2021-06/safety-management-systems-book-3-safety-risk-management.pdf (20.08.2023)

Codyre, J., Duffield, S.M., Fernandes, F., Lin, X.G., (2017). The development of the sector risk profiling methodology for Australian civil aviation activity and its application to the small aeroplane transport sector. [W:] *22nd International Congress on Modelling and Simulation, Hobart, Tasmania, Australia, 3 to 8 December 2017*

Cooper, G.E., Harper, R., P., Jr, (2013) *The use of pilot rating in the evaluation of aircraft handling qualities. NTRS NASA.* Washington: NASA

Pobrano z: https://ntrs.nasa.gov/citations/19690013177 (24.08.2023)

Cooper, R., Osselton, J.W., Shaw, J.C. (2014). EEG Technology. Cambridge. Elsevier Science.

Cormier, R., Londsdale, J. (2020). Risk assessment for deep sea mining: An overview of risk. *Marine Policy, 114*, 103485.

Council Directive 89/391/EEC. (1989). The introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. [W:] *Official Journal of the European Union*

Čupić, M., Suknović, M. (2010). *Odlučivanje.* Beograd*:* Fakultet organizacionih nauka. Чупић, М., Сукновић, М. (2010). Одлучивање, Београд,

Dahlström, N. (2007). Pilot training in our time - use of flight training devices and simulators. *Aviation, 12*, 22-27.

Dapica, R., Hernández, A., Peinado, F. (2022). Who trains the trainers? Gamification of flight instructor learning in evidence-based training scenarios. *Entertainment Computing, 43*, 100510, 1-13.

Davis, B. M.D. and others, (2014). Effective Teamwork and Communication Mitigate Task Saturation in Simulated Critical Care Air Transport Team Missions, *Military Medicine, 179*, 19–23. DOI: 10.7205/MILMED-D-13-00240

de Andreis, F., Comite, U., Sottoriva, F. M., Cova, I. (2023). Human Resources Management and Training in Aviation. [W:] Kabashkin, I., Yatskiv, I., Prentkovskis, O. (Red.), *Reliability and Statistics in Transportation and Communication. 640*. Cham: Springer.

de Voogt, A., van Doorn, R. (2009). Accidents Associated with Aerobatic Maneuvers in U.S. Aviation. *Aviation, Space and Environmental Medicine, 80* (8), 732-733.

de Voogt, A., van Doorn, R. (2010). Sports Aviation Accidents: Fatality and Aircraft *Specificity. Aviation, Space and Environmental Medicine, 81* (11), 1033-1036.

Delhom, J. (2014). Flight Data Analysis (FDA), a Predictive Tool for Safety Management System (SMS). Pobrano z: https://safetyfirst.airbus.com/flight-data-analysis-fda-a-predictive-tool-for-safety-management-system-sms. (21.08.2023)

Doskocz, M. (2021). *Blog Mikołaja Doskocza: Organizacja wewnętrzna ośrodków szkolenia (ATO i DTO)*. Pobrano z: https://dlapilota.pl/wiadomosci/mikolaj-doskocz/blog-mikolaja-doskocza-organizacja-wewnetrzna-osrodkow-szkolenia-ato-i-dt (30.08.2023)

Dowództwo Sił Powietrznych MON, (2010). *Metodyka zarządzania ryzykiem w lotnictwie Sił Zbrojnych RP* (MZR-2010), Warszawa

Drax, Ch., Müller, R., Wittmer, A.(2014). *Aviation Risk and Safety Management. Methods and Applications in Aviation Organizations*. Cham: Springer. DOI10.1007/978-3-319-02780-7.

Dub, M., Pařízek, J. (2018). Evolution of Flight Data Recorders. *Advances in Military Technology, 13* (1), 95–106.

Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 2018 Zmiana rozporządzenia (UE) 1178/2011 w odniesieniu do zadeklarowanych organizacji szkolenia Part-DTO Document

32018R1119 Pobrano z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32018R1119 (24.08.2023)

Dziennik Ustaw 2020 poz.1970, *Ustawa Prawo lotnicze z dnia 3 lipca 2002 Art. 2.*

Edkins, G., A review of the benefits of aviation human factors training. *Human Factors and Aerospace Safety*, *31* (3), 247-273.

Encyklopedia PWN, (2023), Pobrano z: https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/tetno;3986987.html (31.08.2023)

Endri, E., Febrian, W., Kholdun, A., Majid, S., Marlita, D., Nugraha, A., Sulistiyono, B., Suryaningsih, L, Wahdiniawati, S., Widodo, S., Wiwah, A., (2022). The effect of safety risk management and airport personnel competency on aviation safety performance. *Uncertain Supply Chain Management, 10* (4), 1509-1522. DOI: 10.5267/j.uscm.2022.6.004

Endsley, M.R., Garland, D.J. (2000). Pilot Situation Awareness Training in General Aviation. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 44* (11), 357–360.

Estren, M. J., Potter, B. A.(2013). *Healing Hormones: How To Turn On Natural Chemicals to Reduce Stress*. Oakland: Ronin Publishing

EUROCONTROL – Prisme environment. *Subjective Workload Assessment Technique SWAT.* Pobrano z: https://ext.eurocontrol.int/ehp/?q=node/1588 (13.07.2023)

Ewertowski, T., Berlik, M. (2020). Fatigue risk management of the operator based on selected examples. *Journal of Konbin, 50, nr 4*. 287-297. DOI: 10.2478/jok-2020-0087

Ewertowski, T., Berlik, M., Sławińska, M. (2020). Koncepcja oceny obciążenia zadaniowego operatora w aspekcie doskonalenia układu Człowiek-Technika-Otoczenie na przykładzie pilota. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie, 81*. 21-33. DOI: 10.21008/j.0239-9415.2020.081.02

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods, 39*, 175-191. DOI: http://dx.doi.org/10.3758/BF03193146

Feng, G., Hu, Y., Xing, P., Yang, G., Zhang, Z.,(2020). *A birdstrike risk assessment model and its application at Ordos Airport, China*. DOI: doi.org/10.1038/s41598-020-76275.

Firlej, M., Augustyn, S. (2022). Ewolucja podejścia do bezpieczeństwa w lotnictwie. *Studia i Materiały Centralnej Biblioteki Wojskowej im. Marszałka Józefa Piłsudskiego*, *1* (17), 7-25. DOI: 10.5281/zenodo.6805131

Foster, A.R., Adjekum, D.K. (2022). A Qualitative Review of the Relationship between Safety Management Systems (SMS) and Safety Culture in Multiple-Collegiate Aviation Programs. *Aviation Faculty Publications*, *40*, 63-94.

Galant, M. (2017). *Ograniczanie ryzyka zagrożeń w lotnictwie ogólnym przez zastosowanie systemu monitorującego stan psychofizyczny pilota*. (Rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska).

Gawron, V. J. (2008). *Human Performance, Workload, and Situational Awareness Measures Handbook*, Boca Raton: CRC Press.

Gawron, V. J. (2019). *Human Performance and Situation Awareness Measures.* Boca Raton: CRC Press

Georgiou, H., Pelekis, N., Sideridis, S., Scarlatti, D, Theodoridis, Y. (2020). Semantic-aware aircraft trajectory prediction using flight plans. *International Journal of Data Science Analytics*, *9*, 215–228.

Gerstle, C. R. (2018). Parallels in safety between aviation and healthcare. *Journal of Pediatric Surgery, 53,* 875-878

Gillinov, A., Gillinov, S., Houghtaling, P., Phelan, D. (2017). Variable Accuracy of Wearable Heart Rate Monitors during Aerobic Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 49* (8):1697-1703. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001284

Goglia, J., Stolzer, A., Sumwalt, R., (2023). Safety Management Systems in Aviation. Boca Ranton: CRS Press. DOI.10.1201/9781003286127

Goh, J., Wiegmann, D. (2002). Human factors analysis of accidents involving visual flight rules flight into adverse weather. *Aviation Space and Environmental Medicine, 73,* 817-822

Górny, A. (2011). Zastosowanie wymagań ergonomicznych w kształtowaniu bezpieczeństwa technicznego. [W:] Tytyk, E. (Red.), *Inżynieria ergonomiczna. Praktyka*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

GPS dla aktywnych, (2020). Polar H9, czyli nowy czujnik pomiaru tętna z klatki piersiowej Pobrano z: https://gpsdlaaktywnych.pl/2020/01/polar-h9-czyli-nowy-czujnik-pomiaru-tetna-z-klatki-piersiowej/ (25.06.2023)

Grech, M. *A Case for Adopting Fatigue Risk Management Systems at Sea* [Prezentacja multimedialna] Pobrano z: https://www.operations.amsa.gov.au/seafarers_welfare/documents/11-fatigue.pdf (21.08.2023)

Hamann, A., Carstengerdes, N. (2020) Fatigue Instantaneous Self-Assessment (F-ISA): Development of a Short Mental Fatigue Rating. Pobrano z: https://elib.dlr.de/135577/. (26.08.2023).

Health and Safety Executive (HSE). (2022). *Human factors: Workload.* Pobrano z: https://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/workload.htm (23.08.2023)

Heiss, K., Stein, J.E. (2015). The Swiss cheese model of adverse event occurrence – Closing the holes. *Seminars in Pediatric Surgery, 24,* 278-282.

Hofer, P., Pecoraio, I. Ultsch, A.(2014). Safety Management for non-commercial Approved Training Organizations (ATO) which operate non-complex aircraft. [W:] *GA*

roadmap NAA group" at the 2014 EASA Safety Conference: "Towards simpler, lighter, better rules for General Aviation", Rome, Italy, 15/16th October 2014

Hsu, W.-K. K, Shu, M.-H., Liu, Y.-C., Wang, T.-C. (2022), Risk Management of Safety for Flight Training in Air Forces. *Aerospace 2022, 9* (10), 558 DOI: https://doi.org/10.3390/aerospace9100558

Huang, Ch., Xie, A., Mendonca, F. A.C. (2020). Factorial Validity of the Flight Risk Assessment Tool in General Aviation Operations. *Journal of Aviation Technology and Engineering, 9* (4).

Hůlek, D., Kameníková, I. Novák, M., Pinková, P. (2016). Establishing a Centralized ATO Organization for Glider Pilots Training. *Acta Avionica*, *18* (34), 1-6.

Hutchins, G., (2018). What is ISO 31000: Enterprise Risk Management? Pobrano z: www.books.google.pl. (26.08.2023).

ICAO (2023). *Global Aviation Safety Roadmap 2023-2025.* Pobrano z: https://www.icao.int/safety/GASP/Documents/Doc.10161%20%28EN%29.pdf (30.08.2023)

ICAO, *Operational Safety Risks (OPS)*. Pobrano z: https://www.icao.int/safety/GASP/Pages/OPERATIONAL-(OPS)-SAFETY-RISKS.aspx (08.08.2023)

International Organization for Standardization. (2018). ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines.

ISA Human Factors Methods. (2023).Pobrano z: https://www.skybrary.aero/articles/instantaneous-self-assessment-isa, (3.07.2023)

ISO/IEC Guide 73 – Risk Management – Vocabulary u S RPS I SO/IEC 27005:2017. (2017). Beograd: Institut za standardizaciju Srbije
ISO/IEC Guide 73 – Risk Management – Vocabulary u S RPS I SO/IEC 27005:2017 (2017). Институт за стандардизацију Србије, Београд

Jaiswal, D., Chowdhury, A., Banerjee, T., Chatterjee, (2019). Effect of Mental Workload on Breathing Pattern and Heart Rate for a Working Memory Task: A Pilot Study. [W:] *41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 2202-2206, DOI: 10.1109/EMBC.2019.8856458.

Janic, M., Netjasov, F., (2008). *A review of research on risk and safety modelling in civil aviation*, *14*, 213-220.

Jarmakowska-Kostrzanowska, L. (2021). Istotnie statystyczna moc testu – analiza mocy i jej miejsce w przyborniku badacza oraz interpretacja (nie)istotności statystycznej przy małej (dużej) mocy testu. *Przegląd Psychologiczny*, Tom 64 Nr 4, 83–99. DOI: https://doi.org/10.31648/pp.7359

Jennings, S., Craig, G., Carignan, S., Ellis, K., & Qinetiq, D. T. (2005). Evaluating control activity as a measure of workload in flight test. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, *49* (1), 64–67.

Kałużna, E., Fellner, A. (2014). Metody uwzględniania czynnika ludzkiego w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu transportu. *Prace naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, 103,* 99-111

Kruger&Matz. *Kamera sportowa KM 198*. Pobrano z: https://www.krugermatz.com/km0198 (29.08.2023)

Kang-Seok, L., Eun-Suk, S., Young, S. (2014). Impact of human factors for student pilots in approved flight training organizations in Korea. *Aviation / Aeronautics / Aerospace International Research Conference, 45*, 236-249.

Karović, S. (2015). *Krizni menadžment*. Beograd: Medija centar „Odbrana"
Каровић, С. (2015). Кризни менаџмент, Медија центар „Одбрана", Београд.

Kılıç, B. (2019). HFACS Analysis for Investigating Human Errors in Flight Training. *Journal of Aviation, 3,* 28-37.

Kirschstein, T, Köhling, R. (2009). What is the Source of the EEG? *Clinical EEG and Neuroscience*. *40* (3):146-149.

Klich, E. (2011) *Bezpieczeństwo lotów*. Radom: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB.

Koradecka, D., Bugajska, J. (1998). *Ocena wielkości obciążenia pracą fizyczną na stanowiskach roboczych*. Warszawa: Centralny Instytut Ochrony Pracy – CIOP

Kovačević, N., Komazec, N., Mak, A. (2022). Conceptual definition of risk. [W:] *Proceedings of the 8th International Professional and Scientific Conference OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH*, 107-113. Zadar, Croatia.

Kozuba J., Rurak A. (2014). System zarządzania bezpieczeństwem w organizacji lotniczej. *Logistyka*, *4*, 563-571

Lasota M. (2018). Czynnik ludzki w wybranych modelach powstawania wypadków lotniczych. *OBRONNOŚĆ. Zeszyty Naukowe*, *3* (27).

Lee, W.-K., (2006). *Risk assessment modeling in aviation safety management, 12,* 267-273

Lekea, I.K., Stametlos, D.G. (2022). Embracing Simulations and Problem-Based Learning to Effectively Pair Concepts of Aeronautics With Flight Safety Training. [W:] Bernardes, O., Amorim, V., Moreira, A. C. (Red) *Handbook of Research on Cross Disciplinary Uses of Gamification in Organisations.* 533-552. DOI: 10.4018/978-1-7998-9223-6.ch025

Li, Y., Guldenmund, F.W, (2018). Safety management systems: A broad overview of the literature. *Safety Science, 103,* 94-123.

Liang, M., Xie, Y., Yuan, L., (2020). *Change-Oriented Risk Management in Civil Aviation Operation: A Case Study in China Air Navigation Service Provider, 2020.*

Lim, W.-X., Zhong, Z.-W. (2017). Re-Planning of Flight Routes Avoiding Convective Weather and the "Three Areas". *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 19,* 868-877. DOI: 10.1109/TITS.2017.2705098

Lin, H., Yuan, T., Bai, W., Zhao, Z., Lu, R., Li, X., & Lin, Q. (2022). Railway Signaling Safety Factors Quantitative Analysis Using an Improved 5M Model. *Sustainability, 14* (10), 6247.

Longo, L., Wickens, C. D., Hancock, G., Hancock, P. A. (2022) Human Mental Workload: A Survey and a Novel Inclusive Definition. *Frontiers in Psychology*, *13* (969140). DOI: 10.3389/fpsyg.2022.883321.

Mahboubi, Z., Kochenderfer, M.J. (2017). Learning Traffic Patterns at Small Airports From Flight Tracks, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, *18* (4), 917-926.

Makarowski, R. (2010). *Ryzyko i stres w lotnictwie sportowym*. Warszawa: Wydawnictwo Difin S.A.

Makivić, B., Djordjević Nikić, M., Willis, M.S. (2013). Heart Rate Variability (HRV) as a Tool for Diagnostic and Monitoring Performance in Sport and Physical Activities. *Journal of Exercise Physiologyonline*, *16*, nr 3, 103-127.

Maris, J.M., Haynes, M.A., Wing, D.J., Burke, K.A., Henderson, J., Woods, S.E. (2014). *Traffic Aware Planner (TAP) Flight Evaluation*. Pobrano z: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20140011404/downloads/20140011404.pdf (30.08.2023)

Marszałkiewicz, J. (2014). Transport lotniczy jako element logistyki. *Logistyka*, *6*, 14440-14447

Masi, G., Amprimo, G., Ferraris, C., & Priano, L. (2023). Stress and Workload Assessment in Aviation—A Narrative Review. *Sensors*, *23* (7), 3556.

Mehta, R.K., Agnew, M.J. (2012). Influence of mental workload on muscle endurance, fatigue, and recovery during intermittent static work. *European Journal of Applied Physiology*, *112*, 2891–2902.

Meng, B., Lu, N. (2022). A Hybrid Model Integrating HFACS and BN for Analyzing Human Factors in CFIT Accidents. *Aerospace*, *9* (11), 711.

Miller S., (2001). *Literature review. Workload measures*, Iowa City: The University of Iowa. Pobrano z: http://www.nads-sc.uiowa.edu/publicationstorage/200501251347060.n01-006.pdf (31.08.2023)

Mohanavelu, K., Poonguzhali, S., Adalarasu, K., Ravi, D., Vijayakumar, C., Vinutha, S., Ramachandran, K., Srinivasan, J. (2020). Dynamic cognitive workload assessment for fighter pilots in simulated fighter aircraft environment using EEG. *Biomedical Signal Processing and Control, 61*, 102018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.bspc.2020.102018

Na, K. (2021). The effects of cognitive load on query reformulation: mental demand, temporal demand and frustration. *Aslib Journal of Information Management*, *73* nr 3, 436-453

Nasa Task Load Index – NASA-TLX. (2009). Pobrano z: https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/tlx/downloads/TLX_pappen_manual.pdf (26.06.2023)

NASA TLX App Store. Pobrano z: https://itunes.apple.com/us/app/nasa-tlx/id1168110608?mt=8 (26.06.2023)

Neuhausa, K., Dambier, M., Glaser, E., Schwalbe, M., Hinkelbein, J. (2010). Probabilities for Severe and Fatal Injuries in General Aviation Accidents. *Journal of Aircraft, 47* (6), 2017-2020. DOI:10.2514/1.C000263

Nguyen, T., Chee Peng, L., Nguyen, N.D., Gordon-Brown, L., Nahavandi, S. (2019). A Review of Situation Awareness Assessment Approaches in Aviation Environments. *IEEE Systems Journal*, *13* (3), 3590-3603.

Nikolić, B., Gavanski, D. (2010). *Mašine, oruđa za rad, uređaji – radno mesto i okolina*. Novi Sad: VTŠSS.
Николић, Б.; Гавански, Д. (2010). Машине, оруђа за рад, уређаји – радно место и околина, ВТШСС, Нови Сад.

Nowakowski, M., Zieja, M., Ewertowski, T., Żyluk, A. (2016). Badanie udziału czynnika ludzkiego z wykorzystaniem opracowanego modelu taksonomii przyczyn zdarzeń lotniczych. *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe, 17* (12), 339-347.

Nowakowski, M., Zieja, M., Ewertowski, T., Żyluk, A. (2016). Badanie udziału czynnika ludzkiego z wykorzystaniem opracowanego modelu taksonomii przyczyn zdarzeń lotniczych. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 17* (12), 339-347.

Nur, I, Iskandar, H i Ade, RF. (2020).The measurement of nurses' mental workload using nasa-tlx method (a case study) . *Malezyjski Journal of Public Health Medicine , 20* (specjalne 1), 60–63.

Occupational Health and Safety Assessment Series. (2008). *OHSAS 18001:2008: Occupational health and safety management systems – Requirements.*

Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego – ICAO. (2013). *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem (Safety Management Mannual, SMM).* Wyd. 3.

Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego – ICAO. (2016). *Zarządzanie bezpieczeństwem.* (Załącznik 19 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym). Wyd. 2

Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego – ICAO. (2018). *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem (SMM).* Wyd. 4. Pobrano z: https://pkbwl.gov.pl/definicje/ (9.08.2022)

Ostrowski, K., Ostrowski, K.A., Valha, D.,(2014). USAF Aviation Safety Program: Gap Analysis Using ICAO. Safety Management Guidance. *Professional Safety, 59* (07), 26-32

Pansa. *Międzynarodowe Biuro NOTAM*. Pobrano z: https://www.ais.pansa.pl/notam/ (6.09.2023)

Pansa. (2021). Podsumowanie ruchu lotniczego General Aviation w 2020r. Pobrano z: https://www.pansa.pl/podsumowanie-ruchu-lotniczego-general-aviation-w-2020-r/ (21.08.2023)

Pascarella, G., Rossi, M., Montella, E., Capasso, A., de Feo, G., Botti, G., Nardone, A., Montouri, P., Triassi, M., D'Auria, S., Morabito, A. (2021) Risk Analysis in Healthcare Organizations: Methodological Framework and Critical Variables. *Risk Management and Healthcare Policy, 14,* 2897-2911.

Patriarca, R., Di Gravio, G., Cioponea, R., Licu, A. (2019). Safety intelligence: Incremental proactive risk management for holistic aviation safety performance. *Safety Science, 118,* 551-567.

Pellegrino, F. (2014). Legislation and regulation of risk management in aviation activity. Mediolan: A. Giuffre Editore.

Phenphimol, S., Peerayuth, C. (2020). Cultural intelligence and relationship quality in the cabin crew team: The perception of members belonging to cultural minority groups. *Journal of Human Resources in Hospitality & Tourism*, *20,* 147-173. DOI: https://doi.org/10.1080/15332845.2020.1821431

Pieniążek, J. (2019). *Kształtowanie współpracy człowieka z lotniczymi systemami sterowania*. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej. (s. 36, Rys. 3.7)

Pınar G., Semih S. (2022). The Impact of Leadership Styles on Performance and Mediating Effect of Organizational Culture: A Study in Flight Schools. *Transportation Research Procedia, 65*. 304-317. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.11.035

Polak-Sopińska, A., Wróbel-Lachowska, M., Wiśniewski, Z., Jałmużna, I. (2019). Physical Work Intensity of In-Plant Milk Run Operator. Part I – Guidelines for Assessment. W: Karwowski, W., Trzcieliński, S., Mrugalska, B., Di Nicolantonio, M., Rossi, E. (Red.) Advances in Manufacturing, Production Management and Process Control. AHFE 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 793. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-94196-7_7

Prędecka, A., Węgrzyn, M., Sowa, M., Sulak, E. (2016). Ocena wydatku energetycznego na stanowisku pracy piekarza metodą chronometrażowo-tabelaryczną wg Lehmanna. *Zeszyty Naukowe SGSP / Szkoła Główna Służby Pożarniczej, 59* (3). 137-155.

Pryimak, A., Orlovskyi, M., Tretyakov, Y. (2020*). Theories of Models of Human Errors Occurrence. Simulation of Aircraft Maintenance Processes*. [W:] Safety and Risk Assessment of Civil Aircraft during Operation. DOI: 10.5772/intechopen.92718.

Radüntz, T., Fürstenau, N., Tews, A., Rabe, L., Meffert, B. (2019). The Effect of an Exceptional Event on the Subjectively Experienced Workload of Air Traffic Controllers. [W:] Longo, L., Leva, M. (red.) *Human Mental Workload: Models and Applications.*

H-WORKLOAD 2018. Communications in Computer and Information Science, 1012. Cham: Springer.

Romero, M. J., Robertson, M. F., Goetz, S. C. (2020). Fatigue in Collegiate Flight Training. *The Collegiate Aviation Review International, 38 nr 1*. DOI: https://doi.org/10.22488/okstate.20.100202

Roscoe, A. H. (1987). In-Flight Assessment of Workload Using Pilot Ratings and Heart Rate. [W:] Roscoe, A. H. (Red.) *The Practical assessment of pilot workload*. 78-82, Bedfordshire: AGARD

Rothkrantz, L.J.M., Wiggers, P., van Wees, J.W.A., van Vark, R.J. (2004). Voice Stress Analysis. [W:] Sojka, P., Kopeček, I., Pala, K. (Red.) *Text, Speech and Dialogue. TSD 2004. Lecture Notes in Computer Science, 3206*. Berlin, Heidelberg: Springer. DOI:10.1007/978-3-540-30120-2_57

Rowe, W. D. (1976). *An Anatomy of Risk*, New York: John Wiley & Sons Inc

Rusnock, Ch. F., Geiger, Ch. D. (2017). Designing adaptive systems: selecting an invoking threshold to improve human performance. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, *4*, 292-315.

Sage, A. (1995). *Systems Engineering for Risk Management – Computer supported Risk Management*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Saleem, J.J., Kleiner, B. M. (2005). The Effect of Nighttime and Deteriorating Visual Conditions on Pilot Performance, Workload, and Situation Awareness in General Aviation for both VFR and IFR Approaches. *International Journal of Applied Aviation Studies*, *5* (1), 107-120.

Sasim, B. (2009). *Elementy ergonomii kabin samolotów wojskowych*, Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych.

Scarpari, J.R.S., Ribeiro, M.W., Deolindo, C.S., Aratanha, M.A.A., de Andrade, D., Forster, C.H.Q., Pereira Figueira, J.M., Soares Corrêa, F, L., Lacerda, S.S., Machado, B., S., Júnior, E.A., Sato, J.R., Kozasa, E.H.,da Silva, R.G.A. (2021). Quantitative assessment of pilot-endured workloads during helicopter flying emergencies: an analysis of physiological parameters during an autorotation. *Scientific Reports*, *11*, 17734.

Schoengarth, B. (2020). *The BrainLink Lite EEG Headband: A New Wearable to Power Healium*. Healium. Pobrano z: https://www.tryhealium.com/2020/05/22/brainlink-lite-the-new-eeg-headband-wearable-to-power-healium/ (24.08.2023)

Sgobba T. i in., (2017). *Space Safety and Human Performance*, Cambridge: Butterworth-Heinemann

Shappell S.A., Wiegmann D.A. (2000). The Human Factors Analysis and Classification System-HFACS. Washington: Office of Aviation Medicine.

Sharov Dmitrievich, V., Vorobyov Vadimovich, V., Zatuchny Alexandrovich, D, (2021). *Risk Management Methods in the Aviation Enterprise*. Singapur: Springer. DOI.10.1007/978-981-33-6017-4.

Şimşek, H., Çulha Ünal S. (2022). A Conceptual Overlook at the Safety Management System. *Journal of Aviation Research , 4* (2) , 242-254.

Cessna 152. Pobrano z: https://skrzydla.org/photo-Cessna-152-128816 (6.09.2023)

Skybary. (2020). *Workload (OGHFA BN)*. Pobrano z: https://www.skybrary.aero/articles/workload-oghfa-bn (23.08.2023)

Sławińska, M., Derbich, M., Ewertowski, T., Król, I., Berlik, M. (2019). Skuteczność zarządzania operacyjnego na podstawie bazy informacji eksploatacyjnej. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie, 80.* 235-250.

Sławińska, M., Więcek-Janka, E., Berlik, M., Galant, M. (2018). Metody oceny wpływu kontekstu sytuacyjnego zadań operatorskich na ocenę ergonomiczności urządzeń sterowniczych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie, 77.* 245-260. DOI 10.21008/j.0239-9415.2018.077.16

Smith, J., Bromfield, M.A. (2022). General Aviation Loss of Control in Flight Accidents: Causal and Contributory Factors. *Journal of Air Transportation, 30* (4). DOI: https://doi.org/10.2514/1.D0286

Smolicz, T., Makarowski, P., Makarowski, R. (2020). *Czynnik ludzki w lotnictwie. Podręcznik pilota.* Gdańsk: AKAM

Speyer, J.-J. (2002) The Flight Operations Monitoring System:A Bundled Approach for Synergistic Safety Management. HCI-Aero 2002. Pobrano z: https://www.academia.edu/53867855/The_Flight_Operations_Monitoring_System_A_Bundled_Approach_for_Synergistic_Safety_Management (23.08.2023).

Standards Australia & Standards New Zealand. (2004). AS/NZS 4360:2004. Pobrano z: http://www.finance.gov.au/Comcover/conferences (11.05.2022)

Stelmach, A. (2011). Modeling of Selected Aircraft Flight Phases Using Data from Flight Data Recorder. *Archives of Transport, 23*, numer 4.

Stroeve, S., Smeltink, J., Kirwan, B.(2022). Assessing and Advancing Safety Management in Aviation. *Safety, 8* (2), 20.

Sun, H., Yang, F., Zhang, P., Zhao, Y. (2023). Flight Training Risk Identification and Assessment Based on the HHM-RFRM Model. *Sustainability 2023, 15*, 1693. DOI: https://doi.org/10.3390/su15021693

Szopa, T. (2009). *Niezawodność i bezpieczeństwo.* Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

Szopa, T. (2015). *Niezawodność i bezpieczeństwo.* Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej

Szymaniec, K. M. (2018). *Systemowe zarządzanie ryzykiem zagrożeń w lotnictwie transportowym.* (Rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska).

Tarka, P. (2015). Własności 5- i 7-stopniowej skali Likerta w kontekście normalizacji zmiennych metodą Kaufmana i Rousseeuwa. *Prace Naukowe Uniwersytetu*

Ekonomicznego we Wrocławiu. Taksonomia 25. Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania, 385, 286-295. DOI: 10.15611/pn.2015.385.31

Tskhadaya, N. D., Podosenova, N. S. (2008). *Upravlenie bezopasnost'yu truda*. Moskwa: Tsentral'noe literaturnoe izdatel'stvo neftyanoy i gazovoy promyshlennosti. Цхадая, Н. Д.; Подосенова, Н. С. (2008), Управление безопасностью труда, ЦентрЛитНефтГаз, Москва.

Turnbull, A. (1999). The Typical General Aviation Aircraft. Pobrano z: www. ntrs.nasa.gov/citations/19990100640. (27.08.2023).

United States Department of Transportation. (2019). Workload Assessment. Pobrano z: https://railroads.dot.gov/human-factors/elearning-attention/workload-assessment. (5.07.2023)

Urząd Lotnictwa Cywilnego – ULC. (2007). *Grupy przyczynowe zdarzeń lotniczych.* Pobrano z: https://ulc.gov.pl/_download/bezpieczenstow_lotow/grupy_przyczynowe_11.pdf (10.08.2023)

Urząd Lotnictwa Cywilnego – ULC. (2014). Lista Kontrolna Nr LK- LPL2/ORA/01 – System zarządzania. Pobrano z: https://www.ulc.gov.pl/pl/personel-lotniczy/certyfikacja-organizacji-i-rejestracja-podmiotow/organizacje-ato-pl/certyfikacja-i-zmiany/2015-04-16-11-20-33/3079-lk-lpl2-ora-01-system-zarzadzania (24.08.2023)

Urząd Lotnictwa Cywilnego – ULC. (2022). Sprawozdanie o stanie bezpieczeństwa w lotnictwie cywilnym za 2021 rok. Pobrano z: https://www.ulc.gov.pl/pl/zarzadzanie-bezpieczenstwem/sprawozdania-o-stanie-bezpieczenstwa-lotnictwa-cywilnego/6015-sprawozdanie-o-stanie-bezpieczenstwa-lotnictwa-cywilnego-za-rok-2022 (24.08.2023)

Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze, art. 94, pkt. 2. (2002)

Uysal, T., H., Aydemir, S., Genc, E., (2017). Maslov's hierarchy of needs in 21st century: the examination of vocational differences. [W:] Arapgirlioğlu, H., Elliott, R. L., Turgeon, E., Atik, A. (Red.), *Researches of Science and Art in 21st Century in Turkey*. (211-227).

Vauglan, E. J. (1997). *Risk Management*. New York: John Wiley & Sons Inc.

Vujaklija, M. (1980). *Leksikon stranih reči i izraza*. Beograd: Prosveta. Вујаклија, М. (1980). Лексикон страних речи и израза, Просвета, Београд.

Vujosević, M. (1997). *Operativni menadžment – kvantitativne metode*. Belgrad: DOPIS Вујошевић, М. (1997). Оперативни менаџмент – квантитативне методе, ДОПИС, Београд.

Walmsley, S., Gilbey, A. (2016). Cognitive Biases in Visual Pilots' Weather-Related Decision Making. *Applied Cognitive Psychology*, *30* (4), 532-543.

Wang, B., Wang, Y., (2021).*Big data in safety management: An overview*, *143*, 105414. doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105414.

Wang, L., Gao, S., Tan, W., Zhang, J. (2023). Pilots' mental workload variation when taking a risk in a flight scenario: a study based on flight simulator experiments. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, *29*, 366-375.

Wearable sensing (2023). T-Sens: Galvanic skin response (GSR), Pobrano z: https://wearablesensing.com/t-sens-gsr/ (12.07.2023)

William, O. Tatum IV (red.) (2022). *Handbook of EEG interpretation*. New York: Demos Medical.

Wilson, D.R., Sloan, T.A.(2003).VFR Flight Into IMC: Reducing the Hazard. *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, *13* (1), 1-9.

Wiśniewski, Z., Polak-Sopińska, A., Wiśniewska, M., Sopiński, P. (2015). Implementation of ergonomic changes. Procedia Manufacturing, 3, 4740 – 4747. DOI: https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.571

Wróbel, K., Stasiuk-Piekarska, A. (2015). Implementation of Ergonomic Assessment Methods for Designing Hand Steering Components Oriented for the Erderly. [W:] Lewandowski, J., Polak-Sopińska, A., Boczkowska, K. (Red.), *Ergonomics for people with disabilities*, 115-132. Łódź: Monographs. Politechnika Łódzka

Wu, Q., Molesworth, B.R.C., Estival, D.(2019). An Investigation into the Factors that Affect Miscommunication between Pilots and Air Traffic Controllers in Commercial Aviation. *The International Journal of Aerospace Psychology*, *29*, 53-63.

Wytyczne Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego. (2021). Wytyczne nr 1 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 24 lutego 2021 r. w sprawie określenia kryteriów małej i dużej organizacji w lotnictwie cywilnym. Pobrano z: https://edziennik.ulc.gov.pl/DU_ULC/2021/7/oryginal/akt.pdf (24.08.2023)

Yeun, R., Bates, P., Murray, P. (2014). Aviation safety management systems. *World Review of Intermodal Transportation Research*, *5*, 168-196.

Zakon o smanjenju rizika od katastrofa i upravljanju vanrednim situacijama. (2018). Službeni glasnik RS broj 87/2018.
Закон о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама (2018). Службени гласник РС број 87/2018

Załęski K., Kozuba J., Rajchel J. (2018). *Bezpieczeństwo w transporcie lotniczym. Wybrane problemy*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.

Zariouh, A. , Haddout, A., Benhadou, M. (2022). A critical review of African aviation safety managementsystem GAP analysis. *Journal of Operations Management, Optimization and Decision Support – JOMODS, 2* (2), 1-5.

Zawiła-Niedźwiecki, J. (2013). Zarządzanie ryzykiem operacyjnym w zapewnianiu ciągłości działania organizacji. Kraków-Warszawa: edu-Libri.

Zawiła-Niedźwiecki, J. (2018). Od zarządzania ryzykiem operacyjnym do publicznego zarządzania kryzysowego. Wyzwania badawcze. Kraków-Legionowo: edu-Libri.

Zhang, Y., Zheng, H., Duan, Y., Meng, L., Zhang, L. (2015). An integrated approach to subjective measuring commercial aviation pilot workload, *2015 IEEE 10th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, Auckland, New Zealand, 1093-1098.

Zieja, M., Smoliński, H., Gołda, P. (2015) Information systems as a tool for supporting the management of aircraft flight safety. *The Archives of Transport, 36*, 67-76. DOI: 10.5604/08669546.1185211

SPIS ILUSTRACJI

Rysunek 0.1. Układ Człowiek – Technika – Otoczenie (C – T – O) (opracowanie własne na podstawie: Szopa, 2015) 9
Rysunek 0.2. Koncepcja monitoringu stanu bezpieczeństwa i jakości wykonywania operacji lotniczych (opracowanie własne na podstawie: Speyer, J.-J., 2002) 13
Rysunek 1.1. Zmiana procentowego udziału czynnika ludzkiego w przyczynach zdarzeń lotniczych na przestrzeni lat (opracowanie własne na podstawie: Nowakowski, Zieja, Ewertowski, Żyluk, 2016) 16
Rysunek 1.2. Ewolucja bezpieczeństwa w lotnictwie (opracowanie własne na podstawie: Nowakowski i in., 2016) 18
Rysunek 1.3. Schemat powstawania wypadku lotniczego (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013; Lasota, 2018; Shappell, Wiegmann, 2000) 19
Rysunek 1.4. Model SHELL (opracowanie własne na podstawie: Lasota, 2018; Pryimak, Orlovskyi, Tretyakov, 2020) 20
Rysunek 1.5. Model 5M w ujęciu systemowym (opracowanie własne na podstawie: Szymaniec, 2018) 22
Rysunek 1.6. Przestrzeń bezpieczeństwa (opracowanie własne na podstawie: Grech) 23
Rysunek 1.7. Filary Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (opracowanie własne na podstawie: Augustyn, 2019; Kozuba, Rurak, 2014; Załęski, Kozuba, Rajchel, 2018) 25
Rysunek 1.8. Zakres SMS (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013) 27
Rysunek 1.9. System zarządzania bezpieczeństwem (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013) 28
Rysunek 1.10. Proces zarządzania poziomem bezpieczeństwa (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2018) 29
Rysunek 1.11. Rodzaje ryzyka (opracowanie własne na podstawie: Klich, 2011)..... 32
Rysunek 1.12. Określanie ryzyka na podstawie prawdopodobieństwa wystąpienia i skutków zdarzeń (opracowanie własne na podstawie: Kovačević, Komazec, Mak, 2022 32
Rysunek 1.13. Straty finansowe powodowane przez zdarzenia niepożądane (opracowanie własne na podstawie: Szopa, 2009) 33
Rysunek 1.14. Miejsce systemu przeciwdziałania zagrożeniu w procesie powstawania strat (opracowanie własne na podstawie: Szopa, 2009) 34
Rysunek 1.15. Zasady, ramy i proces zarządzania ryzykiem (opracowanie własne na podstawie ISO 31000:2018) 37
Rysunek 1.16. Zasady zarządzania ryzykiem (opracowanie własne na podstawie: ISO 31000:2018) 38
Rysunek 1.17. Struktura ramowa (opracowanie własne na podstawie: ISO 31000:2018) 38
Rysunek 1.18. Proces postępowania wobec ryzyka (opracowanie własne na podstawie: ISO 31000:2018) 39
Rysunek 1.19. Etapy procesu zarządzania ryzykiem w lotnictwie wojskowym (opracowanie własne na podstawie: Augustyn, 2019; Dowództwo Sił Powietrznych MON, 2010) 41
Rysunek 1.20. System zarządzania informacją o bezpieczeństwie (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013) 42
Rysunek 1.21. Przykład matrycy oceny ryzyka (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013) 43
Rysunek 1.22. Matryca tolerowania ryzyka bezpieczeństwa (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2013) 44

Rysunek 1.23. Pomoc w podejmowaniu decyzji związanych z zarządzaniem ryzykiem bezpieczeństwa (opracowanie własne na podstawie: ICAO, 2018) 45
Rysunek 1.24. Składowe obciążenia zadaniowego (opracowanie własne) 49
Rysunek 1.25. Grupy czynności składające się na zadanie 50
Rysunek 1.26. Grupy czynników oddziałujących na pilota (opracowanie własne na podstawie: Sasim, 2009) 51
Rysunek 1.27. Wzrost obciążenia psychicznego podczas lotu (opracowanie własne na podstawie: Makarowski, 2010) 56
Rysunek 1.28. Kwestionariusz NASA TLX (NASA TLX, 2009)..... 59
Rysunek 1.29. Przykładowy wynik oceny przeprowadzonej przy użyciu kwestionariusza NASA-TLX w aplikacji (NASA TLX App Store) 59
Rysunek 1.30. Bedford Workload Scale (opracowanie własne na podstawie: Maris i in. 2014) 60
Rysunek 1.31. Opaska Polar H9 (GPS dla aktywnych, 2020) 63
Rysunek 1.32. Przykładowe urządzenie mierzące reakcję skórno-galwaniczną (Wearable sensing, 2023) 64
Rysunek 2.1. Współczesny podział lotnictwa (opracowanie własne na podstawie: Marszałkiewicz, 2014) 68
Rysunek 2.2. Struktura organizacji lotnictwa ogólnego na przykładzie organizacji szkolenia lotniczego (opracowanie własne na podstawie: Doskocz, 2021; ULC, 2014) 78
Rysunek 3.1. Model zarządzania bezpieczeństwem lotów uwzględniającego obciążenie zadaniowe (opracowanie własne) 83
Rysunek 3.2. Przykładowy zapis zmian pulsu i prędkości w czasie wykonany podczas lotu (Badania własne) 89
Rysunek 3.3. Przykładowy zapis śladu GPS (Badania własne) 89
Rysunek 3.4. Przykładowy zapis zmian poziomu koncentracji w czasie zarejestrowany przy użyciu urządzenia NeuroSky MindWave (Berlik, 2017) 90
Rysunek 3.5. Budowa urządzenia NeuroSky MindWave Mobile (NeuroSky MindWave Mobile, dostęp 3.09.2017) 91
Rysunek 3.6. Urządzenie BrainLink Lite EEG Headband (Schoengarth, 2020) 92
Rysunek 3.7. Kamera Kruger&Matz KM0198 (Kruger&Matz) 92
Rysunek 3.8. Kadr z nagrania video obejmującego przestrzeń przed samolotem. Wyraźnie widoczna pozycja samolotu Tecnam P2008 względem drogi startowej (fotografia własna) 93
Rysunek 3.9. Kadr z nagrania video obejmującego przestrzeń przed samolotem, parametry lotu oraz parametry silnika w samolocie Skylane Towmaster (fotografia własna)..... 94
Rysunek 3.10. Kadr z nagrania video ukazująca położenia przełączników i sterownic, parametry lotu oraz parametry silnika w samolocie Piper PA-38 Tomahawk (fotografia własna) 95
Rysunek 3.11. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „obciążenie umysłowe” i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 99
Rysunek 3.12. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „obciążenie fizyczne” i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 99
Rysunek 3.13. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „presja czasu” i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 100
Rysunek 3.14. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „wydajność” i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 100

Rysunek 3.15. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „wysiłek" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 101
Rysunek 3.16. Pytania kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w obszarze „frustracja" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 101
Rysunek 3.17. Kwestionariusz wypełniany przed lotem (P_KOOZ_PRE) 103
Rysunek 3.18. Samolot Aero AT-3 (fotografia własna) 106
Rysunek 3.19. Samolot Piper PA-38 Tomahawk (fotografia własna) 107
Rysunek 3.20. Tomark SD-4 Viper (fotografia własna) 108
Rysunek 3.21. Samolot Cessna 152. (fotografia za: skrzydla.org) 109
Rysunek 3.22. Algorytm prezentujący kolejność wykonywanych działań podczas zadania lotniczego z uwzględnieniem badań kwestionariuszowych 115
Rysunek 3.23. Występowanie czynności związanych z przygotowaniem do lotu 122
Rysunek 3.24. Zapis zmian tętna i prędkości lotu w czasie wykonany podczas pierwszej serii lotów w dniu 5.04.2020 125
Rysunek 3.25. Zapis śladu GPS wykonany podczas pierwszej serii lotów w dniu 5.04.2020 126
Rysunek 3.26. Zapis zmian tętna i prędkości lotu w czasie wykonany podczas drugiej serii lotów w dniu 5.04.2020 127
Rysunek 3.27. Ślad GPS wykonany podczas drugiej serii lotów w dniu 5.04.2020 127
Rysunek 3.28. Wyniki analizy oceny liczności próby 131
Rysunek 3.29. Pytania uzupełnionego kwestionariusza oceny obciążenia zadaniowego pilota w sekcji „obciążenie umysłowe" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 138
Rysunek 3.30. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „obciążenie fizyczne" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 139
Rysunek 3.31. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „presja czasu" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 140
Rysunek 3.32. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „wydajność" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 140
Rysunek 3.33. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „wysiłek" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 141
Rysunek 3.34. Pytania uzupełnionego KOOZ pilota w obszarze „frustracja" i uwzględniane w nich czynniki oddziałujące na pilota 142
Rysunek 3.35. Tabela informacji o locie 143
Rysunek 3.36. Kwestionariusz Pilot PRE 144
Rysunek 3.37. Ranking stwierdzeń według kryterium niższej oceny obciążenia w grupie pilotów 147
Rysunek 3.38. Ranking stwierdzeń według kryterium braku zmiany oceny w grupie pilotów 148
Rysunek 3.39. Ranking stwierdzeń według kryterium wyższej oceny obciążenia w grupie pilotów 149
Rysunek 3.40. Ranking stwierdzeń według kryterium niższej oceny w grupie instruktorów 151
Rysunek 3.41. Ranking stwierdzeń według kryterium braku zmiany oceny w grupie instruktorów 152
Rysunek 3.42. Ranking stwierdzeń według kryterium wyższej oceny obciążenia w grupie instruktorów 153
Rysunek 4.1. Zmodyfikowana koncepcja monitoringu stanu bezpieczeństwa i jakości wykonywania operacji lotniczych (opracowanie własne) 179
Rysunek 4.2 Znowelizowany Model zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota (opracowanie własne) 180
Rysunek 4.3. Autorska metoda oceny ryzyka (opracowanie własne) 182
Rysunek 4.4. Ocena ryzyka związanego z lotem (opracowanie własne) 183

Rysunek 4.5. Metoda zarządzania ryzykiem operacyjnym na podstawie obciążenia zadaniowego pilota (opracowanie własne) 184
Rysunek 4.6. Skala odpowiedzi na pytania zawarte w każdym obszarze narzędzia do oceny ryzyka operacyjnego (opracowanie własne) 186
Rysunek 4.7. Obszar dotyczący OZ z kategorii obciążenia umysłowego z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne) 186
Rysunek 4.8. Opcja obliczania punktowego wyniku danego obszaru (opracowanie własne) 187
Rysunek 4.9. Obszar dotyczący obciążenia fizycznego z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne) 188
Rysunek 4.10. Obszar dotyczący presji czasu z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne) 188
Rysunek 4.11. Obszar dotyczący wydajności z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne) 189
Rysunek 4.12. Obszar dotyczący wysiłku z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne) 189
Rysunek 4.13. Obszar dotyczący frustracji z przykładowymi odpowiedziami pilota (opracowanie własne) 190
Rysunek 4.14. Opcja obliczania wyniku ostatniej sekcji i sumy osiągniętych punktów z całego arkusza (opracowanie własne) 190
Rysunek 4.15. Proponowana struktura właścicieli ryzyka w zależności od jego poziomu w organizacji lotnictwa ogólnego (opracowanie własne) 195
Rysunek 4.16. Komunikat o wyniku uzyskaniu wyniku oceny ryzyka na poziomie akceptowalnym (opracowanie własne) 195
Rysunek 4.17. Komunikat o wyniku uzyskaniu wyniku oceny ryzyka na poziomie tolerowalnym 1 (opracowanie własne) 196
Rysunek 4.18. Komunikat o wyniku uzyskaniu wyniku oceny ryzyka na poziomie tolerowalnym 2 (opracowanie własne) 196
Rysunek 4.19. Komunikat o wyniku uzyskaniu wyniku oceny ryzyka na poziomie nieakceptowalnym (opracowanie własne) 196
Rysunek 4.20. Przykładowe opcje postępowania z ryzykiem (opracowanie własne) 198

Wykres 0.1. Podział zdarzeń wysokiego ryzyka w obszarze czynnika ludzkiego, zgodnie z kodami przyczynowymi w odniesieniu do wypadków i poważnych incydentów. Kody zdarzeń wysokiego poziomu, związane z czynnikiem ludzkim i wydolnością człowieka, stosowane do wypadków i poważnych incydentów (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022) 10
Wykres 2.1. Liczba operacji General Aviation w Sektorze FIS Poznań w poszczególnych miesiącach 2020 roku (opracowanie własne na podstawie: Pansa, 2021) 71
Wykres 2.2. Wypadki oraz poważne incydenty lotnicze w zależności od typu operacji w operacjach niezarobkowych małych samolotów (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022) 76
Wykres 2.3. Wypadki i poważne incydenty lotnicze w zależności od fazy lotu w operacjach niezarobkowych małych samolotów (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022) 77
Wykres 2.5. Wypadki śmiertelne, wypadki bez ofiar śmiertelnych i poważne incydenty w latach 2011-2021 z udziałem samolotów komunikacyjnych i taksówek powietrznych (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022) 81

Wykres 2.6. Wypadki śmiertelne, wypadki bez ofiar śmiertelnych i poważne incydenty w latach 2011-2021 z udziałem małych samolotów w operacjach niezarobkowych (opracowanie własne na podstawie: EASA, 2022) 81

SPIS TABEL

Tabela 1.1. Poziomy obciążenia wg Instantaneous Self Assessment (ISA) (opracowanie własne na podstawie: Rusnock, Geiger, 2017) 61
Tabela 3.1. Wyniki oceny użyteczności metod pomiaru obciążenia zadaniowego pilota 86
Tabela 3.2. Zestawienie serii lotów wykonanych w ramach badań pilotażowych 116
Tabela 3.3. Statystyki opisowe uzyskanych wyników pilota 118
Tabela 3.4. Statystyki opisowe uzyskanych wyników instruktora 120
Tabela 3.5. Przykładowa tabela czynności wykonywanych przez pilota w ramach przygotowania do lotu 121
Tabela 3.6. Dane dotyczące serii lotów przeprowadzonych w ramach badań pilotażowych z uwzględnieniem średnich, minimalnych i maksymalnych wartości tętna 124
Tabela 3.7. Dane dotyczące pomiaru tętna podczas pierwszej serii lotów w dniu 5.04.2020 124
Tabela 3.8. Dane dotyczące pomiaru tętna podczas drugiej serii lotów w dniu 5.04.2020 126
Tabela 3.9. Charakterystyka pilotów biorących udział w badaniach zasadniczych 132
Tabela 3.10. Charakterystyka instruktorów uczestniczących w badaniach zasadniczych 133
Tabela 3.11. Zestawienie serii lotów wykonanych podczas badań zasadniczych 134
Tabela 3.12. Wyniki przed i po locie w grupie pilotów 146
Tabela 3.13. Wyniki przed i po locie w grupie instruktorów 150
Tabela 3.14. Ocena różnic w ocenie pytania 1: „Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych)” 154
Tabela 3.15. Ocena różnic w ocenie pytania 2: „Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym” 155
Tabela 3.16. Ocena różnic w ocenie pytania 3: „Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji” 155
Tabela 3.17. Ocena różnic w ocenie pytania 4: „Zadanie będzie bardzo skomplikowane” 156
Tabela 3.18. Ocena różnic w ocenie pytania 5: „Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy” 157
Tabela 3.19. Ocena różnic w ocenie pytania 6: „Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) będzie wymagało bardzo dużego nakładu pracy” 157
Tabela 3.20. Ocena różnic w ocenie pytania 7: „Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) będzie wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej” 158
Tabela 3.21. Ocena różnic w ocenie pytania 8: „Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in. charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) będzie dla mnie bardzo trudne” 159

Tabela 3.22. Ocena różnic w ocenie pytania 9: „Moje przygotowanie do lotu pozostawia wiele do życzenia” 159
Tabela 3.23. Ocena różnic w ocenie pytania 10: „Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił” 160
Tabela 3.24. Ocena różnic w ocenie pytania 11: „Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji” 161
Tabela 3.25. Ocena różnic w ocenie pytania 12: „Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania” 161
Tabela 3.26. Ocena różnic w ocenie pytania 13: „Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie” 162
Tabela 3.27. Ocena różnic w ocenie pytania 14: „Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie)” 163
Tabela 3.28. Ocena różnic w ocenie pytania 15: „Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) wymagało bardzo dużego wysiłku” 163
Tabela 3.29. Ocena różnic w ocenie pytania 16: „Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu” 164
Tabela 3.30. Ocena różnic w ocenie pytania 17: „Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności” 165
Tabela 3.31. Ocena różnic w ocenie pytania 18: „Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem” 165
Tabela 3.32. Ocena różnic w ocenie pytania 19: „Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem” 166
Tabela 3.33. Ocena różnic w ocenie pytania 20: „Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania” 166
Tabela 3.34. Ocena różnic w ocenie pytania 21: „Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania” 167
Tabela 3.35. Ocena różnic w ocenie pytania 22: „Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie” 168
Tabela 3.36. Ocena różnic w ocenie pytania 23: „Moje samopoczucie (uwzględniając m.in.: zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyja prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu” 168
Tabela 3.37. Ocena różnic w ocenie pytania 24: „Zadanie będzie bardzo wymagające”.. 169
Tabela 3.38. Ocena różnic w ocenie pytania 25: „Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania” 170
Tabela 3.39. Ocena różnic w ocenie pytania 26: „Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania” 170
Tabela 3.40. Ocena różnic w ocenie pytania 27: „Wykonanie lotu ze względu na warunku atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) będzie wymagało ode mnie bardzo dużego wysiłku” 171
Tabela 3.41. Ocena różnic w ocenie pytania 28: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres” 172

Tabela 3.42. Ocena różnic w ocenie pytania 29: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację” 172
Tabela 3.43. Ocena różnic w ocenie pytania 30: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie” 173
Tabela 3.44. Ocena różnic w ocenie pytania 31: „Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie” 173
Tabela 3.45. Ocena różnic w ocenie pytania 32: „Skład załogi bardzo sprzyja dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie” 174
Tabela 4.1. Różnice w ocenie OZ w grupie pilotów i współczynniki korekcyjne dla pilotów niezawodowych 192
Tabela 4.2. Różnice w ocenie OZ w grupie instruktorów i współczynniki korekcyjne dla pilotów zawodowych 193
Tabela 4.3. Zestawienie odpowiedzi instruktorów uzyskanych przy pomocy Kestionariusza oceny narzędzia – KON (opracowanie własne) 200

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik Z1. Tabela informacji o locie – kwestionariusz wypełniany przez pilota 231
Załącznik Z2. Kwestionariusz do badań pilotażowych wypełniany przez pilota przed lotem 232
Załącznik Z3. Kwestionariusz do badań pilotażowych wypełniany przez instruktora przed lotem 233
Załącznik Z4. Kwestionariusz do badań pilotażowych wypełniany przez pilota po locie 234
Załącznik Z5. Kwestionariusz do badań pilotażowych wypełniany przez instruktora po locie 235
Załącznik Z6. Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu 236
Załącznik Z7. Kwestionariusz do badań zasadniczych wypełniany przez pilota przed lotem 237
Załącznik Z8. Kwestionariusz do badań zasadniczych wypełniany przez instruktora przed lotem 239
Załącznik Z9. Kwestionariusz do badań zasadniczych wypełniany przez pilota po locie 241
Załącznik Z10. Kwestionariusz do badań zasadniczych wypełniany przez instruktora po locie 243
Załącznik Z11. Arkusz narzędzia do badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota. (Płyta CD) 245

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik Z1. Tabela informacji o locie – kwestionariusz wypełniany przez pilota

kwestionariusz			
Nazwa pilota / kryptonim	Nalot ogółem	Nalot na samolotach	Wiek
Data lotu	Miejsce startu	Miejsce lądowania	Typ samolotu
Znaki	Przybliżona godzina startu	Czas lotu	Liczba lądowań
Opis zadania			

Załącznik Z2. Kwestionariusz do badań pilotażowych wypełniany przez pilota przed lotem

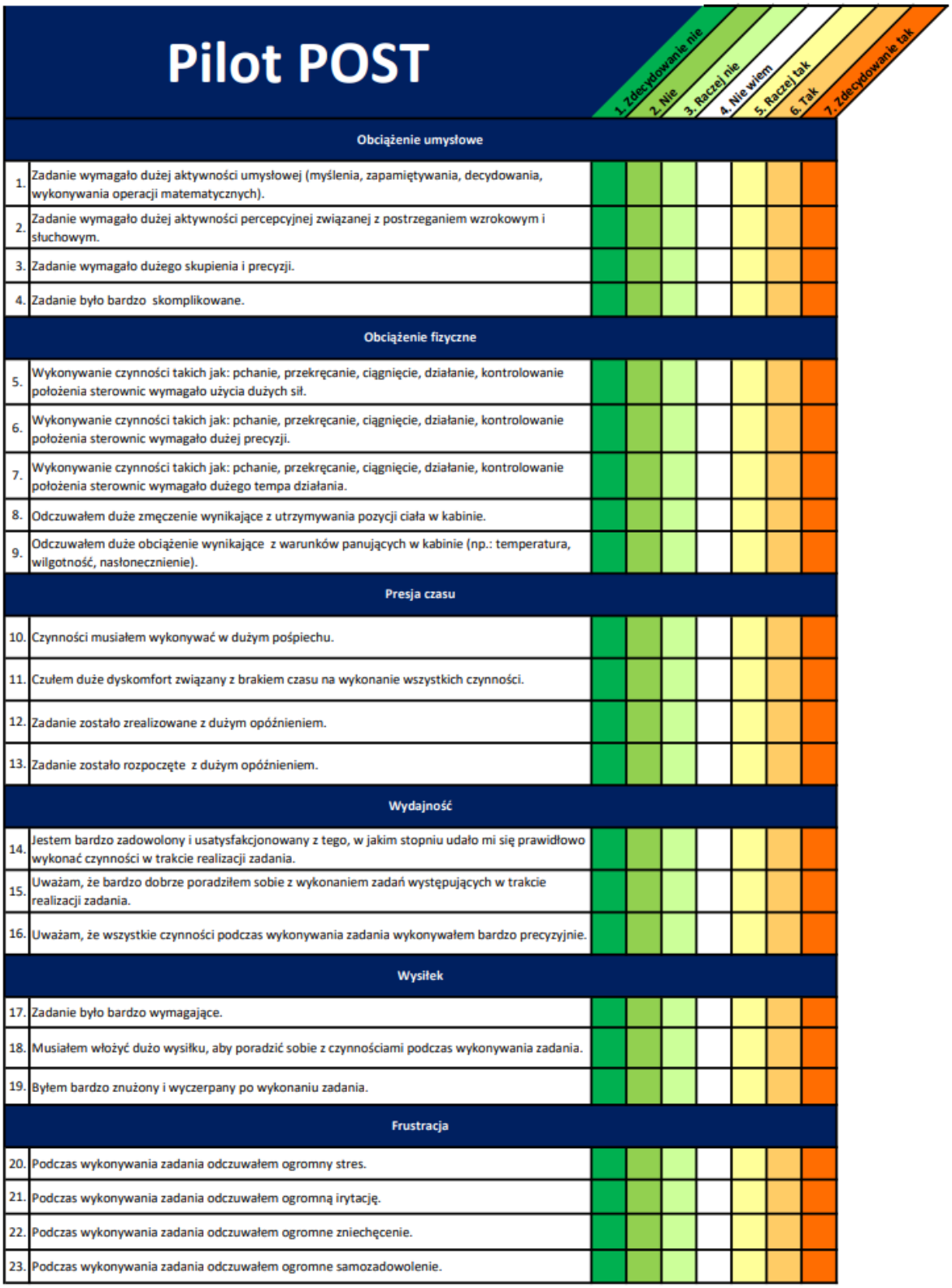
Pilot PRE	1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
Obciążenie umysłowe							
1. Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2. Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3. Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4. Zadanie będzie bardzo skomplikowane.							
Obciążenie fizyczne							
5. Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił.							
6. Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji.							
7. Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania.							
8. Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie.							
9. Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie).							
Presja czasu							
10. Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu.							
11. Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
12. Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
13. Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
Wydajność							
14. Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
15. Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
16. Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie.							
Wysiłek							
17. Zadanie będzie bardzo wymagające.							
18. Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
19. Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania							
Frustracja							
20. Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres.							
21. Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację.							
22. Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie.							
23. Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie.							

Załącznik Z3. Kwestionariusz do badań pilotażowych wypełniany przez instruktora przed lotem

Instruktor PRE

		1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
	Obciążenie umysłowe							
1.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3.	Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4.	Zadanie będzie bardzo skomplikowane.							
	Obciążenie fizyczne							
5.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił.							
6.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji.							
7.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania.							
8.	Utrzymywanie pozycji ciała w kabinie będzie powodować duże zmęczenie.							
9.	Warunki panujące w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie) będą powodować duże obciążenie.							
	Presja czasu							
10.	Pilot będzie musiał wykonywać czynności w dużym pośpiechu.							
11.	Pilot będzie odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
12.	Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
13.	Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
	Wydajność							
14.	Pilot powinien być bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mu się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
15.	uważam, że pilot powinien bardzo dobrze poradzić sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
16.	Uważam, że pilot wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będzie wykonywać bardzo precyzyjnie.							
	Wysiłek							
17.	Zadanie będzie bardzo wymagające.							
18.	Pilot będzie musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
19.	Pilot będzie bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania							
	Frustracja							
20.	Podczas wykonywania zadania pilot będzie odczuwał ogromny stres.							
21.	Podczas wykonywania zadania pilot będzie odczuwał ogromną irytację.							
22.	Podczas wykonywania zadania pilot będzie odczuwał ogromne zniechęcenie.							
23.	Podczas wykonywania zadania pilot będzie odczuwał ogromne samozadowolenie.							

Załącznik Z4. Kwestionariusz do badań pilotażowych wypełniany przez pilota po locie



Pilot POST		1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
Obciążenie umysłowe								
1.	Zadanie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2.	Zadanie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3.	Zadanie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4.	Zadanie było bardzo skomplikowane.							
Obciążenie fizyczne								
5.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało użycia dużych sił.							
6.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało dużej precyzji.							
7.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało dużego tempa działania.							
8.	Odczuwałem duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie.							
9.	Odczuwałem duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie).							
Presja czasu								
10.	Czynności musiałem wykonywać w dużym pośpiechu.							
11.	Czułem duże dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
12.	Zadanie zostało zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
13.	Zadanie zostało rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
Wydajność								
14.	Jestem bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego, w jakim stopniu udało mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
15.	Uważam, że bardzo dobrze poradziłem sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
16.	Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania wykonywałem bardzo precyzyjnie.							
Wysiłek								
17.	Zadanie było bardzo wymagające.							
18.	Musiałem włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
19.	Byłem bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania.							
Frustracja								
20.	Podczas wykonywania zadania odczuwałem ogromny stres.							
21.	Podczas wykonywania zadania odczuwałem ogromną irytację.							
22.	Podczas wykonywania zadania odczuwałem ogromne zniechęcenie.							
23.	Podczas wykonywania zadania odczuwałem ogromne samozadowolenie.							

Załącznik Z5. Kwestionariusz do badań pilotażowych wypełniany przez instruktora po locie

Instruktor POST

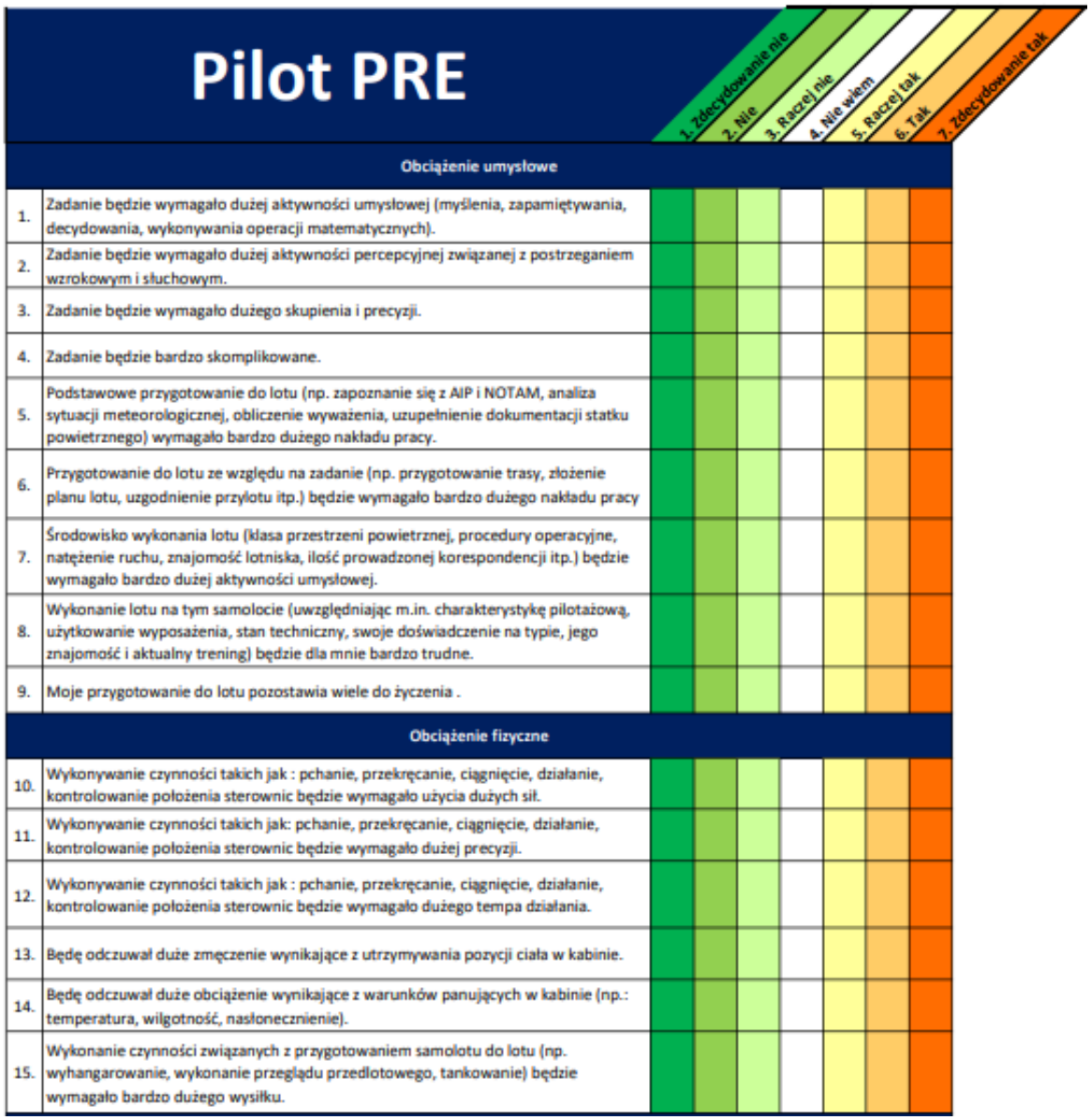
		1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
	Obciążenie umysłowe							
1.	Zadanie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2.	Zadanie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3.	Zadanie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4.	Zadanie było bardzo skomplikowane.							
	Obciążenie fizyczne							
5.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało od pilota użycia dużych sił							
6.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało dużej precyzji od pilota							
7.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało dużego tempa działania od pilota							
8.	Utrzymywanie pozycji ciała w kabinie powodowało duże zmęczenie u pilota							
9.	Warunki panujące w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie) powodowały duże obciążenie u pilota							
	Presja czasu							
10.	pilot musiał wykonywać czynności w dużym pośpiechu.							
11.	pilot odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
12.	Zadanie zostało zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
13.	Zadanie zostało rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
	Wydajność							
14.	Pilot miał podstawy aby odczuwać zadowolonie i satysfakcję z tego, w jakim stopniu udało mu się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
15.	Uważam, że pilot bardzo dobrze poradził sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
16.	Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania pilot wykonywał bardzo precyzyjnie.							
	Wysiłek							
17.	Zadanie było bardzo wymagające.							
18.	pilot musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
19.	Pilot był bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania.							
	Frustracja							
20.	Podczas wykonywania zadania pilot odczuwał ogromny stres.							
21.	Podczas wykonywania zadania pilot odczuwał ogromną irytację.							
22.	Podczas wykonywania zadania pilot odczuwał ogromne zniechęcenie.							
23.	Podczas wykonywania zadania pilot odczuwał ogromne samozadowolenie.							

Załącznik Z6. Kwestionariusz oceny obciążenia zadaniowego związanego z przygotowaniem do lotu

Zaznacz symbolem „x” czynności, które wykonywałeś w ramach przygotowania do lotu w dniu dzisiejszym

1.	Wyhangarowanie samolotu	
2.	Wykonanie przeglądu przedlotowego	
3.	Tankowanie	
4.	Zapoznanie się z AIP, NOTAM itp.	
5.	Przygotowanie trasy	
6.	Obliczenie wyważenia samolotu	
7.	Analiza sytuacji meteorologicznej	
8.	Wypełnienie Pokładowego Dziennika Technicznego	
9.	Złożenie Planu Lotu	
10.	Ustalenia telefoniczne (np. TWR, FIS, KL)	
11.	Odprawa przedlotowa	

Załącznik Z7. Kwestionariusz do badań zasadniczych wypełniany przez pilota przed lotem



Pilot PRE		1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
Obciążenie umysłowe								
1.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3.	Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4.	Zadanie będzie bardzo skomplikowane.							
5.	Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy.							
6.	Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) będzie wymagało bardzo dużego nakładu pracy							
7.	Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) będzie wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej.							
8.	Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in. charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) będzie dla mnie bardzo trudne.							
9.	Moje przygotowanie do lotu pozostawia wiele do życzenia .							
Obciążenie fizyczne								
10.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił.							
11.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji.							
12.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania.							
13.	Będę odczuwał duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie.							
14.	Będę odczuwał duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie).							
15.	Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) będzie wymagało bardzo dużego wysiłku.							

(Załącznik Z7 – c.d.)

Presja czasu								
16.	Czynności będę musiał wykonywać w dużym pośpiechu.							
17.	Będę odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
18.	Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
19.	Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
Wydajność								
20.	Będę bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
21.	Uważam, że bardzo dobrze poradzę sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
22.	Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będę wykonywał bardzo precyzyjnie.							
23.	Moje samopoczucie (uwzględniając m.in.: zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyja prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu.							
Wysiłek								
24.	Zadanie będzie bardzo wymagające.							
25.	Będę musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
26.	Będę bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania							
27.	Wykonanie lotu ze względu na warunku atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) będzie wymagało ode mnie bardzo dużego wysiłku.							
Frustracja								
28.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromny stres.							
29.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromną irytację.							
30.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne zniechęcenie.							
31.	Podczas wykonywania zadania będę odczuwał ogromne samozadowolenie.							
32.	Skład załogi bardzo sprzyja dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie.							

Załącznik Z8. Kwestionariusz do badań zasadniczych wypełniany przez instruktora przed lotem

Instruktor PRE		1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
Obciążenie umysłowe								
1.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2.	Zadanie będzie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3.	Zadanie będzie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4.	Zadanie będzie bardzo skomplikowane.							
5.	Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy.							
6.	Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) wymagało bardzo dużego nakładu pracy?							
7.	Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) będzie wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej.							
8.	Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in. charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) będzie dla pilota bardzo trudne.							
9.	Przygotowanie pilota do lotu pozostawia wiele do życzenia .							
Obciążenie fizyczne								
10.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało użycia dużych sił.							
11.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużej precyzji.							
12.	Wykonywanie czynności takich jak : pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic będzie wymagało dużego tempa działania.							
13.	Utrzymywanie pozycji ciała w kabinie będzie powodować duże zmęczenie.							
14.	Warunki panujące w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie) będą powodować duże obciążenie.							
15.	Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) będzie wymagało bardzo dużego wysiłku.							

(Załącznik Z8 – c.d.)

Presja czasu								
16.	Pilot będzie musiał wykonywać czynności w dużym pośpiechu.							
17.	Pilot będzie odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
18.	Zadanie zostanie zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
19.	Zadanie zostanie rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
Wydajność								
20.	Pilot powinien być bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego w jakim stopniu uda mu się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
21.	uważam, że pilot powinien bardzo dobrze poradzić sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
22.	Uważam, że pilot wszystkie czynności podczas wykonywania zadania będzie wykonywać bardzo precyzyjnie.							
23.	Samopoczucie pilota (uwzględniając m.in.: zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) wydaje się bardzo sprzyjać prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu.							
Wysiłek								
24.	Zadanie będzie bardzo wymagające.							
25.	Pilot będzie musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
26.	Pilot będzie bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania							
27.	Wykonanie lotu ze względu na warunku atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) będzie wymagało od pilota bardzo dużego wysiłku.							
Frustracja								
28.	Podczas wykonywania zadania pilot będzie odczuwał ogromny stres.							
29.	Podczas wykonywania zadania pilot będzie odczuwał ogromną irytację.							
30.	Podczas wykonywania zadania pilot będzie odczuwał ogromne zniechęcenie.							
31.	Podczas wykonywania zadania pilot będzie odczuwał ogromne samozadowolenie.							
32.	Skład załogi bardzo sprzyja dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie.							

Załącznik Z9. Kwestionariusz do badań zasadniczych wypełniany przez pilota po locie

Pilot POST

		1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
Obciążenie umysłowe								
1.	Zadanie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2.	Zadanie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3.	Zadanie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4.	Zadanie było bardzo skomplikowane.							
5.	Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy.							
6.	Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) wymagało bardzo dużego nakładu pracy?							
7.	Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej.							
8.	Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in.: charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) jest dla mnie bardzo trudne.							
9.	Moje przygotowanie do lotu pozostawiało wiele do życzenia.							
Obciążenie fizyczne								
10.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało użycia dużych sił.							
11.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało dużej precyzji.							
12.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało dużego tempa działania.							
13.	Odczuwałem duże zmęczenie wynikające z utrzymywania pozycji ciała w kabinie.							
14.	Odczuwałem duże obciążenie wynikające z warunków panujących w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie).							
15.	Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) wymagało bardzo dużego wysiłku.							

(Załącznik Z9 – c.d.)

Presja czasu								
16.	Czynności musiałem wykonywać w dużym pośpiechu.							
17.	Czułem duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
18.	Zadanie zostało zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
19.	Zadanie zostało rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
Wydajność								
20.	Jestem bardzo zadowolony i usatysfakcjonowany z tego, w jakim stopniu udało mi się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
21.	Uważam, że bardzo dobrze poradziłem sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
22.	Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania wykonywałem bardzo precyzyjnie.							
23.	Moje samopoczucie (uwzględniając m.in. zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyjało prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu.							
Wysiłek								
24.	Zadanie było bardzo wymagające.							
25.	Musiałem włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
26.	Byłem bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania.							
27.	Wykonanie lotu ze względu na warunku atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) wymagało ode mnie bardzo dużego wysiłku.							
Frustracja								
28.	Podczas wykonywania zadania odczuwałem ogromny stres.							
29.	Podczas wykonywania zadania odczuwałem ogromną irytację.							
30.	Podczas wykonywania zadania odczuwałem ogromne zniechęcenie.							
31.	Podczas wykonywania zadania odczuwałem ogromne samozadowolenie.							
32.	Skład załogi bardzo sprzyjał dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie.							

Załącznik Z10. Kwestionariusz do badań zasadniczych wypełniany przez instruktora po locie

Instruktor POST		1. Zdecydowanie nie	2. Nie	3. Raczej nie	4. Nie wiem	5. Raczej tak	6. Tak	7. Zdecydowanie tak
Obciążenie umysłowe								
1.	Zadanie wymagało dużej aktywności umysłowej (myślenia, zapamiętywania, decydowania, wykonywania operacji matematycznych).							
2.	Zadanie wymagało dużej aktywności percepcyjnej związanej z postrzeganiem wzrokowym i słuchowym.							
3.	Zadanie wymagało dużego skupienia i precyzji.							
4.	Zadanie było bardzo skomplikowane.							
5.	Podstawowe przygotowanie do lotu (np. zapoznanie się z AIP i NOTAM, analiza sytuacji meteorologicznej, obliczenie wyważenia, uzupełnienie dokumentacji statku powietrznego) wymagało bardzo dużego nakładu pracy.							
6.	Przygotowanie do lotu ze względu na zadanie (np. przygotowanie trasy, złożenie planu lotu, uzgodnienie przylotu itp.) wymagało bardzo dużego nakładu pracy							
7.	Środowisko wykonania lotu (klasa przestrzeni powietrznej, procedury operacyjne, natężenie ruchu, znajomość lotniska, ilość prowadzonej korespondencji itp.) wymagało bardzo dużej aktywności umysłowej.							
8.	Wykonanie lotu na tym samolocie (uwzględniając m.in.: charakterystykę pilotażową, użytkowanie wyposażenia, stan techniczny, swoje doświadczenie na typie, jego znajomość i aktualny trening) było dla pilota bardzo trudne.							
9.	przygotowanie pilota do lotu pozostawiało wiele do życzenia.							
Obciążenie fizyczne								
10.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało od pilota użycia dużych sił							
11.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało dużej precyzji od pilota							
12.	Wykonywanie czynności takich jak: pchanie, przekręcanie, ciągnięcie, działanie, kontrolowanie położenia sterownic wymagało dużego tempa działania od pilota							
13.	Utrzymywanie pozycji ciała w kabinie powodowało duże zmęczenie u pilota							
14.	Warunki panujące w kabinie (np.: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie) powodowały duże obciążenie u pilota							
15.	Wykonanie czynności związanych z przygotowaniem samolotu do lotu (np. wyhangarowanie, wykonanie przeglądu przedlotowego, tankowanie) wymagało od pilota bardzo dużego wysiłku.							

(Załącznik Z10 – c.d.)

Presja czasu								
16.	pilot musiał wykonywać czynności w dużym pośpiechu.							
17.	pilot odczuwał duży dyskomfort związany z brakiem czasu na wykonanie wszystkich czynności.							
18.	Zadanie zostało zrealizowane z dużym opóźnieniem.							
19.	Zadanie zostało rozpoczęte z dużym opóźnieniem.							
Wydajność								
20.	Pilot miał podstawy aby odczuwać zadowolonie i satysfakcję z tego, w jakim stopniu udało mu się prawidłowo wykonać czynności w trakcie realizacji zadania.							
21.	Uważam, że pilot bardzo dobrze poradził sobie z wykonaniem zadań występujących w trakcie realizacji zadania.							
22.	Uważam, że wszystkie czynności podczas wykonywania zadania pilot wykonywał bardzo precyzyjnie.							
23.	Samopoczucie pilota (uwzględniając m.in. zmęczenie, głód, porę doby, sytuację rodzinną i zawodową, stan zdrowia) bardzo sprzyjało prawidłowemu i bezpiecznemu wykonaniu lotu.							
Wysiłek								
24.	Zadanie było bardzo wymagające.							
25.	pilot musiał włożyć dużo wysiłku, aby poradzić sobie z czynnościami podczas wykonywania zadania.							
26.	Pilot był bardzo znużony i wyczerpany po wykonaniu zadania.							
27.	Wykonanie lotu ze względu na warunku atmosferyczne (wiatr, burzliwość atmosfery, występujące zjawiska, widzialność itp.) wymagało od pilota bardzo dużego wysiłku.							
Frustracja								
28.	Podczas wykonywania zadania pilot odczuwał ogromny stres.							
29.	Podczas wykonywania zadania pilot odczuwał ogromną irytację.							
30.	Podczas wykonywania zadania pilot odczuwał ogromne zniechęcenie.							
31.	Podczas wykonywania zadania pilot odczuwał ogromne samozadowolenie.							
32.	Skład załogi bardzo sprzyjał dobrej atmosferze i współpracy w kokpicie.							

Załącznik Z11. Arkusz narzędzia do badania ryzyka operacyjnego na podstawie obciążenia zadaniowego pilota.

(Płyta CD)