



**UNIVERSITATEA POLITEHNICA
DIN BUCUREȘTI**



Școala Doctorală de Inginerie Industrială și Robotică
Domeniul Inginerie Și Management

Decizie CSUD UPB nr. din

**REZUMAT TEZĂ
DE DOCTORAT**

Ing.Dipl. Raluca BĂLAȘA

Managementul Riscului pentru caracteristicile aerodinamice ale unui profil asimetric

COMISIA DE DOCTORAT

Președinte	Prof.univ.dr.ing. Aurel-Mihail ȚÎȚU Universitatea POLITEHNICA din București
Conducător științific	Prof.univ.dr.ing. Augustin SEMENESCU Universitatea POLITEHNICA din București
Referent	Prof.univ.dr.ing. Teodor-Lucian GRIGORIE Academia Tehnică Militară “Ferdinand I”
Referent	Prof.univ.dr.ing. Nicolae BÂLC Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Referent	Prof.univ.dr.ing. Ion FUIOREA Universitatea POLITEHNICA din București

Cuprins

INTRODUCERE	4
Capitolul 1	5
1. Considerații Generale privind Managementul Riscului în cadrul Ingineriei Aerospațiale	5
1.1 Modalități de limitare aplicate în Managementul Riscului.....	5
1.1.1 Conceptul de Risc în Aviație.....	5
1.1.2 Tipurile de erori și modalitățile de realizare a procesului de efracție.....	6
1.1.3 Conceptele de pericol și hazard.....	6
1.1.4 Modalități de identificare a pericolelor în aviație.....	6
1.1.5 Metode de identificare a pericolelor în domeniul aerospațial.....	6
1.2 Managementul Riscului și evaluarea acestuia	6
1.3 Evaluarea probabilistică a riscului.....	7
1.3.1 Studiul probabilităților condiționate în cadrul analizei bayesiene	7
1.3.2 Metodologia bayesiană	7
1.3.3 Studiul de caz privind metodologia bayesiană.....	7
1.4 Concluzii	8
Capitolul 2	8
1. Metode de optimizare aplicate în studiul de investigare a accidentelor aeronautice	8
2.1 Modelarea accidentelor de aviație.....	8
2.2 Factorul uman.....	10
2.4 Metoda arborelui de defectare.....	10
2.5 Metoda momentelor pentru dotarea flotei române aeriene cu avioane de vânătoare....	10
2.6 Dotarea flotei în condiții de certitudine.....	10
2.7 Concluzii.....	11
Capitolul 3	12
3. Managementul Riscului cu aplicații în tunelurile aerodinamice	12
3.1 Tuneluri aerodinamice - Scurt istoric și evoluția în timp	12
3.2 Experimente în tunelul aerodinamic.....	12
3.3 Considerații privind evaluarea riscului și evaluarea siguranței în tunelurile aerodinamice	13
3.4 Caracteristicile Sufleriei Trisonice din INCAS.....	13

3.5 Umiditatea aerului - Riscul de a se repeta rafala.....	14
3.6 Studiul de caz privind Analiza Decizională pentru umiditatea aerului aplicând software-ul WINQSB	14
3.7 Concluzii.....	16
Capitolul 4	16
4. Contribuții originale privind efectul proeminenței semicirculare asupra caracteristicilor aerodinamice ale profilului NACA 1410	16
4.1 Modelarea numerică a profilului aerodinamic NACA 1410.....	17
4.2 Rezultatele numerice obținute și interpretarea acestora	18
4.3 Concluzii.....	18
Capitolul 5	19
5. Riscul de instabilitate aeroelastică datorat efectelor induse de proeminențele semicirculare pe un profil NACA 1410.....	19
5.1 Modelarea profilului aerodinamic NACA 1410	19
5.2 Rezultatele numerice și interpretarea acestora.....	20
5.2 Riscul de instabilitate aeroelastică	21
5.3 Concluzii.....	23
Capitolul 6	23
6. Servicii de consultanță privind Managementul Riscului în Industria Aerospațială.....	23
6.1 Informații generale	24
6.2 Rezumatul ideii de afaceri	24
6.3 Viziunea, misiunea, scopul, obiectivele și activitățile afacerii	24
6.4 Descrierea afacerii propuse.....	25
6.5 Amplasarea firmei și facilitățile oferite.....	25
6.6 Detalii privind afacerea propusă	25
6.7 Aplicabilitate, relevanță științifică și caracter inovator.....	26
6.8 Managementul resurselor umane	26
6.9 Analiza poziției firmei pe piață și a politicii de marketing.....	26
6.10 Profilul clienților, furnizorilor, distribuitorilor și al concurenților.....	26
6.11 Analiza mixului de marketing.....	27
6.12 Previzziunea financiară.....	27
6.13 Bugetul investiției.....	28
6.14 Previzziunea veniturilor.....	28
6.15 Concluzii.....	28

Capitolul 7	29
7. Contribuții Originale și Direcțiile Viitoare de Cercetare și Dezvoltare	29
7.1 Concluzii Generale	29
7.2 Contribuții Originale	30
7.3 Direcțiile Viitoare de Cercetare și Dezvoltare	31
7.4 Sinteza lucrărilor	31
Bibliografie selectivă	31

INTRODUCERE

În domeniul Ingineriei Aerospațiale, Managementul Siguranței reprezintă starea pentru care probabilitatea de vătămare corporală sau deteriorare a proprietății este redusă la un stadiu corespunzător, folosind o analiză adecvată pentru evaluarea incidentelor și evitarea potențialelor riscuri.

Datorită necesității de a valida rezultatele numerice sau de a obține informații despre proprietățile aerodinamice ale modelelor, se ia în calcul analiza experimentală pentru testarea modelelor/machetelor în tunele aerodinamice, special concepute pentru măsurarea parametrilor relevanți aerodinamicii modelului. Desprinderea curgerii este un impediment important în studiul obstacolării create în cazul reatașării la creșterea portanței și poate apărea chiar și la viteze mici. La viteze subsonice scăzute, curgerea se manifestă ca un strat limită turbulent. [1]

Numeroase studii privind modificarea suprafeței profilelor au fost efectuate pentru a se îmbunătăți eficiența aerodinamică a profilului prin întârzierea separării curgerii. Diferitele metode de întârziere a separării curgerii au fost propuse de către diferiți cercetători, de exemplu, utilizarea generatoarelor de vortex pentru a se crea turbulențe și pentru a întârzi separarea stratului limită [2].

Lucrarea se încadrează în domeniul de specializare al acestui program de doctorat - Inginerie și Management pornind de la **obiectivul principal** al lucrării care constă în modificarea caracteristicilor de curgere ale suprafeței unui profil NACA 1410 pentru îmbunătățirea performanțelor unei aeronave cu profil asimetric.

Un alt obiectiv îl reprezintă analiza proeminențelor pe profilul aerodinamic și studierea diferențelor dintre anumite configurații (profil convențional, profil cu proeminență exterioară și profil cu proeminență interioară) ale profilului NACA 1410.

În plan secundar, **lucrarea urmărește** rezolvarea efectului de umiditate al aerului în timpul experimentelor la tunelul aerodinamic, folosind modulul de analiză a deciziilor al software-ului WINQSB ce oferă o nouă perspectivă privind asistarea luării deciziilor și alegerea unei strategii de risc adecvate.

Pentru a se evita efectuarea unui număr mare de teste simultan, situațiile periculoase trebuie clasificate prin efectuarea de evaluări ale riscurilor și selectarea celor ale căror efecte negative nu depășesc costul aferent managementului. Astfel studierea profilului NACA 1410

aduce în prim plan un factor de risc, creșterea consumului de combustibil, atunci când la profilul ce prezintă o proeminență crește coeficientul de rezistență la înaintare.

În acest context, **lucrarea propune** soluții concrete de Management al Riscurilor prin utilizarea unor algoritmi pentru optimizarea procesului de luare a deciziilor. Utilizarea **metodei momentelor** generează în mod optim obținerea unor rezultate clare pentru dotarea flotei aeriene.

Implementarea studiilor realizate în cadru Domeniului Inginerie și Management s-a făcut într-un mod adecvat, prin analiza tuturor conceptelor de risc existente într-o firmă de consultanță, ceea ce presupune faptul că, furnizarea serviciilor trebuie să combine conceptele clasice ale Managementului Riscului cu implementarea și dezvoltarea serviciilor printr-un caracter inovator, utilizând analiza FRAM - Modelul de Rezonanță a Accidentului.

Metodele aplicate în realizarea prezentei cercetări științifice au constat dintr-o gamă variată de sisteme de investigare, precum sunt, spre exemplu:

- Studiul adecvat al unei bibliografii selectate cu maximă atenție pentru analize comparative detaliate;
- Simulare numerică în spațiul - 2D, numeroase teste realizate folosind software-ului ANSYS Fluent;
- Limbajele de programare: Matlab, Xfoil.
- Software-ul WINQSB.

Capitolul 1

1. Considerații Generale privind Managementul Riscului în cadrul Ingineriei Aerospațiale

Acest capitol subliniază conceptul de Management al Riscurilor și este important de remarcat faptul că acceptabilitatea performanței în materie de siguranță este adesea influențată de reglementările aeronautice și politica aplicabilă la nivel național și internațional. Pentru a se menține un echilibru între producție și protecție, riscul trebuie controlat la un nivel adecvat. Astfel, identificarea pericolelor este primul pas în Managementul Riscului, deoarece cauzele și consecințele acestuia variază în funcție de performanțele caracteristicilor aerodinamice. Poate implica orice situație sau condiție care are potențialul de a provoca daune, incidente și accidente. Pericolele există în orice parte a unei organizații, așa că este foarte necesar un proces de identificare și raportare a pericolelor. Identificarea și analiza acestei situații ar trebui să fie responsabilitatea continuă a factorilor umani implicați în procesul de activitate.

Acest prim capitol conturează analiza bayesiană drept o metodă ce permite raționamentul folosind ipoteze simplificatoare de calcul.

1.1 Modalități de limitare aplicate în Managementul Riscului

1.1.1 Conceptul de Risc în Aviație

Factorul uman se confruntă cu riscuri variate, fie că studiem mediul de lucru al acestuia sau facem referire la modul de viață, sau mediul său social, fiind aplicate în domeniul Managementul Riscului. Pe măsură ce se identifică aceste riscuri, se evaluează riscul simultan

cu potențialele sale beneficii și, se ajunge la concluzia că riscurile implicate depășesc beneficiile obținute, prin urmare se decide să nu se continue algoritmul, iar dacă beneficiile depășesc riscurile atunci se decide să se continue logica sistemului de control. Nivelul de siguranță în orice aspect practic al său va fi, de asemenea, evaluat în mod similar. [3]

Conform documentației de specialitate, în ISO 31000:2018 [4] riscul este definit drept „efect al incertitudinii asupra obiectivelor”. Efectul reprezintă o deviere de la ceea ce se preconizează a se obține. Riscul poate fi pozitiv, negativ sau ambele moduri și se poate trata, crea sau poate conduce la diverse oportunități și multiple amenințări. Obiectivele Managementului Riscului se pot categorisi și pot avea variate aspecte putând fi aplicate pe diverse niveluri considerate.

1.1.2 Tipurile de erori și modalitățile de realizare a procesului de efracție

Conceptul de eroare reprezintă o acțiune sau inacțiune desfășurată de către un factor uman care vor conduce la abateri de la intențiile sau așteptările persoanelor sau organizațiilor aeriene.

1.1.3 Conceptele de pericol și hazard

În documentul 9859 (ICAO Safety Management Manual – SMM) se definește hazardul ca fiind „o condiție sau obiect cu potențial de a provoca leziuni personalului, deteriorarea echipamentelor sau structurilor, pierderi de material sau reducerea capacității de a îndeplini o funcție prescrisă”. Conform ediției actualizate, acesta este definit ca „o condiție care ar putea cauza sau contribui la un incident aviatic sau accident”.

1.1.4 Modalități de identificare a pericolelor în aviație

Identificarea pericolelor reprezintă un proces complex, deoarece se consideră o gamă variată de posibile surse de eșec. În funcție de natura și dimensiunea organizației, domeniul operațional și mediul înconjurător, există diferiți factori care trebuie luați în considerare în cadrul identificării pericolelor.

1.1.5 Metode de identificare a pericolelor în domeniul aerospațial

Echipa SMS a ECAST (European Commercial Aviation Safety Team) a realizat documentul orientativ privind identificarea pericolelor pentru operatorii aerieni. Datele astfel obținute oferă o bază aplicabilă unui număr de instrumente și tehnici specifice pentru identificarea pericolelor și enumerarea avantajelor și dezavantajelor acestora.

În scenarii reale din aviație atât metodele reactive cât și cele proactive, furnizează un mijloc eficient de identificare a pericolului. Investigarea incidentelor aeronautice reprezintă o metodă eficientă în identificarea potențialelor pericole. În sistemele aplicabile cu succes în Managementul Siguranței, abordarea proactivă pentru identificarea pericolelor este utilizată pe scară largă, astfel încât pericolul este identificat și rezolvat înainte de a se putea transforma într-un accident.

1.2 Managementul Riscului și evaluarea acestuia

Managementul Riscului este descris în Manualul ICAO ca fiind „identificarea, analiza și eliminarea (și/sau reducerea la un nivel acceptabil sau tolerabil) a pericolelor, precum și a riscurile ulterioare care amenință viabilitatea unei organizații”. Cu alte cuvinte, Managementul Riscului păstrează un echilibru între riscul evaluat și atenuarea acestuia. Prin urmare, este nevoie de o atentă și complexă analiză, precum și de implementarea logică a proceselor și a modalităților de studiu ale acestora.

După identificarea unui pericol, analizarea situației este absolut obligatorie pentru o evaluare suplimentară a potențialului său în ceea ce privește daunele induse. În cadrul acestui proces, elementele privind probabilitatea, severitatea și rata expunerii sunt luate în considerare.

1.3 Evaluarea probabilistică a riscului

Metodele existente de analiză a riscului sunt în general complementare. Metode ca PRA - Evaluarea Probabilistică a Riscului sau GRA - Evaluarea Globală a Riscului - Global Risk Assessment [5] permit identificarea situațiilor periculoase privind siguranța aviației și aplicarea măsurilor de control al siguranței asociate, cu care se poate confrunta sistemul aviativ. Această primă analiză poate fi completată de o analiză mai detaliată, prin metode liniare, neliniare, sau prin metode mai simple, cum ar fi evaluarea riscului înainte de începerea evenimentului sau evaluarea riscului înaintea zborului.

1.3.1 Studiul probabilităților condiționate în cadrul analizei bayesiene

Probabilitățile condiționate pot fi considerate ca fiind instrumente deosebit de utile în studiul evenimentelor de tip stochastic, ceea ce ne va permite să luăm în considerare și interacțiunile de tip extern, ce va determina apariția unui nou eveniment, dar și a modalității de variație în timp a tuturor elementelor ce vor determina evenimentul studiat.

În cazul în care, se vor urmări multitudinile de valori ale unei variabile aleatoare dintr-un întreg proces, ce este studiat pe un interval de timp, este clar faptul că, apariția unei valori anume pentru variabila considerată la un moment dat, nu va reprezenta un fenomen independent, ci va fi evaluată activitatea anterioară a întregului proces.

Evenimentul nu poate fi studiat utilizând probabilitățile algebrice de tip clasic, acestea fiind determinate în baza unor calcule matematice ce nu țin cont de modul în care a fost dedus variabila aleatoare considerată. [6]

1.3.2 Metodologia bayesiană

Metodele bayesiane sunt caracterizate prin concepte și proceduri după cum urmează:

- Utilizarea variabilelor aleatorii, sau, mai general, valori nedeterminate, pentru a se modela toate sursele de incertitudine cu ajutorul modelelor statistice, inclusiv determinarea incertitudinii datorate lipsei de informații.
- Necesitatea de a se determina distribuția probabilității anterioare, luându-se în considerare informațiile disponibile, existente anterior.
- Folosirea secvențială a formulei lui Bayes: atunci când sunt disponibile mai multe date, se calculează distribuția ulterioară folosind formula matematică anterioară.
- În timp ce, pentru calculul probabilităților pe bază de frecvență, o ipoteză reprezintă o afirmație, care poate să fie adevărată sau falsă, prin urmare probabilitatea poate să fie 0 sau 1. În statisticile bayesiene probabilitatea ce poate fi atribuită unei ipoteze este inclusă într-un interval ce variază între 0 și 1 în cazul în care valoarea de adevăr este una incertă. [7]

1.3.3 Studiul de caz privind metodologia bayesiană

În iunie 2009, aeronava operată de Air France pe ruta 447 a dispărut de pe ecranul radarului în timpul unei curse de la Rio de Janeiro la Paris. [8] Componentele aeronavei au fost găsite plutind pe suprafața Atlanticului cinci zile mai târziu, dar investigarea motivelor care au generat prăbușirea avionului au fost dezvăluite utilizând datele existente în cutia neagră, respectiv în înregistratorul de voce din cabina de pilotaj. S-ar deduce faptul că, după

identificarea unor componente ale aeronavei ar fi facil de găsit și restul avionului, însă în realitate nu este atât de simplu - după un număr de zile, părțile componente se vor degrada odată cu acei curenți ai oceanului. Există software specializat care poate simula modul în care componentele avionului s-au deplasat la momentul inițial al impactului. Acest software este utilizat în mod regulat de către Garda de Coastă a SUA. Dar, în acest caz, deoarece această zonă din apropierea Ecuatorului este cunoscută pentru curenții imprevizibili, în special în acea perioadă a anului, nu a fost de nicio utilitate. Navele, aeronavele și submarinele americane, brazilene și franceze au căutat avionul, dar nu l-au putut găsi. În acel moment, autoritatea de investigare a accidentelor aviatice din Franța, BEA, a făcut un apel către un grup de statisticieni din SUA care au avut experiență în găsirea obiectelor pierdute pe mare. În abordarea lor s-au folosit de interferența bayesiană care ia în considerare toate informațiile cunoscute anterior despre locul accidentului, precum și dovezile generate de eforturile de căutare. Rezultatul este o distribuție de probabilitate pentru localizarea epavei.

Rezultatul final, în acest caz, a fost descoperirea epavei, împreună cu înregistratorul de date de zbor și înregistratorul de voce din cabina de pilotaj, care au furnizat dovezi vitale despre momentele finale ale aeronavei.

1.4 Concluzii

Din punct de vedere practic, eliminarea totală a incidentelor și accidentelor cu urmări deosebit de grave reprezintă obiectivul final, este cert că acest domeniu nu poate fi complet lipsit de pericole și de riscurile asociate acestuia. Factorii umani care sunt implicați în investigații nu pot garanta absența erorilor operaționale și a consecințelor acestora. Prin urmare, siguranța este o caracteristică dinamică a sistemelor de aviație, iar riscurile de siguranță trebuie reduse în mod continuu. Este important de menționat faptul că, studiul performanței în materie de siguranță este adesea influențat de reglementări și de procedurile interne și internaționale. Sistemul deschis și dinamic, precum este aviația, poate menține în continuare echilibrul perfect între producție și protecție, atât timp cât riscurile sunt menținute la un nivel adecvat de control.

În urma aplicării metodologiei bayesiene rezultă o interpretare de același tip bayesian a probabilității care a fost abordată drept o extensie a logicii propozițiilor ce permite raționamentul simplificat de ipotezele considerate, adică afirmațiile ale căror adevăruri sunt false sau incerte. În cazul studiat Air France 447, distribuția de bază a fost probabilitatea de a se studia epava amplasată într-o anumită locație, interpretarea și ulterior înglobarea datelor a fost determinată cu ajutorul modelului bayesian studiat.

Capitolul 2

1. Metode de optimizare aplicate în studiul de investigare a accidentelor aeronautice

2.1 Modelarea accidentelor de aviație

În acest capitol se prezintă în extenso studiul comparativ al analizei a patru tipuri de aeronave de vânătoare pentru dezvoltarea flotei aeriene, pe baza următoarelor criterii: viteză maximă, plafonul de zbor, încărcatura maximă și echipamentul militar. S-a făcut o presupunere cu privire la aceste criterii, iar versiunea optimă este Mig 21 Lancer, ceea ce duce la cea mai bună alegere din flota românească de avioane de vânătoare.

Analiza a fost realizată în scopul de a optimiza modalitatea de luare a deciziilor în condiții de certitudine ce se caracterizează prin tipurile de situații de decizie în care sunt cunoscuți factorii de influență, cu o condiție unică, controlabilă, ce determină consecințele deciziei cunoscute. Obiectivul principal este identificarea și caracterizarea unei zone comune a două procese: decizie și selecție. În acest studiu de caz, cele patru tipuri de avioane de luptă, (decidentul), trebuie să dețină cunoștințe tehnice, datele aerodinamice și informațiile relevante pentru situația analizată.

În literatura de specialitate sunt dezvoltate trei modele matematice de calcul pentru studiul accidentelor, în strânsă legătură cu dezvoltările actuale din domeniul Ingineriei Aeronautice. Metodele secvențiale și cele sistematice sunt considerate drept metode liniare, iar cele sistemice reprezintă metodele neliniare de calcul. [9]

Modelele secvențiale

Modelele secvențiale pornesc de la presupunerea că accidentul reprezintă punctul de maxim al unei serii de evenimente sau circumstanțe care interacționează secvențial unul cu celălalt, într-un mod liniar. Astfel, accidentele pot fi prevenite dacă se neglijează componentele din secvența liniară.

Aceste modele se prezintă într-o manieră grafică și au fost perfect adecvate studiilor din prima jumătate a secolului XX, însă nu sunt corespunzătoare pentru exemplificarea accidentelor sistemelor actuale mult mai complexe.

Modelele epidemiologice

Modelele epidemiologice se inspiră din modul de răspândire al unei boli contagioase. Acest model a fost adoptat și de ICAO (Organizația Internațională a Aviației Civile), din necesitatea de a se înțelege producerea accidentelor. Conform acestei teorii, un accident rezultă dintr-o combinație nefavorabilă de factori, creând astfel un cadru inadecvat.

Un model exemplificativ al acestei categorii este Modelul Sweitzer, sau *modelul Swiss-Cheese*, dezvoltat de profesorul James Reason în anul 1987.

Modelele sistemice

Noua perspectivă de cunoaștere în legătură cu modelarea accidentelor, a evoluat și s-a ajuns la concluzia că aceste modele nu trebuie să fie de tip liniar. Accidentele pot fi considerate ca rezultatul unei combinații de variabile care interacționează între ele. Cercetătorii cheie ai modelelor sistematice sunt Perrow, Leveson și Holnagel. [10]

Autorii aceștia descriu sistemul ca un întreg și nu se bazează pe descompunerea sistemului. Metodele sistemice formează conexiuni între factorii umani, descoperind posibilitatea apariției altor evenimente imprevizibile.

Se consideră că sistemele cuprind componente care interacționează între ele pentru menținerea echilibrului prin intermediul buclor de informații. Un sistem nu este privit ca fiind unul static, ci ca un proces dinamic, care este într-o continuă adaptare pentru a se atinge obiectivele și pentru a se reacționa rapid la schimbările dinspre exterior spre interior. Accidentele sunt tratate drept rezultat al proceselor eronate care implică interacțiuni între factorii umani, structuri sociale și organizaționale, activități ingineresti și componente hardware și software ale sistemului (Leveson 2004). [11]

FRAM - Modelului de Rezonanță Funcțională a Accidentului - se bazează pe premisa că variabilitatea performanțelor, variabilitatea internă și variabilitatea externă sunt normale, în

sensul că, performanța nu este niciodată stabilă într-un sistem complex socio-tehnic, precum este aviația.

2.2 Factorul uman

Eroarea umană a fost considerată drept factor decizional pentru mai mult de 70% din accidentele din aviația comercială. Deși este de obicei asociată cu operațiunile de zbor, eroarea umană a devenit recent o preocupare majoră în practicile de întreținere și de Management al Traficului Aerian.

2.4 Metoda arborelui de defectare

Metoda arborelui de defectare, sau FTA – Fault Tree Analysis, a fost prima metodă concepută pentru a se realiza o analiză sistematică a riscurilor industriale. Dezvoltată la începutul anilor 1960 de către Bell Telephone Company, metoda a fost testată pentru a verifica siguranța sistemelor de lansare a rachetelor. Vizează determinarea lanțului cauzal și combinațiile de evenimente care pot provoca un eveniment nedorit, fiind o metodă actuală în industria aeronautică. Această metodă conferă în mod grafic pentru analiză, permițând și includerea erorilor.

2.5 Metoda momentelor pentru dotarea flotei române aeriene cu avioane de vânătoare

În baza alegerilor considerate în raport cu multitudinea de criterii aplicate, precum sunt: $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ care este o mulțime de obiecte alcătuită din variantele decizionale și $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ este o mulțime alcătuită din criteriile de apreciere a obiectelor din mulțimea V . Criteriile din mulțimea notată C sunt egale din punctul de vedere al importanței considerate. Pentru rezolvarea problemei de tip decizional se va implementa algoritmul ce a fost elaborat de către autorii S.B. Deutch și J.J. Martin [12], care se poate aplica în soluționarea problemelor decizionale, dar și a problemelor de tip multidimensional. Această metodă este numită în literatura de specialitate, drept MM- *Metoda Momentelor*.

Algoritmul astfel elaborat se poate structura după cum urmează:

1. Se ordonează în mod arbitrar toate liniile ce corespund tuturor variantelor m ;
2. Utilitățile se determină cu formula de maxim;
3. Se determină momentele-linie apoi se vor reordona toate liniile - variantele, în ordinea crescătoare a momentelor-linie;
4. Se determină momentele-coloană apoi se vor ordona toate coloanele - criteriile în ordinea crescătoare a momentelor-coloană;
5. Se va relua ulterior întregul algoritm începând de la pasul 3 și continuându-se apoi până atunci când nu vor mai fi necesare alte reordonări pentru coloane.

2.6 Dotarea flotei în condiții de certitudine

Considerăm faptul că se dorește dotarea Forțelor Aeriene Române cu avioane de vânătoare. Avem la dispoziție patru modele disponibile de avioane de mare manevrabilitate, urmând ca la final să alegem cea mai bună variantă folosindu-ne de *Metoda Momentelor* (Deutch Martin).[13]

Se va face o comparație între cele 4 modele după criteriile ce urmează:

- C1- se notează viteza maximă;
- C2- se notează plafonul de zbor;
- C3- se notează încărcătura maximă;
- C4- se notează echipamentul militar.

Cele patru tipuri de avioane de vânătoare sunt: Mirage 2000, F – 16 Block 15 Fighting Falcon, F – 18C Hornet și Mig 21 Lancer C.

Consecințele fiecărei variante care sunt considerate în baza criteriilor decizionale sunt reprezentate în Tabelul 2.4:

Tabel 2. 4 Matricea consecințelor

	C1	C2	C3	C4
V1	2.2	16460	6300	6
V2	2	18000	5000	15
V3	1.8	15240	8165	5
V4	2.4	18200	2000	5

Tabel 2. 9 Matricea consecințelor normalizate

	C1	C4	C2	C3
V4	1	0	1	0
V2	0.33	1	0.93	0.48
V1	0.66	0.1	0.41	0.69
V3	0	0	0	1

Tabel 2. 10 Matricea normalizata a liniilor

	C1	C4	C2	C3
V4	1	0	1	0
V2	0.33	1	0.93	0.48
V1	0.66	0.1	0.41	0.69
V3	0	0	0	1

Se observă că ultimele tabele sunt perfect identice, așadar nu va mai fi posibilă o nouă ordonare a liniilor și/sau coloanelor matricei.

Prin urmare varianta V4 este cea optimă, deoarece reprezintă cea mai bună modalitate ierarhică pentru variantele decizionale.

2.7 Concluzii

Pentru analiză, patru tipuri de aeronave de vânătoare au fost comparate pentru dezvoltarea flotei aeriene, pe baza următoarelor criterii: viteză maximă, plafonul de zbor, încărcătura maximă și echipamentul militar. S-a făcut o presupunere cu privire la aceste criterii, iar versiunea optimă este Mig 21 Lancer, ceea ce duce la cea mai bună alegere din flota românească de avioane de vânătoare.

Decidentul (în acest caz, cele patru tipuri de avioane de luptă) trebuie să dețină cunoștințe, date și informații relevante pentru situația analizată. De asemenea, calculele arată următoarele aspecte (adică selecția):

- Viteza maximă (C1) duce la o dezvoltare constantă, deoarece este unul dintre cele mai importante criterii în diferite misiuni militare. În timpul modernizării avem ca avantaj timpul optim de zbor.
- Echipamentul militar (C4) este un criteriu de maxim, iar avantajul său este că ajută la susținerea operațiunilor de luptă de ultimă generație și la susținerea apărării în țară.

Aceste atribute sunt vitale pentru strategiile decisive împotriva adversarilor de înaltă capacitate.

Capitolul 3

3. Managementul Riscului cu aplicații în tunelurile aerodinamice

Acest capitol sintetizează modalitatea de identificare a multitudinii de pericole care trebuie gestionate în mod corect, ceea ce înseamnă că riscurile și amenințările trebuie eliminate, iar metodele de control ale amenințărilor trebuie planificate și nominalizate liderii și executanții care sunt responsabili de experimentele în suflerii. Pentru a se evita efectuarea unui număr mare de teste în suflerie, care să fie realizate simultan, situațiile periculoase ce pot să apară în mod accidental, trebuie clasificate prin efectuarea de evaluări ale riscurilor, iar selectarea situațiilor cu efecte negative, este indicat să nu depășească costurile de fabricație evaluate inițial.

Cheia principală în investigațiile incidentelor și accidentelor aviatice este de a se determina faptele, condițiile și circumstanțele legate de eveniment, de a se determina cauza principală și ulterior de a se adopta măsurile adecvate pentru a se preveni reapariția evenimentului și factorii care contribuie la producerea accidentului. Scopul Managementului Siguranței este de a identifica pericolele și de a gestiona factorii de risc pentru siguranță și de a se extinde aria efectivă de activitate pentru a se implica efectiv factorii umani precum și acțiunile realizate de aceștia. [14]

3.1 Tuneluri aerodinamice - Scurt istoric și evoluția în timp

Un tunel aerodinamic este principalul instrument utilizat în aerodinamica experimentală. Pentru a utiliza corect datele experimentale obținute în tunelurile aerodinamice, este necesar să se aplice teoria aerodinamică și metodele de calcul pentru interpretarea datelor, planificarea experimentală și controlul instalațiilor. Toate informațiile existente privind cercetarea aerodinamică pentru programe de dezvoltare reprezintă o bază solidă atât pentru teoria aerodinamică, cât și pentru metodele experimentale aplicate. Rezultatele anterioare de calcul și experimentele sunt de mare importanță în testarea tunelului aerodinamic.

Odată ce computerul digital a fost inventat, simulările dinamicii fluidelor au devenit o parte importantă în dezvoltarea vehiculului aerospațial. Metodele de calcul au trecut printr-o dezvoltare rapidă și se presupunea a fi necesară înlocuirea tunelurilor aerodinamice clasice. Cu toate acestea, complexitatea curgerilor reale nu a putut fi reiterată în totalitate prin simulări pe computer. [15]

3.2 Experimente în tunelul aerodinamic

Proiectarea experimentelor a fost studiată pe scară largă și poate oferi informații valoroase cu privire la experimentele efectuate în tunelul aerodinamic. O reprezentare în diagramă bloc a unui experiment în tunelul aerodinamic este prezentată în Figura 3.1 Elementele de intrare sunt reprezentate prin variabile, după cum urmează: unghiul de atac al modelului, mișcarea de rotație sau rulu și presiunea totală. Elementele controlabile sunt: dimensiunea modelului și tunelului, materialele modelului, procesul de construcție, durata experimentului și configurația.

În funcție de scopul lor, unele variabile pot apărea fie în datele de intrare, fie în factorii controlabili. Elementele de ieșire sunt reprezentate de componentele de forțe și momente măsurate cu balanța internă, date de presiune de la traductoare, imagini înregistrate ale

diferitelor metode de vizualizare a curgerilor. Factorii incontrollabili includ turbulența tunelului aerodinamic, temperatura, umiditatea și deformarea modelului.

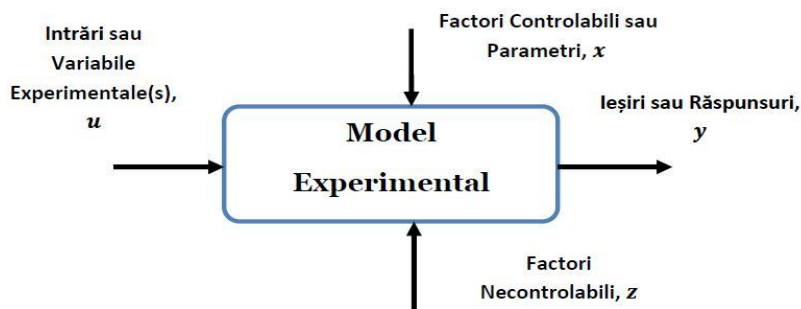


Fig. 3. 1 Model conceptual al unei configurații experimentale

3.3 Considerații privind evaluarea riscului și evaluarea siguranței în tunelurile aerodinamice

Testele efectuate în tunelul aerodinamic includ riscurile inerente ce ar putea afecta personalul, echipamentele sau progresul experimentelor.

Controlul acestor riscuri este esențial pentru a se asigura că personalul, echipamentele și operațiunile de testare sunt sigure și că instalațiile funcționează la potențial maxim. Ca rezultat, la proiectarea unui model și a echipamentelor asociate pentru o operațiune, trebuie luate în considerare principiile de siguranță.

Riscul efectuării unui test este proporțional cu severitatea pericolului și incertitudinea sau probabilitatea ca pericolul să apară.

3.4 Caracteristicile Sufleriei Trisonice din INCAS

Pe baza datelor existente de-a lungul timpului (LOG sufleria Trisonica) am derivat câteva statistici pentru a demonstra necesitatea unei îmbunătățiri a preciziei și calității încercărilor. Sufleria Trisonică este un proiect demarat în anul 1970, iar parametrii principali de precizie erau la nivelul cerut atunci. Adaptarea continuă la evoluția tehnologiei și a cerințelor clienților face necesară adoptarea unor metode noi și tehnici de măsură actualizate, ceea ce necesită re tehnologizări substanțiale.

De-a lungul timpului sufleria a dispus de o multitudine de îmbunătățiri putându-se astfel determina parametrii necesari pentru utilizarea în proiecte de anvergură internațională.

Cele trei configurații aerodinamice care pot fi realizate în cadrul experimentelor aerodinamice sunt:

- modul SWEEP: în timpul testelor aerodinamice, macheta poate parcurge un interval de unghiuri cuprins între minim -15° și maxim $+25^\circ$;
- modul FIX: macheta este poziționată la un singur unghi de incidență;
- modul STEP: în acest caz macheta poate fi poziționată la cel puțin 2 unghiuri prestabilite.

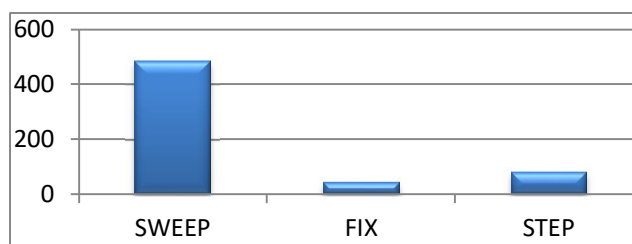


Fig. 3. 5 Configurațiile aerodinamice

În Figura 3.5 au fost reprezentate un raport al numărului de experimente aerodinamice dorite în cazul celor trei moduri ale mecanismului de incidență din cadrul unui program experimental de mare anvergură. Se observă importanța acordată de client pentru rafalele cu incidență variabilă (mod sweep).

3.5 Umiditatea aerului - Riscul de a se repeta rafala

Numărul Mach într-o curgere supersonică depășește valoarea critică ($M=1$) și crește, iar curgerea se va termina prin unda de șoc.

Unda de șoc reprezintă saltul de presiune și numărul Mach prin care se revine la curgerea subsonică (unda de șoc plană) sau nu revine (unda de șoc oblică).

Au fost observate două tipuri principale de condensare:

(i) condens în amonte de secțiunea de lucru la regim solicitant (vizualizări Schlieren), vizibil atunci când s-a atins o suprasaturare;

(ii) condens în apropierea modelului provenind din regiuni supersonice locale, de exemplu, în apropierea suprafețelor profilelor aerodinamice. [16]

În ambele cazuri sunt afectate condițiile secțiunii de lucru și măsurătorile de testare.

Pentru Managementul Siguranței, este necesar să se evalueze factorii de risc pentru siguranța testelor și a experimentelor executate în suflerie, asociate cu consecințele legate de siguranță, prin atribuirea fiecărui risc specific din manualul de siguranță. Fiecare problemă de siguranță poate genera una sau mai multe consecințe și fiecare consecință poate fi evaluată ca o procedură de siguranță a testelor, simplă sau multiplă a factorilor de risc.

3.6 Studiul de caz privind Analiza Decizională pentru umiditatea aerului aplicând software-ul WINQSB

Procesul de decizie cuprinde toate etapele implicate în pregătirea, adoptarea, implementarea și evaluarea deciziei. Pentru a lua decizii eficiente, factorii de decizie trebuie să se adapteze mai rapid pentru a face față situațiilor și cerințelor dificile ce decurg din schimbările întâlnite la tunelul aerodinamic. Situațiile de luare a deciziilor apar drept urmare a condițiilor de mediu și pot fi sigure, riscante, incerte sau neclare. [17]

Efectul umidității aerului are trei alternative decizionale, D1, D2 și D3, precum și trei stări ale mediului, S1, S2 și S3. Numărul Mach poate varia din cauza umidității în majoritatea cazurilor. Următoarele variabile au fost identificate la analiza deciziei drept stări naturale: temperatura punctului de rouă (S1), numărul Mach dorit (S2) și numărul Reynolds (S3). Presupunând că probabilitatea de apariție a fiecărei stări este $P(S_1) = 40\%$, $P(S_2) = 30\%$ and $P(S_3) = 30\%$. Au fost determinați criteriul maximin, criteriul maximax, criteriul minimax al regretelor și construirea unei decizii optime și arborele decizional al problemei. Variabilele fiecărei decizii au fost utilizate pentru diferitele regimuri de curgere, astfel: supersonic - $M = 2$, $M = 1.8$ și transonic - $M = 0.95$. [18]

Un arbore de decizie este o secvență logică care include toate combinațiile de alternative de decizie acceptate precum și starea mediului.

Tabel 3. 1 Analiza decizională pentru umiditatea aerului

Alternative Decizionale	Stări naturale		
	S ₁	S ₂	S ₃
D ₁	-40	2	8
D ₂	-20	1.8	8
D ₃	-10	0.95	4.15

Problema umidității aerului va fi rezolvată folosind modulul Analiză - Decizie din programul WINQSB. [19]

În fereastra „Specificarea problemei” va fi selectat tipul de problemă (Analiza Tabelului de Recompense), titlul, numărul de stări ale mediului și numărul de alternative decizionale, așa cum se arată în Figura 3.12.

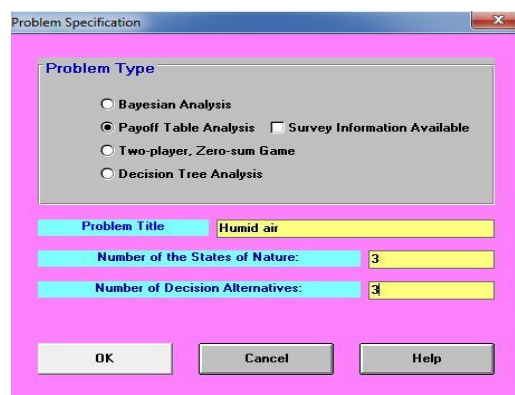


Fig. 3. 12 Interfață pentru introducerea datelor

În Figura 3.13 se ilustrează modalitatea de introducere a datelor:

Decision \ State	State1	State2	State3
Prior Probability	0.4	0.3	0.3
Alternative1	-40	2	8
Alternative2	-20	1.8	8
Alternative3	-10	0.95	4.15

Fig. 3. 13 Introducerea datelor

Se selectează „Rezolvare problema” din meniul Rezolvare și Analizare. Pe ecran va apărea o fereastră asemănătoare cu cea din Figura 3.14, indicând criteriile de decizie și solicitând utilizatorului să introducă ‘coeficientul de optimism’ pentru criteriul Hurwicz.

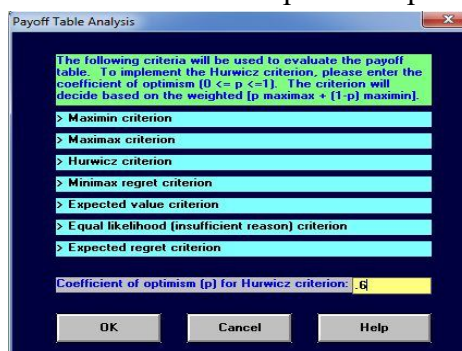


Fig. 3. 14 Rezultatul analizei pe baza criteriului Hurwicz

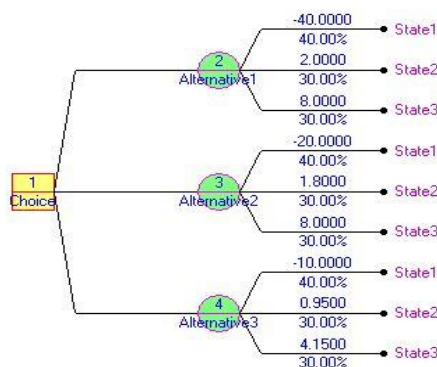


Fig. 3. 16 Arborele de decizie pentru umiditatea aerului

Arborele de decizie este elaborat în Figura 3.16.

Cea mai bună valoare este determinată de valoarea maximă, care în acest caz este nodul 4, dar valoarea temperaturii punctului de rouă în tunelul aerodinamic este negativă, deci valoarea maximă este cea de la nodul 2, ceea ce implică faptul că, decizia D1 este cea mai bună opțiune.

3.7 Concluzii

Prin urmare, toate pericolele trebuie gestionate corect, ceea ce înseamnă că riscurile și amenințările trebuie identificate, metodele de control ale amenințărilor trebuie planificate și trebuie nominalizați liderii și executanții responsabili de experimente. Pentru a se evita efectuarea unui număr mare de teste în suflerie, care să fie realizate simultan, situațiile periculoase ce pot să apară în mod accidental, trebuie clasificate prin efectuarea de evaluări ale riscurilor, iar selectarea situațiilor cu efecte negative, este indicat să nu depășească costurile de fabricație evaluate inițial. Criteriul Hurwicz (criteriul optimist) aplicat în experimentele realizate în suflerie, permite selectarea variantei care maximizează profitul determinat în cazul în care starea cea mai favorabilă a mediului este luată în considerare, utilizându-se valorile parametrului $\alpha \in [0,1]$.

Rezolvarea studiului de caz cu modulul de analiză a deciziilor utilizând software-ului WINQSB conferă o nouă perspectivă privind asistarea luării deciziilor și selectarea celei mai bune strategii de risc pentru studiul efectului umidității în cadrul experimentelor efectuate în tunelul aerodinamic. Deoarece valoarea temperaturii punctului de rouă în tunelul aerodinamic este negativă, prin urmare valoarea maximă admisibilă este cea de la nodul 2, ceea ce implică faptul că, decizia luată D1, este cea mai bună opțiune considerată.

Capitolul 4

4. Contribuții originale privind efectul proeminenței semicirculare asupra caracteristicilor aerodinamice ale profilului NACA 1410

Acest capitol include diferitele metode de întârziere a separării curgerii care au fost propuse de numeroși cercetători, care au inclus în studiile lor utilizarea generatoarelor de vortex pentru a se crea turbulențe și pentru a se întârzia desprinderea stratului limită.

Studiul proeminențelor pe un profil aerodinamic poate optimiza performanța unei aeronave prin modificarea caracteristicilor de curgere ale suprafeței. O proeminență existentă pe un profil aerodinamic NACA 1410 s-a dovedit a fi mai necesară în ajustarea forțelor de portanță, rezistență la înaintare și a momentului de tangaj, decât utilizarea unui profil

convențional. Rezultatele ce au fost obținute drept urmare a includerii în studiul de caz, a acestui fapt au fost structurate astfel: în primul caz, proeminențele de pe profilul NACA 1410 sunt orientate spre exterior, îmbunătățind astfel coeficientul momentului de tangaj, iar curba proeminenței are, de asemenea, efectul suplimentar de a se accelera separarea stratului limită, scăzându-se astfel coeficientul de presiune, atunci când este utilizat împreună cu modelul k- ω , limitatorul forței de forfecare ajutând astfel la prevenirea acumulării excesive de energie turbulentă la punctele de stagnare. În al doilea caz, când unghiul de atac (AoA) al profilului cu proeminență crește rapid și absența unei proeminențe creează o ușoară fluctuație a profilului, coeficientul de presiune scade, în final, rezultând formarea unui vârtej mic în profil. O proeminență interioară se va forma peste suprafața profilului, permițând observarea separării stratului limită, care va fi aranjată pentru cea mai mică rezistență la înaintare și portanță maximă. Îmbunătățește, de asemenea, eficiența aerodinamică a aeronavei, care, la rândul său, îmbunătățește performanța generală.

4.1 Modelarea numerică a profilului aerodinamic NACA 1410

În acest studiu parametrii aerodinamici ai curgerii au fost simulați numeric în CFD într-un model 2D al unui profil aerodinamic, folosind funcția dinamică de discretizare a solver-ului ANSYS Fluent. Modelul numeric reprezintă o simulare CFD a unui model 2D NACA 1410 cu domeniul și grila de discretizare adecvată pentru toate unghiurile de atac de la -2° la 18° .

Pentru obținerea rezultatelor numerice s-au folosit trei metode de calcul pentru profilul aerodinamic NACA 1410. [20] Astfel avem parametrii obținuți din simularea CFD, cei obținuți din diagrama Abbott & von Doenhoff [21] și cei calculați în Xfoil. În tabelul 4.1 sunt reprezentate valorile coeficienților de portanță, a rezistenței la înaintare și coeficienții momentului de tangaj a profilului NACA 1410 nemodificat.

Tabel 4. 1 Coeficienții profilului NACA 1410 rezultați din cele 3 modele de calcul

Alpha	C_L			C_D			C_m		
	Fluent	Abbott	Xfoil	Fluent	Abbott	Xfoil	Fluent	Abbott	Xfoil
-2	0.11101	-0.13	-	0.008937	0.0064	0.00537	-0.02435	-0.09	-0.027
0	0.10818	0.09	0.1024	0.00883	0.0055	0.00482	-0.02377	-0.08	-
2	0.32645	0.3	0.3443	0.009175	0.0058	0.00478	-0.02306	-0.085	0.0267
4	0.54255	0.55	0.5604	0.009965	0.0062	0.00613	-0.02211	-0.075	0.0261
6	0.75412	0.75	0.802	0.01152	0.0082	0.00804	-0.02072	-0.07	0.0237
8	0.95761	0.99	1.0089	0.013245	0.01	0.00991	-0.01843	-0.07	0.0276
10	1.1495	1.18	1.2153	0.01622	0.013	0.01238	-0.01513	-0.03	0.0237
12	1.3193	1.35	1.4054	0.02067	0.016	0.01603	-0.00991	-0.01	0.0202
14	1.14535	1.5	1.6694	0.02758	0.0206	0.02053	-0.00279	-0.005	0.0146
16	1.5151	1.4	1.6204	0.040441	0.0067	0.03103	0.003801	-0.15	0.0059
18	1.3976	1.11	1.5823	0.074938	0.02	0.05977	-0.00531	-0.45	0.0052

Profilul NACA 1410 fiind un profil aerodinamic subțire, efectul de stall va apărea de la partea posterioară, prin urmare, modificarea suprafeței în ceea ce privește apariția unei proeminențe semicirculare se va face folosind un diametru de 30 mm la o distanță de 750 mm față de vârf. În Tabelul 4.2 sunt prezentate specificațiile profilului modificat:

Tabel 4. 2 Specificațiile profilului modificat

Particularități	Caracteristici
Seria profilului	NACA 1410
Coarda	100 mm
Tipul proeminenței	Semi- circulară
Diametrul proeminenței	30 mm
Localizarea proeminenței	750 mm față de coardă (suprafața inferioară)

4.2 Rezultatele numerice obținute și interpretarea acestora

Rezultatele simulărilor numerice pentru profilele aerodinamice NACA 1410 cu și fără modificări de suprafață au fost comparate la diferite unghiuri de atac variind de la -2° la 18° . Au fost efectuate, de asemenea, simulări CFD al profilelor NACA 1410 cu și fără modificări de suprafață. Pentru a se obține cea mai bună performanță aerodinamică posibilă, coeficientul de portanță (C_L), coeficientul de rezistență la înaintare (C_d) și coeficientul momentului de tangaj (C_m) au fost determinați și studiați. [20]

Proeminența exterioară are un impact semnificativ asupra curgerii, așa cum se poate observa în Figura 4.15c), ceea ce reprezintă distribuția presiunii de-a lungul coardei. Chiar și din datele de simulare numerică, coeficientul de portanță și coeficientul momentului de tangaj al proeminenței exterioare au o gamă largă de valori, care îi determină să aibă un impact considerabil asupra curgerii, datorită geometriei profilului NACA 1410 cu proeminență exterioară unde, valoarea coeficientului de moment de tangaj va crește. Proeminența interioară prezentată în Figura 4.16 are caracteristici aerodinamice mai mari decât cea exterioară. Din acest motiv, s-a decis că proeminența interioară este mai potrivită decât proeminența exterioară, așa cum este indicat de constatările acestui studiu. Proeminența interioară oferă, de asemenea, o eficiență aerodinamică mai mare. Datorită curburii mari a proeminenței desprinderea stratului limită va avea loc mai rapid, ceea ce va duce la o scădere bruscă a coeficientului de presiune.

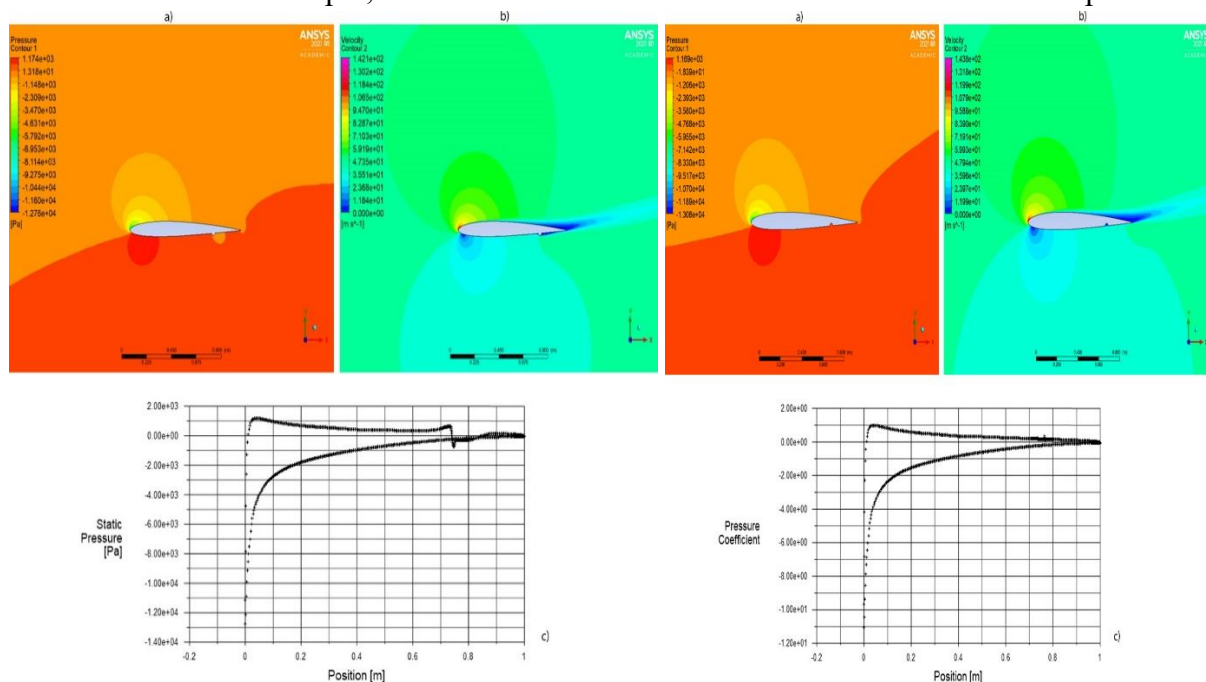


Fig. 4. 15 Rezultatele analizei pentru profilul NACA 1410 cu proeminență exterioară la 14° AoA: a) profilul de presiune b) profilul de viteză c) distribuția de presiune pe lungimea coardei

Fig. 4. 16 Rezultatele analizei pentru profilul NACA 1410 cu proeminență interioară la 14° AoA a) profilul de presiune; b) profilul de viteză c) Distribuția de presiune pe lungimea coardei

4.3 Concluzii

Proeminențele pe o suprafață pot îmbunătăți performanța unei aeronave prin modificarea caracteristicilor de curgere ale suprafeței. O proeminență pe un profil aerodinamic NACA 1410 s-a dovedit a fi mai necesară în ajustarea forțelor de portanță, rezistență la înaintare

și a momentului de tangaj decât utilizarea unui profil convențional. Rezultatele au fost obținute ca urmare a includerii în studiul de caz, a acestui fapt.

În primul caz, proeminențele de pe profilul NACA1410 sunt orientate spre exterior, îmbunătățind coeficientul momentului de tangaj. Curba proeminenței are, de asemenea, efectul suplimentar de a accelera separarea stratului limită, scăzând coeficientul de presiune și atunci când este utilizat împreună cu modelul $k-\omega$, limitatorul forței de forfecare ajută la prevenirea acumulării excesive de energie turbulentă la punctele de stagnare. În al doilea caz, când unghiul de atac (AoA) al profilului cu proeminență crește rapid și absența unei proeminențe creează o ușoară fluctuație a profilului, coeficientul de presiune scade, în final, rezultând formarea unui vârtej mic în profil. Proeminența interioară, spre deosebire de celelalte modificări de suprafață, oferă cele mai bune caracteristici aerodinamice, după cum s-a afirmat anterior. S-a constatat că proeminența internă depășește proeminența exterioară în termeni de eficiență aerodinamică și că proeminența exterioară produce o portanță mai mare în comparație cu un profil standard. O proeminență interioară se va forma peste suprafața profilului, permițând observarea separării stratului limită, care va fi aranjată pentru cea mai mică rezistență la înaintare și portanță maximă. Îmbunătățește, de asemenea, eficiența aerodinamică a aeronavei, care, la rândul său, îmbunătățește performanța generală.

Capitolul 5

5. Riscul de instabilitate aeroelastică datorat efectelor induse de proeminențele semicirculare pe un profil NACA 1410

În acest capitol se studiază aeronavele ale căror aripi au drept profil aerodinamic unul ce prezintă o proeminență ce se află într-o mișcare dinamică cu o viteză mai mare decât cele ale căror aripi au drept profil unul de bază, atât timp cât viteza este mai mică decât cea de divergență. Fenomenul de divergență este un fenomen de tip limită de stabilitate aeroelastică, soluția de echilibru există până la o valoare critică a presiunii/vitezei de divergență, iar interpretarea acestei valori critice pe baza definirii condiției de stabilitate, indică faptul că pierderea stabilității va coincide cu anularea numitorului unei fracții (α_{ech}).

Deoarece o scădere a performanței de portanță este extrem de dificil de gestionat, cercetătorii au descoperit noi tehnici pentru a se crește performanța aerodinamică. Obiectivul este de a se energiza curgerea suficient pentru a se combate gradientul de presiune nefavorabilă și pentru a se împinge punctul de separare în aval. Acesta va întârzia desprinderea stratului limită și va reduce zona de siaj, sporind astfel performanța aerodinamică.

Proeminența exterioară produce o portanță mai mare în comparație cu profilul standard. Cu cât proeminența este situată mai aproape de bordul de atac, cu atât desprinderea are loc mai repede și prin urmare portanța va scădea. Astfel se recomandă poziționarea proeminenței exterioare mai aproape de bordul de fugă.

5.1 Modelarea profilului aerodinamic NACA 1410

În acest studiu, parametrii aerodinamici ai curgerii au fost simulați în CFD într-un model 2D a unui profil aerodinamic, folosind funcția dinamică de discretizare a solver-ului ANSYS

Fluent. Modelul numeric reprezintă o simulare CFD a unui model 2D NACA 1410 cu domeniul și grila de discretizare adecvată pentru toate unghiurile de atac (de la 0° la 16°). [20]

Profilul NACA 1410 fiind un profil subțire, efectul de stall va apărea de la bordul de fugă, prin urmare, modificarea suprafeței în ceea ce privește apariția unor proeminențe semi-circulare se va face pentru un diametru de 30 mm, la o distanță de 250 mm față de vârf, respectiv 750 mm pentru cea de-a doua proeminență.

5.2 Rezultatele numerice și interpretarea acestora

Rezultatele simulărilor numerice pentru profilul aerodinamic NACA 1410 cu și fără modificări de suprafață au fost comparate la diferite unghiuri de atac variind de la 0° la 16° . Au fost efectuate, de asemenea, simulări CFD al profilelor NACA 1410 cu și fără modificări de suprafață. Pentru a se obține cea mai bună performanță aerodinamică posibilă, coeficientul de portanță (C_L), coeficientul de rezistență la înaintare (C_d) și eficiența aerodinamică (C_L/C_d) au fost determinate și studiate.

În ceea ce privește unghiul de atac, Figura 5.4 prezintă relația dintre coeficientul de portanță și diferite poziții de proeminență pe secțiunea profilului aerodinamic. Cazurile luate în considerare includ studiul profilelor aerodinamice cu și fără proeminențe, precum și cele cu proeminențe exterioare la 25% și 75% față de coardă.

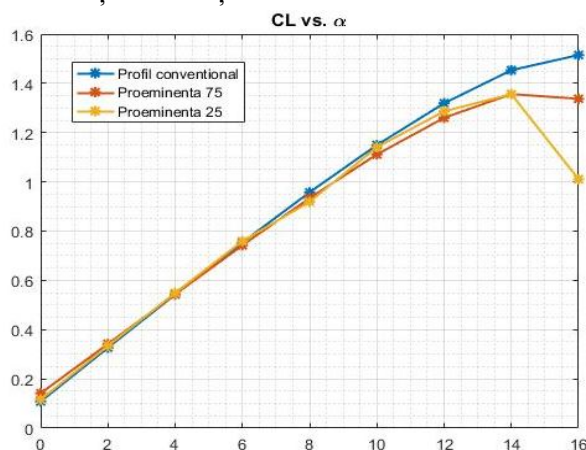


Fig. 5. 4 Analiza rezultată C_L vs. AoA

S-a observat că un profil fără proeminență produce mai puțină portanță. Proeminența determină coeficientul de portanță la o creștere constantă când aceasta este introdusă. Pe măsură ce crește unghiul de atac, portanța pentru ambele poziții crește, de asemenea. În comparație cu un profil normal, proeminența exterioară oferă o scădere semnificativă a reducerii portanței. De aceea, s-a constatat că respectiva proeminență indiferent de poziția ei pe profil fapt ce va duce la o scădere a portanței. Cu cât proeminența este poziționată mai aproape de bordul de atac, cu atât desprinderea are loc mai repede și portanța va scădea semnificativ. Când unghiul de atac este de 16 grade, portanța scade considerabil în cazul proeminenței exterioare situată în apropierea bordului de atac.

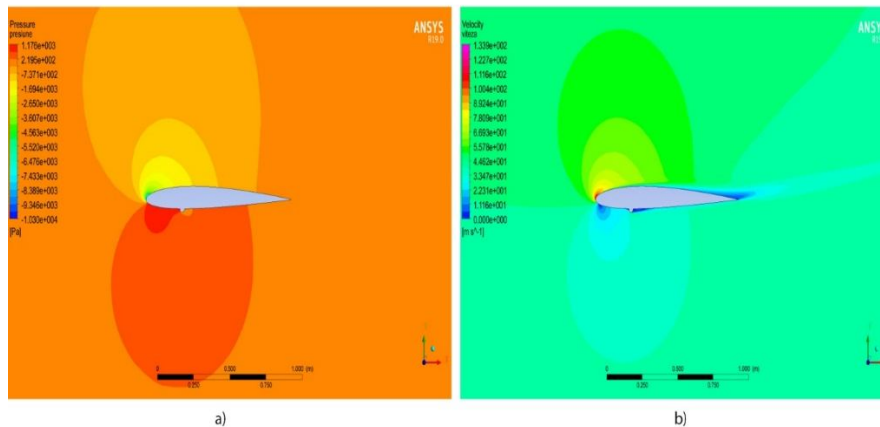


Fig. 5. 1 Rezultatele analizei pentru profilul NACA 1410 cu proeminență exterioară poziționată la 25% față de coardă la 12° AoA: a) profilul de presiune b) profilul de viteză

Proeminența exterioară are un impact semnificativ asupra curgerii, după cum se poate vizualiza în Figura 5.9a), ce reprezintă distribuția presiunii de-a lungul coardei aerodinamice. Se acumulează o presiune destul de mare în jurul proeminenței, iar curgerea va fi afectată și din Figura 5.9b) se observă faptul că, viteza scade atunci când există o creștere a coeficientului de rezistență la înaintare.

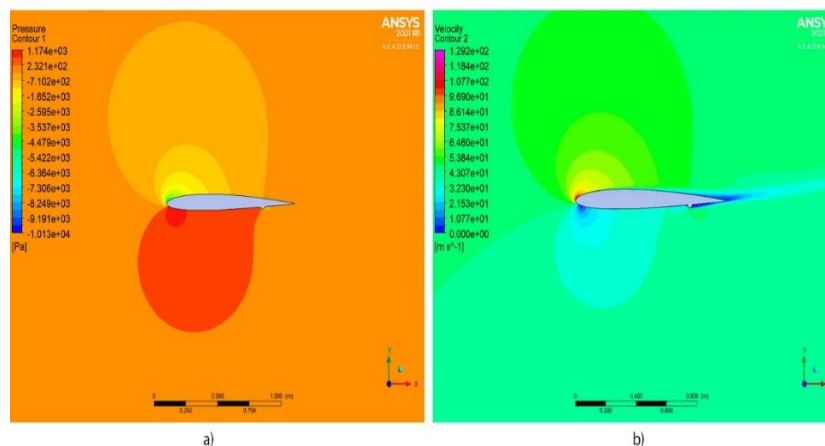


Fig. 5. 2 Rezultatele analizei pentru profilul NACA 1410 cu proeminență exterioară poziționată la 75% față de coardă la 12° AoA: a) profilul de presiune b) profilul de viteză

5.2 Riscul de instabilitate aeroelastică

Modelarea matematică a fenomenelor aeroelastice face apel la conceptele preluate din domenii precum - matematică, mecanică și aerodinamică. Gradul de complexitate al unui model aeroelastic depinde de gradul de complexitate al modelelor.

Un caz aparte în dezvoltarea aeroelasticității îl reprezintă conceptul de aripă rigidă rezemată elastic sau de secțiune tipică.

Aripă rigidă rezemată elastic- secțiune tipică pentru profilul NACA 1410

Acest concept a fost introdus în anii 1920-1930 când observațiile realizate foarte atent au arătat că, pentru aripi relativ drepte în construcția clasică (lonjeroane, eleroane) alegerea unei secțiuni situate la circa 75% din anvergură determină obținerea unor modele de calcul care permit obținerea unor rezultate perfect verificate din punct de vedere experimental.

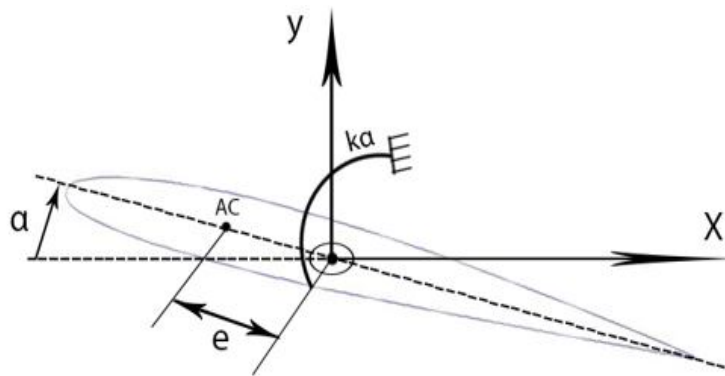


Fig. 5. 11 Aripă rigidă rezemată elastic- secțiune tipică pentru profilul NACA 1410

Astfel, din Figura 5.11 distingem pe coardă două puncte:

- Focarul (centrul aerodinamic notat cu AC)
- Centrul elastic

k_α = constanta de elasticitate

e = distanța dintre centrul elastic si focar

α = unghi de deformare elastic.

Rigiditatea la încovoiere a aripii finite permite ca centrul elastic să se deplaseze de-a lungul axei Z. Centrul elastic este punctul de pe coardă în care o forță aplicată pe direcția axei Z produce numai o translație, iar un cuplu de tangaj produce strict o răsucire în jurul punctului respectiv (α). Considerând faptul că, un centru elastic se poate defini pentru fiecare secțiune a aripii se poate construi o axă elastică (AE) de tip “Y”.

Ca primă observație avem neglijarea efectului greutateii, iar fenomenul modelat este unul de tip staționar.

Momentul elastic are expresia matematică de forma:

$$M_{c_e} = -K_\alpha \cdot \alpha \tag{5.8}$$

K_α - constantă de rigiditate structurală

Condiția de echilibru static este ca $(\Sigma M)_{c_e} = 0$ (suma de momente în centrul elastic)

$$\Rightarrow M_f + L \cdot e - K_\alpha \cdot \alpha \tag{5.9}$$

$$\left(K_\alpha - \frac{1}{2} \rho V^2 S_c C_m^\alpha - \frac{1}{2} \rho V^2 S C_L^\alpha \cdot e \right) \cdot \alpha \quad - \text{se notează cu } \Delta \tag{5.14}$$

$$\alpha_{echi} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \rho V^2 S_c C_m^\alpha + \frac{1}{2} \rho V^2 S C_L^\alpha \cdot e \right) \alpha_\infty \tag{5.15}$$

$$\frac{1}{2} \rho V^2 - \text{se notează } q_\infty \text{ (presiunea dinamică)} \tag{5.16}$$

α_{echi} - soluția de echilibru

$$\alpha_{echi} = \frac{1}{\Delta} q_\infty (S_c C_m^\alpha + S C_L^\alpha \cdot e) \alpha_\infty \tag{5.17}$$

Ca primă discuție s-a constatat faptul că în cazul profilului echipat cu proeminență C_L^α scade, comparativ cu studiul profilului simplu. Dacă C_L^α scade $\Rightarrow q_{\infty D}$ crește.

Dacă $q_{\infty D}$ rezultă că va crește și viteza de divergență.

5.3 Concluzii

Proeminențele pe o suprafață pot îmbunătăți performanța unei aeronave prin modificarea caracteristicilor de curgere ale suprafeței. O proeminență pe un profil aerodinamic NACA 1410 s-a dovedit a fi mai reușită în ajustarea forțelor de portanță și a rezistenței la înaintare decât utilizarea unui profil convențional. În primul rând, proeminențele de pe profilul NACA1410 sunt orientate spre exterior, îmbunătățind coeficientul de portanță. Curba proeminenței are, de asemenea, efectul suplimentar de a accelera separarea stratului limită, scăzând coeficientul de presiune și, atunci când este utilizat împreună cu modelul $k-\omega$, limitatorul forței de forfecare ajută la prevenirea acumulării excesive de energie turbulentă la punctele de stagnare. În al doilea rând, când unghiul de atac (AoA) al profilului cu proeminență crește rapid și absența unei proeminențe creează o ușoară fluctuație a profilului, coeficientul de presiune scade, în final, rezultând formarea unui vârtej mic în profil. Proeminența exterioară produce o portanță mai mare în comparație cu profilul standard. Cu cât proeminența este situată mai aproape de bordul de atac, cu atât desprinderea are loc mai repede și prin urmare portanța va scădea. Astfel se recomandă poziționarea proeminenței exterioare mai aproape de bordul de fugă.

Prin urmare, aeronavele ale căror aripi au drept profil unul dotat cu proeminență, se pot deplasa cu o viteză mai mare decât cele ale căror aripi au ca profil unul de bază, atât timp cât viteza este mai mică decât cea de divergență.

Fenomenul de divergență este un fenomen de tip limită de stabilitate aeroslastică.

Soluția de echilibru există până la o valoare critică a presiunii/vitezei de divergență, iar interpretarea acestei valori critice pe baza definirii condiției de stabilitate, indică faptul că pierderea stabilității va coincide cu anularea numitorului unei fracții (α_{ech}).

Capitolul 6

6. Servicii de consultanță privind Managementul Riscului în Industria Aerospațială

Acest capitol include planul de afacere care are o vastă aplicabilitate deoarece antreprenorul inițiază firma în raport cu domeniul de studii urmat, ceea ce face să se știe cu exactitate care sunt prioritățile, scopurile bine stabilite și rezultatele ce urmează să le atingă firma într-un anumit termen. Acest plan de afacere poate fi implementat cu succes în regiunea metropolitană București datorită numărului mare de firme terțe, dependente de serviciile firmei și cu activitate în domeniul Managementului Riscului. Pentru sustenabilitatea afacerii, managerul firmei va implementa și realiza variate tipuri de servicii, care să fie aplicate individual fiecărui client, iar departamentul PR – Public Relations trebuie să fie adecvat dezvoltat, pentru a se realiza un cadru extins al tipurilor de clienți ce se doresc a fi atrași în sfera de activitate desfășurată. Managerul va promova o strategie de marketing competitivă pentru a face cunoscute ofertele firmei pentru clienții deja existenți pe piață, prin participarea la conferințe, simpozioane și congrese științifice.

6.1 Informații generale

Informațiile generale privind furnizarea de servicii de consultanță sunt prezentate în Tabel 6.1. Activitatea principală a afacerii constă în furnizarea de servicii de consultanță privind Managementul Riscurilor în Industria Aviației.

Codul CAEN aferent acestei activități este **7022: „Activități de consultanță pentru afaceri și management”**.

Tabel 6. 1 Codul CAEN aferent serviciilor de consultanță

Domeniul de activitate	Producție	Servicii	Comerț	Cod CAEN
Servicii de consultanță privind Managementul Riscurilor		x		7022

6.2 Rezumatul ideii de afaceri

Serviciile oferite de firmă sunt furnizate cu respectarea strictă a unor înalte standarde științifice și calitative și asigură consultanța în Managementul Riscurilor de către personalul calificat, ce ajută clientul în înțelegerea abordării problematicii de specialitate.

S.C. BLS S.R.L. este o firmă cu un potențial mare de implementare, deoarece ține cont de domeniul de activitate, corelat cu domeniul de studii al managerului și cererea din ce în ce mai mare a acestor tipuri de servicii pe piața din România.

Pentru înființarea și desfășurarea activității acestei firme în primul an este necesar un buget al investiției de **286,173 lei**.

Cifra de afaceri a firmei la sfârșitul primului an de activitate este previzionată la **614,550 lei**, iar profitul net previzionat este de **29,011.50 lei**.

6.3 Viziunea, misiunea, scopul, obiectivele și activitățile afacerii

Viziunea firmei S.C BLS S.R.L este aceea de a deveni furnizor principal de consultanță privind Managementul Riscului. Firma își dorește să ajute companiile în alegerea strategiilor de tip informatic referitoare la factorii de risc și să acționeze în cazul unor eventuale consecințe nefavorabile, pentru a-și dezvolta business-ul și pentru a-și spori reputația, prin identificarea fiecărui scenariu de risc pentru a determina mărimea riscurilor individuale.

Misiunea S.C. BLS S.R.L. este aceea de a ajuta organizațiile pentru a reduce impactul negativ asupra riscurilor ce pot produce pierderi materiale și umane în industria aviației unde sarcinile firmei constau în diminuarea, estimarea și gestionarea factorilor de risc prin transformarea modalităților prin care acestea pot să influențeze clienții, precum și conexiunile cu terții, factorii tehnologici, datele de calcul, mediul de afaceri și sistemele de comandă și control.

Astfel, scopul acestei afaceri este nevoia acestor servicii de consultanță care vine în completarea și elaborarea de proceduri sau metode noi de gestionare a pierderilor materiale și umane din industria aerospațială. Una dintre metode are la baza modelul de rezonanță funcțională al accidentului sau FRAM.

Vizăm principalele clase din industria aerospațială (aeroporturi, institute de cercetare aerospațială, etc) cu menținerea că metodele noastre de control includ planificarea unor strategii robuste pentru evaluarea riscurilor și a oportunităților.

Obiectivele afacerii propuse

- **O1:** Firma va înființa în primul an de activitate 3 locuri de muncă.
- **O2:** Cota de piață în al doilea an de activitate va fi de 5%.
- **O3:** În al treilea an de activitate cifra de afacere va fi 650,000 lei pe an.

Activitățile prin care se vor realiza obiectivele asumate:

- **A1:** Înființare firmă
- **A2:** Închiriere și amenajare spațiu
- **A3:** Obținerea autorizațiilor conform legislației în vigoare
- **A4:** Recrutare, angajare și instruire personal
- **A5:** Achiziție echipamente și punere în funcțiune
- **A6:** Activități de promovarea ofertei
- **A7:** Furnizarea serviciilor de consultanță

6.4 Descrierea afacerii propuse

Firma va pune la dispoziție servicii de consultanță pentru gestionarea riscurilor în activitățile din Domeniul Aerospațial. Se realizează acest proces prin multiple informații și sprijin pentru stabilirea unor măsuri adecvate și a unor proceduri specifice din cadrul Sistemului de Control Managerial Intern. Astfel, pentru a se eficientiza întregul proces, se impune o bună colaborare ce poate fi structurată în cadrul a trei etape. De asemenea, firma se va asigura de faptul că, sistemele rezultate vor fi perfect adaptate semnificativ nivelului competițional, nivelului de complexitate, precum și politicii aplicate de către potențialii noștri parteneri de business.

6.5 Amplasarea firmei și facilitățile oferite

Locația în planul fizic al firmei este pe Bulevardul Ficusului, nr. 44, fiind o excelentă șansă pentru o companie de acest tip, luându-se în considerare zona care este într-o amplă dezvoltare, având acces la șoseaua București- Ploiești, precum și la stația de autobuz - Pasaj Băneasa.

6.6 Detalii privind afacerea propusă

Activitatea principală a afacerii constă în furnizarea de servicii de consultanță privind Managementul Riscurilor în Industria Aviatică. Codul CAEN aferent acestei activități este 7022 : „Activități de consultanță pentru afaceri și management”.

Planul de afacere propus se încadrează în panificarea strategică și organizatorică, managementul schimbărilor, reducerea costurilor și alte probleme financiare; planificarea, și politici privind resursele umane. Activitățile de consultanță desfășurate în cadrul firmei S.C BLS S.R.L constau în asistarea operațională pentru firmele coordonate cât și pentru alte firme având drept activitate specifică Managementul de Risc.

6.7 Aplicabilitate, relevanță științifică și caracter inovator

Pentru a evidenția fenomenul de accident de-a lungul anilor mai mulți autori au dezvoltat o mulțime de modele conceptuale. La prima vedere, ele par la fel de diverse precum și însăși problema pe care ei intenționează să o rezolve, totuși o analiză mai detaliată arată că există unele subiecte comune.

Graficul GANTT ce include activitățile cheie din implementarea ideii de afaceri este reprezentat în Figura 6.4.

S.C.BLS S.R.L.	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12
<i>Inchiriere si amenajare spatiu</i>	■											
<i>Achizitionare echipamente (calculatoare,etc)</i>		■										
<i>Achizitionare/ Instalare mobilier</i>		■	■									
<i>Obtinere avize, acorduri, autorizatii, etc.</i>		■	■									
<i>Recrutare/ Selectie/ Angajare personal</i>		■	■									
<i>Instruire personal</i>			■	■								
<i>Promovare servicii oferite</i>			■	■								
<i>Incepere activitate firma</i>				■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fig. 6. 1 Graficul Gantt

6.8 Managementul resurselor umane

Schema organizatorică este prezentată în Figura 6.5.

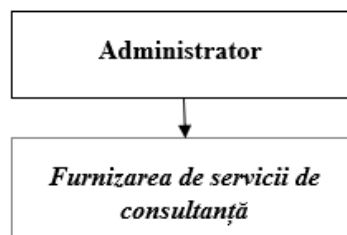


Fig. 6. 2 Organigrama firmei

6.9 Analiza poziției firmei pe piață și a politicii de marketing

Pentru început, firma dorește să se afirme și să se poată menține pe piața serviciilor cu activități de consultanță privind Managementul Riscului în domeniul aviatic. Clienții firmei vor fi din industria aeronautică, incluzând aeroporturile cât și firmele din domeniu (institute de cercetare). Afacerea propusă va opera pentru companiile din România cu domeniul din industria aeronautică. Clienții au drept avantaje reputația deja formată, experiența mediului de afaceri, gama largă de servicii oferite și promovarea continuă a imaginii firmei. De aceea considerăm că firma va funcționa pe o nișă de piață, înalt specializată.

6.10 Profilul clienților, furnizorilor, distribuitorilor și al concurenților

Clienții S.C. BLS S.R.L. sunt societăți comerciale, indiferent de forma lor juridică de constituire, dar și persoane fizice, întreprinzători, ce au nevoie de consultanță pentru prevenirea riscurilor în clasele de transport aerian ce sunt acoperite de către serviciile firmei SC BLS S.R.L. Concurența în acest domeniu poate fi apreciată ca fiind destul de intensă, în special într-un oraș mare ca Bucureștiul. În zona în care se va deschide firma concurența este foarte

scăzută, în zona neexistând nici o firmă cu acest profil, dar existând mai multe firme și aeroportul Băneasa, cu activități complementare firmei.

6.11 Analiza mixului de marketing

Firma dorește să ajute clienții în gestionarea riscurilor din organizațiile din clasele de transport. Nevoia clienților pentru identificarea riscurilor într-o manieră cât mai dezvoltată pe baza analizei FRAM va ajunge la o strategie robustă și la necesitatea modelelor noi de identificare a riscurilor.

Politica de produs

Pentru început, firma dorește să pătrundă și să se poată menține pe piața serviciilor cu activități de consultanță privind managementul riscurilor în domeniul aeronautic. Clienții firmei vor fi din industria aerospațială, incluzând aeroporturile, institutelor de cercetare aerospațială. Afacerea propusă va opera pentru companiile din clasele de transport din România.

Politica de preț

Discuțiile inițiale, privind serviciile oferite, procesele și procedurile de urmat pentru elaboarea, dezvoltarea sau implementarea unei analize de risc are un tarif standard al firmei de 150 RON/ora (fara TVA).

Politica de distribuție

Firma va încheia contracte direct cu clienții. Nu prevede utilizarea de intermediari.

Politica de promovare

În etapa inițială se dezvoltă o strategie de marketing ce prevede o politică de promovare de tip agresiv, ce este adresată acelor firme ce sunt susceptibile de a deveni viitori clienți prin:

- Crearea unui site WEB (site-ul firmei)
- Materiale publicitare (pliante, mape, broșuri, cărți de vizită)
- Participare la târguri expoziționale, conferințe
- Publicitate social media: Facebook, Instagram, LinkedIn

6.12 Previziunea financiară

Ipoteze de lucru:

S-a realizat planul financiar în care s-au inclus ipotezele de lucru ce au fost luate în considerare, astfel:

- Previziunea se face pentru 1 an (12 luni);
- Impozitul pe venit va fi de 1% pe cifra de afaceri;
- Amortizarea echipamentelor se va face conform metodei liniare, pe o perioadă de 3 ani, conform Catalogului privind clasificarea și duratele normale de funcționare a mijloacelor fixe, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 2 139/2004;
- S-a luat în considerare un program de lucru de 8 ore, de la 09:00 la 17:00;
- În primul an, angajații urmează să realizeze o medie de 21 ore de servicii /zi;
- Prețul mediu al unui serviciu/oră de servicii prestate este de 150 lei;
- La fiecare serviciu costurile indirecte aferente orei de consultanță (40%) sunt de 60 lei;

- Spațiul de 60 mp este închiriat pe o durată de 12 luni, cu o chirie lunară de 2500 lei;

6.13 Bugetul investiției

Modalități de fundamentare a cheltuielilor, pe categorii:

Conform Bugetului de investiții, au rezultat următorii indicatori pentru primul an de activitate:

Taxe pentru înființarea firmei: 550 lei;

Cheltuieli salariale

Firma va avea 3 angajați care vor fi remunerați cu câte 3.500 lei/lună net, respectiv 5.983 lei/lună brut, ceea ce înseamnă o cheltuială efectivă pentru societate în valoare de **6.118 lei/lună**.

Se va avea în vedere faptul că personalul va fi angajat începând cu **luna a III a de activitate**.

Total: 6.118 lei * 3 angajați * 10 luni = **183.540Lei**

6.14 Previziunea veniturilor

Conform planului de afacere, se preconizează ca activitatea să demareze începând cu luna a III a de activitate. Ca urmare a publicității efectuate conform planului de marketing, previzionăm să atingem nivelul de 21 ore servicii /prestate într-o zi. În acest context, vânzările pentru anul an I vor fi conform Figurii 6.7:

Vanzari	Luna 1	Luna 2	Luna 3	Luna 4	Luna 5	Luna 6	Luna 7	Luna 8	Luna 9	Luna 10	Luna 11	Luna 12	Total An 1
Nr. ore consultanta facturate	0	0	55	78	137	225	328	459	550	685	780	800	4097
Tarif ora consultanta	0.00	0.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	
Servicii consultanta	0 lei	0 lei	8,250 lei	11,700 lei	20,550 lei	33,750 lei	49,200 lei	68,850 lei	82,500 lei	102,750 lei	117,000 lei	120,000 lei	614,550 lei

Fig. 6. 7: Previziunea veniturilor

6.15 Concluzii

Planul de afacere are o vastă aplicabilitate deoarece antreprenorul inițiază firma în raport cu domeniul de studii urmat, ceea ce face să se știe cu exactitate care sunt prioritățile, scopurile bine stabilite și rezultatele ce urmează să le atingă firma într-un anumit termen. Acest plan de afacere poate fi implementat cu succes în regiunea metropolitană București datorită numărului mare de firme terțe, dependente de serviciile firmei și cu activitate în domeniul Managementului Riscului. Pentru sustenabilitatea afacerii, managerul firmei va implementa și inova servicii de tip unic, dar și original, comparativ cu mediul competițional, ce este indicat a fi unul puternic promovat și care să atragă astfel în cadrul firmei, un număr important de viitori clienți. Managerul va promova o strategie de marketing agresivă pentru a face cunoscute ofertele firmei pentru clienții deja existenți pe piață, prin participarea la conferințe, simpozioane și congrese științifice.

Capitolul 7

7. Contribuții Originale și Direcțiile Viitoare de Cercetare și Dezvoltare

7.1 Concluzii Generale

Teza de doctorat abordează un domeniu de maxim interes și de actualitate, care se află într-o dezvoltare continuă pe măsura trecerii la actuala eră digitală 4D este necesar a fi acordată o atenție deosebită Managementului de Risc aplicat în domeniul de top al Ingineriei Aerospațiale. Tematica abordată parcurge următoarele obiective generale ce pot fi sintetizate după cum urmează:

Capitolul 1

- Acest prim capitol conturează cadrul general al Managementului Riscului în industria aviatică, iar în urma aplicării metodologiei bayesiene va rezulta o interpretare de același tip bayesian a probabilității care a fost abordată drept o extensie a logicii propozițiilor ce permite raționamentul simplificat de ipotezele considerate, adică afirmațiile ale căror adevăruri sunt false sau incerte.
- În studiul de caz realizat pentru Air France 447, distribuția de bază a fost probabilitatea de a se analiza epava amplasată într-o anumită locație, interpretarea rezultatelor și ulterior înglobarea datelor ce au fost determinate cu ajutorul modelului bayesian.

Capitolul 2

- Acest capitol prezintă studiul comparativ al analizei a patru tipuri de aeronave de vânătoare pentru dezvoltarea flotei aeriene, pe baza următoarelor criterii: viteză maximă, plafonul de zbor, încărcătura maximă și echipamentul militar. S-a făcut o presupunere cu privire la aceste criterii, iar versiunea optimă este Mig 21 Lancer, ceea ce duce la cea mai bună alegere din flota românească de avioane de vânătoare.

Capitolul 3

- Rezolvarea studiului de caz cu modulul de analiză a deciziilor utilizând software-ul WINQSB conferă o nouă perspectivă privind asistarea luării deciziilor și selectarea celei mai bune strategii de risc pentru studiul efectului umidității în cadrul experimentelor efectuate în tunelul aerodinamic.

Capitolul 4

- Se analizează proeminențele pe o suprafață ce pot îmbunătăți performanța unei aeronave prin modificarea caracteristicilor de curgere ale acesteia. O proeminență pe un profil aerodinamic NACA 1410 s-a dovedit a fi mai necesară în ajustarea forțelor de portanță, rezistență la înaintare și a momentului de tangaj decât utilizarea unui profil convențional.

Capitolul 5

- Se studiază aeronavele ale căror aripi au drept profil unul ce prezintă proeminențe, ce se pot deplasa cu o viteză mai mare decât cele ale căror aripi au ca profil unul convențional, atât timp cât viteza este mai mică decât cea de divergență. Fenomenul de divergență este un fenomen de tip limită de stabilitate aeroelastică. Soluția de echilibru

există până la o valoare critică a presiunii/vitezei de divergență, iar interpretarea acestei valori critice se face pe baza definirii condiției de stabilitate.

Capitolul 6

- Planul de afacere este prezentat pe larg, având o vastă aplicabilitate în mediul antreprenorial inițializând firma în raport cu domeniul de studii urmat al consultanților, ceea ce face să se știe cu exactitate care sunt prioritățile, obiectivele bine stabilite și rezultatele finale pe care urmează să le atingă firma într-un anumit termen precizat. Acest plan de afacere poate fi implementat cu succes în regiunea metropolitană București datorită numărului mare de firme terțe, dependente de serviciile acestei firmei și cu activitate în domeniul Managementului Riscului.

7.2 Contribuții Originale

1. Am realizat studiul de caz pentru zborul Air France 447, în care distribuția de bază a fost considerată probabilitatea de a se analiza epava ce a fost amplasată într-o anumită locație, interpretarea rezultatelor și ulterior sintetizarea datelor care au fost determinate cu ajutorul modelului bayesian.

2. Am prezentat studiul comparativ al analizei a patru tipuri de aeronave de vânătoare pentru dezvoltarea flotei aeriene, pe baza următoarelor criterii: viteză maximă, plafon de zbor, încărcatura maximă admisibilă și echipamentul militar. Am făcut presupunerea simplificatoare cu privire la aceste criterii, iar versiunea optimă a fost considerată ca fiind Mig 21 Lancer, ceea ce m-a determinat să consider faptul că, aceasta este cea mai bună alegere din flota românească de avioane de vânătoare.

3. Am realizat un program Matlab pentru experimentele de la sufleria trisonică din care au fost derivate statistici pentru demonstrarea necesității unei îmbunătățiri a preciziei și a calității încercărilor.

Am rezolvat problema umidității utilizând software-ului WINQSB ce conferă o nouă perspectivă privind asistarea luării deciziilor și selectarea celei mai bune strategii din Managementul Riscului.

4. Am aplicat diferitele metode de întârziere a separării curgerii pentru a studia curgerea în regim turbulent și pentru a se calcula întârzierea desprinderii stratului limită.

Am realizat simulările numerice folosind ANSYS Fluent pentru studiul proeminențelor pe un profil aerodinamic ce poate optimiza performanța unei aeronave prin modificarea caracteristicilor de curgere ale suprafeței.

Am calculat coeficienții aerodinamici cu ajutorul soft-ului Xfoil, în care am introdus valorile coeficienților determinate în urma rulării codului Matlab.

5. Am calculat coeficienții aerodinamici determinați în urma rulării codului în Xfoil. Am folosit trei metode de calcul pentru determinarea caracteristicilor pentru profilul aerodinamic NACA 1410. Astfel, am obținut parametrii din simularea CFD, cei din diagrama Abbott și cei calculați în Matlab, pentru validarea numerică a rezultatelor. De altfel, am studiat aripa rigidă rezemată elastic- secțiune tipică pentru profilul NACA 1410 și s-a constatat faptul că în cazul profilului echipat cu proeminență C_L^α (Coeficientul de portanță datorat unghiului α) scade, comparativ cu studiul profilului simplu, de unde a rezultat o creștere a presiunii de divergență.

Depășirea valorii presiunii/vitezei de divergență va determina fenomenul de instabilitate aeroelastică.

6. Am realizat planul de afacere care are o vastă aplicabilitate deoarece antreprenorul inițiază firma în raport cu domeniul de studii urmat, ceea ce face să se știe cu exactitate care îi sunt prioritățile, obiectivele fiind bine stabilite și rezultatele pe care urmează să le atingă firma într-un anumit interval de timp. Pentru sustenabilitatea afacerii managerul firmei va implementa și inova servicii de tip unic și original comparativ cu cele desfășurate în mediul competițional, ce trebuie să fie promovate intens și care să determine un portofoliu important de clienți.

7.3 Direcțiile Viitoare de Cercetare și Dezvoltare

1. Studiul aprofundat al profilului asimetric NACA 1410 precum și validarea rezultatelor numerice cu rezultatele experimentale, ceea ce implica testarea profilului NACA 1410 în tunelul subsonic al INCAS.

2. O altă direcție de cercetare este aceea de a se extinde studiul profilului asimetric NACA1410 ce prezintă flaps Gurney. Acesta este un dispozitiv de control al desprinderii curgerii cu portanță mare care va fi testat și studiat în tunelul aerodinamic. Această configurație ce urmează a fi testată va fi alcătuită dintr-o placă de dimensiuni mici care urmează a fi poziționată într-un plan perpendicular pe bordul de fugă al profilului aerodinamic și orientată spre suprafața cu presiune variabilă.

3. Cea de-a treia direcție de cercetare și dezvoltare viitoare constă în dezvoltarea capacităților Software de nouă generație aplicată pentru metoda momentelor în cadrul problemelor decizionale. Vor fi prelucrate datele experimentale obținute într-un timp optim, aplicabilitatea acestor studii putând fi extinsă cu succes și în cadrul misiunilor militare desfășurate în diferite teatre de operațiuni.

7.4 Sinteza lucrărilor

Doctoranda a publicat 14 de lucrări științifice în domeniul Ingineriei și Management, toate au fost elaborate pe durata studiilor doctorale, dintre care 3 ca prim autor și 11 în calitate de coautor, astfel:

- 10 (zece) articole/studii publicate în reviste cotate **ISI (din care 2 articole ca prim autor)**, astfel: 1 articol cu factor de impact 2.127 și 9 articole indexate ISI Proceedings (2 în curs de publicare;)
- 4 (patru) articole/studii publicate în reviste cotate **BDI (din care 1 articol ca prim autor)**;

Bibliografie selectivă

- [1] A. D. I. P. S. S. S. R. P. B. V. S. H. V. S. R. Sowmyashree Y., „Study on effect of Semi-circular dimple on aerodynamic characteristics of NACA 2412 airfoil,” în *AIP Conference Proceedings*.
- [2] Z. S. A., „Computational Analysis of Tetrahedral Vortex Generator Effect on the Attenuation of Shock Induced Separation,” *International Journal of Applied Science and Technology*, vol. 2, nr. 3, pp. pp 34-52, 2012.

- [3] C. Howell, „What Is Difference between Hazard and Risk in Aviation SMS,” SMS Pro Aviation Safety Software Blog 4 Airlines & Airports, 2020.
- [18] A. A. M. C. E. I. A. a. A. S. **R Balasa**, „A dynamic approach to wind tunnel testing under risk conditions assessment,” în *Journal of Physics: Conference Series, International Conference on Applied Sciences (ICAS 2021)*, Hunedoara, 2021.
- [19] [Interactiv]. Available: <https://winqsb.en.download.it/>.
- [20] C. C. A. A. G. A. A. S. **Raluca BALAȘA**, „The impact of different outward and inward protrusion positions on the naca 1410 airfoil section at various angles of attack,” *Mechanical Testing and Diagnosis*, vol. 2, pp. pp. 10-17, 2021.
- [21] A. E. D. Ira H. Abbott, Theory of wing sections, I. I. V. S. N. York, Ed., Dover Publications.
- [22] D. J. D. Mueller T. J., „Aerodynamics of Small Vehicles,” Annual Review of Fluid Mechanics, 2003.
- [23] C. W. G. W. Q. A. S. R. Zhang W., „Geometrical effects on the airfoil flow separation and Transition,” în *Computational Fluids*, 2015, pp. pp 60-73.
- [24] Doc 9859, vol. Third Edition, ICAO Safety Management Manual (SMM), 2011.
- [29] M. L. C. A. G. A. E. I. A. a. A. S. **R Balasa**, „Air Fleet Endowment Using Methods Of Decision Under Certainty,” în *International Conference on Applied Sciences (ICAS 2020)*, 2020.