

ABSTRACT

Teza de față abordează două teme înrudite: a.) proiectarea și optimizarea aeronavelor, inclusiv a parametrilor de cabină, în faza inițială de preconcept, și b) optimizarea proceselor ingineresti de convertire a cabinei unei aeronave. Pentru a), ecuații sau metode existente în etapa de predimensionare și design conceptual au fost îmbunătățite și ecuații sau metode noi au fost introduse (de exemplu: ecuație pentru estimarea factorului Oswald, metodă pentru determinarea eficienței dispozitivelor non-planare de la capătul aripilor, metodă pentru estimarea lungimii cabinei, metodă pentru estimarea volumului compartimentelor de bagaje de mână). Ecuațiile au fost combinate pentru elaborarea unei metodologii. Metodologia a fost implementată în Microsoft Excel pentru a crea o unealtă numită *OPerA – Optimization in Preliminary Aircraft Design*. Optimizarea a fost inițial efectuată cu ajutorul unei uneelte comerciale specializate, Optimus®. Tehnica numită Evoluție Diferențială a fost selectată pentru a fi programată cu ajutorul limbajului Visual Basic for Applications (VBA) și integrată în *OPerA*. Patru funcții obiectiv au fost selectate: clasică minimizare a costurilor directe operaționale (DOC), a masei de combustibil și a masei maxime de decolare, și maximizarea unei funcții obiectiv compuse, $DOC + AV$, alcătuită din ponderi atribuite costurilor directe operaționale (DOC) și parametrilor de valoare adăugată (AV) – parametrii care, cuantificați, pot aduce un plus de profit liniilor aeriene. Pentru b) sunt propuse trei alternative pentru a crește eficiența activităților de design al cabinelor: i) algoritmul de partiționare livrează succesiunea optimă a activităților de design, astfel încât cantitatea de feedback informațional să fie minimă, ii) analiza structurii proprii a matricei de activități subliniază procesele cu impactul cel mai crescut, și iii) analiza de impact identifică grupuri de procese aparținând sferelor: reactive, dinamice, impulsive, de impact scăzut și neutre. Aeronava selectată ca referință pentru optimizare este A320-200. Trei versiuni adiționale sunt investigate: o versiune cu aripi rigidizate, o versiune având curgere laminară pe aripă și o versiune încorporând ambele inovații în același timp. Un număr de 24 de combinații de parametri descriind aeronava și cabina acesteia, inclusiv cerințe de proiectare, sunt testate pentru fiecare obiectiv și fiecare versiune. Variind parametri de cabină și de aeronavă, lărgind cerințele de proiectare și încorporând cele două inovații (aripile rigidizate și curgerea laminară) se obțin următoarele îmbunătățiri pornind de la aeronava de referință: reducerea costului cu aproximativ 15 %, a masei maxime de decolare cu 23 %, a masei de combustibil cu 48 %, și creșterea funcției compuse $DOC + AV$ până la scorul de 9.3 din 10. Unealta furnizată este o unealtă eficientă utilizabilă în proiectarea și optimizarea preliminară a aeronavelor. Poate fi folosită atât în cercetare cât și în activitățile de predare pentru studierea configurațiilor convenționale și inovative. Optimizarea proceselor de conversie a cabinelor este nu numai benefică, dar ajută în demonstrarea capacităților de design și certificare în fața autorităților aeronautice civile.

This thesis covers two related fields a) aircraft preliminary design and optimization, including aircraft cabin design and optimization and b) the optimization of engineering working processes in cabin design and cabin refurbishing. For a) existing equations or methods for aircraft preliminary sizing and conceptual design are adjusted and new equations or methods are introduced (e.g. equation for Oswald factor estimation, method for winglets efficiency estimation, method for estimating cabin length, method for estimating overhead stowage volume). Equations were combined to an aircraft design methodology. The methodology was implemented into Microsoft Excel to create a tool called *OPerA – Optimization in Preliminary Aircraft Design*. Optimization was initially done with a high-level commercial optimization software, Optimus®. A technique called Differential Evolution was selected to be programmed in Visual Basic for Applications (VBA) and integrated directly into *OPerA*. Four objective functions were selected: the classical minimizing of Direct Operating Costs (DOC) represented by equivalent ton-miles costs, minimizing fuel mass, minimizing maximum take-off mass and maximizing of a composed objective function $DOC+AV$ consisting of a weighting of DOC and Added Values which are selected parameters responsible for additional revenues for an airline. For b) three alternatives are proposed to increase efficiency of cabin design activities: i) a partitioning algorithm delivers the sequence that minimizes information feedback, ii) the analysis of the eigenstructure of the matrix underlines those processes with the greatest influence on the engineering system, and iii) a cross impact analysis identifies groups of processes belonging to five spheres: reactive, dynamic, impulsive, low impact and neutral. The selected reference aircraft for optimization is the Airbus A320-200. Three additional versions of the aircraft are investigated: a version with braced wings, a version with natural laminar flow and a version having both innovations at the same time. A number of 24 combinations of aircraft and cabin parameters, as well as requirements are tested for each objective function and each aircraft version. Varying aircraft and cabin parameters, setting requirements free and adding the two innovations braced wings and natural laminar flow delivered these improvements: reduces DOC by about 15 %, maximum take-off mass by 23 %, fuel mass by 48 % and increases $DOC+AV$ up to a score of 9.3 out of 10. The tool provided is an efficient aircraft design tool, producing traceable optimizations in preliminary aircraft design. It can be used in teaching as well as in the research of conventional and innovative configurations. Optimizing process chains for cabin redesign activities is not only beneficial, but also helps demonstrating required design and certification capabilities to aeronautical authorities.