



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” din BUCUREȘTI

ȘCOALA DOCTORALĂ DE INGINERIE AEROSPAȚIALĂ

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

**Studiu privind extinderea activităților de mentenanță în
teatrele de operații pentru aeronava C130 Hercules**

Autor: Marius-Alexandru VOICU

Conducător de doctorat: Prof. dr. ing. Ion FUIOREA

**BUCUREȘTI
2021**

CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT

INTRODUCERE ȘI OBIECTIVELE TEZEI.....	3
CAPITOLUL 1. STADIUL ACTUAL AL ACTIVITĂȚILOR DE MENTENANȚĂ ÎN TEATRELE DE OPERAȚII PENTRU AERONAVELE DE TRANSPORT C-130 HERCULES.....	7
1.1. Considerații privind sistemul și funcțiile sprijinului logistic în misiunile de transport aerian.....	7
1.2. Date teoretice privind mentenanța sistemelor tehnice.....	10
1.3. Date generale și caracteristici tehnico-tactice privind avionul C-130 Hercules	13
1.4. Tipuri de mentenanță aplicate la aeronavele C-130 Hercules.....	15
1.5. Mentenanța în activități internaționale, și în teatre de operații în afara teritoriului național.....	17
CAPITOLUL 2. STUDIU DE CAZ. METODE DE ANALIZĂ A MENTENANȚEI PENTRU AERONAVELE DE TRANSPORT C-130 HERCULES	19
2.1. Situație analitică privind apariția defectelor la avionul C-130 Hercules	19
2.2. Timpul mediu de mentenanță corectivă al aeronavei C-130 Hercules.....	57
2.3. Calculul fiabilității și al timpului mediu de funcționare între defectări (MTBF).....	62
2.4. Aplicarea analizei simplificate a modului de defectare și a efectelor	71
CAPITOLUL 3. ÎNTOCMIREA STOCULUI MINIM OPERAȚIONAL DE PIESE ȘI PLANIFICAREA ZBORULUI DE CROAZIERA DIN PUNCT DE VEDERE AL CONSIDERENTELOR ECONOMICE.....	89
3.1. Întocmirea stocului minim operațional de piese pentru îndeplinirea cu succes a misiunii în teatrele de operații.....	89
3.2. Profilul misiunii de transport aerian în teatrul de operații	93
3.3. Factori care influențează performanțele aeronavei	95
3.4. Influența greutății asupra autonomiei aeronavei	101
CONCLUZII.....	115
C.1. Concluzii generale.....	115
C.2. Contribuții personale.....	116

ANEXE - Analiza simplificată a modului de defectare și a efectelor	119
A.1. Celula.....	119
A.2. Motor	127
A.3. Radio	136
A.4. Instalații speciale	141
BIBLIOGRAFIE.....	147

CUVINTE CHEIE: mentenanță, fiabilitate, avion turbopropulsor, mediu curier, mentenanță corectivă, analiză, defect, componente critice, greutate, duranță, autonomie, performanțe de zbor.

CUPRINS

INTRODUCERE ȘI OBIECTIVELE TEZEI.....	4
CAPITOLUL 1. STADIUL ACTUAL AL ACTIVITĂȚILOR DE MENTENANȚĂ ÎN TEATRELE DE OPERAȚII PENTRU AERONAVELE DE TRANSPORT C-130 HERCULES.....	6
CAPITOLUL 2. STUDIU DE CAZ. METODE DE ANALIZĂ A MENTENANȚEI PENTRU AERONAVELE DE TRANSPORT C-130 HERCULES	8
CAPITOLUL 3. ÎNTOCMIREA STOCULUI MINIM OPERAȚIONAL DE PIESE ȘI PLANIFICAREA ZBORULUI DE CROAZIERA DIN PUNCT DE VEDERE AL CONSIDERENTELOR ECONOMICE.....	16
CONCLUZII.....	30
C.1. Concluzii generale.....	30
C.2. Contribuții personale.....	31
BIBLIOGRAFIE.....	35

INTRODUCERE

Mentenanța modernă contribuie la dezvoltarea durabilă în societate, incluzând măsuri legate de protejarea mediului, reducerea consumului de energie și aspecte economice și de siguranță. Nivelul avansat de executare a activităților de mentenanță are un rol esențial în creșterea competitivității, tehnologia nefiind eficientă fără un management excelent. Fiabilitatea, disponibilitatea și planificarea sunt factori esențiali în competitivitate, ce au avansat pentru prima dată în industria energiei nucleare, fiind urmată rapid de industria aerospațială.

Mentenanța are scopul de a asigura funcționarea sistemelor și echipamentelor tehnice. Aceasta se realizează cu măsuri adecvate prin care un sistem/echipament tehnic de lucru este menținut funcțional prin măsuri ce îi conservă sau restabilesc parametrii de lucru în condiții de creștere a cererilor de calitate. De fiecare dată când un sistem se defectează, este necesar să se urmeze o serie de pași pentru a-l repara ori a-l readuce la starea de operabilitate completă. Acești pași includ: diagnosticarea defectului, izolarea acestuia, dezasamblarea echipamentului pentru a obține acces la piesa defectă și reparația.

Pentru a răspunde cerințelor sistemului, tendința normală este de a aborda în primul rând acele elemente ale unui echipament care au implicații directe asupra performanțelor misiunii, cum ar fi echipamentul primar, personalul care îl operează, software-ul și datele asociate. În același timp, se acordă foarte puțină atenție mentenanței și sprijinului logistic ale sistemului.

Pentru a îndeplini obiectivele generale ale ingineriei sistemelor, este esențial ca toate aspectele care implică funcționarea sistemului să fie luate în considerare într-o bază integrată. Aceasta include nu doar segmente orientate spre executarea misiunii în sine ci și capacitatea de sprijin logistic. Aceasta trebuie luată în considerare de la început (în timpul analizei de fezabilitate atunci când se evaluează noi tehnologii pentru posibila aplicare) și trebuie dezvoltat un concept de mentenanță inițial, privind modul în care sistemul propus urmează a fi proiectat și exploatat.

Cu toate acestea, metodele existente nu sunt întotdeauna ușor de aplicat, în cazul în care disponibilitatea este adesea un criteriu mai important decât fiabilitatea, cu alte cuvinte, timpul de nefuncționare este mai important decât o mică probabilitate de eșec. O eroare este acceptabilă dacă timpii de reparare și repornire sunt scurți, prin urmare mentenabilitatea sistemului și asigurarea unui preces performant de mentenanță reprezintă cheia succesului misiunii în cele mai multe cazuri.

Obiectul cercetării îl constituie analiza complexității activităților de mentenanță executate în teatrele de operații militare internaționale, pentru aeronavele C-130 Hercules din cadrul Forțelor Aeriene Române, pentru îndeplinirea întregului spectru de misiuni în care sunt angajate, utilizând în mod eficient metode moderne de cercetare. În acest scop am întocmit magazia de piese pe care am denumit-o stocul minim operațional cu care aeronava ar trebui să plece în misiunile de transport aerian în teatrele de operații astfel încât rata de succes a acestora să fie maximă.

După care va fi prezentat modul în care au fost efectuate calculele de performanță a zborului, pentru a afla influența greutății suplimentare generată de magazia de piese și pentru a dovedi eficacitatea acestor măsuri.

CAPITOLUL 1. STADIUL ACTUAL AL ACTIVITĂȚILOR DE MENTENANȚĂ ÎN TEATRELE DE OPERAȚII PENTRU AERONAVELE C130 HERCULES

După cum știm, sprijinul logistic al componentei aeriene reprezintă un factor hotărâtor în îndeplinirea misiunilor acesteia în operațiile independente sau întrunite și se exercită prin intermediul domeniilor funcționale ale logisticii.

Asigurarea disponibilității tehnice a echipamentelor, necesară pentru ducerea operațiilor aeriene, pune în evidență faptul că întrebuințarea forțelor aeriene depinde într-o foarte mare măsură de mentenanță.

La fel ca în cazul oricărui sistem tehnic, aeronava C-130 Hercules se supune activităților de mentenanță preventivă, corectivă și complexă, care reprezintă o combinație dintre primele două, aplicată în funcție de criteriile funcționale specifice utilizării sistemelor.

Funcție de complexitatea activităților de mentenanță aceasta se poate clasifica în:

- mentenanța la nivelul de bază (A) – operațională – se execută la formațiunile de mentenanță destinate pregătirii zborului din organizația aeronautică de aviație, de către echipajul tehnic al aeronavei și formațiile tehnice de mentenanță, cu imobilizare de scurtă durată a tehnicii de aviație și presupune verificarea vizuală a integrității aeronavei precum și dacă sunt scurgeri de lichide de la instalații. Aceasta cuprinde:

- inspecții zilnice, care se execută înainte de primul zbor al zilei;
- refacerea capacității (se efectuează între zboruri consecutive);
- inspecții efectuate după zbor.

- mentenanța la nivelul intermediar (B) – se execută la secția mentenanță aeronave din organizația aeronautică, presupune imobilizarea tehnicii de aviație pe o durată de timp medie și implică operațiuni precum:

- verificări periodice efectuate la sistemele aeronavei, conform cartelelor de inspecție;
- inspecții ordonate de structuri de mentenanță ierarhic superioare;
- testări/diagnosticări, reglaje, calibrări, alinieri ale modulelor și componentelor sistemelor;
- reparații și înlocuiri module/componente;
- reparații fuzelaj;
- reparații echipamente radio și electronice;
- pregătirea și evacuarea aeronavelor care nu se repară la acest nivel, la agenți economici.

- mentenanța de nivel complex (C) - presupune imobilizarea aeronavelor pe o durată de timp relativ mare și se execută la secția lucrări complexe din organizația aeronautică sau la agenți economici reparatori care sunt abilitați să execute reparații majore, revizii, modificări, modernizări.

Mentenanța în activitățile internaționale, la aeronavele de transport C-130 Hercules, care au în compunerea echipajului mecanici de bord, se poate executa și cu participarea acestora.

Pe timpul derulării misiunilor internaționale, pe aerodromurile de escală și pe cele de dislocare se execută activități de mentenanță care cuprind:

- controlul între misiuni;
- refacerea capacității de zbor;
- controlul după zbor;
- alimentarea cu carburanți, lubrifianți, lichide speciale și gaze comprimate;
- analiza și interpretarea datelor furnizate de sistemele de înregistrare a parametrilor de zbor;
- încărcarea sistemelor de înregistrare a parametrilor de zbor;
- alimentarea unor sisteme de bord cu materialele necesare îndeplinirii misiunii de zbor; remediarea defecțiunilor sesizate de către membrii echipajului și a celor constatate în timpul controlului.

CAPITOLUL 2 METODE DE ANALIZĂ A MENTENANȚEI PENTRU AERONAVELE DE TRANSPORT C-130 HERCULES

Scopul capitolului al doilea este acela de a stabili componentele critice ale aeronavei, cele care au rata cea mai mare de defectare pentru a putea întocmi stocul minim operațional de piese cu care aceasta va pleca în zborurile de transport aerian astfel încât probabilitatea de îndeplinire a misiunilor să fie maximă.

Pentru realizarea studiului de caz, în primul subcapitol, a fost întocmită o situație cu defecțiunile apărute în timpul exploatarei de către Forțele Aeriene Române a două aeronave C-130 Hercules, denumite generic, aeronava A și aeronava B, în perioada ianuarie 2018 – decembrie 2019.

În urma situației centralizate a fost obținut un număr total de 308 defecte, din care 170 la avionul A și 138 la avionul B.

Pe durata studiului s-a constatat că cele mai multe defecte au fost sesizate de către piloți în timpul zborului și anume 190, din care 94 la aeronava A și 96 la B, în timp ce la sol, echipa tehnică a aeronavelor a descoperit 118, 76 la avionul A și 42 la B.

În ceea ce privește cauza apariției defectelor, s-a constatat că principala cauză o reprezintă cedarea de material, rezultând un număr de 235 de defecte din totalul de 308.

Pe locul doi au fost identificate 21 de dereglări de sistem, descoperite în principal la sistemul de corecție și control al combustibilului (TD), la sistemul de detecție al cuplului negativ (NTS), dar și la echipamente auxiliare instalate pe aeronavă (sisteme de iluminat, lacăte de zăvorăre a ușilor etc.);

- Au fost descoperite 15 defecte produse de circuite întrerupte/contacte imperfecte, la aparate de măsură și control de la bordul aeronavei, la stații radio și la sisteme electronice de control a motoarelor;
- 15 defecte s-au datorat colmatării filtrelor sau a sistemelor;
- 10 situații de pierderi de presiune din cauza pierderii etanșeității în cazul amortizoarelor de la trenul de aterizare, pieselor din ansamblul instalației hidraulice, ori la frâna de parcare;
- 3 situații de decalibrare au produs defecte la indicatoarele de combustibil și la stațiile radio;
- Au fost descoperite 9 situații în care depunerile de impurități au produs defecte la blocurile de frânare, instalația de condiționare și la transmțătorul cantității de ulei de la motor.

În subcapitolul al doilea a fost calculat timpul mediu de mentenanță corectivă pentru aeronava C-130 Hercules, pe baza situației defectelor.

Pentru a afla timpii ciclurilor de mentenanță corectivă în cazul fiecărui defect, au fost consultate manualul de exploatare al aeronavei și carnetul de lucrări al acesteia și notați în cele două tabele de mai jos.

Tabelul 2.1 Timpii mentenanță corectivă aeronava A

Aeronava A	Timpii reparații (min)																							
	Celulă					Motor					Instalații speciale										Radio			
Ian-18	132	217	-	-	-	95	47	191	-	-	-	114	93	-	-	-	-	-	-	-	155	-	-	
Feb-18	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73	201	194	191	242	115	84	168	257	186	-	-	-
Mar-18	215	124	290	-	-	465	84	518	305	-	-	197	181	211	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apr-18	193	221	170	225	-	55	188	286	-	-	-	79	115	107	205	97	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai-18	122	-	-	-	-	129	303	214	-	-	-	104	185	201	201	211	-	-	-	-	-	319	-	-
Iun-18	205	63	76	-	-	121	317	86	119	87	472	168	218	29	-	-	-	-	-	-	-	135	-	-
Iul-18	55	129	-	-	-	238	-	-	-	-	-	125	24	49	104	129	88	-	-	-	-	-	-	-
Aug-18	84	149	121	-	-	65	87	287	179	241	-	129	157	162	93	189	143	174	-	-	-	-	-	-
Sep-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	317	-	-
Oct-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Noi-18	24	-	-	-	-	161	-	-	-	-	-	94	307	-	-	-	-	-	-	-	-	243	-	-
Dec-18	179	94	-	-	-	275	153	-	-	-	-	141	129	-	-	-	-	-	-	-	-	179	-	-
Ian-19	92	147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	213	51	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feb-19	-	-	-	-	-	138	315	-	-	-	-	129	59	112	97	105	-	-	-	-	-	-	-	-
Mar-19	124	-	-	-	-	186	190	257	-	-	-	113	158	98	75	132	95	87	-	-	-	104	-	-
Apr-19	283	124	-	-	-	127	-	-	-	-	-	67	115	148	139	-	-	-	-	-	-	95	-	-
Mai-19	107	249	148	-	-	94	-	-	-	-	-	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107	-	-
Iun-19	21	-	-	-	-	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iul-19	187	97	118	205	158	208	153	243	-	-	-	57	213	-	-	-	-	-	-	-	-	121	39	89
Aug-19	241	205	-	-	-	138	117	125	175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	118	-
Sep-19	-	-	-	-	-	287	56	136	197	-	-	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oct-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Noi-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelul 2.2 Timpii mentenanță corectivă aeronava B

Aeronava B	Timpii reparații (min)																							
	Celulă					Motor					Instalații speciale										Radio			
Ian-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feb-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mar-18	215	259	-	-	-	281	119	123	-	-	-	136	240	127	87	58	62	175	-	-	-	105	145	139
Apr-18	-	-	-	-	-	166	-	-	-	-	-	195	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai-18	84	92	227	115	-	154	-	-	-	-	-	146	162	-	-	-	-	-	-	-	-	122	-	-
Iun-18	65	311	-	-	-	491	-	-	-	-	-	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iul-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aug-18	81	-	-	-	-	304	-	-	-	-	-	133	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97	-	-
Sep-18	212	-	-	-	-	95	128	-	-	-	-	195	107	124	45	309	156	-	-	-	-	201	245	-
Oct-18	198	-	-	-	-	207	126	204	-	-	-	172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Noi-18	163	192	-	-	-	278	-	-	-	-	-	177	-	-	-	-	-	-	-	-	-	132	198	-
Dec-18	234	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-	-
Ian-19	185	221	-	-	-	-	-	-	-	-	-	192	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feb-19	-	-	-	-	-	84	382	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	-	-
Mar-19	-	-	-	-	-	283	195	317	-	-	-	139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apr-19	-	-	-	-	-	584	376	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai-19	-	-	-	-	-	209	146	153	-	-	-	174	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iun-19	556	124	311	39	-	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	-	-
Iul-19	207	-	-	-	-	177	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aug-19	61	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	303	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	-
Sep-19	208	-	-	-	-	84	-	-	-	-	-	117	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oct-19	-	-	-	-	-	248	195	169	108	-	-	139	218	173	74	139	-	-	-	-	-	-	-	-
Noi-19	207	-	-	-	-	219	119	-	-	-	-	87	192	-	-	-	-	-	-	-	-	161	-	-

Au fost identificate în total 275 de cicluri complete de mentenanță și a rezultat un timp mediu de mentenanță corectivă de 162 de minute.

Timpii obținuți, au fost introduși într-un singur tabel, cu scopul de a realiza apoi tabelul de frecvență și histograma de frecvență.

Tabelul 2.3 Timpii de mentenanță corectivă (min)

132	217	95	47	191	114	93	155	115	73	201	194	191	242	115	84	168	257	186	215	124	290	465	84	518
305	197	181	211	193	221	170	225	55	188	286	79	115	107	205	97	122	129	303	214	104	185	201	201	211
319	205	63	76	121	317	86	119	87	472	168	218	29	135	55	129	238	125	24	49	104	129	88	84	149
121	65	87	287	179	241	129	157	162	93	189	143	174	124	317	24	161	94	307	243	179	94	275	153	141
129	179	92	147	138	315	213	51	49	129	59	112	97	105	124	186	190	257	113	158	98	75	132	95	87
104	283	124	127	67	115	148	139	95	107	249	148	94	105	107	21	82	187	97	118	205	158	208	153	243
57	213	121	39	89	241	205	138	117	125	175	43	118	287	56	136	197	99	215	259	281	119	123	136	240
127	87	58	62	175	105	145	139	166	195	124	84	92	227	115	154	146	162	122	65	311	491	94	81	304
133	97	212	95	128	195	107	124	45	309	156	201	245	198	207	126	204	172	163	192	278	177	132	198	234
29	185	221	84	382	192	62	91	283	195	317	139	584	376	209	146	153	174	86	556	124	311	39	47	207
177	61	65	303	80	96	208	84	117	96	248	195	169	108	139	218	173	74	139	207	219	119	87	192	161

Pentru aceasta, timpii de reparație au fost împărțiți convenabil în clase de câte 30 de minute, iar punctele de separare între clase vor fi 30.5, 60.5, 90.5, obținând astfel histograma acțiunilor de mentenanță.

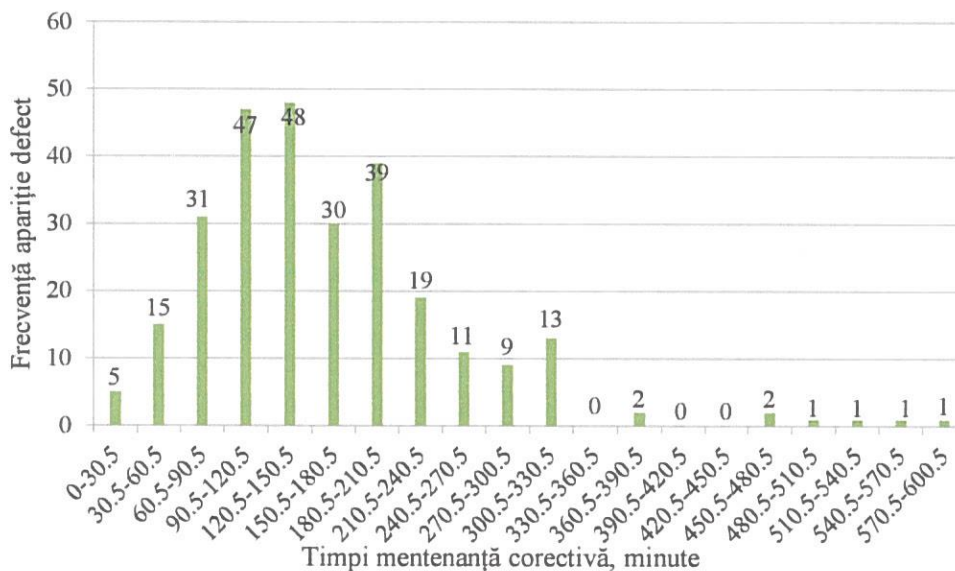


Figura 2.1 Histograma acțiunilor de mentenanță

După cum se poate observa din reprezentarea poligonului de frecvență (fig.2.2), durata de reparație și frecvența variază, rezultând astfel că acesta corespunde distribuției continue a probabilităților ("log-normal distribution"), care se aplică în majoritatea acțiunilor de mentenanță în care durata de reparație și frecvența variază.

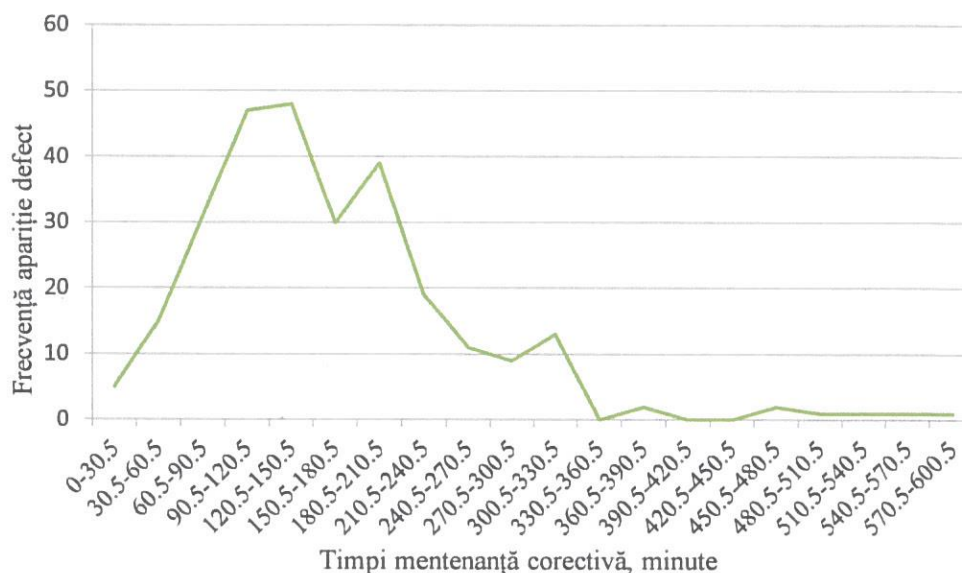


Figura 2.2 Poligonul de frecvență

Următorul subcapitol descrie calculul fiabilității și al timpului mediu de funcționare între defectări (MTBF).

Pentru exemplificarea calculului fiabilității și al timpului mediu de funcționare între defectări, au fost enumerate o parte din defectele apărute în intervalul studiat:

a) au fost identificate 12 defecte la voletul radiatorului de ulei, 8 dintre ele au apărut în timpul zborului, iar 4 au fost detectate și remediate de echipa tehnică a aeronavei, la sol.

- Rata de defectare este de 4.8 defecte la mia de ore;
- Timpul mediu între defectări este de 208,33 ore;
- Fiabilitatea este de 0,89.

b) 11 defecțiuni de radioaltimetru, dintre care 10 au fost raportate de către piloți, după zbor, iar una identificată la sol de către personalul tehnic.

- Rata de defectare este de 4,4 defecte la mia de ore;
- Timpul mediu de funcționare între defectări este de 227,27 ore;
- Fiabilitatea radioaltimetrului este de 0,90.

c) 10 defecțiuni la blocurile de frânare, fie descoperite de echipa tehnică, fie raportate de piloți după zbor, toate s-au petrecut la sol.

- Rata de defectare este de 4 defecte la mia de ore;
- Timpul mediu de funcționare între defectări este de 250 de ore;
- Fiabilitatea blocului de frânare este de 0,91.

d) 12 defecte de indicație a turației motoarelor.

- Au fost 4 cauze diferite;
- Fiabilitatea componentelor a fost mai mare de 0,90.

e) 7 defecte de generator, 4 au fost descoperite și remediate de echipa tehnică a aeronavei la sol, iar 3 s-au petrecut în timpul zborului

- Rata de defectare este de 2,8 defecte la mia de ore;
- Timpul mediu de funcționare între defectări este de 357,10 de ore;
- Fiabilitatea generatorului este de 0,94.

Aplicarea analizei simplificate a modului de defectare și a efectelor

Utilizarea AMDEC pentru mentenanța bazată pe fiabilitate este una dintre cele mai eficiente metode care poate furniza răspunsul la întrebările referitoare la defectările sistemului.

Metoda constă în identificarea defecțiunilor posibile a fiecărui element component al sistemului, a cauzelor de apariție a defecțiunilor identificate, precum și a consecințelor pe care defectul apărut le are asupra subsistemelor sau a întregului sistem.

Originalitatea metodei constă în posibilitatea ierarhizării defectelor în funcție de gravitatea și frecvența de apariție, precum și de posibilitatea detectării lor.

Pentru aplicarea acesteia a fost întocmit un șablon, denumit șablon de analiză simplificată a modului de defectare și a efectelor.

Analiza se începe prin aplicarea datelor din tabelele GRAVITATE, FRECVENȚĂ ȘI DETECTABILITATE, pentru obținerea NUMĂRULUI DE PRIORITIZARE A RISCULUI inițial (RPN), iar după ce au fost luate măsuri corective, se calculează din nou, scopul principal al acestei etape este de a-i reduce valoarea (optimizare).

Rezultatele analizei AMDEC pot conduce la realizarea unui plan de mentenanță coerent și la implementarea unor măsuri de executarea unor inspecții, teste, reparații, activități de supraveghere SAU CHIAR reproiectări ale anumitor subansambluri, modificarea procedurilor asociate activităților de mentenanță, recalificarea operatorilor sau a personalului de mentenanță.

Aplicarea metodei pentru sistemele tehnice de tipul CELULĂ

După cum se poate observa, majoritatea defecțiunilor de tipul celulă au fost detectate în cadrul pregătirii preliminare pentru zbor, ceea ce conduce la concluzia că mentenanța de tip preventiv și sistemul de monitorizare au o eficiență ridicată.

Cauza principală care stă la baza apariției defectelor reprezintă uzura, 60.6 procente.

RPN-ul a putut fi modificat într-un procentaj considerabil, 75% din defectele introduse în analiză au putut fi îmbunătățite, preponderent prin diminuarea probabilității de întâmplare. Astfel, se deduce faptul că metodele de detecție au un randament ridicat, dar probabilitatea de întâmplare (frecvența) este caracterizată de o valoare mare. Aceste situații se pot diminua prin identificarea cât mai exactă a agregatelor cu risc mare de defectare și înlocuirea lor cu unele cu fiabilitate mai ridicată, adaptate la condițiile de exploatare (temperatură, vibrații, coroziune, etc.). Acest fapt atrage după sine costuri suplimentare de mentenanță, însă este justificat de obținerea unei disponibilități mai ridicate a aeronavelor și creșterea siguranței în exploatare.

Aplicarea metodei pentru sistemele tehnice de tipul MOTOR

Observăm că majoritatea defecțiunilor au apărut în timpul zborului și au fost cauzate în principal de colmatarea injectoarelor și a filtrelor (din instalația de ungere, combustibil și hidraulică), ceea ce conduce la concluzia că mentenanța de tip preventiv și sistemul de monitorizare în cadrul sistemelor tehnice de tipul motor nu se desfășoară la eficiență maximă. Un alt factor important îl reprezintă uzura componentelor, o situație oarecum normală, datorată vechimii și a stresului la care sunt supuse acestea din cauza vibrațiilor și temperaturilor ridicate din interiorul/exteriorul motorului, care le afectează în mod hotărâtor.

S-a putut îmbunătăți RPN-ul, într-un procentaj mare, 74%. Asemenea analizei pentru sistemele tehnice de tip celulă și în cadrul sistemelor tehnice de tipul motor este necesară identificarea componentelor cu risc mare de defectare și înlocuirea lor cu unele cu fiabilitate mai ridicată, adaptate la condițiile de exploatare, cu asumarea costurilor suplimentare pentru asigurarea mentenanței.

Se impune o eficientizare a procedurilor preventive cu scopul de a diminua probabilitatea de defectare, prin implementarea metodelor predictive de detecție și prin folosirea metodelor statistice de detecție, spre exemplu prin întocmirea unor baze de date cu defectele constatate în procesul exploatarei și reliefaarea apariției unor defecte de tip nou.

Aplicarea metodei pentru sistemele tehnice de tipul RADIO

Și în cazul sistemelor tehnice de tipul radio majoritatea defectelor au apărut în timpul zborului, fapt care nu este deloc surprinzător, deoarece sunt anumite sisteme care se activează

numai după decolare, iar specificul echipamentului în cauză, care este foarte complex, este că se poate supune rareori unor proceduri eficiente de control vizual.

De asemenea, se observă faptul că se descoperă defecte și la pregătirea preliminară și controlul înainte de zbor, fapt care atestă totuși că mentenanța de tip preventiv și sistemul de monitorizare au o importanță ridicată în cadrul acestei specialități.

Printre cauzele care stau la baza apariției defectelor, se observă că uzura este de departe factorul principal, având procentajul cel mai mare comparativ cu celelalte specialități. Piese de radio sunt cele mai influențabile la apariția vibrațiilor cu amplitudini mari și expuse pentru o perioadă îndelungată (ținând cont de vechimea acestora).

RPN-ul s-a putut schimba în procentaj mai mic comparativ cu celelalte specialități, dar regula îmbunătățirii se păstrează, acesta fiind optimizat prin reducerea frecvenței de defectare în majoritatea situațiilor. Aceasta poate fi influențată atât prin identificarea agregatelor predispuse oboselii, uzurii, coroziunii, condensului, etc. cât și prin înlocuirea acestora cu unele cu o fiabilitate ridicată, achiziționate direct de la producător. De asemenea se pot îmbunătăți metodele de detecție prin specializarea personalului de mentenanță pentru a putea identifica în structura agregatelor componentele cu o fiabilitate mai scăzută și eventual modernizarea lor în regim intern prin elaborarea de buletine de modernizări, acolo unde nivelul de atestare tehnică permite, iar fabricantul este de acord. Trebuie subliniat faptul că metoda atrage după sine costuri suplimentare de mentenanță, adoptarea acesteia fiind dictată de valoarea investiției.

Aplicarea metodei pentru sistemele tehnice de tipul INSTALAȚII SPECIALE

După cum se poate observa pe graficul afișat, majoritatea defectelor au fost identificate în timpul zborului (60%), fapt rezultat la fel ca în cazul sistemelor de tipul radio din cauză că o parte din agregate se pornesc numai după decolare, spre exemplu instalația de degivrare a planului și a ampenajelor. Aproape o treime din defecte au fost detectate în timpul pregătirii preliminare și în timpul controlului înainte de zbor, ceea ce denotă că mentenanța de tip preventiv și sistemul de monitorizare ar trebui îmbunătățite. Se impune astfel o eficientizare a procedurilor preventive cu scopul de a reduce numărul defecțiunilor apărute în timpul zborului.

Factorul predominant care conduce la apariția defectelor este din nou uzura, datorat în mod special vechimii aeronavei și implicit a agregatelor.

RPN-ul a putut fi îmbunătățit, iar în graficul corespunzător se observă că frecvența are partea hotărâtoare și se pot impune măsuri care îl pot influența atât prin identificarea agregatelor predispuse uzurii, coroziunii, cât și înlocuirea acestora cu unele moderne și superioare din punct de vedere tehnic.

Din analiza defectelor din tabelele corespunzătoare analizei simplificate a modului de defectare și a efectelor pentru avionul de transport C-130 HERCULES și din analiza documentației tehnice de însoțire a echipamentelor tehnice, se poate concluziona că principalele cauze de apariție ale defecțiunilor sunt:

- pentru sistemele tehnice – uzura, perioada foarte mare de întrebuințare, în special la componentele de tipul motor și radio, unde am obținut cele mai mari procente;
- pentru materialele din care sunt fabricate sistemele tehnice – caracteristicile slabe ale materialelor folosite – situație întâlnită în cazul tuturor celor patru specialități studiate;
- existența vibrațiilor – cauză determinantă – au o influență negativă în special asupra pieselor de radio și instalații speciale.

Metodele existente pentru monitorizarea sistemului sunt suficiente pentru detectarea defecțiunilor înainte ca ele să se producă, în majoritatea cazurilor. În unele situații, defecțiunile sunt cauzate de fiabilitatea relativ mică a pieselor, însă aceasta se poate mări și conduce la scăderea frecvenței apariției defectelor, implicând costuri suplimentare.

CAPITOLUL 3. ÎNTOCMIREA STOCULUI MINIM OPERAȚIONAL DE PIESE ȘI PLANIFICAREA ZBORULUI DE CROAZIERA DIN PUNCT DE VEDERE AL CONSIDERENTELOR ECONOMICE

În ceea ce privește acest capitol, în urma rezultatelor metodelor de analiză a mentenanței efectuate în capitolul anterior și pe baza experienței acumulate în exploatarea acestora în ultimii ani, au fost identificate piesele cu frecvența cea mai mare de defectare și care ar trebui să se regăsească în stocul cu care aeronava pleacă în misiunile de transport materiale și personal în teatrele de operații.

Pe lângă acestea, se vor include manualele de mentenanță și sculele necesare operării lucrărilor de înlocuire a acestora, care vor fi împărțite pe lăzi astfel încât influența asupra spațiului, greutateii și a centrajului aeronavei să fie minimă.

Toate articolele însumează 625,6 livre, la care se adună și greutatea lăzilor în care sunt depozitate (una metalică și trei din lemn) obținând o greutate totală de aproximativ aproximativ 700 de livre. Dat fiind faptul că analiza se referă la o aeronavă militară, nu se poate lua în considerare constituirea unui sistem integrat multinațional de sprijin logistic, asemănător celui utilizat de companiile aeriene civile, astfel că apare necesitatea aducerii la bord a materialelor necesare asigurării îndeplinirii misiunilor la parametrii maximi. Echipa tehnică necesară asigurării lucrărilor de mentenanță corectivă include un număr de patru membri, ceea ce conduce la creșterea greutateii cu aproximativ 800 de livre.

În concluzie, se consideră un plus de greutate de aproximativ 1500 livre, iar în continuare vor fi efectuate calculele de performanță pentru aeronavă cu scopul de a afla influența asupra celor doi parametri esențiali în planificarea zborului, anduranța și autonomia.

În calculul zborului de croazieră există doi factori importanți, autonomie și anduranță, denumiți internațional „range” și „endurance” și se referă, primul la distanța maximă care poate fi parcursă, iar al doilea la timpul maxim pe care aeronava îl poate petrece în aer, ambele depinzând de cantitatea de combustibil de la bord.

Zborul de anduranță, reprezintă zborul cu un consum minim de combustibil pentru o perioadă de timp dată. Se utilizează în situații în care se cere ca aeronava să petreacă mai mult timp în aer, cum ar fi zonele de așteptare.

Anduranța maximă se obține la viteza la care consumul de combustibil este minim pentru o anumită configurație, altitudine, temperatură și greutate. Anduranța optimă se obține la viteza și altitudinea care se obțin în urma zborului cu un consum minim de combustibil pentru configurația dată, condițiile atmosferice și greutatea.

După cum se poate vedea în figura de mai jos, la greutateți ridicate, puterea necesară crește, rezultând astfel creșterea consumului concomitent cu reducerea anduranței.

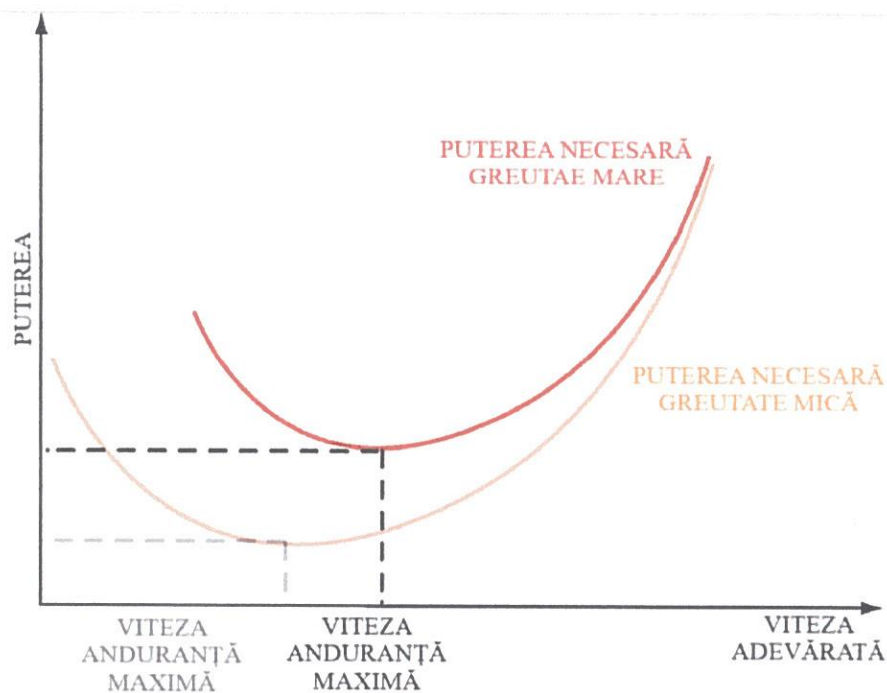


Figura 3.1 Efectul greutateii asupra puterii necesare și a vitezei pentru anduranța maximă

În timp ce anduranța se referă la timpul petrecut în aer, autonomia se concentrează asupra distanței parcurse de aeronavă. Pentru îmbunătățirea autonomiei, nu este suficient să se scadă consumul, ci mai important de atât este ca viteza să fie mărită. Astfel, aeronava va parcurge o distanță de zbor mai mare.

Se observă în figura 3.2 că pentru o greutate mai mare, crește puterea necesară, respectiv consumul, ceea ce conduce la scăderea autonomiei.

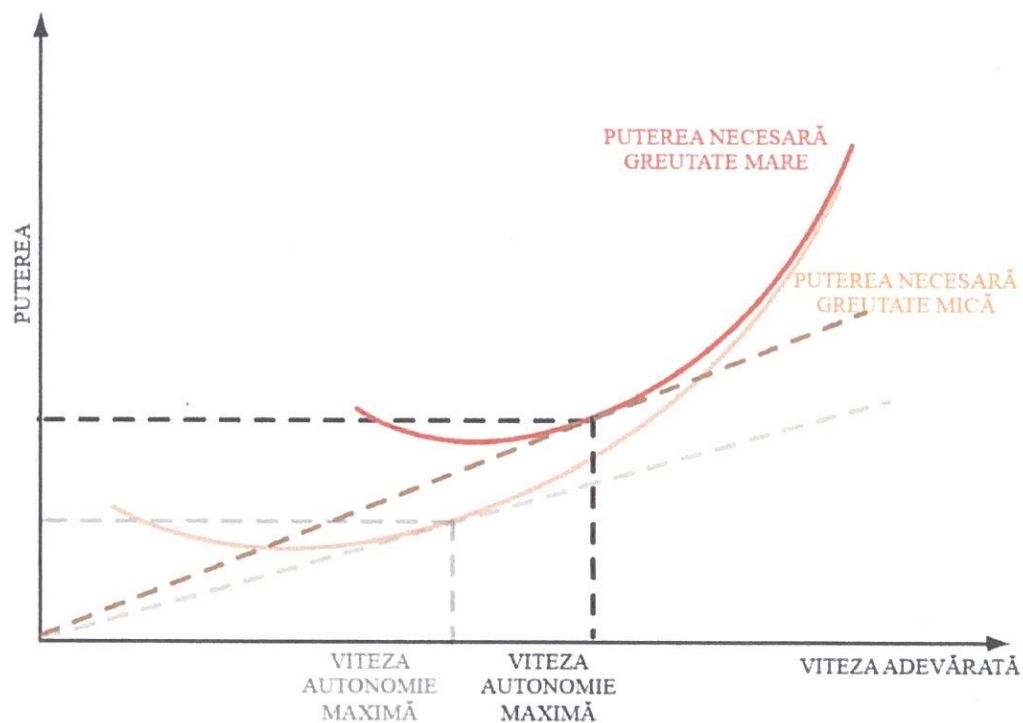


Figura 3.2 Efectul greutății asupra puterii necesare și a vitezei specifice autonomiei maxime pentru un avion turbopropulsor

De asemenea, creșterea greutății duce la scăderea plafonului de croazieră, ceea ce implică un consum de combustibil crescut.

Am aflat așadar că o greutate mărită va reduce atât anduranța cât și autonomia, drept urmare, în continuare voi prezenta câteva simulări, pentru evidenția influența greutății suplimentare de 1500lbs, generată de aducerea la bordul aeronavei a stocului minim operațional necesar îndeplinirii misiunii în teatrul de operații la parametri maximi.

1. Consumul la altitudine mică cu tren/flaps escamotate

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren-flaps escamotate	Configurație tren-flaps escamotate
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 140000 lbs	Greutate 141500 lbs
ZFW=107892 lbs	ZFW=109392 lbs
Viteză 230 noduri	Viteză 230 noduri
Altitudine 4000 picioare	Altitudine 4000 picioare
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

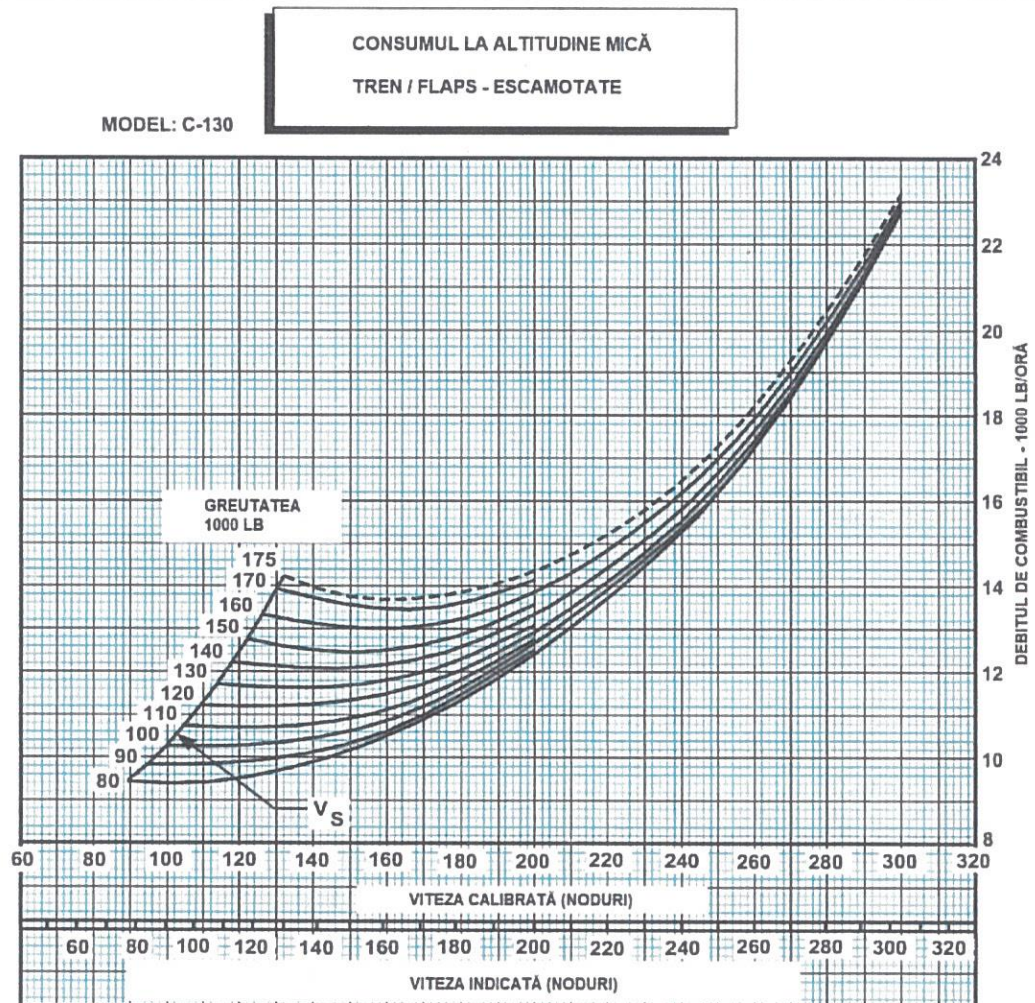


Figura 3.3 Consumul la altitudine mică cu tren/flaps escamotate

După cum se poate observa în graficul de mai sus, în prima situație, se obține un consum de aproximativ 1500 lbs/oră, ceea ce conduce la un consum total de 6000 lbs/oră.

În situația cu magazia de piese și personalul la bord, denumită în continuare situația 2, se obține un consum cu aproximativ 50 lbs/oră mai mare, ceea ce conduce către un consum total cu 200 lbs/oră mai mare. Se observă o creștere a consumului cu 3,33%.

2. Consumul la altitudine mică cu tren escamotat, flaps 50%

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren escamotat-flaps 50%	Configurație tren escamotat-flaps 50%
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 120000 lbs	Greutate 121500 lbs
ZFW=87892 lbs	ZFW=89392 lbs
Viteză 170 noduri	Viteză 170 noduri
Altitudine 2500 picioare	Altitudine 2500 picioare
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

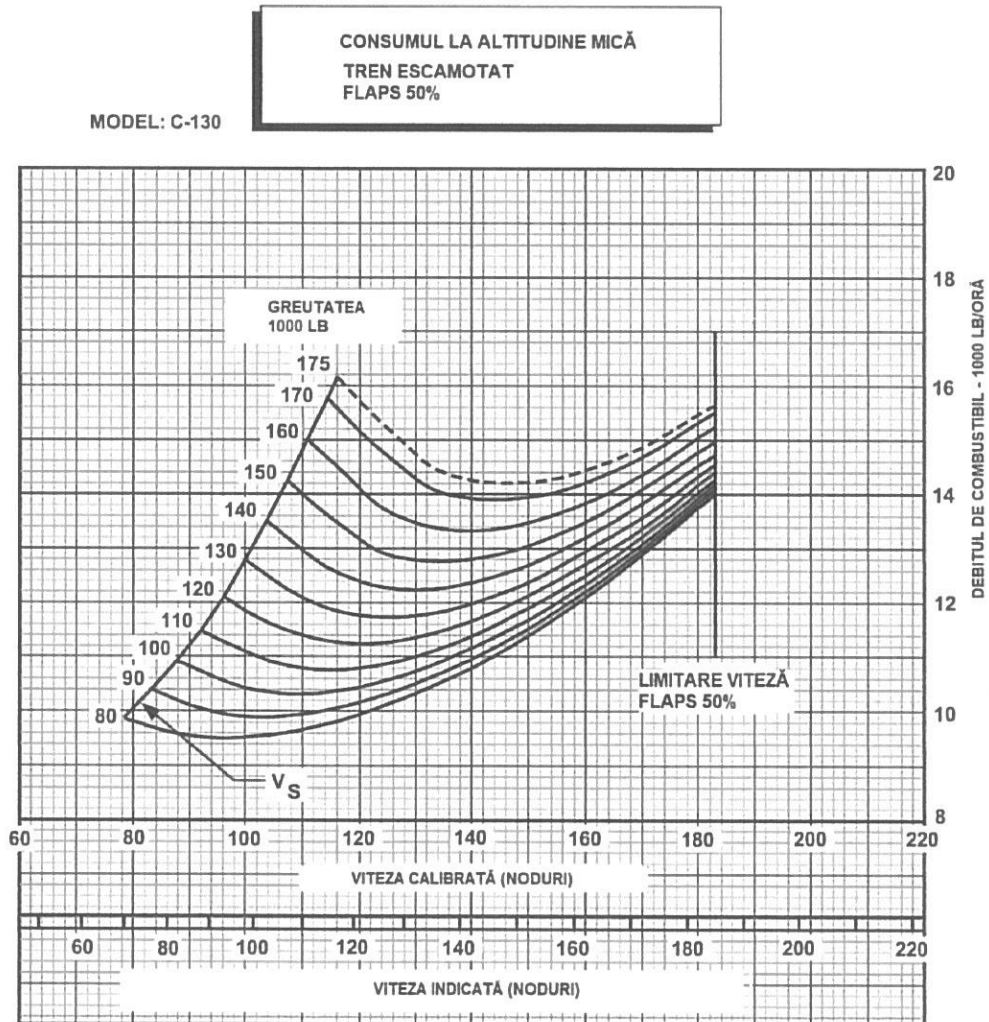


Figura 3.4 Consumul la altitudine mică cu tren escamotat, flaps 50%

În situația 1 se obține un consum de 1260 lbs/oră pe motor, de unde rezultă un consum total de 5040 lbs/oră, în timp ce în situația 2, consumul crește cu 30 lbs/oră pe motor, ceea ce conduce la un consum total de 5160 lbs/oră. Se observă o creștere a consumului cu 2,38 %.

3. Consumul la altitudine mică cu tren escamotat, flaps 100%

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren escamotat-flaps 100%	Configurație tren escamotat-flaps 100%
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 120000 lbs	Greutate 121500 lbs
ZFW=87892 lbs	ZFW=89392 lbs
Viteză 140 noduri	Viteză 140 noduri
Altitudine 1000 picioare	Altitudine 1000 picioare
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

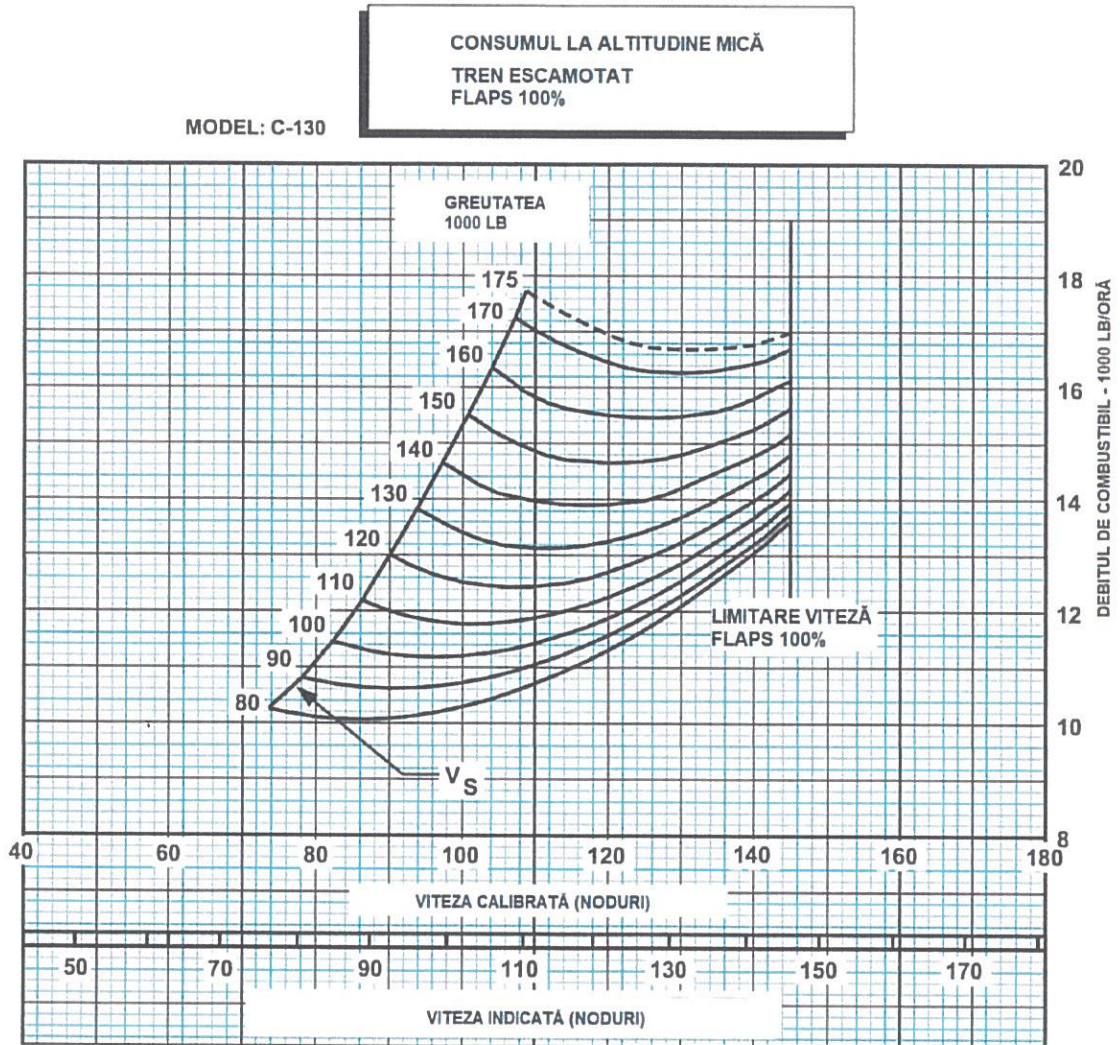


Figura 3.5 Consumul la altitudine mică cu tren escamotat, flaps 100%

În situația 1 se obține un consum de 1400 lbs/oră pe motor, de unde rezultă un consum total de 5600 lbs/oră, în timp ce în situația 2, consumul crește cu 60 lbs/oră pe motor, ceea ce conduce la un consum total de 5840 lbs/oră. Se observă o creștere a consumului cu 4,28 %.

4. Autonomia specifică la nivelul mării

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren-flaps escamotate	Configurație tren-flaps escamotate
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 120000 lbs	Greutate 121500 lbs
ZFW=87892 lbs	ZFW=89392 lbs
Viteză 180 noduri (IAS)	Viteză 180 noduri (IAS)
Altitudine – nivelul mării	Altitudine – nivelul mării
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

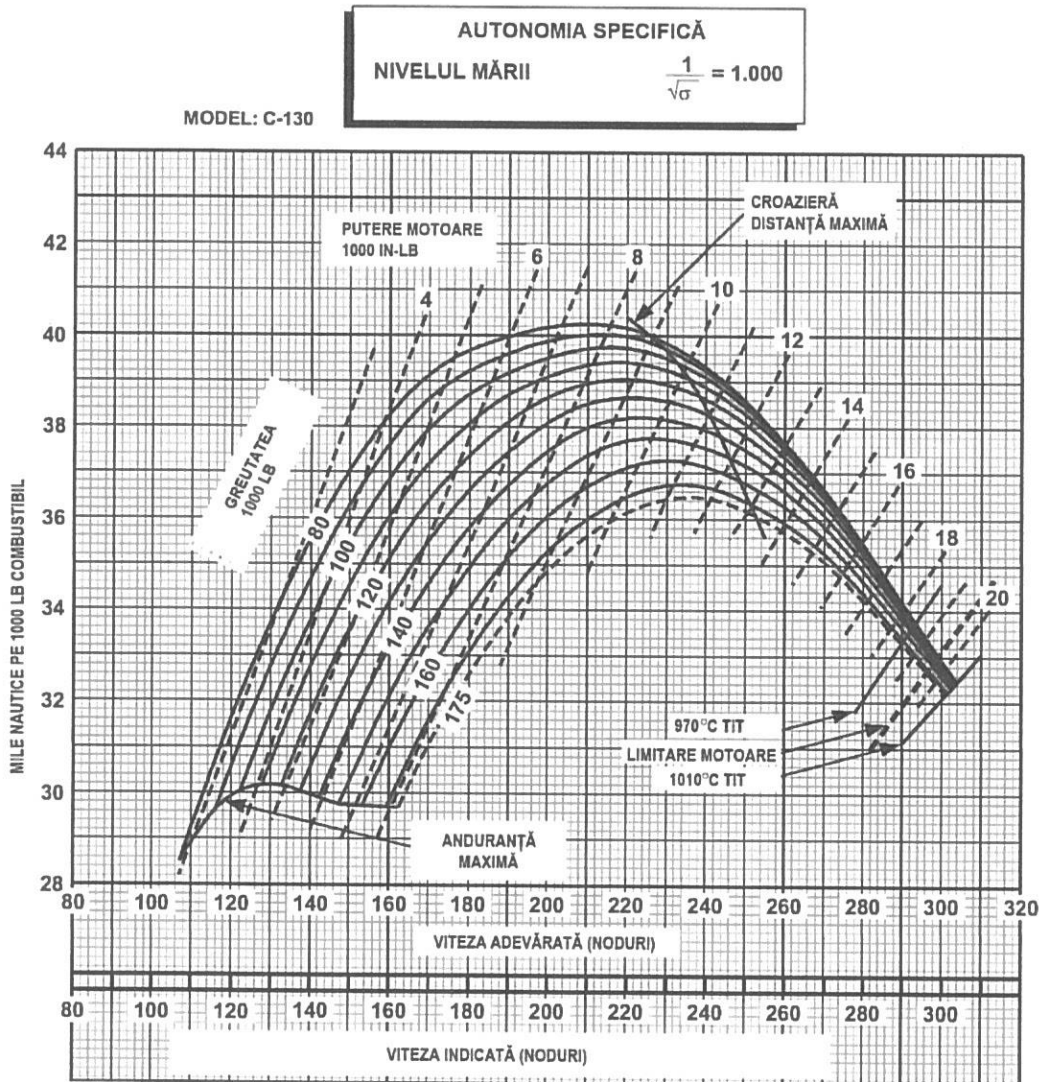


Figura 3.6 Autonomia specifică la nivelul mării

În situația 1 se obține o autonomie de 37,4 mile nautice pentru 1000 lbs de combustibil consumat, în timp ce în situația 2, aceasta se va reduce cu 1,21, devenind 36,19. Se observă o scădere a autonomiei cu 3,23 %.

5. Autonomia specifică la 5000FT

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren-flaps escamotate	Configurație tren-flaps escamotate
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 120000 lbs	Greutate 121500 lbs
ZFW=87892 lbs	ZFW=89392 lbs
Viteză 180 noduri (IAS)	Viteză 180 noduri (IAS)
Altitudine – 5000 FT	Altitudine – 5000 FT
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

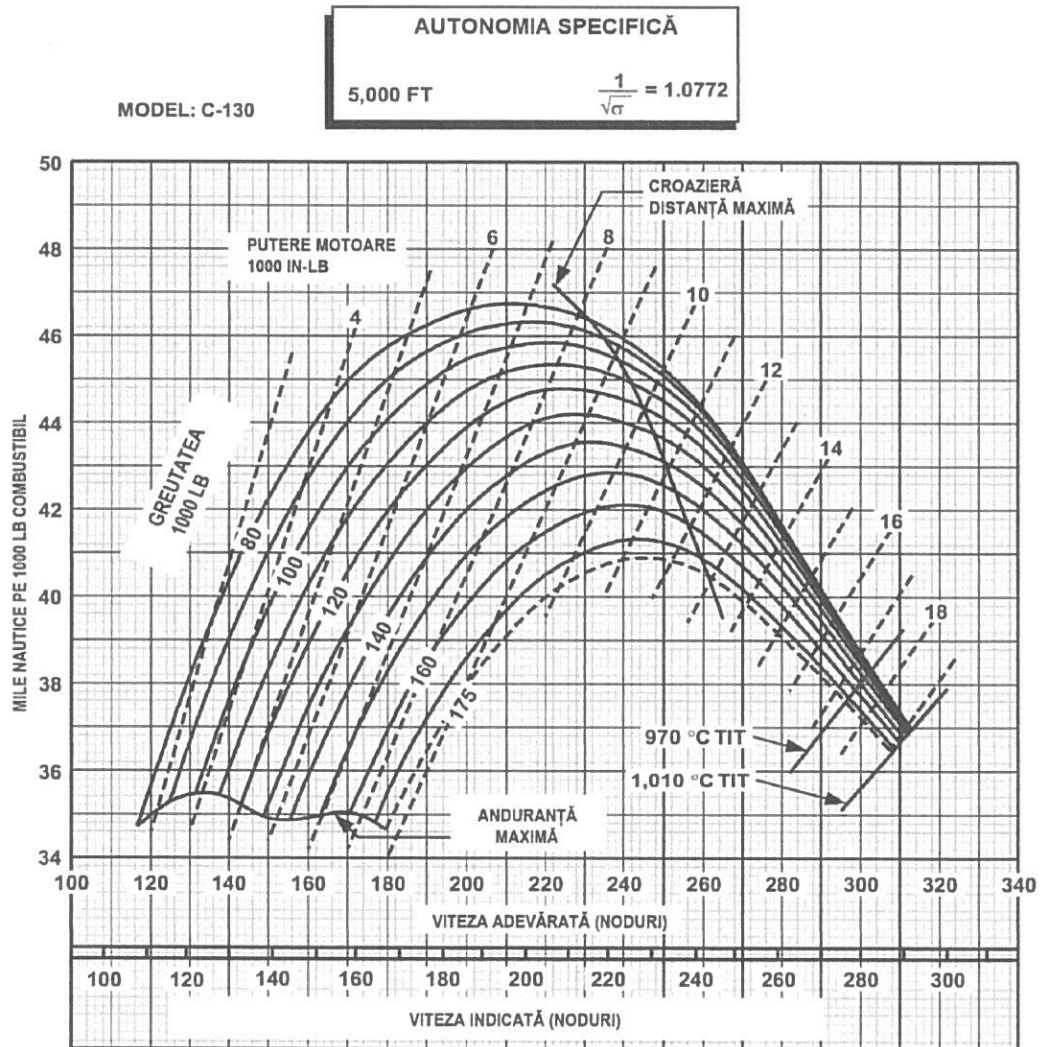


Figura 3.7 Autonomia specifică la 5000FT

În situația 1 se obține o autonomie de 43,4 mile nautice pentru 1000 lbs de combustibil consumat, în timp ce în situația 2, aceasta se va reduce cu 1,51, devenind 41,89 . Se observă o scădere a autonomiei cu 3,47 %.

6. Autonomia specifică la 10000FT

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren-flaps escamotate	Configurație tren-flaps escamotate
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 120000 lbs	Greutate 121500 lbs
ZFW=87892 lbs	ZFW=89392 lbs
Viteză 180 noduri (IAS)	Viteză 180 noduri (IAS)
Altitudine – 10000 FT	Altitudine – 10000 FT
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

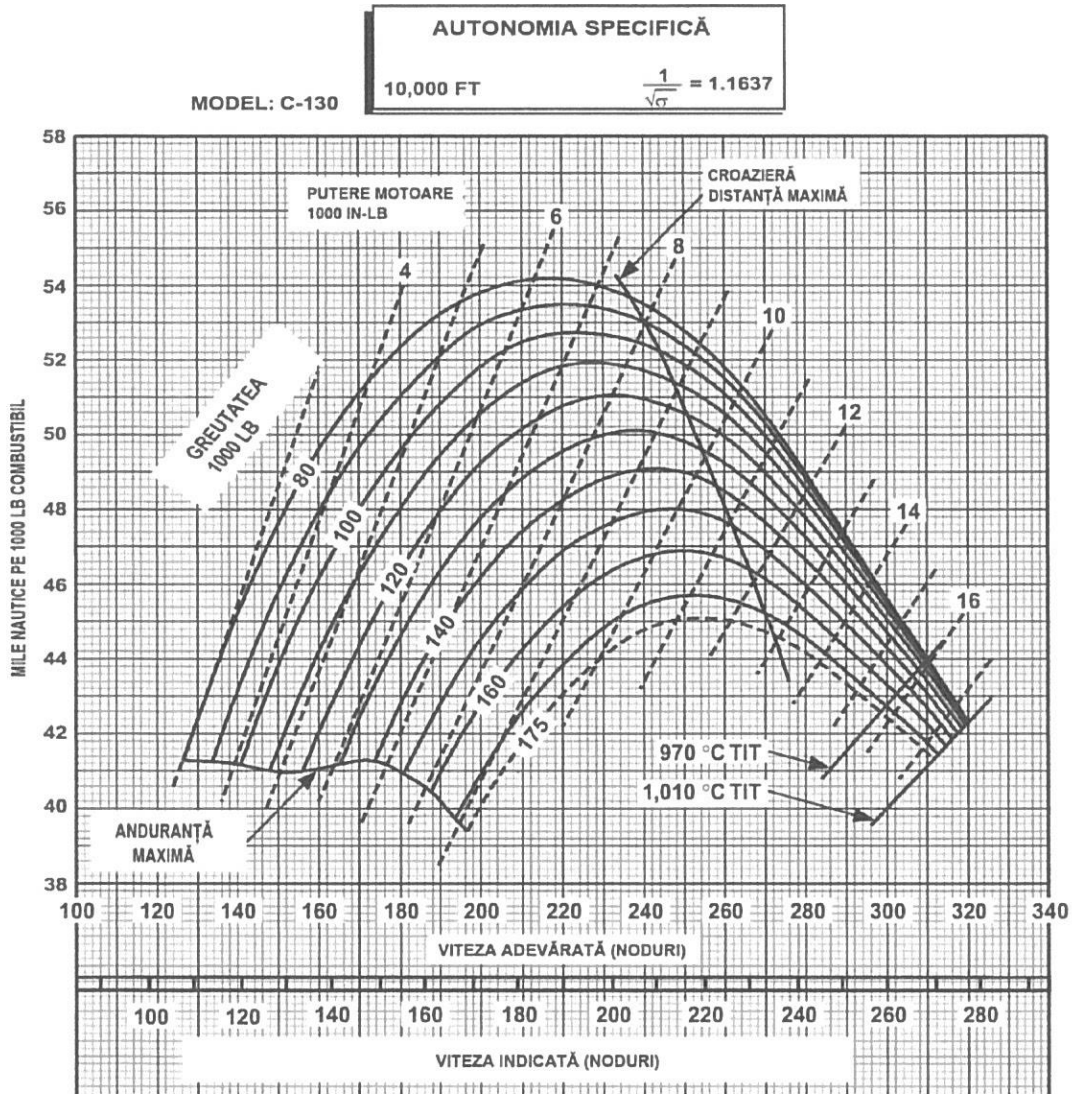


Figura 3.8 Autonomia specifică la 10000FT

În situația 1 se obține o autonomie de 50 mile nautice pentru 1000 lbs de combustibil consumat, în timp ce în situația 2, aceasta se va reduce cu 1,81, devenind 48,19 . Se observă o scădere a autonomiei cu 3,62 %.

7. Autonomia specifică la 15000FT

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren-flaps escamotate	Configurație tren-flaps escamotate
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 120000 lbs	Greutate 121500 lbs
ZFW=87892 lbs	ZFW=89392 lbs
Viteză 180 noduri (IAS)	Viteză 180 noduri (IAS)
Altitudine – 15000 FT	Altitudine – 15000 FT
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

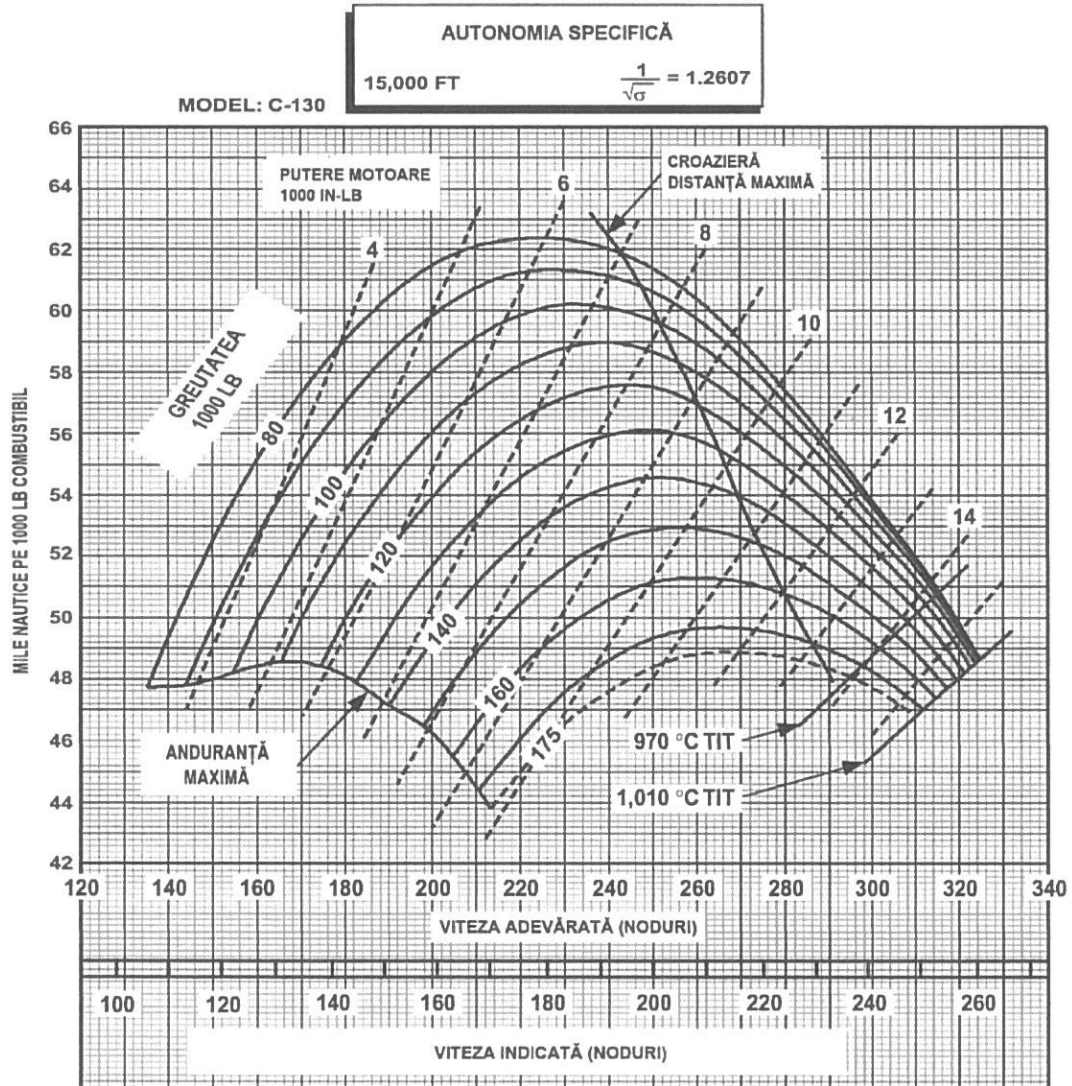


Figura 3.9 Autonomia specifică la 15000FT

În situația 1 se obține o autonomie de 56,9 mile nautice pentru 1000 lbs de combustibil consumat, în timp ce în situația 2, aceasta se va reduce cu 2,42, devenind 54,48 . Se observă o scădere a autonomiei cu 4,25 %.

8. Autonomia specifică la 20000FT

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren-flaps escamotate	Configurație tren-flaps escamotate
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 120000 lbs	Greutate 121500 lbs
ZFW=87892 lbs	ZFW=89392 lbs
Viteză 180 noduri (IAS)	Viteză 180 noduri (IAS)
Altitudine – 20000 FT	Altitudine – 20000 FT
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

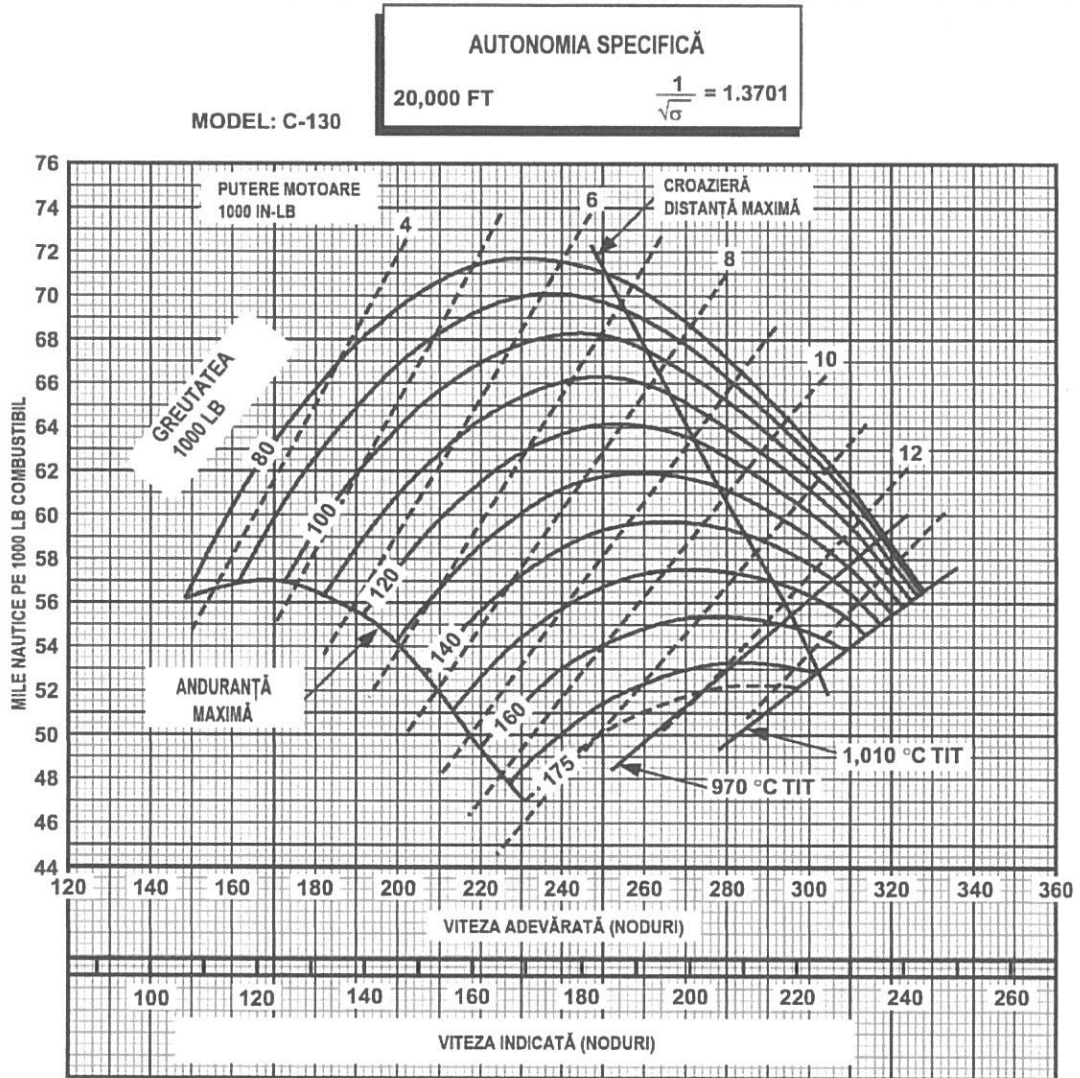


Figura 3.10 Autonomia specifică la 20000FT

În situația 1 se obține o autonomie de 64 mile nautice pentru 1000 lbs de combustibil consumat, în timp ce în situația 2, aceasta se va reduce cu 3,15, devenind 60,85 . Se observă o scădere a autonomiei cu 4,92 %.

9. Autonomia specifică la 25000FT

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren-flaps escamotate	Configurație tren-flaps escamotate
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 120000 lbs	Greutate 121500 lbs
ZFW=87892 lbs	ZFW=89392 lbs
Viteză 180 noduri (IAS)	Viteză 180 noduri (IAS)
Altitudine – 25000 FT	Altitudine – 25000 FT
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

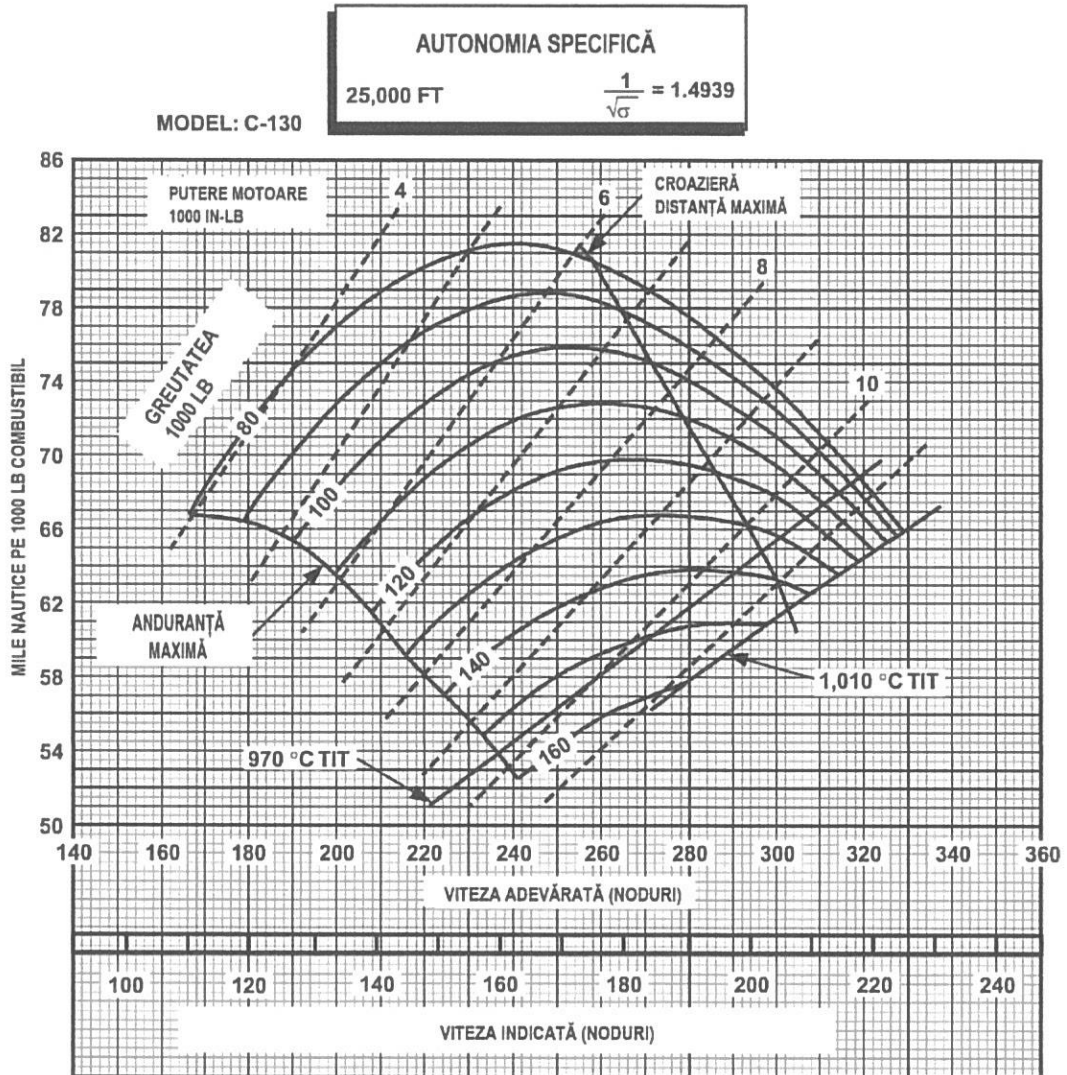


Figura 3.11 Autonomia specifică la 25000FT

În situația 1 se obține o autonomie de 69,5 mile nautice pentru 1000 lbs de combustibil consumat, în timp ce în situația 2, aceasta se va reduce cu 4,5, devenind 65. Se observă o scădere a autonomiei cu 6,47 %.

10. Autonomia specifică la 30000FT

Fără magazia de piese (1)	Cu magazia de piese(2)
Configurație tren-flaps escamotate	Configurație tren-flaps escamotate
4 motoare – eficiență 100%	4 motoare – eficiență 100%
Greutate 120000 lbs	Greutate 121500 lbs
ZFW=87892 lbs	ZFW=89392 lbs
Viteză 180 noduri (IAS)	Viteză 180 noduri (IAS)
Altitudine – 30000 FT	Altitudine – 30000 FT
Temperatură – condiții standard	Temperatură – condiții standard

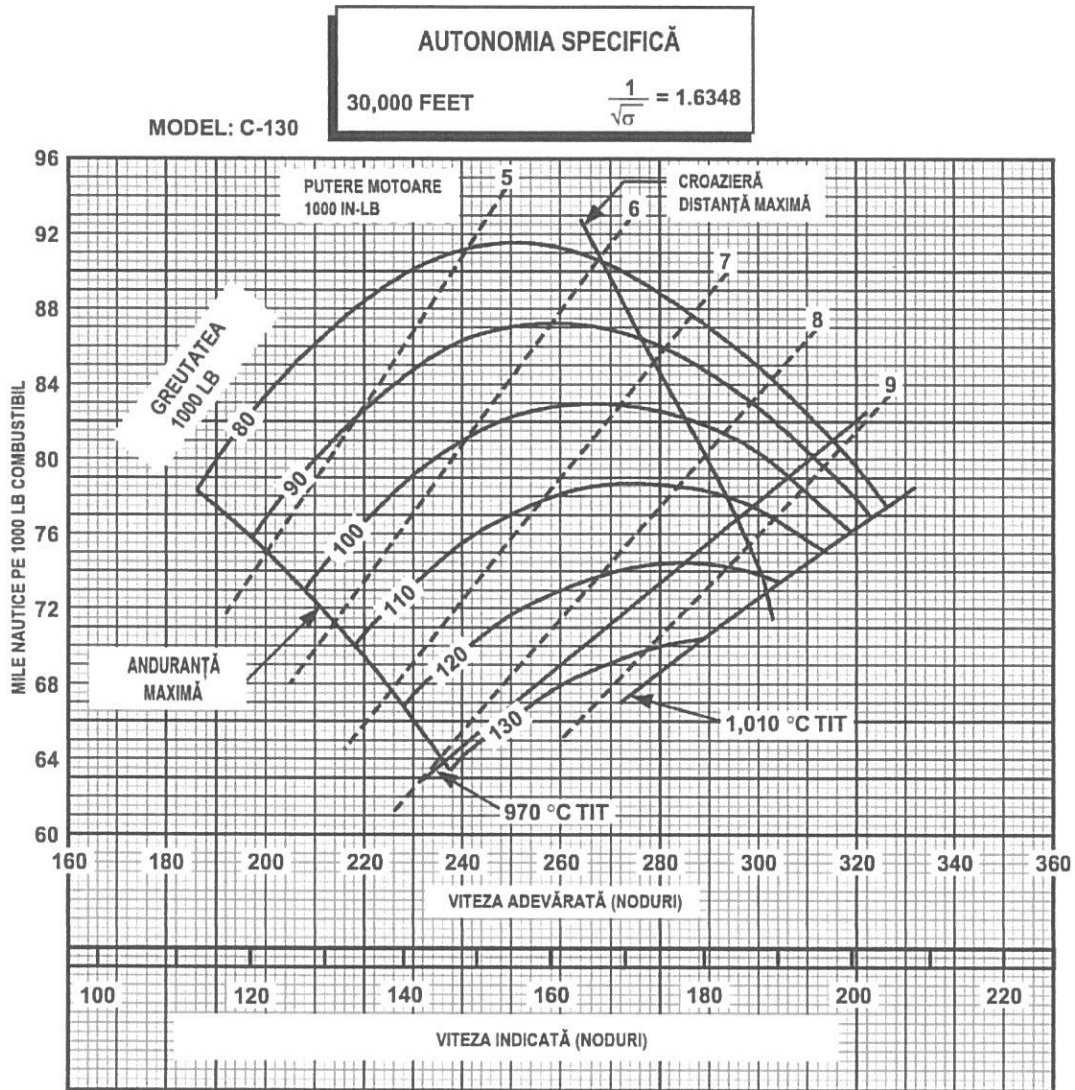


Figura 3.12 Autonomia specifică la 30000FT

În situația 1 se obține o autonomie de 74,5 mile nautice pentru 1000 lbs de combustibil consumat, în timp ce în situația 2, aceasta se va reduce cu 5,25, devenind 69,25. Se observă o scădere a autonomiei cu 7,04 %.

Scopul acestui subcapitol a fost de a calcula influența greutății suplimentare la bordul aeronavei, generată de magazia de piese și de echipa tehnică necesară să execute lucrările de mentenanță corectivă. Cel mai bun mod de a afla această influență este de a afla creșterea consumului generată de greutatea suplimentară și de a calcula autonomia.

În ceea ce privește consumul la altitudine mică, pentru o greutate la decolare de 120.000 lbs, calculat în diferite configurații, a fost obținută în medie o creștere cu 3,3 procente.

După cum se știe deja, orice greutate suplimentară încărcată, reduce distanța maximă de zbor, așadar această creștere a consumului s-a reflectat și în autonomia aeronavei, obținând o scădere a acesteia, în medie, de aproximativ 4,71 procente.

Aceste calcule sunt valabile în situația în care încărcătura aeronavei nu este într-atât de mare încât să crească greutatea la decolare la valoarea maximă. Tocmai din acest motiv, calculele de performanță au fost făcute pentru o greutate de 120.000 lbs. Pe măsură ce aeronava este încărcată cu cantitatea maximă de sarcină utilă, cantitatea de combustibil cu care poate fi alimentată este limitată de greutatea maximă la decolare, în acest caz autonomia este limitată de cantitatea de combustibil de la bord.

Așadar schimbul se va face între încărcătură și cantitatea de combustibil, de unde se deduce faptul că stocul de piese nu va afecta autonomia ci va conduce la scăderea cantității de materiale care poate fi transportată. Un schimb acceptabil, atâta timp cât zborul se va executa în siguranță, iar șansele ca aeronava și echipajul să rămână imobilizați pe un aeroport de escală, de rezervă sau în teatrul de operații vor fi aproape inexistente.

CONCLUZII

C.1. Concluzii generale

Mentenanța are scopul de a asigura funcționarea sistemelor și a echipamentelor tehnice. Acest scop poate fi îndeplinit numai cu abordarea unor măsuri adecvate de menținere sau restabilire a parametrilor funcționali ai sistemului/echipamentului, cu respectarea condițiilor de calitate impuse.

Intuitiv în procesul de definire a cerințelor, evaluarea specificațiilor și a sistemului reprezintă aspectul identificării măsurilor cantitative adecvate ale logisticii pentru o configurație dată a sistemului. Aceste măsuri pot varia, bineînțeles, de la sistem la sistem, deoarece nevoile clientului și cerințele misiunilor vor varia de la o aplicație la alta. În plus, pot exista mai mulți factori pentru orice situație dată. Astfel, este imposibil să se acopere toate condițiile și cu siguranță nu este posibil în limitele următoare. Cu toate acestea, trebuie abordate măsurile calitative ale logisticii.

Pentru a acoperi toate cerințele de mentenanță, este esențial ca toate aspectele ce implică funcționarea sistemului să fie luate în considerare într-o bază integrată, iar aceasta trebuie să conțină nu doar segmente orientate spre executarea misiunii în sine, cât și capacitatea de asigurare a sprijinului logistic.

Cu toate acestea, metodele existente nu sunt întotdeauna ușor de aplicat, în cazul în care disponibilitatea este adesea un criteriu mai important decât fiabilitatea, cu alte cuvinte, timpul de nefuncționare este mai important decât o mică probabilitate de eșec. O eroare este acceptabilă dacă timpii de reparare și repornire sunt scurți, prin urmare mentenabilitatea sistemului și asigurarea unui proces performant de mentenanță reprezintă cheia succesului misiunii în cele mai multe cazuri.

După cum a fost prezentat și pe parcursul lucrării, de fiecare dată când un sistem cedează/se defectează, este necesar să se urmeze o serie de pași pentru a-l readuce la starea de operabilitate. Acești pași includ: diagnosticarea defectului, izolarea acestuia, dezasamblarea echipamentului pentru a obține acces la piesa defectă și reparația.

Pentru a răspunde cerințelor sistemului, tendința uzuală este de a aborda mai întâi acele elemente ale sale, care au implicații directe asupra funcționării, însă se acordă foarte puțină atenție mentenanței și sprijinului logistic pentru întregul sistem, cu precădere asupra asigurării îndeplinirii misiunilor la performanțe maxime.

Pentru asigurarea abordării unei logistici corespunzătoare pe tot parcursul ciclului de viață, trebuie să existe cerințe de suport logistic adecvate, încă din timpul fazelor de proiectare conceptuală a sistemului. Cerințele logistice trebuie să fie specificate inițial, atât din punct de

vedere cantitativ cât și calitativ. Odată cu evoluția sistemului, configurația definită trebuie evaluată în raport cu cerințele specificate, iar modificările pentru îmbunătățire trebuie incorporate după cum este necesar pentru a asigura rezultate eficiente. Această sarcină de evaluare, care este un proces iterativ, se realizează printr-o combinație de predicții, analize și utilizarea modelelor fizice pentru efectuarea de teste și demonstrații.

C.2. Contribuții personale

Obiectul cercetării a reprezentat analiza complexității activităților de mentenanță executate în teatrele de operații militare internaționale, pentru aeronavele C-130 Hercules utilizate de Forțele Aeriene Române, pentru îndeplinirea întregului spectru de misiuni în care sunt angajate, utilizând în mod eficient metode moderne de cercetare. Aceasta are ca scop final întocmirea stocului minim operațional de piese cu care aeronava ar trebui să plece în misiunile de transport aerian pentru îndeplinirea acestora la parametrii maximi.

Această analiză a pornit de la necesitatea de a descoperi componentele critice ale aeronavei și anume cele care au rata cea mai mare de defectare. În acest scop, se evidențiază contribuțiile personale, enumerate în continuare:

- S-a studiat și sistematizat bibliografia aferentă descrierii activității de mentenanță;
- A fost întocmită o situație cu defecțiunile apărute la două aeronave, în perioada ianuarie 2018 – decembrie 2019;

- S-au identificat și analizat statistic activitățile de mentenanță corectivă pe tipuri de specialități. În continuare sunt detaliate observațiile pentru fiecare sistem tehnic în parte:

a) Sisteme tehnice de tipul celulă.

- Majoritatea defecțiunilor au fost detectate în cadrul pregătirii preliminare pentru zbor, ceea ce conduce la concluzia că mentenanța de tip preventiv și sistemul de monitorizare au o eficiență ridicată.
- Cauza principală care stă la baza apariției defectelor reprezintă uzura, 60.6 procente.
- RPN-ul a putut fi modificat într-un procentaj considerabil, 75% din defectele introduse în analiză au putut fi îmbunătățite, preponderent prin diminuarea probabilității de întâmplare.
- Astfel, se deduce faptul că metodele de detecție au un randament ridicat, dar probabilitatea de întâmplare (frecvența) este caracterizată de o valoare mare. Aceste situații se pot diminua prin identificarea cât mai exactă a agregatelor cu risc mare de defectare și înlocuirea lor cu unele cu fiabilitate mai ridicată, adaptate la condițiile de exploatare (temperatură, vibrații, coroziune, etc.). Acest fapt atrage după sine costuri suplimentare de mentenanță, însă este

justificat de obținerea unei disponibilități ridicate a aeronavelor și creșterea siguranței în exploatare.

b) Sisteme tehnice de tipul motor.

- Majoritatea defecțiunilor au apărut în timpul zborului și au fost cauzate în principal de colmatarea injectoarelor și a filtrelor (din instalația de ungere, combustibil și hidraulică), ceea ce conduce la concluzia că mentenanța de tip preventiv și sistemul de monitorizare în cadrul sistemelor tehnice de tipul motor nu se desfășoară la eficiență maximă. Un alt factor important îl reprezintă uzura componentelor, o situație oarecum normală, datorată vechimii și a stresului la care sunt supuse acestea din cauza vibrațiilor și temperaturilor ridicate din interiorul/exteriorul motorului, care le afectează în mod hotărâtor.

- S-a putut îmbunătăți RPN-ul, într-un procentaj mare, 74%. Asemenea analizei pentru sistemele tehnice de tip celulă și în cadrul sistemelor tehnice de tipul motor a fost necesară identificarea componentelor cu risc mare de defectare și înlocuirea lor cu unele cu fiabilitate mai ridicată, adaptate la condițiile de exploatare, cu asumarea costurilor suplimentare pentru asigurarea mentenanței.

- Se impune o eficientizare a procedurilor preventive cu scopul de a diminua probabilitatea de defectare, prin implementarea metodelor predictive de detecție, folosirea metodelor statistice de detecție și prin întocmirea unor baze de date cu defectele constatate în procesul exploatării și reliefarea apariției unor defecte de tip nou.

c) Sisteme tehnice de tipul radio.

- Și în cazul sistemelor tehnice de tipul radio majoritatea defectelor au apărut în timpul zborului, fapt care nu este deloc surprinzător, deoarece sunt anumite sisteme care se activează numai după decolare, iar specificul echipamentului în cauză, care este foarte complex, este că se poate supune rareori unor proceduri eficiente de control vizual.

- De asemenea, se observă faptul că se descoperă defecte și la pregătirea preliminară și controlul înainte de zbor, fapt care atestă totuși că mentenanța de tip preventiv și sistemul de monitorizare au o importanță ridicată în cadrul acestei specialități.

- Printre cauzele care stau la baza apariției defectelor s-a observat că uzura este de departe factorul principal, având procentajul cel mai mare comparativ cu celelalte specialități. Piesele radio sunt cele mai afectate de expunerea pentru o perioadă îndelungată la vibrații (ținând cont de vechimea acestora).

- RPN-ul s-a putut schimba în procentaj mai mic comparativ cu celelalte specialități, dar regula îmbunătățirii se păstrează, acesta fiind optimizat prin reducerea frecvenței de defectare în majoritatea situațiilor. Aceasta a putut fi influențată atât prin identificarea agregatelor

predispuse oboselii, uzurii, coroziunii, condensului, etc. cât și prin înlocuirea acestora cu unele cu o fiabilitate ridicată, achiziționate direct de la producător.

- De asemenea se pot îmbunătăți metodele de detecție prin specializarea personalului de mentenanță pentru a putea identifica în structura agregatelor componentele cu o fiabilitate mai scăzută și eventual modernizarea lor în regim intern prin elaborarea de buletine de modernizări, acolo unde nivelul de atestare tehnică permite, iar fabricantul este de acord. Trebuie subliniat faptul că metoda atrage după sine costuri suplimentare de mentenanță, adoptarea acesteia fiind dictată de valoarea investiției.

d) Sisteme tehnice de tipul instalații speciale.

- Majoritatea defectelor au fost identificate în timpul zborului, fapt rezultat la fel ca în cazul sistemelor de tipul radio din cauză că o parte din agregate se pornesc numai după decolare, spre exemplu instalația de degivrare a planului și a ampenajelor. Aproape o treime din defecte au fost detectate în timpul pregătirii preliminare și în timpul controlului înainte de zbor, ceea ce denotă că mentenanța de tip preventiv și sistemul de monitorizare ar trebui îmbunătățite. Se impune astfel o eficientizare a procedurilor preventive cu scopul de a reduce numărul defecțiunilor apărute în timpul zborului.

- Factorul predominant care conduce la apariția defectelor este din nou uzura, datorat în mod special vechimii aeronavei și implicit a agregatelor.

- RPN-ul a putut fi îmbunătățit și se pot impune măsuri care îl pot influența atât prin identificarea agregatelor predispuse uzurii, coroziunii, etc., cât și înlocuirea acestora cu unele mai moderne și superioare din punct de vedere tehnic.

- S-a calculat fiabilitatea principalelor componente și s-au identificat componentele critice;

- În urma aflării acestora și a aplicării metodelor de analiză a mentenanței s-a întocmit stocul minim operațional de piese necesar îndeplinirii misiunii de transport aerian în teatrele de operații la parametrii maximi;

- A fost studiată influența greutateii suplimentare generată de prezența la bord a acestui stoc și a echipei tehnice care va efectua lucrările de mentenanță asupra performanțelor aeronavei;

- S-au calculat consumul, autonomia și anduranța aeronavei, în ambele situații, cu și fără magazia de piese la bord.

În final, greutatea suplimentară de la bord, generată de stocul de piese și de echipa tehnică, nu va afecta autonomia ci va conduce la scăderea cantității de materiale care poate fi

transportată. Se poate considera un schimb acceptabil, cât timp zborul se va executa în siguranță, iar șansele ca aeronava și echipajul să rămână imobilizați pe un aeroport de escală, de rezervă sau în teatrul de operații vor fi aproape inexistente.

BIBLIOGRAFIE

1. Anderson R.T., Neri L., 1990, *Reliability-Centered Maintenance*, Elsevier Science Publishing, London, England, p.50-54
2. Ballou R.H., 1992, *Business Logistics Management*, 3rd Ed., Prentice Hall, p.97-102
3. Blanchard B. S., 1998, *Logistics Engineering and Management 5th ed.*, Virginia Polytechnic Institute, p.247-276
4. Blanchard B.S., 1998, *System Engineering Management*, 2nd Ed, John Wiley & Sons, p.311-319
5. Blanchard B.S., Verma D., Peterson E., 1995, *Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management*, John Wiley & Sons Inc., p.329-341
6. Canada J.R., Sullivan W.G., White J.A., 1996, *Capital Investment Analysis for Engineering and Management*, 2nd Ed., Prentice Hall Inc, p.184-201
7. Cassidy J. F., 2001, *C-130 Transportability of Army Vehicles*
8. Coyle J., Bardi E., Langley C., 1992, *The management of Business Logistics*, 5th Ed., Est Publishing Co., p.195-197
9. Da Silva C.M.I., C.M.P. Cabrita & J.C. De Oliveira Matias, 2008, *Proactive reliability maintenance: a case study concerning maintenance service costs*, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 14(2), p. 346-356
10. Dodu P. E., 2013, *Aviation Malfunctions-Methods of Analysis*, U.P.B. Sci. Bull.
11. Eliaz N., Latanision R. M., 2007, *Preventive Maintenance and Failure Analysis of Aircraft Component*, in Corrosion Reviews, Vol. 25, Issue 1-2, 107-111
12. Fabrycky W.J., Blanchard B.S., 1991, *Life-Cycle Cost and Economic Analysis*, Prentice Hall Inc., p.142-161
13. Fabrycky W.J., Thuesen G.J., Verma D., 1998, *Economic Decision Analysis*, 3rd Ed., Prentice Hall Inc., p.32-61
14. Gotoh F., 1991, *Equipment Planning for TPM*, Productivity Press, p.74-80
15. Grady J.O., 1993, *Systems Requirements Analysis*, McGraw-Hill Book Co., p.153-155
16. Grady J.O., 1995, *Systems Engineering Planning and Enterprise Identify*, CRC Press, p.201-205
17. Humphrey W.S., 1995, *A Discipline for Software Engineering*, Addison-Wesley Publishing Co., p.245-249

18. Hutchinson N.E., 1987, *An Integrated Approach to Logistics Management*, Prentice Hall, p.154-156
19. Ireson W.G., Coombs C.F., 1988, *Handbook of Reliability Engineering and Management*, McGraw-Hill Book Co., p.29-38
20. John J.C., Wood D.F., 1990, *Contemporary Logistics*, 4th Ed, Macmillian Publishing Co, p.75-79
21. Kerzner H., 1995, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, 5th Ed., Van Nostrand Reinhold, p.85-112
22. Klion J., 1992, *Practical Electronic Reliability Engineering*, Van Nostrand Reinhold, p.261-274
23. Krouse J.K., 1982, *What Every Engineer Should Know about Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing*, Marcel Dekker Inc., p.129-137
24. Lacy J.A., 1992, *Systems Engineering Management: Achieving Total Quality*, McGraw-Hill Book Co., p.193-196
25. Langford J.F., Copacino W.C., Rosenfield D.B., 1995, *Logistics Principles and Practices*, McGraw-Hill Book Co., p.115-116
26. Martin J.N., 1997, *Systems Engineering Guidebook: A process for Developing Systems and Products*, CRC Press, p.102-104
27. Mobley R. K., 1999, *Root cause failure analysis*, Butterworth-Heinemann, p.107-119
28. Mobley R. K., 2001, *Plant engineer's handbook*, Butterworth-Heinemann, p.65-89
29. Mobley R. K., 2004, *Maintenance Fundamentals*, Elsevier Inc., p.47-81
30. Mobley R. K., 2002, *An Introduction to Predictive Maintenance*, Elsevier Science (USA), 124-139
31. Mobley R. K., 2008, *Maintenance Engineering Handbook*, The McGraw-Hill Companies, Elsevier Inc., p.12-21
32. Nakajima S., 1988, *Total Productive Maintenance (TPM)*, Productivity Press Inc., p.207-229
33. Nakajima S., 1989, *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*, Productivity Press Inc., p.139-157
34. Nenni M. E., 2013, *Optimizing Spare Parts Inventory in Shipping Industry*. International Journal of Engineering and Technology (IJET). ISSN: 0975-4024 / Vol.5. (Jun- Jul 3), p. 3152-3157

35. Niebel B.W., 1994, *Engineering Maintenance Management*, 2nd Ed., Marcel Dekker Inc., p.179-194
36. Oliver D.W., 1997, *Engineering Complex Systems with Models and Objects*, McGraw-Hill Book Co., p.129-133
37. Patton J.D., 1994, *Maintainability and Maintenance Management*, 2nd Ed., ISA Triangle Park, p.74-91
38. Patton Jr.J.D., 1986, *Logistics Technology and Management – The New Approach*, The Solomon Press, p.211-214
39. Pham H., 1995, *Software Reliability and Testing*, Los Alamitos CA, p.112-119
40. Pressman R.S., 1992, *Software Engineering: A practitioner's Approach*, 3rd Ed., McGraw-Hill Book Co., p.192-198
41. Raheja D.G., 1991, *Assurance Technologies: Principles and Practices*, McGraw-Hill Book Co., p.199-211
42. Rechtin E., 1991, *System Architecting: Creating and Building Complex Systems*, Prentice Hall Inc., p.211-214
43. Reilly N.B., 1993, *Successful Systems Engineering for Engineers and Managers*, Van Nostrand Reinhold, p.54-59
44. Riplová K., 2007, *Tool Of Risk Management: Failure Mode And Effects Analysis and Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*, Journal of Information, Control and Management Systems, Vol. 5, p.111-120
45. Sage A.D., Palmer J.D., 1990, *Software Systems Engineering*, John Wiley & Sons Inc., p.311-324
46. Sage A.P., 1991, *Decision Support Systems Engineering*, John Wiley & Sons, p.247-251
47. Sage A.P., 1992, *Systems Engineering*, John Wiley & Sons, p.315-322
48. Sage A.P., 1995, *Systems Management for Information Technology and Software Engineering*, John Wiley & Sons, p.166-179
49. Sellappan N., 2013, Palanikumar K., *Modified Prioritization Methodology for Risk Priority Number in Failure Mode and Effects Analysis*, International Journal of Applied Science and Technology, Vol. 3, No. 4, , 27-31
50. Shishko R., 1995, *NASA Systems Engineering Handbook*, NASA Washington DC, p.12-17

51. Smith A.M., 1993, *Reliability-Centered Maintenance*, McGraw-Hill Book Co., p.204-231
52. Smith D., 2001, *Reliability Maintainability Risk*, Butterworth-Heinemann, p.331-335
53. Smith D., *Reliability Maintainability Risk*, Butterworth-Heinemann
54. Smith H. E., 1994, *Mechanical Engineers Reference Book*, Reed Educational and Professional Publishing Limited
55. Stewart R.D., Wyskida R.M., 1995, *Cost Estimator's Reference Manual*, 2nd Ed., John Wiley & Sons Inc., p.136-152
56. Stock J.R., Lambert D.M., 1992, *Strategic Logistics Management*, 3rd Ed, Richard D. Irwin Inc., p.124-129
57. Taylor G. D., 2009, *Introduction to Logistics Engineering*, CRC Press, Taylor&Francis Group
58. Tersine R.J., 1994, *Principles of Inventory and Materials Management*, 4th Ed., Prentice Hall Inc., p.89-92
59. Thusesen G.J., Fabrycky W.J., 1993, *Engineering Economy*, 8th Ed., Prentice Hall Inc, p.215-229
60. Vaughan T. S., 2005, Failure replacement and preventive maintenance spare parts ordering policy, *European Journal of Operational Research*, 161(1), p.183-190
61. Voicu M.A., Fuiorea I., 2020, *Identification of the critical parts for a medium courier turboprop aircraft*, Incas Bulletin, p.207-213
62. Voicu M.A., Fuiorea I., 2021, *Failure analysis of turboprop medium courier aircrafts*, U.P.B. Sci. Bulletin, p.159-168
63. Voicu M.A., Fuiorea I., 2021, *Mean corrective maintenance time for a medium courier turboprop aircraft*, Incas Bulletin, p.237-243
64. *** *Failure Mode and Effect and Criticality Analysis (FMCA)*, Reliability Analysis Center, 1993
65. *** *Flight Manual C-130 Hercules*, 2007
66. *** MIL-HDBK-59A, *Military Handbook, Computer-Aided Aquisition Logistic Support (CALS) Implementation Guide*, Department of Defence Washington DC
67. *** *Military Aviation Engineering*, Ministry of Defence, 2012
68. *** MIL-STD-417A, *Military Standard, Maintainability Verification, Demonstration, Evaluation*, Department of Defense, Washington D.C., 24-27

69. *** MIL-STD-470B, *Military Standard, Maintainability Program for Systems and Equipment*, Department of Defense, Washington D.C., 10-12
70. *** MIL-STD-472, *Military Handbook, Maintainability Prediction*, Department of Defense, Washington D.C., 15-17
71. *** Instruction Manual, 1990, *Failure Mode and Effects Analysis*, Saturn Corporation,
72. *** MIL-STD-498, 1994, *Software Development And Documentation*, DOD Washington DC, p.12-19
73. *** Performance Manual C-130 Hercules, 2014