

# AEROC CLUBUL ROMÂNIEI



## NOTE DE CURS

### PERFORMANȚE DE ZBOR ȘI PLANIFICAREA ZBORULUI

### AVION

**Aceste Note de Curs sunt proprietatea AEROCLUBULUI ROMÂNIEI și sunt dedicate folosirii exclusiv de către personalul AEROCLUBULUI ROMÂNIEI.**

**Nici o parte și nici o informație din aceste Note de Curs nu poate fi reprodusă sau transmisă cu nici un scop și sub nici o formă persoanelor neautorizate fără acordul scris al AEROCLUBULUI ROMÂNIEI.**

**SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT**

## Lista de evidență a amendamentelor

Versiune amendament	Pagini afectate	Data introducerii	Numele/Semnătura

## CUPRINS

<b>LISTA DE EVIDENȚĂ A AMENDAMENTELOR .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ÎNCĂRCARE ȘI CENTRAJ .....</b>	<b>9</b>
1.1 NOȚIUNI GENERALE .....	9
1.2 DEFINIȚII ALE MASELOR .....	9
1.3 ÎNCĂRCAREA AERONAVEI.....	11
1.4 LIMITĂRILE AERONAVEI.....	13
1.4.1. <i>Limitări de viteză:</i> .....	14
1.5 CENTRAJUL AVIONULUI.....	17
1.5.1. DEFINIȚII:.....	17
1.5.2. <i>Influențele diferitelor poziții ale centrajului:</i> .....	19
1.5.3. <i>Calcularea masei și centrului de greutate - fișa de cântărire și centraj</i> .....	19
1.5.4. <i>Cântărire și centraj</i> .....	20
<b>2. PERFORMANȚE.....</b>	<b>27</b>
2.1 PERFORMANȚELE STATICE .....	27
2.1.1. <i>Vitezele avionului</i> .....	27
2.1.2. <i>Clasele avionului</i> .....	28
2.2 ZBORUL ORIZONTAL .....	30
2.2.1. <i>Relația dintre puterea necesară și puterea disponibilă</i> .....	31
2.2.2. <i>Distanța și durata maximă de zbor</i> .....	33
2.2.3. <i>Efectul configurației, masei, temperaturii și altitudinii</i> .....	34
2.3 DECOLAREA .....	35
2.3.1. <i>Distanța disponibilă pentru decolare</i> .....	36
2.3.2. <i>Decolarea și urcarea inițială</i> .....	36
2.3.3. <i>Efectul masei, vântului și altitudinii densimetrice</i> .....	37
2.3.4. <i>Efectul suprafeței solului, orografiei și al pantei de urcare</i> .....	42
2.4 URCAREA.....	43
2.5 ZBORUL ORIZONTAL, CROAZIERELE AVIONULUI .....	45
2.6 COBORÂREA.....	48
2.7 PLANAREA .....	49
2.8 ATERIZAREA .....	50
2.8.1. <i>Efectul masei, vântului, altitudinii densimetrice și al vitezei de apropiere</i> .....	51
2.8.2. <i>Utilizarea flapsurilor</i> .....	53
2.8.3. <i>Efectul suprafeței solului</i> .....	54
<b>3. PLANIFICAREA ZBORULUI .....</b>	<b>56</b>
3.1 INTRODUCERE ÎN PLANIFICAREA ZBORULUI .....	56
3.2 ALEGerea HĂRȚILOR .....	57
3.3 PROGNOZA METEO DE RUTA ȘI DE AERODROM .....	57
3.4 EVALUAREA SITUAȚIEI METEO .....	59
3.5 ZBORUL LA VEDERE .....	59
3.6 BRIEFING-UL ÎNAINTE DE ZBOR (PRE FLIGHT BRIEFING ) .....	60
3.7 APROVIZIONAREA CU COMBUSTIBIL ȘI LUBRIFIANT.....	60
3.8 SELECTAREA RUTEI ȘI PREGĂTIREA HĂRȚII .....	60
3.8.1. <i>Selectarea rutei</i> .....	60
3.8.2. <i>Pericole pentru aviație</i> .....	61
3.9 CONSIDERENTE PRIVIND SPAȚIUL AERIAN CONTROLAT, RESTRICȚII, ZONE PERICULOASE .....	61
3.9.1. <i>Zone interzise, zone periculoase, restricții ale spațiului aerian</i> .....	61
3.9.2. <i>Organizarea spațiului aerian</i> .....	62

3.10	INFORMAȚII AERONAUTICE .....	64
3.11	PROCEDURI DE CONTACTARE A ATC ÎN SPAȚIUL AERIAN CONTROLAT.....	65
3.11.1.	Verificarea radio .....	65
3.11.2.	Ascultarea de veghe:.....	66
3.11.3.	Momentul (timpul) emisie:.....	66
3.11.4.	Autorizări de trafic aerian (Autorizari ATC).....	67
3.11.5.	Respectarea planului de zbor.....	67
3.11.6.	Schimbări intenționate.....	68
3.11.7.	Operarea în condiții meteorologice deosebite și evitarea fenomenelor meteorologice periculoase pentru zbor.....	68
3.11.8.	Rapoarte de poziție.....	69
3.11.9.	Ieșirea de sub control.....	69
3.11.10.	Comunicații.....	69
3.11.11.	Conținutul unui raport de poziție.....	70
3.12	PLANIFICAREA COMBUSTIBILULUI.....	70
3.13	ÎNĂLȚIMEA DE SIGURANȚĂ ÎN ZBORUL PE RUTĂ .....	72
3.14	AERODROMURI DE REZERVĂ .....	73
3.15	COMUNICAȚII ȘI FRECVENȚE RADIO / NAVAJD .....	74
3.15.1.	Mijloacele de telecomunicații aer-sol necesare controlului de apropiere.....	74
3.15.2.	Mijloacele de telecomunicații aer-sol necesare controlului de aerodrom.....	74
3.15.3.	Frecvențele radio.....	74
3.16	REDACTAREA PLANULUI DE ZBOR ATC .....	76
3.16.1.	Depunerea unui plan de zbor .....	76
3.16.2.	Conținutul unui plan de zbor .....	77
3.16.3.	Completarea unui plan de zbor .....	77
3.16.4.	Modificări ale planului de zbor.....	77
3.16.5.	Închiderea unui plan de zbor.....	77
3.17	PREGĂTIREA RUTEI PE HARTĂ.....	80
3.17.1.	Puncte de referință.....	80
3.17.2.	Pregătirea hărților.....	80
3.17.3.	Însemnările distanțelor și / sau timpului de-a lungul drumului trasat.....	81
3.17.4.	Indicatori de drum.....	81
3.17.5.	Studiați ruta înainte de decolare.....	82
3.17.6.	Hărți de aerodrom.....	82
3.17.7.	Plierea (împăturirea) hărților.....	82
3.17.8.	Segmentele de pe rută.....	83
3.18	CALCULAREA MASEI ȘI A CENTRAJULUI AERONAVEI .....	84
3.19	CALCULAREA MASEI ȘI A PERFORMANȚELOR AERONAVEI .....	85
3.20	PLANIFICAREA ȘI EXECUTAREA ZBORULUI ÎN CAZUL SCHIMBĂRII CONDIȚIILOR DE ZBOR .....	85
3.20.1.	Zborul în condiții meteo ce se deteriorează .....	85
3.20.2.	Zborul în turbulență puternică .....	85
3.20.3.	Importanța planificării zborului.....	86
3.20.4.	Verificarea situației meteo pe rută .....	86
3.20.5.	Anunțarea organelor de trafic despre schimbarea condițiilor de zbor .....	87
3.20.6.	Responsabilitatea pilotului.....	87
3.20.7.	Instrumente de siguranță.....	87
3.20.8.	Piloții fără calificare de zbor după instrumente .....	87
3.20.9.	Zborul în turbulență și precipitații puternice.....	87
3.20.10.	Fulgerele.....	88
3.20.11.	Precipitațiile puternice .....	88
3.20.12.	Manevrarea pe sol la decolare sau după aterizare.....	89

3.20.13. Turbulența puternică .....	89
3.20.14. Tehnici de manevrare după intrarea în nori.....	89
3.20.15. Concluzii .....	90
3.21 EFECTE ADVERSE .....	90
3.21.1. Givrajul.....	90
3.21.2. Ceața.....	107
3.21.3. Influența orajelor asupra zborului aeronavelor .....	110
<b>4. BIBLIOGRAFIE: .....</b>	<b>114</b>

**SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT**





## 1. Încărcare și centraj

### 1.1 Noțiuni generale

Masa este definită ca o măsură a inerției unui corp, astfel cu cât un corp are o masă mai mare cu atât acesta are o inerție mai mare, adică avem nevoie de o forță mai mare pentru a-l scoate din starea de repaus sau a-i modifica viteza (în sensul creșterii sau scăderii sale) conform primului principiu al dinamicii.

Există o proporționalitate între masa  $m$  a unui corp și greutatea sa  $G$  (forța de atracție de natură gravitațională) și vom considera că accelerația gravitațională  $g$  este constantă atât ca mărime cât și ca direcție (în realitate ea are foarte mici variații), și anume:

$$G = m g$$

În aviație, folosim termenul “masă” în loc de termenul utilizat în limbajul de zi cu zi, “greutate”. Există de asemenea o diferență științifică între cei doi termeni, aceasta constând în faptul că termenul “greutate” ia în calcul și accelerația gravitațională.

### 1.2 Definiții ale maselor

#### Masa inițială de bază

Această masă include cadrul, motorul, echipamentul fix (care este folosit pentru toate operațiunile), combustibilul neutilizabil, tot uleiul și alte elemente necesare pentru toate zborurile. Masa inițială de bază nu include:

- pilotul
- capacitatea utilă (pasageri și încărcatura);
- orice balast (pentru centraj);
- combustibilul utilizabil.

#### Masa inițială

Această masă este aceeași cu masa inițială de bază cu excepția faptului că include doar uleiul care nu poate fi evacuat. Masa inițială și centrul său de greutate se află după o cântărire licențiată a aeronavei și sunt specificate în Manualul de Zbor.

#### Masa cu care se operează

Anumiți operatori vor determina masa de operare pentru un anumit avion. Operatorul poate nominaliza elementele incluse în masa de operare - poate sau nu să includă toate elementele necesare zborului (piloți, echipament, etc) dar nu va include combustibilul utilizabil.



Diferiți operatori pot defini diferite mase de operare pentru același avion în funcție de ce decid să includă. Dacă folosiți masa de operare, asigurați-vă că știți ce este și ce nu este inclus.

Dacă se folosește masa de operare, aceasta va fi trecută pe foaia de încărcare și centraj în dreptul masei inițiale de bază. Deoarece aceasta din urmă este o cantitate clar definită iar masa de operare nu, vom folosi greutatea inițială de bază pentru calculele de pe foaia de încărcare și centraj.

### **Masa fără combustibil (ZFM - zero fuel mass)**

Această masă reprezintă masa totală a avionului (gross mass) fără combustibilul utilizabil din aripi - include pilotul, încărcătura.

### **Masa totală (Gross Mass)**

Este greutatea totală a avionului la un moment dat. Reprezintă masa inițială plus pilotul, plus încărcătura (pasageri și cargo), balast (dacă există) și combustibil.

Această greutate nu ar trebui să depășească masa maximă permisă pentru o anumită manevră. La decolare, GM (gross mass) nu trebuie să depășească MTOM (maximum take-off mass, structurală) sau limitarea performanței TOM. La aterizare, GM nu trebuie să depășească MLM (structurală) sau LM cu performanța limitată.

Fiecare aeronavă are limitări de greutate atașate. Acestea depind de rezistența structurală a aeronavei, operațiunile pentru care este creat și manevrarea fiind aspectele ce trebuie luate în considerare.

### **Masa maximă la rampă**

Greutatea maximă pentru rampă este greutatea totală maximă permisă înainte de rulaj. Poate depăși masa maximă de decolare cu marja de combustibil pentru rulaj. În timp ce acest lucru nu este specificat la multe aeronave ușoare, există și excepții, așadar trebuie să fiți vigilenți vizavi de masa pentru rampă.

Cessna 172, spre exemplu, are o marjă de 3 kg pentru rulaj (consumul de combustibil pe timpul rulajului), așadar masa pentru rampă poate depăși masa maximă permisă la decolare cu această cantitate.

### **Masa maximă la decolare (MTOM - Maximum Take-Off Mass) - structurală**

Este masa maximă permisă pentru decolare.

### **Masa limitată de performanța pentru decolare**

Uneori o limitare a performanței (pista scurtă, obstacol înalt pe culoarul de decolare, vânt sau înclinație nefavorabilă, temperatura mare, presiune barometrică mare, mai exact altitudine densimetrică) va limita respectiva decolare la o masă mai mică decât MTOM-ul structural. Cititi graficele de performanță din Manualul de Zbor.

### Masa maximă la aterizare (MLM - Maximum Landing Mass) - structurală

Este masa totală admisă pentru aterizare. Pentru multe aeronave ușoare MLM este aceeași cu MTOM, astfel că puteți decola cu masa maximă și să vă întoarceți imediat pentru o aterizare fără să depășiți limitele. MLM-ul altor aeronave poate, din motive de structură, să fie mai mic decât MTOM. În acest caz, consumul de combustibil trebuie să fie suficient pentru a reduce masa totală la o valoare mai mică decât masa de aterizare maximă.

**NOTĂ:** Masa inițială de bază va fi diferită pentru fiecare avion în parte și este întotdeauna specificată în Manualul de Zbor al avionului respectiv.

### Masa la aterizare limitată de performanță

Uneori o limitare a performanței (pista scurtă, un obstacol pe calea de aterizare, făcând necesară o aterizare cu un touchdown la o distanță mai mare, înclinatie sau vânt nefavorabil, altitudine densimetrică mare), poate limita acea aterizare la o masă mai redusă decât MLM-ul structural.

### *De ce masa avionului este restricționată?*

Forța principală generată pentru a echilibra masa este forța portantă. Magnitudinea sa depinde de aripă, viteză și densitatea aerului ( $\rho$  sau  $\rho$ ).

Viteza este limitată de puterea disponibilă de la elicea motorului, aripa este fixată de către constructor și densitatea aerului nu poate fi controlată de pilot. Dacă nu se poate obține o portantă egală cu greutatea, atunci aeronava nu poate menține un zbor rectiliniu la orizontală.

Un avion supraîncărcat se va comporta precar, va fi greu manevrabil și poate suferi de asemenea avarii ale structurii. Din punct de vedere al performanței, un avion supraîncărcat va avea:

- o viteză de intrare în limită mai mare
- o viteză de decolare mai mare
- o performanță la urcare mai slabă (unghi și rată de urcare)
- zbor la un plafon mai redus
- autonomie mai slabă
- o viteză de aterizare mai mare
- frânare excesivă
- manevrabilitate scăzută
- distanța de decolare mai mare
- consum mai mare de combustibil
- distanța de aterizare mai mare.

### 1.3 Încărcarea aeronavei

Elementele care trebuie cântărite pentru determinarea încărcării unei aeronave sunt:

- tot cargo
- echipamentul mobil
- bagajul

- ocupanții, inclusiv bunurile personale.

Cunoscând greutatea exactă a pasagerilor, se poate face un calcul exact, dar greutățile aproximative care se pot folosi sunt:

- un copil mic 8 kg (sub 2 ani)
- un copil 48 kg (sub 15 ani)
- un adult 82 kg

**NOTĂ:** 1 kg = 2,2 lb (aproximativ)

Alte restricții de greutate:

Pot exista alte restricții de greutate, cum ar fi limitare de greutate pentru compartimentul de bagaje, etc. Acestea sunt specificate în Manualul de Zbor sau inscripționate pe tăblițe în avion.

### Masa de combustibil

- Combustibilul are o greutate specifică de 0,72 Avgas (100/130)
- Uleiul are o greutate specifică de 0,96 (synthetic), 0,90 (mineral)

O greutate specifică de 0,72 înseamnă că Avgas 100/130 are o greutate de numai 0,72 % dintr-un volum egal de apă. 1 litru de apă cântărește 1 kg, așadar 1 litru de Avgas 100/130 cântărește 0,72 kg.

- 1 galon imperial de apă cântărește 10 lb;
- 1 galon imperial de Avgas cantareste 7,2 lb;
- 1 galon US de Avgas cantareste 6,0 lb.

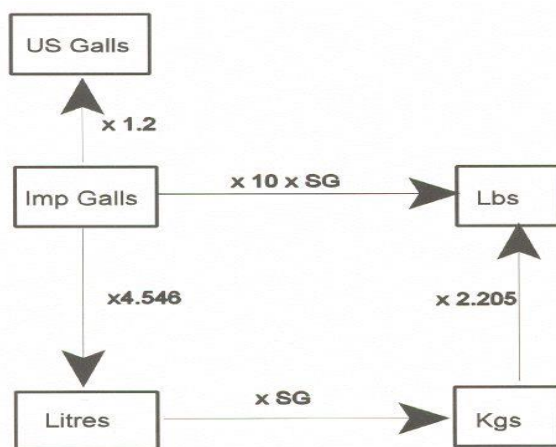


Fig. 1.1 Conversia unităților de măsură



Este responsabilitatea pilotului să se asigure că limitele referitoare la mase nu sunt depășite. La multe aeronave ușoare nu este posibilă existența simultană a unui rezervor plin, număr maxim de pasageri și încărcătură.

#### 1.4 Limitările aeronavei

Greutatea totală și cea fără combustibil și echipaj a avionului depind de anumite limitări. Unele din acestea sunt de natură **structurală**, și anume felul în care este construit și proiectat pentru a executa anumite operațiuni și suportă anumite sarcini, până la o anumită valoare. Alte limitări se datorează **performanțelor** avionului - anumite condiții de temperatură și presiune, starea pistei etc, pot limita greutatea permisă pentru aterizare, decolare etc.

##### Greutatea maximă la decolare - MTOW (Maximum Take-Off Weight)

Această greutate depinde de limitările de structură. MTOW este greutatea totală maximă conform Certificatului de Navigabilitate și a Manualului de Zbor aprobat, cu care avionului îi este permis să decoleze. Această greutate mai este cunoscută și ca Greutatea Maxima la Decuplarea Fanelor, MBRW (Maximum Brake Release Weight).

**NOTĂ:** Greutatea la decolare în cazul unei anumite decolări poate să nu depășească MTOW-ul structurii sau TOW-ul așa cum este limitat de performanțele avionului și considerații referitoare la pistă.

##### Greutatea maximă la aterizare - MLW (Maximum Landing Weight)

Și această greutate este restricționată de limitările de structură. MLW-ul este greutatea maximă totală, conform Certificatului de Navigabilitate și a Manualului de Zbor aprobat, la care avionului îi este permis să aterizeze.

**NOTĂ:** Greutatea de aterizare pentru o anumită aterizare nu ar trebui să depășească MLW-ul structurii sau LW-ul așa cum este limitat de performanțele avionului și considerații referitoare la pistă. MLW-ul este mai mic decât MTOW datorită stresului mai mare existent la aterizare decât la decolare.

**Greutatea maximă fără combustibil - MZFW (Maximum Zero Fuel Weight)**

Această greutate poate fi specificată, însă la multe aeronave ușoare, nu este. MZFW este greutatea totală maximă admisă fără combustibil utilizabil în rezervoare.

Aripile furnizează portanța necesară pentru a echilibra greutatea avionului.

**1.4.1. Limitări de viteză:**

Avionul trebuie să zboare între anumite valori de viteză, specificate în Manualul de Zbor. Uneori considerațiile aerodinamice furnizează motivul pentru această limită (mai exact, viteza de intrare în limită este limita inferioară de viteză) și uneori cantitatea de putere limitează vitezele (mai exact, viteza maximă de croazieră este limitată de puterea disponibilă pentru contracararea rezistenței parazite aflată în creștere).

Foarte importante sunt **limitările de structură**. Poate să existe suficientă putere pentru anumite manevre mai solicitante însă structura nu le va putea suporta. Structura suportă o forță de 1g în zbor calm rectiliniu la orizontală, altfel spus avionul și pilotul experimentează o forță egală cu propria lor greutate. Atunci când citești acest curs stând pe scaun, vei experimenta o forță provenită de la scaun egală și opusă greutății tale, adică 1g.

Cunoaștem deja faptul că viteza importantă pentru mediul aeronautic este viteza indicată, IAS-ul, viteză prezentată în indicatorul de viteză, ASI. IAS-ul este raportat la presiunea dinamică  $\frac{1}{2} \rho V^2$  care reglementează generarea forțelor aerodinamice cum ar fi **portanța și rezistența**. Așadar, toate aceste viteze aerodinamice limitate sunt viteze indicate.

Structura este supusă unei forțe de 1g în zbor calm rectiliniu la orizontală, aceasta variind în funcție de viraje.

Spre exemplu, un viraj perfect înclinat de 60° mărește sarcina asupra structurii la 2g. Turbulențele și rafalele pot deasemenea modifica unghiul de incidență al aeronavei schimbând sarcina asupra structurii. Aceste presiuni sunt apreciate ca **factori de încărcare sau forțe-g**.

$$\text{Factorul de sarcină (n)} = \text{Portanța produsă de aripi} / \text{Greutatea avionului}$$

Este important ca la revenirea din atitudini mai puțin obișnuite ale avionului, să evitați excesul de forțe g, deoarece acestea pot suprasolicita învelișul, determinând apariția diferitelor probleme specifice.

Un avion de acrobație va fi certificat și proiectat cu un factor de sarcină mai mare decât avioanele din alte categorii.

În afară de factorul static de sarcină sau *forțe g*, există considerente de **putere dinamică**, cum ar fi instabilitatea dinamică a avionului în zborul de mare viteză, trepidația comenzilor, care dacă i se permite să continue poate duce la defecțiuni ale învelișului.

Există **limite de viteză incontestabile**, cum ar fi viteza care nu trebuie depășită ( $V_{ne}$  - never exceed speed) și viteza limită ( $V_s$  - stalling speed)

**Viteza maximă admisă (Vne)**

Vne este viteza maximă absolută la care poate fi pilotat avionul. Este indicată pe vitezometru de o linie roșie. Orice rafală sau manevră la viteze mai mari decât Vne pot determina apariția unor factori de sarcină inacceptabili. O astfel de viteză nu trebuie atinsă în condiții normale.

**Viteza normală de operare (Vno - Normal Operating Limit Speed)**

Vno este viteza maximă la care ar trebui să fie pilotat avionul în condiții normale. Sectorul normal de operare pentru viteză este indicat pe vitezometru printr-un arc de cerc verde. Deasupra Vno există un arc de cerc galben sau portocaliu ce se extinde până la linia roșie de limitare la Vne. Nu ar trebui să depășiți Vno.

**Viteza de manevră (Va)**

Atunci când pilotul manevrează avionul, suprafețele de control (eleroane, profunzoare și direcția) aripile și stabilizatorul vertical sunt supuse unei sarcini mai mari. Viteza de manevră Va, este viteza maximă pentru manevre la care braccarea totală a suprafețelor de control nu va suprasolicita structura.

**NOTĂ:** Manualul de Zbor al aeronavei poate specifica diferite viteze pentru Va, în funcție de greutatea redusă (Va - mai mare), sau pentru o greutate mărită (Va - mai mică).

**Alte viteze maxime:**

**Vfe.** Odată flapsurile puse, structura avionului este supusă unei presiuni suplimentare, așadar o viteza cu flaps la maxim (Vfe - flaps extended) este specificată de obicei pentru a preveni posibile deteriorări ale structurii.

**Vlo, Vle.** La avioanele cu tren retractabil, vor fi specificate una sau două limitări de viteză, în conformitate cu design-ul: **Vlo** - viteza maximă pentru operarea trenului de aterizare (retractabil și fix) și **Vle** - viteza maximă la care puteți zbura cu trenul scos. Acolo unde sunt specificate ambele, Vlo va fi mai mică decât Vle. Aceasta deoarece, în timp ce trenul de aterizare se află între poziția 'scos' și 'ridicat', anumite trape ale trenului de aterizare vor fi deschise în curentul de aer. La sistemele în care aceste trape se reînchid după ce trenul a fost coborât, o viteză mai mare (Vle) este admisă (deși nu la fel de mare când trenul este retractat și trapele închise din nou). De asemenea, pot fi echipate cu mecanisme de blocare de dimensiuni mici pentru a intensifica structura trenului de aterizare atunci când este coborât.

**Vb.** - viteza de trecere prin turbulență și

**Vra** -viteza în aer turbulent - sunt vitezele țintă indicate pentru zborul prin turbulențe

**Viteza de trecere prin turbulență**

În turbulență, viteza poate varia rapid și orice încercare de a menține o viteză constantă prin manevrarea profundului și a schimbărilor de putere, pot suprasolicita aeronava. Permiteți vitezei să varieze în jurul valorii **Vb**. Dacă această viteză nu este specificată, atunci viteza de manevră **Va**, reprezintă 'o bună țintă' de atins în cazul penetrării turbulenței. Vno nu ar trebui depășit în turbulențe.



Mentineți aripile la același nivel cu ajutorul eleroanelor, dar nu bruscați profunzimea. Datorită distanței față de centrul de greutate, profunzimea pot suprasolicita foarte ușor structura dacă sunt bruscate într-un aer turbulent.

**Nu încercați să mențineți aceeași altitudine** - permiteți avionului să urce și să coboare odată cu curenții de aer (cu condiția existenței înălțimii de siguranță și a separării corespunzătoare de restul traficului aerian).

**Asigurați-vă că orice schimbare a puterii motorului este efectuată într-un mod calculat.**

### Zborul în turbulență:

Aerul turbulent sau rafalele pot schimba instantaneu direcția curentului de aer local și unghiul de incidență. Zburând la viteză redusă (unghi de incidență mare), o rafală către înaintă ar putea crește unghiul de incidență și factorul de sarcină al aripii (forțele g) în așa fel încât aripa va intra în limită.

Zburând cu viteză redusă prin rafale scade presiunea asupra avionului, dar îl expune posibilității de a intra în limită.

Zburând cu viteze mari prin aerul turbulent, va rezulta o călătorie 'anevoioasă' și va genera mai multă presiune pe structură decât zborul la viteze mici.

### Limite ale masei maxime

Limitele maxime ale masei unei aeronave sunt definite de performanțele și caracteristicile determinate de constructor și sunt precizate în manualul de zbor și întreținere. Constructorul definește limitele față și spate ale centrajului, limite ce trebuie verificate și asigurate de către pilotul comandant la fiecare zbor.

Aceste limite sunt exprimate în procente din CMA față de bordul de atac al aripii.

### Limitări de performanțe

Limitările de performanță sunt de asemenea definite de constructor în manualul de zbor al aeronavei. Aceste limitări vizează accelerațiile pozitive și negative cât și vitezele de operare (viteza maximă de zbor, viteza maximă cu flapsul scos, etc.), limitări de manevre. Aceste limitări sunt bazate pe rezistența structurală a aeronavei și sunt introduse de constructor pentru a menține aeronava în limitele deformării elastice. Depășirea acestor limite poate duce la deformări plastice ale aeronavei (deformări permanente).



## 1.5 Centrajul avionului

## 1.5.1. Definiții:

Coarda Medie Aerodinamică (CMA) a unei aripi date, este egală cu coarda unei aripi dreptunghiulare având aceeași anvergură și suprafață cu aripa dată.

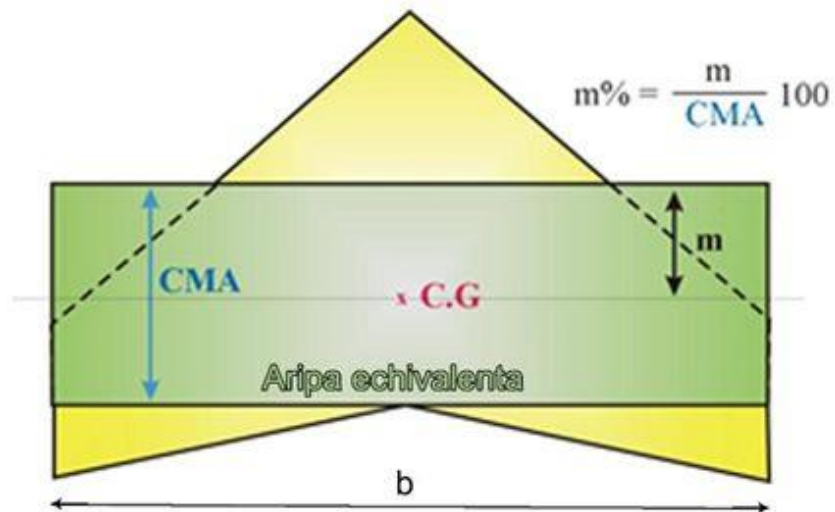


Fig. 1.2 Coarda Medie Aerodinamică

Se studiază echilibrul forțelor și al momentelor pe avion în planul vertical ( $xOz$ )

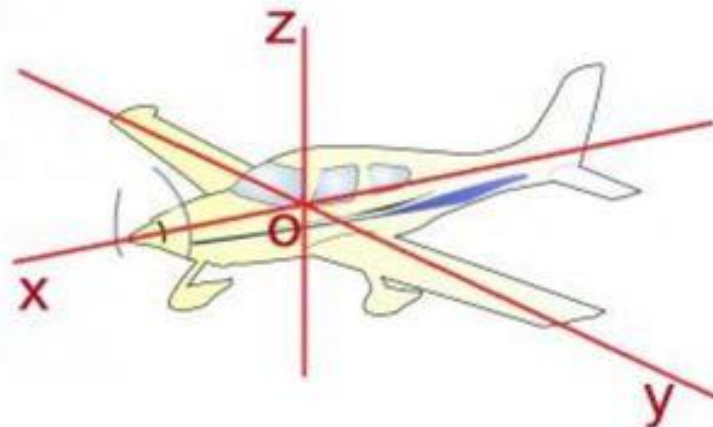


Fig. 1.3 Axele de mișcare

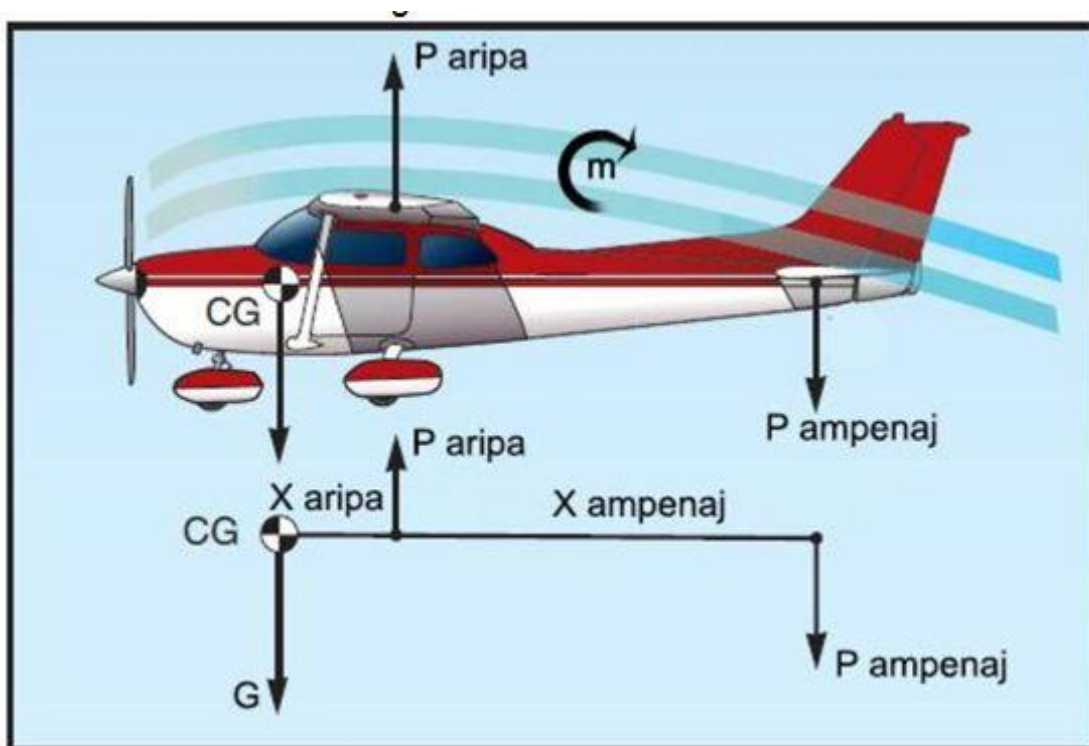


Fig. 1.4 Echilibrul forțelor

Pentru ca avionul să fie în echilibru static, este necesar ca forțele și momentele ce acționează în planul  $xOz$  să îndeplinească condițiile de echilibru static.

**Centrajul** este poziția centrului de greutate  $X_{CG}$  al avionului de-a lungul corzii aerodinamice, față de bordul de atac, exprimată în procente din  $C_{ma}$ .

Centrajul avionului depinde de modul de încărcare al acestuia (echipaj, carburant, bagaje, echipamente la bord, utilități destinate funcționării etc.) și se poate modifica și în timpul zborului (prin consumarea carburantului). Este deosebit de important să se păstreze centrajul în limitele prevăzute de constructor în Manualul de Zbor al Avionului.

**Nerespectarea centrajului** poate duce la situația periculoasă, în care avionul devine necontrolabil.

### 1.5.2. Influențele diferitelor poziții ale centrajului:

Poziția CG influențează portanța, unghiul de incidență al aripilor, valoarea forței portante aflate pe ampenajul orizontal cât și gradul de bracing al profundorului.

Poziția CG a unei aeronave nu este fixă. Aceasta variază în funcție de greutatea pilotului, a pasagerilor, a bagajelor, a combustibilului, dar variază și din poziția acestora în avion.

Să ne reamintim că Centrul de Greutate al aeronavei este punctul rezultat al tuturor elementelor care alcătuiesc greutatea totală a aeronavei.

Avionul se va angaja la o viteză mai mare în cazul poziționării CG către limita față și în același timp va deveni mai stabil.

Avionul va avea o viteză de croazieră mai mare în cazul poziționării CG către limita spate, prin reducerea rezistenței la înaintare. Această reducere a rezistenței se datorează reducerii portanței ampenajului orizontal, necesară pentru a menține echilibrul forțelor.

În același timp, avionul devine mai puțin stabil cu CG către limita spate prin micșorarea distanței dintre CG și centrul de presiune (CP) drept urmare contribuția la stabilitate a aripilor avionului scade, în timp ce contribuția ampenajului crește. Trebuie avut în vedere că Centrul de Presiune pe aripă se modifică în funcție de incidența profilului aripilor, de fapt în funcție de viteza avionului.

### 1.5.3. Calcularea masei și centrului de greutate - fișa de cântărire și centraj

Fișa de cântărire și centraj este o reprezentare grafică a distribuției de mase specifică fiecărui avion în parte (aceasta este o fișă personalizată a avionului și este

întocmită inițial de constructor (ca format general), sau de cel care întreține avionul în cazul în care s-au efectuat lucrări ce pot modifica distribuția de mase (vopsiri, reparații majore de structură, înlocuiri de componente importante sau adăugări/schimbări de echipamente de bord). Fișa de cântărire și centraj în original se găsește în Manualul de Zbor personalizat al avionului.

Înainte de fiecare misiune de zbor trebuie calculate încărcarea și centrajul avionului, cu o metodă (formulă, grafic, diagramă sau alte metode, sau o combinație a celor enumerate) ce se găsește atât ca formular tipizat cât și ca metodă de efectuare în Manualul de Zbor al avionului.

#### 1.5.4. Cântărire și centraj

Chiar dacă o aeronavă a fost certificată pentru zbor la o greutate netă maximă, aceasta nu poate decola în siguranță în toate condițiile cu această greutate maximă. Alitudinile mari, temperatura ridicată și umiditatea ridicată sunt factori suplimentari care pot necesita limitarea sarcinilor la unele greutăți mai mici decât cea maximă admisibilă. În plus, pentru a calcula greutatea care poate fi încărcată, pilotul trebuie să se asigure că sarcina este dispusă în așa fel încât să mențină aeronava în echilibru. Punctul de echilibru, sau centrul de greutate (CG), este punctul în care acționează toate masele care compun greutatea avionului. Pentru a zbura o aeronavă în siguranță, centrul de greutate trebuie să se încadreze între limitele specificate. Pentru a menține CG în limitele de siguranță ar putea fi necesar să se deplaseze greutatea spre botul aeronavei (înainte) pentru deplasarea centrul de greutate înainte, sau spre coadă (spate), pentru deplasarea CG către spate.

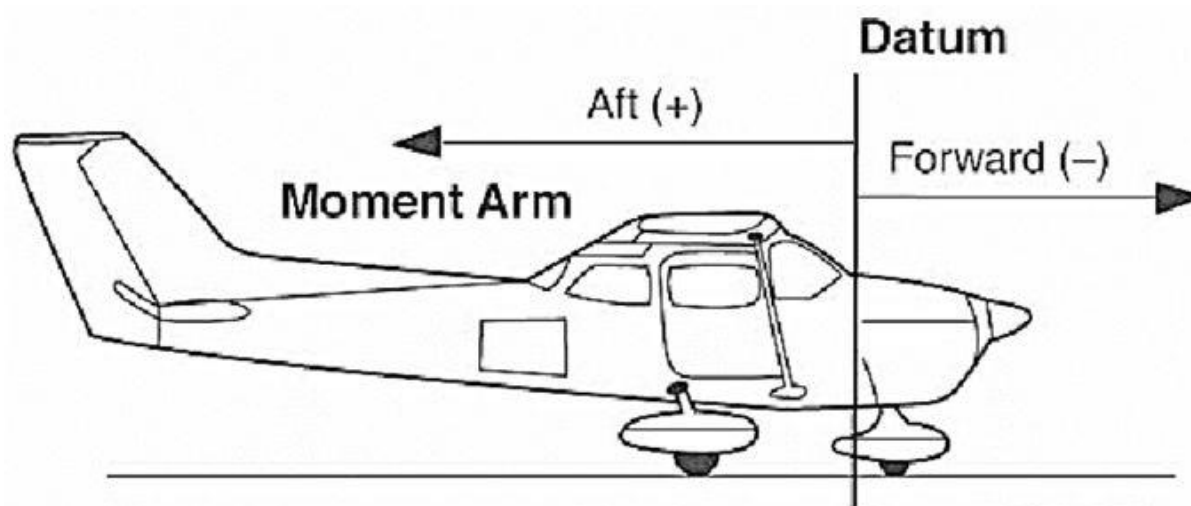


Fig. 1.5 Linia de referință

**Datumul** este o linie verticală imaginară de la care într-un avion se fac măsurători.

Datumul (originea) este stabilit de către producător și poziția sa poate varia de la un avion la altul.

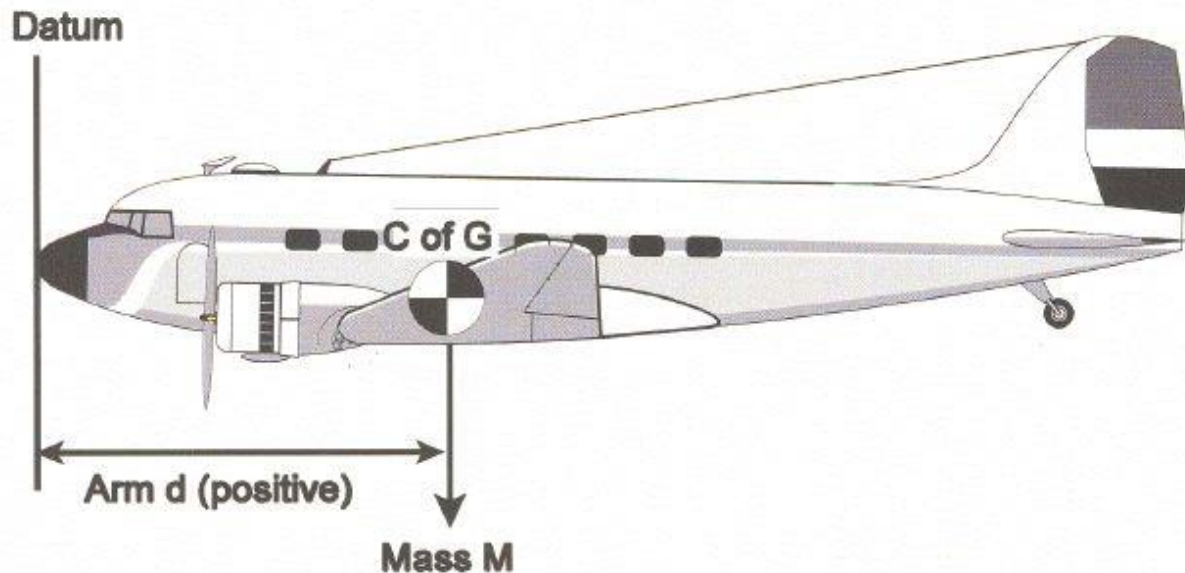


Fig. 1.6 Brațul forței față de referință

Brațul este distanța orizontală măsurată în centimetri de la linia de referință (datum) la un punct la bordul aeronavei. Dacă este măsurat spre coadă, brațului îi este dată valoare pozitivă (+), iar dacă se masoară în față, brațului i se va da valoare negativă.

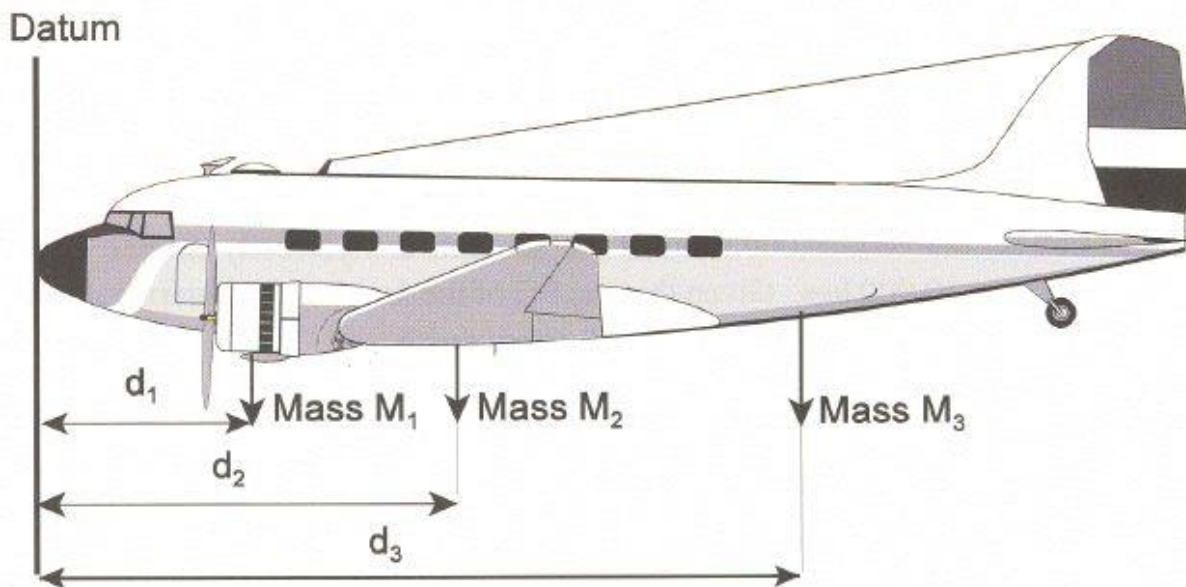


Fig. 1.7 Datum, Forțe, Brațe

**Momentul** este produsul dat de greutatea unui obiect înmulțită cu brațul și se exprimă în kgf.

O formulă care este folosită pentru a afla momentul este de obicei exprimată astfel:

Greutate x Braț = Moment

Indicele moment este un moment împărțit printr-o constantă, cum ar fi 100 sau 1000.

Acesta este folosit pentru a simplifica calculele unde obiectele grele și brațele lungi duc la valori mari imposibil de gestionat. Acesta este de obicei exprimat ca Moment / 100 sau Moment / 1000, etc.

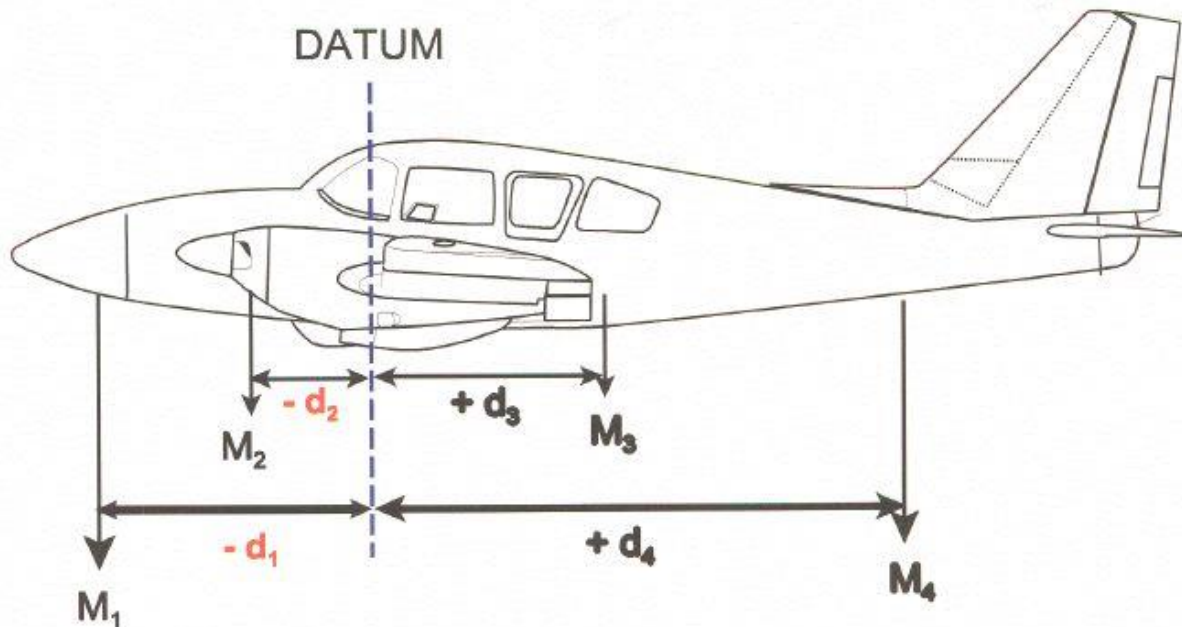


Fig. 1.8 Momente față de Datum

Centrul de greutate (CG) este un punctul de echilibru al aeronavei și se exprimă în centimetri față de linia de referință.

Centrul de greutate este găsit prin împărțirea momentului total la greutatea totală, iar formula este de obicei exprimată după cum urmează:

$$\text{Moment total} \div \text{greutate totala} = \text{CG (inch/cm de la origine către coadă)}$$

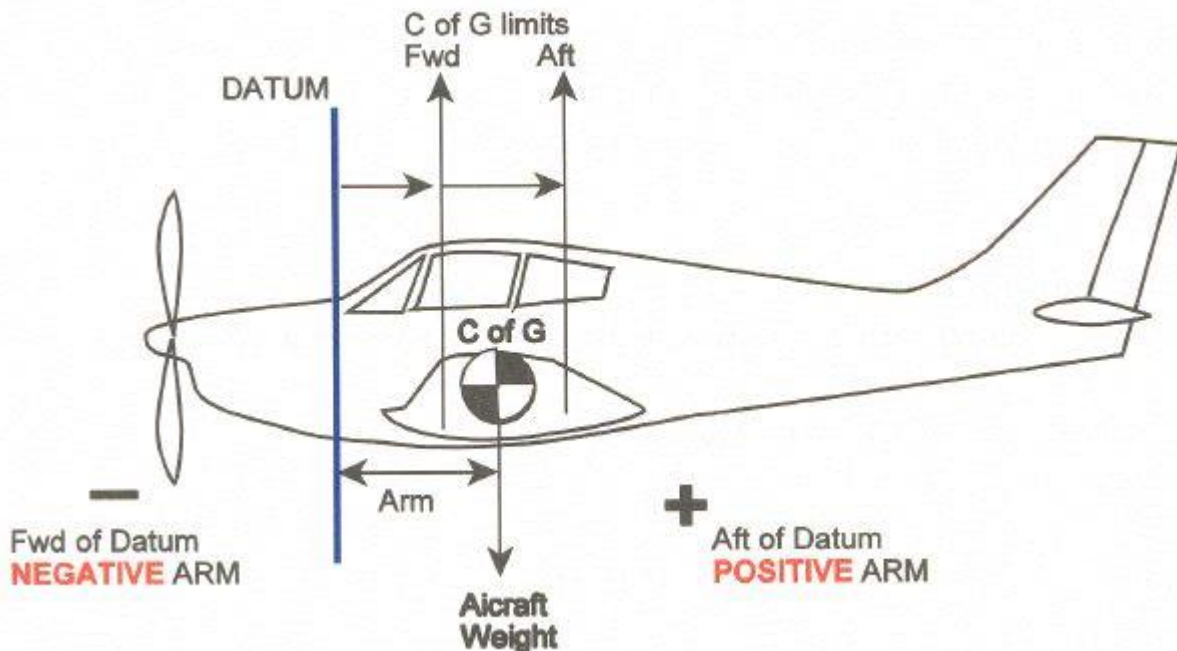


Fig. 1.9 Limite ale Centrului de Greutate

Distanța maximă de deplasare a centrului de greutate către față și către spate se numește limită de centraj. Această limită este specificată de producător. Greutatea aeronavei goală este obținută din diagrame corespunzătoare. Această greutate include fuzelajul, motorul, toate echipamentele fixe, combustibilul și uleiul inutilizabil. Unele aeronave includ în greutatea avionului gol toată cantitatea de ulei.

Sarcina utilă include pilot, pasageri, bagaje, combustibil și ulei. Greutatea la decolare este greutatea avionului gol plus sarcina utilă.

Greutatea la aterizare este greutatea la decolare minus orice combustibil utilizat. Au fost stabilite greutăți standard pentru numeroase elemente implicate în calculele de centraj, dar aceste unități standardizate nu trebuie utilizate dacă greutățile reale sunt disponibile.

Diagrama maselor aeronavei ( Fig. 1.10) ne permite să deducem un număr de formule de calcul foarte utile în vederea determinării centrajului și încărcării aeronavei, astfel:

$DOM = BEM + \text{echipaj} + \text{echipament}$

$OM = DOM + TOF$

$ZFM = DOM + TL$

$TOM = OM + TL$

$TOM = ZFM + TOF$

$TOM = DOM + UL$

$LM = TOM - TF$

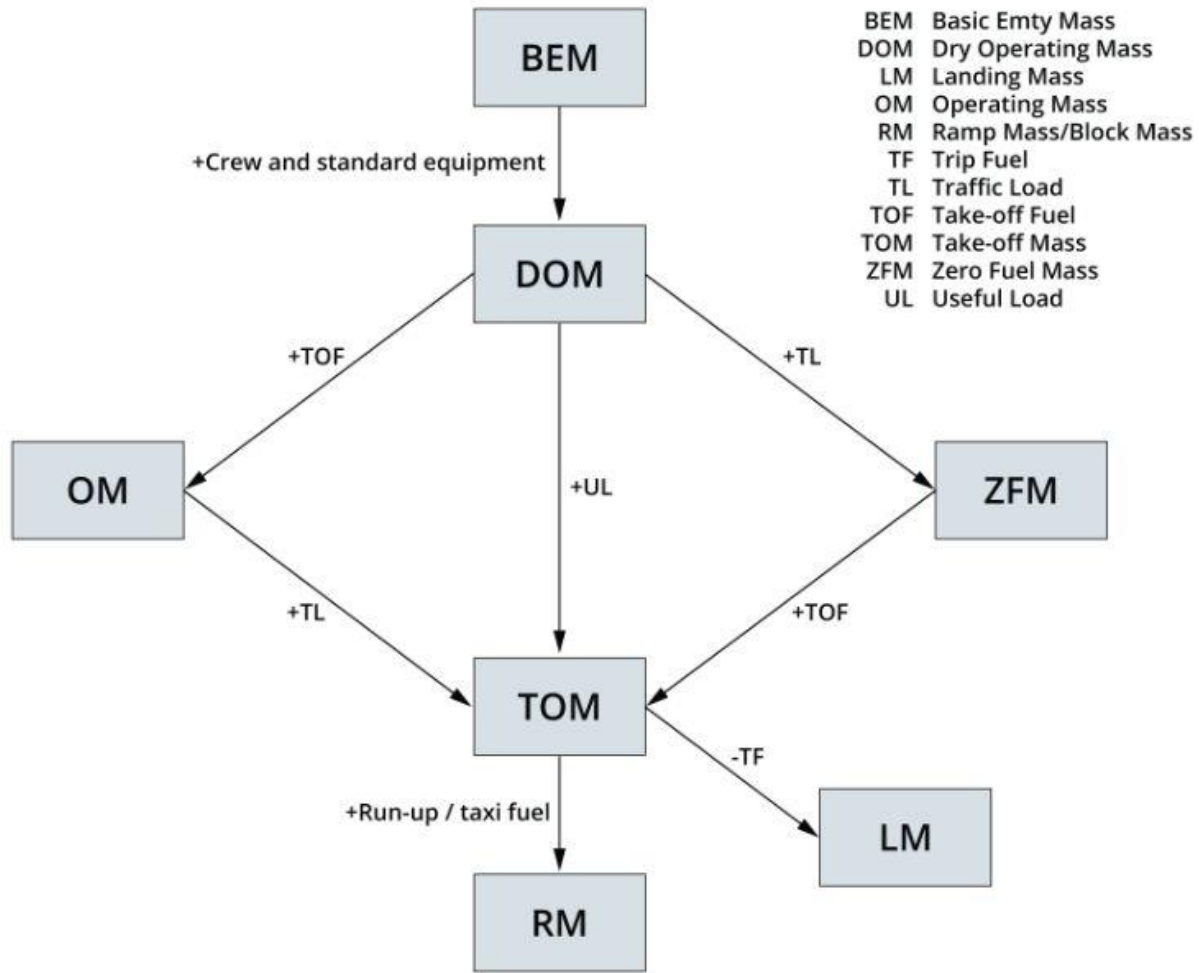


Fig. 1.10 Diagrama maselor aeronavei



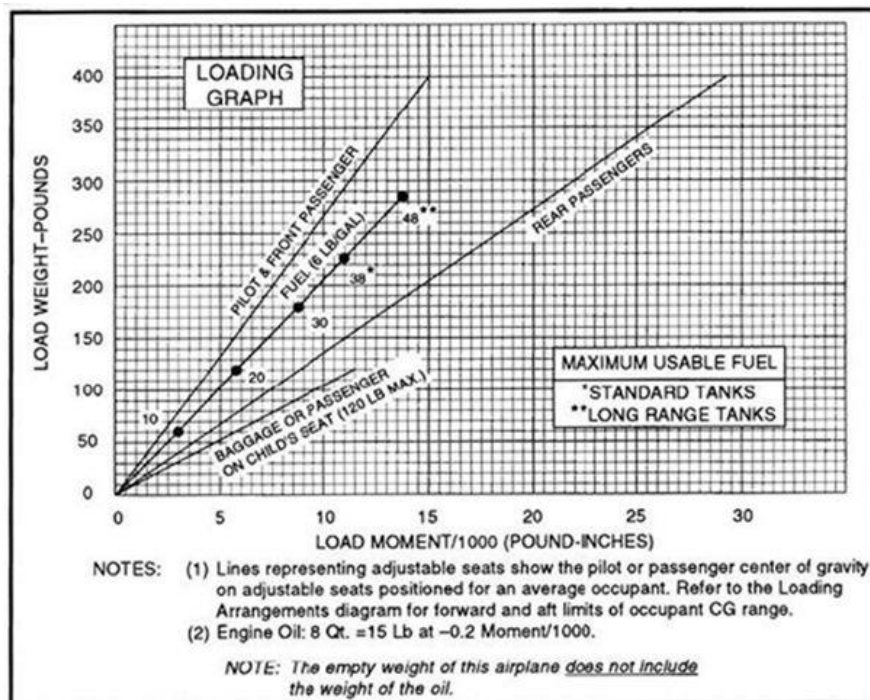
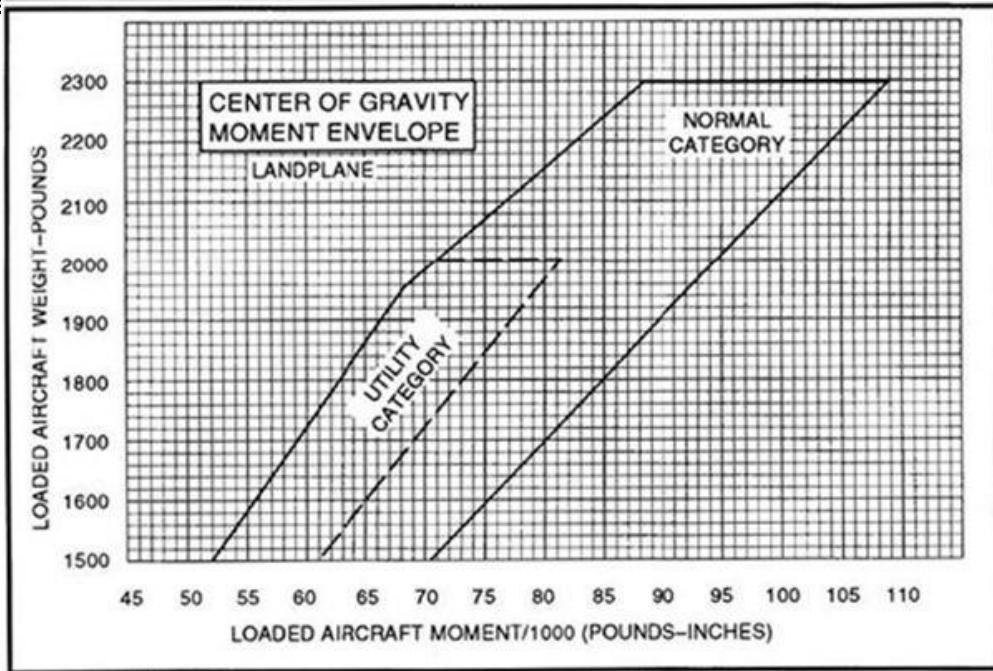


Fig. 1.11 Fișa de cântărire și centraj



SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT



## 2. Performanțe

### 2.1 Performanțele statice

#### 2.1.1. Vitezele avionului

În exploatarea avionului, se folosesc următoarele viteze:

**IAS** = Indicated Air Speed - viteza indicată de vitezometrul avionului;

**CAS** = Calibrated Air Speed - viteza indicată corectată în funcție de erorile de măsură ale aparatului (pentru fiecare avion există un tabel sau un grafic în Manualul de Zbor pentru obținerea CAS sau RAS -rectified air speed);

**EAS** = Equivalent Air Speed - viteza calibrată echivalată cu efectul compresibilității aerului pentru avioanele ce zboară în regim compresibil (peste 500 km/h);

**TAS** = True Air Speed - viteza echivalentă corectată cu variația densității altimetrice (cu  $\sqrt{\rho/\rho_0}$ ), este viteza avionului față de aerul în care zboară;

**GS** = Ground Speed - viteza față de sol, sau True GS.

Mai departe, vom defini simbolizările standard pentru viteze.

<b>V<sub>NE</sub></b>	Never Exceed	viteza maximă admisă
<b>V<sub>NO</sub></b>	Normal Operational	viteza maximă operațională;
<b>V<sub>A</sub></b>		viteza de manevră;
<b>V<sub>S1</sub></b>		viteza de angajare (stall) cu volet bracat;
<b>V<sub>S0</sub></b>		viteza de angajare lisă;
<b>V<sub>FE</sub></b>	Flap Extended	viteza maximă cu voletul bracat
<b>V<sub>LE</sub></b>	Landing-gear Extended	viteza maximă cu tren scos;
<b>V<sub>LO</sub></b> aterizare;	Landing-gear Operated	viteza maximă de operare a trenului de
<b>V<sub>L/D</sub></b> maxime.	Lift / Drag	viteza de planare corespunzătoare fineții



### 2.1.2. Clasele avionului

**Clasa A:** avion multimotor turbo (jet sau prop) cu peste 10 pasageri și masa peste 5700 kg (după EASA CS25);

**Clasa B:** avion cu elice până la 9 pasageri și masa maximă sub 5700 kg (după EASA CS23);

*Interzis:* - zbor de noapte, în IMC, peste suprafețe unde nu se poate ateriza.

Performanțe Maxime (Gross) x Factor de Siguranță = Performanțe Reale (Net / Scheduled / Dispatch)

**Clasa B = Gross**

**Clasa A = Net** → 5 evenimente la 1.000.000 de zboruri sau 99,99994 % siguranța

## 2.1.3. Distanțe declarate a unui aerodrom

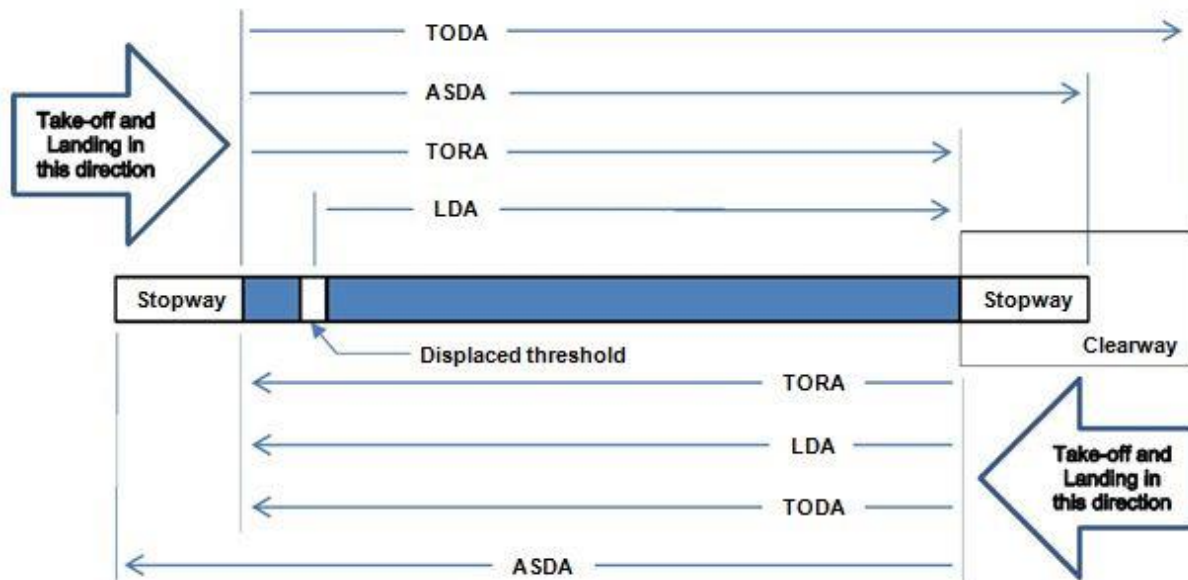


Fig. 2.1 Distanțe declarate pe aerodrom

<b>TORA</b>	distanța de rulare la decolare disponibilă (Take-Off Run Distance Available)
<b>TODA</b>	distanța de decolare disponibilă (Take-Off Distance Available)
<b>LDA</b>	distanța de aterizare disponibilă (Landing Distance Available)
<b>ASDA</b>	distanța de accelerare și oprire disponibilă (Accelerate-Stop Distance Available)
<b>Stopway</b>	prelungire de oprire
<b>Clearway</b>	prelungire degajată

$$\text{TODA} = \text{TORA} + \text{Clearway}$$

$$\text{ASDA} = \text{TORA} + \text{Stopway}$$

## 2.2 Zborul orizontal

Condițiile zborului orizontal sunt:

- Înălțimea constantă ( $H = \text{ct.}$ ), deci densitatea aerului =ct. ( $\rho = \text{ct.}$ );
- Viteza constantă ( $V = \text{ct.}$ ).

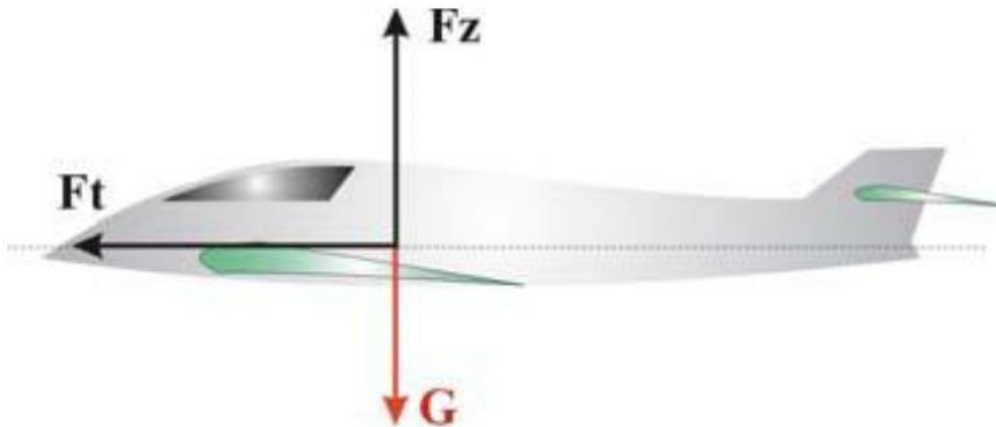


Fig. 2.2 Echilibrul forțelor în zbor orizontal

Pentru  $H = \text{ct.}$ : portanța ( $F_z$ ) trebuie să fie egală cu greutatea ( $G$ ).

$$F_z = G = \frac{1}{2} \rho V^2 S c_z$$

Pentru  $V = \text{ct.}$ : forța de tracțiune ( $F_t$ ) trebuie să fie egală cu rezistența la înaintare ( $F_x$ ).

$$F_t = F_x = \frac{1}{2} \rho V^2 S c_x$$

În aceste relații, greutatea ( $G$ ) este cunoscută iar densitatea ( $\rho$ ) depinde de presiunea atmosferică ( $p_a$  în mmHg) și temperatura absolută ( $T^\circ\text{K} = t^\circ\text{C} - 273^\circ$ ).

## 2.2.1. Relația dintre puterea necesară și puterea disponibilă

Fig. 2.3 Graficul de variație al puterii cu înălțimea

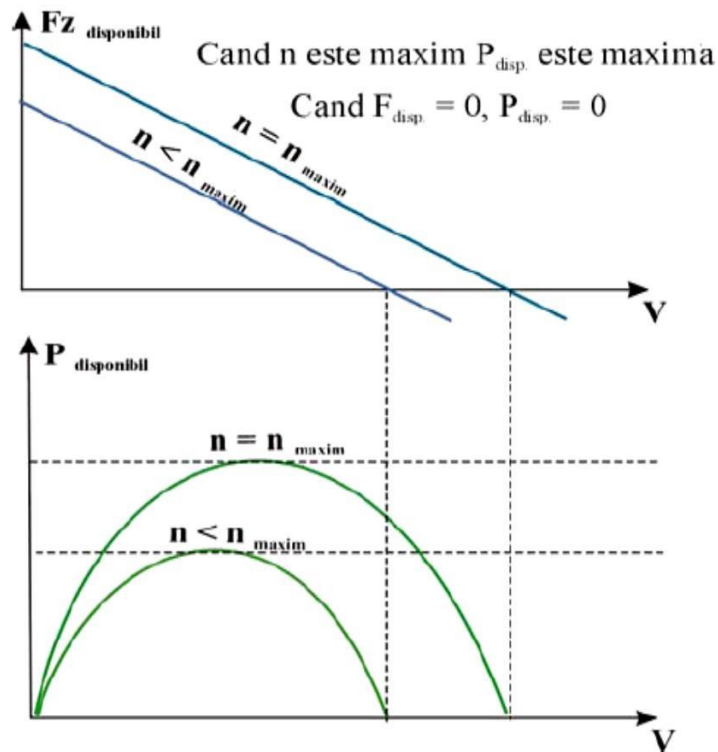
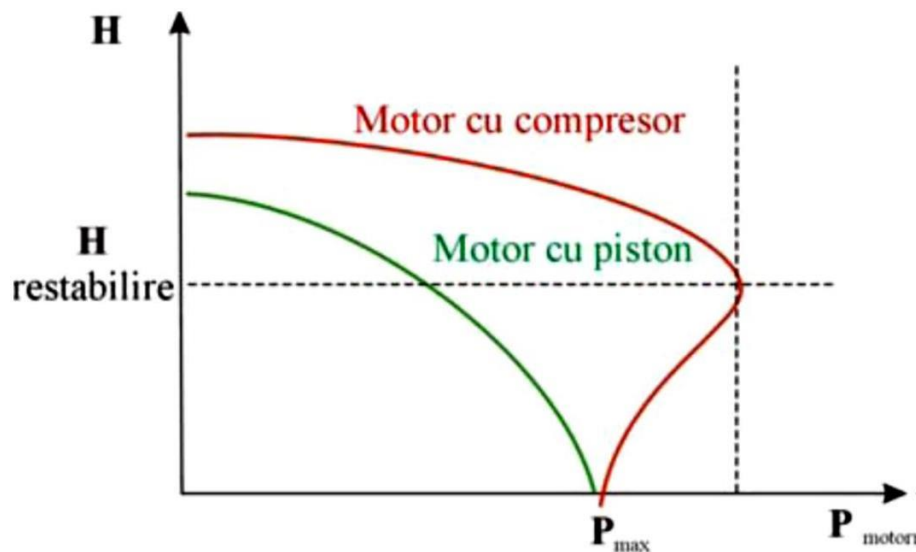


Fig. 2.4



Pentru motorul cu piston, fără compresor, puterea motorului este maximă la sol. Pe măsură ce înălțimea ( $H$ ) crește, puterea motorului scade. La o anumită înălțime de zbor puterea

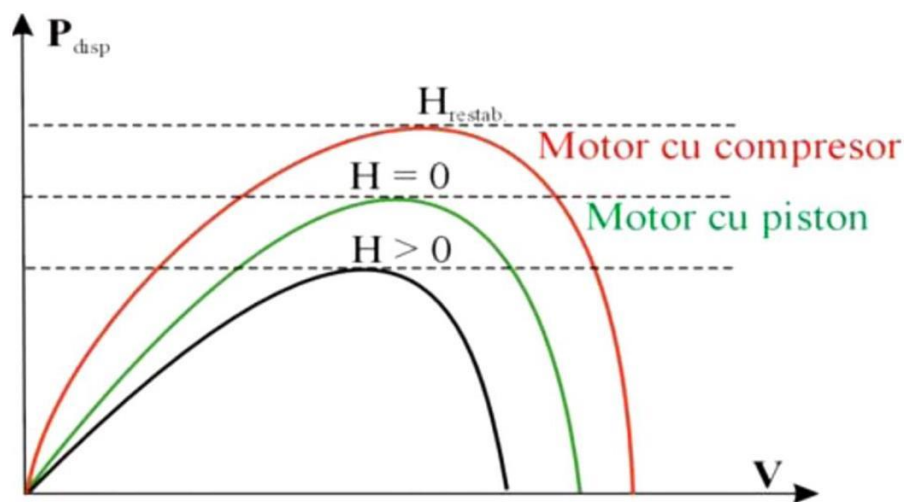
motorului va fi 0.

Pentru motorul cu piston cu compresor, puterea motorului crește până la o anumită înălțime (înălțimea de restabilire -  $H_{restabilire}$  -), după care puterea motorului scade cu creșterea înălțimii.

Motorul cu piston cu compresor zboară la o înălțime ( $H$ ) mai mare decât motoarele fără compresor.

$H_{restabilire}$  este avantajoasă pentru zbor, deoarece aici puterea motorului este maximă.

Fig. 2.5 Graficul de variație al puterii disponibile cu viteza



### 2.2.1. Diagrama de performanțe a aeronavei

Caracteristicile de zbor ale unui avion sunt în esență determinate de valorile unghiului de incidență la care se execută zborul respectiv. Unghiul de incidență determină valorile coeficienților  $C_x$  și  $C_z$  pentru un anumit avion.

$$C_z = f(\alpha_i); \quad C_x = f(\alpha_i)$$

$$K = C_z/C_x = f_3(\alpha_i)$$

Coeficienții aerodinamici  $C_z$  și  $C_x$  se pot reprezenta într-o diagramă polară, formată de fapt din valorile comune fiecărui unghi de incidență scoase din curbele  $C_z$  funcție de unghiul de incidență și  $C_x$  funcție de unghiul de incidență. Această diagramă care permite citirea valorilor  $C_z$  în funcție de  $C_x$  ( $C_z = f(C_x)$ ), este polara avionului și apoi a valorilor  $K$  din curba  $K = f_2(C_z)$  trasată pe aceeași diagramă polară.

Zburând cu anumite unghiuri de incidență pe o traiectorie orizontală (altitudine constantă), avionul realizează anumite performanțe proprii posibile și care nu se mai pot repeta și la alte unghiuri.



Dificultatea realizării zborului la anumite caracteristici de care este capabil un avion oarecare constă chiar în instalarea unghiului de incidență cunoscut, din cauza lipsei unui aparat de bord destinat acestui scop.

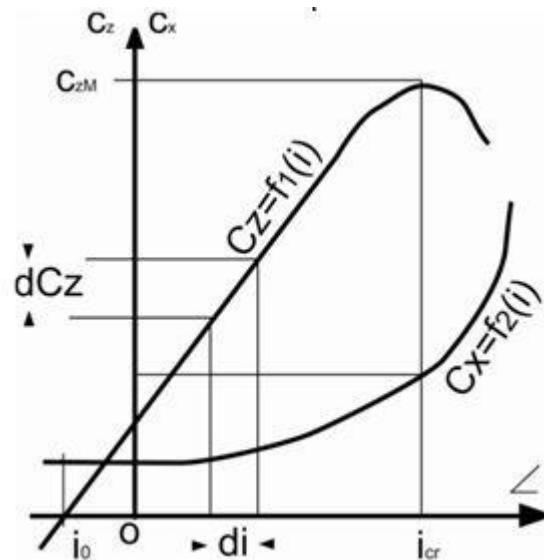


Fig. 2.6 Curbele  $C_z$  și  $C_x$  în funcție de incidența  $i$

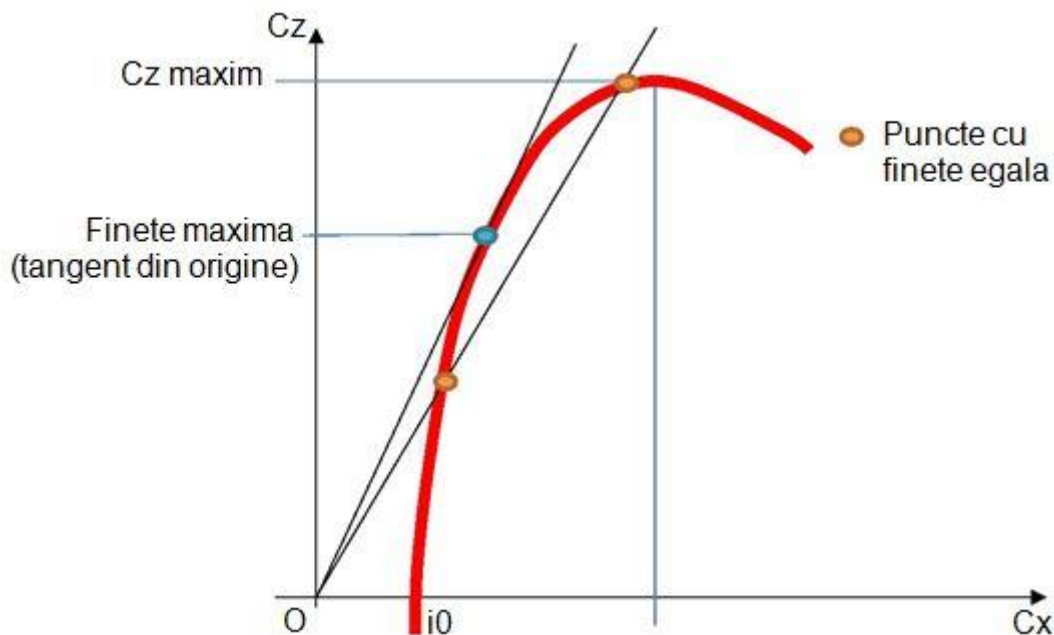


Fig. 2.7 Curba polară a avionului

### 2.2.2. Distanța și durata maximă de zbor

Distanța și durata de zbor pentru o aeronavă depinde în totalitate de cantitatea de carburant ce o poate lua la bord la decolare, precum și de consumul orar/km parcurs.



Alegerea regimului optim al autonomiei de zbor (viteza și înălțimea de zbor), sau determinarea condițiilor optime de funcționare a grupului motopropulsor la un regim dat, este o problemă de care depinde distanța și durata de zbor.

Pentru calculul carburantului necesar pe un traseu ales se va ține cont de capacitatea rezervorului / rezervoarelor de carburant, de consumul specific pentru decolare și aterizare, de consumul de carburant necesar pentru urcarea la altitudinea / înălțimea prescrisă / autorizată pentru zbor precum și de consumul de carburant necesar zborului de așteptare și tur de pistă la aterizare.

Zburând cu diferite viteze se influențează în mod substanțial autonomia de zbor deoarece viteza optimă este influențată de unghiul de incidență.

### 2.2.3. Efectul configurației, masei, temperaturii și altitudinii

#### Efectul masei

Examinând influența greutății asupra consumului de carburant, ne vom convinge că aceasta diferă în funcție de regimul de zbor.

Pentru aceasta arătăm faptul că, zburând la un regim maxim al motorului/vitezei de zbor, greutatea avionului nu va influența viteza/consumul de carburant, având în vedere că motorul este la regim maxim.

Deci consumul de carburant pe unitatea de timp / spațiu rămâne același indiferent de greutate.

Dacă însă zburăm la un regim apropiat de finețea maximă, variația greutății se manifestă în sensul că pe măsură ce crește greutatea va crește și consumul de carburant.

#### Efectul altitudinii

Variația înălțimii de zbor influențează în primul rând consumul de carburant în timpul urcării. Dar în cazul zborului la viteza optimă (a cărei valoare la vitezometru nu se modifică), autonomia de zbor se va reduce puțin.

Zborul la regimul optim aduce odată cu mărirea înălțimii și o creștere corespunzătoare a vitezei efective, astfel că la aceeași viteză indicată la vitezometru, zborul la înălțime mai mare va fi, de regulă, mai economic.

### Efectul temperaturii

Temperatura are influență asupra zborului. Astfel, pentru asigurarea parametrilor motorului, pe timp călduros trebuie să se zboare cu voleții radiatoarelor de răcire a motorului și a uleiului deschise, ceea ce determină o creștere a consumului de carburant, respectiv o reducere a autonomiei de zbor.

De asemenea, pe timp călduros se modifică densitatea aerului ceea ce va determina o influență importantă în ce privește obținerea vitezei de decolare, a vitezei de zbor, precum și a vitezei de aterizare, astfel că și consumul de carburant se mărește, ceea ce determină o micșorare a autonomiei de zbor.

### Efectul configurației avionului

Configurația avionului are o importanță esențială în ce privește cantitatea de carburant consumată pentru deplasarea avionului la o anumită viteză de zbor.

Astfel prin scoaterea trenului și bracarea voleților, la aterizare, se mărește coeficientul  $C_x$ , ceea ce determină o creștere a rezistenței la înaintare, cu consecința creșterii consumului de carburant.

În ce privește zborul planorului, prin modificarea configurației de zbor se va modifica finețea acestuia, astfel la scoaterea trenului de aterizare se va mări rezistența la înaintare (coeficientul  $C_x$ ), cu consecința micșorării fineței planorului.

Același fenomen se va produce și în momentul în care se brachează flapsul sau se scoate frâna aerodinamică.

## 2.3 Decolarea

Decolarea se definește ca fiind o mișcare accelerată a aeronavei de la începutul rulajului ( $V=0$ ), până la desprinderea de sol și atingerea înălțimii de 50 ft - aici pot începe alte manevre și operațiuni specifice fiecărei aeronave.

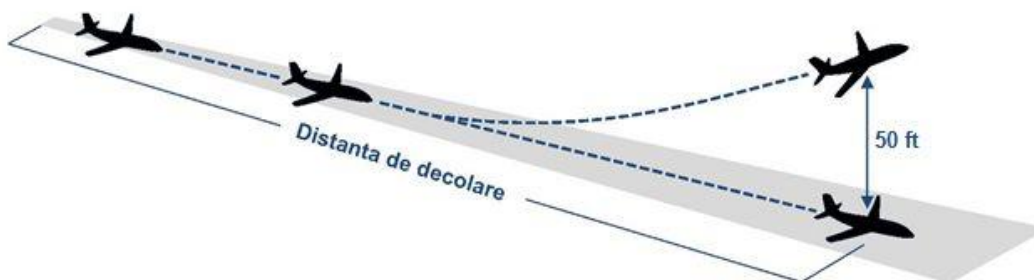


Fig. 2.8 Decolarea

### 2.3.1. Distanța disponibilă pentru decolare

Prin abrevierea TODA - Distanța de Decolare Disponibilă (Take-Off Distance Available), specifică fiecărui aerodrom se va înțelege distanța disponibilă pe aerodromul respectiv în vederea efectuării unei decolări în deplină siguranță.

Prin abrevierea TORA -Distanța de Rulare la Decolare Disponibilă (Take-Off Run Distance Available), se înțelege spațiul aferent aerodromului în interiorul căruia o aeronavă poate rula în deplină siguranță în vederea decolării. Este porțiunea de spațiu în cadrul căruia aeronava, în proces de decolare capătă viteza necesară desprinderii de sol, urmând în continuare accelerarea în vederea urcării în panta optimă admisă pentru fiecare aerodrom.

Distanța disponibilă de rulaj la decolare este specifică fiecărui aerodrom, fiind precizată în instrucțiunile de exploatare ale acestuia. Aceste elemente sunt cunoscute de piloți prin studiul AIP Romania.

### 2.3.2. Decolarea si urcarea inițială

Decolarea avionului se definește ca o mișcare uniform accelerată care durează din momentul începerii rulajului și până când se atinge o înălțime de siguranță de cca. 15 m (50ft) față de planul orizontal care trece prin punctul de începere a rulajului.

După desprindere, trebuie menținută o viteză specifică până la înălțimea de siguranță. Această viteză se numește viteza de decolare în siguranță (take-off safety speed), care trebuie să fie cu cel puțin 20% mai mare decât viteza de angajare ( $V_S$ ).

Prin urcarea inițială a aeronavei se va înțelege, porțiunea de timp și spațiu parcursă de aeronavă după desprinderea de sol, efectuarea palierului și urcarea până la înălțimea de siguranță.

Decolarea poate fi împărțită în două părți. Prima parte, este rulajul pentru decolare, care este distanța parcursă cât timp aeronava este încă pe sol, cu alte cuvinte, de la începutul rulajului până la desprindere. Când este calculată pentru un anumit avion, pentru o anumită zi, aceasta se numește Take-off Run Required (TORR).

A doua parte a decolării, este urcarea inițială, care este distanța parcursă de la desprinderea aeronavei de la sol, până la atingerea înălțimii de siguranță. Aceste două distanțe însumate, reprezintă distanța pentru decolare (take-off distance). Când este calculată pentru o anumită aeronavă, într-o anumită zi, această distanță se numește Take-Off Distance Required (distanța necesară pentru decolare).

Piloții trebuie să se asigure că distanța necesară pentru decolare nu depășește Take-off Distance Available (distanța de decolare disponibilă), la aerodromul în uz.

Această cerință, poate să pară evidentă, dar multe incidente s-au întâmplat din neglijarea acestor cerințe.

Piloții trebuie să ia în calcul că performanțele aeronavei la decolare sunt influențate de următorii factori:

- Greutatea/masa avionului
- Densitatea aerului (cota aerodromului, temperatura, umiditatea)
- Viteza și intensitatea vântului
- Panta pistei
- Starea suprafeței pistei

### 2.3.3. Efectul masei, vantului si altitudinii densimetrice

#### Efectul masei la decolare.

În general, o creștere a masei avionului, va duce la o descreștere a performanțelor pentru decolare.

O masă mai mare înseamnă o presiune mai mare pe roțile avionului, rezultând o creștere a rezistenței la înaintare la roți.

În cazul creșterii masei, este necesară a fi generată o portanță mai mare pentru a desprinde aeronava de la sol. Din formula portanței aflăm că pentru a crește portanța, este necesară o viteză mai mare. O viteză mai mare pentru decolare înseamnă o distanță de rulaj necesară mai mare. Așa cum am amintit mai sus, masa mai mare a avionului, mărește rezistența la înaintare la roți, astfel distanța de decolare se mărește și mai mult.

În final, creșterea masei aeronavei, reduce unghiul și rata de urcare, astfel va crește distanța pentru decolare până la atingerea înălțimii de siguranță.

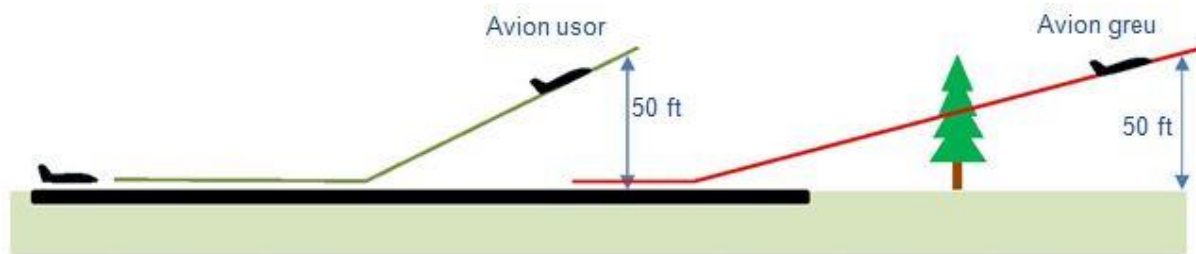


Fig. 2.9 Decolarea în funcție de masă

#### Efectul vântului la decolare.

O aeronavă se va desprinde de la sol în jurul vitezei indicate, precizată în manualul de zbor. Prin urmare, dacă o aeronavă care staționează pe direcția vântului, să zicem un vânt de 15 km/h, va înregistra deja o viteză indicată de 15 km/h și va fi mai aproape cu 15 km/h de viteza de desprindere, chiar dacă viteza la sol este zero. Astfel, o aeronavă a cărei viteză de desprindere este 90 km/h, va trebui să accelereze până la viteza de 75 km/h față de sol. Așadar, când se decolează cu vânt de față, aeronava va atinge viteza de desprindere într-un spațiu mai mic decât dacă vântul ar fi calm sau dacă ar sufla din alta direcție.

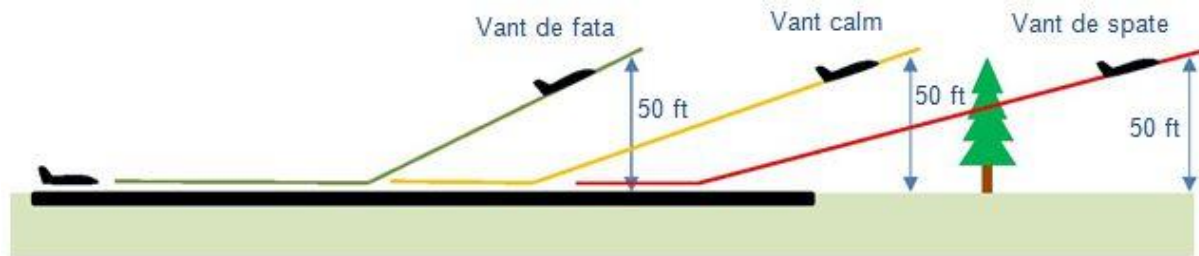


Fig. 2.10 Efectul vântului la decolare (de față, calm, de spate)

Unghiul de urcare va fi și el mai mare, când se face urcarea cu vânt de față, comparând cu urcarea pe vânt calm. Aceasta se întâmplă deoarece unghiul inițial de urcare, care este întotdeauna aproape de unghiul maxim de urcare, este obținut la o anumită viteză. Evident, când se zboară cu vânt de față, viteza la sol va fi mai mică, astfel gradientul de urcare fiind neinfluențat de vânt, unghiul de urcare va fi mai accentuat.

Implicit, dacă o aeronavă va decola cu vânt de spate, să zicem de 10 km/h, aeronava va trebui să accelereze până la viteza de 10km/h față de sol, ca să înceapă să înregistreze creștere de viteză aerodinamică. Astfel, decolarea cu vânt de spate va lungi distanța de rulare, dar va micșora unghiul de urcare.

Pentru a afla componenta de față a vântului, pentru calcularea performanțelor pentru decolare, se pot folosi calculatoare mecanice, electronice, sau grafice, ca în exemplele de mai jos.



Fig. 2.11 Calculator mecanic

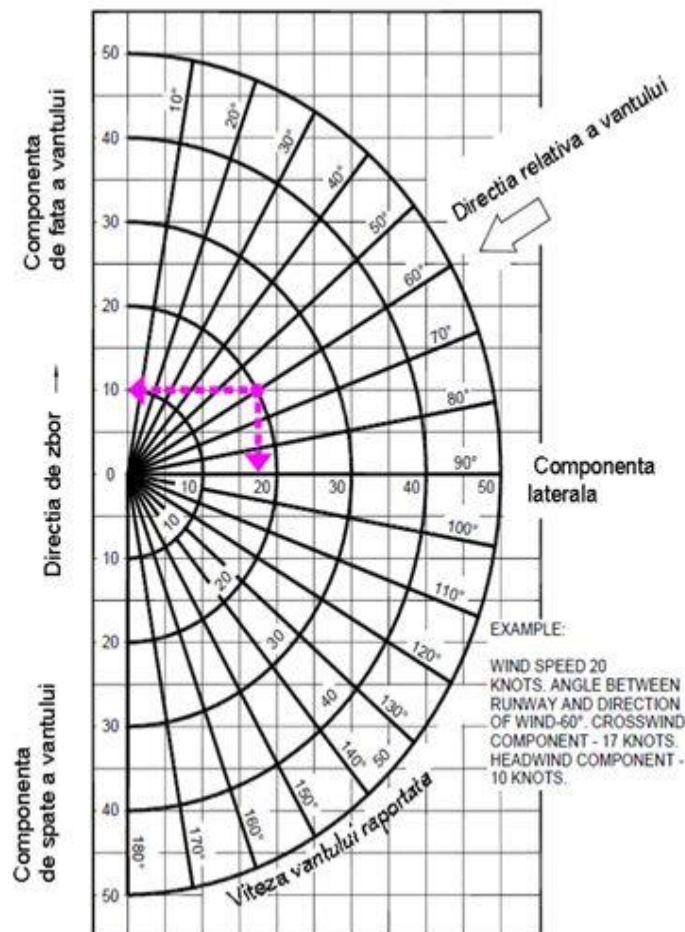


Fig. 2.12 Grafic pentru determinarea componentei vântului

Pentru majoritatea aeronavelor ușoare, constructorii limitează efectuarea decolărilor și aterizărilor la componenta de față a vântului maxim admisă de 15 m/sec, iar cea perpendiculară pe direcția de decolare/aterizare este de 10 m/sec.

### Efectul altitudinii densimetrice

În general, o descreștere a densității aerului, va duce la o descreștere a performanțelor de zbor.

O diminuare a densității aerului va duce la o reducere a tracțiunii la elice, performanță scăzută a motorului, o viteză necesară mai mare pentru a genera portanța necesară pentru a contrabalansa greutatea aeronavei.

Densitatea aerului scade pe măsură ce crește altitudinea, astfel că zborul va fi influențat de acest element, iar altitudinea densimetrică va influența indicațiile la altimetru. Astfel, dacă în înălțime, presiunea este mai mică decât cea standard, altimetru va indica o înălțime mai mare decât avem în realitate, situație ce devine periculoasă la aterizare.

De asemenea, erori în indicații vom avea și din cauza temperaturii. Astfel dacă temperatura de la nivelul de zbor este mai scăzută decât cea standard corespunzătoare, altimetrul va indica o înălțime mai mare, iar dacă temperatura aerului este mai ridicată decât cea standard corespunzătoare nivelului de zbor, atunci altimetrul va indica o înălțime mai mică. Eroarea maximă în astfel de cazuri poate fi de aproximativ 3 % din înălțime: pentru 3.000 m altitudine eroarea poate fi de +90 m.

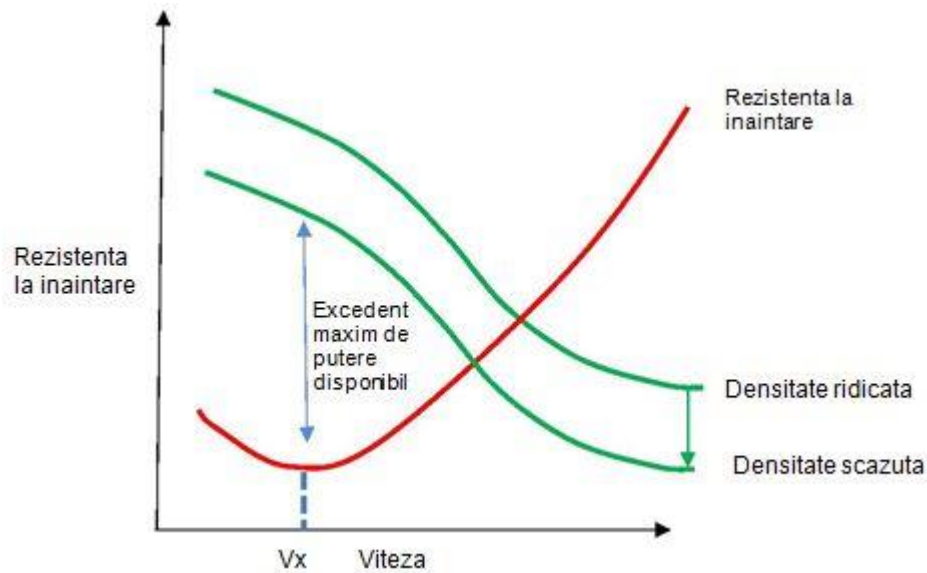


Fig. 2.13 Efectul urcării funcție de densitate

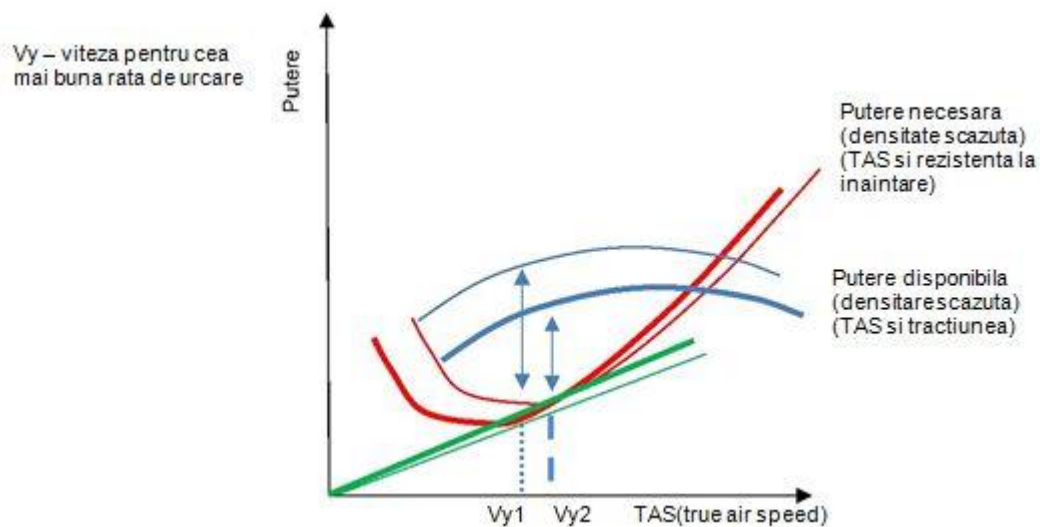


Fig. 2.14

Performanțele aeronavei la decolare se pot calcula cu ajutorul unui grafic ca cel prezentat mai jos:



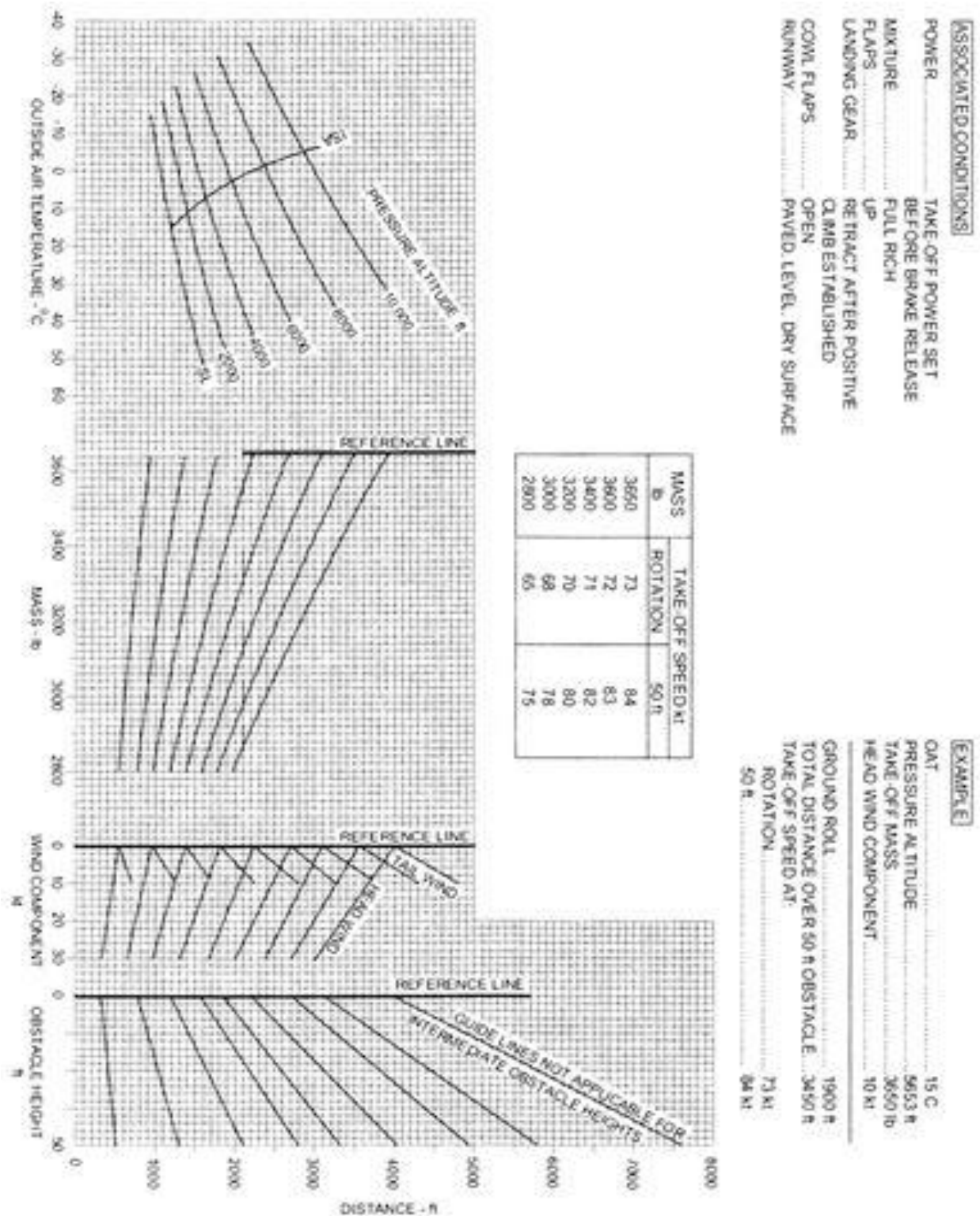


Fig.2.15 Grafic de performanțe

### Erori datorate reliefului.

Caracteristicile orografiei din proximitatea aerodromului, au o importanță deosebită pentru decolare. Acest element este vital să fie verificat pentru a se aprecia dacă aeronava va putea atinge după decolare, înălțimea de siguranță până la zona întâlnirii unui obstacol.

De asemenea, se urmărește ca distanța reală pe sol până la primul obstacol de 15 m, să fie mai mare decât distanța necesară aeronavei pentru trecerea peste un obstacol de 15 m, cum este precizată în manualul de exploatare și întreținere.

În zonele muntoase, vântul poate da naștere la unde de munte cvasistaționare, care creează curenți ascendenți și descendenți.

Avionul pătrunzând în curentul descendent, poate pierde din înălțime mai mult de 1000 m în câteva minute.

Din această cauză, se pot produce erori și fluctuații ale altimetrului atunci când avionul intră în zona "rotorului", din cauza accelerațiilor verticale de scurtă durată. În acest caz, riscul este mare nu din cauza erorii altimetrice, ci din cauza turbulenței create de rotor.

#### 2.3.4. Efectul suprafeței solului, orografiei și al pantei de urcare

##### Efectul suprafeței solului și orografiei:

În timpul activității de zbor după decolare, în urcare, în vederea luării înălțimii necesare efectuării zborului pe traseul de urmat, aeronava este supusă efectelor unor fenomene caracterizate de forma obstacolelor de pe suprafața solului situat în continuarea culoarului de decolare, astfel:

- 1) **la o decolare în zona de câmpie sau platou**, unde nu există obstacole imediat după decolare, traiectoria aeronavei va fi caracterizată ca fiind o traiectorie în linie dreaptă cu o urcare constantă; Dacă în schimb, imediat după decolare sunt amplasate obstacole, traiectoria ascendentă a aeronavei va fi influențată de acțiunea vântului. Astfel, în fața vântului față de, obstacol aeronava va fi ajutată de curentul ascendent determinat de devierea vântului în fața obstacolului, iar în momentul când aeronava va ajunge în umbra vântului, datorită curentului descendent traiectoria acesteia va fi afectată, devenind descendentă, existând pericolul de a nu avea suficientă tracțiune pentru a compensa descendența, în felul apare pericolul de a lua contactul cu solul. Pentru a evita astfel de incidente, se recomandă ca la decolare, dacă este vânt de față puternic, imediat după desprindere, încă din palier să se devieze ușor pentru a se evita zonele obstacolului umbrite de vânt.
- 2) **în zonele de munte și deal**, unde relieful este foarte variat, acțiunea vântului influențează foarte mult caracteristica decolării. Astfel, vântul poate da naștere în afara zonelor turbulente și descendente, la unde de munte cvasistaționare, care creează curenți ascendenți și descendenți. Aeronava pătrunzând în curentul descendent pierde din înălțime mai mult de 1000 m în câteva minute. Datorită acestui fenomen caracterizat prin descendențe puternice, nici altimetrul nu va indica în mod corect înălțimea de zbor, întârzierea în indicații fiind foarte mare,

apare situația în care informațiile citite la instrument sunt eronate. Erori și fluctuații ale altimetrului se pot produce și atunci când avionul intră în zona "rotorului", din cauza accelerațiilor verticale de scurtă durată. În acest caz, riscul este mare nu din cauza erorii altimetrice, ci din cauza turbulentei create de rotor.

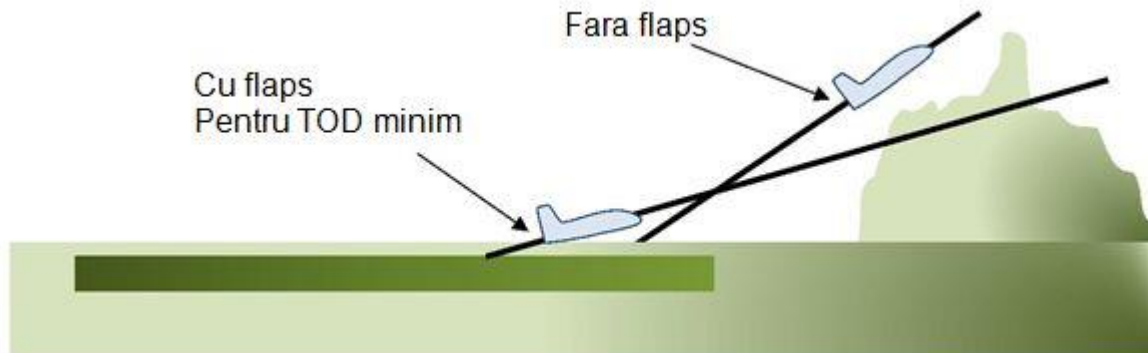


Fig. 2.16 Decolarea cu și fără flaps

## 2.4 Urcarea

Urcarea este mișcarea uniformă și rectilinie ce o execută o aeronavă pe o traiectorie ascendentă.

În figura de mai jos, avem cele patru forțe care acționează asupra unei aeronave în zbor, ele echilibrându-se una pe cealaltă, astfel urmărim schema unui zbor cu altitudine și viteză constantă.

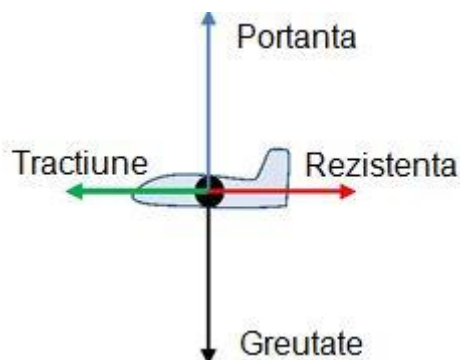


Fig. 2.17 Forțele în zborul orizontal

Dacă pilotul va trage de manșă, fără să mărească tracțiunea, distribuția forțelor va fi ca în figura de mai jos.

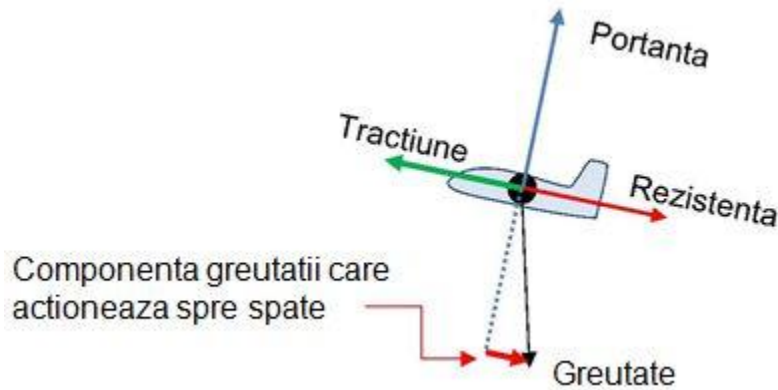


Fig. 2.18 Forțele în zborul în urcare

Astfel, forța rezistenței însumată cu componenta greutății care acționează către spate, devine mai mare decât forța de tracțiune, având ca rezultat final, în funcție de unghiul de incidență selectat de pilot, o scădere a vitezei sau angajarea aeronavei.

Pentru ca aeronava să mențină aceeași viteză și în panta de urcare, este necesar ca pilotul să crească tracțiunea, pentru a contrabalansa componenta greutății care acționează invers tracțiunii.

Astfel, unghiul de urcare la o anumită viteză, depinde de excesul de tracțiune disponibil, peste tracțiunea necesară pentru ca aeronava să zboare la acea viteză.

#### Viteze de urcare:

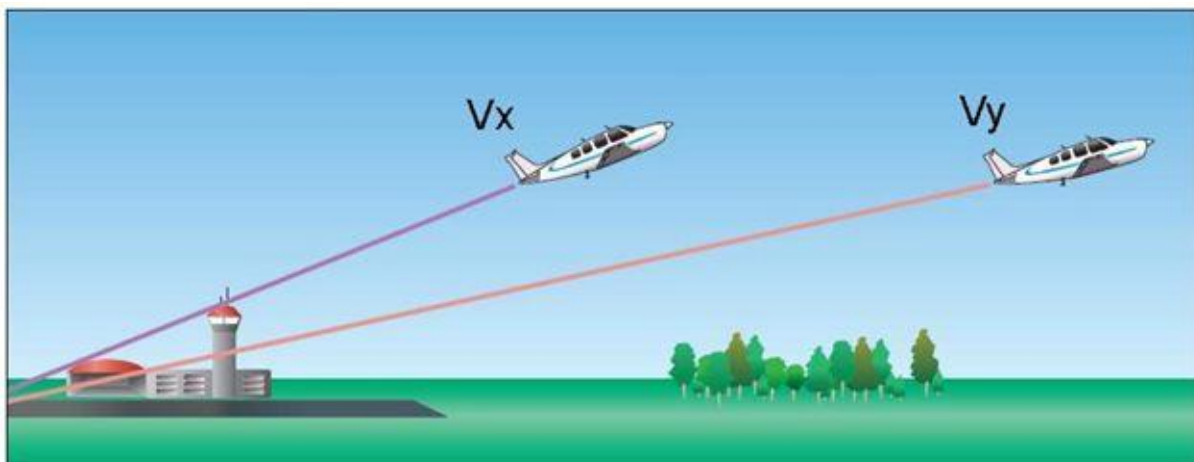


Fig. 2.19 Vitezele de urcare

$V_x$  este viteza pentru unghiul maxim de urcare. Cu această viteză se obține urcarea la altitudine în cea mai scurtă distanță pe orizontală.

$V_y$  este ușor mai mare în comparație cu  $V_x$  și reprezintă rata maximă de urcare. Zburând cu această viteză se obține urcarea la altitudine în cel mai scurt timp.

Odată cu creșterea altitudinii,  $V_x$  crește ușor, iar  $V_y$  scade, devenind egale la atingerea plafonului absolut.

Vitezele  $V_x$  și  $V_y$  sunt specificate de constructor în manualul aeronavei. În graficul următor, observăm că  $V_y$  este punctul cu rata cea mai mare de urcare și  $V_x$ , este tangenta din origine la polara vitezelor și că viteza  $V_x$  este mai mică decât  $V_y$ .

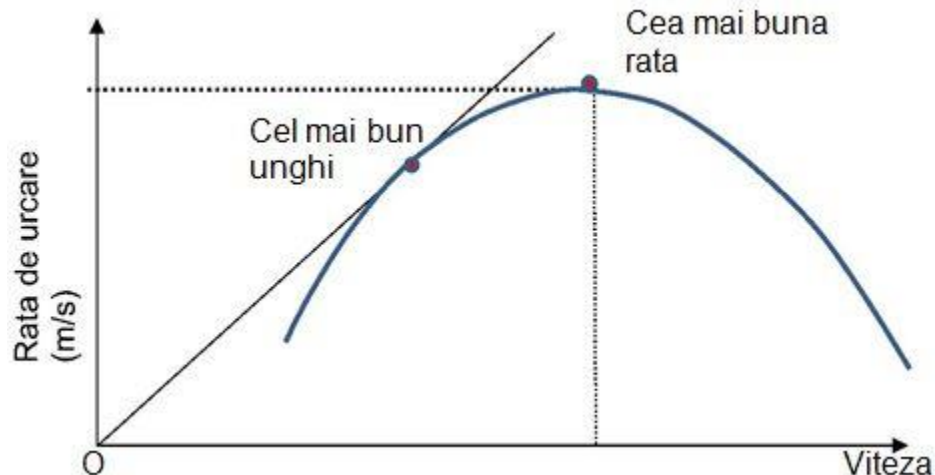


Fig. 2.20 Urcarea în funcție de viteză

## 2.5 Zborul orizontal, croazierele avionului

Ați învățat deja că un avion pentru a putea zbura la orizontală, la viteză constantă, forțele care acționează asupra avionului, trebuie să fie egale și de sens opus.

În cazul zborului orizontal, la zborul de deplasare, care se face în intervale mari de timp, se stabilesc **regimuri de croazieră**, respectiv perechi de viteze de zbor (TAS) și **regimuri ale sistemului de propulsie** (în funcție de configurația acestuia). Se stabilesc perechi de turaje și dozaie (ce definesc valorile EGT = Exhaust Gas Temperature; temperatura gazelor de evacuare sau CHT = Cilinder Head Temperature; temperatura chiulasei) pentru avioanele cu pas fix sau perechi de turaje, presiuni de admisie (boost) și dozaie pentru avioanele cu pas variabil.

După scopul urmărit, croazierele pot fi:

- croaziera economică → când se obține timpul maxim de zbor;
- croaziera optimă → când se obține distanța maximă parcursă;
- croaziera rapidă → când se obține viteza maximă (timpul minim pe tronson).

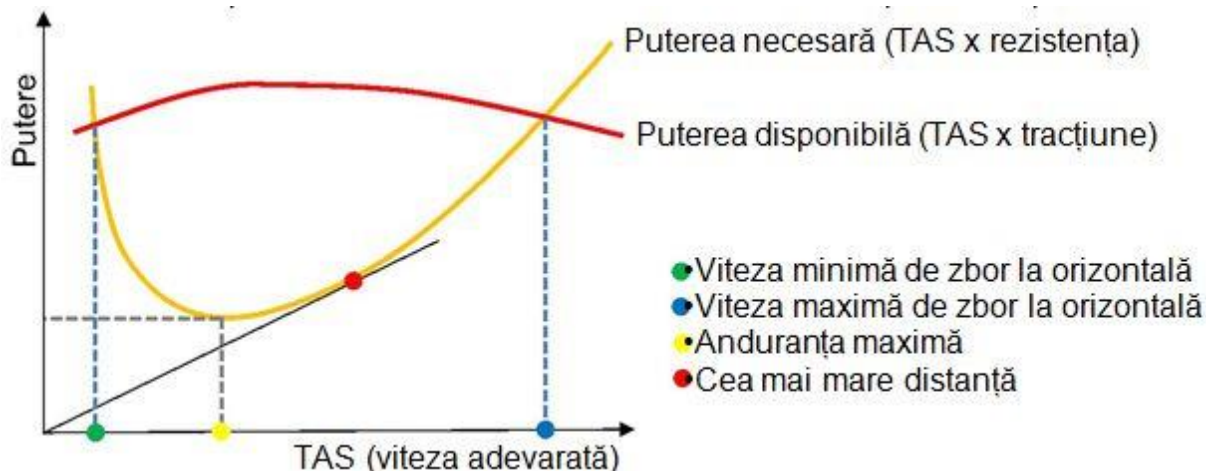


Fig. 2.21 Viteze

**Croaziera economică** acest regim se realizează prin setarea puterii minime pentru menținerea în zbor orizontal.

**Croaziera optimă** se realizează când se zboară la viteza la care finețea aerodinamică a avionului este maximă (deci raportul între portanța și rezistența la înaintare este maxim). De regulă, acesta este regimul de croazieră principal la care se proiectează avionul.

**Croaziera rapidă** se realizează când se zboară la puterea maximă continuă în punctul de echilibru stabil ( $V_{No}$ ).

### Anduranța

Anduranța reprezintă timpul maxim de zbor al avionului în condițiile de încărcare și atmosferice date la reglajul optim (pentru timpul de zbor maxim), eventual și cu utilizarea rezervei de carburant pentru navigație.

$$\text{Anduranța} = (1/\text{Debitul de combustibil (Fuel flow)}) \times (\text{Combustibilul de la bord})$$

Anduranța aeronavei reprezintă abilitatea de a se menține în zbor pentru o perioadă maximă de timp. Pentru a se menține în aer cât mai mult posibil, aeronava trebuie să aibă un consum cât mai mic posibil. Consumul aeronavei este proporțional cu atât mai mare, cu cât este folosit un regim al motorului mai mare. Așa cum este marcat și în graficul de mai sus, anduranța maximă se obține în punctul cu cea mai mică putere necesară.

Anduranța este afectată de masă, configurație și altitudine, astfel:

- $\uparrow$  masa  $\Rightarrow$   $\downarrow$  anduranța maximă
- flaps, tren scoase  $\Rightarrow$   $\downarrow$  anduranța maximă
- $\uparrow$  altitudinea  $\Rightarrow$  anduranța maximă:  $\downarrow$  la piston (maxima la nivelul mării)
- vântul nu influențează anduranța

### Raza de acțiune

Raza de acțiune reprezintă distanța maximă de zbor a avionului în condițiile de încărcare și atmosferice date la reglajul optim (pentru distanța maximă), cu aterizarea la destinație cu rezerva de carburant pentru navigație (valoare stabilită de reglementările internaționale).

Viteza pentru anduranța maximă, nu este viteza pe care ar trebui să o folosiți pentru a avea raza maximă de acțiune. Pentru a obține raza de acțiune maximă, trebuie să zburati la o viteză la care se face cel mai bun compromis între viteză și consumul de combustibil.

Pentru a afla viteza pentru raza de acțiune maximă, se duce o tangentă din origine, la curba "putere disponibilă".

Punctul pentru raza de acțiune maximă, coincide la aeronavele cu elice, cu punctul cu rezistența minimă (VMD)

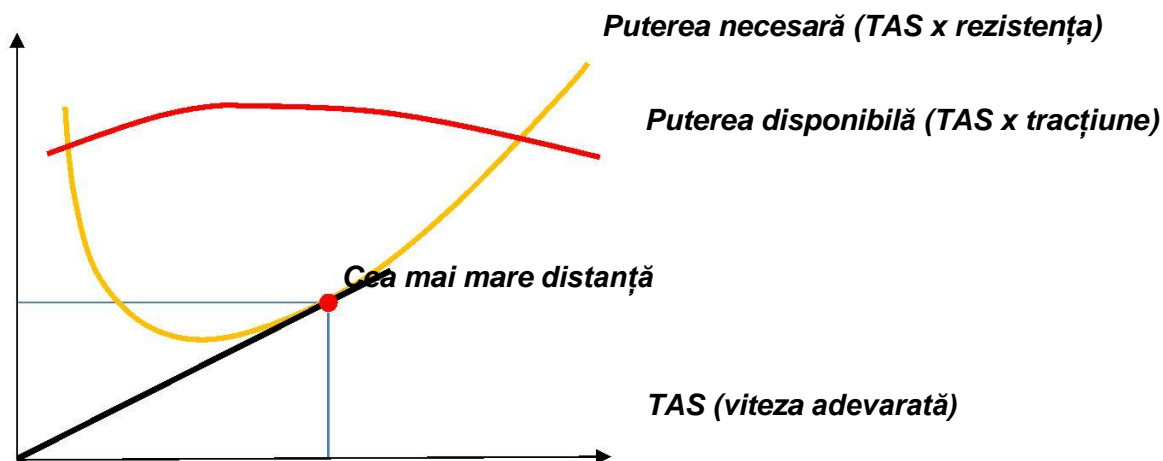


Fig. 2.22 Cea mai mare distanță

Raza de acțiune este afectată de masă, configurație, altitudine și vânt astfel:

- ↑masa => ↓raza de acțiune
- flaps, tren scoase => ↓raza de acțiune
- (și nealinieri suprafețe sau alterări, givraj, necompensare)
- altitudinea ( altitudinea optima ↑ cand masa ↓ => "step climb")
- vânt de față ( $V \uparrow$ ), => ↓raza de acțiune
- vânt de coadă ( $V \downarrow$ ) => ↑raza de acțiune

### Plafonul maxim, plafonul practic

Plafonul este altitudinea până la care poate urca un avion.

**Plafonul maxim** este altitudinea maximă demonstrată la care poate urca avionul, deci la care rata de urcare este zero, însă pentru care timpul de urcare este foarte mare (matematic, tinde la infinit).

În practică, se definește **plafonul practic**, ca altitudinea la care poate urca un avion și la care încă mai are o rată de urcare de **100 ft/min sau de 0,5 m/s**.

## 2.6 Coborârea

Așa cum am amintit mai devreme, pentru ca o aeronavă să poată zbura la altitudine și viteză constantă, forțele asupra avionului trebuie să fie egale și de sens opus.

Pentru a iniția coborârea, în mod normal tracțiunea este redusă de către pilot, prin reducerea regimului motor. Astfel, rezistența la înaintare va fi mai mare decât tracțiunea și pentru a menține aceeași viteză, avionul trebuie să fie pus în coborâre, astfel încât, componenta greutății să echilibreze cele două forțe (tracțiunea și greutatea).

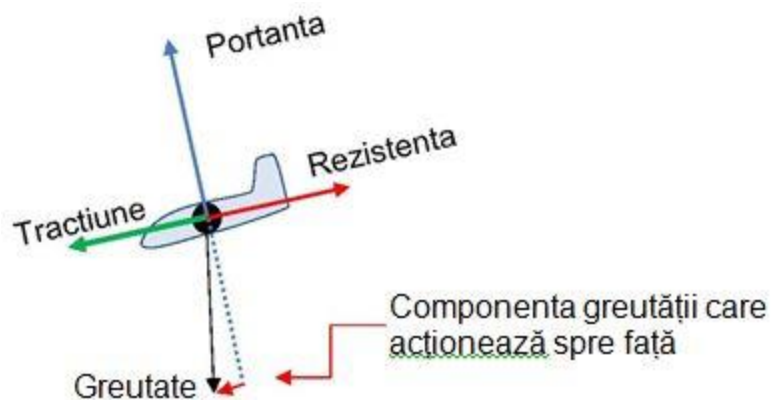


Fig. 2.23 Forțele la zborul în coborâre

Rata de coborâre este influențată astfel:

- $\uparrow$  masa  $\Rightarrow \uparrow V_{MD}, \uparrow V_{MP}$
- flaps, tren scoase  $\Rightarrow \uparrow$  unghiul de coborare,  $\downarrow V_{MD}, \downarrow V_{MP}$
- vânt de față  $\Rightarrow \uparrow V_{MD}$ ,
- vânt de coadă  $\Rightarrow \downarrow V_{MD}$



## 2.7 Planarea

Chiar dacă avioanele moderne sunt extrem de fiabile, un pilot trebuie să fie întotdeauna pregătit pentru o eventuală pană de motor. În cazul unei pene de motor, pentru a obține distanța maximă de planare, pilotul va trebui să zboare aeronava la unghiul pentru finețe maximă.

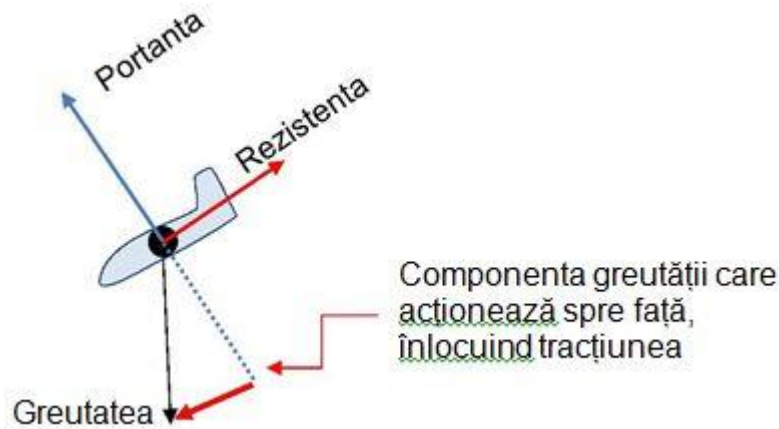


Fig. 2.24 Forțele în zborul planat

**Finetea aeronavei (K)** este raportul între înălțime și distanța parcursă. Această finete a aeronavei este precizată de constructor în manualul aeronavei. Acesteia, îi corespunde o viteză, care variază în funcție de încărcarea aeronavei.

*Exemplu: Finete 7; Viteza la finete 100 km/h*

Adică, această aeronavă folosită ca exemplu, de la 1000 de metri va plana 7 km, dacă se menține viteza de 100km/h, în condiții ideale (fără vânt, descendențe, etc). La majoritatea aeronavelor ușoare, unghiul de incidență al aripii pentru finețe maximă, este de  $4^\circ$ .

La fel ca și în panta de urcare, în timpul planării vântul are un efect puternic asupra distanței străbătute față de sol.

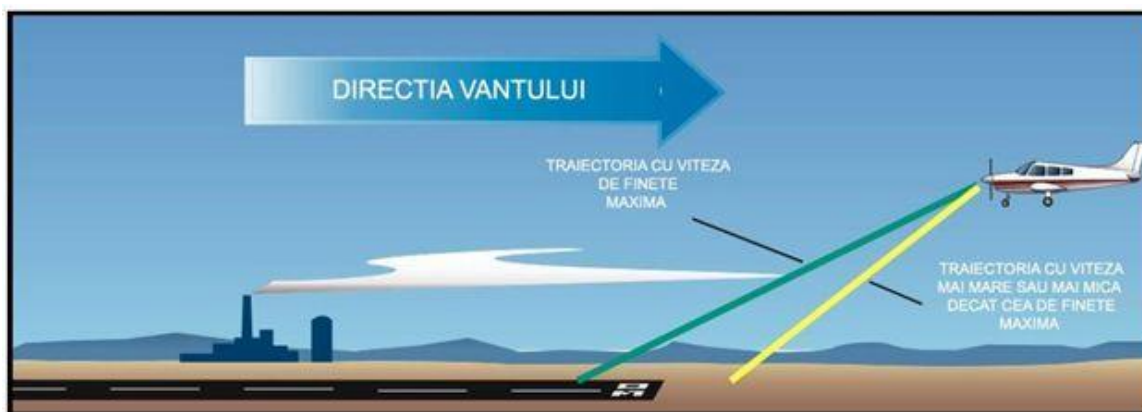


Fig. 2.25 Efectul vântului

## 2.8 Aterizarea

Aterizarea este evoluția prin care o aeronavă în zbor ia contact cu suprafața de aterizare și rulează sau alunecă până la oprire.

Profilul aterizării este dat de traiectoria descrisă de CG al aeronavei în evoluție, denumit și panta de aterizare.

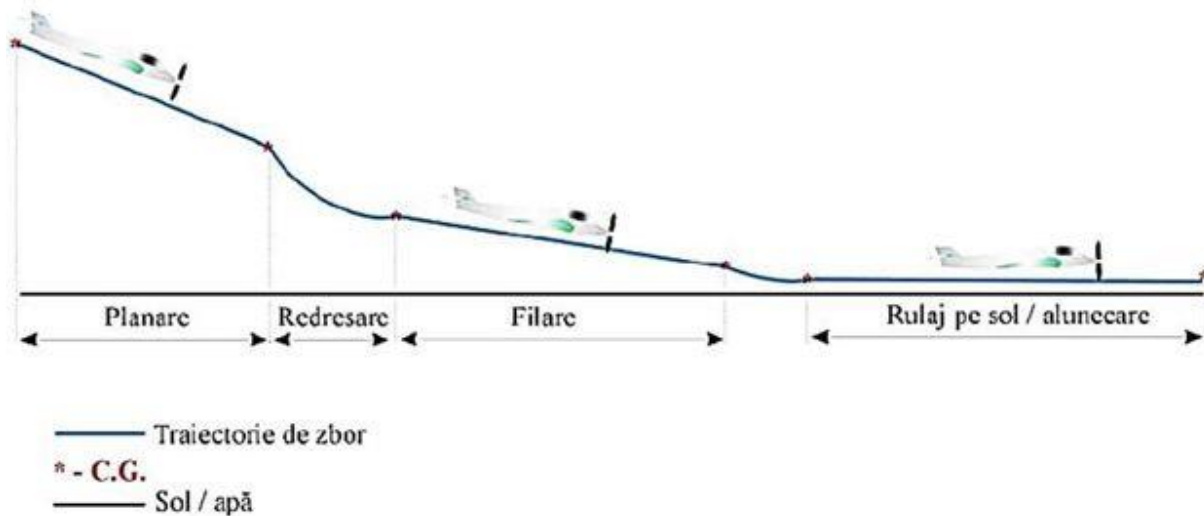


Fig. 2.26 Etapele aterizării

**Redresarea** este porțiunea curbilinie pe care traiectoria aeronavei trece de la cea înclinată la traiectorie orizontală în vederea planării în palier deasupra solului sau apei.

Redresarea este necesar să fie efectuată, pentru ca aeronava să aibă o continuă pierdere de viteză în apropierea solului, astfel ca la contactul cu solul viteza de zbor a acesteia să fie egală cu viteza limită admisă de constructor.

Momentul efectuării redresării depinde de condițiile meteorologice, respectiv de influența vântului și a densității aerului, acest moment fiind influențat și de unghiul de planare.

În timpul redresării aeronavei, viteza de zbor se micșorează continuu (frânează) sub acțiunea forței de rezistență aerodinamică. Întrucât forța aerodinamică totală este influențată de forța portantă și de forța de rezistență la înaintare, prin tragerea de manșă la nivelul solului se va obține atât o creștere a rezistenței la înaintare, cât și o creștere a forței portante, păstrându-se în felul acesta un echilibru între portanță și greutate. Această creștere a unghiului de incidență are loc până când se atinge valoarea maximă a coeficientului de portanță. Ca urmare a acestei acțiuni, aeronava „cade” pe sol. Viteza corespunzătoare acestei „căderi” va fi chiar viteza de aterizare.

**Filarea** (frânare în zbor orizontal) sau palierul este zborul aeronavei deasupra solului sau apei necesar pentru reducerea vitezei înainte contactului cu solul sau apa.

**Rularea** aeronavei (alunecarea) este deplasarea aeronavei pe sol până în momentul opririi.

### 2.8.1. Efectul masei, vântului, altitudinii densimetrice și al vitezei de apropiere

#### Efectul masei (greutății aeronavei)

Masa mai mare, la orice viteză, înseamnă o inerție mai mare. Cu cât o aeronavă este mai grea cu atât va avea o inerție mai mare, rezultând o frânare a aeronavei în timp și spațiu mai mare.

Cu cât o aeronavă este mai mare, cu atât viteza de angajare va fi mai mare. Pentru că pe panta de aterizare trebuie menținută viteza  $1.3 V_{SO}$ , un avion mai greu va avea pe panta de aterizare și la contactul cu solul, o viteză mai mare decât o aeronavă mai ușoară. Din această cauză, inerția aeronavei va crește și aterizarea va fi mai lungă.

Evident greutatea mai mare a aeronavei va avea ca efect, o presiune mai mare la roată, ceea ce va duce la o frecare mai mare. Dar această rezistență crescută nu are o valoare destul de mare, astfel încât să compenseze creșterea de inerție.

#### Efectul vântului la aterizare

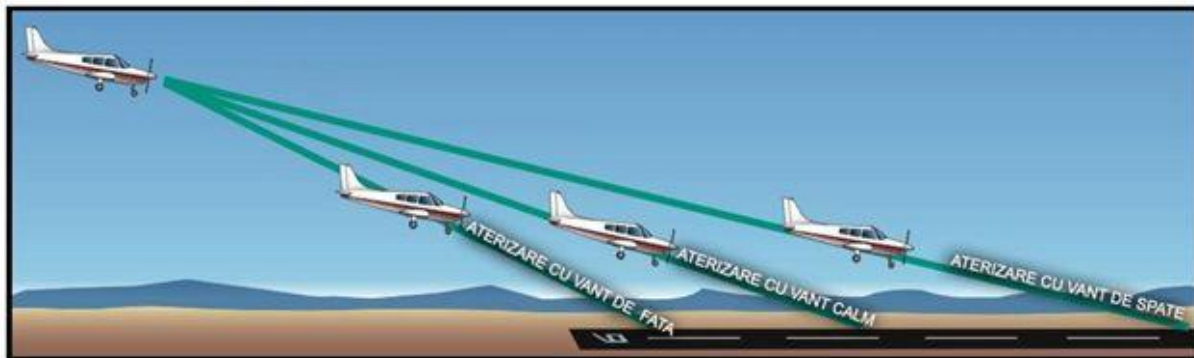


Fig. 2.27 Efectul vântului la aterizare

Vântul are o influență importantă asupra vitezei de deplasare a avionului față de sol. La efectuarea unui zbor cu aceeași viteză aerodinamică (masa de aer se deplasează față de sol odată cu avionul care zboară în acea masă de aer).

Astfel, în cazul aterizării cu vânt de față, se va reduce distanța de planare, unghiul de planare va crește. Aterizarea cu vânt de spate va mări distanța de planare și va scădea unghiul de planare (panta).

Sunt două motive importante pentru care este de dorit ca toate aterizările să se realizeze cu vânt de față. Primul motiv este cel enunțat deja, adică viteza la sol va fi mai mică decât cea aerodinamică cu valoarea componentei de față a vântului. Mai mult, o apropiere cu vânt de față va avea o pantă mai înaltă, ceea ce duce la o înălțime mai mare peste obstacole.

### Efectul altitudinii densimetrice

Viteza de planare, va fi influențată și de valoarea densității  $\rho$ , nu doar de greutatea avionului și de unghiul de incidență. Astfel, dacă densitatea se mărește, viteza de planare se micșorează, în timp ce la o densitate micșorată viteza de planare se va mări.

Aceste modificări ale densității  $\rho$  au importanță la aterizare, știind că viteza de contact cu solul depinde de viteza necesară zborului.

Pe aceste considerente, piloții trebuie să cunoască faptul că o aeronavă va efectua aterizarea la viteze diferite dacă altitudinea aerodromului de aterizare este diferită.

Astfel, la o aterizare pe un aerodrom situat în zonă muntoasă, contactul cu solul se va lua la o viteză mai mare, știind că densitatea aerului scade cu creșterea înălțimii.

### Efectul vitezei de apropiere

Orice pilot caută ca la contactul cu solul viteza de zbor să fie cât mai mică, respectiv să se apropie de viteza limită precizată în manualul de exploatare în zbor. Dar în realitate, viteza de zbor este influențată de greutate, vânt și utilizarea sau nu a flapsului etc, astfel că și viteza de contact cu solul va fi diferită de viteza limită precizată în manual. În asemenea situații, pilotul trebuie să cunoască faptul că, la un vânt de față și o atmosferă cu densitatea aerului mai mică (aterizare efectuată la înălțime sau pe timp călduros) și viteza de contact cu solul va fi mai mare.

O consecință a unui contact cu solul la viteze mai mari este și lungirea spațiului de rulaj după aterizare, astfel că pilotul trebuie să cunoască aceste elemente pentru a evita depășirea pistei de zbor în rulaj după aterizare.

### Efectul pantei la aterizare

Din figurile următoare se poate concluziona faptul că în funcție de mărimea pantei de aterizare sunt influențate și performanțele aeronavei în această etapă a zborului. Astfel, tracțiunea necesară se micșorează pe măsură ce panta se mărește, ajungând la un moment dat ca zborul să se efectueze în regim constant, moment în care componenta rezistenței la înaintare devine egală cu componenta greutății în alunecarea pe panta de zbor.

Dacă se continuă accentuarea pantei de zbor, se va ajunge în situația în care zborul se desfășoară cu o continuă creștere a vitezei, respectiv vom fi în situația unui zbor accelerat.

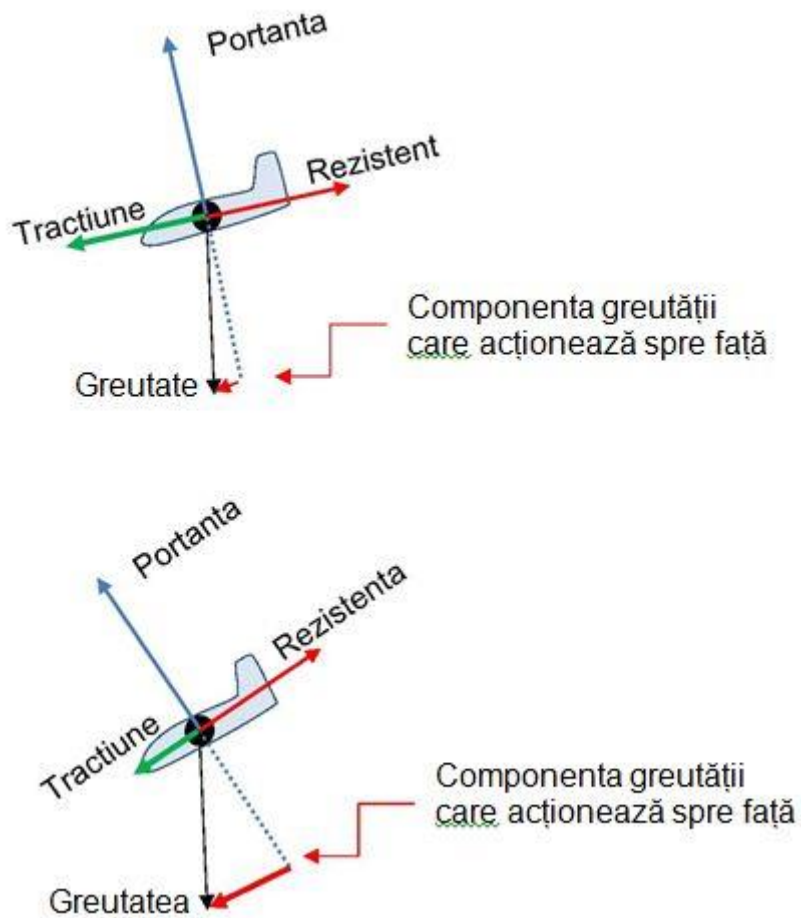


Fig. 2.28 Panta de coborâre în funcție de tracțiune

### 2.8.2. Utilizarea flapsurilor

Flapsul este dispozitivul de hipersustentație cu ajutorul căruia se modifică curbură și suprafața aripii în scopul de a se mări coeficienții aerodinamici de portanță, în special la decolare și aterizare.

#### Utilizarea flapsurilor la zborul cu avionul

Datorită brăcii flapsurilor la aterizare, se crează momente de picaj care caută să micșoreze unghiul de incidență și care se anulează din ampenajul orizontal.

Prin utilizarea flapsurilor se realizează o scădere a fineței aerodinamice la zborul fără tracțiune, constituind o metodă de înrăutățire a parametrilor de zbor la aterizare. Datorită reducerii fineței aerodinamice cu flapsul brăcat se impune ca scoaterea flapsului să se efectueze în poziția din care, în situația unei cedări a motorului să se poată ateriza pe aerodrom, cu trecerea în siguranță peste obstacolele existente în zona de efectuare a pantei de aterizare.

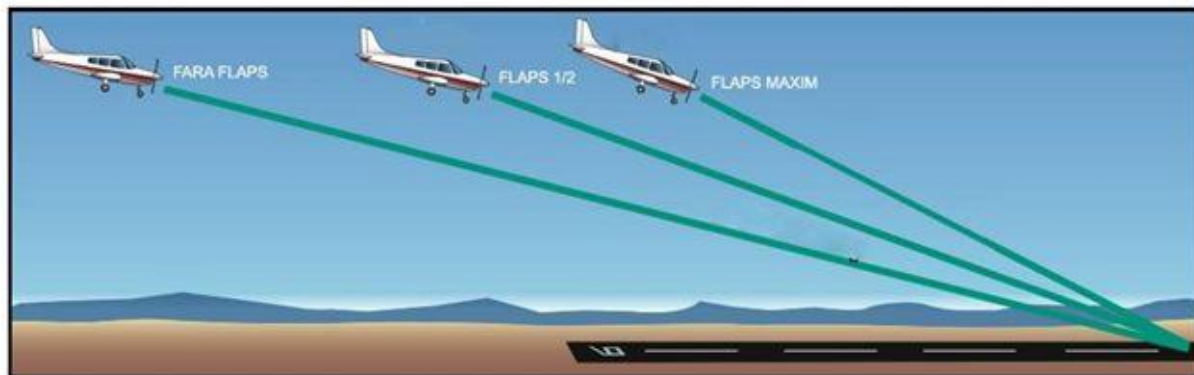


Fig. 2.29 Efectul flapsului asupra unghiului de pantă

Având în vedere că utilizarea flapsului produce o creștere a rezistenței la înaintare, pentru a asigura viteza de zbor pe pantă este necesar ca în timp ce se scoate flapsul, să se preseze de manșă spre înainte mărind astfel unghiul de pantă.

Prin utilizarea flapsului, se va modifica și distanța față de pistă, a punctului din care începe coborârea. Astfel, la trecerea peste un obstacol avionul care utilizează flapsul, va avea o distanță mai mare față de obstacol.

De asemenea, utilizarea flapsului are influență și asupra spațiului parcurs după luarea contactului cu solul, în sensul că acest spațiu se micșorează, deoarece viteza minimă de zbor în această situație este mai mică decât la zborul fără flaps.

### 2.8.3. Efectul suprafetei solului

Efectul de sol se caracterizează prin creșterea portanței și micșorarea rezistenței induse în apropierea solului.

Efectul de sol apare la o înălțime mai mică decât anvergura aeronavei și se face simțit mai puternic pe măsură ce aeronava se apropie de sol.

Acest lucru este cauzat în primul rând de întreruperea vortexurilor din vârful aripii și a curentului descendent din spatele aripii. Atunci când o aripă se află foarte aproape de sol, vortexurile din vârful aripii sunt în imposibilitatea de a se forma în mod eficient ca urmare a obstrucției solului. Rezultatul este o micșorare a rezistenței induse și o creștere a portanței și a vitezei aeronavei.



Fig.2.30 Efectul de sol



Fig. 2.31 Efectul de sol

Efectul de sol variază în intensitate de la o aeronavă la alta, în funcție de profilul aerodinamic și de poziția aripii pe avion, efectul fiind mai puternic la avioanele cu aripa jos.



Fig. 2.32 Efectul de sol în funcție de înălțime



### 3. Planificarea zborului

#### 3.1 Introducere în Planificarea Zborului

Scopul planificării zborului este să contribuie la un zbor sigur și eficient; planificarea corectă va simplifica zborul și va reduce volumul de muncă în carlingă.

Majoritatea piloților deținători de licență PPL sunt singuri la manșa aeronavei. Activitatea de navigație, monitorizarea echipamentelor radio, eventual interacțiunea verbală cu pasagerii, toate acestea sunt activități care necesită atenția pilotului. Măsurarea distanțelor și traiectelor în zbor necesită adoptarea poziției cu privirea în jos, ceea ce înseamnă atenție deplasată de la aparatele de bord, ceea ce nu este indicat.

Pentru planificarea zborului, înainte de zbor, pilotul comandant trebuie să:

- verifice valabilitatea și existența la bordul aeronavei, a documentelor necesare misiunii, ale pilotului/echipajului, cât și ale aeronavei;
- se informeze despre eventualele restricții și a situației meteo pe traiectul pe care îl va urma cât și la aerodromurile/aeroporturile la care va opera;
- verifice existența unei cantități suficiente de combustibil și ulei pentru zbor, plus o cantitate de rezervă pentru posibile erori de navigație și situații neprevăzute;
- asigurarea de fapt că aeronava este încărcată corect (la greutate maximă sau mai mică pentru decolare și aterizare, și centrul de greutate este în limitele admise)

#### Echipament personal de navigație

Cele mai importante instrumente pentru navigația la vedere sunt compasul magnetic și ceasul. Ar trebui să aveți o trusă care să fie la îndemână în carlingă și care să conțină echipamentul personal de navigație.

O trusă tipică de zbor ar trebui să conțină:

- hărți relevante care acopere cel puțin 50 nm pe fiecare parte a drumului propus;
- un calculator de navigație, rigla și raportor (sau echer de navigație - plotter);
- creioane și pixuri / stilouri;
- documente relevante CAA și publicații de informare asupra zborului;
- formulare de zbor de rezervă;
- planseta cu clema (clipboard);
- lanterna;
- ochelari de soare.



Exista situații inopinate în care planificarile se fac cu puțin înaintea zborului, și nu cu o zi înainte. O verificare de rutină înseamnă:

- verificarea disponibilitatii aeronavei;
- verificarea continutului trusei de zbor;
- obținerea și analizarea prognozelor meteo necesare;
- obținerea *NOTAM*-ului și studierea sa;
- stabilirea rutei și pregătirea hărții;
- completarea jurnalului de bord;
- predarea unui plan de zbor, dacă este necesar.

### 3.2 Alegerea hărților

Alegerea hărților pentru pregătirea și executarea zborurilor constituie primul element necesar pregătirii și ulterior efectuării zborului.

Funcție de misiune se va alege atât tipul hărții, cât și marimea acesteia, astfel:

- pentru o ruta pe o distanța mare se va alege harta de navigație a lumii, unde exista posibilitatea marcarii ortodromei în vederea determinării elementelor de zbor;
- pentru efectuarea unui zbor pe distanțe scurte se va alege harta de navigație la scara 1:500.000, în care sunt marcate mai multe detalii necesare desfasurarii zborului, iar
- pentru efectuarea unei aterizări se va alege harta de aterizare;
- dacă se efectuează o activitate de zbor instrumental se va proceda la pregătirea zborului pe o harta de radionavigație, având în vedere ca pe această sunt marcate toate mijloacele de radionavigație.

### 3.3 Prognoza meteo de ruta și de aerodrom

Asigurarea meteorologica a zborurilor se realizează prin informarea prompta și permanenta a echipajelor și organului de dirijare și control al zborurilor asupra elementelor meteorologice reale și prevazute, cum sunt:

- direcția și intensitatea vântului;
- vizibilitatea;
- înălțimea plafonului de nori;
- nebulozitatea;
- umiditatea atmosferică;



- prognoze pe termen scurt (1-3 ore);
- posibile fenomene meteo periculoase zborului.

Pentru informarea meteorologică în aviație se folosesc următoarele mesaje:

- METAR;
- SPECI;
- meteoare sinoptice;
- prevederi de zonă;
- emisiunea VOLMET;
- buletinul meteo de zbor;
- mesajul TAF;

METAR-ul reprezintă mesaj de observație meteorologică regulată pentru aviație (cu sau fără prognoză de tendință) în limbaj clar abreviat. El se emite oral de către stațiile meteo aflate pe aerodromuri și cuprinde date reale privind situația meteo observată în zona de aerodrom. Decodificarea acestui mesaj va fi prezentată în încheierea capitolului.

SPECI este mesaj selecționat de observație meteorologică specială pentru aviație (cu sau fără prognoză de tendință), în limbaj clar abreviat, care se emite ori de câte ori se constată producerea, apariția sau ameliorarea unor fenomene periculoase zborului.

Meteoarele sinoptice (vizuale) se emit la intervale de 3 ore de către stațiile sinoptice teritoriale și cuprind date reale privind situația meteo observată în jurul stației.

Prevederile de zonă se emit în clar de către centrele meteo aeronautice, la intervale de 3 ore și conțin informații cu privire la situația meteo în zonă, precum și informații cu privire la modificările de timp ce pot surveni în cele 3 ore.

Emisiunea Volmet poate fi recepționată pe frecvența de 126,8 MHz fiind transmisă în clar de către centrul meteo Otopeni.

Buletinul de zbor se întocmește la cererea pilotului înainte de plecarea în zbor pe ruta care o dorește. Acest buletin face parte din documentele obligatorii la bordul aeronavei și cuprinde atât date reale privind situația meteo pe ruta de deplasare, cât și date privind evoluția vremii pe rută.

Mesajul TAF, asemănător cu mesajul METAR, este emis de stațiile meteo de aeroport și cuprinde informații privind evoluția condiției meteo pe un interval de timp de 9 ore. Mesajul TAF se transmite ca și mesajul METAR în limbaj clar abreviat, folosind același cod, cu diferența că la mesajul TAF se specifică între ce ore este valabil, în timp ce pentru mesajul METAR se specifică ora la care s-a efectuat observația meteo (citirea datelor).

Având în vedere aceste informații pilotul va analiza prognozele de timp pe ruta și în funcție

de condițiile meteo va decide executarea zborului, sau dacă este posibil schimbarea rutei în funcție de condițiile meteorologice favorabile existente în alte zone.

### 3.4 Evaluarea situației meteo

Pentru evaluarea situației meteorologice se impune activitatea de culegere a informațiilor și în funcție de zona de zbor, de condițiile de stabilitate ale atmosferei se va estima cum va evolua timpul prognozat, aprecieri necesare în vederea desfasurării zborului pe ruta în condiții de siguranță deplină.

### 3.5 Zborul la vedere

Un pilot detinator de licența de baza SPL sau TMG (fără calificarea de zbor instrumental) trebuie să respecte întotdeauna condițiile meteo minime prezente în privilegiile licenței.

Aeronavele care efectuează zboruri VFR nu vor decola sau ateriza pe un aerodrom situat într-o zonă de control sau să între în zona de trafic de aerodrom sau în procedura de trafic:

- dacă plafonul este mai mic de 450 m (1500 ft); sau
- dacă vizibilitatea la sol este mai mică decât 5 km.

Excepție fac cazurile când s-a obținut o autorizare ATC de la o unitate ATC competentă.

Un zbor VFR nu va fi efectuat:

- deasupra zonelor dens populate ale metropolelor, orașelor sau ale altor așezări sau
- peste o adunare de persoane în aer liber la o înălțime mai mică de 300 m (1000 ft) peste cel mai înalt obstacol aflat într-o suprafață cu raza de 600 m măsurată de la aeronavă;
- în alte locuri decât cele specificate în paragraful (1) la o înălțime mai mică de 150 m (500 ft) deasupra solului sau apei.

Excepție fac cazurile când este necesar să se decoleze sau să se aterizeze sau când există o autorizare corespunzătoare acordată de Autoritatea competentă.

Următoarele informații se referă la un zbor privat în afară spațiului controlat și în afară ATZ-urilor ( Aerodrome Traffic Zones ).

Se poate zbura cu o aeronavă în afară spațiului aerian controlat, în condiții VFR, în cadrul privilegiilor pilotului privat, la sau sub 3.000 ft AMSL la 140 noduri sau mai puțin viteză indicată, doar dacă:

- rămâne în afară norilor, și are solul la vedere
- are vizibilitate minimă conform RACR-RA

Criteriile de mai sus reprezintă cerințele minime, iar un pilot prevazator și cu simț practic va mari acele valori.

### 3.6 Briefing-ul înainte de zbor (Pre flight briefing )

Înainte de orice zbor pe ruta (cross-country flight), trebuie să luați în considerare situația vremii și alte aspecte operationale care pot afecta zborul propus. Un checklist de briefing de plecare ar trebui să includă studiul următoarelor aspecte:

- informații meteo;
- *NOTAM* - urile curente și buletinele de informare pre-flight;
- orice schimbări sau adăugiri la procedurile operationale (AIP ROMANIA);
- funcționarea corespunzătoare a aerodromului (inclusiv aerodromuri alternative); și
- permisiune prealabilă, dacă se cere (PPR = Prior Permission Requested);
- frecvențele de comunicație (pe hărți, AIP ROMANIA, etc.);
- restricții ale spațiului aerian (vezi hărți, inclusiv harta obișnuită a traseului pe care o folosești, plus harta spațiului aerian restricționat și a zonelor de risc, incluse în AIP ENR);
- pericole pentru aviație, existente sau posibile;
- ora maximă de aterizare - apus, sau mai devreme pentru destinații alternative (date incluse în AIP GEN).

### 3.7 Aprovizionarea cu combustibil și lubrifiant

Pilotul comandant nu inițiază un zbor decât în cazul în care aeronava transportă combustibil și ulei suficient pentru următoarele:

- pentru zboruri conform regulilor de zbor la vedere (VFR):
- pe timp de zi, pentru a zbura la aerodromul de aterizare prevăzut, iar apoi pentru a zbura timp de cel puțin 30 de minute la o altitudine normală de croazieră; sau
- pe timp de noapte, pentru a zbura la aerodromul de aterizare prevăzut, iar apoi pentru a zbura timp de cel puțin 45 de minute la o altitudine normală de croazieră;

### 3.8 Selectarea rutei și pregătirea hărții

#### 3.8.1. Selectarea rutei

Performanța aeronavei este primordială pentru selectarea rutei. Nu este posibil să treci pe deasupra munților Himalaya cu un avion având o capacitate de altitudine de 10.000 ft.

Terenul este de asemenea foarte important. Zborul deasupra unui teren accidentat, muntos este în defavoarea unui zbor deasupra liniei de coastă. Așadar, norii joși și terenurile deluroase pot crea rapid probleme zborurilor VFR.



Vremea. Orajele sau fronturile de aer rece care se apropie vă pot determina să alegeți o altă rută. Norii cu baza joasă, deasupra unui teren înalt pot crea probleme. Prognoza meteo este foarte importantă în alegerea finală a rutei.

Spațiul aerian. Întotdeauna luați în considerare natura terenului aflat pe ruta, care ar putea fi de mai multe feluri, cum ar fi:

- spațiu aerian controlat
- aerodromuri ( ATZ, MATZ, non-ATZ, CTR );
- benzi de circulație de intrare / ieșire;
- rute indicate;
- zone interzise, restricționate sau periculoase;
- spațiu aerian;
- zone de activitate intensă aeriană sau zone de tactică aeriană;
- setarea limitelor regionale ale altimetrului

Toate sunt prezente pe hărțile aeronautice și în AIP.

### 3.8.2. Pericole pentru aviație

Iată cele mai importante pericole pentru aviație:

- terenul înalt;
- obstacole și înălțimea lor amsl;
- zone cu trasmisii radio de mare intensitate;
- planoare, parașutism, etc. ;
- stoluri de păsări.

## 3.9 Considerente privind spațiul aerian controlat, restricții, zone periculoase

### 3.9.1. Zone interzise, zone periculoase, restricții ale spațiului aerian

Informațiile cu privire la zonele periculoase, restricționate sau interzise, se găsesc în:

- AIP și serviciul corespunzător de amendamente AIP;
- Suplimentele AIP;
- Circularele de Informare Aeronautică (AIC);
- Mesajele *NOTAM* și buletinele de informare înainte de zborului (PIB);

- Listele de control și listele cu mesajele *NOTAM* în vigoare;

Hărțile aeronautice prezintă împărțirea spațiului aerian în zone controlate de diferite clase, zone de pericol, etc. În imaginea de mai jos, avem ca exemplu încercuit cu culoare roșie numele *NOTAM*-ului (LR R 21), care este o zonă de lucru militară, activată prin *NOTAM*. “(R)”-ul din denumirea *NOTAM*-ului reprezintă clasa sa, adică, zona restricționată.

Prescurtarea folosită pentru zonele periculoase este “D” (dangerous), iar pentru zonele interzise, este folosită abrevierea “P” (prohibited).

În România, valabilitatea *NOTAM*-urilor, poate fi verificată pe site-ul <http://www.aisro.ro/>, secțiunea Navigation warnings.



Fig 3.1. *NOTAM*

### 3.9.2. Organizarea spațiului aerian

Organizarea spațiului aerian se efectuează în baza Codului aerian și a Regimului de zbor în România, ținând cont de prevederile Anexei 11 și a Doc. 4444 OACI.

Spațiul aerian se împarte în: spațiul aerian controlat și spațiu aerian necontrolat.

Porțiunea de spațiu aerian cu dimensiuni definite în care se asigură tuturor zborurilor serviciul de dirijare și control al traficului aerian se numește spațiu *aerian controlat* (căi aeriene - AWY, regiuni terminale de control -TMA, zone de control de aerodrom - CTR).

Pentru asigurarea serviciilor de trafic aerian, în funcție de posibilitățile de legătură radio sigure și permanente dintre organele de la sol care asigură aceste servicii și aeronavele din zbor, precum și în funcție de dislocarea teritorială a aerodromurilor, spațiul aerian este organizat astfel:

a) pentru asigurarea serviciului de informare a zborurilor (Flight Information Service - FIS) este organizată Regiunea de informare a zborurilor (Flight Information Region - FIR). Pentru România avem FIR București;

b) pentru asigurarea serviciului de dirijare și control al traficului aerian (Air Traffic Control - ATC) sunt organizate:

- regiuni de control (CTA);
- regiuni terminale de control (TMA);
- zone de control de aerodrom (CTR).

Regiunea de informare a zborurilor (FIR) este Spațiu aerian de dimensiuni definite în cuprinsul căruia se furnizează serviciul de informare a zborurilor și serviciul de alarmare.

Zona de control de aerodrom (CTR) este porțiunea de spațiu aerian controlat cu dimensiuni stabilite lateral și pe verticală care se întinde de la suprafața solului până la o altitudine/înălțime determinată, ce coincide de regulă cu limita inferioară a regiunii de control (regiunii terminale de control). Dacă situația impune, se poate stabili limita superioară a unei zone de control de aerodrom, peste limita inferioară a regiunii terminale de control sau regiunii de control.

Spațiul aerian ATS se clasifică, în concordanță cu porțiunea de spațiu aerian în care se asigură anumite servicii de dirijare și control sau informare pentru zborul VFR și/sau IFR, astfel:

**CLASA A** - sunt permise zboruri IFR care au asigurată eșalonarea tuturor aeronavelor; Spațiul aerian Clasa A conține:

- Toate rutele ATS din FIR București;
- TMA București.

**CLASA B** - sunt permise zboruri IFR și VFR cărora li se asigură serviciul de dirijare și control și eșalonarea între toate aeronavele; în FIR București nu există spațiu aerian desemnat cu Clasa B;

**CLASA C** - Sunt permise atât zborurile IFR, cât și zborurile VFR; toate zborurile sunt supuse serviciului de control al traficului aerian, se eșalonează (separă) numai aeronavele care zboară IFR, între ele și față de cele care zboară VFR, iar zborurile VFR primesc informații despre traficul VFR;

Spațiul aerian Clasa C conține:

- toate Zonele de control de aerodrom (CTR) specificate în FIR București;

**CLASA D** - sunt permise zboruri IFR și VFR cărora li se asigură serviciul de dirijare și control și eșalonarea între toate aeronavele care zboară IFR și primesc informații despre zborurile VFR, iar zborurile VFR primesc informații despre toate zborurile IFR și VFR; Spațiul aerian Clasa D conține toate Zonele de control de aerodrom ale aviației utilitare și sportive care nu sunt incluse în TMA București;

**CLASA E** - sunt permise zboruri IFR și VFR; se aplică serviciul de dirijare și control al traficului aerian IFR și se asigură eșalonare între ele.

Nu sunt obligatorii comunicațiile radio pentru zborurile VFR.

Nu este obligatorie autorizarea ATC pentru zborurile VFR.

Toate zborurile primesc informații de trafic în măsura în care acest lucru este posibil.

În FIR București nu există spațiu aerian desemnat cu clasa E.

**CLASA F** - sunt permise zboruri IFR și VFR; este asigurat serviciul consultativ de informații de trafic, iar la cerere, toate aeronavele pot beneficia de serviciul de informare a zborurilor.

Nu sunt obligatorii comunicațiile radio pentru zborurile VFR.

Nu este obligatorie autorizarea ATC pentru zborurile IFR și VFR.

În FIR București nu există spațiu aerian desemnat cu clasa F.

**CLASA G** - sunt permise zboruri IFR și VFR și se asigură, la cerere, pentru toate aeronavele serviciul de informare a zborurilor.

Nu sunt obligatorii comunicațiile radio pentru zborurile VFR.

Nu este obligatorie autorizarea ATC pentru zborurile IFR și VFR.

Spațiul aerian Clasa G conține întregul spațiu aerian din FIR București care nu este desemnat ca având o altă clasă. În acest spațiu se includ și zonele restricționate.

### 3.10 Informații aeronautice

Aspecte operaționale de lungă durată sunt prezente în AIP GEN. Schimbări recente, reprezentând suplimente ale AIP - ului, sunt AIRAC (circulara de informare aeronautică), și NOTAM - urile de clasa a 2-a.

#### Codul NOTAM

Codul NOTAM permite codificarea informațiilor care stabilesc condiția sau apariția unor schimbări în stare a mijloacelor radio, aerodromurilor, facilităților de iluminat, pericolelor pentru aeronave sau a facilităților de căutare și salvare.

Un mesaj NOTAM trebuie emis atunci când informațiile de mai jos capătă o semnificație direct operațională:

- stabilirea, închiderea sau apariția unor schimbări semnificative în operarea aerodromului/aerodromurilor sau a pistelor;
- stabilirea, retragerea sau apariția unor schimbări semnificative în operarea serviciilor aeronautice;
- stabilirea sau retragerea unor mijloace de navigație aeriană sau de aerodrom. Aceasta include: întreruperea sau reluarea serviciului, schimbarea frecvențelor, schimbarea orelor de serviciu, schimbarea identificării, schimbarea orientării (mijloace direcționale), schimbarea locației, creșterea / descreșterea puterii de emisie cu aproximativ 50 % sau mai mult, schimbarea în orarul de emisie sau în conținutul/iregularitatea lipsa de fiabilitate în operarea oricărui mijloc electronic pentru navigația aeriană și în serviciile de comunicații aer-sol;
- stabilirea, retragerea sau apariția unor schimbări semnificative ale mijloacelor vizuale;



- întreruperea sau reluarea serviciului componentelor importante ale sistemului de iluminat ale aerodromului;
- stabilirea, retragerea sau apariția unor schimbări semnificative în procedurile serviciilor de navigație aeriana;
- apariția sau corecția defectelor importante sau îndepărtarea impedimentelor de pe suprafața de manevră;
- apariția unor schimbări sau limitări în disponibilitatea de combustibil, ulei sau oxigen;
- apariția unor schimbări la facilitățile și serviciile disponibile pentru căutare și salvare;
- stabilirea, retragerea sau reluarea serviciului balizelor care marchează obstacolele semnificative pentru navigația aeriană;
- apariția unor schimbări în reglementările care impun acțiuni imediate, ex: zone interzise pentru o acțiune SAR;
- prezența pericolelor care pot afecta navigația aeriană (inclusiv obstacole, exerciții militare, etc.);
- ridicarea, îndepărtarea sau apariția unor schimbări la obstacolele semnificative pentru navigația aeriană în zonele de decolare, urcare, apropiere întreruptă, apropiere și în zona pistei;
- stabilirea sau apariția unei discontinuități (inclusiv activarea și dezactivarea) sau schimbări în starea zonelor interzise, restricționate și periculoase;
- stabilirea sau apariția unei discontinuități în starea zonelor, rutelor sau porțiunilor acestora unde există posibilitatea de interceptare și unde este necesară asigurarea protecției frecvenței VHF de urgență (121.5 MHz);
- alocarea, anularea și schimbarea indicatorilor de locație;
- apariția unor schimbări semnificative în sistemul de luptă împotriva incendiilor aflat la aerodromuri;
- prezența, îndepărtarea sau apariția unor schimbări semnificative datorate zăpezii, slush-ului, gheții sau apei de pe suprafața de mișcare (notificarea acestor condiții se face prin SNOWTAM);
- declanșarea epidemiilor; notificarea cerințelor referitoare la inoculare și la măsurile de carantină;
- prognozarea radiației cosmice solare;
- apariția unei activități ce precede erupția vulcanică;
- eliberarea în atmosferă a materialelor radioactive sau chimice toxice.

Codul NOTAM conține:

- câmpul identificatorului Q (sau grupele codului Q);
- identificatorii A până la G, fiecare urmați de paranteză: standardizează prezentarea informației într-un limbaj relativ simplu (textul în câmpul E).

### 3.11 Proceduri de contactare a ATC în spațiul aerian controlat

În vederea respectării prevederilor legale privind procedurile de contactare a serviciilor de trafic aerian, ATC, vom prezenta elementele esențiale din RACR - ATS:

#### 3.11.1. Verificarea radio

Atunci când este necesar pentru stația de pe o aeronavă să emită semnale pentru probă sau reglare, semnalele care se pot interfera cu activitatea unei stații aeronautice învecinate, înainte de emiterea unor astfel de semnale se va obține consimțământul stației respective.

Atunci când o stație din serviciul mobil aeronautic, are nevoie de semnale de probă, fie pentru reglarea unui emițător înainte de a se face un apel, fie pentru reglarea unui receptor, asemenea semnale nu trebuie continuate peste 10 secunde și trebuie să fie compuse din numerele pronunțate (UNU, DOI, TREI) în radio-telefonie, urmate de indicativul stației care emite semnalele de probă.

Recomandare: După ce s-a adresat un apel stației aeronautice, trebuie să se scurgă un interval de cel puțin 10 secunde, înainte de a se face un al doilea apel. Acest lucru trebuie să elimine emisiile inutile, în timp ce stația aeronautică se pregătește să răspundă apelului inițial.

Atunci când stația aeronautică este chemată simultan de stațiile mai multor avioane, stația respectivă va hotărâ ordinea în care aeronavele vor face comunicările.

Transmișiile de test trebuie să aibă următoarea formă:

- identificarea stației aeronautice care este chemată;
- indicativul aeronavei;
- cuvintele 'RADIO CHECK';
- frecvența folosită.

Răspunsurile la transmișiile de test trebuie să aibă următoarea formă:

- identificarea stației care cheamă;
- indentificarea stației care răspunde;
- informații referitoare la audibilitatea transmisiei.

Audibilitatea transmișiilor este clasificată după următoarea scală:

1. **Unreadable** - inaudibil;
2. **Readable now and then** - audibil cu întreruperi;
3. **Readable but with difficulty** - audibil, dar cu dificultate;
4. **Readable** - audibil;
5. **Perfectly readable** - perfect audibil.

### 3.11.2. Ascultarea de veghe:

Se recomandă să se mențină ascultare de veghe pe frecvența TIBA (Traffic Information Broadcasts by Aircraft) cu 10 minute înainte de intrarea în spațiul aerian desemnat și până la ieșirea din acest spațiu. Se recomandă ca, pentru o aeronavă care decolează de pe un aerodrom localizat în cuprinsul spațiului aerian desemnat, ascultarea de veghe să înceapă de îndată ce este posibil după decolare și să fie menținută până la părăsirea spațiului în cauză.

### 3.11.3. Momentul (timpul) emisiei:

Se recomandă ca o emisie TIBA să fie realizată:

- cu 10 minute înainte de intrarea în spațiul aerian desemnat sau, în cazul unei aeronave care decolează de la un aerodrom aflat între limitele laterale ale spațiului aerian desemnat, de îndată ce este posibil după decolare;
- cu 10 minute înainte de traversarea unui punct de raport;

- cu 10 minute înainte de intersectarea sau de intrarea pe o rută ATS;
- la intervale de 20 de minute între punctele de raport îndepărtate;
- cu 2 - 5 minute în prealabil, dacă este posibil, înainte de a schimba nivelul de zbor;
- la momentul efectuării unei schimbări a nivelului de zbor;
- în orice alt moment considerat necesar de către pilot.

#### 3.11.4. Autorizări de trafic aerian (Autorizari ATC)

Înainte de efectuarea oricărui zbor controlat sau a unei porțiuni a unui zbor efectuat ca zbor controlat va fi obținută o autorizare ATC. O astfel de autorizare trebuie solicitată prin depunerea unui plan de zbor la o unitate ATC.

Un plan de zbor poate acoperi numai o parte a zborului, dacă este necesar, pentru a descrie acea parte a zborului sau acele manevre pentru care se va furniza serviciul de control al traficului aerian. O autorizare ATC poate acoperi numai o parte a unui plan de zbor curent, acesta fiind indicat printr-o limită a autorizării sau prin referirea la o anumită manevră ca de exemplu rularea, aterizarea sau decolarea.

Dacă o autorizare ATC nu este satisfăcătoare pentru pilotul comandant al unei aeronave, acesta poate solicita o autorizare modificată care, dacă este posibil, îi va fi acordată.

Ori de câte ori o aeronava solicită o autorizare ATC care implică acordarea unei priorități, aceasta trebuie să înainteze, dacă este solicitat de către unitatea ATC competentă, un raport în care explică necesitatea acordării respectivei priorități.

Posibilitatea re-autorizării din zbor : Dacă înainte de plecare se poate anticipa, în funcție de autonomia de zbor a aeronavei și condiționat de reautorizarea din zbor, că există posibilitatea ca aeronava să aterizeze pe un alt aerodrom de destinație, unitatea ATC competentă va fi anunțată prin inserarea în planul de zbor a informațiilor cu privire la ruta modificată (dacă este cunoscută) și la destinația alternativă.

O aeronava care operează pe un aerodrom controlat nu va rula pe suprafața de manevră fără autorizare din partea turnului de control de aerodrom și se va conforma cu orice instrucțiune dată de această unitate.

#### 3.11.5. Respectarea planului de zbor

O aeronavă se va conforma cu planul de zbor curent sau cu partea aplicabilă a planului de zbor curent, după pentru un zbor controlat, dacă:

- nu a fost solicitată o modificare a acestuia și nu a fost obținută o autorizare din partea unității ATC competente, sau
- nu a apărut o situație de urgență care a făcut necesară o acțiune imediată din partea aeronavei, în care caz, de îndată ce circumstanțele permit, după ce s-au pus în aplicare măsurile impuse de starea de urgență, unitatea ATC competentă trebuie anunțată asupra acțiunii și cauzelor ce au impus-o.

Excepție fac cazurile unor devieri involuntare sau de deteriorare a condițiilor meteo sub valorile VMC.

Dacă nu au fost altfel autorizate sau instruite de către unitatea ATS competentă, în măsura posibilului, zborurile controlate vor fi efectuate de-a lungul axului definit al rutei, când se desfășoară pe o rută ATS stabilită;

În cazul în care un zbor controlat se abate involuntar de la planul său de zbor curent, vor fi luate următoarele măsuri:

- Abateră de la traiect: dacă aeronava este în afara traiectului, vor fi luate măsuri imediate pentru a modifica capul aeronavei pentru revenirea la traiect de îndată ce este posibil.
- Variația vitezei adevărate (TAS): dacă valoarea medie a TAS, la nivelul de croazieră, variază sau se presupune ca va varia, între punctele de raport, cu plus sau minus 5 % din valoarea TAS înscrisă în planul de zbor, va fi informată în acest sens unitatea ATS competentă.
- Modificarea orei estimate: dacă ora estimată pentru următorul punct de raport, următoarea limită a unei regiuni de informare a zborului sau aerodromul de destinație, care dintre acestea se realizează prima, este diferită cu mai mult de trei minute față de cea transmisă serviciilor de trafic aerian sau orice altă diferență de timp specificată de autoritatea ATS competentă sau stabilită în baza unui acord regional de navigație aeriană, ora estimată revizuită va fi transmisă unității ATS competente, cât mai curând posibil.

În plus, când este în vigoare un acord ADS, unitatea ATS va fi informată automat prin legătura de date ori de câte ori apar schimbări care depășesc valorile limită prevăzute în contractul de eveniment ADS.

### 3.11.6. Schimbări intenționate.

Cererile pentru modificări în planul de zbor vor include următoarele informații:

Schimbarea nivelului de croazieră: identificarea aeronavei; noul nivel de croazieră solicitat și viteza de croazieră la acest nivel, orele estimate revizuite (dacă este cazul) la limitele regiunilor de informare a zborului care urmează.

Schimbarea rutei:

- Destinație neschimbată: identificarea aeronavei, reguli de zbor; descrierea noii rute de zbor incluzând datele corespunzătoare din planul de zbor, începând cu poziția de la care începe schimbarea de rută solicitată, orele estimate revizuite precum și orice alte informații relevante.
- Destinație schimbată: identificarea aeronavei, reguli de zbor, descrierea rutei revizuite a zborului către noul aerodrom de destinație incluzând datele corespunzătoare din planul de zbor începând cu poziția de la care începe schimbarea de rută solicitată, orele estimate revizuite, aerodromul (aerodromurile) de rezervă precum și orice alte informații relevante.

### 3.11.7. Operarea în condiții meteorologice deosebite și evitarea fenomenelor meteorologice periculoase pentru zbor

Deteriorarea condițiilor meteo sub valorile VMC. Când devine evident că nu mai este posibil să se continue zborul în VMC conform planului de zbor curent, aeronava care efectuează un zbor VFR operat ca zbor controlat:

- a. va solicita o autorizare modificată care să permită aeronavei să continue zborul în VMC spre destinație ori spre un aerodrom de rezervă sau să părăsească spațiul aerian în care este necesar să aibă autorizare ATC; sau
- b. dacă nu se poate obține o autorizare în conformitate cu paragraful a), va continua operarea în VMC și va notifica unitatea ATC competentă despre măsurile luate, fie de părăsire a spațiului aerian respectiv, fie să aterizeze la cel mai apropiat aerodrom corespunzător; sau
- c. dacă zborul este operat într-o zonă de control, va solicita autorizarea să opereze ca un zbor VFR special; sau
- d. va solicita autorizarea să opereze în conformitate cu regulile de zbor instrumental.

### 3.11.8. Rapoarte de poziție.

Aeronava care efectuează un zbor controlat va raporta unității ATS competente, cât de curând posibil, informații privind timpul și nivelul de zbor la survolarea fiecărui punct de raport obligatoriu desemnat, împreună cu orice alte informații solicitate, în afara cazului când este exceptată de către autoritatea ATS competentă în condițiile stabilite de acea autoritate. La solicitarea unității ATS competente se vor face, în mod similar, rapoarte de poziție referitoare la puncte adiționale. În absența punctelor de raport desemnate, rapoartele de poziție vor fi făcute la intervale sau puncte prevăzute de către autoritatea ATS competentă sau specificate de către unitatea ATS competentă.

Aeronavele, aflate în zboruri controlate, care transmit, către unitățile ATS competente, informații de poziție prin legătura de date, vor transmite rapoartele de poziție prin voce, numai la cerere.

*Notă:* Condițiile și circumstanțele în care transmisia SSR în mod C a altitudinii barometrice îndeplinește cerințele pentru informația de nivel în rapoartele de poziție sunt indicate în PANS-ATM, (OACI Doc 4444).

### 3.11.9. Ieșirea de sub control.

Cu excepția aterizării la un aerodrom controlat, aeronava care execută un zbor controlat va informa unitatea ATC competentă de îndată ce zborul nu mai face obiectul serviciului de control al traficului aerian.

### 3.11.10. Comunicații.

O aeronavă care operează ca zbor controlat va supraveghea permanent comunicațiile aer-sol prin voce pe canalul de comunicație corespunzător al unității ATC competente și va stabili comunicația bilaterală cu aceasta ori de câte ori este necesar. Excepție fac cazurile în care este altfel prevăzut de către autoritatea ATS competentă referitor la aeronavele care fac parte din traficul de aerodrom de la un aerodrom controlat.

O aeronavă trebuie să supravegheze comunicațiile aer-sol prin voce și după stabilirea comunicației controlor-pilot prin legătura de date (CPDLC).

### 3.11.11. Conținutul unui raport de poziție.

Un raport de poziție transmis de aeronavă va trebui să conțină următoarele elemente:

- a. identitatea aeronavei;
- b. Poziția (locul);
- c. ora survolării punctului;
- d. nivelul (altitudinea) de zbor;
- e. Poziția viitoare și ora de survol a viitorului punct obligat de raport.

Notă: Aeronavele care zboară într-un spațiu aerian acoperit radar pot omite elementele înscrise la alineatul e). Ora estimată de survol a punctului limită de transfer, ca element al mesajului de pregătire a transferului, va fi calculată de organul de trafic predător.

Raportul de poziție va fi completat la cererea organului de dirijare și control, operatorului aerian, la inițiativa pilotului comandant de bord sau la punctele obligatorii de raport cu:

Informații asupra zborului privind:

- ora estimată de sosire la destinație;
- autonomia de zbor (elemente interesând operatorul aerian)

Informații meteorologice din zbor privind:

- temperatura aerului;
- vântul;
- turbulența;
- givrajul aeronavei;
- informații suplimentare de natură meteorologică (interesând organele de trafic și cele meteorologice)

Un raport de poziție completat conform alineatelor a) și b) (cu toate datele sau numai o parte din ele), devine „raport asupra zborului”.

Datele se vor înscrie de către pilot în formularul AIREP primit de la organele de trafic, și se vor preda după zbor acestora.

Observațiile meteorologice făcute de echipaje pe timpul executării fazelor de apropiere pentru aterizare sau de îndepărtare după decolare vor fi raportate, cât mai curând posibil, organelor de trafic aerian.

Organele de trafic aerian vor comunica fără întârziere către Centrul meteorologic (stația meteorologica) toate datele meteorologice primite de la aeronavele aflate în zbor.

## 3.12 Planificarea combustibilului

Cantitatea de combustibil pe care trebuie să o aveți în rezervoare este foarte importantă. Cantitatea minimă de combustibil de care aveți nevoie la decolare este aceea necesară

pentru a ajunge la destinație (sau la un aerodrom alternativ) și să aterizați cu rezerva de combustibil intactă.

Cantitatea maximă de combustibil înseamnă rezervoarele pline, dar acest lucru poate limita numărul de pasageri sau greutatea bagajelor pentru zborul respectiv. Ține de simț practic cunoașterea cantității minime necesare pentru fiecare zbor, și asigurarea existenței cel puțin a acestei cantități.

Cantitatea de combustibil de rezervă este cea pentru minim 30 de minute de zbor la o altitudine normală de croazieră sau, pe timp de noapte, pentru cel puțin 45 de minute de zbor la o altitudine normală de croazieră;

Aceasta permite apariția unor evenimente cum sunt vântul din față mai puternic decât prevăzut, care determină un consum mai mare de combustibil. În această categorie mai pot intra erori de navigație minore și devieri mici de la traseu.

Cantitatea de combustibil de rezervă reprezintă combustibil pe care nu trebuie să îți pui în plan să-l folosești; trebuie luat în considerare ca și o rezerva de urgență.

În timp ce combustibilul este furnizat de la agentul competent și indicat în măsuri diferite (galoane US, litri sau galoane imperiale), este important să știm durata acestui combustibil în minute. Aceasta depinde de rata de consum.

Uneori, este necesar să se refacă calculele de navigație pentru un zbor către un aerodrom alternativ dacă, spre exemplu, condițiile meteo nefavorabile nu îți permit aterizarea la aerodromul de destinație. Pentru a ușura calculele în timpul zborului cu privire la consum, se pot folosi calculatoarele de navigație.

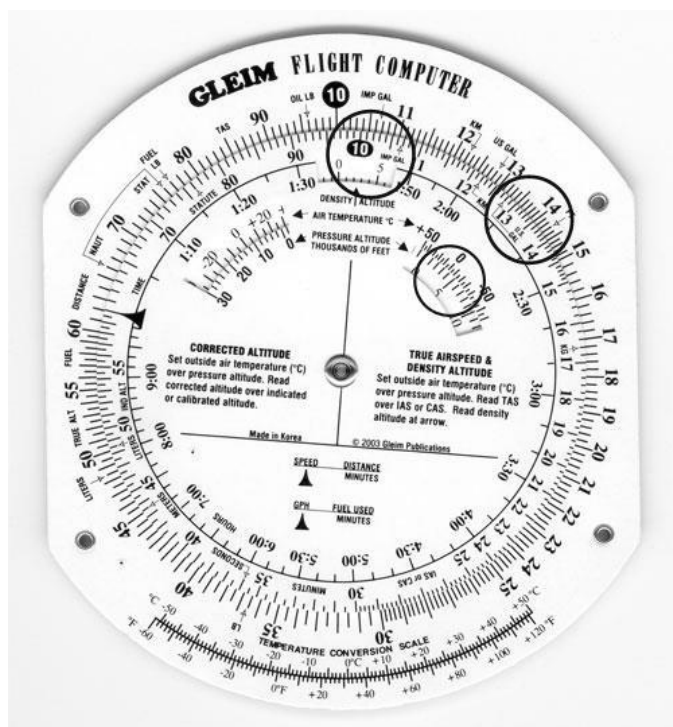


Fig 3.2. Calcularea combustibilului orar

### 3.13 Înălțimea de siguranță în zborul pe rută

În conformitate cu prevederile reglementărilor în vigoare, un zbor VFR nu va fi efectuat:

- a. deasupra zonelor dens populate ale metropolelor, orașelor sau ale altor așezări sau peste o adunare de persoane în aer liber la o înălțime mai mică de 300 m (1000 ft) peste cel mai înalt obstacol aflat într-o suprafață cu raza de 600 m măsurată de la aeronavă;
- b. în alte locuri decât cele specificate în paragraful a) la o înălțime mai mică de 150 m (500 ft) deasupra solului sau apei.

Excepție fac cazurile când este necesar să se decoleze sau să se aterizeze sau când există o autorizare corespunzătoare acordată de Autoritatea competentă și cazurile în care există alte dispoziții cuprinse într-o autorizare ATS sau proceduri corespunzătoare specificate de către autoritatea ATS competentă.

Determinarea unor altitudini de siguranță și alegerea nivelelor de croazieră

Există metode diferite de aflare a altitudinii de siguranță:

- alegeți cel mai înalt obstacol pe o rază de 10 nm de drum și adăugați 1.000 ft
- alegeți cota maximă de pe rută și adăugați 1.000 ft
- alegeți cel mai înalt obstacol pe o rază de 10 nm de drum și adăugați 1.500 ft
- alegeți cel mai înalt obstacol pe o rază de 5 nm de drum și adăugați 10% din înălțimea sa + 1.500 ft
- alegeți cel mai înalt obstacol pe o rază de 10 nm de drum și rotunjiți înălțimea cu încă 500 ft

Notă:

În anumite zone congestionate, zborurile pe anumite rute nu mai pot înainta la sau peste altitudinea de siguranță până când i se ridică restricția ( deasupra TMA ) - altitudinea minimă de siguranță fiind destul de ridicată datorită unui obstacol înalt aflat lângă drum.

De reținut faptul că anumite contururi sub 500 ft amsl și obstacolele sub 300 ft agl nu sunt prezente pe hărțile aeronautice; cu alte cuvinte, un obstacol care se află la 799 amsl este posibil să nu fie însemnat pe hartă, așadar fiți întotdeauna atenți la drum, mai ales pe timp de vizibilitate redusă.

Nivelul de croazieră este limitat de :

- a. în partea inferioară, de altitudinea de siguranță
- b. în partea superioară, posibil de nori, spațiu aerian controlat sau un vânt de față care crește în intensitate.

ATZ - urile (Aerodrome Traffic Zone) se extind până la 2.000 ft aal (above aerodrome level) iar MATZ - urile până la 3.000 ft aal.



În timp ce piloții care operează VFR, pot zbura la un nivel de croazieră raportat la QNH, ei pot deasemenea opta pentru nivele de zbor bazate pe 1013 mb atunci când se zboară peste 3.000 ft amsl.



Fig 3.3. Înălțimea de siguranță

Pentru a identifica altitudinea minimă de siguranță, pe hartă, pentru fiecare carou, este reprezentată altitudinea minimă de siguranță. În exemplul de mai sus, înălțimea minimă de siguranță este reprezentată sub forma 24, care reprezintă 2400 de picioare.

### 3.14 Aerodromuri de rezervă

La desfășurarea activității de zbor VFR este necesar ca în planul de zbor și în fișa de navigație să se aibă în vedere și menționarea aerodromului de rezervă.

Aerodromul de rezervă este aerodromul spre care o aeronavă se poate îndrepta atunci când devine imposibil sau nerecomandabil să se îndrepte către sau să aterizeze la aerodromul la care intenționa să aterizeze. Aerodromurile de rezervă includ următoarele:

1. Aerodrom de rezervă la decolare - un aerodrom pe care o aeronavă are posibilitatea să aterizeze în caz că aterizarea devine necesară la scurt timp după decolare iar aerodromul de plecare nu poate fi utilizat în acest scop.
2. Aerodrom de rezervă pe rută - un aerodrom pe care o aeronavă ar putea să aterizeze în urma apariției unor situații anormale sau de urgență pe durata zborului pe rută.
3. Aerodrom de rezervă la destinație - un aerodrom pe care o aeronavă ar putea să aterizeze dacă devine imposibilă sau nerecomandabilă aterizarea la aerodromul pe care intenționa să aterizeze.

### 3.15 Comunicatii și frecvente radio / navaid

Mijloacele de telecomunicații aer-sol utilizate de către centrul de informare a zborurilor sau de către controlul regional trebuie să permită comunicații bilaterale dintre aceste organe și aeronavele în zbor echipate cu mijloace de radiocomunicații corespunzătoare, cel puțin din orice punct din regiunea de informare a zborurilor sau regiunea de control.

Mijloacele de legătură bilaterală radio din dotarea centrului de informare a zborurilor și a controlului regional trebuie să asigure comunicații bilaterale cu aeronavele din spațiul aerian repartizat, directe, rapide și continue, lipsite de paraziți atmosferici.

Convorbirile radio bilaterale dintre pilotul comandant de bord și controlorul de trafic aerian trebuie să fie înregistrate magnetic pe toate Frecvențele de comunicații aer-sol ce se utilizează de către organul de trafic respectiv.

#### 3.15.1. Mijloacele de telecomunicații aer-sol necesare controlului de apropiere.

Mijloacele de legătură bilaterală radio aer-sol pe care le utilizează controlul de apropiere trebuie să permită stabilirea comunicațiilor bilaterale directe, rapide și continue, lipsite de paraziți atmosferici între organul care asigură controlul de apropiere și toate aeronavele care se găsesc sub controlul sau.

În cazul în care controlul de apropiere funcționează independent, pentru asigurarea comunicațiilor aer-sol se va folosi o frecvență radio special destinată acestui organ de trafic aerian. Convorbirile radio bilaterale aer-sol efectuate de controlul de apropiere vor fi înregistrate magnetic.

#### 3.15.2. Mijloacele de telecomunicații aer-sol necesare controlului de aerodrom.

Mijloace de legătură bilaterala radio aer-sol pe care le utilizează organul de control de aerodrom trebuie să permită stabilirea comunicațiilor directe, rapide și lipsite de paraziți atmosferici, între turnul de control de aerodrom și o aeronavă care evoluează la orice distanță pe o rază de 50 km de aerodromul considerat.

În caz de nevoie se pot pune mijloace independente de legătură radio la dispoziția turnului de control pentru traficul de pe suprafața de mișcare a aerodromului. Convorbirile radio aer-sol efectuate de controlul de aerodrom vor fi înregistrate.

#### 3.15.3. Frecvențele radio

Frecvențele radio în domeniul aeronautic sunt cuprinse între 119 și 135 Mhz.

În scopul furnizării serviciilor de trafic aerian se utilizează comunicații aer-sol prin radiotelefonie și/sau data link. De asemenea, trebuie ca unitățile ATS să aibă asigurate și să mențină supraveghere pe **FRECVENȚA DE URGENȚĂ 121.5 MHZ**, în conformitate cu instrucțiunile și procedurile specifice elaborate potrivit prevederilor Anexei 10 OACI, Comunicațiile aeronautice, Vol. II și V.

**500 kHz** - frecvență internațională de urgență pentru telegrafia Morse. Benzile alocate fiind între 415 kHz și 535 kHz atunci când se cere ajutor de la serviciile maritime.

Clasele de emisie pe frecvență de 500 kHz vor fi:

- A2A,
- A2B,
- H2A,
- H2B.

**2182 kHz** - este o frecvență internațională de urgență pentru radiotelefonie și va fi folosită în caz de pericol în benzile autorizate între 1 605 kHz și 4 000 kHz atunci când se cere ajutor de la serviciile maritime.

Clasa de emisie folosită pentru telefonie pe frecvență 2 182 kHz este J3E.

Dacă un mesaj de urgență trimis pe frecvența 2182 kHz nu a fost confirmat, semnalul de alarmă telefonic, urmat de apel de urgență și mesaj (atunci când este posibil) poate fi transmis din nou pe frecvența 4125 kHz sau 6215 kHz.

**3023 kHz și 5680 kHz** - sunt frecvențe aeronautice de referință și pot fi folosite pentru intercomunicare între stații mobile atunci când sunt implicate în operațiuni de căutare și salvare, dar și pentru comunicații între aceste stații și stațiile de sol participante.

**8 364 kHz** - frecvență desemnată stațiilor de pe ambarcațiunile de supraviețuire.

Frecvență aeronautică auxiliara **123,1 MHz**, este folosită de către stații ale serviciului aeronautic mobil sau stații de sol implicate în operațiuni de căutare și salvare.

**156,3 MHz** - frecvență ce poate fi folosită pentru comunicarea între stațiile de pe vapor și stațiile de aeronavă, folosind clasa de emisie G3E, angrenate în misiuni de căutare și salvare, dar și pentru alte scopuri.

**243 MHz** - frecvența este folosită de stațiile și echipamentul de pe ambarcațiunile de supraviețuire în scopuri de urgență.

**406 - 406,1 MHz** - banda de frecvență alocată exclusiv radiofarurilor de urgență pentru indicarea poziției prin satelit.

Notă:

Frecvențele mijloacelor de navigație ( VOR, NDB ) sunt publicate pe hărțile aeronautice 1:500.000. Alte informații în AIP AD / ENR.

### 3.16 Redactarea planului de zbor ATC

Plan de zbor depus (FPL). Planul de zbor așa cum a fost depus la o unitate ATS de către pilot sau un reprezentant desemnat, fără nici o modificare ulterioară.

*Notă:* Când este folosit cuvântul „mesaj” ca prefix la acest termen, el denotă conținutul și formatul datelor din planul de zbor depus, așa cum au fost transmise.

Plan de zbor repetitiv (RPL). Un plan de zbor referitor la o serie de zboruri individuale operate regulat, repetate frecvent cu caracteristici de bază identice, ce este depus de către un operator spre a fi reținut și utilizat repetat de către unitățile ATS.

#### 3.16.1. Depunerea unui plan de zbor

Informațiile care se furnizează unităților ATS, referitoare la un zbor sau la o porțiune din zborul intenționat, vor fi sub forma unui plan de zbor.

Un plan de zbor trebuie să fie depus înainte de efectuarea:

- a. oricărui zbor sau a unor porțiuni din acesta căruia urmează să-i fie asigurate servicii de control al traficului aerian;
- b. oricărui zbor IFR în spațiul aerian consultativ;
- c. oricărui zbor în interiorul unor zone desemnate sau către acestea sau de-a lungul rutelor desemnate, atunci când este astfel solicitat de către autoritatea ATS competentă pentru a facilita furnizarea serviciilor de informare a zborurilor, de alarmare, căutare și de salvare;
- d. oricărui zbor în interiorul unor zone desemnate sau către acestea sau de-a lungul rutelor desemnate, atunci când este astfel solicitat de către autoritatea ATS competentă pentru a facilita coordonarea cu unitățile militare competente sau cu unitățile ATS din statele adiacente pentru a evita posibilele interceptări în scopul identificării;
- e. oricărui zbor care traversează granițele internaționale.

Cu excepția cazurilor în care s-a stabilit folosirea planurilor de zbor repetitive, înainte de plecare trebuie ca un plan de zbor să fie depus la un birou de raportare al serviciilor de trafic aerian (ARO) sau, în timpul zborului, transmis unității ATS competente sau stației radio de control aer-sol.

Dacă nu a fost altfel stabilit de către autoritatea ATS competentă, pentru un zbor căruia urmează să i se asigure serviciul de control al traficului aerian sau serviciul consultativ de trafic aerian, trebuie depus un plan de zbor cu cel puțin șaizeci de minute înainte de plecare sau, dacă planul de zbor se comunică în timpul zborului, acesta se va transmite la o oră care să asigure primirea lui de către unitatea ATS competentă cu cel puțin zece minute înainte de ora la care se estimează că aeronava va survola:

- a. punctul intenționat de intrare în regiunea de control sau în regiunea consultativă; sau
- b. punctul de traversare a unei căi aeriene sau a unei rute consultative.

### 3.16.2. Conținutul unui plan de zbor

Planul de zbor trebuie să conțină informațiile referitoare la acele elemente, prevăzute în lista de mai jos, considerate relevante de către autoritatea ATS competentă:

- Identificarea aeronavei
- Regulile de zbor și tipul zborului
- Numărul și tipul (tipurile) aeronavei (aeronevelor) și categoria turbulenței de siaz
- Echipament
- Aerodromul de plecare / heliport / teren temporar de zbor (Poziția aeronavei la momentul depunerii în timpul zborului a unui nou plan de zbor)
- Ora estimată de plecare de la locul de staționare (estima survolării primului punct de pe ruta planului de zbor deșus în timpul zborului )
- Viteza (vitezele) de croazieră
- Nivelul (nivelurile) de croazieră
- Ruta de urmat
- Aerodromul / heliport / teren temporar de zbor de destinație și durata totală estimată a zborului
- Aerodromul (aerodromurile) de rezerva
- Autonomia aeronavei
- Numărul total de persoane la bord
- Echipamentul de urgență și supraviețuire
- Alte informații.

### 3.16.3. Completarea unui plan de zbor

Oricare ar fi scopul pentru care a fost deșus, un plan de zbor trebuie să conțină informații, după caz, referitoare la elementele relevante ale planului de zbor până la rubrica “aerodrom (aerodromuri) de rezervă” inclusiv, cu referire la ruta întreaga sau porțiunea din această pentru care planul de zbor este deșus.

În plus, planul de zbor trebuie să conțină informații, după caz, referitoare la toate celelalte elemente prevăzute de către autoritatea ATS competentă sau considerate a fi necesare de către persoana care a deșus planul de zbor.

### 3.16.4. Modificări ale planului de zbor

Toate modificările la un plan de zbor deșus pentru un zbor IFR sau pentru un zbor VFR efectuat ca un zbor controlat trebuie raportate cât mai repede posibil unității ATS competente. Pentru celelalte zboruri VFR, modificările semnificative la un plan de zbor vor fi raportate cât mai repede posibil unității ATS competente.

Dacă informațiile furnizate înainte de plecare cu privire la autonomia aeronavei sau numărul total de persoane la bord sunt incorecte la momentul plecării, acestea constituie o modificare semnificativă la planul de zbor și trebuie raportată.

### 3.16.5. Închiderea unui plan de zbor

Dacă autoritatea ATS competentă nu a stabilit altfel, pentru orice zbor pentru care a fost deșus un plan de zbor care acoperă întreg zborul sau porțiunea de zbor ramasă de efectuat până la aerodromul de destinație trebuie transmis direct un raport de sosire, prin radio sau



prin legatura de date, cât mai repede posibil după aterizare, unității ATS competente de pe aerodromul de sosire.

În cazul în care un plan de zbor a fost depus numai pentru o porțiune de zbor, alta decât cea ramasă de efectuat până la destinație, el va fi închis, dacă se solicită aceasta, printr-un raport corespunzător către unitatea ATS competentă.

În cazul în care nu există unitate ATS la aerodromul de sosire, raportul de sosire va fi făcut cât mai repede după aterizare și comunicat, prin mijlocul cel mai rapid disponibil, către unitatea ATS cea mai apropiată dacă se solicită aceasta.

Dacă se știe că mijloacele de comunicație de la aerodromul de sosire nu sunt corespunzătoare și alte mijloace de transmitere la sol a raportului de sosire nu sunt disponibile, se va proceda după cum urmează: imediat înainte de aterizarea aeronavei, dacă este posibil, se va transmite unității ATS competente un mesaj asemănător unui raport de sosire, acolo unde un astfel de raport este solicitat. În mod normal, acest mesaj va fi transmis stației aeronautice care deservește unitatea ATS responsabilă pentru regiunea de informare a zborurilor în care aeronava operează.

Rapoartele de sosire transmise de către aeronave vor conține următoarele elemente:

- identificarea aeronavei;
- aerodromul de plecare;
- aerodromul de destinație (numai în cazul aterizării în alt loc decât aerodromul de sosire prevăzut);
- aerodromul de sosire;
- ora de sosire.

Notă: Când este solicitat un raport de sosire, orice neconformare cu aceste prevederi poate cauza întreruperi grave în serviciile de trafic aerian și poate provoca cheltuieli considerabile prin efectuarea de operațiuni de căutare și salvare inutile.

FLIGHT PLAN PLAN DE VOL			
PRIORITY Priorité <<< <b>FF</b> >>>	ADDRESSEE(S) Destinatar(e)s		
<<<<<<			
FILING TIME Heure de dépôt	ORIGINATOR Expéditeur		
SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR Identification précise du(des) destinatar(e)s et/ou de l'expéditeur			
3 MESSAGE TYPE Type de message <<<<<< <b>(FPL)</b>	7 AIRCRAFT IDENTIFICATION Identification de l'aéronef	8 FLIGHT RULES Règles de vol	TYPE OF FLIGHT Type de vol
9 NUMBER Nombre	TYPE OF AIRCRAFT Type d'aéronef	WAKE TURBULENCE CAT. Cat. de turbulence de sillage	10 EQUIPMENT Équipement
13 DEPARTURE AERODROME Aérodrome de départ	TIME Heure		
15 CRUISING SPEED Vitesse croisière	LEVEL Niveau	ROUTE Route	
<<<<<<			
16 DESTINATION AERODROME Aérodrome de destination	TOTAL EET Durée totale estimée HR. MIN	ALTN AERODROME Aérodrome de dégagement	2ND. ALTN AERODROME 2 <sup>e</sup> aérodrome de dégagement
18 OTHER INFORMATION Renseignements divers			
<<<<<<			
SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES) Renseignements complémentaires (À NE PAS TRANSMETTRE DANS LES MESSAGES DE PLAN DE VOL DÉPOSÉ)			
19 ENDURANCE Autonomie HR. MIN	PERSONS ON BOARD Personnes à bord	EMERGENCY RADIO Radio de secours	
SURVIVAL EQUIPMENT/Équipement de survie	JACKETS/Gilets de sauvetage	UHF <b>U</b>	VHF <b>V</b>
POLAR Polaire <b>S</b>	DESERT Désert <b>D</b>	MARITIME Maritime <b>M</b>	JUNGLE Jungle <b>J</b>
DINGHIES/Canots	LIGHT Lampes <b>L</b>	FLUORES Fluores <b>F</b>	UHF <b>U</b>
NUMBER Nombre	CAPACITY Capacité	COVER Couverture	VHF <b>V</b>
AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS Couleur et marques de l'aéronef	COLOUR Couleur		
REMARKS Remarques			
PILOT-IN-COMMAND Pilote commandant de bord			
FILED BY/Dépose par			
		SPACE RESERVED FOR ADDITIONAL REQUIREMENTS Espace réservé à des fins supplémentaires	

Fig 3.4. Planul de zbor

### 3.17 Pregătirea rutei pe hartă

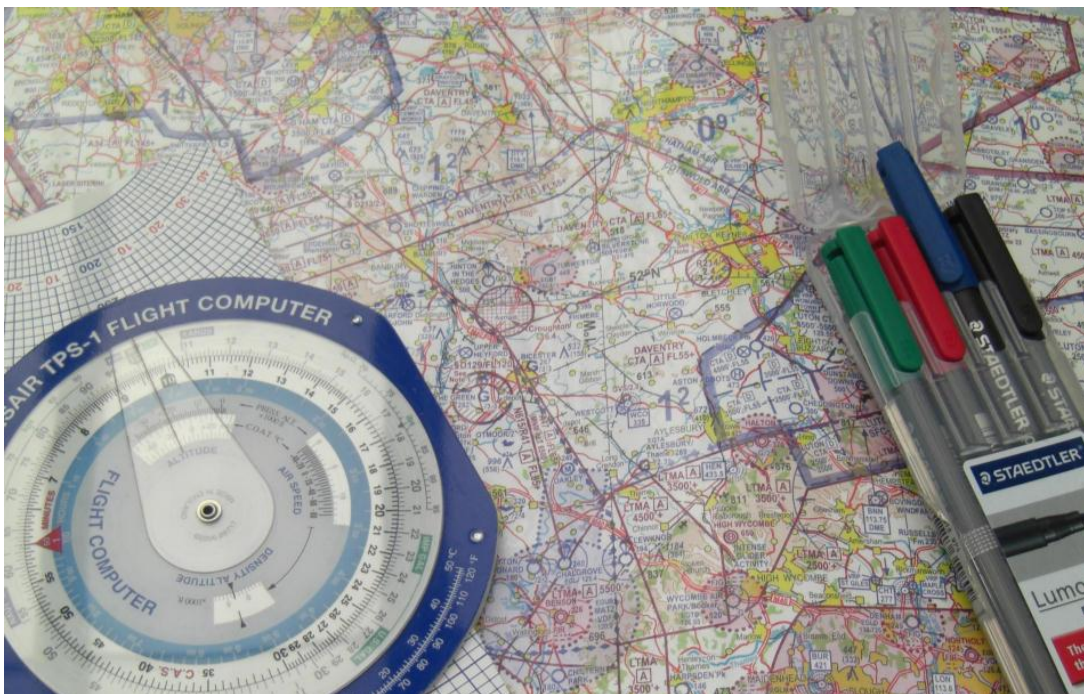


Fig 3.5. Pregătirea rutei

#### 3.17.1. Puncte de referință

O rută care conține puncte de referință ușor de identificat este de preferat pe o rută relativ scurtă, unde punctele de referință sunt puține. Puncte de referință pentru un zbor VFR :

- a. munți unici, care ies în evidență, văi, râuri
- b. linii de coastă, faruri, estuare
- c. poduri, trecători
- d. linii ferate, intersecții
- e. combinații ale celor de sus

#### 3.17.2. Pregătirea hărților.

După ce v-ați decis asupra rutei, urmează pregătirea hărților necesare pentru traseul respectiv. Trebuie să aveți hărțile aeronautice potrivite pentru zborul planificat dar și pentru eventuale abateri de la drum. Hărțile trebuie să fie actuale și să acopere o rază de cel puțin 50 nm în afară traseului.

Având ruta stabilită, trasați-o pe hartă și asigurați-vă că aceasta este vizibilă și în timpul zborului.

Notă: Mulți piloți își acoperă hărțile cu plastic, sau le cumpără acoperite astfel. Acest lucru permite scrierea pe ele și apoi ștergerea. De indicat este să nu folosiți culoarea roșie pentru însemnat, deoarece aceasta nu este foarte vizibilă pe timp de noapte.



### 3.17.3. Însemnările distanțelor și / sau timpului de-a lungul drumului trasat.

Pentru aprecierea cu ușurință a evoluției zborului, începând de la un punct de turnură, sau punct de referință, însemnați pe hartă la fiecare 10 nm.

Alți piloți preferă o măsurare cu ajutorul timpului, cum ar fi poziția la care ar trebui să se afle la fiecare 10 min, aproximativ, dar aceasta se poate schimba de la o zi la alta, datorită vântului, a aeronavei, în schimb însemnările la fiecare 10 nm rămân aceleași.

O altă metodă ar fi împărțirea traseului în 4: la  $\frac{1}{4}$  din drum,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ . Aceasta metodă funcționează foarte bine în principal pe distanțe scurte.

Instructorul de zbor este cel care vă va da sfatul cel mai potrivit la alegerea metodei.

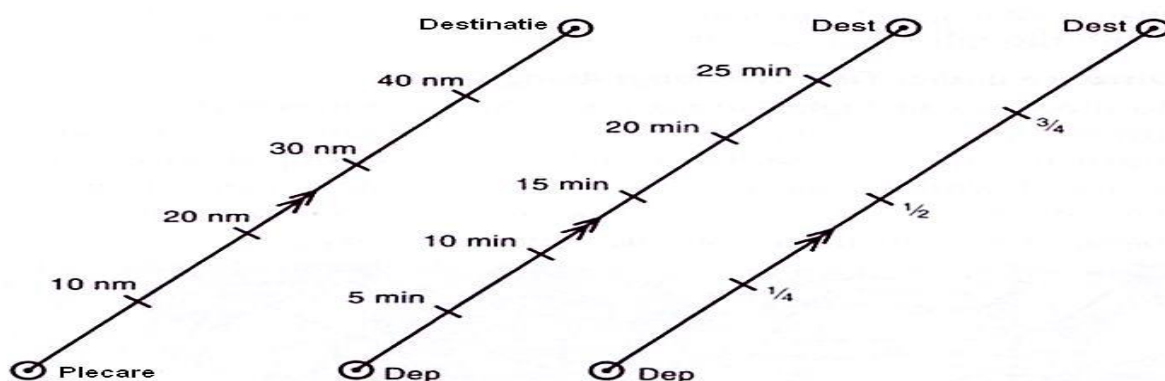


Fig 3.6. Însemnările distanțelor/timpului de-a lungul drumului trasat

### 3.17.4. Indicatori de drum.

Navigația în realitate nu are loc cu precizia la care ne-am gândit atunci când am trasat drumul. Linia drumului obligat (LDO) diferă de linia drumului real (LDR). Acest lucru se poate întâmpla datorită unor aspecte ce nu țin de controlul dvs., cum ar fi direcția și intensitatea vântului, diferite față de cele din prognoză.

Pentru a lăsa loc unei erori de drum, puteți trasa linii la  $10^\circ$  față de drumul trasat, de o parte și de cealaltă. Estimarea, folosind acești indicatori de drum, este mai ușoară decât folosirea raportorului.

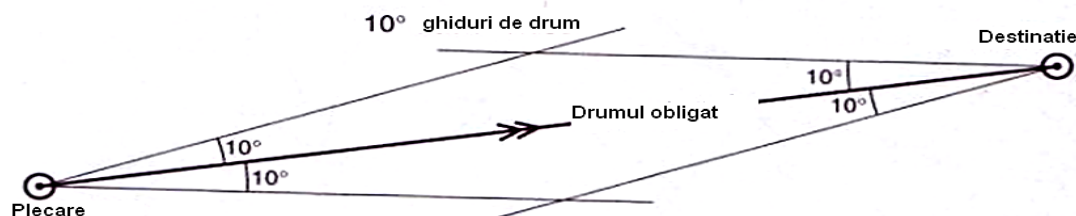


Fig 3.7.

*Notă:* Aceste linii sunt în legătură cu drumul aeronavei, și nu cu capul pe care se deplasează aceasta, așadar să fie clar faptul că aceste linii nu reprezintă deriva aeronavei, deoarece deriva este în legătură cu capul de deplasare al aeronavei. Indicatorii de drum amintiți mai sus vă pot da indicații privind eventuale erori de drum și pot permite pilotului să aprecieze unghiul de apropiere față de destinație.

### 3.17.5. Studiați ruta înainte de decolare.

Este o idee bună și de simț practic studierea cu atenție a rutei pe hartă, înainte de zbor, mai ales atunci când trebuie să zburați deasupra unui spațiu aerian congestionat. Urmăriți cu atenție traseul însemnând trăsături ale solului vizibile pe rută, obstacole, teren înalt, zone periculoase sau restricționate, spațiu aerian controlat, zone cu activitate aeriană intensă. De asemenea, trebuie să aveți în vedere și Frecvențele unităților ATS pe care le veți folosi, și dacă doriți, le puteți *Notă* în formularul alocat jurnalului de zbor.

### 3.17.6. Hărți de aerodrom

Înainte de a opera de un aerodrom.aeroport, este necesar să cunoaștem în totalitate caracteristicile lui. Informații despre aerodromuri/aeroporturi (frecvență radio, coordonate geografice, detalii despre pistă și servicii, informații administrative, proceduri, etc.) găsim în AIP secțiunea AD.2 Aerodromes.

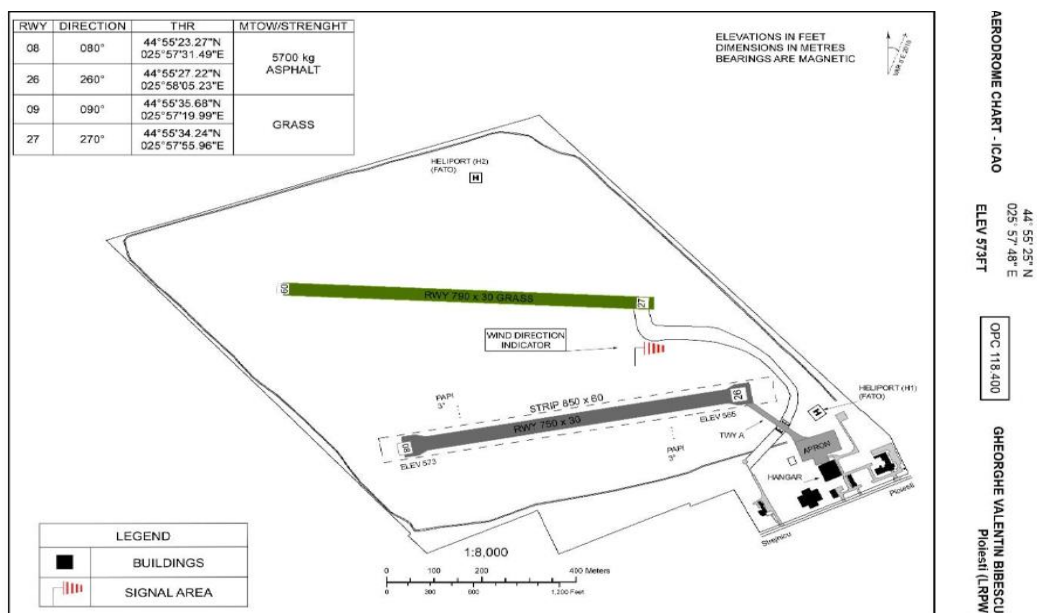


Fig 3.8. Harta de aerodrom

### 3.17.7. Plierea (împăturirea) hărților.

Ultima etapă în pregătirea hărților este împăturirea lor corectă pentru folosirea ulterioară în carlingă. Atunci când este pliată, și trebuie folosită, țineți harta în așa fel încât, atunci când va aflați în carlingă, și țineți harta pe planșetă sau pe genunchi, să o puteți desfășura spre înainte. Asta înseamnă că atunci când priviți harta, obiectele care, spre exemplu, sunt în față și în dreapta drumului, trebuie să se afle în față și în dreapta aeronavei atunci când priviți afară. Țineți harta în așa fel încât să priviți pe o rază de 70 sau 80 nm ( pe o harta 1:500.000 )

de fiecare parte a drumului. Aceasta este o limită rezonabilă pentru obstacole mari, cum ar fi munți, linii de coastă și altele, care pot apărea.

1. Îndoii harta pe lungime, la paralela din mijloc, cu fața în exterior, cu partea de jos a hărții în față.
2. Îndoii spre interior la meridianul central
3. Pliăți ambele jumătăți către înapoi în formă de acordeon.

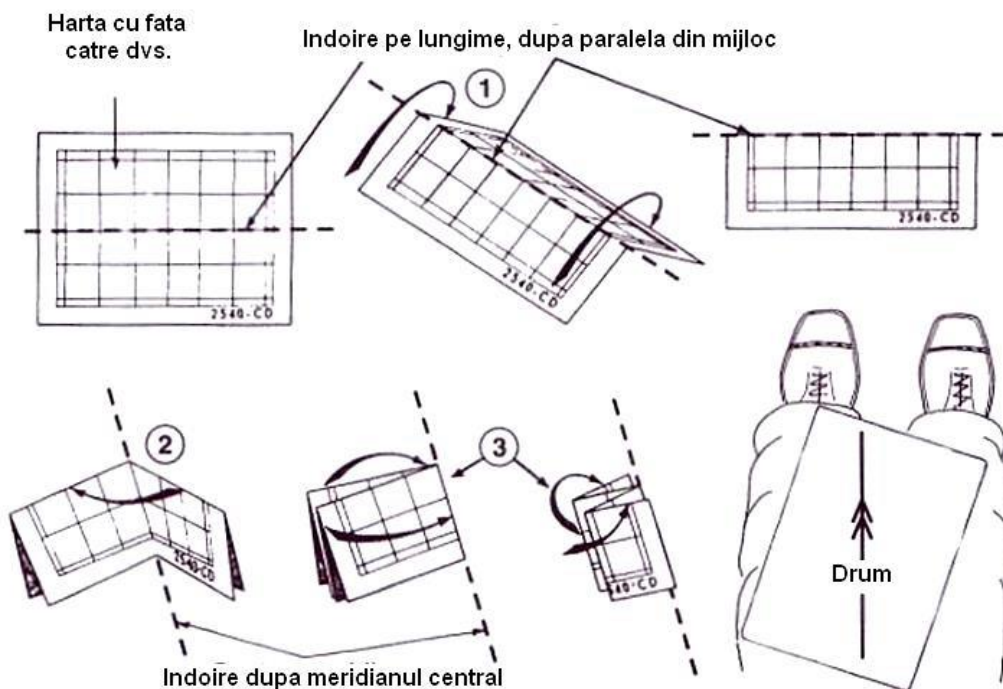


Fig 3.9. Plierea hărții

Toate acestea par complicate la o primă vedere, dar în practică, este foarte simplu. Odată trasat drumul, toate elementele de mai sus vor fi mai clare.

La final, o ultimă verificare a prognozei meteo și a *NOTAM* - urilor va conferi siguranță zborului din punct de vedere al norilor, reliefului, ceței, orajelor și informațiilor operaționale.

### 3.17.8. Segmentele de pe rută

După ce ați însemnat pe harta aeronautică ruta planificată:

- a. însemnați punctele de schimbare a direcției, punctele de raport, și alte puncte aflate pe ruta la care doriți să estimați intervalele de timp
- b. măsurați drumurile și distanțele
- c. *Notăți* declinația magnetică

Măsurarea distanței este ușoară. Mai întâi, o idee bună este aproximarea distanței, iar apoi măsurarea ei exactă folosind fie:

- a. o riglă sau un plotter (echer de navigație), care să aibă scara corect înscrisă
- b. divizorii, care pot fi așezați în dreptul liniei scării de la baza hărții, sau pe scara laterală de latitudine, pentru a rezulta distanța.

Măsurarea distanței necesită o atenție sporită, deoarece chiar și cea mai mică neatenție poate crea probleme serioase. Întotdeauna estimați distanța înainte de a o măsura. O linie dreaptă pe hărțile conice conforme Lambert (cum ar fi hărțile ICAO 1:500.000) înseamnă un cerc mare aproximativ. Pentru a obține direcția loxodromei, măsurați linia dreaptă a drumului la sau lângă meridianul din mijloc al segmentului de pe rută. În timp ce acest punct nu este semnificativ pe distanțe relativ scurte, alta este situația pe distanțe lungi.

Deși majoritatea lucrului cu harta se poate face oricând înaintea zborului, spre exemplu acasă, într-o atmosferă liniștită, este indicată de asemenea pregătirea și lucrul cu harta într-o manieră rapidă și eficientă, în cazul unor evenimente neașteptate, care necesită o abordare mai rapidă (aterizarea la alt aerodrom, spre exemplu).

### 3.18 Calcularea masei și a centrului aeronavei

Dacă pentru aeronavele care sunt destinate numai pentru transportul de călători procedura este relativ mai simplă, pentru transportul mărfurilor procedura este mai complicată, pilotul având sarcina ca în funcție de tipul și greutatea încărcăturii, să efectueze calcule privind locul și poziția încărcăturii în aeronavă pentru a se respecta centrul.

- Cu cât C.G. este mai în față, cu atât stabilitatea longitudinală a aeronavei crește dar scade manevrabilitatea longitudinală.
- Cu cât C.G. se află mai în spate cu atât stabilitatea longitudinală a aeronavei va scade, iar dacă C.G. trece în spatele centrului către C.C. atunci aeronava devine instabilă longitudinal.
- La deplasarea C.G. către spate, scade stabilitatea longitudinală dar crește manevrabilitatea longitudinală.

Factori de influență:

- a. C.G. se poziționează în funcție de destinația aeronavei, aeronave manevrabile (aviația militară) și aeronave mai stabile (avioane de transport).
- b. Suprafața stabilizatorului - stabilizatorul asigură stabilitatea longitudinală. Cu cât suprafața stabilizatorului este mai mare cu atât stabilitatea longitudinală va crește.
- c. Viteza de zbor - dacă Vzbor va crește, cresc forțele aerodinamice și atunci se va îmbunătăți stabilitatea longitudinală.

Pozițiile particulare ale centrului

- a. Centrul limită anterior admisibil - este centrul minim pentru care efortul pe care pilotul îl aplică manșei pentru a menține echilibrul aeronavei în timpul aterizării pe trei puncte, este egal cu efortul maxim admisibil;
- b. Centrul critic - pentru aeronavele performante este de aproximativ 40 ÷ 45% din coarda aripii echivalente. Este poziția cea mai din spate a C.G. la care aeronava este neutră din punct de vedere al stabilității longitudinale și intră în echilibru indiferent.
- c. Centrul limită posterior admisibil este poziția cea mai din spate a C.G. la care aeronava mai este încă stabilă pentru a face posibil pilotajul. Centrul limită posterior admisibil (CLPA) - mai mic decât CC cu 5 ÷ 10%;

### 3.19 Calcularea masei și a performanțelor aeronavei

Calcularea masei aeronavei are influență majoră în vederea stabilirii performanțelor aeronavei, la:

*Decolare*, care cuprinde etapele:

- rulajul pentru decolare - forța de tracțiune maximă;
- desprinderea aeronavei de sol/apă;
- palierul și urcarea până la înălțimea de 50 ft.

precum și la

*Aterizare* care reprezintă evoluția prin care o aeronavă ia contact cu suprafața de aterizare și rulează sau aluneca până la oprire. Profilul aterizării este dat de traiectoria descrisă de C.G. al aeronavei în evoluție, element care depinde de încărcarea aeronavei .

Performanțele aeronavei depind, astfel cum am arătat în mod esențial de încărcarea aeronavei, astfel că pilotul are obligația de a pregăti zborul și de a efectua calculele privind încărcarea aeronavei și de respectarea centrajului.

### 3.20 Planificarea și executarea zborului în cazul schimbării condițiilor de zbor

#### 3.20.1. Zborul în condiții meteo ce se deteriorează

Spre sfârșitul unui zbor situația meteo se deteriorează pe o zonă care acoperă sute de mile. Pilotul nu mai are suficient combustibil să se întoarcă la aerodromul de plecare. Se pune problema zborului spre un aerodrom de rezervă și al asistenței radar. Se iau următoarele măsuri:

- a. Se verifică dacă sunt bine strânse centurile.
- b. Se anunță organele de trafic despre schimbarea condițiilor de zbor.
- c. Se verifică altitudinea minimă de siguranță și calajul altimetric.
- d. Se sincronizează girodirecționalul cu compasul magnetic.
- e. Se verifică rezervoarele și autonomia de combustibil.
- f. Se verifică protecția contra givrajului a celulei și motorului în funcție de tipul aeronavei.
- g. Se iau măsuri de siguranță la instrumentele furnizoare de date (încălzire tub pitot, etc.) Se cuplează luminile de navigație și farul rotativ.
- h. Se urmează instrucțiunile date de organele de trafic.

#### 3.20.2. Zborul în turbulență puternică

Pe timpul zborului în condiții în care se așteaptă trecerea printr-o zonă foarte turbulentă se vor lua următoarele măsuri.

Înainte de intrare :

- Se verifică dacă toate centurile de siguranță sunt strânse.
- Se prind toate articolele (detaliile) desfăcute.

- Se modifică regimul de zbor pentru a se menține viteza recomandată pentru zborul în turbulență și se retrimerează.
- Se sincronizează girodirecționalul cu compasul magnetic.

### 3.20.3. Importanța planificării zborului.

În unele cazuri, viteza fronturilor se poate modifica odată cu deplasarea acestora. Norii cumulus sau cumulonimbus, însoțiți de furtuni, se pot forma pe baze locale în afara oricărui sistem frontal așteptat și pot apărea de asemenea diferite tipuri de ceață ce pot pune în dificultate un pilot neexperimentat. Din fericire, acest lucru poate fi evitat utilizând informații primite prin diverse mijloace, precum rapoarte transmise de către piloți, sau informații furnizate de pe diverse terenuri de zbor. Aceste informații pot fi obținute și pe frecvența VOLMET sau pe unele frecvențe de voce ale VOR-urilor.

Este foarte important ca la planificarea zborurilor să se folosească un buletin meteo recent. Câteva aspecte principale în planificarea zborurilor sunt enumerate mai jos:

- a. Se va studia ruta și se vor determina altitudinile minime de siguranță.
- b. Se va obține intensitatea vântului pentru nivelul de croazieră, se va calcula capul, viteza la sol, timpul și cantitatea de combustibil care trebuie să fie suficientă pentru a permite efectuarea de zonă de așteptare și zbor până la aerodromul de rezervă.
- c. Se vor nota frecvențele tuturor VOR și NDB ce ar putea fi folosite în zbor și la aerodromul terminal.
- d. Deși hărțile de radionavigație sunt cele mai importante este totuși bine ca pilotul să aibă la îndemână, la bord o hartă topografică care poate ajuta foarte bine la navigație în VMC.
- e. Un calculator va fi folosit atât pe timpul zborului cât și înainte de plecarea în zbor. Poate fi folosit pentru verificarea vitezei la sol, revizuirea ETA, calcularea consumului de combustibil și la toate verificările uzuale din timpul zborului.
- f. se vor obține cele mai recente informații meteorologice, nu numai cele referitoare la ruta respectivă ci la întreaga zonă. Acestea ar putea fi folosite în cazul pierderii legăturii radio pe timpul zborului și al necesității de a sparge plafonul acolo unde norii au spărturi mai mari.

Astfel pregătit, pilotul va fi capabil să zboare pe capurile cerute, la înălțimile și radiofarurile alese, în restul timpului menținând legătura radio cu organele respective. Atunci când se zboară sub altitudinea de tranziție este necesară solicitarea calajului altimetric care să asigure, că atunci când zboară către o zonă de presiune scăzută, nu se va angaja într-o coborâre treptată urmărind altimetrul, ceea ce reprezintă un pericol foarte mare pe timpul zborului IMC deasupra unui relief înalt.

### 3.20.4. Verificarea situației meteo pe rută

Reglările normale de cap, precum și amendarea ATC nu cer prea mult timp din partea pilotului; el are posibilitatea să compare situația meteo reală cu previziunea. Pe timpul unui zbor după plan de zbor VFR deteriorarea situației meteo pune probleme, deoarece navigația se face pe baza contactului visual cu solul. Pilotul trebuie și poate să nu se lase surprins de o situație meteo nefavorabilă, care să nu mai permită contactul visual cu solul. În cazul când acest lucru se întâmplă, trebuie să se zboare după instrumente și la tipurile de aeronave unde este permis, să se treacă la schimbarea planului de zbor din VFR în IFR.

### 3.20.5. Anunțarea organelor de trafic despre schimbarea condițiilor de zbor

Piloții care întâlnesc condiții meteo nefavorabile menținerii contactului vizual cu solul, trebuie să anunțe fără întârziere organele de trafic care pot acorda ajutor, când este posibil prin radar și VDF. Piloții care au mai multă experiență la zborul instrumental, vor putea să execute instrucțiunile de la sol fără dificultate.

### 3.20.6. Responsabilitatea pilotului

Organele de trafic pot da ajutor, dar întreaga responsabilitate pentru executarea unui zbor VFR, revine pilotului comandant de bord. Practica a demonstrat că, o cauză frecventă de accidente fatale a fost calarea incorectă a altimetrului. Menținerea unei altitudini care să asigure respectarea înălțimii de siguranță cade în responsabilitatea pilotului.

O greșeală care se întâmplă în momentele de stres, constă în neglijarea sincronizării periodice a girodirecționalului cu compasul magnetic. Este important să se verifice situația combustibilului și să se selecteze în mod corespunzător rezervoarele. O mare importanță o are și degivrarea celulei și motorului.

### 3.20.7. Instrumente de siguranță

Puține aeronave, în zilele noastre depind numai de tubul Venturi ca singură sursă de alimentare pentru instrumentele giro. La majoritatea aeronavelor, prin vacuum este acționat giroorizontul și girodirecționalul iar prin energie electrică indicatorul de viraj și glisadă.

Prin această dublare se asigură securitatea zborurilor în cazul când ar cădea o sursă de energie. În cazul zborurilor în condiții meteo dificile când se pun în funcțiune majoritatea consumatorilor electrici trebuie să se urmărească ca generatorul să furnizeze suficient curent pentru a satisface necesitățile.

### 3.20.8. Piloții fără calificare de zbor după instrumente

Acești piloți nu au voie să zboare în condiții meteo care sunt pe cale să se strice deoarece își pun în pericol viața lor și a altora. Piloții care zboară după instrumente pot primi un mare ajutor de la organele de trafic. Un plan de zbor bine pregătit, cu toate frecvențele necesare, poate ușura munca pilotului permițându-i să se concentreze mai mult asupra pilotării aeronavei.

### 3.20.9. Zborul în turbulență și precipitații puternice

Turbulența și precipitațiile pot crea mari dificultăți în special pentru piloții fără experiență. Condițiile normale de aer instabil sau rafale de vânt pot cauza lipsa de confort, în timp ce zborul în nori cumuli mari sau cumulonimbus, poate avea consecințe grave dacă nu se iau măsurile necesare. Înainte de a vorbi despre aceste măsuri, să ne reamintim câte ceva despre natura norilor cumulus.

Deși un front rece, cu nori cumulus bine dezvoltati, se poate întinde pe mai multe sute de mile, având o lungime de până la 50 de mile, această formație nu se limitează numai la ridicarea aerului umed, în cazul unui sistem de front rece. Norii de tip cumulus se pot forma din efectul încălzirii suprafeței solului și este un lucru obișnuit ca pe timpul unei zile călduroase de vară să se vadă aceste mase turn care cresc rapid. Exemplele mai mari

adesea ajung până la tropopauză unde datorită stabilizării temperaturii de la acest nivel și densității reduse a aerului, creșterea în continuare se face pe orizontală, ceea ce dă naștere la “nicovala” caracteristică norilor cumulonimbus. În interiorul acestor nori se dezvoltă o energie foarte mare; curenți termici, atât ascendenți cât și descendenți cu viteze verticale ce depășesc 4000 ft/min. Acești curenți transportă în sus și în jos mari cantități de umezeală care îngheață în regiunile superioare, apoi pe timpul căderii, colectează noi straturi de apă după care se ridică din nou, acest ciclu fiind repetat până când particulele înghețate devin prea grele, nu mai pot fi susținute în interiorul norului și cad spre pământ sub formă de grindină. Bucățile de grindină variază în mărime, de la dimensiunea unui bob de orez până la cea a unei mingi de golf. În norii cumulonimbus mari apa este prezentă sub forme diverse: vapori de apă și ploaie în regiunile inferioare, apă supraracită care îngheață la impactul cu corpul principal al norului, apoi grindina, în timp ce regiunea superioară a norului, nicovala, este compusă din cristale de gheață.

### 3.20.10. Fulgerele

Frecarea dintre curenții verticali din interiorul norului generează electricitatea statică, treptat întreaga masă noroasă se încarcă, ajungând la o tensiune foarte înaltă. Când rezistența aerului este înfrântă, apare o descărcare. Aceasta are forma unui fulger îndreptat spre pământ, spre un alt nor sau chiar spre interiorul norului respectiv. Aerul în contact cu fulgerul este încălzit instantaneu, iar explozia care urmează este auzită sub formă de tunet. Fulgerul este mai mult neplăcut decât periculos deoarece nu provoacă deteriorări mari unei aeronave care este bine pusă la masă. Punerea la masă a tuturor componentelor electrice previne deteriorarea mai importantă a aeronavei, prin faptul că evită riscul de formare a unui flash de la un echipament electric al aeronavei la altul.

Când atmosfera conține o mare încărcătură electrică apare o altă manifestare electrică sub forma focului Sfântului Elmo, o descărcare în formă de perie care se poate vedea mai bine noaptea sau când în jurul elicilor apare o flamă albastră sau halo, însoțită de un flash electric mic transversal pe parbriz. Cele două tipuri de descărcări electrice nu sunt periculoase.

### 3.20.11. Precipitațiile puternice

**Ploaia.** La zborul în condiții de ploaie puternică asociate cu nori cumulus sau cumulonimbus, există o vizibilitate redusă, apare riscul de givraj al motoarelor și celulei, și în cazuri extreme se produce scăderea temperaturii la chiulasă. Chiar la o cabină cu o etanșeitate normală ploaia puternică ar putea să pătrundă în interior și să afecteze echipamentul electric. La acest lucru trebuie să se acorde o mare atenție. La unele aeronave este posibil ca ploaia să îndepărteze vopseaua de pe bordurile de atac ale aripilor și de pe alte părți ale structurii dacă nu se reduce viteza de zbor.

**Grindina.** Grindina puternică nu trebuie să fie ignorată, fiind recomandabil să se reducă viteza în scopul evitării unei deteriorări prea mari a structurii.

**Zăpada și lapovița.** Zborul prin zăpadă și lapoviță (amestec de zăpadă și ploaie) se face printr-o vizibilitate mult redusă existând riscul de givraj prin impact, ceea ce poate bloca intrarea aerului la motor sau poate afecta temperatura motorului.



### 3.20.12. Manevrarea pe sol la decolare sau după aterizare.

Toate formele de precipitații pot avea un efect important asupra eficienței frânării. Când pe pistă există zăpadă cu apă sau zăpadă vânturată, la aterizare se poate deteriora flapsul. Soluția constă în a se scoate cât mai puțin flaps în funcție de lungimea pistei, ținând cont că pe o pistă umedă sau acoperită cu gheață frânarea este mai mică.

### 3.20.13. Turbulența puternică

Pot fi situații când, din motive de trafic sau de altă natură trebuie să se intre în nori cumulus (se atrage atenția totuși, că nu este permis din nici un motiv să se intre în nori cumulonimbus). Aceștia pot fi ascunși după straturi de nori stabili și în asemenea cazuri evitarea lor este aproape imposibilă fără folosirea radarului.

Măsurile ce trebuie luate în aceste situații sunt :

**Reducerea vitezei înainte de intrare.** Se știe cât de periculos este să se meargă cu viteză mare cu mașina pe un drum prost. La fel este foarte periculos să se zboare cu o viteză mare, prin turbulența puternică dintr-un nor cumulus. Viteza corectă de intrare, trebuie să evite forțarea excesivă a celulei și să fie totuși superioară vitezei de angajare. Ea este menționată în manualul operațional și uneori este indicată printr-un arc de cerc galben pe cadranul vitezometrului. Când ea nu este cunoscută, pilotul poate considera drept viteza bună de intrare o viteză egală cu 1,6 din viteza de angajare.

### 3.20.14. Tehnici de manevrare după intrarea în nori

Ancheta unor cazuri de avioane care au zburat în nori cumulonimbus și s-au dezintegrat în aer, au scos la iveală faptul ca accidentele au avut loc mai mult din cauza supracorecțiilor aplicate de către piloți decât din cauza turbulenței propriu zise. Turbulența puternică și supracontrolul exercitat de către piloți, au făcut ca aeronava să sufere forțe similare cu cele care apar pe timpul executării acrobației. Se va încerca limitarea tuturor corecțiilor la menținerea unei poziții de zbor a aeronavei pe un cap mai mult sau mai puțin constant. În nici un caz, nu trebuie să se încerce să se mențină o viteză constantă, deoarece se va varia de la cea aproape de angajare până la viteza maximă. De asemenea, pot fi fluctuații mari de înălțime și acest lucru ar trebui să fie ignorat, excepție făcând cazul când, se zboară în apropiere de un relief înalt. Experiența a arătat că, un curent de aer are tendința să corecteze pe celălalt și să mențină astfel într-o anumită măsură o înălțime medie a aeronavei.

Nu trebuie să se încerce să se lupte cu fiecare salt. Cea mai bună tehnică constă în a folosi giroorizontul drept referință și a se menține un nivel lateral și de tangaj rezonabil.

Corecțiile vor fi efectuate lin și se va zbura drept înainte, în afară de cazul când la bord există radar meteorologic, prin care se poate alege direcția cea mai bună. La avioanele cu motoare cu piston se consideră că cel mai bine este să se zboare la o înălțime mai mică de 10.000 ft. Cu condiția ca să existe suficientă înălțime de siguranță între baza norului și relief este posibil să se zboare sub nor dar piloții trebuie să se aștepte să întâlnească curenți verticali către în jos. (regulamentul de zbor interzice zborul sub norii cumulonimbus).

### 3.20.15. Concluzii

În acest capitol au fost subliniate o serie de acțiuni pe linia realizării unei mai bune planificări a zborului. Cel mai bun lucru este, să se evite intrarea în condiții meteorologice din cele menționate anterior. Obținerea de informații meteo cât mai recente și mai precise înainte de zbor, poate fi de mare ajutor.

### 3.21 Efecte adverse

#### 3.21.1. Givrajul

Givrajul reprezintă depunerea unui strat de gheață aderență pe unele elemente ale aeronavei (planuri, fuzelaj, elice, suprafețe proeminente etc) ca rezultat al înghețării picăturilor de apă supraracită (picături de apă la temperaturi sub 0°C), la ciocnirea acestora cu aeronava aflată într-un mediu cu temperatura negativă.

De asemenea, givrajul mai poate fi definit, ca fiind un depozit de gheață, opacă sau transparentă care aderă la anumite elemente ale unui aeronave, în special la acele elemente expuse vântului și la cele având părți unghiulare (borduri de atac, vârful de antenă, nituri etc.).



Fig 3.10. Givraj

Givrajul afectează toate tipurile de aeronave, inclusiv pe cele supersonice. La viteze de zbor mai mari de 1000km/h probabilitatea givrării aeronavei se micșorează, însă în faza de aterizare/decolare aeronavele supersonice utilizează viteze comparabile cu cele ale aeronavelor subsonice și de aceea pot fi givrate în timpul traversării sistemelor noroase.

### Procesul de formare

Cel mai frecvent, givrajul se formează în regiunile cu apă suprarăcită sau amestec de picături suprarăcite, cu cristale de gheață sau zapadă. În nori, apa putând rămâne în stare lichidă și la temperaturi negative (chiar sub 40°C), givrajul se formează în toți norii cu temperaturi sub 0°C, intensitatea maximă a depunerii fiind între 0 și -10°C. Între -15 și -20°C, în nori există tendința de formare a cristalelor de gheață, iar la temperaturi sub -20°C, norii sunt constituiți în cea mai mare parte din cristale de gheață. Ca atare, în asemenea nori (Cirrus, Cirrostratus și Altostratus înalți), ca și în porțiunile cu zăpadă sau gheață uscată, givrajul este în general foarte slab.

Această apă suprarăcită se transformă în givraj pe aeronavă. Cantitățile de gheață depozitate pe aeronavă vor fi deci, în funcție de concentrația de apă suprarăcită din nori, de dimensiunea picăturilor sau de intensitatea precipitațiilor.

Această posibilitate se întâlnește în rarele cazuri în care apa aflată în stare lichidă, la temperatura pozitivă, rămâne "stocată" pe anumite părți exterioare ale aeronavei (decupări interioare, încastrări ale articulațiilor etc.) și se transformă în gheață atunci când temperatura mediului ambiant devine negativă.

Această forma de givraj se poate produce după curățarea la sol a unei aeronave acoperite de zapadă sau degivrată și neuscată în momentul în care decolează la temperaturi negative. Acest tip de givraj poate provoca mai ales blocarea comenzilor. O depunere ușoară de gheață, ca o peliculă asemănătoare cu bruma, se poate forma și în condiții de cer senin, atunci când aeronava, după un zbor foarte rapid printr-un strat de aer rece, pătrunde brusc într-un strat de aer mai cald și cu umezeală mai mare. Această gheață poate deveni periculoasă atunci când aeronava pătrunde în norii suprarăciți, întrucât stratul de gheață se poate mări.

Se disting trei tipuri de formare a givrajului pe o aeronavă:

- a. prin încetarea stării de apă suprarăcită;
- b. prin înghețarea apei aflate în stare lichidă;
- c. prin desublimare.

Givrajul se poate forma:

- a. la suprafața solului, prin înghețarea ploii suprarăcite, zăpezii sau lapoviței care cad pe aeronava aflată la sol;
- b. pe aeronava scoasă din hangarul încălzit;
- c. pe aripi sau coada aeronavei, din cauza improșcării acestora cu apă, atunci când la decolare aeronava sparge pojghița de gheață a unor bălți;
- d. în timpul încălzirii înainte de decolare, când motorul turboreactor funcționează cu un număr mare de turații, iar umezeala este ridicată și temperatura este apropiată de 0°C, prin răcirea puternică a aerului în colectorul de aer.

Desublimarea reprezintă transformarea directă a vaporilor de apă în gheață. Acest fenomen se întâlnește mai ales la sol, dar și la înălțime în afara norilor, într-un mediu foarte umed și pe o aeronavă foarte rece (în coborâre, când aeronava a zburat înainte la nivele de croazieră ridicate).

### Forme de givraj

După condițiile de formare, depunerile de gheață pe avioane pot apărea sub următoarele aspecte:

**Gheață sticloasă (limpede):** este o depunere de gheață aproape complet transparentă sau translucidă și foarte aderentă, având suprafața netedă și continuă, asemănătoare poleiului; este cea mai periculoasă formă de givraj, căci depunându-se pe părțile frontale ale aeronavei le denaturează forma și profilul aerodinamic; ceea ce conduce la reducerea ascensiunii, la pierderea stabilității și la creșterea rezistenței frontale a aeronavei; se formează pe bordurile de atac ale avioanelor (ca o ciupercă) și are tendința să se întindă de-a lungul aripilor. Atunci când depunerea de gheață este amestecată cu zapadă, lapoviță, măzărichea, prezintă o culoare albicioasă, iar la suprafață este neregulată și aspră. Se poate forma:

- în zborul prin norii convectivi, constituiți din picături mari de apă, la temperaturi cuprinse între 0 și -13°C;
- pe aeronava care zboară la temperaturi negative, în stratul de aer de sub norii din care cade ploaia formată din picături mari;
- la nivele joase, ori de câte ori la sol se semnaleză lapoviță sau ploaie care îngheață.

**Gheața opacă, albicioasă (granulară):** este o depunere albă, opacă și granulară, formată din graunte fine și opace de gheață, în interiorul cărora există și straturi cu o structură cristalină (asemănătoare cu chiciura moale) sau incluziuni de aer, din care cauză are o culoare albă mălă; Se formează în norii ondulați (Stratus, Stratocumulus, Altocumulus), constituiți din picături mici de apă între 0 și -28°C, mai frecvent între 0 și -10°C; Depunerile granulare nu sunt mari, căci gheața se depune numai acolo unde picăturile suprarăcite se ciocnesc de aeronavă; Nu prezintă aderență mare, putând fi înlăturată prin vibrațiile planurilor sau prin, acțiunea vântului; Nu deformează profilul aerodinamic al aeronavei însă îi mărește greutatea; Când zborul prin nori este mai îndelungat depunerea de gheață poate lua proporții periculoase; Se formează pe proeminente (nituri, capete) sub forma unor protuberanțe neregulate.

**Gheața sub formă de chiciură:** este un depozit alb, cristalin, cu granule mari, care se formează de obicei la temperaturi sub -10°C în norii constituiți din picături mici de apă și cristale de gheață; Stratul are aspect neuniform și margini proeminente, ca niște ace și bare care pun în pericol zborul.

După forma depunerii, depunerile de gheață pe avioane se pot prezenta sub următoarele forme:

- a. sub formă de brumă;
- b. sub formă de chiciura;
- c. sub formă de gheață opacă;
- d. sub formă de gheață sticloasă sau transparentă (denumită uneori și polei).

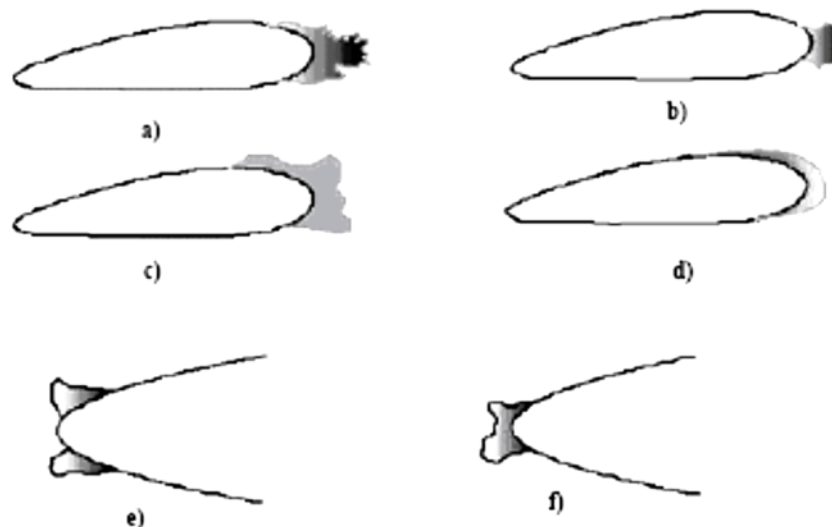


Fig 3.11. Forme caracteristice de givraj

### Givrajul sub formă de brumă

*Aspect:* Depozit de gheață, cu aspect cristalin, luând cel mai des forma de solzi, ace, pene sau evantai.

*Proces de formare:* Se formează prin desublimare, adică transformarea vaporilor de apă în gheață. Acest tip de givraj se depune pe toată aeronava și se produce la sol sau pe timpul coborârii (aeronava mai rece decât aerul prin care zboară).

*Consecințe:* Acest givraj este slab și nu afectează puternic masa aeronavei și nici caracteristicile sale aerodinamice.

### Givrajul sub formă de chiciură

Chiciura apare pe părțile aeronavei care sunt răcite la o temperatură sub cea de îngheț. Când un aer, în care se află în exces vapori de apă intră în contact cu aceste suprafețe, pe ele se va forma un strat subțire de gheață. Acesta poate fi ăzut adeseori pe aeronavele care au stat afară într-o noapte senină și rece.

Acest givraj, întrucât are o grosime mică, are și o greutate mică, dar frecarea aerului pe suprafața aeronavei are influența nefavorabilă asupra decolării. Chiciura împiedică vizibilitatea prin parbriz și prin geamurile laterale și, de asemenea, afectează antenele radio. De aceea, înainte de decolare ea trebuie să fie îndepărtată prin stropirea cu substanțe de dispersare sau prin jet de aer cald. Aceste precauțiuni nu sunt tratate cu seriozitate întotdeauna, lucru care a făcut să existe cazuri, când aeronava nu s-a deslipit de la pamânt, decolarea a trebuit să fie întreruptă, producându-se accidente.

Este necesar ca înainte de plecare în zbor să se facă următoarele:

- a. se verifică toate suprafețele de zbor;
- b. se verifică, deplasarea liberă a comenzilor și să nu existe givraj la joncțiunile lor;

- c. se verifică orificiile de presiune statică;
- d. se verifică orificiile și tubul pitot;
- e. se verifică toate orificiile de scurgere, acestea trebuie să fie libere;
- f. se verifică să nu existe gheață pe antene și izolatori;
- g. se verifică parbrizul și ferestrele.

În zbor, chiciura se formează pe aeronavă care a zburat într-o zonă cu temperatura sub cea de îngheț și apoi intră într-o masă de aer mai cald și mai umedă. Prezența chiciurei duce la creșterea vitezei de angajare, vizibilitate proastă prin parbriz și probabil ceva interferență la radio. Pe măsură ce, celula capătă temperatura aerului înconjurător, stratul de chiciură va dispărea rapid.

*Aspect:* Este un depozit alb, cristalin, cu granule mari, care se formează de obicei la temperaturi sub  $-10^{\circ}\text{C}$  în norii constituiți din picături mici de apă și cristale de gheață. Stratul are aspect neuniform și margini proeminente, asemănătoare cu niște ace sau bare.

*Proces de formare:* Înghețarea rapidă a picăturilor foarte mici suprarăcite într-un mediu noros stabil. Înghețarea rapidă a picăturilor de apă și a cristalelor de gheață provoacă incluziuni de aer între fiecare element înghețat și conferă gheții un aspect opac. Depozitul se extinde prin îngroșare către înainte. Givrajul sub formă de chiciură se formează în norii stabili (As, Ns). Poate fi de asemenea întâlnit în ceața de radiație la temperaturi ușor negative.

*Consecințe:* Acest givraj are intensitate slabă, câteodată moderată. Cantitatea mică de gheață depusă și aspectul său casant nu pun probleme serioase pentru avioanele echipate cu sisteme de degivrare la bord.

### **Givrajul sub formă de gheață opacă (granulară)**

Givrajul opac se formează când, picături de apă suprarăcite vin în contact cu celula, de obicei pe timpul zborului prin nori care conțin acest tip de umezeală. La nivelul solului, este cunoscut și sub denumirea de gheață care îngheață. Givrajul opac apare sub forma unei depuneri neregulate, albe, opace care crește către fluxul de aer care se scurge la bordul de atac al aripilor, suprafețele ampenajului, antene etc. Deoarece se formează instantaneu conține multe porțiuni cu aer, deci greutatea lui crește și dereglarea scurgerii laminare în jurul aripilor și suprafețelor ampenajului.

*Aspect:* Este o depunere albă, opacă și granulară, formată din graunțe fine și opace de gheață, fulgi de zăpadă, lapoviță sau măzărliche care are suprafața neregulată și aspră.

*Proces de formare:* Depunerea se formează în norii ondulați (Stratus, Stratocumulus, Altocumulus), constituiți din picături foarte mici de apă suprarăcite și cristale de gheață, la temperaturi cuprinse între  $0$  și  $-28^{\circ}\text{C}$ , întâlnindu-se mai frecvent între  $0$  și  $-10^{\circ}\text{C}$ .

*Consecințe:* Gheața granulară, se depune pe partea exterioară a bordurilor de atac, sub diferite forme. Când în nor există zăpadă sau lapoviță, depozitul se mărește, deformând, din cauza protuberanțelor, bordul de atac. Se mai formează pe proeminențe (nituri, capete), sub forma unor protuberanțe neregulate.

### Gheața sticloasă sau limpede (poleiul)

Givrajul translucid rezultă din apa suprarăcită la o temperatură care îi permite scurgerea pe timpul procesului de îngheț astfel că acest givraj este dens, conținând puțin aer. El nu numai că afectează aerodinamica suprafețelor de zbor ci adaugă o greutate considerabilă la celulă și elice, la aceasta din urma provocând și vibrații.

*Aspect:* Depozit de gheață în general omogenă și transparentă, cu aspect sticlos și neted. Acest tip de depunere se formează pe bordurile de atac și tinde, să se întindă de-a lungul aripilor.

*Proces de formare:* Congelarea lentă a picăturilor mari de apă suprarăcite într-un mediu instabil, sau stabil dar cu concentrație foarte mare de apă (mai ales pentru temperaturi cuprinse între 0 și -10°C). Căldura degajată prin schimbarea stării de agregare a apei (apa suprarăcită care îngheață) permite picăturilor să se întindă, înainte de a îngheța. Picăturile care urmează, sunt supuse aceleiași evoluții, se întind, îngheață și formează un depozit de gheață compactă și transparentă (fără incluziuni de aer). Depozitul poate atinge 10 cm. în grosime.

Gheața sticloasă este asociată norilor convectivi Cu, Cb, Ac. Poate fi de asemenea întâlnit în ceață și mai ales în precipitațiile suprarăcite (ploaie sau burniță).

*Consecințe:* Acest givraj care are intensitate puternică este foarte periculos. Din fericire apare destul de rar, sub forma sa teoretică pură și nu afectează decât volume restrânse de aer.

### Lapovița.

În anumite condiții, poate să apară ploaia suprarăcită sub un front cald, o ocluzie sau chiar un front rece. În cazul când o aeronavă zboară prin acest tip de precipitații pe el se va aduna givraj translucid. De obicei, el se formează foarte rapid și constituie un pericol pentru avioanele mici care nu sunt echipate cu echipament de protecție contra givrajului celulei.

### Givrajul în norul cumulonimbus

Mișcările ascendente și descendente din vecinătatea izotermei de 0°C pot provoca prezența ploii suprarăcite și producerea givrajului transparent sau a poleiului. Acest tip de givraj are intensitate puternică. El este de departe cel mai periculos și afectează întreaga suprafață a aeronavei. S-au putut observa depuneri de gheață, pe avioane de transport de tip mediu, care au atins câteva tone în câteva minute.

### Givrajul în zonele frontale

În afara givrajului care se întâlnește în norii cu temperaturi negative, se mai poate întâlni givraj în afara norilor din apropierea unui front. Zona propice formării poleiului se găsește sub suprafața frontală, deci în fața frontului, deasupra izotermei de 0°C unde poate exista ploaie suprarăcită. Ca efect, deasupra suprafeței frontale, la temperaturi pozitive pot exista precipitații sub formă de ploaie. Picăturile de apă, în mișcarea lor de cădere, traversând suprafața frontală, ajung într-o zonă unde temperatura este negativă. Răcirea lentă, la care sunt supuse acestea este propice stării de suprarăcire. Picăturile de apă lichidă, se

transformă atunci în ploaie cu apă suprarăcită, care se transformă în polei la trecerea unei aeronave.

Același raționament poate fi aplicat și frontului rece sau unei ocluziuni.

În concluzie, poleiul se întâlnește în general în masa de aer rece;

- a. în fața frontului cald;
- b. în spatele frontului rece;
- c. de-o parte și de alta a unei ocluziuni.

*Notă:* Suprafața frontală a unui front rece fiind mult mai "verticală" decât cea a unui front cald, zona unde se poate întâlni givraj în afara norilor este mai redusă în spatele frontului rece decât în fața unui front cald.

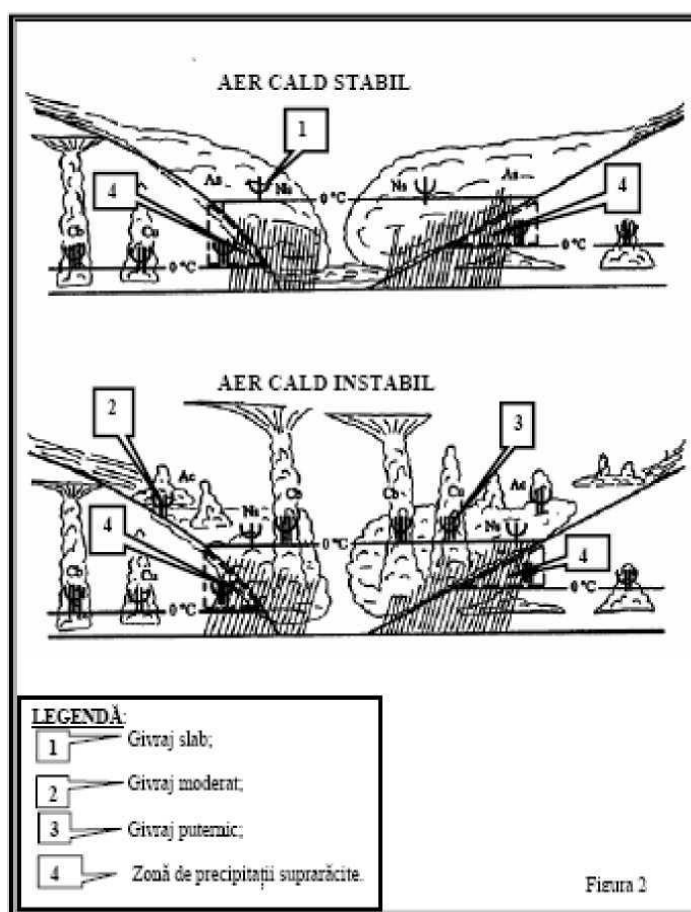


Fig 3.12.

Din punct de vedere al înrăutățirii proprietăților aerodinamice ale aeronavei depunerea de gheață se poate forma: perpendicular față de curentul de aer care conturează aeronava (gheata în formă de jgheab) de-a lungul curentului de aer.



### Gheața în formă de jgheab

Formarea ghetii în forma de jgheab depinde de temperatura punctului critic al bordului de atac (un punct al profilului bordului, în care energia cinetică a fileului de aer perpendicular pe profil se transformă în caldură - încălzire cinetică); Are o structură amorfă și se formează în timpul zborului prin nori cu conținut mare de apă și compuși din picături mari de apă suprarăcită sau în zona ploii suprarăcite (gheața sticloasă). Gheața de-a lungul curentului de aer se formează în norii cu conținut redus de apă lichidă;

Poate avea următoarele aspecte:

*Gheața transparentă*, cu suprafața netedă și structura amorfă (se depune la temperaturi negative, în zborul prin norii Altocumulus, Stratocumulus sau din ploaia suprarăcită care provine din norii Nimbostratus);

*Gheața opacă*, cu structură cristalină și culoare lăptoasă (gheața de porțelan) care se formează în norii cu conținut mare de apă lichidă și cu temperaturi mai coborâte, acolo unde se întâlnește și zăpada umedă;

*Gheața sub formă de chiciură sau brumă*, cu structura fibroasă și suprafața aspră, care se formează în norii constituiți din picături foarte mici de apă și cristale de gheață, la temperaturi foarte coborâte ( $-20^{\circ}\text{C}$ ). Formarea ei depinde de temperatura în punctul critic al bordului de atac (un punct al profilului bordului, în care energia cinetică a fileului de aer perpendicular pe profil se transformă în caldură - încălzire cinetică).

Încălzirea cinetică ( $\Delta t$ ) a părților frontale ale aripilor aeronavei, în aer lipsit de picături de apă, pentru diferite viteze ale aeronavei, este aproximativ următoarea:

V(km/h)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
At( $^{\circ}\text{C}$ )	0.4	1.8	3.5	6.2	9.6	13.9	19.0	24.6	31.2	38.7

În norii constituiți din picături de apă, încălzirea cinetică este cu 30-40% mai mică decât în afară norilor, din cauza evaporării parțiale sau totale a picăturilor de apă care izbesc aeronava. Din cauza încălzirii cinetice, temperatura în punctul critic (numită temperatura de frânare) este mai ridicată decât în aerul înconjurător; pe măsura îndepărtării de acest punct, ea scade, astfel că partea frontală a aripii givreață mai greu decât spatele ei. Dacă în punctul critic temperatura este pozitivă, iar la o mică distanță ea este negativă, pe bordul de atac apa nu îngheață, ci este suflată spre părțile mai reci ale planului. În acest caz, gheața se formează pe ambele părți ale bordului de atac. Atunci când în punctul critic temperatura este negativă, iar în nori conținutul de apă este mare, gheața se depune și pe bordul de atac, sub formă de ciupercă.

### Efecte asupra aeronavei:

Givrajul poate afecta: bordul de atac al aripilor, ampenajul sau elicele, parbrizul, antenele radio și radar, tubul Pitot și carburatorul sau reactorul. Când se depune pe aripi și ampenaj, modifică forma suprafeței portante; acestea sunt construite într-o anumită formă pentru

permiterea scurgerii normale a aerului de-a lungul suprafețelor superioare și inferioare. Odată apărută, gheața se îngroașă și se extinde treptat, până când suprafețele devin complet deformate. Astfel scurgerea aerului devine dislocată, rezistența la înaintarea crește, portanța scade.

Pericolele pe care le reprezintă gheața, se datorează mai mult formei depunerii, decât cantității. Întrucât coeficientul aerodinamic devine minim, viteza de angajare a aeronavei crește.

Când se formează pe palele elicelor în zbor, nu se poate observa acumularea, dar se vede pe coiful elicei. Pala poate deveni rotunjită, deci ineficientă înaintării aeronavei. Depunându-se neregulat pe elice, încep vibrații exagerate ale motorului și zgomot datorită proiectării gheții pe fuzelaj. Zborul devine periculos datorită deformării palelor.

Când se formează pe parbriz, acumularea gheții reduce vizibilitatea pilotului.

Când se formează pe antena radar, împiedică funcționarea acestuia. Pe antenele radio acumularea gheții împiedică adesea comunicările radio până la întreruperea lor.

Gheața care se formează în tubul Pitot, jenează indicatorul de viteză a aeronavei față de aer. Gheața îngrosându-se, diminuează scurgerea aerului și falsifică indicațiile de viteză.

### Procedura

Să presupunem că apare o pierdere progresivă de putere urmată de un mers neregulat ceea ce indică givrarea carburatorului. Se va curăța motorul folosind următoarea procedură:

- a. se lasă maneta de gaze în poziția actuală;
- b. se aplică la maximum încălzirea carburatorului iar pilotul trebuie să fie pregătit pentru o pierdere de putere, în continuare, însoțită de un mers și mai neregulat;
- c. dacă givrajul carburatorului persistă se va mări temperatura la motor prin:
  - împingerea ușoară a manetei de gaze până la puterea maximă, avându-se grijă să nu se gripeze motorul
  - urcarea în scopul reducerii fluxului de aer și răcire și
  - sărăcirea amestecului, dar atenție să nu se oprească motorul, deoarece ar fi dificil să fie pornit din nou.
- d. se va zbura pe cât posibil evitând norii și ploaia
- e. când motorul începe să meargă normal se revine la zborul la orizontală, se reglează amestecul și se selectează aer rece. Se verifică turajul motorului care trebuie să ajungă la valoarea normală.
- f. se va urmări modul cum decurge givrajul carburatorului și la intervale regulate se va aplica încălzirea carburatorului în scopul de a se preveni formarea mai importantă de gheață.

*Givrajul carburatorului.* Givrajul carburatorului a constituit cauza multor accidente de aviație. Efectele givrajului carburatorului la motoarele cu piston constă în:

- a. dereglarea raportului combustibil/aer în sensul că se ajunge la un amestec bogat care în final va opri motorul;
- b. formarea de gheață care ar putea să împiedice deplasarea manetei de gaze.

Deși în practică se vorbește despre givrajul carburatorului, în realitate există trei tipuri separate de formare de gheață care pot afecta în mod negativ motorul cu piston care folosește carburator de tip convențional. Ele sunt:

- a. givrajul manetei de gaze;
- b. givrajul de impact;
- c. givrajul evaporării combustibilului.

Gheața se poate forma în carburator, chiar la temperaturi pozitive ale aerului și chiar în zbor pe timp senin. Aerul scurgându-se rapid în carburator (unde se consumă caldura și datorită evaporării carburantului), dilatându-se se reduce mult temperatura, ducând la sublimarea vaporilor de apă pe pereții interni. Givrajul carburatorului determină pierderea treptată a puterii și deci scăderea vitezei în raport cu aerul. Micșorarea puterii motorului și chiar oprirea lui se pot produce chiar la temperaturi pozitive (până la  $+15^{\circ}$ ) din cauza scăderii bruște a temperaturii carburatorului prin evaporarea combustibilului și destinderea acestuia. Apariția givrajului este semnalată de scăderea arbitrară a presiunii la admisie.

**Givrajul în zona clapetei de accelerație.** Oricine a avut bicicletă a putut să constate că la umflarea unui cauciuc pompa se încălzește. Acest lucru se datorează faptului că prin comprimarea aerului căldura conținută este concentrată într-un volum mai mic. Invers, când prin orice mijloc, presiunea este micșorată iar volumul de aer se mărește, căldura conținută în acel volum se diluează și temperatura scade. Acesta este înțelesul încălzirii sau răcirii adiabatic.

Una din funcțiunile carburatorului constă în vaporizarea combustibilului și în amestecul cu aer într-o proporție corectă pentru ardere. Acest proces se produce în tubul clapetei de aer care folosește principiul venturi pentru crearea unei scăderi a presiunii în zona jetului de combustibil. Această scădere de presiune de temperatură asociată atinge cea mai mare valoare atunci când maneta de gaze este redusă, existând și riscul de îngheț a umezelei prezente în aer. De aceea givrajul manetei de gaze se produce cel mai probabil atunci când maneta este redusă, cum ar trebui de exemplu pe timpul unei coborâri sau planări.

**Givrajul de impact.** Acesta apare atunci când aerul umed vine în contact cu piesele din sistemul de intrare al aerului care se află sub temperatura de îngheț (intrarea aerului, supapa de aer cald/rece, ecranul carburatorului, jigloare și maneta de gaze însăși). Givrajul de impact se produce cel mai probabil în ninsoare, lapoviță sau când există un raport corect între umezeală și temperatură, în nori sau ploaie. Condițiile cele mai ideale pentru aceasta și deci cele mai periculoase sunt atunci când există o temperatură de  $-4^{\circ}\text{C}$  în prezența unor picături mici de apă suprarăcită, apa lichidă sub  $0^{\circ}\text{C}$  care îngheață la impact.

**Givrajul prin evaporarea combustibilului.** Acțiunea prin care se transformă benzina în vapori de combustibil reclamă pierdere de căldură, lucru care poate fi demonstrat foarte simplu dacă se suflă peste o mână care a fost înmuiată în benzină sau chiar apă. Acțiunea de vaporizare va fi resimțită sub forma unei scăderi în temperatură. La carburator, caldura necesară pentru vaporizarea combustibilului este luată din fluxul de aer care se scurge prin tubul cu clapetă. Cu condiția să existe condițiile corespunzătoare de umezeală și de temperatură a aerului se va forma gheața care va acoperi toate piesele carburatorului din drumul său.



Pericolul real al acestei forme de givraj a carburatorului constă în dificultatea de a convinge piloții că acesta poate să apară și pe timp de cer senin cu condiția să existe o umiditate de minim 60%. O umiditate mai mare crește și mai mult riscul de apariție a acestui givraj.

Efectele combinate ale acestor trei forme de givraj pot fi arătate pe scurt spunând că într-un fel sau altul givrajul carburatorului se poate produce în gama de temperaturi între +30°C și -18°C, umiditatea mare intensifică riscul de givraj al clapetei de admisie, iar givrajul se produce mai ușor când maneta de gaze este redusă.

### Caracteristici constructive în scopul evitării givrajului carburatorului

Cel mai bun mijloc pentru a se evita givrajul carburatorului constă în eliminarea lui și înlocuirea cu un alt aparat cu ajutorul căruia să se facă amestecul dintre combustibil și aer. Astfel, injectarea directă în cilindrii care nu numai că elimină givrajul manetei de gaze și al evaporării combustibilului dar asigură un consum de combustibil mai economic decât carburatorul convențional. Totuși și aici rămâne posibilitatea formării givrajului de impact care la avioanele mai mari este rezolvată prin încălzirea electrică a admisiei de aer.

La unele avioane se pune un ecran din sârma împletită în fața admisiei aerului. Dacă ecranul givrează, aerul poate pătrunde prin jurul lui. În caz extrem, când se blochează cu gheața și spațiul din jurul ecranului, se folosește o sursă de intrare a aerului de rezervă, care este situată undeva în capota motorului.

La cele mai multe avioane mici monomotoare prevenirea și înlăturarea givrajului carburatorului se realizează printr-o sursă de aer cald cu ajutorul unei supape plate care este acționată din cabină cu ajutorul comenzii încălzirii carburatorului. Când aceasta se afla pe poziția "rece" aerul rece intră în carburator în mod normal. Când se află pe poziția "cald" supapa blochează intrarea aerului rece și permite intrarea unui aer care a trecut printr-un încălzitor compus dintr-o cutie amplasată în jurul țevii de evacuare. Din descrierea de mai sus reiese că este posibil să se furnizeze aer cald numai atât timp cât motorul funcționează. Un motor oprit în urma givrajului carburatorului se va răci imediat, deci nu va mai furniza căldură pentru înlăturarea givrajului format la admisie.

### Folosirea încălzirii carburatorului

În legătură cu folosirea încălzirii carburatorului se potrivește foarte bine o expresie din Shakespeare adaptată la aviație : "a folosi sau a nu folosi, iată întrebarea".

Sunt câteva motive pentru aceasta, unul din ele fiind necesitatea economiei de combustibil. Un motor cu piston realizează puterea prin expansiunea gazelor în cilindri, cu cât mai mare este această expansiune cu atât mai mare va fi și puterea motorului. O posibilitate de a obține o bună expansiune constă în a introduce în cilindri aer rece și deci dens. Orice încercare de preîncălzire a aerului va duce la o micșorare a greutateii încărcăturii de aer introdusă în cilindri și în consecință la o reducere de câteva sute de ture la viteza motorului. Este adevărat că pe timpul zborului de croazieră această pierdere de putere poate fi înlăturată prin împingerea mai mult în față a manetei de gaze dar prin aceasta se mărește mult consumul de combustibil. De aici se vede că atunci când este necesară puterea maximă sau o putere economică de urcare/croazieră, aerul care intră în cilindri trebuie să fie cât mai rece (și deci cât mai dens) posibil.



La avioanele unde este montat un indicator al temperaturii aerului la motor toată problema constă în a folosi comanda de încălzire astfel încât tot timpul temperatura să se afle între limitele stabilite. La avioanele unde nu există acest aparat se recomandă să se folosească regulile arătate mai jos :

### Faza de zbor Folosirea încălzirii carburatorului

*Pornirea și rulajul* Se va folosi întotdeauna aer rece. Când se selectează aer “cald” se elimină filtrul de aer, deci există riscul ca în motor să pătrundă diverse pietricele, obiecte ,etc.

*Încălzirea motorului* Totdeauna se va verifica încălzirea carburatorului (de obicei la 1800-2000 rot/min). Trebuie să existe o scădere în turaj atunci când se aplică în plin încălzirea, sau în cazul elicelor cu pas variabil, o scădere în indicațiile manometrului. Dacă după aceasta urmează o creștere a indicațiilor înainte de trecerea pe aer rece înseamnă ca există givraj, deci se consideră că la nivele joase există un givraj puternic.

*Decolarea* Constituie o practică bună, aceea de a aplica complet încălzirea carburatorului timp de câteva secunde, imediat după decolare. Această acțiune are o importanță mai mare când există o mare umiditate. În cazuri extreme cum ar fi de exemplu prezența ploii care îngheață, se va folosi încălzirea în conformitate cu condiția ca performanțele la decolare să permită decolarea pe lungimea de pistă existentă cu toată reducerea de putere care apare în urma aplicării încălzirii carburatorului. Folosirea încălzirii carburatorului la decolare este limitată numai la condiții anormale. În mod normal decolarea trebuie să fie efectuată în aer rece.

*Urcarea* Pilotul trebuie să se aștepte la givrajul carburatorului când se știe că umiditatea este mai mare de 60% sau când se urcă prin nori, ninsoare sau ploaie care îngheață. La aeronavele pe care este montat indicator al temperaturii aerului carburatorului, este necesar ca indicațiile să fie menținute între limitele stabilite. La aeronavele unde nu există acest aparat se va aplica complet încălzirea carburatorului la intervale de cel puțin 5 secunde pentru a se observa creșterea turajului în cazul existenței givrajului.

*Zborul de croazieră* Se va adopta o procedură similară cu cea de pe timpul urcării. În toate situațiile trebuie ca în mod regulat să se verifice dacă există givraj prin aplicarea completă a încălzirii, în afară de cazurile când la aeronavă este montat indicator al temperaturii aerului din carburator cu ajutorul căruia se poate stabili temperatura corectă.

*Angajarea ,vria, planarea* Se va aplica încălzirea completă înaintea oricărei manevre care cere reducerea manetei de gaze și se va menține așa până la repunerea puterii. Pe timpul planărilor prelungite, se va împinge în față maneta de gaze la intervale regulate pentru a se preveni suprarăcirea. Trebuie să se țină minte că încălzirea carburatorului nu se poate face de la un motor rece.

*Coborârea cu putere* Se va proceda similar ca la urcare.

*Apropierea și aterizarea cu ajutorul motorului* Totdeauna se va verifica dacă carburatorul este givrat prin aplicarea completă a încălzirii carburatorului pe latura mare, dar se va reveni la “rece” pentru apropiere. Acest lucru este important în special pe timpul unei zile călduroase când este posibil ca încălzirea carburatorului să producă detonații. Când se știe că există condiții de givraj puternic trebuie să se folosească complet încălzirea carburatorului pe

timpul apropierii, iar la avioanele pe care se află montat indicator al temperaturii aerului din carburator să se mențină această temperatură între limitele de siguranță.

*Ratarea* În afară de situația când există un givraj puternic se va folosi aer rece pentru a se obține puterea maximă.

*După aterizare* Pe timpul verificărilor de după aterizare se va lăsa comanda de încălzire pe poziția “rece”.

Instrucțiunile de mai sus nu sunt așa de complicate cum par la prima vedere. În esență ele se referă la următoarele:

- a. Ori de cate ori motorul este reglat între puterea moderată și maximă se va folosi aer rece în afară de cazurile când se știe că există un givraj puternic;
- b. În toate condițiile meteorologice se va aplica încălzirea completă înainte de reducerea completă a manetei de gaze.
- c. Pe timpul urcării, zborului de croazieră, sau coborârii cu putere, în mod regulat se va verifica prezența givrajului.
- d. Pe timpul încălzirii motorului la sol se va folosi aer rece, pentru ca aerul să fie filtrat de impurități, excepție facând operația de verificare a funcționării încălzirii carburatorului.
- e. În afară de cazurile când la aeronavă se află montat indicator al temperaturii aerului din carburator, niciodată nu se va folosi o reglare pe cald (o poziție intermediară a manetei de încălzire a carburatorului), deoarece prin aceasta se poate ridica temperatura astfel încât mai degrabă se ajunge între limitele de givraj și nu deasupra lor.

### Simptome de givraj a carburatorului

Deși semnele care avertizează despre givrarea carburatorului diferă de la un motor la altul, în prima etapă toate se caracterizează printr-o pierdere treptată de putere. Când aeronava are o elice cu pas variabil, turajul va rămâne constant dar va apare o reducere la indicațiile manometrului. În zborul de croazieră, de asemenea, apare tendința ca aeronava să piardă înălțime, sau când acest lucru este împiedicat prin retrimerare, să piardă viteza. Dacă se permite să se producă acumularea de gheață, se ajunge la un amestec bogat care duce la un mers neregulat și, în final, la o pierdere completă de putere.

### Dispersarea givrajului carburatorului

Givrajul carburatorului, în etapele inițiale, se va dispersa rapid când se aplică încălzirea completă. Pe de altă parte, dacă se lasă ca motorul să ajungă în situația de mers neregulat cu o mare pierdere de putere, prin aplicarea încălzirii carburatorului, inițial se pare că situația se înrăutățește. Puterea va scădea și mai mult din cauza aerului cald, îmbogățind și mai mult amestecul deja suprabogat și injecția în cilindri de gheața topită și apă. Trebuie să se reziste tendinței de a se reveni cu maneta de comandă pe “rece” deoarece dacă motorul îngheață, se oprește și deci este necesar să se aterizeze forțat, fără putere. O formație mare de gheață are efectul de a altera forma tubului cu clapetă astfel încât poate împiedica deplasarea clapetei și deci a manetei de gaze, sau chiar dacă aceasta se poate deplasa, se poate bloca fluxul de aer și este posibil ca motorul să se oprească și să fie imposibil să mai poată fi pornit. În stadiu avansat, givrajul carburatorului poate fi comparat cu un foc care se stinge și dacă nu se iau măsuri imediate se va răci atât de mult încât nu va exista căldură suficientă pentru

topirea gheții. Un factor care contribuie la acest lucru este faptul că amestecul bogat are efectul de a scădea temperatura de lucru a motorului. Este clar că un amestec sărac are un efect invers. Din această cauză, în situațiile de givraj serios al carburatorului temperatura motorului ar putea fi crescută prin sărăcirea treptată a amestecului, având grijă ca această suprarăcire să nu ducă la oprirea motorului. Răcirea provocată de aer ar putea fi redusă prin urcarea cu o viteză scăzută (dacă condițiile meteo permit). Dacă este necesar să se regleze maneta de gaze acest lucru va fi făcut numai după ce puterea a revenit aproape de valoarea normală, după îndepărtarea givrajului de la motor trebuie să se aibe grijă ca acesta să nu se depună din nou.

### Givrajul celulei

Multe din aeronavele mici, monomotoare sau chiar bimotoare, nu sunt echipate să zboare în condiții în care este probabil să se producă givrajul celulei. De aceea, când o aeronavă de acest tip este expusă la givraj puternic avem de-a face cu o situație de urgență în adevăratul înțeles al cuvântului. Există patru feluri principale de givraj al celulei ce pot să apară când aeronava se află în zbor sau chiar pe sol. Este posibil chiar să apară mai multe feluri de givraj în același timp. Principalele feluri de givraj ale celulei sunt :

- a. chiciura;
- b. givrajul opac;
- c. givrajul translucid;
- d. lapovița.

### Starea celulei

Deși pentru performanțele zborului în sine starea celulei are o influență mai mică, pentru pilot aceasta are o influență hotărâtoare, în special pentru zborurile de durată. Astfel, dacă starea învelișului aripilor și fuzelajului are o oarecare importanță în atenuarea performanțelor de zbor, prin determinarea apariției premature a desprinderii stratului limită cu consecința creării de turbioane ce au ca rezultat final o creștere a rezistenței aeronavei, pentru pilot este important ca celula să creeze o stare de plăcere a zborului.

Pe aceste considerente, pilotul, înainte de decolare își pregătește cabina în mod corespunzător pentru a putea efectua zborul fără a întâmpina dificultăți în manevrarea dispozitivelor necesare zborului. Pilotul va plia harta și o va pune la îndemână pentru a o studia în orice moment fără a fi nevoit să efectueze manevre/operațiuni suplimentare. De asemenea, toate dispozitivele necesare zborului sunt aranjate în cabină de așa natură încât să fie utilizate și manevrate cu ușurință.

### Efectele givrajului celulei

Pe timpul formării tuturor tipurilor de givraj ale celulei, temperatura suprafețelor aeronavei reprezintă un factor mai important decât temperatura aerului înconjurător.

Givrajul se produce mai mult pe suprafețele subtiri decât pe cele groase, din această cauză aripile și ampenajul sunt afectate mai mult decât fuzelajul care nu givrează. Deteriorarea scurgerii aerului în jurul profilului aripilor are efectul de a crește rezistența la înaintare, micșorarea portanței, produce lovituri în timp ce depunerile de pe ampenaj micșorează în mod considerabil eficiența comenzilor. Când direcția, profundorul și eleroanele sunt de tipul cu înveliș, un givraj mai puternic poate bloca comenzile.

### Evitarea givrajului celulei

Când se zboară cu o aeronavă care nu este dotată cu echipament de protecție contra givrajului, apariția givrajului poate fi evitată în primul rând prin planificarea zborului și în al doilea rând prin cunoașterea metodelor de utilizat pe timpul zborului.

Prevederea meteo trebuie să conțină următoarele amănunte referitoare la givraj :

- a. nivelul de îngheț;
- b. probabilitatea de givraj exprimată în clar:
  - Givraj puternic;
  - Givraj moderat;
  - Givraj slab.

Când se așteaptă ca în norii în care se intră temperatura să fie 0°C sau sub 0°C este posibil să se producă givraj al celulei. Situația cea mai proastă este în nori cumulus deși givrajul produs în norii nimbo-stratus poate fi foarte puternic.

Cel mai puțin probabil să se producă givraj al celulei este atunci când temperatura aerului este mai mare de 0°C sau sub -15°C.

La temperaturi scăzute sub cea de îngheț, umezeala se prezintă sub formă de cristale de gheață sau zăpadă, nici una din ele nedepunându-se pe celulă.

Măsuri ce trebuie luate când se formează givraj (la avioanele fără echipament de protecție contra givrajului)

În cazul când a fost necesar să se zboare printr-o zonă unde s-a produs givraj al celulei, este necesar să se recunoască tipul acestui givraj. Dacă este opac, probabil că nu este puternic. În cazul când este vorba de un givraj translucid este necesar să se ia măsuri imediate de :

- a. a se ieși din zona respectiva dacă este posibil;
- b. a se urca sau coborâ în afara nivelului de îngheț.

La cele mai multe avioane ușoare, care au o putere limitată, după depunerea givrajului probabil că este mai ușor să coboare, cu condiția ca relieful terenului să permită acest lucru.

Când un front produce lapoviță întotdeauna mai sus se află un strat de aer mai cald și, dacă este posibil, ar fi bine ca într-o asemenea situație să se urce deasupra bazei norului. În nici un caz nu trebuie să se zboare paralel cu frontul de acest fel, prin lapoviță, deoarece ea reprezintă condiția ideală pentru formarea givrajului translucid. Cel mai bine este să se ceară vectorizare organelor de trafic care ar putea ghida aeronava către o zonă în care să se poată face coborârea sub nivelul de îngheț, în siguranță.

Echipamentul de protecție contra givrajului celulei se împarte în două grupe:

- a. Contra givrajului, deci echipamentul folosit pentru prevenirea formării givrajului;
- b. Pentru degivrare, care este folosit pentru a proteja suprafețele vulnerabile ale celulei, prin spargerea givrajului la anumite intervale.



**Echipamentul contra givrajului.** Cel mai simplu echipament de acest fel care poate fi găsit pe majoritatea aeronavelor ușoare este încălzitorul tubului pitot, o piesă care nu trebuie să fie givrată niciodată. Alte zone care cer o protecție similară sunt parbrizul și admisia aerului la motor. Această formă de echipament contra givrajului poate fi găsită numai pe aeronavele mari și mai complexe deși principiul de lucru al sistemului este similar cu cel de la tubul pitot adică curentul electric este folosit pentru a încălzi un element de încălzire care ridică temperatura suprafețelor respective la valori peste 0°C prevenindu-se astfel formarea gheții. Dar sistemul cere un consum mare de energie electrică și din acest motiv el nu este utilizat la aeronavele mici.

**Echipamentul pentru degivrare.** Zonele tipice care sunt protejate de un astfel de echipament sunt bordurile de atac ale aripilor, ampenajul orizontal și deriva iar metodele folosite sunt :

- a. lichid pentru dispersarea givrajului;
- b. termică (folosind caldura de la motor);
- c. încălzire electrică;
- d. pneumatică.

Prin menținerea unui ciclu intermitent de lichid, încălzire, curent electric, presiune pneumatică, este posibil ca aeronava să zboare continuu prin condiții de givraj până la autonomie maximă. Echipamentul permite o givrare modestă care la intervale de timp este înlăturată înainte ca ea să atingă proporții periculoase.

Echipamentul pentru degivrare folosit la avioanele mici este aproape întotdeauna de tip pneumatic fiind constituit din suprafețe de cauciuc care se umflă și se desumflă printr-o supapă de ciclare, spărgând gheața la intervale de timp care pot fi comandate de pilot în funcție de situație. Presiunea de aer necesară pentru funcționarea sistemului poate fi furnizată de o butelie de aer încărcată la sol sau, în anumite cazuri, de către pompe acționate de către motor.

Instalația de degivrare pneumatică micșorează greutatea încărcăturii comerciale precum și viteza de croazieră.

**Echipamentul de degivrare a elicei.** Palele elicei sunt de fapt aripi rotative și deci bordul lor de atac este susceptibil la depunerea de gheață la fel ca aripile sau suprafața ampenajului. Echipamentul pentru degivrarea elicei se compune dintr-un rezervor cu lichid de dispersare a gheții, o mică pompă electrică comandată de către pilot și un inel cu guri de descărcare a lichidului către îmbrăcămintea de cauciuc fixate la bordurile de atac ale palelor elicilor.

Când este detectat givrajul (de obicei prin vibrație), echipamentul pentru degivrare va fi folosit mai înainte ca formarea de gheață să atingă astfel de proporții încât prin îndepărtarea gheții să se ajungă a fi aruncate spre fuzelaj bucăți mari, care pot deteriora învelișul.

Echipamentul de protecție contra givrajului celulei trebuie să fie verificat pe timpul cheklistului înainte de zbor. Când a început să se formeze givraj nu mai este timp să se descopere că nu există presiune în butelia de aer.

## Concluzie

Atenție la givrajul carburatorului. Trebuie să se cunoască utilizarea echipamentului pentru degivrare și să se aprecieze condițiile care duc la formarea gheții pe celulă. Fără echipament de degivrare nu trebuie să se zboare când se prevede givraj.

Givrajul instalațiilor de captare a presiunilor necesare funcționării instrumentelor de bord (tub Pitot), poate scoate din funcțiune vitezometrul, variometrul, altimetrul și alte instrumente care funcționează prin presiunile culese de la Tubul Pitot.

Givrajul parbrizului și al ferestrelor are ca urmare scăderea vizibilității, uneori după ce se intră în zona de depunere de gheață pe parbriz, gheața se depune și formează o crustă opacă, mai ales la temperaturi cuprinse între  $0^{\circ}\text{C}$  și  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Dacă la ieșirea din zona de givraj, temperatura continua să rămână sub  $0^{\circ}\text{C}$ , gheața nu se înlătură. Pot givra și geamurile interioare, dacă în cabină, temperatura este de  $0^{\circ}\text{C}$ . Gheața se formează chiar și pe cadranele instrumentelor de bord.

## Efectul flapsului

Utilizând flapsul se constată că acesta modifică curbura profilului aripilor, element necesar pentru a putea reduce viteza sub cea minimă zborului orizontal.

Prin modificarea curburii profilului se mărește valoarea coeficientului  $C_{zm}$  utilizabil.

Pentru construcțiile la care flapsul se deplasează spre spate, odată cu mărirea curburii se realizează și creșterea suprafeței portante, ceea ce determină o creștere suplimentară de portanță. De asemenea, odată cu bracarea flapsului se mărește unghiul de incidență de portanță nulă și consecința este că se micșorează unghiul critic ( $i_{crt}$ ).

Givrajul unui reactor se produce în aceleași condiții ca și givrajul extern. Este periculos în turboreactoarele cu compresor axial, la care gheața se formează pe ajutorul de intrare, reducând secțiunea prizei de admisie a aerului. Rezultă o tracțiune redusă a motorului și o temperatură excesivă a turbinei care astfel se poate defecta.

În concluzie, givrajul poate afecta aeronavele prin:

- a. reducerea coeficientului aerodinamic al aeronavei;
- b. reducerea portanței;
- c. creșterea vitezei de angajare;
- d. creșterea consumului de carburant;
- e. reducerea posibilităților de manevre.

De aceea în zbor trebuie să se evite virajele și urcările abrupte, iar la coborâre să se menină viteze suficient de mari în raport cu aerul pentru evitarea angajării. Orice aeronavă este prevăzută cu un echipament de degivrare fie mecanic, termo-electric sau chimic.

Cu toate acestea orice pilot trebuie să cunoască condițiile meteorologice în care se produce givrajul, tipurile de givraj și modul de evitare a acestuia.

**Indicații privind zborul în condiții de givraj**

- a. se ocolește zona sau se zboară sub izoterma de 0°C ;
- b. vara se coboară, iarna se urcă, dacă este posibil;
- c. în nori trebuie evitată zona dintre izotermele 0°C și -15°C, după informarea dată de meteorolog sau calculând poziția acestor izoterme după temperatura de la sol și rata scăderii temperaturii pe verticală (gradientul termic);
- d. la decolare sau la aterizare, trecându-se prin norii care dau givraj trebuie marită viteza pentru scurtarea timpului prin astfel de condiții;
- e. când decolarea are loc în partea din vânt, trebuie să se evite zona periculoasă, urcându-se la distanță față de munți; de asemenea la coborâre, mai ales în partea de sub vânt, trebuie pastrată distanța față de creastă și față de pantă;
- f. în cazul ploii suprarăcite, trebuie să se urce în aerul cald de deasupra suprafeței frontale (deasupra izotermei de 0°C), unde se recomandă să se zboare, mai sus fiind de asemenea periculos;
- g. ploaia care îngheață înainte de căderea pe aeronavă, nu reprezintă pericol prea mare, nefiind aderentă; în acest caz, nu se urcă, pentru că mai sus ploaia este lichidă și suprarăcită;
- h. lapovița este periculoasă mai ales datorită scăderii vizibilității atunci când se depune pe parbriz.
- i. când aeronava întâlnește zăpadă moale trebuie să urce, mai sus fiind zăpadă uscată mai puțin aderentă față de aeronavă.

O aeronavă care staționează la sol, poate fi givrată datorită brumei, poleiului, zăpezii. Depunerile de gheață pe aeronavă, intensifică depunerea givrajului atunci când acesta intră în nori. De aceea, înaintea decolării, aeronava trebuie degivrată.

Pentru zborul pe rută și la aterizare trebuie cunoscute condițiile meteo cu privire la nori, precipitații și poziția izotermelor de 0°C și - 15°C.

**3.21.2. Ceața**

Ceața este suspensia formată din picături de apă și/sau cristale de gheață care este situată în stratul de aer din apropierea solului și care reduce vizibilitatea sub 1000 m.

Atunci când vizibilitatea este cuprinsă între 1 și 10 km se utilizează termenul de aer cețos. În aeronautică termenul de aer cețos se utilizează atunci când vizibilitatea este cuprinsă între 1 și 5 km inclusiv.

Intensitatea cetei după gradul de slăbire a vizibilității orizontale, se apreciază astfel:

- a. slabă (500-1000 m);
- b. moderată (200-500 m);
- c. deasă (50-200 m);
- d. foarte deasă (sub 50 m).

Ceața se formează și se dezvoltă în masele de aer stabile, caracterizate prin inversiuni de temperatură (de radiație sau advecție) în straturile inferioare ale atmosferei. Ea se menține atâta timp cât lipsește mișcarea ascendentă a aerului, determinată de convecție sau turbulență.

Ceața se formează atunci când tensiunea parțială a vaporilor de apă -e- atinge valoarea maximă ( $e = E$  sau  $R = 100\%$ ). Aceasta se realizează prin:

- răcirea aerului ( $T$  scade -  $E$  scade); în atmosferă răcirea aerului se realizează prin: radiație, advecție și detență sau destindere adiabatică ( $t$  scade prin scăderea presiunii);
- aport de vapori de apă (evaporare -  $e$  crește); în atmosferă creșterea cantității de vapori de apă se realizează prin evaporarea precipitațiilor sau prin evaporarea de pe suprafețe de apă sau de pe solul umezit;
- prezența simultană a celor două procese: prin amestecul a două mase de aer ( $t$  scade și  $e$  crește-ceața formată la trecerea frontului cald).

### Influența ceții asupra zborului

Mijloacele ultraperfecționate de la sol, instalațiile și aparatura de la bordul aeronavelor moderne creează condiții optime pentru ca zborul să fie posibil atât ziua, cât și noaptea în aproape orice condiții meteorologice .

Zborul în condiții de ceață (vizibilitate redusă) este mult îngreunat atât de imposibilitatea orientării după repere, cât și de senzațiile false provocate de percepția organelor de simț umane .

Organele de echilibru ale omului nu pot face deosebirea între forța de gravitație și forța centrifugă, de asemenea nu pot percepe viteza uniformă ci numai schimbările de viteză. Deficiențele organelor de echilibru pot genera o serie de senzații false. Când lipsesc reperele de referință, înclinarea aeronavei chiar cu  $20-30^\circ$  lateral sau cu  $10-15^\circ$  C în față sau pe spate, poate să nu fie sesizată de pilot, ba mai mult este posibil ca el să aibă impresia înclinării în partea opusă. Sunt, de asemenea, relativ frecvente cazurile când deși aparatul se găsește în poziție normală de zbor, pilotul are senzația de înclinare, iar uneori de zbor pe spate. Mai sunt cu puțință și alte iluzii: aprecierea eronată a înălțimii unor repere aflate la aceeași altitudine, luminile izolate care nu se află în axul de zbor, când sunt folosite pentru orientarea în spațiu, pot să fie înșelătoare și să atragă o abatere și o înclinare laterală , urmată de pierderea înălțimii, etc.

Din aceste considerente, zborul fără vizibilitate (prin ceață), fără anumite instrumente de bord (indicator de viraj, altimetru etc.) este interzis, iar la cele prevăzute cu acestea, echipajul trebuie să știe să se elibereze de senzațiile false, privind poziția și starea de mișcare a aeronavei, pe care i le dau simțurile.

Ceața reprezintă un element periculos la decolare și mai ales, în faza procedurilor de apropiere, în special apropierea finală și aterizarea. De asemenea în condiții de ceață, atât la sol cât și în zbor, la temperaturi negative există pericolul de givraj.

Ceața de radiație înaltă prezintă importanță mai ales prin frecvența ei neregulată și apariția ei ca "pete" care se întind pe suprafețe mari. Din aeronavă se văd bine luminile de la sol, malurile râurilor și unele repere mai proeminente conturate , dar atunci când se intră în stratul de ceață, vizibilitatea orizontală este foarte redusă. Pământul se vede mai bine când se zboară la o înălțime mare și mai slab când se zboară la o înălțime mai mică:

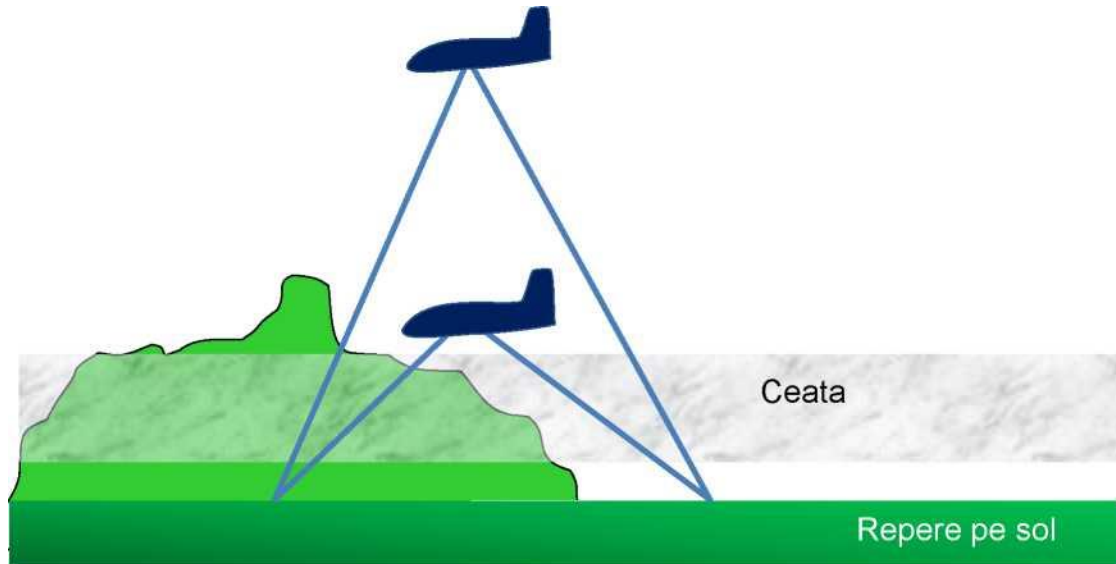


Fig 3.13. Influența ceței asupra vizibilității orizontale

În cursul după-amiezilor sunt scurte perioade în care se produc spărturi în stratul de ceață. Prognoza localizării și durabilității unei singure spărturi într-un strat extins de ceață este imposibilă în mod practic deoarece asemenea spărturi se produc la întâmplare. Pentru evitarea unor asemenea situații este necesar ca aeronavele care zboară către aeroporturile înconjurate de ceață să aibă o rezervă de combustibil pentru a se putea întoarce (în caz de nevoie) sau pentru a putea ateriza pe alte aeroporturi.

Ceața de advecție fiind densă și ocupând suprafețe mari, este mai periculoasă decât ceața de radiație. Deoarece există și posibilitatea ca vântul să extindă ceața pe suprafețe mari, acoperind și aerodromul de aterizare, echipajul trebuie să fie pregătit în vederea aterizării pe aerodromul de rezervă. Dacă ceața apare înaintea începerii activității de zbor, nici o aeronavă nu va mai decola.

Ceața de advecție devine însă un fenomen periculos atunci când apare pe neașteptate, surprinzând aeronave în zbor. Deoarece o procedură de apropiere, în toate fazele ei, presupune precizie în menținerea elementelor specifice aerodromului sau impuse de către organul de trafic, respectiv conducătorul de zbor, apariția ceței în astfel de momente poate deveni extrem de periculoasă în ceea ce privește securitatea aterizării și implicit a personalului navigant. Datorită faptului că ceața va reduce vizibilitatea considerabil, va obliga echipajul să piloteze după aparate. Pilotarea aeronavei după aparate este de mare ajutor în toate cele trei faze ale procedurii de apropiere, dar de la faza finală și până la luarea contactului cu pista echipajul trebuie să piloteze la vedere. Dacă ceața este foarte densă se impune redirijarea aeronavei spre un alt aerodrom pentru o aterizare în deplină siguranță. În timp ce sub plafonul de nori se poate executa zborul la vedere (mai ales dacă se cunoaște relieful), în ceață acest lucru nu este posibil, deoarece stratul de ceață începe de la nivelul solului.

Uneori ceața apare puțin densă, încât din aer se văd relativ bine obiectele de pe sol, fapt care poate tenta pe piloți să renunțe la zborul instrumental, trecând la zborul la vedere.

Aceasta este o greșeală inadmisibilă, deoarece în momentul intrării în stratul de ceață pilotul riscă să nu-și mai dea seama de poziția aeronavei în spațiu. Pentru disiparea ceței de pe aeroporturi și deci pentru asigurarea continuității traficului aerian, până în prezent s-au experimentat cinci procedee: tehnic, higroscopic, însămânțarea cu nuclee artificiale de condensare și cristalizare, al epurării mecanice și cel acustic .

Toate aceste metode sunt foarte costisitoare, prezentând o eficiență redusă, motiv pentru care nu se folosesc în practică, ceața constituind în continuare o problemă pentru navigația aeriană.

Pentru a se evita influența nefastă a ceței asupra activității de zbor este bine a fi reținute următoarele recomandări atât de către meteorologi cât și de către personalul navigant:

- înainte de începerea activității de zbor să se aibă în vedere prevederea meteorologică;
- să se cunoască condițiile de formare a ceții și probabilitatea de formare a acesteia pentru fiecare aerodrom;
- dacă ceața semnalată este foarte deasă și aterizarea nu se poate executa în condiții de securitate să se aterizeze pe un alt aerodrom.

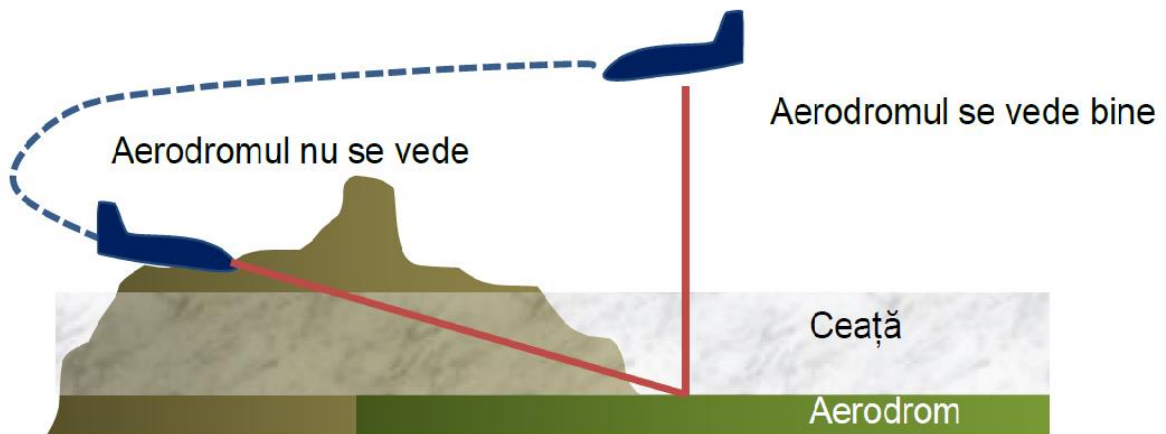


Fig 3.14. Vizibilitatea verticală și vizibilitatea oblică/orizontală în ceață

### 3.21.3. Influența orajelor asupra zborului aeronavelor

Pentru aviație, orajul reprezintă unul dintre cele mai periculoase fenomene meteorologice. În zonele cu fenomene orajoase, zborul prezintă greutatea mari și uneori pericole, mai ales în norii orajoși și în apropierea lor unde turbulența este puternică; precipitațiile, grindina, givrajul și descărcările electrice, asociate cu acești nori, pot de asemenea îngreuna zborul.

În norii cumulonimbus, lovirea aeronavei de fulger se produce de regulă, în apropierea izotermei de 0°C, dar s-a mai întâlnit și la temperaturi cuprinse între 2°C și -25°C.

Descărcările electrice afectează legăturile radio. Pentru echipaj, fulgerul prezintă pericol de ordin fiziologic, deoarece descărcarea electrică este însoțită de o scânteie orbitoare cu

zgomot și miros de ozon. Uneori, echipajul poate fi orbit pentru scurt timp, ceea ce duce la pierderea controlului asupra aeronavei. De asemenea, fulgerul poate, în cazul în care aeronava nu este bine izolată din punct de vedere electric, dezmetiza cabina aeronavei, poate produce traumatizarea echipajului, degradarea aparatului radio și chiar apariția incendiului la bord.

La sol, aeronavele parcate sau ancorate pot suferi din cauza vânturilor puternice, a vijeliilor, a trăsnetului, a grindinii, iar precipitațiile torențiale pot face aerodromul impracticabil.

Iată de ce în timpul producerii fenomenelor orajoase, în general, trebuie evitat zborul prin norii cu dezvoltare verticală sau imediata lor apropiere.

Atunci când trebuie să se traverseze o regiune afectată de fenomene orajoase este necesar ca înainte de zbor să se examineze situația atmosferică și să se precizeze zonele de pe ruta unde sunt de așteptat aceste fenomene, felul (locale, frontale) și pe cât posibil intensitatea lor. În timpul zborului se va urmări cu atenție starea cerului, pentru evitarea întâlnirii pe neașteptate cu un nor orajos.

În cursul zborului, un fenomen orajos poate fi evitat prin:

- ocolirea zonei prin și pe sub norii cumulonimbus; zborul sub norii cumulonimbus este interzis, datorită suprasolicitărilor excesive, produse de turbulență și forfecarea vântului la care este supusă aeronava, chiar dacă se poate vedea extremitatea cealaltă a norului;
- ocolirea norilor cumulonimbus la o distanță de cel puțin 10 km;

Dacă totuși nu se poate evita zborul prin norii orajoși se recomandă următoarele:

- să nu se zboare în jurul izotermei de 0°C, evitându-se zonele unde fulgerele sunt mai frecvente;
- să se aleagă spațiile libere dinte nori, pentru evitarea pătrunderii în zonele cu turbulență puternică; zona se traversează în regiunile cu precipitații slabe, în sens orizontal;
- în zona cristalelor de gheață de la vârful norilor, ca și în apropierea nivelului de îngheț, descărcările electrice sub formă de fluvii fiind indicatorii producerii fulgerelor, să se izoleze antenele aparatelor de radio. Pentru aeronavele metalice perfect izolate, riscul de a fi trăsnite este mic; pericolul este însă mare la aterizare, dacă aparatele nu sunt prevăzute cu firul de pământ.

Zborul prin fenomenele orajoase locale (de caldură). Fenomenele orajoase având un caracter local, zborul nu prezintă prea mare greutate, pilotul putând găsi spații libere printre norii orajoși. Regiunile cu turbulență puternică (scuturători) în stratul de sub norii orajoși se determină după vârtejurile de praf provocate de intensificarea bruscă a vântului în apropierea fenomenului, mai ales în zonele cu sol dezgolit. Dacă fenomenele orajoase sunt mai pronunțate, turbulența se poate întinde de la sol până la vârful norilor; ea este mai slabă la exteriorul norilor, unde predomină mișcările descendente. Deasupra norilor, zborul este liniștit, fiind însă mai complicat atunci când în afară de Cumulonimbus există și alți nori care-i maschează. În asemenea cazuri, zborul se poate face la înălțimi mari și mijlocii, acolo unde este posibilă ocolirea norului orajos.

Zborul prezintă greutăți mai mari atunci când masele de aer vin dinspre mare spre uscatul încălzit; fenomenele orajoase care iau naștere în asemenea condiții se deplasează cu viteze mari (peste 30 km/h) și deseori sunt însoțite de vânturi puternice la sol și în înălțime. În asemenea cazuri este necesar să se țină seama de deplasarea lor.

Zborul prin fenomenele orajoase asociate cu fronturile reci. Apariția acestor fenomene depinzând de ridicarea activă, mecanică, a aerului cald de către o pană de aer rece care înaintează, este strâns legată de frontul rece de la sol; ele se observă mai ales la niveluri joase (spre deosebire de cele asociate cu frontul cald), au o violență mare, se întind pe suprafețe vaste ca un zid neîntrerupt și sunt însoțite deseori de vijelii (spre deosebire de cele locale).

Aceste fenomene orajoase se produc într-o zonă largă, de aproximativ 50 km, și lungă de sute de kilometri de-a lungul frontului rece. În această zonă, fenomenele orajoase sunt foarte puternice în tot cursul zilei și nopții și în orice anotimp; ele pot forma, de-a lungul frontului, o zonă orajoasă continuă (linie de vijelii), ca un zid neîntrerupt de nori Cumulonimbus, gros de aproximativ 80 km și înalt de 10 km, care adesea ocupă întreaga troposferă. Din această cauză, zborul în aceste regiuni este practic imposibil. Fronturile reci de la sol, care produc asemenea fenomene, sunt precedate în mod frecvent de un front rece superior, care se mișcă înaintea frontului rece de la sol, mai ales în cazul fronturilor reci rapide și marcate printr-o discontinuitate puternică a vântului (talveguri depresionare). De-a lungul limitei celor două sisteme de vânturi (limita a cărei intersecție cu suprafața terestră formează linia de vijelii), întinsă numai până la câteva sute de metri deasupra solului, se produce schimbarea pronunțată și violentă a direcției vântului și creșterea intensității sale; dacă limita de separație este înclinată mai abrupt, de-a lungul ei se produce o convecție locală care dă naștere unui vârtej vertical, care atunci când se întinde până la suprafața pământului formează trombe.

Linia de vijelii se deplasează în aceeași direcție și aproximativ cu aceeași viteză cu talvegul. Fenomenele orajoase asociate cu fronturile reci se mișcă în general spre NE, de obicei cu vânturile superioare și cu viteza mai mare ca frontul rece (30-50 km/h), putând apărea la distanțe apreciabile de front. Ele se deplasează mai repede noaptea și deasupra mării decât ziua și deasupra uscatului. Zborul este periculos în toate zonele afectate de aceste fenomene, căci curenții verticali sunt puternici și pot cauza formarea de grindină; vârful norilor orajoși ating niveluri înalte (10-12 km), câteodată într-o mare parte a troposferei, iar turbulența, chiar sub nori, este puternică; zonele de ploaie asociate cu aceste fenomene orajoase au lățimi importante și sunt însoțite de plafoane joase și vizibilități coborâte. De asemenea, în liniile de vijelii se produc variații rapide de presiune, din care cauză altimetrul trebuie reglat în permanență.

De aceea, potrivit posibilităților, este de preferat să se evite traversarea fronturilor reci, mai ales vara și cu deosebire în cursul după-amiezilor. Totuși, atunci când este necesar să se traverseze frontul rece, pentru evitarea pericolelor se recomandă următoarele:

- traversarea să se facă repede și perpendicular pe linia frontului, deoarece acesta are o lățime de numai câțiva zeci de kilometri;
- zidul de nori Cumulonimbus nu este în general continuu până la vârful lor, astfel că la traversarea frontului să se caute spațiile libere care asigură zborul la înălțimi de 5-6 km;



- în sectoarele calde ale ciclonilor, în imediata apropiere a frontului rece, dacă aerul cald este instabil, în timpul orelor calde ale zilei se formează adesea, pe neașteptate, fenomene orajoase puternice; acestea se întind pe o bandă lată de 200-300 km în fața frontului rece. În această zonă, turbulența este puternică, iar norii orajoși, care se deplasează cu o viteză mare, sunt însoțiți de vijelii, de furtuni de praf, de grindină și chiar de trombe; în aceste zone este necesar să se zboare deasupra norilor, însă nu mai jos de 600-800 m față de vârful acestora;
- când nu poate fi evitat zborul printr-o linie de vijelii este preferabil ca el să se facă în partea marginală a norului decât în spațiile mici, libere, care pot exista între nori, turbulența fiind mai puternică de-a lungul spațiilor libere; dacă spațiul fără nori este mai gros de 1 km, vitezele verticale, aproape de centrul spațiului, nu sunt atât de mari încât să împiedice zborul, astfel că se poate trece repede prin el; zborul în apropiere sau sub norul de vijelie este foarte periculos, mai ales din cauza curenților descendenți care pot determina pierderea de înălțime a aeronavei. Pericolul se datorează și schimbării bruște a direcției vântului, care poate afecta sustentanța aeronavei, iar dacă la acestea se adaugă și mișcările turbionare, aparatul poate fi antrenat într-o mișcare descendentă puternică;
- norii Cumulonimbus care însoțesc trecerea unui front rece, formând mase puternice, sunt vizibili de la distanță, astfel că pot fiocoliți sau trecuți pe deasupra.

Zborul prin fenomenele orajoase asociate cu frontul cald. În cazurile cele mai frecvente, fenomenele orajoase asociate cu frontul cald se formează în norii Altostratus-Nimbostratus, astfel că precipitațiile care cad din acești nori se combină cu cele ale fenomenelor orajoase; aceasta are ca urmare coborârea plafonului norilor, scăderea vizibilității și givraj. Aceste fenomene sunt împrăștiate la sute de kilometri în zona de precipitații dinaintea frontului cald, formând o linie aproape paralelă cu frontul de la sol. Pot apărea pe neașteptate și se produc atât ziua cât și noaptea, deoarece sunt independente de încălzirea diurnă. Mai frecvent apar toamna și primăvara, mai rar iarna și numai ocazional vara.

Fenomenele orajoase asociate cu frontul cald sunt mai puțin violente decât alte tipuri de fenomene frontale orajoase.

Baza norilor orajoși coincide de obicei cu suprafața frontală, din care cauză zborul sub nori, în aerul rece de sub frontul cald, este în general liniștit, în afara cazurilor când cad ploi torențiale sau grindină. În asemenea condiții, deasupra terenurilor neaccidentate, pentru evitarea turbulenței este preferabil să se zboare sub nori. În regiunile muntoase, baza norilor atinge vârful munților, din care cauză zborul se face în condiții grele. Dacă însă și aerul rece este instabil, norii orajoși apar și sub suprafața frontală, aeronava putând intra pe neașteptate în ei.

Zborul prin fenomenele orajoase orografice. Aceste fenomene apar mai des pe versantul muntelui expus vântului. Deoarece turbulența este intensificată prin acea mecanică, apărută la trecerea curenților de aer deasupra lanțului muntos, iar baza norilor este mai joasă, zborul în aceste condiții este greu, norii trebuind să fieocoliți la o înălțime de siguranță sau trecuți pe deasupra.



#### 4. Bibliografie:

1. AR-NCPPZ-ATO Ed 1-ian.2015
2. JAA - Oxford Aviation Jeppesen - Mass&Balance and Performance