



2021

GENEREL VIDEN OM LUFTFARTØJER

**Kompendie til undervisning til UL-teori
1. udgave**

DANSK UL-FLYVER UNION

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Indhold

Forord:	4
8.1 Flystruktur (Airframe), systemer, redningsudstyr	5
Håndbøger:	5
Dokumenter	6
Manualer / journaler	7
Systemdesign, kræfter, belastninger og vedligeholdelse	8
Strukturen	9
Kroppen:	9
Vingerne	10
Styreflader (ror)	11
Vinduer og døre	11
Hydraulik	11
Kræfter og belastninger	12
Generelle krav til 'stærke' konstruktioner	12
Kraft:	12
Bøjning af en bjælke	12
Vridning af en stang	13
Udbøjning som forekommer ved tryk på enden af en stang	13
Understel, hjul, dæk og bremses	14
Fast understel	14
Optrækkeligt understel	14
Halehjul	15
Dæk	15
Hjulbremses	15
Masse og balance (Vægt og tyngdepunkt)	15
Vægt af flyet	15
Placering af tyngdepunktet	16
Styreflader (ror)	16
Primære og sekundære styreflader:	16
De primære styreflader:	16
Krængeror:	16

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Haleplan + Højderor:.....	17
Halefinne + sideror:	17
Ror afbalancering.....	17
Masse-afbalancering	17
Aerodynamisk afbalancering	18
Krængerorenes sekundære virkning:	18
De sekundære styreflader	18
Flaps.....	18
Trim.....	19
Luftbremser	19
Sikkerhedsmæssige forhold.....	19
Motor og propel.....	20
To-takts motorer	20
4-takts motorer	21
Brændstof	22
Karburator	22
Kølesystem.....	22
Smøreolier	23
Eftersynsintervaller.....	23
Luftdygtighed og vedligeholdelse	23
Hvornår er et UL-fly luftdygtigt ?.....	23
Den indledende luftdygtighed:.....	23
Den fortsatte luftdygtighed	24
Materialer og værktøj til vedligeholdelse og reparationer	25
Periodisk 2-års/200-timer inspektion.....	25
Hvornår er et UL-fly ikke luftdygtigt ?.....	25
Andre eftersyn	26
EL-systemer	26
Batterier – ydelse og begrænsninger	27
8.2 Instrumenter.....	29
Tryksystemer i UL-fly	29
Det statiske tryk.....	29
Det dynamiske tryk.....	29

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Pitottryk	29
Fejlvisning som følge af placering af det pitotstatiske system	29
Minimumsudrustning	30
Højdemåler	30
Fartmåler	30
Kuglelibelle (krængningsviser).....	31
Termometer.....	31
Kompas	31
Variometeret:	32
Brændstofmåler.....	33
Elektronisk Variometer	33
GPS.....	34
Tachometer	35
Flarm.....	35
VHF-radio	36
VOR	36
Transponder	36
Efterskrift.....	38

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Forord:

Dette kompendium er en omskrivning af Dansk Svæveflyver Unions (DSvU) kompendie, som nu udgør grundlaget for teoriundervisningen i "Generel viden om Luftfartøjer" til UL-certifikatet.

I kompendiet omtales Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen for nemheds skyld som "Styrelsen".

Kompendiet henvender sig til lærere og elever, som fremover skal gennemgå faget GENEREL VIDEN OM LUFTFARTØJER til UL- certifikat.

DULFU vil være taknemmelig, hvis læsere af kompendiet måtte opdage forhold, der ikke er i overensstemmelse med gældende regler eller god praksis og meddele dette til sekretariatet, der så vil foranledige kompendiet rettet til.

Kompendiet vil løbende blive opdateret i det omfang der måtte ske ændringer i gældende bestemmelser eller der er forhold der i øvrigt tilsiger en opdatering.

Tak til Dansk Svæveflyver Union, der velvilligt har ladet os omskrive deres kompendium til brug i undervisningen til UL-teoriprøven.

Redaktionen er afsluttet i november 2020.

Dansk UL-Flyver Union.

8.1 Flystruktur (Airframe), systemer, redningsudstyr

De fleste luftfartøjer er bygget efter forskrifter med hensyn til luftdygtighed, styrke, flyveegenskaber, instrumentering m.v. – de såkaldte CS-normer (Certification Specifications), - hvor f.eks. CS-22 omfatter svævefly (incl. motorsvævefly), CS-23 GA-fly m.fl., CS-25 store luftfartøjer, CS-27 små helikoptere osv. osv. Disse forskrifter er en del af ICAO's bestemmelser, og er internationalt anerkendte, hvilket gør at det er muligt uden større hindringer at handle disse fly hen over landegrænser.

Sådanne fælles specifikationer findes ikke for Ultralette Fly, som dog skal overholde visse industrielle normer, men det er de enkelte nationer, der individuelt godkender de enkelte flytyper og udsteder en typegodkendelse.

I DK er det DULFU der godkender importerede fly, og DULFU godkender umiddelbart fly med en typegodkendelse fra hhv. Tjekkiet, England, Tyskland og Sverige. I flere tilfælde fremstiller personer deres egne fly på grundlag af tegninger eller byggesæt. Disse fly skal igennem en godkendelsesprocedure hos DULFU's materielchef.

For alle UL-fly gælder det, at de må have en MTOM på 450 kg – er de udstyret med et redningsystem, der skydes ud med en raket, må de dog have en MTOM på 475 kg. For sø-fly og ponton-fly gælder en grænse på 495 kg.

I DULFU opereres der med to klasser af UL-fly:



Til venstre et eksempel på et klasse A-fly, der styres efter vægtstangsprincippet med en max. hastighed på omkring 90-100 km/t – når det går stærkt.

Til højre et moderne klasse B, der er rorstyret som andre flyvemaskiner og med en max. hastighed på omkring 300 km/t – og det går stærkt.



Begge fly har plads til to personer, men MEGET forskellige flyveegenskaber.

Klasse A-fly styres ved at piloten forskubber sin vægt i forhold til flyets tyngdepunkt både fremad og tilbage samt til siderne.

Klasse B-fly styres som andre fly ved input fra styrepind og pedaler til hhv. krængorer (ailerons), højderor (elevator) og sideror (rudder).

Håndbøger:

Aircraft Flight Manual – AFM (flyve-håndbog) / Pilot's Operating Handbook - POH

Flyfabrikanten er forpligtiget til at udgive en flyvehåndbog (Aircraft Flight Manual- AFM), som bl.a. fortæller hvordan flyet skal flyves og hvilke operationelle begrænsninger, der er på flyet - herunder bl.a flyets:

- Maximum vægt
- Beregning af tyngdepunkt
- G-påvirkninger

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer

- ➔ Tilladte manøvrer
- ➔ Maksimal hastighed (Vne)
- ➔ Max. hastighed i urolig luft
- ➔ Max. målt sidevindskomponent

For at gøre det lettere for piloterne at finde oplysninger om det væsentlige af disse informationer, er der skilte i flyet, som angiver hastigheder, vægte mm, og betjeningsgreb har ofte et piktogram, som viser hvad de er beregnet til. I håndbogen vil der også være en fortegnelse over piktogrammerne og hvad de betyder.

Aircraft Maintenance Manual – AMM (vedligeholdeshåndbog)

Flyfabrikanterne er forpligtigede til at udgive en AMM på flyet, som fortæller om vedligeholdelse af forskellige dele af flyet. Der er en detaljeret beskrivelse af, hvad der skal kigges efter, og hvor ofte det skal gøres samt hvem der er kvalificerede til at gøre det. Under forudsætning af at ejerpiloten er fortrolig med det arbejde der skal udføres, må han/hun selv gøre det. Ellers må der hidkaldes ekstern assistance i form af en klubkammerat med de nødvendige forudsætninger, eller i særligt vanskelige situationer en flykontrollant eller en flymekaniker.

Reparationshåndbog

En reparationshåndbog indeholder reparationsforskrifter for forskellige dele af flyet, og håndbogen er normalt lavet af flyfabrikanten eller designholderen. Forskriften skal naturligvis følges. Findes der ikke en forskrift i reparationshåndbogen, kan en forskrift bruges, som er godkendt af luftfartsmyndighederne i det typeansvarlige land eller godkendt af de danske luftfartsmyndigheder.

Der er også ofte henvisninger til hvilken type materiale der er anvendt, f.eks. glas- eller kulfibertypen på de forskellige strukturdele eller dækstørrelse m.m. Men det er sjældent der er et decideret reservedelskatalog, så hvis der er brug for reservedele til et fly, skal man oftest kontakte fabrikanten og oplyse flytype, serie-nummer og beskrive hvilken del det er man skal bruge. Serie-nummeret er vigtigt fordi der ofte er variationer igennem et langt produktionsforløb.

Dokumenter

Flyvetilladelse

UL-fly har ikke noget luftdygtighedsbevis, men en flyvetilladelse, der udstedes af DULFU's sekretariat på vegne af materielchefen. Flyvetilladelsen har en gyldighedsperiode på 24 mdr / 200 flyvetimer – hvad der måtte komme først.

UL-fly har p.t. en MTOM på 450 kg for tosædede fly. Hvis flyet er udstyret med rednings-skærm, er MTOM dog 475 kg. For énsædede fly er MTOM 300 kg.

For både énsædede og tosædede fly tillades der et tillæg hvis flyet er et amfibiefly (vandfly).

En rednings-skærm i et UL-fly er en anordning, der kan skydes ud fra flyet, og bære både pilot, passager og flyet selv til jorden, i tilfælde af at flyet bliver ude af stand til at flyve selv eller ikke kan manøvreres.

Piloten kan ikke styre hvor rednings-skærmen lander med flyet, hvilket jo også kan være en risiko i sig selv.



Ved udløb af flyvetilladelsens gyldighedsperiode, kan flyvetilladelsen fornyes af en flykontrollant efter vedkommende har gennemgået flyet og lavet en såkaldt *Flykontrollant rapport*, hvori flykontrollanten bekræfter at have lavet en indgående inspektion af flyet og fundet det luftdygtigt.

Til venstre: Eksempel på en flyvetilladelse, oprindeligt udstedt af DULFU's sekretariat, og efterfølgende fornyet af forskellige flykontrollanter. Illustrationen er bragt med tilladelse af ejergruppen.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



En flyvetilladelse bliver, jfr. BL 9-06, ugyldig når

- flyvemaskinen skifter ejer
- flyvemaskinen beskadiges alvorligt, jf. pkt. 7.2.4.1
- flyvemaskinens beklædning eller dele heraf udskiftes
- flyvemaskinens motor, propel konfiguration eller udstødningssystem ændres
- flyvemaskinen ændres væsentligt jf. pkt. 7.2.4.1, herunder når der er udført strukturelle reparationer af vinger, krop, rør, understel eller motorophæng
- SLV (styrelsen) finder at flyvemaskinen ikke længere er i sikker stand til flyvning
- flyvemaskinen ikke har en gyldig ansvarsforsikring
- flyvemaskinen ikke er inspiceret i henhold til foreningens driftshåndbog af en af foreningens flykontrollanter
- flyvemaskinen ikke længere opfylder de støjmæssige krav for udstedelse af flyvetilladelse, eller
- flyvetilladelsen er mere end 2 år gammel, eller den ultralette flyvemaskine har fløjet 200 timer, hvad der måtte komme først.

Der skal, jfr. BL 1-19 pkt. 5.3 føres en rejsedagbog, hvori, foruden oplysninger om de enkelte flyvninger, også foretagne inspektioner og vedligeholdelsesarbejder skal registreres.

AIRCRAFT RADIO LICENCE RADIOBEVIS – LUFTFARTØJ		
Denmark / Danmark Danish Ultralight Flying Association authorized by Danish Transport Authority and National IT and Telecom Agency Dansk UL-Flyver Union Bemyndiget af Trafikstyrelsen og IT- og Telestyrelsen		
1. Nationality and registration marks Nationalitets- og registreringsmærker OY-9408	2. Manufacturer and manufacturer's designation of aircraft Fabrikant og fabrikantens typebetegnelse Atec 321 FAETA	3. Aircraft serial number Luftfartøjets serienummer F520110A
4. Identification number: Identifikationsnummer OY-9408		
5. Installed radio equipment must be approved and maintained in accordance with the manufacturer's demands. Radio frequencies dedicated to aircraft may be used without approval. Radiofrekvenser, der er afsat til luftfartøjer, må anvendes uden tilladelse. Date of issue: 01-10-2014 Udstedelsesdato: _____ Signature: _____ Underskrift: _____		
6. This aircraft radio licence is issued in accordance with the Executive Order on the Use of Radio Frequencies without a License and on Radio Examinations and Call Signs etc. and is valid when issued by Danish Ultralight Flying Association, unless revoked by the association. Radiobevise er udstedt i medfør af den af enhver tid gældende bekendtgørelse om anvendelse af radiofrekvenser uden tilladelse samt om amstråleoprøber og kaldesignaler m.v. og er gyldigt efter udstedelse af Dansk UL-Flyver Union, medmindre identifikationsnummeret aflyges/bekræftes af unionen.		

Radiobevis

Et radio-bevis er et dokument TBST udsteder som et bevis på, at flyet er udstyret med en radio godkendt til brug i flyet med det specifikke kaldesignal. DULFU er bemyndiget til, på vegne af styrelsen, at udstede radiobeviser til UL-fly.

Manualer / journaler

Rejsedagbog (Flyets journal)

I rejsedagbogen skal følgende registreres for hver flyvning:

- Dato
- Flytype
- Flyets registrering
- Besætning - fartøjschef/elev
- Startsted og tidspunkt
- Landingssted og tidspunkt
- Antal landinger
- Flyvetid for flyvningen
- Akkumuleret flyvetid

Herudover noteres oplysninger om evt. fejl og udbedringer, ligesom planlagte såvel som ikke planlagte inspektioner noteres. Også forhold vedr. motor og propel og andre komponenter skal noteres i rejsedagbogen.

Den første rejsedagbog for et nyt/importeret fly, skal autoriseres af en flykontrollant.

Udstyrsliste

Udstyrslisten er en del af den tekniske journal jfr. nedenfor, og den beskriver de instrumenter og øvrigt

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



udstyr, som er en del af flyet. Det kan være instrumenter, radio, transponder, GPS osv, og det udstyr, som fremgår af udstyrslisten, er en del af flyet, da det blev vejet.

Når flyets tomvægt skal bestemmes, indgår alt det udstyr, som fremgår af udstyrslisten.

Teknisk journal

Den tekniske journal er en mappe/ringbind, hvor alle flyets dokumenter er samlet og organiseret på en overskuelig måde. Det er alle de dokumenter, som kan dokumentere flyets luftdygtighed og vedligeholdelse af fly og komponenter – det kan f.eks. være:

- Inspektionsrapporter
- Vedligeholdelses Follow-up
- Flyvetilladelse
- Støjcifikat
- Udstyrsliste, opmålingsrapport
- Vejerreport,
- Status på TM (Tekniske Meddelelser)
- Typecertifikat/Kennblatt
- Instrumenter
- Forsikringer
- Radiobevis - luftfartøj
- Motor- og propelmanualer

Den tekniske journal skal ikke medbringes under flyvning, men skal være til rådighed for flykontrollanten i forbindelse med de periodiske inspektioner.

Systemdesign, kræfter, belastninger og vedligeholdelse

Der stilles store krav til et fly for at blive godkendt. Det giver næsten sig selv, da konsekvensen ved manglende styrke i flyet ville være havari og i værste tilfælde kan være fatale for besætning og passagerer.

Kravene kan sammenfattes sådan:

- Konstruktionen skal være afprøvet/kontrolleret og typecertificeret.
- Konstruktionen skal have tilstrækkelig 'reserve' til at holde til kritiske forhold.
- Der skal være dobbelt tændingssystem
- Møtrikker skal være sikret (låsemøtrik/sikrings-split el.lign).
- Hovedbolte skal være sikret.
- Rorforbindelser skal være sikrede.
- Kritiske fjedre skal være lavet som 'dobbelt-fjedre', så fjederfunktionen opretholdes, selv om en enkelt del af fjederen skulle knække.

Som yderligere sikkerhed kan f.eks. nævnes

- Flyet skal kontrolleres ved et dagligt tilsyn før brug, inkl. "Positiv rorkontrol"
- Checklister skal bruges før og under flyvning.

For at sikre at man 'fastholder' den materielle kvalitet af flyet, er der formelle krav til vedligeholdelse:

- Flyet skal vedligeholdes med fastlagte intervaller jfr. flyets håndbog og i forbindelse med særlige situationer.
- Der er krav til eftersyn/udskiftning af kritiske dele på kalendertid, efter antal operationer eller efter driftstid, ligeledes jfr. flyets håndbog. Hvis flyet eller delene når en af disse terminer, må det ikke bruges, før den krævede vedligeholdelse er udført.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Der er også krav til regelmæssig inspektion af flyet af en sagkyndig person udpeget af DULFU's materielchef. Disse terminer er hhv. for hver 24 mdr. eller 200 flyvetimer – hvad der kommer først. Ved overskridelse af disse terminer, bliver flyvetilladelsen ugyldig.

Strukturen

Flystrukturen er kendetegnet ved at den skal være både stærk og let. Dette giver sig udtryk i de valgte materialer og strukturer. Flystrukturen består af følgende vitale hoveddele:

- Vingerne som sørger for opdrift (så længe luftstrømmen er rigtig)
- Styrefladerne (haleplan, finne), som sørger for at vingerne hele tiden har den rigtige retning i forhold til luftstrømmen (ligesom styrefjerene på en pil)
- Kroppen som holder alle delene sammen, og som laver en aerodynamisk indkapsling af piloten.

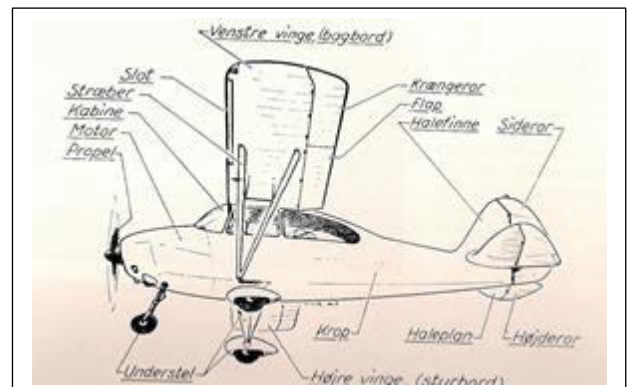
Flykrop, -hale og -vinger kan være konstrueret i både stålør el. træ og lærred, aluminium, kompositmaterialer m.m. For klasse A-flyenes vedkommende er det som hovedregel i stålør og lærred. Cockpit kan være i alle materialer, men fælles for alle materialer er, at de, under hensyntagen til sikkerheden, skal være så lette som muligt.

Det samme gælder for klasse-B flyene, og opfindsomheden er stor når det gælder om at spare på vægten. I de senere år har der dog været en tendens til, at flyene bliver lidt tungere alene fordi der bliver installeret mere udstyr og komfort i dem.

På tegningen er vist de forskellige dele af et typisk UL-fly klasse B.

Det viste fly har stræbere til at bære vingen, hvilket er normalt på højvingede fly (hvor vingerne er monteret over cockpithøjde), hvorimod det er ret sjældent på lavvingede fly – her er vingerne fritbærende, dvs. de er kun samlet med flykroppen inde ved vingeroden – evt. ved at vingerne er forbundet i en gaffel-konstruktion og holdt sammen af en hovedbolt. På lavvingede fly vil evt. stræbere være fastgjort på vingens overside.

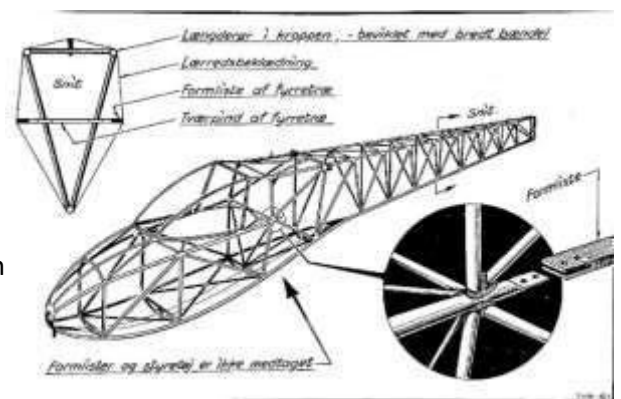
Flyet er også forsynet med slats, på tegningen kaldet slot, som reelt er udtrykket for det mellemrum mellem forkant og slats, som opstår når slats aktiveres. Slat findes på nogle få typer UL-fly, men er ikke almindelige. Slat medvirker til at flyet får en lavere stallingshastighed, ligesom også flaps gør det.



Kroppen:

Kroppen skal være et stift bindeled mellem vingen og styrefladerne.

Dette kan laves ved at opbygge den som en 'gitterkrop' af tynde rør. Det giver en let og stærk konstruktion. Den er dog ikke særligt aerodynamisk og vil derfor være 'beklædt' så den får en glat overflade. Den rummelige størrelse af kroppen (højde/bredde) kontrolleres vha. 'spanter' som normalt bliver mindre og mindre mod halen af flyet. Det her viste eksempel er "skelettet" til et svævefly, men principperne er ens for UL-fly og svævefly.



DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



En anden mulighed er at lave kroppen som et 'rør', hvilket er ganske almindeligt også på tidligere typer af UL-fly, både klasse A og B. Denne konstruktion er stærk både overfor bøjninger og overfor vridninger. Svagheden ved den er, at den er følsom overfor 'punkt-belastninger'. Den derfor skal forstærkes der, hvor der er store punkt-belastninger (f.eks. fastgørelse af landings stel og vinger). Kroppens form kan også i dette tilfælde kontrolleres vha. spanter, som også bruges til at fiksere styrelinier, og stødstængerne til rorene. En særlig måde at lave 'skallen' på er at opbygge den som en sandwich af to tynde stærke lag, med et stift fyldmateriale imellem.

Vingerne

Selve vingen er krum i strømningsretningen for at kunne danne opdriften. For at vingerne ikke skal klappe sammen over hovedet på piloten, skal der være en stærk bjælke, der forhindrer vingen i at bukke opad. Dette kan laves som en 'gitter-konstruktion', som beskrevet tidligere. Der dannes herved enten en "I-bjælke", eller en 'kassebjælke". Begge konstruktioner er brugt til hovedbjælken i et fly.

Den er dog ikke 'vridnings-stiv', og vingen vil derfor kunne vride sig, når farten ændrer sig, og opdriften på vingen flytter frem eller tilbage. For at sikre at vingen bliver vridnings-stiv, skal hovedbjælken kombineres med en eller anden form for 'rør-konstruktion'. Dette sker ved at lade vingeforkanten udgøre et rør sammen med hovedbjælken. Vridning af et emne kaldes torsion, så derfor kaldes denne konstruktion for en torsions-næse.

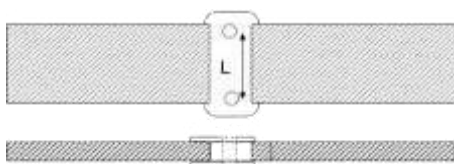
Hvis man bruger vægtstang princippet, så kan man se at jo tyndere/lavere man laver hovedbjælken, jo større bliver kræfterne i hovedbjælken. Derfor var det ikke muligt at lave meget tynde vinger dengang man lavede træ fly. Nu har man adgang til kulfiber, og når man bruger dette materiale, så kan man lave ret tynde vinger, som på f.eks. svævefly har omkring 30 m spændvidde.

Sideforholdet er udtryk for forholdet mellem middelkorden (den gennemsnitlige vingekorde) og spændvidden. Et motorfly har et lille sideforhold, fordi flyet har en lille spændvidde (afstand fra vingetip til vingetip), mens middelkorden er større (vingen er relativ bred). Svævefly har et stort sideforhold, fordi spændvidden er stor i forhold til middelkorden.

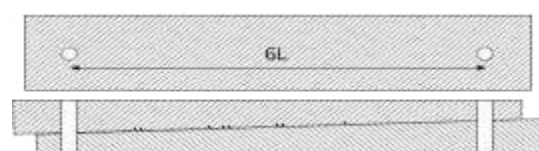
Formen af vingen styres vha. "ribber", der giver vingen den rigtige aerodynamiske form. De er dog i flere moderne fly erstattet af en delvist selv bærende vingeskal (i sandwich-konstruktion), der sørger for den rigtige form af vingeoeverfladen. I bagkanten af vingen er der monteret en bagkantliste der sørger for at der er et solidt sted at montere krængerorene på.

For at kunne skille flyet ad kan vingerne være delt i 2 eller flere dele. Det betyder, at samlingen skal kunne klare de store kræfter i hovedbjælken.

Det gøres enten med et meget solidt beslag som sidder på enden af hovedbjælken, eller ved at man lader de to hovedbjælker 'overlappe' så kræfterne bliver væsentlig mindre.



Hovedbjælke med center beslag



Overlappet hovedbjælke

Hvis afstanden i den overlappede hovedbjælke er 6 * afstanden i samle-beslaget, så bliver kræfterne for hovedboltene 6* mindre i den overlappede hovedbjælke.

Hovedbjælken er normalt IKKE spændt fast på kroppen, men kun 'spændt sammen', og så hænger kroppen i nogle tappe mellem krop og vinge. De helt store kræfter er i selve hovedbjælken og den tilhørende samling og IKKE mellem krop og vinge.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Styreflader (ror)

For at sikre vingens position i luftstrømmen, skal flyet forsynes med ror. Halefinnen sikrer, at vingen ikke drejes til siden (højaksen), og 'haleplanet' sikrer op-ned retningen (tværaksen). Den enkelte styreflade er opbygget som en 'mini-vinge' med hovedbjælke, torsions næse m.m. for at bevare sin form under belastning. Den 3'e retning, som flyet skal styres i, er omkring længdeaksen. Bevægelse omkring denne styres af krængerorene, som sidder yderst på vingerne.

Der findes også sekundære styreflader, som bruges til at justere flyets aerodynamiske performance. Den nærmere funktion og opbygning af styrefladerne er beskrevet i afsnit "Flight Control" (primære og sekundære styreflader).

Vinduer og døre

Vinduer og døre er konstrueret så de vejer mindst muligt. De mest anvendte materialer på UL-fly fly er polymer (akryl o.lign.), som hovedsageligt anvendes til frontruder og døre, og som ofte anvendes på lavvingede fly hvor canopy'et åbnes og giver adgang til cockpittet som på illustrationen til højre. Canopy'et er her formet på en måde, der laver en glidende overgang mellem krop og canopy for at opnå mindst mulig luftmodstand.



Til venstre ses et eksempel på et højvinget fly, hvor døre og vinduer er af polymer. Som det ses, er frontruden her hvælvet, men det er ikke fordi materialet er presset i form – det er i sig selv så tyndt, at det lader sig tilpasse vinduesrammen. På andre fly er dørpartier opbygget traditionelt med en tynd skal af aluminium eller glasfiber, hvori der så er lavet udskæring til vinduer.

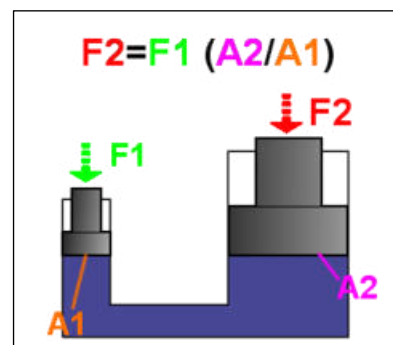
Hydraulik

De fleste torstyrede UL-fly er forsynet med hydrauliske hjælpeanordninger, som f.eks. til bremsesystemer. Begrebet hydraulik kan bedst beskrives som overførsel af energi ved hjælp af væske gennem rør eller andre legemer. Hydraulik fungerer, ret enkelt fortalt, i praksis via væsketryk og bevægelser i rørforbindelser. I UL-fly, f.eks. til bremsesystemer, består systemet af en cylinder med et stempel, et rørsystem ud til bremserne og det hele påfyldt hydraulikolie. Når bremserne skal aktiveres, presses stemplet ned i cylinderen, hvorved hydraulikvæsken presses ud i rørsystemet eller hydraulikslanger og presser bremseklodserne sammen om bremseklodserne.

Den kraft der skal bruges til at presse stemplet ned i cylinderen er væsentlig lavere end den kraft der kan måles ude ved bremseklodserne, og langt mere pålidelig end en mekanisk forbindelse med f.eks. wire el. lign.

I bremsesystemer bruger man forbundne cylindre med forskellige størrelser, til at skabe de enorme kræfter. Cylindrene har samme volumen men forskellige diametre, altså et forskelligt overfladeareal. I hver af cylindrene vil der også være et stempel. Cylindrene og stemplerne med den største diameter vil være placeret nede ved de enkelte bremseklodser, mens cylinderen med den mindre diameter, (hovedcylinderen), befinder sig oppe ved håndtag/pedaler hvorfra bremsen aktiveres. Hovedcylinderen er højere og smallere, mens cylindrene nede ved bremseklodserne er lavere og bredere – volumen skal jo være den samme.

Hydrauliske kræfter i et hydraulisk system. Kraften F_2 modsvare kraften F_1 gange forholdet mellem stempel 2's areal (A_2) og stempel 1's areal (A_1).



DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Hvis hovedcylinderens diameter er $=x$, mens den anden cylinder har diameteren $3x$, er hovedcylinderens overfladeareal er altså 9 gange mindre. Hvis vi nu trykker på stemplet i hovedcylinderen med en kraft på 10 kg, vil vi nede ved bremseskiven få et tryk på 90 kg. Stemplet i hovedcylinderen skal dog trykkes 9 centimeter ned, for at stemplet med den større diameter, vil blive trykket 1 centimeter. Forholdet mellem cylindrene kan selvfølgelig være anderledes, og i praksis skal stemplerne ved bremseskiven ofte kun trykkes mindre end 1 mm, hvilket så kun giver en vandring i hovedcylinderen på 9 mm.

Kræfter og belastninger

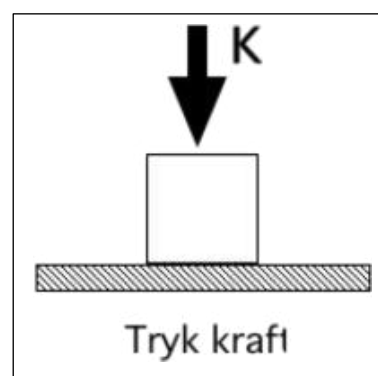
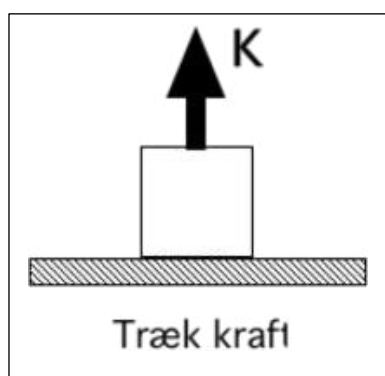
Generelle krav til 'stærke' konstruktioner

Fly skal være lette og stærke, ellers kan de ikke løfte sig fra jorden. Det betyder både, at vi skal vælge de rigtige materialer, og at selve konstruktionen skal laves let og stærk.

- I fly bruges lette materialer som træ, aluminium, kulfiber, glasfiber o.l.
- Konstruktionen er lavet således, at den giver størst mulig styrke for den samme vægt af materialet.

Kraft:

Når vi trykker på noget eller trækker i noget så påvirker vi med en kraft som regnes i Newton (N). Kraft betegnes normalt med bogstavet "F" (Force), eller "K" (Kraft). Den illustreres med en pil, hvor længden illustrerer størrelsen, og pilens retning kraftens retning.

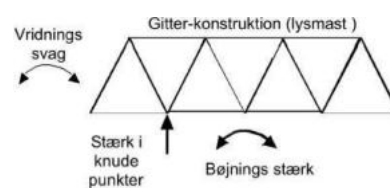
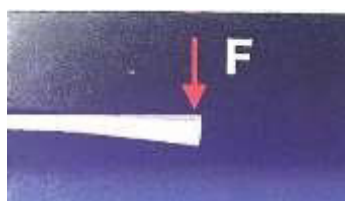


Nogle materialer er stærke overfor tryk, men svage overfor træk (f.eks. beton og støbejern), medens andre er stærkere overfor træk (stålwire m.m.). Det gælder derfor om at vælge det rigtige materiale til den aktuelle funktion. Men dette er ikke nok, når man har en konstruktion, hvor kraften vil påvirke konstruktionen forskelligt - afhængigt af hvor den udsættes for belastningen.

Når en konstruktion belastes, sker der en deformation af konstruktionen. Dette vil normalt ske i form af:

- Bøjning
- Vridning
- Udbøjning

Bøjning af en bjælke

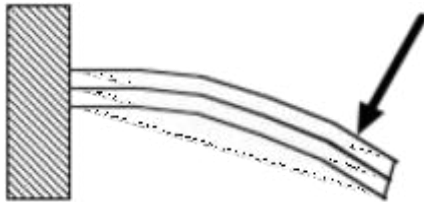


DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



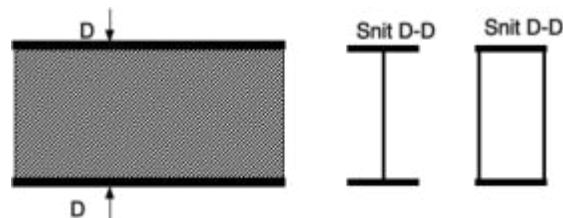
Ved en bøjning strækkes materialet i 'oversiden' medens det trykkes sammen på undersiden. Ved at bruge vægtstangsloven kan vi vise at jo 'højere' bjælken er, jo stivere bliver den, og jo større kræfter kan den tåle (et bræt på højkant er stivere end et bræt der ligger ned).



Bøjning:
Når man bøjer et emne, så bliver 'ydresiden' trukket ud, og indersiden skubbet sammen

Et bræt på højkant - eller endnu bedre en gitterkonstruktion lavet af trekantede - giver en meget let og stærk konstruktion. Gitterstrukturen er derfor en af de foretrukne strukturer i fly.

Hvis man 'forfiner' gitter-konstruktionen til mange forskudte trekantede kan man vise at det svarer til en I-bjælke dvs. en stærk bjælke øverst, med et 'afstandsstykke' og en tilsvarende bjælke nedenunder. Det er illustreret nedenunder, hvor "Snit" viser et tværsnit af konstruktionen.

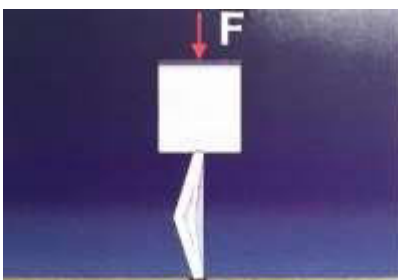


Det ender med enten en "I-bjælke", eller en 'Kassebjælke' som vist i Snit D-D. Begge konstruktioner er brugt til hovedbjælker i fly.

Vridning af en stang

Vridning er også en belastning der forekommer i fly. Den ses nok ikke så åbenlyst, men den forekommer mange steder. Her er der ingen forskel på, om 'brættet' er på højkant eller ligger ned. Den bedste struktur er et "rør", og dette princip bruges således alle steder i flyet, hvor der er krav til torsions-stivhed.

Man kan lave en vridnings-stiv konstruktion vha. et 'rør'. Den er også til dels bøjnings-stiv, da dele af væggen kan ses som 'et bræt på højkant'. Svagheden ved et rør er, at den ikke kan tåle store 'punkt belastninger', og at det derfor må forsynes med lokale forstærkninger der hvor der er punkt- belastninger. Desuden er det sværere/dyrere at lave et rør end at lave en massiv stang eller en bjælke.



Udbøjning som forekommer ved tryk på enden af en stang

En tynd stang bøjer ud når man trykker på enden af den. Dette er uafhængigt af det materiale som bruges. Det er kun 'formen', der er afgørende.

Udbøjningen kan kun forhindres ved at gøre stangen stivere (med det samme materiale forbrug), så den ikke bøjer ud.

Hvis vi bruger vores tidligere viden om bøjningsstivhed, så ser vi, at man kan forhindre 'udbøjning' af en stang ved at enten lave den som et rør,

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer

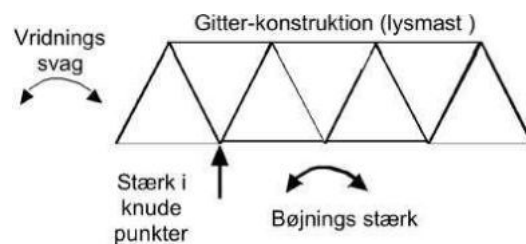


eller som en vinkel, så den bliver bøjnings stiv i begge retninger. Derfor er en gitterkrop ikke lavet af stål-stænger, men af stålrør, da disse har en betydeligt større bøjnings- og vridnings-stivhed end en stålstang af samme vægt.

Læg i øvrigt mærke til, at når man 'trækker' i konstruktionen, så er et rør eller en stang lige gode. Det er kun overfor tryk-kræfter at man kan risikere udbøjning.

Sammenfatning: Når man belaster en konstruktion, kan den deformeres pga:

- Bøjning (Størst styrke med en bjælke på højkant, eller en gitterkonstruktion)
- Vridning (Størst styrke med et rør)
- Udbøjning (Størst styrke ved at bruge en rør-konstruktion)



Når man skal bygge en gitterkonstruktion, er der både tryk- og trækkræfter i konstruktionen, og her er det vigtigt holde sig for øje, at et 'fladjern' / 'en snor' kun kan optage trækkræfter (p.g.a. tendensen til udbøjning, medens et vinkeljern/rør i højere grad kan klare tryk kræfter.

Som et eksempel kan man kigge på et almindeligt telt. Her er det klart at trykkræfterne optages af telt-stængerne, medens trækkræfterne kan klares med barduner. Det omvendte er IKKE muligt !

Understel, hjul, dæk og bremses

Understellet på et traditionelt UL-fly har ingen positiv funktion (men negativ i forhold til luftmodstand), når flyet flyver, men sørger for at bære flyet når det står eller kører på jorden. Især når flyet i forbindelse med start og landing 'bumper' hen over jorden eller ved en ikke alt for pæn landing, er der store kræfter, som skal overføres fra vingerne til hjulet.

Kræfterne på understellet skal overføres fra hele flyet og især den tunge del dvs. vingerne. Der skal derfor være en solid forbindelse mellem understel og vinger. På fly med en 'gitterkrop' opnås dette ved at fastgøre både understel og vingerne til "knudepunkterne" i gitterkroppen, medens skal-kroppen skal have de fornødne forstærkninger på skallen, hvor vinger og understel fastgjort.

Fast understel

Det faste understel er en simpel og robust konstruktion. I den grundlæggende udformning udgør selve hjulene affjedringen, men på nyere fly er der forskellige former for affjedring såsom fjedrende understel, oleo ben, kraftige gummiophæng m.m.

Fordelen ved et fast understel er, at man ikke kan 'glemme' at sætte det ud, og lande på bugen af kroppen. Normalt består et fast understel af de to hovedhjul samt et næsehjul, der som regel er styrbart med pedallerne.

Optrækkeligt understel

Et fast understel vil give en del vindmodstand. Ved at gøre understellet optrækkeligt kan man undgå vindmodstand omkring understellet. Optrækningsmekanismen er dog forholdsvis kompleks og forøger også MTOM, og det medfører samtidigt at man skal huske at sænke understellet når man går til landing. Det sker jævnligt, at en pilot glemmer at sænke understellet – ofte med omfattende skader på fly og propel.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Halehjul

Fly med halehjul styres som regel med pedalerne – enten ved at halehjulet påvirkes af styrelinerne til sideroret, eller ved at bruge hjulbremserne, der er individuelt forbundet med hhv. venstre og højre hovedhjul. Er det sidstnævnte princip der anvendes, kan flyet bogstaveligt ”dreje rundt om sig selv” når kun det ene af hovedhjulene blokeres. Endeligt kan det være begge principper, idet halehjulet evt. kan låses, så det er sammenkoblet med siderorslinerne.

Dæk

Dækket på et fly skal kun bruges til at rulle/bremse, og det har derfor ikke noget 'mønster'. Dæk med langsgående riller er bedst til at bremse med vand på banen, og langsgående riller kan ikke 'fiske' et fremmedlegeme op. Man bør derfor IKKE bruge dæk med et andet mønster på et fly.

For at spare vægt leveres nogle fly med dæk af en meget ringe kvalitet, som er fremstillet til et helt andet formål. Det er set, at fly er leveret med dæk beregnet til max. hastighed så lavt som 16 km/t og punkterede efter meget kort tid.

Hvis flyet skal bruges meget på ujævne og måske bløde græsbaner eller marker, er det en fordel med store hjul, så de ikke så nemt bremses op.

Hjulbremser

Alle moderne fly har en eller anden form for hjulbremse. Ved en normal landing er det ikke nødvendigt med hjulbremse, men ved nødlanding på en mark eller afbrudt start på en flyveplads, kan det være hensigtsmæssigt med en meget kort rulledistance, og her er hjulbremsen vigtig. Ellers er det mere eller mindre en temperamentssag om man vil bruge hjulbremse eller ikke. Det slider på bremsebelægninger når den bruges, og på halehjulsfly kan man relativt let komme til at bremse så meget, at flyet går på næsen med skader på propel og cowling til følge.

Hjulbremsen er som regel konstrueret som

- en almindelig tromlebremse
- en almindelig skivebremse.

Hjulbremsen kan aktiveres enten mekanisk eller hydraulisk.

Masse og balance (Vægt og tyngdepunkt)

Der er to forhold med vægt og balance, som er kritiske for et fly:

- Vægten af flyet
- Placering af tyngdepunktet

Vægt af flyet

Hvis flyet er for tungt, kan det ikke tåle de belastninger, som det ellers er konstrueret til. Det er ikke så meget, hvor meget understellet kan bære, men i langt højere grad hvor meget vingerne (og hovedbjælken) kan bære. Dette specificeres som flyets totale vægt MTOM. Når man så trækker flyets 'tomvægt' fra (uden 'last') så får man flyets lastevne, som er den last, man kan tillade sig at læsse på flyet (pilotens vægt + passager + bagage).

Dette er dog ikke hele sandheden, da det ikke er ligegyldigt, om vægten ligger i vingerne (benzin), eller om den ligger i kroppen (en tung pilot). Hvis vægten ligger i kroppen, så vil den bidrage til, at man prøver at bøje/brække hovedbjælken, medens benzin jo ligger i vingerne, og derfor det samme sted, som opdriften laves. Dette vil ikke bøje hovedbjælken i samme grad, og man kan derfor tillade sig en højere vægt i vingerne.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Med hensyn til maksimal benzinbeholdning, så er det flyets tomvægt + piloten + bagage + benzin = totalvægten, som sætter grænsen.

Vægtmæssigt er der formelt ingen krav til 'minimum-vægt', men det er der indirekte ved krav til placering af tyngdepunktet.

Placering af tyngdepunktet

Flyets tyngdepunkt skal ligge indenfor visse faste grænser. Når man kender flyets tomvægt, kan man regne sig frem til hvor meget flyet må lastes, for at flyet bevarer tyngdepunktet indenfor grænserne og derfor er luftdygtigt.

Der henvises til beregningerne i faget "Flyveprincipper"

Styreflader (ror)

Rorstyrede fly (klasse-B) styres ved hjælp af 3 sæt primære styreflader

- Højderor
- Sideror
- Krængeror

Disse ror aktiveres normalt med direkte forbindelse i form af wirer eller stødstænger til styregrejerne. Rorene er ikke påvirket af så store kræfter, at det er nødvendigt at anvende hjælp i form af hydraulik eller udvekslinger.

Primære og sekundære styreflader:

De primære styreflader:

Klasse-A fly:

Har ikke som sådan styrbare rorflader. De styres ganske enkelt ved at piloten med hjælp af en styrebøjle forskyder vægten i forhold til tyngdepunktet, hvorved han/hun kan manøvrere flyet i alle tre dimensioner.

Klasse-B fly:

For at kunne styre et klasse B-fly, skal det være forsynet med ror. Halefinnen, som ikke er et ror, men en fast lodret del af halekonstruktionen, sikrer, at flyet ikke drejer til siden (højaksen), og 'haleplanet', der som halefinnen er en fast del af halekonstruktionen, sikrer op-ned retningen (tværaksen). Den enkelte flade er opbygget som en 'mini-vinge' med hovedbjælke, torsionsnæse m.m. for at bevare sin form under belastning. Den 3'e retning, som flyet skal styres i, er omkring længdeaksen. Bevægelse omkring denne styres af krængerorene, som sidder yderst på vingerne.

Den effektive retning af alle positioner kan justeres. For halefinnen kan sideroret bag finnen justere den effektive retning af flyet, medens højderoret på tilsvarende måde kan justere den effektive retning af flyets op- og nedadgående bevægelser (stig og synk).

Man styrer flyet ved hjælp af input fra styregrejerne: Pind, pedaler og flapshåndtag.

Sideror styres med pedalerne, krængerorene styres med sideværts bevægelse af styrepinden og højderoret med frem- og tilbagegående bevægelser af samme. Flaps naturligvis med flapshåndtaget.

Krængeror:

For at dreje flyet skal der laves en kraft, som trykker flyet ind mod centrum. Denne kraft kan kun leveres af vingerne, og det er derfor nødvendigt til at krænge flyet for at få en del-komponent af opdriften fra vingerne til give kraften til et drej. Krængerorenes udslag er modsat hinanden. Når højre side går op, går venstre side ned og omvendt. Krængerorene kan selvfølgelig også bruges til at få flyet tilbage til vandret position.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Brugen af krængeror er fundamentalt for at styre et fly.

Når styrepinden bevæges mod venstre, vil venstre vinge sænkes og højre løftes. Omvendt vil pinden mod højre sænke højre vinge og løfte venstre vinge.

Et velkendt fænomen er "krængerorenes sekundære virkning" – dvs. hvis piloten alene giver krængeror til venstre, vil flyets næse bevæge sig til højre, hvilket medfører uren flyvning (herom senere).

Haleplan + Højderor:

Haleplan og højderor sørger for at styre og stabilisere flyet omkring tværaksen, og de regulerer derved luftens indfaldsvinkel på vingen. Den 'effektive retning' af haleplanet kan justeres ved hjælp højderoret, som sidder som en klap bag på haleplanet. På nogle fly kan hele haleplanet bevæge sig som ror, og så kaldes det for et pendelror.

Højderoret bruges primært til at styre farten (stig og synk), og det er som regel forbundet med en fast forbindelse til styrepinden. Når pinden skubbes frem, løftes halen på flyet og farten stiger. Trækkes pinden tilbage, sænkes halen og farten falder. Hvis piloten skal holde samme fart under stigning, skal han/hun derfor justere ved at give motoren flere omdrejninger. Populært sagt: Farten styres med styrepinden (højderoret) – stigning og descend med gashåndtaget.

Halefinne + sideror:

Halefinne og sideror sørger for at stabilisere og styre flyet omkring højaksen (Yaw), og sørger for at flyet flyver lige mod luftstrømmen. Sideroret kan på samme måde som højderoret sørge for at 'justere' retningen. Sideroret bruges under normal flyvning både til at dreje med, men også til at kompensere for den drejning omkring højaksen (Yaw), som skyldes krængerorenes sekundære virkning (-herom senere). Sideroret styres med pedalerne, som normalt er forbundet til sideroret med to stålwirer. Når venstre pedal aktiveres, trækker den i den ene wire, som trækker sideroret mod venstre, hvorved halen svinges mod højre og dermed næsen mod venstre. Og tilsvarende vil højre pedal dreje næsen mod højre.

Ror afbalancering

Masse-afbalancering

Hvis man 'bare' monterer krængeror bag på vingen, vil tyngdepunktet for roret ligge væsentligt bag hængselinjen. Hvis der kommer turbulens, der løfter vingen opad, vil tyngdepunktet i krængeroret forsøge at "blive hvor det var", og derfor trykke krængeroret nedad. Dette resulterer i, at vingen løftes endnu mere op – og dermed 'selvforstærkende'. Det vil medføre, at vingen bukkes opad indtil vingen kan 'holde imod', og nu vil vingen så begynde at falde nedad, men da tyngdepunkt stadig forsøger at "blive hvor det var", er bevægelsen også 'selvforstærkende' den anden vej. Hvis vi ikke gør noget, så vil vingen derfor stå og blafre op/ned, og det kan ødelægge både vinge og ror.

Dette fænomen kaldes for 'flutter' og det fremkommer ved stor hastighed. Det er faktisk det forhold som normalt sætter grænsen for den maksimale hastighed (V_{NE}).

For at begrænse/fjerne det kan man sørge for at tyngdepunktet for roret ligger på eller tæt på hængselinjen ved at placere en passende modvægt foran tyngdepunktet. På mange fly er denne

(ikke ubetydelige) modvægt placeret skjult på forkanten af roret, men på ældre trækonstruktioner kan man tydeligt se den. Den er ligeledes tydelig på forkanten af sideroret til et svævefly (billedet t.h.). Hvis roret har en del der sørger for aerodynamisk afbalancering, så kan man sørge for at placere modvægten på dette sted.



DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Aerodynamisk afbalancering

For at reducere kræfterne på rorene kan man placere noget af rotorarealet foran hængselinjen, og dette vil reducere de kræfter, som kræves for at betjene roret. Denne form for afbalancering kaldes *aerodynamisk afbalancering*, da den skyldes de aerodynamiske kræfter på rorene.

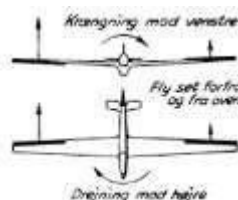


Aerodynamisk afbalancering på sideror

Krængerorenes sekundære virkning:

Når vi skal starte på et sving f.eks. til venstre, starter vi med at krænge flyet til venstre ved at føre styrepinden til venstre. Herved går venstre krængeror op og højre krængeror ned. Det betyder at opdriften på den yderste del af vingen bliver mindre i venstre side, og større i højre side. Men større opdrift betyder større vindmodstand, og højre vinge vil derfor bremse mere end venstre vinge. Hvis vi ikke gør noget, vil næsen derfor dreje ud af svinget (i stedet for ind i svinget!). Dette kaldes *krængerorenes sekundære virkning*.

Dette forhold blev observeret allerede af Brdr. Wright, og de blev nødt til at tilføje et sideror til deres svævefly, for at kompensere for det.



Krængerorenes sekundære virkning

Vi kompenserer ved at bruge sideroret (via pedalerne) til at tvinge næsen ind i svinget, så flyet flyver "rent", dvs. at modstanden fra den omgivende luft bliver mindst mulig, idet luftstrømmen passerer langs med flykroppen med mindst mulig modstand. Det er denne koordinerede manøvre, som mange piloter bruger en del tid på at lære, når de begynder at flyve.

Alle rorudslag virker dog mere eller mindre bremsende, og man kan reducere virkningen ved at gøre krængerorsudslaget opad væsentligt større end det nedadgående. Herved dæmpes krængerorenes sekundære virkning. Dette kaldes "*differentieret*" rorudslag og findes på alle fly for at reducere den sekundære virkning af krængerorene.

De sekundære styreflader

Ud over de primære styreflader som bruges til at styre flyet, så har fly også flere 'sekundære styreflader'. De har ikke en direkte styrende funktion, men de bruges til at ændre de aerodynamiske forhold:

Flaps

Flaps er dele af vingen, som ændrer vingens aerodynamik. Vi vil kun behandle 'bagkant-flaps', som kan ændre vingens 'aerodynamiske' form fra at være meget 'flad', som er god til at flyve hurtigt, til at være krum,

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



der er god til at producere ekstra opdrift ved lav hastighed. Man får dermed en vinge, som kan optimeres til sin funktion under flyvningen.

Når flaps bevæges nedad, kaldes det 'positive flaps' og vingen bliver dermed mere krum (langsomflyvning). Når flaps bevæges opad, kaldes det negative flaps, som giver en mere flad vinge (hurtigflyvning). På nogle flaps-fly er flaps og krængeror koblet, så 'de hjælpes ad' (flaperon).

Landingsflaps, som bruges under landing, gør dels at det er muligt at flyve langsommere og dermed lave en stejlere nedflyvning, og dels at krængerorene ikke risikerer at stalle, når man flader flyet ud. Flaps findes på næsten alle UL-fly.

Der er begrænsning på, hvor hurtigt man må flyve med flaps aktiveret. 100 km/t til 120 km/t er normalt. Ved større hastigheder risikerer man at beskadige flaps og vinger.

På nogle UL-fly aktiveres flaps elektrisk.

Trim

De fleste UL-fly er udstyret med et trimsystem, som hjælper piloten med at holde den rigtige flyvehastighed. Dette sker ved at påvirke enten rortrykket på højderoret eller ved at påvirke selve højderoret til at holde en bestemt position ved hjælp af en trimklap.

Rortrykket påvirkes ved at indføre en fjederanordning mellem styrepind og højderorsstødstangen. På denne måde bliver pilot hjulpet til at holde den rigtige påvirkning af højderoret og dermed den korrekte hastighed.

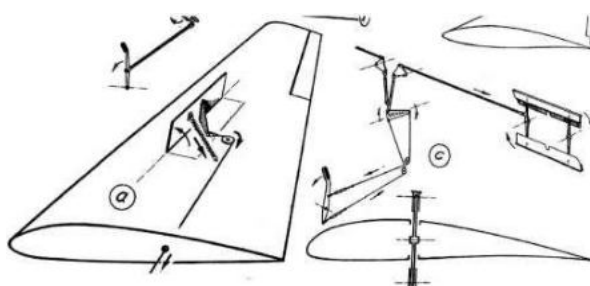
Også højderoret kan påvirkes, så det netop har den indstilling, som gør at flyvehastigheden bliver rigtig. Trimklappen får højderoret til at indtage den indstilling, der netop giver den rigtige hastighed.

Også trim aktiveres elektrisk på nogle fly.

Luftbremser

Findes kun på ganske få UL-fly, (men stort set på alle svævefly). Deres funktion er at forøge vindmodstanden (drag) af flyet, så man kan tillade sig at sænke næsen (dykke) uden at farten stiger. Dette betyder at man kan reducere flyets glidetal drastisk, hvilket er ønskeligt ved f.eks. landing på en kort bane eller mark. Hvis luftbremserne er placeret forholdsvis langt fremme på vingen, vil de ikke kun virke som bremsere, men også ødelægge noget af opdriften, så glidetallet reduceres yderligere.

Den mest udbredte type er "Schempp-Hirth" bremsen som 'parallel forskydes' ud af vingen, men på en del ældre modeller har man en 'spoiler', som er hængslet i forkanten og 'vipper' op, når den skal bruges. Nogle gange er brugen af luftbremser koblet med brugen af "landingsflaps".



(a) – Klassisk spoiler

c) – Schempp-Hirth bremsen svinger vinkelret ud i luftstrømmen

Sikkerhedsmæssige forhold

Et UL-fly skal være forsynet med sikkerhedsseler ved hvert sæde.

Alle betjeningshåndtag og kontakter m.v. skal let kunne betjenes fra førersædet (venstre sæde). Hvis flyet skal anvendes til uddannelse/skoling, skal det være muligt også at betjene håndtag og kontakter fra instruktørsædet (højre sæde). Håndtagene kan godt være fælles fra begge sæder, blot de er umiddelbart tilgængelige for både elev og instruktør.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Et særligt problem kan opstå i de fly, hvor hjulbremsen betjenes ved hjælp af pedalerne. Her er det uomtvisteligt nødvendigt med separate bremseanordninger til hvert sæde.

Hvis flyet har åbent cockpit, hvilket ofte er tilfældet på klasse A-fly, kan der i flyvetilladelsen være indføjet krav om brug af hjelm.

Motor og propel

Det enkelte fly er ifølge typecertifikat/kennblatt godkendt til en eller flere bestemte motorer og propeller. Hvis disse godkendelser ønskes fraviget, skal materielchefen i hvert enkelt tilfælde godkende dette. Propellens tilhørsforhold til det enkelte fly dokumenteres ved to mærkater, underskrevet af materielchefen. Det ene mærkat anbringes på propellen og det andet mærkat på/i flyet. Propellen er en vital del af flyet, og hvis ikke der passes godt på den, falder flyets præstationer. Den skal ofres nogen opmærksomhed, og efterses nøje i forbindelse med daglige inspektioner. En lille revne kan lynhurtigt udvikle sig til noget alvorligt. Også propellens forkanter skal være uden hakker, hvilket ofte kan opstå i forbindelse med stenslag, og så skal propellen naturligvis, som alt andet på flyet, holdes ren – også på bagsiden.

Der findes propeller af både træ og komposit, 2 og 3 bladede propeller. Træpropeller holder deres form under drift, hvorimod nogle kompositpropeller ændrer deres form under drift.

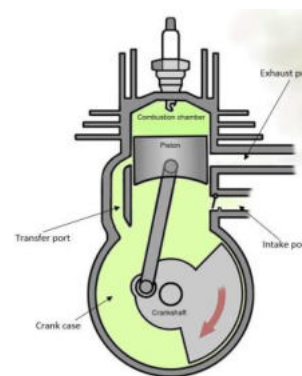
Der er også propeller man kan ændre bladvinklen (pitch) på under flyvning, så de får bedre egenskaber til stigning eller cruise og endelig er der *constant speed propeller* som automatisk ændrer bladvinklen i forhold til de motoromdrejninger piloten har valgt.

En enhed med konstant hastighed (CSU) eller propellerregulator er monteret på en af disse propeller for automatisk at ændre sin pitch for at forsøge at holde motorhastigheden konstant. De fleste motorer producerer deres maksimale effekt i et smalt hastighedsbånd. Motoren kan holdes i gang med sin optimale hastighed, uanset hvilken hastighed flyet flyver gennem luften. Tre metoder bruges til at variere pitch. Motorolietryk er den sædvanlige mekanisme, der anvendes i kommercielle fly og Continental- og Lycoming-motorer monteret på lette fly. Alternativt eller yderligere kan centrifugalvægte fastgøres direkte til propellen. Små, moderne motorer med en CSU, såsom ROTAX 912, kan enten bruge den traditionelle hydrauliske eller en elektrisk metode.

To-takts motorer

Som navnet antyder, arbejder en to-takts motor i to takter:

- en indsugningstakt, hvor **stemplet** på vejen ned suger/ henholdsvis trykker gasblandingen fra eks. **krumtaphuset** ind i cylinderen via skylleluftkanaler fra krumtaphuset til cylinderen
- en udstødnings/ kompressionstakt, hvor stemplet på vejen op først skaffer sig af med resterne fra tidligere forbrænding gennem udstødningsporten ca. midt på cylinderen og når stemplet har passeret denne – kompressionstakten, hvor den under indsugnings-takten indsugede gasblanding komprimeres og antændes af gnisten fra tændrørret.



Tværsnit af 2-takts motor

Totaktsmotoren har mange fordele – herunder at den er enkel, driftsikker og billig at fabricere – men har desværre også to væsentlige ulemper/problemer:

1. Problem: Da selve arbejdsprocessen i totaktsmotoren sker både på stemplets overside og på stemplets underside (i krumtaphuset), kan man ikke smøre totaktsmotoren som på en firetaktsmotor, hvor der er et selvstændigt smøresystem med **smøreolie**, som bliver sprøjtet eller pumpet rundt i motoren og samlet op igen i krumtaphuset, hvorfra olien kan bruges igen og igen. Derfor er det nødvendigt, at man i totaktsmotoren i stedet blander smøreolien (som regel 2 – 4 % af brændstoffet) med brændstoffet, enten ved at blande smøreolien med brændstoffet i brændstoftanken, eller ved at tilsætte det i karburatoren, lige inden brændstoffet blandet med luft suges ind i motoren. Det betyder, at udstødningen på en totaktsmotor indeholder

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



forbrændt eller uforbrændt smøreolie, som betyder, at totaktsmotoren forurener mere end firetaktsmotoren.

2. Problem: Da fyldning og tømning af cylinderen (over stemplet) sker samtidigt i en totaktsmotor, er det svært – eller umuligt – helt at undgå, at uforbrændt blanding, der kommer ind i cylinderen, blandes lidt med forbrændt blanding, der skal ud af cylinderen. Hvis den uforbrændte blanding ikke kommer helt ud, vil motoren ikke køre tilfredsstillende, og hvis der i stedet kommer lidt uforbrændt blanding med ud, inden stemplet når op og lukker for udgangen (hvilket i praksis er den mest sandsynlige løsning), kommer der uforbrændt blanding med ud i udstødningen, hvilket både er uøkonomisk og forurener.

Brændstof og olie

Flere UL-fly, fortrinsvis de ældre modeller både klasse-A og klasse-B fly, har to-takts-motorer. Flyets håndbog beskriver typisk minimumskravene til det brændstof og den olie, som motoren skal bruge. Disse værdier skal naturligvis overholdes, men brugere af sådanne fly skal være opmærksomme på, at brændstof, der har stået i lang tid i flyets tank, mister en del af de additiver, som flyets håndbog forudsætter ved anvendelsen af brændstoftyper. Hvis flyet skal stå ubrugt i længere tid – typisk et par måneder - bør brændstoffet tappes af flyet, så det ikke bliver for gammelt.

Der er også ganske bestemte kvalitetskrav til den olie, som blandes i benzinen. Der skal typisk bruges høj-kvalitetsolier til brug for motorer med høje omdrejninger. Hvis man ikke bruger den korrekte olie, er der risiko for, at der dannes aflejringer i motoren og for, at f.eks. stempelringe sætter sig fast og beskadiger cylindervæggene i motoren.

Motorens arbejdstemperatur

Der skal være et bestemt blandingsforhold mellem brændstof og den olie, der blandes i. Det kan være 1:40 eller 1:50, men blandingsforholdet mellem brændstof og luft i karburatoren er også vigtig. Hvis en motor normalt flyver i Danmark, hvor flyvepladsen typisk ligger 50 meter over havets overflade, vil den samme motor blive alt for varm, hvis den flyver i Frankrig eller Østrig på en flyveplads, der ligger i 700 meters højde. I sådanne situationer skal karburatoren stilles til at give en lidt federe blanding, end den man bruger i Danmark.

Hvis motorens udstødningstemperatur bliver for høj, må motorens omdrejninger reduceres, og det kan i sig selv være en risiko, hvis det kræver høje motoromdrejninger at passere en bjergkam el.lign. et sted, hvor landskabet ligger noget højere end i Danmark. Der er således et reelt sikkerhedsproblem i dette.

4-takts motorer

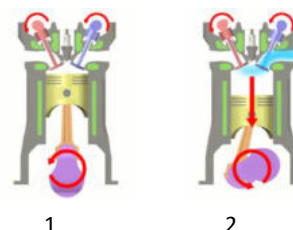
Nyere modeller af UL-fly klasse-B er som hovedregel forsynet med en 4-takts motor, som ganske vist generelt er lidt tungere end to-taktsmotorer, men også mere støjsvage. Den mest almindelige motor er den østrisk byggede ROTAX 912 UL eller ULS på hhv. 80 hk og 100 hk, som har vist sig at være særdeles driftssikre. Men det kræver selvfølgelig at de bliver vedligeholdt efter forskrifterne både med inspektioner og regelmæssige olieskift. Betegnelsen UL og ULS viser, at motoren ikke er certificeret, som den skal være hvis den er monteret i et fly under EASA bestemmelserne – men er ellers helt identisk 912 og 912 S.

Foruden ROTAX anvendes flere andre motorer, f.eks. JABIRO, der er australsk og oprindeligt bygget til montering i Jabiro's egne fly.

4-takts motorer i UL-fly drives af benzin, men i biler f.eks. anvendes ofte dieselmotorer.

Indsugning, kompression, tænding, udstødning – det er de fire arbejds-gange der driver en 4-takts motor. På de 6 illustrationer til højre ses skematisk hvordan en 4 takts motor arbejder.

1: Motoren er i stilstand med stemplet i top og både udstødnings- og indsugningsventiler er lukkede.



1

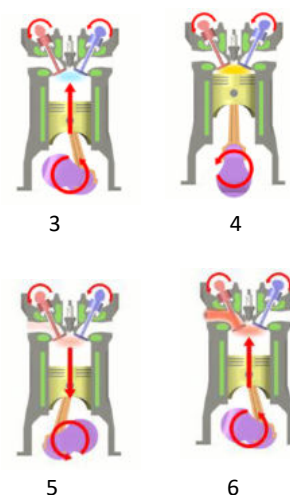
2

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



- 2: Indsugningstakten, hvor indsugningsventilen åbnes og benzin-luftblandingen suges ind i cylinderen
- 3: Stemplet bevæger sig mod cylinderens top, og der sker en kompression af brændstofblandingen.
- 4: Når stemplet er i top, antændes brændstof / luftblandingen af en gnist fra tændrøret.
- 5: Ved antændelsen sker der en udvidelse af denne blanding, som presser stemplet tilbage mod bunden af cylinderen, og kræfterne overføres fra stemplet til krumtappen og videre til gearkasse/propel.
- 6: Gasser fra forbrændingen stødes ud gennem udstødningsventilen. Ventilerne styres af en knastaksel, der via kæde, tandhjul eller på anden måde får overført kræfter fra krumtappen.



Brændstof

4-takts motorer flyver, som andre GA-fly, på AVGAS, altså en benzin med særlige egenskaber specielt beregnet på fly, men mere og mere almindeligt er det at de nu flyver på MOGAS, der er almindelig benzin som anvendes i benzinbiler. Producenterne angiver selv hvilken benzintype der må anvendes, og MOGAS foretrakkes ofte, da prisen er væsentlig lavere end for AVGAS. Men MOGAS bør ikke anvendes i større højder end 6000 ft. og i temperaturer $0/20^{\circ}\text{C}$ pga. risiko for dampplommer. AVGAS har et større indhold af bly, og medfører ofte større uønsket forurening af motoren, som derfor oftere skal inspiceres. Normalt kan en motor gå 100 timer mellem inspektioner og olieskift på MOGAS, men anvendes AVGAS nedsættes intervallet som regel til 50 timer. Nogle flyejere foretrækker fortsat at anvende AVGAS, idet denne type benzin ikke er så hård ved benzin-tank- og -slanger, da den ikke er tilsat bioethanol. Dieselmotorer anvendes ikke i UL-fly, og kun i ringe omfang i GA-fly.

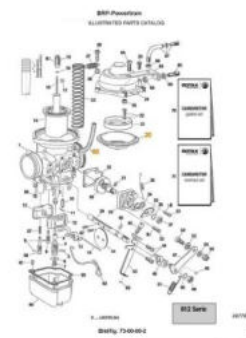
Karburator

En karburator er en mekanisk enhed, der blander luft og benzin i en forbrændingsmotor. Karburatorer bruges stadig i små motorer og i ældre biler. Direkte benzinindsprøjtning blev introduceret i biler i de sene 1950'ere, men først i de tidlige 1970'ere gjort til allemandseje.

Når karburatorer bliver brugt i størstedelen af UL-fly, som jo har stempelmotorer, er der nødt til at laves modifikationer til at forhindre mangel på benzin, når det bliver udsat for store g-kræfter.

Til højre ses en "eksploderet tegning" af en BING karburator, som bruges i stor stil til ROTAX motorer. Med alle de mange dele den består af, er der ikke noget at sige til, at det kræver nogen kendskab for at kunne justere den optimalt.

I karburatoren føres luftstrømmen igennem et venturirør, hvorved der sker en kraftig afkøling. Denne afkøling kan medføre dannelse af karburatoris, som forhindrer fri passage af benzin, reducerede motoromdrejninger og i værste fald kan medføre motorstop. På nogle fly er der monteret en forbindelse der leder varm luft fra udstødningsystemet hen omkring karburatoren, således karburatoris ikke kan opstå. Denne forbindelse er forsynet med et spjæld, som kan opereres af piloten. På andre fly anvendes varmen fra kølevandet. Først omkring 2012 lancerede BRP ROTAX en flymotor med direkte benzinindsprøjtning.



Kølesystem

Motorerne kan være luftkølede og/eller væskekølede. Cylinderne er forsynet med køleribber, således køleluften får en stor overflade at virke på. På fly der også er væskekølede, er der et system af rør og slanger, der transporterer kølevæsken rundt i motoren og ud i selve køleren, der er placeret så den kan få tilstrækkelig lufttilførsel. Vær opmærksom på at kølevandstemperaturen ikke bliver for høj (se i håndbogen). Det gælder især på varme dage og hvis flyet er læsset godt op med pilot, passager, bagage og brændstof.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Smøreolier

Der findes et utal af forskellige smøreolier, og hvilken skal man nu bruge? Det har producenten af flyet oplyst i AFM/AMM, og det bør man rette sig efter. Det er ikke ligegyldigt hvilken olie der anvendes, og skulle det ske, at motoren havarerer, kan det måske være svært at få erstatning, hvis der er anvendt en forkert type olie.

De fleste olier bliver lidt tykflydende når de er kolde, og har derfor svært ved at nå ud og smøre de vitale dele. Derfor skal man ikke lige fare ud og starte og så lette. Det er vigtigt, at olien i motoren er kommet op på den rette arbejdstemperatur (se i håndbogen), inden man starter med flyet. Det kan godt tage nogen tid inden arbejdstemperaturen, sædvanligvis min. 50°C er opnået. Desuden vil olietrykket nemt blive for højt, hvis der gives fuld gas med kold olie. Det er vigtigt hele tiden at holde øje med olietemperatur og –tryk.

Eftersynsintervaller

Både motor og propel er omfattet af visse eftersynsintervaller, som fremgår af flyets håndbøger og alle bør noteres i "Follow-Up-skemaet". Som nævnt skal flyet inspiceres af en flykontrollant efter 200 timer / 2 år, hvad der måtte komme først, for at få forlænget flyvetilladelsen, men herimellem – eller derudover – kan der være andre former for inspektion der skal udføres. Det kan f.eks. være motor, brændstofslinger, gearkasse, benzinpumpe m.m., og det er erfaringsmæssigt svært for den enkelte pilot at holde rede på alt det. Her er Follow-up skemaet en uvurderlig hjælp.

Luftdygtighed og vedligeholdelse

Hvornår er et UL-fly luftdygtigt ?

Et fly er først luftdygtigt og må bruges til flyvning, når materielchefen har godkendt det i forbindelse med import af det første eksemplar til DK. I denne godkendelse indgår en prøveflyvningsperiode på 25 timer, hvor flyet ikke må medtage passagerer, og alene må medføre to personer i forbindelse med omskoling af piloten.

Ligeledes skal flyet til stadighed være vedligeholdt efter forskrifterne for at bevare sin luftdygtighed. Hvis det ikke sker, vil flyet ikke være luftdygtigt.

Man kan opdele luftdygtigheden i to kategorier:

1. Den indledende luftdygtighed
2. Den fortsatte luftdygtighed

Den indledende luftdygtighed:

Når et fabriksnyt fly skal registreres i DK, skal fabrikanten stå inde for luftdygtigheden. I Europa fører nationale organisationer samlet i EMF (European Microflight Organisation) tilsyn med producenterne og foretager jævnlig audits for at sikre, at fabrikanterne til stadighed overholder deres procedurer og dokumentation for standarder og kvalitet.

Efter aftale med styrelsen godkender DULFU typecertifikater fra Tyskland, England, Sverige og Tjekkiet. Er flyets typecertifikat fra et andet land, kan et såkaldt "Kennblatt" udfærdiget af DAeC (Deutsche Aero Club) som regel godkendes som grundlag for godkendelse af et UL-fly.

Ansøgning om registrering indsendes via DULFU's sekretariat til materielchefen, der gennemgår dokumentationen på flyet. Når materielchefen har godkendt flyet, tildeles det af sekretariatet et unikt registreringsnummer, som beskrevet i komp. om Luftfartsret. Dette nummer er sædvanligvis reserveret på forhånd, idet flyet under færeflyvning og prøveflyvning skal være forsynet med dansk registrering.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Ved registreringen skal fabrikanten levere en række dokumenter:

- En prøveflyvningsrapport
- En vejer rapport
- En konformitetserklæring på flyet
- Et typecertifikat
- En vedligeholdelseshåndbog (Aircraft Maintenance Manual - AMM)
- En flyvehåndbog (Aircraft Flight Manual – AFM)
- Dokumentation på ”komponenter” såsom motor, propel, instrumenter m.m.

Også hvis det er et brugt fly, skal ovenstående dokumenter samt i øvrigt alle papirer, som beskriver flyets reparationer og vedligeholdelse, medfølge. Flyets journaler skal også medfølge, så flyvetider m.m. kan dokumenteres. Man skal med andre ord have dokumentation for hele flyets levetid.

Der skal laves en modtagelsesinspektion af en flykontrollant, som gennemgår flyet svarende til en 2-årlig eller 200 timers inspektion. UL-fly opfylder ikke gældende standardkrav til luftdygtighed, og der skal derfor være et rødt skilt anbragt på et for en passager et synligt sted med teksten:

”DETTE FLY OPFYLDER IKKE STANDARDLUFTDYGTIGHEDSKRAVENE”

I modtagelsesinspektionen indgår også en støjmåling af flyet. Denne støjmåling har til formål at fastslå hvor høje omdrejningerne motoren kontinuert må operere med for ikke at overskride et støjtryk på mere end 60 dB under overflyvning i 500 ft. Under start må dette omdrejningstal naturligvis godt overskrides.

Flykontrollanten udfærdiger en inspektionsrapport over modtagelsessynet og eventuelt en ny vejer rapport, hvis der f.eks. monteres eller fjernes instrumenter fra flyet. Vejer rapporten er bl.a. grundlaget for at kunne beregne flyets tomvægt og flyets tyngdepunkt samt tilladt medbragt vægt i form af personer, benzin og bagage. Der skal endvidere anbringes et skilt i cockpittet der oplyser om flyets egenvægt og om tilladt medført vægt i form af besætning, bagage og benzinmængde.

Den fortsatte luftdygtighed

Styrelsen har udgivet BL 1-2, BL 1-3 og BL 1-12 vedr. vedligeholdelse af fly. BL 1-3 vedrører alene Annex I-fly, hvorunder hører UL-fly, som er nationalt regulerede.

I pkt. 7 står følgende anmærkning:

anm. 2: Godkendte personer/organisationer omfatter personer og organisationer, der er godkendt, herunder ved delegering af Trafikstyrelsen til vedligeholdelse af identificeret luftfartøjsmateriel. Godkendte personer omfatter også personer, der er certificeret i henhold til BL 6-65 med relevant typepåtegning i Part 66 AML under afsnit XIII ”national privileges”. Disse personers rettigheder er begrænset efter samme retningslinjer som angivet i M.A.801(b)(2), herunder undtaget arbejde som angivet i Part M appendix VII

DULFU er qua BL 9-06 en godkendt organisation, der ved delegering fra styrelsen har rettigheden til selv at vedligeholde UL-fly.

Forpligtelser:

Ejeren og brugeren af et fly er ansvarlige for den flyets fortsatte luftdygtighed og skal sikre, at

- Flyet holdes i en luftdygtig tilstand
- Flyvetilladelsen er gyldig
- Vedligeholdelsen af flyet er udført i h.t. flyets håndbog

Tekniske meddelelser (TM) fra flyfabrikanten

Normalt er det flyfabrikanten, som udsteder tekniske meddelelser om arbejder og ændringer, som skal foretages ved et fly. Disse tekniske meddelelser kan være obligatoriske eller frivillige.

For tekniske meddelelser gælder det, at de skal beskrive, hvem der må kvittere for udførelsen af dem. I

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



nogle tilfælde må piloter, der er omskolet til flyet, skrive for udførelsen, medens andre meddelelser kan kræve, at en flykontrollant kvitterer for udførelsen.

Service Bulletins (SB)

Fabrikanten af flyet eller komponenterne kan udsende Service Bulletins, hvori de anbefaler f.eks. en opgradering eller lignende. En Service Bulletin er ikke obligatorisk, men et forslag til forbedring.

Materialer og værktøj til vedligeholdelse og reparationer

Generelt skal man følge fabrikantens anvisninger af hvilke materialer der skal bruges til vedligeholdelse og reparationer. For visse typer dele, f.eks. skruer, bolte og møtrikker, findes der europæiske standarder (EN, LN, DIN osv.) som fabrikanten har brugt i produktionen og disse kan man i princippet købe frit på markedet, men man bør være opmærksom på hvorvidt de er fabrikeret af en godkendt producent - ellers køb fra fly-fabrikanten, som kan certificere delene. Der er eksempler på, at standarddele, uagtet deres produktbeskrivelse ser tilforladelig ud, ikke opfylder de krav man skal stille til dele der anvendes til reparation af fly. Man kan jo ikke lige holde ind til siden, hvis f.eks. en bolt knækker eller lignende.

Værktøj til brug for reparationer og vedligeholdelse bør holdes separeret for andet værktøj, så det ikke bruges til andre formål end fly-vedligehold, og opbevares, så det er let at få et overblik over, om noget mangler. Dette kan gøres med en værktøjstavle hvor der er malet en silhuet af værktøjet, eller et værktøjskabinet, hvor værktøjet f.eks. ligger i udfræsede skummåtter. Hvis man på tavlen kan se en silhuet eller der er en tom udfræsning i skummet, mangler noget værktøj, som potentielt kan være efterladt i flyet. Det skal findes, så det ikke kan lave skader under flyvning.

Visse typer værktøj skal også kalibreres med jævne mellemrum for at dokumentere, at de overholder gældende tolerancer. Dette gælder f.eks. moment-nøgler, som bruges til at spænde bolte og møtrikker og de vægte, som bruges til at veje flyene.

Periodisk 2-års/200-timer inspektion

Når flyet er vedligeholdt og/eller repareret i henhold til flyets reparationsforskrifter, kan det fremstilles til inspektion, som foretages af en flykontrollant. Flykontrollanten gennemgår flyet og flyets papirer samt dokumentationen for vedligeholdelsen og eventuelle reparationer. Det hele dokumenteres i en Inspektionsrapport. Inspektionen sker i henhold til DULFU's anvisning.

Hvis der ikke findes fejl eller mangler, kan kontrollanten frigive flyet til tjeneste i yderligere 2 år /200 timer, men visse driftstids- eller kalenderbestemte inspektioner kan blive aktuelle inden da.

Det er vigtigt, at flyets rejsedagbog samtidig opdateres med hvilke nye forfald flyet vil have i form af starter/tider/dato.

Hvornår er et UL-fly ikke luftdygtigt ?

Den fortsatte luftdygtighed er afhængig af, at de tidsfrister og antal operationer som gælder for fly og komponenter overholdes. Endvidere skal tekniske meddelelser være gennemført indenfor de angivne tidsfrister. Er disse forhold ikke overholdt, er kan luftdygtigheden være bortfaldet.

Det er derfor helt afgørende, at piloten – og ejeren – er opmærksom på de mange forskellige frister, der skal overholdes.

Men ud over den fortsatte luftdygtighed kan luftdygtigheden også være i fare, hvis flyet udsættes for ekstraordinære begivenheder. Generelt mister flyet sin luftdygtighed, hvis det får egentlige skader. Ingen er formentlig i tvivl om, at luftdygtigheden er faldet bort, hvis flyets bagkrop er knækket, men det er straks mere usikkert, hvis flyet f.eks. har lavet en meget hård landing, men umiddelbart ikke har nogen synlige skader. I sådanne tilfælde skal flyvetilladelsen sendes til sekretariatet, der afventer en rapport fra en flykontrollant, før der udstedes en fornyet flyvetilladelse.

Når et fly har været udsat for en hård belastning, skal der som minimum udføres dagligt tilsyn på flyet, og

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



flyet bør endvidere inspiceres af en sagkyndig – f.eks. en flykontrollant. Der findes flere eksempler på, at skader først er dukket op, når flyet er blevet taget ind på værksted i forbindelse med vinteroverhaling. Dette kan medføre, at flyets kaskoforsikring ikke dækker reparationen, idet en skade normalt skal være anmeldt en vis tid efter et uheld.

Se endvidere på side 7 hvornår et UL-fly bliver uluftdygtigt.

Follow-up skema

Det kan være svært at huske hvornår flyet og de forskellige komponenter skal have foretaget eftersyn /vedligeholdelse. Der kan med fordel laves et Follow-up skema, hvori alle de forhold som er beskrevet i flyets håndbog med forskellige intervaller er indført. Ved hver komponent er beskrevet hvornår den er installeret, hvilket time/start-tal det skete ved og dato, og hvornår den næste gang skal have et eftersyn. Der kan være mange grunde til at et fly ikke længere er luftdygtigt, men får man systematiseret vedligeholdelsesterminerne er det ulige nemmere at holde styr på dem.

Andre eftersyn

Inspektion efter unormale påvirkninger:

Hvis et fly har været udsat for unormale påvirkninger, skal det inden det atter tages i brug, efterses af en flykontrollant. Unormale påvirkninger er f.eks. også hvis Vne har været overskredet, uanset der kan konstateres skader på flyet eller ikke.

Flykontrollanten kan kvittere i flyets journal: "Inspektion efter unormale påvirkninger. Ingen fejl konstateret" Der skrives datoen for eftersynet samt underskrift og stemples med kontrollantens stempel.

Inspektion til havarirapport:

Havarirapporter skal som hovedregel vedlægges en detaljeret beskrivelse af skadens omfang.

Inspektion efter reparation:

Efter enhver reparation eller modifikation, skal flyet underkastes en inspektion, som skal udføres af en flykontrollant.

Flykontrollanten skal påse, at reparationen/modifikationen er fuldt dokumenteret hvad angår:

- Reparationsforskrifter
- Reparationsmetoder
- Råmaterialer
- Reservedele
- Standard forbrugsmaterialer

Dagligt tilsyn:

Før hver flyvedags første flyvning, skal der udføres dagligt tilsyn. Efter DT skal der kvitteres for dagligt tilsyn i flyets journal før dagens første start. Kun piloter med certifikat, som er omskolet til typen, må kvittere for DT (Dagligt tilsyn).

EL-systemer

Magnettænding.

Medens batteritænding anvendes i biler, hvor der alligevel skal anvendes strøm til selvstarter og lys, anvendes der næsten altid "magnettænding" til fly, traktorer m.fl. Til at frembringe strømmen anvendes et højspændings-magnetapparat. Højspændingsmagneten af en eller flere permanente hesteskomagneter med påskruede pol sko af blødt jern.

DULFU

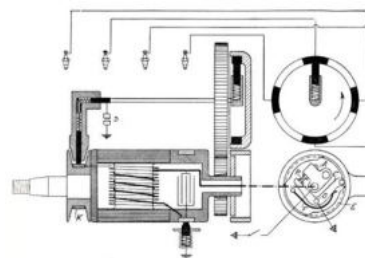
Generel viden om Luftfartøjer



Når ankeret roterer, opstår der nu et magnetisk felt mellem polerne. På højspændingsmagnetens anker er der to spoler, der minder en del om spolerne på en induktionsrulle – en tyk i få vindinger, der brydes automatisk, og en tynd i en mængde vindinger, hvori der induceres en højspændt strøm, hver gang den svære ledning brydes. Den svære ledning med de få vindinger kaldes “den primære strømkreds” og den tynde ledning med de mange vindinger “den sekundære strømkreds”.

På tegningen til højre er der lagt et snit på langs gennem en højspændingsmagnet, som skematisk antyder dens vigtigste dele.

På det roterende anker findes den primære strømkreds, hvis ene ende forbindes til “massen”, medens den anden føres isoleret gennem kondensatoren og den hule ankeraksel til “knikseren”, der er en afbrydermekanisme, der virker på følgende måde: På en skive på ankerakslen sidder den isolerede arm A med en skrue, der berører en skrue i en vinkelvægtstang C. Denne er drejelig omkring O. En fjeder F holder de to skrue mod hinanden, og strømkredsen er sluttet gennem “massen”. Uden om den roterende skive er anbragt en ring med knasterne E, og hver gang vægtstangen passerer knasterne, afbrydes strømkredsen ved skrue P (“platinernerne”), altså to gange for hver omdrejning af akslen. Afbrydelsen kan indstilles til at foregå lidt før eller senere ved at dreje håndtaget, der sidder på ringen, mod eller med omdrejningsretningen.



Tilbage til den sekundære strømkreds, hvis ene ende ligeledes er forbundet til “massen”, medens den anden er ført til slæberingen K og derfra gennem kulbørster til fordelerskiven. Fordelerakslen drives fra ankerakslen gennem tandhjul, hvis tandantal forholder sig som 2 :1.

Da nu den primære strømkreds brydes to gange for hver omdrejning af ankeret, vil der induceres 4 strømstød i den sekundære ledning for hver omdrejning af fordeleren. Fra denne føres de fire ledninger til hver sit tændrør, hvorfra strømmen ledes retur gennem “massen”, d.v.s. motorens jerndele.

Hvis motoren drejes, medens tændrørene er fjernede, eller hvis et af tændrørene ikke tænder, så vil spændingen stige, og der kan være fare for kortslutning mellem ankerets vindinger; forinden vil strømmen dog kunne udlades gennem sikringen S.

Da strømstyrken i en spole er afhængig af antallet af magnetiske kraftlinier, der overskæres, vil strømmen to gange få maksimum for hver omdrejning af ankerakslen.

For år tilbage var der ikke krav om dobbelt tændingssystem, så derfor vil man stadig kunne se UL-fly med kun enkelttænding, hvorimod nyere fly altid har dobbelttænding – dvs. 2 af hinanden uafhængige kredsløb og med to tændrør i hver cylinder. Skulle der opstå fejl i det ene kredsløb, kan man fortsætte flyvningen på det andet til en sikker landing.

Batterier – ydelse og begrænsninger

Mange UL-fly har i dag en del elektroniske instrumenter, som f.eks.:

- Radio
- Transponder
- GPS
- EI-Variometer
- Kunstig horisont eller drejningsviser
- --- og alle disse instrumenter eller en del af dem, kan være samlet i et display, der nærmest er en form for I-pad eller lignende, og hvorfra man kan få informationer om position (moving map), olie-temperatur og m.m.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Flyene har også en selvstarter, i hvert fald de fleste, som kræver en del strøm, og derfor skal man sikre sig, at det anvendte batteri har tilstrækkelig kapacitet. Nogle få ældre typer skal dog startes med håndkraft ved at slå motoren i gang med propellen – hvilket ikke er helt ufarligt. Det er set, at et fly er "gået solo" fordi piloten havde glemt at bremse det inden motoren blev startet. Det er naturligvis for at spare på vægten af en selvstarter.

De fleste litium batterier der bruges i UL-fly har 14,4V max lade spænding som også er tilfældet for et bly batteri. Den største risiko for litiumbatterier er en defekt eller en forkert lader. Er flyet instrumenteret med et voltmeter og batterispændingen stiger over 14,4V bør man afbryde sikringen, som ofte er placeret i instrumentbræt, mellem lader og batteri. Batteri spænding bør være mellem 12,6V og 14,4V .

Hvis batteriet ikke selv har et synkroniserings kredsløb, kan man måle og evt. få cellerne synkroniseret. Synkronisering betyder at alle 4 celler skal være ladet lige meget. Hvis en celle er lidt dårligere end de andre, vil den måske ikke blive ladet helt op og/eller de andre blive overladet. Batterier er normalt "Cell Matched" hvilket betyder de 4 celler burde være ens.

Batteriers vægt var længe et problem for UL-fly, der altid skal undgå for megen vægt. Over tid lykkedes det at fremstille meget lettere batterier (litiumbatterier), hvorved vægten blev reduceret med omkring 2/3 – men der er til gengæld også en væsentlig prisforskel.

Hvis man oplader et litium batteri, f.eks. hvis der er relativt længe imellem flyet anvendes, er det vigtigt at bruge en oplader der passer til batteriet – hvis der bruges en forkert oplader vil risikoen for uoprettelige skader være stor.

Magnetisme

Elektriske kredsløb skaber ofte magnetfelter, hvilket f.eks. kan gøre det meget svært at få et kompas til at vise korrekt kurs. I sådant et tilfælde må man prøve at afskærme kompasset mest muligt, evt. ved at ændre ledningsføringen eller afskærme ledningen.

Sikringer

Der findes en hel del elektriske kredsløb, selv i små UL-fly. Fejl i elektrisk kredsløb kan medføre brand, og det er jo ikke muligt lige at holde ind til siden og forlade et brændende fly. Det kan også medføre skade på instrumenter, radio, transponder m.v. Alt det forsøger man at sikre sig imod ved at indskyde sikringer mellem de forskellige komponenter og strømkilden. Hvis der f.eks. bliver for stor spænding eller styrke, vil sådanne sikringer afbryde det elektriske kredsløb. Den mest almindelige type sikring der installeres i fly, er små automatsikringer, som monteres i instrument bordet og ofte i en række med flere. Disse sikringer afbryder kredsløbet hvis der opstår en spidsbelastning, og med et tryk kan strømforsyningen genetableres, hvis der kun lige har været tale om et kortvarigt hændelsesforløb. En anden type er smeltesikringen, hvor en lille tråd i sikringen smelter ved overbelastning. Det er lidt upraktisk med sådanne sikringer der helt skal skiftes, da det er noget bøvl at skulle skifte en sådan under flyvning – så er det nemmere med et tryk.

Statisk elektricitet

Statisk elektricitet opstår når ikke ledende materialer udsættes for gnidning, tryk, varme eller andre påvirkninger. Der bliver opbygget ladninger på hele eller dele af en overflade. Dette kan forårsage nogle miljømæssige udfordringer.

Disse udfordringer kan bestå af utilsigtet sammenklæbning eller frastødning af folier eller emner, tiltrækning af støv, afgivelse af ubehagelige elektriske stød til personer, der kommer i nærheden, forstyrrelse af funktionen af elektronisk udstyr, dannelse af gnister (brandfare) ,eller andre uønskede resultater.

Statisk elektricitet kan opstå alene ved den gnidningsmodstand et fly bliver udsat for under flyvning, og da fly som regel står på gummihjul, vil det ikke blive afladet ved landing.

Det er derfor særdeles påkrævet, at der inden tankning af flyet etableres en eller form for afladning af flyet, da der ellers kan springe gnister mellem slangestuts og påfyldningsstuts – og det kræver ikke megen fantasi at forestille sig hvad det kan medføre. Det er flere gange sket, at der er opstået brand ved tankning af fly,

og benzinbrande opstår jo nærmest som en eksplosion.

8.2 Instrumenter

Tryksystemer i UL-fly

Det statiske tryk

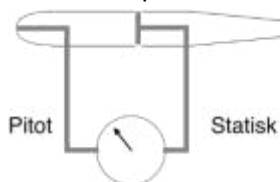
Det tryk som påvirker flyet, når det står stille og som findes i den fri luft omkring flyet i samme højde kaldes det statiske tryk. Dette tryk kan bruges til højdemåleren, men ikke til fartmåleren m.fl.

Det dynamiske tryk

Dynamisk tryk opstår når luftfartøjet bevæger sig igennem luften. Det dynamiske tryk er afhængig af flyets hastighed – jo større hastighed – jo større tryk.

Pitottryk

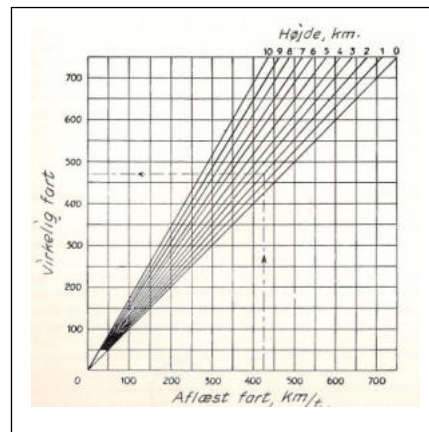
På motorfly, hvor der sidder en propel forrest, som blæser luften ned langs kroppen kan man IKKE måle Pitot eller Statisk tryk tæt på kroppen. De har derfor et pitot-rør (med tilhørende statisk åbning), placeret udenfor slipstrømmen fra propellen. Typisk sidder det under vingen eller på forkanten af vingen – i begge tilfælde så langt fra kroppen, at påvirkningen fra propellens slipstrøm ikke har indflydelse på målingerne.



Det opståede tryk føres via rør/slanger til de respektive instrumenter som f.eks. fartmåleren og udnyttes af flyets instrumenter til bl.a. fartmåler og gyroinstrumenter som f.eks. kunstig horisont.

Fejlvísning som følge af placering af det pitotstatiske system

Det er næsten umuligt at placere pitotrøret og de statiske indtag 100% optimalt under alle hastighedsforhold. Derfor findes der ofte en graf, som vist på illustrationen, i flyets håndbog, som viser hvilke fejl, der kan være ved forskellige hastigheder.



Som det ses af ovenstående beskrivelse, kan der være en lille fejl i måling af statisk tryk og dermed også i fartmålervisningen. Men alle afmærkninger og grænseværdier, som findes i flyet og flyets håndbog, har indregnet denne fejl. Piloten skal således ikke korrigere for denne afvigelse, men blot anvende fartmålerens visning. I øvrigt vil det i det i langt de fleste tilfælde være uden betydning for UL-fly, der højst må flyve i 9500 ft og højst med ca. 250 – 300 km/t.

Da selv små trykforskelle kan give fejlvísning på fartmåleren, er vi nødt til at "tage middelværdien" mellem højre og venstre side. Statiske åbninger er derfor ofte lavet som 'par', så de sidder overfor hinanden, på hver sin side af kroppen.

Forbindelser til fartmåleren og højdemåleren kaldes det Pitot-Statisk system.

Højdemåleren er forbundet til statisk åbning som er upåvirket af propellens slipstrøm. Højdemåleren er kun forbundet med én slange.

Fartmåleren er forbundet til pitotrøret forrest på flyet og statisk åbning. Begge er anbragt, så de er upåvirket af propellens slipstrøm. Fartmåleren er derfor forbundet med to slanger.

Variometeret er forbundet til en termoflaske og til en åbning på flyet.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Minimumsudrustning

Et UL-fly skal som minimum være udrustet med

- højdemåler
- fartmåler
- magnetisk kompas (elektronisk kompas alene er ikke accepteret)
- omdrejningstæller (motoromdrejninger)
- godkendte fastspændingsseler

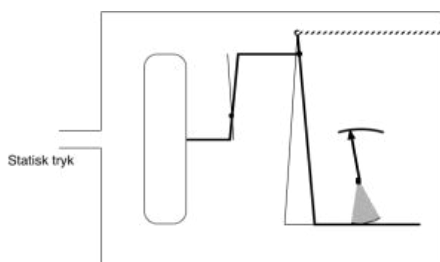
Det kan være en særdeles god idé at have monteret et variometer, som viser flyets bevægelser i det vertikale plan såvel som en brændstofmåler.

Hvis ovennævnte minimums udstyr ikke er funktionsdygtigt, må flyet ikke flyve.

Hvis f.eks. en radio, som ikke er nævnt som minimumsudstyr, ikke fungerer, hindrer det ikke at flyet må flyve, men flyet må naturligvis ikke flyve i luftrum, hvor der kræves radio for at flyve.

Højdemåler

Højdemåleren er vigtig for at kunne vise flyvehøjder ift. f.eks. kontrolleret luftrum. UL-fly må flyve op til 9500 ft, men er højdemåleren ikke TSO/ETSO godkendt, kalibreret på et godkendt værksted eller godkendt af flyets producent, må et UL-fly ikke flyve højere end 3500 ft.



Højdemåleren er sådan set blot et specielt kalibreret barometer. Den baserer sig ligesom et barometer på en lufttom membrandåse (kaldet aneroid). Når lufttrykket falder med højden, vil dåsen udvide sig, når højden stiger, og dette vises så som "højde" på instrumentet.

Højdemåleren måler i princippet det statiske tryk udenfor eller i flyet og viser det som en højde. Da trykket ved jordens overflade kan variere, er man nødt til at kunne 'nulstille' højdemåleren, så dens visning svarer til det aktuelle tryk. Højdemåleren forbundet til 'den statiske åbning', som er

et sted på flyet, hvor trykket er næsten det samme, som hvis flyet stod helt stille.

Højdemåleren indstilles enten på trykket ved flyvepladsen (QFE) eller på trykket ved havoverfladen (QNH).

Indstilles højdemåleren på 'QFE' når flyet holdet på flyvepladsen, viser højdemåleren "0", og ved 'QNH' viser den flyvepladsens højde over havets overflade.

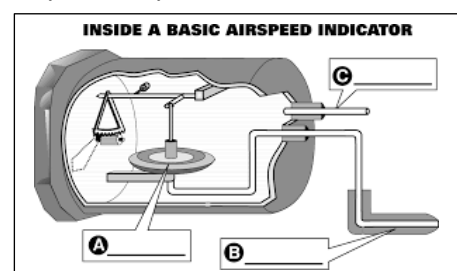
Måleenheden er hPa (Hectopascal), som typisk kan ses i et lille vindue på højdemåleren.

Højdemålere er baseret på "ICAO standardatmosfæretryk" på 1013,2 hPa, og den viser derfor ikke "den rigtige" højde, da trykket sjældent svarer til "standardatmosfæren". Da alle højdemålere er kalibreret mod det samme standardatmosfæretryk, vil to fly, der har samme visning på højdemålerne, være i samme højde, under forudsætning af at de har samme tryk indstillet på trykskalaen.

Hvis instrumenterne ved en fejl ikke er tilsluttet flyets instrumentslanger, vil højdemåleren være det eneste instrument, som fortsat virker og viser den rigtige højde, med mindre flyet har trykkabine.

Fartmåler

Fartmåleren måler trykket i pitotrøret (Pitot-tryk) *i forhold til* trykket udenfor flyet (statisk tryk). Det betyder, at det dynamiske tryk = 0, når flyet står stille (dvs. at Pitot-tryk = Statisk tryk), med mindre flyet er påvirket af vind, medens det står på jorden. Hvis



DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



fartmåleren ved en fejl ikke er tilsluttet pitotrøret, vil den ikke give noget udslag. Det dynamiske tryk afhænger af flyvehastigheden, hvis flyet flyver, eller af vindhastigheden, hvis flyet står på jorden, og luften er i bevægelse i form af vind.

Det dynamiske tryk afhænger også af højden. Jo højere flyet befinder sig, jo lavere vil den indikerede flyvehastighed på fartmåleren være. Det betyder, at med samme fartmålervisning vil den reelle flyvehastighed i stor højde vil være højere end i lav højde og omvendt. Derfor skal flyet ikke flyves med en højere indikeret hastighed i stor højde end i en lavere højde.

Fartmåleren er, som højdemåleren, baseret på en aneroid (en lufttæt dåse der påvirkes af tryk), med den ene side forbundet til pitot- trykket (B). Selve mekanikken er anbragt i et instrumenthus med en udgang til statisk tryk (C). Fartmåleren måler det "dynamisk tryk" via pitottrykket (B), da det er baseret på flyets bevægelse gennem luften. Der er normalt ingen 'nulstilling' da fartmåleren skal vise "0" når flyet står stille.



Fartmåleren kan have følgende farvemærkninger:

- Grønt område (fulde rorudslag tilladt)
- Gult område (begrænset ror udslag – max 1/3-del rorudslag)
- Rød streg = Vne (max hastighed= Velocity never exceed)
- Gul trekant (Anbefalet indflyvningshastighed ved fuld vægt i vindstillevejr – oftest på svæveflyinstrument)
- Hvid afmærkning for begrænsning for brugen af flaps

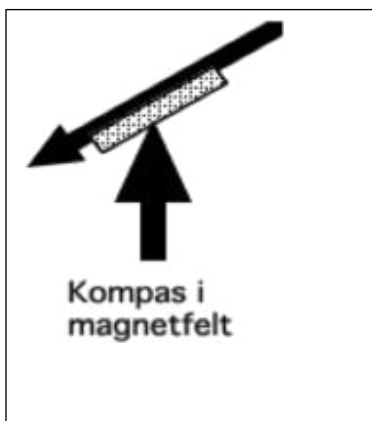
Farveafmærkninger vil variere alt afhængig af flytype. Husk altid at læse flyets håndbog, da der ikke nødvendigvis er farveafmærkninger i det fly du skal anvende, eller fartmåleren kan være skiftet ud med et instrument fra et andet fly.

Kuglelibelle (krængningsviser)

Kuglelibellen har til formål at vise, om flyet flyver rent. Hvis kuglen ligger i midten, er vingerne vandrette under ligeudflyvning, og ligger den i midten i et drej, har flyet den korrekte krængning ift. det drej, som flyet udfører. Hvis den skrider ud til en af siderne flyver man enten med forkert krængning eller forkert påvirkning af sideror og skal altså "hælde" den tilbage til midten med styrepinden eller sparke den på plads med pedalerne. Som regel vil det være i en kombination heraf.

Termometer

I UL-fly skal der ikke være et termometer til måling af udendørstemperaturen, da luftens temperatur kun har ringe indflydelse på flyets præstationer. Ved risiko for overisning kan det være en fordel at kende luftens temperatur, men uden også at kende luftfugtigheden er termometeret ikke i sig selv særlig værdifuldt.



Kompass

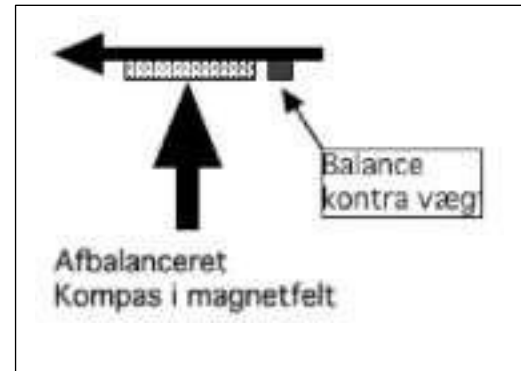
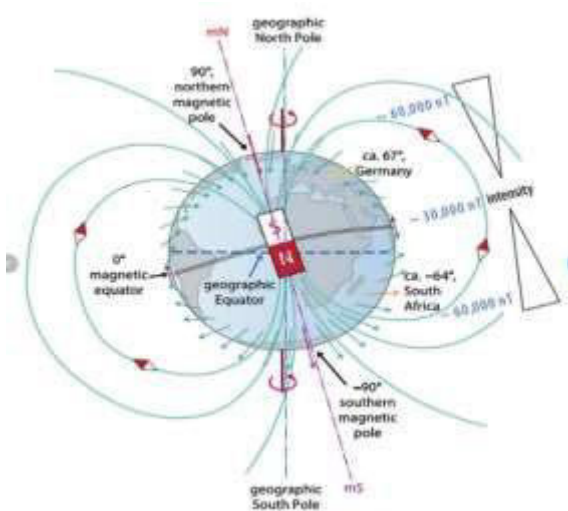
De fleste mennesker kender et kompass som en lille magnet, der er ophængt på en nålespids, og som altid peger mod nord. Da den balancerer og er vandret, ser den således ud:

Men dette er ikke hele sandheden, for de magnetiske feltlinjer fra jordens magnetfelt løber ikke pænt lige hen over jordoverfladen. Jordens magnetfelt ser en del anderledes ud:



DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Da feltlinjerne går ret stejl ned gennem jordens overflade, vil magnetnålen altså hænge skævt, og det vil give fejlvisninger. For at kompensere for dette påmonterer man en lille kontravægt på magnetnålen, som vist på figuren til højre.

Kompasset er påvirket af misvisning, som skyldes to forhold: Jordens magnetiske nordpol befinder sig et andet sted end den geografiske nordpol (variation), og påvirkninger af metal eller elektricitet i flyet (deviation).

Det betyder, at magnetnålen er i balance, men KUN når den udsættes for 1g - dvs. under ligeud flyvning med konstant hastighed, eller med andre ord: Den viser ikke rigtigt, når man drejer, øger hastigheden eller reducerer hastigheden! Desuden skal man huske, at magnetfeltets "dykvinkel" og udsving varierer afhængigt af hvor på jorden man befinder sig.

Et almindeligt "spejderkompas" virker således kun korrekt her på den nordlige halvkugle. Ud over dette vil kompasset også blive påvirket af magnetfeltet fra magnetiske kilder i flyet. De fejl, der forekommer pga. magnetfelter i flyet, kaldes kompassets deviation. Man kan delvist kompensere for dette vha. nogle justerbare magneter i kompasset. En evt. restfejl dokumenteres vha. en deviationstabel.

Kompasset er krævet i alle fly med motor, herunder også svævefly med motor. Kompasset skal kontrolleres for nøjagtighed efter producentens forskrifter eller efter bestemmelserne i AIC B 16/12, der foreskriver at et kompas skal kontrolleres mindst 1 gang årligt. Den tilhørende deviationstabel skal befinde sig i umiddelbar nærhed af kompasset.

Variometeret:

Dette er ikke et krav, men som så mange andre instrumenter et værdifuldt hjælpemiddel, der viser flyets bevægelser i det vertikale plan (stig/synk)

Vi ved allerede, at trykket vil falde, når vi stiger, mens det stiger, når vi synker. Hvordan kan vi så måle, om vi stiger eller synker ?

Hemmeligheden ligger i en termoflaske med et lille hul (kappilar åbning) forbundet til det statiske tryk, den vil vise hvad trykket var "for lidt siden". Den vil følge med når trykket ændrer sig, men hele tiden "være lidt bagud".

Hvis vi sammenligner trykket i flasken med det statiske tryk udenfor, har vi et mål for om flyet stiger eller synker:

- Når vi stiger, vil trykket falde, og så vil trykket i flasken hele tiden være lidt højere end det statiske tryk.
- Når vi synker, vil trykket stige, og så vil trykket i flasken hele tiden være lidt lavere end det statiske tryk.

Man kan derfor måle om vi stiger eller synker ved at:

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



- Måle om trykket i flasken er højere (stiger), eller lavere (synker) - Dette princip bruges i dåse-variometeret.
- Måle om luften løber ud af flasken (stiger), eller løber ind i flasken (synker) - Dette princip bruges i pladevariometeret.

Hvis man vil undersøge, om et mekanisk variometer er korrekt tilsluttet den tilhørende termoflaske, kan man klemme den slange sammen, som forbinder variometeret med termoflasken. Hvis man gør det, vil variometeret vise stig.



Variometeret er et meget følsomt instrument, og termoflasken må derfor IKKE placeres et sted, hvor solen skinner f.eks. oppe ved instrumentbrættet. Det skal gemmes godt nede i flyet, hvor der er skygge hele tiden. Hvis temperaturen i "flasken" bare ændrer sig med 1 °C/ minut, resulterer det i en fejl på 0,5 m/s. Det er netop for at undgå temperaturfejl, at man anvender en termoflaske og ikke bare en almindelig flaske.

Sammenfatning:

- Variometeret måler om luften løber ud af, eller ind i en beholder (termoflasken).
- Beholderen og luften inden i beholderen må ikke skifte temperatur, og beholderen er derfor lavet som termoflaske.
- Variometeret er tilsluttet til en trykåbning (statisk), og til en termoflaske. Der er derfor 2 tilslutninger på et variometer.

Brændstoffmåler

Navnet i sig selv fortæller jo, at dette instrument oplyser om den aktuelle mængde brændstof. Der er forskellige former for brændstoffmålere. De almindeligste fungerer som dem vi kender fra biler, hvor en flyder i brændstoftanken er koblet sammen med et viserinstrument og viser den aktuelle brændstofbeholdning. Der er som regel et instrument for hver tank.

Andre består af en gennemsigtig slange der er monteret øverst og nederst på den enkelte tank og ført ind i cockpittet. Man kan således umiddelbart aflæse hvor meget brændstof der er i tanken.

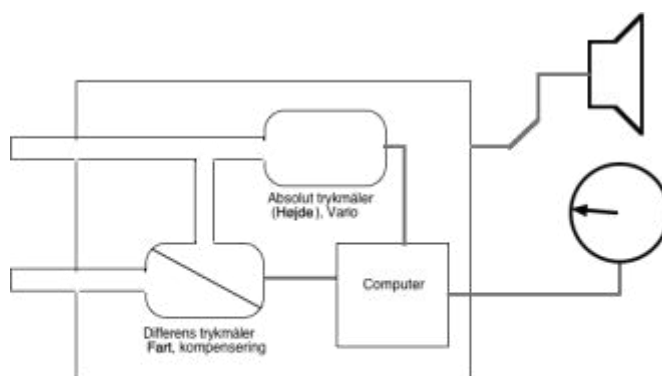
Uanset hvilken form for brændstoffmåler der er tale om, så giver de ikke altid det rette billede, men de kan naturligvis være gode at støtte sig til. Hvis den ene tank tømmes uforholdsmæssig hurtigt, kan der jo være en utæthed, så brændstoffet løber ud af tanken eller slangeforbindelserne, og så er det ikke tilrådeligt at fortsætte flyvningen. Der kun én ting om giver en nøjagtig måling – pejle med en målepind gennem påfyldningsstutsen ned til bunden i tanken, og aflæs beholdningen på målepinden.

Elektronisk Variometer

Et elektronisk variometer er normalt forbundet til statisk og pitot åbningerne, og kan derfor beregne både højde og fart.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Det elektroniske variometer har en trykdoler til at måle det statiske tryk og beregne højden, og en trykdoler til at måle det dynamiske tryk og beregne farten.

Derefter beregner en computer alle de følgende funktioner:
- Variometer, McCready, højdereserve m.m.

Måling af tryk sker normalt ikke med en aneroid, men med tryksensorer, og når signalet først er omsat til et elektronisk signal, kan man foretage alle nødvendige beregninger (i dag digitalt).

Da informationen er til stede i elektronisk form, kan den bruges sammen med andre instrumenter, og det er almindeligt at det bygges sammen med en GPS, så man kan beregne og på et display få vist rækkevidde m.m. i tilfælde af motorstop.

GPS

GPS står for "Global Positioning System", som baserer sig på satellitter opsendt af USA's forsvar. I dag er det korrekte navn GNSS, (Global Navigation Satellite System), og her indgår satellitter fra USA, EU, og Rusland, men i "folkemunde" kaldes det stadig for GPS.

En GPS-modtager finder sin position ved at måle afstanden til mindst 4 forskellige satellitter. Egentlig skulle det være nok med 3 satellitter, men da der kræves et meget nøjagtigt ur, bliver man nødt til at have 4 satellitter. Satellitterne kender deres position meget nøjagtigt og sender den ned til GPS-modtageren, som så kan beregne sin position. I et fly skal den også beregne højden.

Jorden er ikke rund som en kugle, men lidt fladtrykt med adskillige afvigelse. Alt dette ved satellitterne og GPS-modtageren, og så kan den alligevel bestemme positionen. Signalet fra GPS-satellitten er dog meget svagt, og derfor skal GPS-antennen sidde så frit som muligt i flyet og IKKE dækket af ledende materiale som metal eller kulfiber.

En GPS navigator fyldte oprindeligt 50 * 50 * 20 cm, men kan i dag bygges ind i et armbåndsursur og er blevet meget udbredt.

Moderne GPS-modtagere beregner positionen ud fra signaler fra op til 12 forskellige satellitter. Den kan IKKE beregne flyets "heading" (den vej næsen på flyet peger), men den kan beregne flyets "track" (flyets bevægelse hen over jorden), og den er derfor glimrende som navigationshjælpemiddel, da den typisk også indeholder et kort.

Faktisk er GPS modtagere så nøjagtige, at de på nogle flyvepladser kan godkendes som navigationshjælpemiddel under landing. Det kræver noget ekstraudstyr på flyvepladserne, og er næppe særlig interessant for UL-fly, der kun må flyve under VMC vejrforhold.

Fordele :

- Kan beregne flyets position med mindre end 10 meters nøjagtighed
- Kan beregne flyets "track",
- Kan indeholde 'Moving Map'
- Kan hentes som en App til en "SmartPhone"

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



- Kan være meget nem at bruge.
 - Ulemper: Kører på ofte på batteri, der kan 'løbe tør' for strøm.
 - Har ikke altid opdaterede kort.
 - Skal bruge nogle sekunder for at starte op.
 - Kan være så avanceret, at den er svær at bruge.
 - Er ikke særlig nøjagtig i højde beregning

Andet:

- Kan ikke udpege "retning" (heading). Det kan et kompas.
- Kan ikke bruges til at finde "vandret".

Tachometer

Det er et instrument, der tæller hvor mange timer motoren har kørt. Det svarer i store træk til kilometer-tælleren i en bil. Den er ofte knyttet til omdrejningstælleren, således den viser timetallet korrigeret for motorens omdrejningstal.

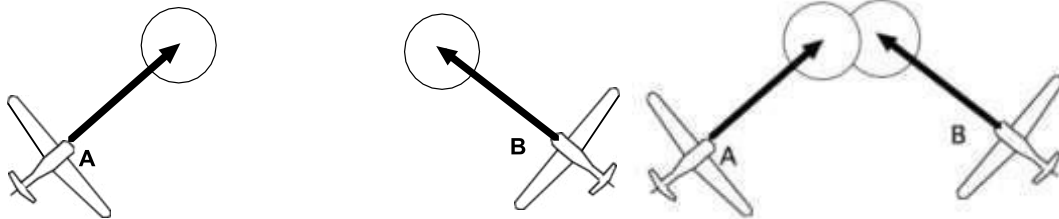
Flarm

FLARM er et 'kollisionsadvarselssystem', som først blev udviklet til svævefly. Ikke desto mindre anvendes det nu i mange GA-fly, der ofte flyver i luftrum med mange svævefly som f.eks i Alperne og i Tyskland.

Det er IKKE et obligatorisk system, som kræves til flyets minimumsudrustning.

Systemet baserer sig på en GPS-modtager, der bestemmer flyets position og bevægelsesretning. Den udsender denne oplysning på en separat antenne, og derefter lytter den efter andre FLARM enheder. Da den ikke behøver at kunne modtage signalet fra FLARM'er langt væk, behøver senderen ikke at være særligt kraftig.

Den beregner herefter sin egen bevægelse og sammenligner den med data for alle de FLARM'er, den kan høre. Ved at sammenligne egen kurs + hastighed, med det andet flys kurs + hastighed, kan den beregne, om der er risiko for sammenstød. Hvis dette er tilfældet, vil den afgive en alarm, der begynder knap 20 sekunder før sammenstød.



Stor afstand ingen alarm

Kollisionsfare (<18 sek),

ALARM

Den vil samtidigt vise retning og højde på et lille display, så man kan se, hvor det andet fly skulle være. Når der ikke er alarm, vil den vise retning til den anden FLARM som er nærmest til at aktivere en alarm (altså IKKE det fly der er nærmest, men det der er 'farligst').



Simplet display . kun 1 fly



Avanceret display, hvor man kan se flere fly

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Det simple display giver en advarsel, men det avancerede display giver et godt overblik over situationen, så man bl.a. kan se et fly, der ligger bagved en selv.

VHF-radio

De fleste UL-fly er udstyret med en VHF-radio for at kunne etablere forbindelse med forskellige former for radiotjenester som er til rådighed for luftfarende. Det er et krav med to-vejs radioforbindelse ved flyvning i store områder af DK – TMA, CTR, TIZ, RMZ, R-områder m.v., samt naturligvis ved landing i lufthavne og på mange offentlige flyvepladser.

En flyradio opererer i VHF-båndet fra 118,00 MHz til 137,00 MHz. Hidtil har der i mange år været en frekvensadskillelse på 25 KHz, men efterhånden som trafikken i luften er blevet mere og mere intens, har man set sig nødsaget til at lave en frekvensadskillelse på 8,33 KHz, hvilket er med til at give 3 gange så mange frekvenser. Implementeringen af 8,33 KHz radioer skal være afsluttet ved indgangen til 2023. Der er dog allerede nu områder i DK hvor der er krav om 8,33 KHz radioer som f.eks. København TMA.

VHF radioen har en begrænsning i og med, at der skal være direkte sigt mellem sender og modtager, hvilket betyder den har en begrænset rækkevidde afhængig af den højde flyet befinder sig i. Rækkevidden mellem to fly er betydeligt større, end mellem fly og jordstation.

En flyradio må kun betjenes af personel, der har et certifikat som giver rettighed hertil.

En uddybende forklaring fremgår af kompendiet til "Certifikat som luftfartsradiotelefonist"

VOR

VHF Omnidirectional Range, forkortet VOR, er et radiobaseret navigationssystem der har været brugt i luftfarten siden midten af det 20. århundrede. Det består af et antal radiofyr på landjorden der udsender specielle radiosignaler, samt modtagerudstyr i de enkelte flyvemaskiner. VOR sender på frekvenser mellem 108,00 MHz og 117,95 MHz.

Selve navigationen foregår ved at radioudstyret opfanger signalet fra et eller to radiofyr og pejler kursen til/fra dem. Positionsbestemmelsen foregår ved en pejling til en af stationerne, hvor piloten så kan flyve på en radial mod/fra radiofyret, eller ved krydspejling mellem de to kurser, hvorefter positionen kan bestemmes på et kort.

Efter indførelsen af GPS har VOR stationerne lidt en krank skæbne, idet de fleste er nedlagt. Der er kun et par enkelte tilbage, og det er kun et spørgsmål om tid, inden de er nedlagt.

Transponder

En transponder er et elektronisk instrument, der, når den modtager et kodet signal, svarer tilbage på en bestemt måde.

Navnet er en sammentrækning af *transmitter* og *responder*, altså *sender* og *svarer*.

Når en **radarstråle** fra lufttrafikkontrollens (ATC) radar 'rammer' flyet, sendes der samtidig et spørgsmål via en sekundær antenne. Dette opfanges af transponderen i flyet, og denne svarer tilbage med oplysninger om identitet, **heading** (kurs), **flyvehøjde** m.m.

Der findes forskellige systemer, hvoraf det ældste system kaldtes Mode A, og kun udsendte positionsangivelse. Senere kom Mode C, der tillige var i stand til at udlæse en højdeangivelse, baseret på standardatmosfæretrykket på 1013,2 hPa, og senest er fremkommet Mode S. Denne senest tilkomne kan tillige udsende flyets registrering, kan detektere andre fly og advare om kollisionsrisiko.

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Ved opkald til en flyvekontrolenhed, bliver flyet tildelt en såkaldt squawk kode, bestående af fire cifre. Når denne kode er indstillet på transponderen, vil samme kode blive sendt til flyvekontrollens skærm, som dermed har alle nødvendige oplysninger om dette fly til at lede trafikken i området.

Enkelte koder har en ganske bestemt betydning:

- 7000 = VFR-flyvning (anvendes hvis man flyver i ukontrolleret luftrum uden forbindelse til flyvekontrol)
- 7500 = Ulovlig indblanding (anvendes f.eks. hvis uvedkommende prøver at overtage flyet)
- 7600 = Radiofejl (anvendes hvis flyets radio er ude af drift på den ene eller anden måde)
- 7700 = Nød (anvendes hvis flyet kommer i en nødsituation)

DULFU

Generel viden om Luftfartøjer



Efterskrift

Dette kompendium er, som nævnt i forordet, baseret på DSvU's kompendium til brug for undervisning til SPL (Svæveflyvercertifikat). Der er naturligvis også søgt inspiration i andre kilder, hvor der har været grund til at indføje emner vedrørende UL-fly, som naturligt ikke har været en del af det oprindelige kompendium, og DSvU vil nok have svært ved at genkende dele af nærværende kompendium.

Som nævnt i forordet, ser vi gerne, at eventuelle fejl, unøjagtige beskrivelser m.v. meddeles til sekretariatet, så vi med næste udgave kan levere et bedre produkt.