



GENEREL VIDEN OM LUFTFARTØJER

Kompendie til undervisning til SPL-teori

VER.2. – 01-2020

*Indholdet i dette kompendium indgår i teorikravene til faget "Generel Viden om Luftfartøjer" i AMC til EASA-FCL til SPL-certifikatet og ændringerne i Part SFCL
Numrene på afsnittene henviser til undervisningsplanen*



Indhold

Faget "Generel viden om Luftfartøjer"	5
8.1 Flystruktur (Airframe).....	6
Strukturen	6
Kroppen:.....	7
Vingerne	7
De forskellige styreflader	8
8.2 Systemdesign, kræfter og belastninger	9
Sikkerhedsmæssige forhold.....	9
Farver på betjenings håndtag:.....	9
Kræfter og belastninger.....	9
Generelle krav til 'stærke' konstruktioner	9
Kraft:.....	9
Bøjning af en bjælke	10
Vridning af en stang	11
Udbøjning som forekommer ved tryk på enden af en stang	11
8.3. Understel, hjul, dæk og bremseser.....	13
Fast mede	13
Fast hovedhjul.....	13
Optrækkeligt hovedhjul.....	13
Supplerende understel	13
Næsehjul:	13
Haleslæber/halehjul:	13
Dæk:	13
Hjulbremseser:	14
8.4 Masse og balance (Vægt og tyngdepunkt):	15
Vægt af flyet:.....	15
Placering af tyngdepunktet:	15
8.5 Rorflader	16
Primære og sekundære styreflader:	16
De primære styreflader:	16
Krængeror:	16
Halplan + Højderor:.....	16
Halefinne + sideror:	16
Ror afbalancering:.....	16



Aerodynamisk afbalancering.....	16
Masse-afbalancering:.....	17
Krængerorenes sekundære virkning:.....	17
De sekundære styreflader:.....	18
Luftbremser:.....	18
Flaps:.....	19
8.6 Instrumenter:.....	20
Højdemåler:.....	20
Uldsnor.....	21
Kuglelibelle (krængningsviser).....	22
Termometer.....	22
Tryksystemer i svævefly:.....	22
Det statiske tryk:.....	22
Fejl som følge af placering af det pitotstatiske system:.....	22
Pitottryk:.....	23
Variometeret:.....	23
Kompensering af variometer (Total energi):.....	24
Total Energi kompensering.....	25
Pitot statisk system med variometer og "dyse":.....	26
Elektronisk Variometer:.....	27
Kompass:.....	27
GPS:.....	29
FLARM:.....	30
8.7. Samling af et svævefly og dets rorforbindelser.....	31
8.8 Håndbøger, manualer og dokumenter.....	33
Håndbøger:.....	33
Aircraft Flight Manual – AFM (flyve-håndbog):.....	33
Aircraft Maintenance Manual – AMM (vedligeholdelseshåndbog):.....	33
Reparationshåndbog.....	33
Dokumenter:.....	33
Luftdygtighedsbevis:.....	33
Airworthiness Review Certificate – ARC.....	34
Radiobevis.....	34
Manualer / journaler.....	35
Flyets journal med vedligeholdelses-status.....	35
Motor-journal.....	35
Propeljournal.....	35



Komponentkort.....	35
Teknisk journal.....	35
8.9. Luftdygtighed og vedligeholdelse	37
Hvornår er et svævefly luftdygtigt ?	37
Den indledende luftdygtighed:.....	37
Den fortsatte luftdygtighed:.....	38
Vedligeholdelse af svævefly og motorsvævefly	38
Regelsættet	38
Forpligtigelser:	38
CAMO:	38
Kontrolleret miljø:	38
Ukontrolleret miljø:	39
DSvU's vedligeholdelsesorganisation:	39
Vedligeholdelse og reparation af svævefly:.....	39
Aircraft Maintenance Program - AMP.....	40
AD-notes fra EASA.....	40
Tekniske meddelelser (TM) fra flyfabrikanten	41
Service Bulletins (SB)	41
Work Order (WO):.....	41
Hvilke materialer og værktøj må bruges til vedligeholdelse og reparationer ?	42
Årlig inspektion:	42
Certificate of Release to Service – CRS:.....	43
Udstedelse af flyets ARC:.....	43
Airworthiness Review Signatory – ARS	43
Hvornår er et svævefly ikke luftdygtigt ?	43
Follow-up skema:.....	44
Andre eftersyn:	45
Hovedeftersyn:.....	45
Modtagelsessyn:	45
20 års eftersyn af træfly	45
Eftersyn efter unormale påvirkninger:.....	45
Eftersyn til havarirapport:	45
Eftersyn efter reparation:.....	45
Eftersyn efter samling:.....	46
Dagligt tilsyn:	46
Minimums udstyr for svævefly.....	46
Deviation	46



8.10. Flystruktur i forbindelse med motor og propel	47
Motorsvæveflyets krop	47
Propellens stilling ved indfældning i kroppen	47
Fortsat anvendelse som svævefly efter demontering af motor og propel	47
Brændstof og olie	48
Motorens arbejdstemperatur	48
Eftersynsintervaller	48
8.11. Vandballastsystemer	49
Flyvning i lave temperaturer	49
Flyets vandtanke og teknikken bag	49
8.12 Batterier – ydelse og begrænsninger	50
8.13. Faldskærme til nødudspring	51
Instruktion i brugen af nødskærme	51
8.14 Hjælpemidler til nødudspring	52



Faget ”Generel viden om Luftfartøjer”

Dette kompendium er en helt ny udgivelse og erstatter det kompendie, som tidligere har udgjort undervisningsmaterialet til faget ”Instrument- & Materialelære” til s-teorien, som var teorigrundlaget for det nationale, men ICAO-godkendte s-certifikat.

Svæveflyvningen i Danmark blev i 2008 omfattet af bestemmelserne på materielområdet i EASA – Part M – og i 2019 er operationer med svævefly blevet reguleret af EASA-reglernes Part SAO, og pr. 8. april 2020 er også uddannelse af svæveflyvere i Danmark blevet reguleret af EASA-reglernes Part SFCL. Det har skabt behov for omskrivning af kompendiet for faget ”Generel viden om luftfartøjer”. Afsnitsnumrene, som er brugt i dette kompendie, er de samme, som kan findes i EASA AMC1 FCL.115; FCL.120.

Kompendiet henvender sig til lærere og elever, der deltager i teoriundervisningen på materielsiden til SPL-certifikatet.

Kompendiet er med links og tænkt således, at elever, der forbereder sig til undervisningen, kan læse det direkte på en PC eller en tablet. Undervisere i faget må nødvendigvis gå længere ned i stoffet, når de skal forberede undervisningen og fremstille præsentationsmateriale.

Det er håbet, at de illustrationer og links der er i kompendiet, vil kunne hjælpe læseren med at forstå emnerne. Hvis der er uklarheder, fejl eller forslag til forbedringer, er redaktionen taknemmelig overfor henvendelser desangående.

Grundlaget for kompendiet er udarbejdet af Jan Bagge, Nordsjællands Svæveflyveklub og Lars Sverre Rasmussen, PFG. DSvU takker forfatterne for det store frivillige arbejde med kompendiet. Samtidig med redigeringen af kompendiet er udkast til AMC (Acceptable Means of Compliance) til Part SFCL kommet, og kompendiet er derfor tilrettet omfanget af faget Generel viden om Luftfartøjer i dette udkast.

Redaktionen er afsluttet i december 2019.

Dansk Svæveflyver Union

December 2019

8.1 Flystruktur (Airframe)

Langt de fleste svævefly i Danmark er fremstillet i Europa, og dermed skal de leve op til de europæiske byggeforskrifter for svævefly (EASA CS-22), og denne byggenorm har to kategorier for godkendelse af svævefly:

U = Utility (svævefly til traditionelt brug)

A = Aerobatic (Kunstflyvning)

”Utility” er begrænset til en belastning på $-2,65\text{ G}$ og $+5,3\text{ G}$, medens ”Aerobatic” skal kunne klare $-5,0\text{ G}$ og $+7,0\text{ G}$. Indenfor byggenormen CS-22 skelnes der endvidere mellem rene svævefly med en max. flyvevægt på 750 kg og svævefly med hjælpemotor på max. 850 kg .

Svævefly skal overholde mange andre kriterier for at leve op til CS-22, og det går for vidt at komme ind disse kriterier i dette teorifag. Da svævefly også anvendes til konkurrencer, skal de dog opdeles i forskellige klasser, så flyene kan sammenlignes under konkurrencer. Disse konkurrenceklasser er:

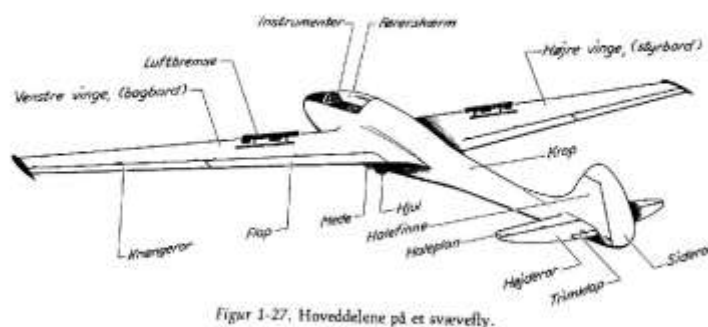
- ✓ Åben klasse uden begrænsninger
- ✓ 18-meter klassen uden begrænsninger (bortset fra spændvidden på 18 meter)
- ✓ FAI 15-meter klassen med 15 meter spændvidde og flaps
- ✓ Standardklassen med spændvidde på max. 15 meter og uden flaps
- ✓ Klubklassen
- ✓ To-sædet klasse

Motorsvævefly til rejsebrug (TMG) har en fast motor og propel, som ikke kan indfældes i kroppen. Sådanne fly er dog også bygget efter CS-22 og er dermed pr. definition et svævefly.

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.

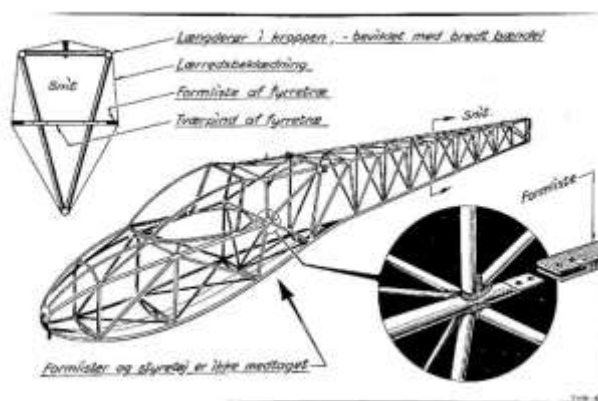


Figur 1-27. Hoveddelene på et svævefly.

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



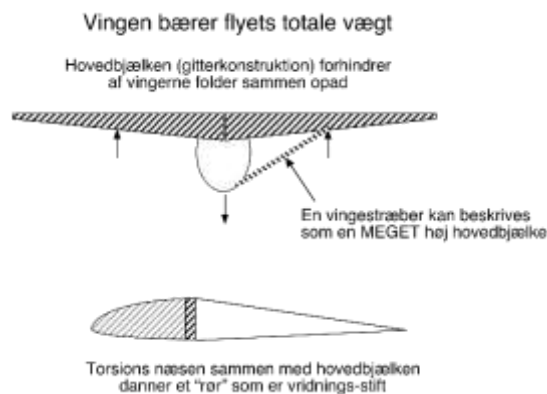
En anden mulighed er at lave kroppen som et 'rør'. Dette kaldes en skalkrop og den er stærk både overfor bøjninger og overfor vridninger. Svagheden ved en denne konstruktion er, at den er følsom overfor 'punktbelastninger'. Den derfor skal forstærkes der, hvor der er store punkt-belastninger (f.eks. 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 fyld-materiale 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 beskrives i afsnit 8.2. 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.

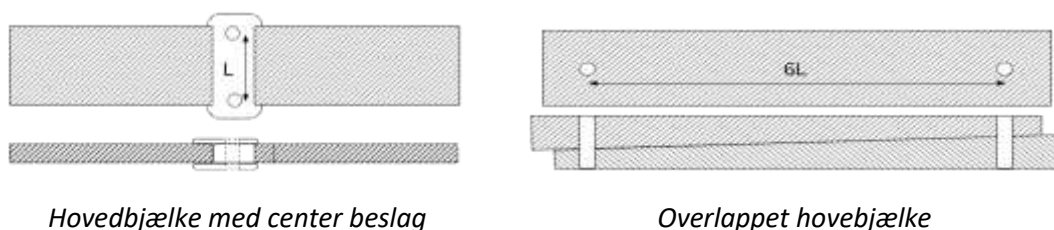
Hvis man bruger vægtstang princippet, så kan man se at jo tyndere/lavere man laver hovedbjælken, jo større bliver kræfterne i hovedbjælken. Derfor var det ikke muligt at lave meget tynde vinger dengang man lavede træ fly. Nu har man adgang til kulfiber, og når man bruger dette materiale, så kan man lave ret tynde vinger, selv om de har 29 m spændvidde.



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 vingeoverfladen. 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, så kan vingerne deles 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.



Hvis afstanden i den overlappede hovedbjælke er $6 \cdot$ afstanden i samle-beslaget, så bliver kræfterne for hovedboltene $6 \cdot$ 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.

De forskellige styreflader

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).



8.2 Systemdesign, kræfter og belastninger

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 skade på mennesker. Kravene kan sammenfattes sådan:

- ✓ Konstruktionen skal være afprøvet/kontrolleret og typecertificeret.
- ✓ Konstruktionen skal have tilstrækkelig 'reserve' til at holde til kritiske forhold.
- ✓ Møtrikker skal være sikret (låsømøtrik/sikrings-split el.lign).
- ✓ Hovedbolte skal være sikret.
- ✓ Rørforbindelser skal være sikrede.
- ✓ Kritiske fjedre skal være lavet som 'dobbelt-fjedre', så fjederfunktionen opretholdes, selv om en enkelt del af fjederen skulle knække.
- ✓ 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 og i forbindelse med særlige situationer.
- ✓ Der er krav til eftersyn/udskiftning af kritiske dele på kalendertid, efter antal operationer eller efter driftstid. Når flyet eller delene når denne begrænsning, må det ikke bruges, før den krævede vedligeholdelse er udført.

Sikkerhedsmæssige forhold

Farver på betjenings håndtag:

Som en del af det sikkerhedsmæssige, så er alle vitale betjenings greb ens farve kodede i alle svævefly:

- | | | |
|--------------|-------------|------------------------------|
| ✓ Førerskærm | Rød | Nødafkast af førerskærm |
| | Hvid | Åbning/lukning af førerskærm |
| ✓ Kobling | Gul | Næse- og bundkoblinger |
| ✓ Luftbremse | Blå | Betjening af luftbremser |
| ✓ Trim | Grøn | Trimning af flyet |

Ingen af de andre betjeningsgreb må have disse farver.

Kræfter og belastninger

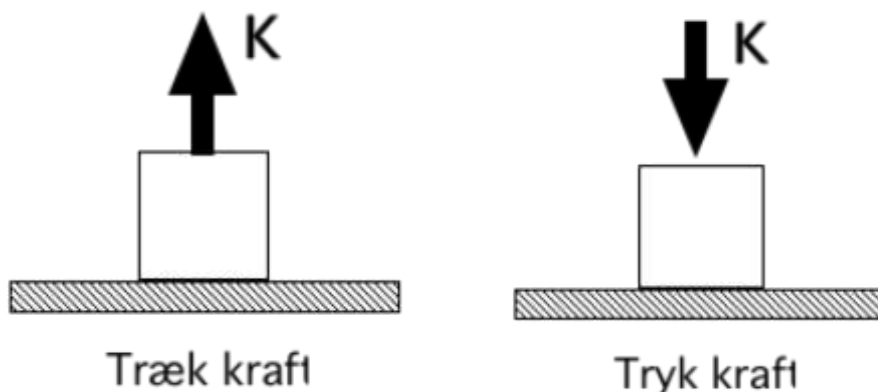
Generelle krav til 'stærke' konstruktioner

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.

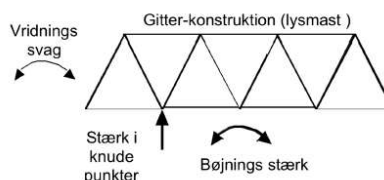


Nogle materialer er stærke overfor tryk, men svage overfor træk (f.eks. beton og støbejern), medens andre er stærkere overfor træk (stålwire m.m.). Det gælder derfor om at vælge det rigtige materiale til den aktuelle funktion. Men dette er ikke nok, når man har en konstruktion, hvor kraften vil påvirke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



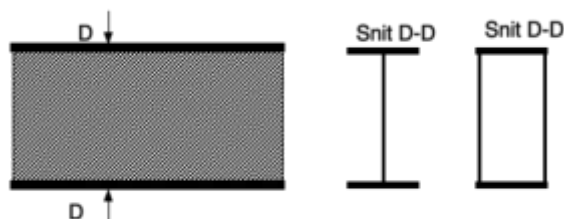
Ved en bøjning strækkes materialet i 'oversiden' medens det trykkes sammen på undersiden. Ved at bruge vægtstangsloven kan vi vise at jo 'højere' bjælken er, jo stivere bliver den, og jo større kræfter kan den tåle (et bræt på højkant er stivere end et bræt der ligger med).



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 trekanter - 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 trekanter 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

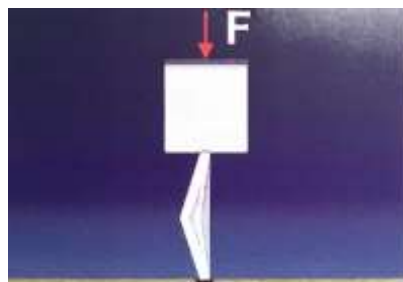


Vridning er også en belastning der forekommer i fly. Den ses nok ikke så åbenlyst, men den forekommer mange steder. Her er der ingen forskel på, om 'brættet' er på højkant eller ligger ned. Den bedste struktur er et "rør", og dette princip bruges således alle steder i flyet, hvor der er krav til torsions-stivhed.

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.

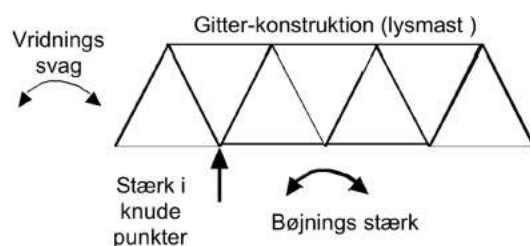


Hvis vi bruger vores tidligere viden om bøjningsstivhed, så ser vi, at man kan forhindre 'udbøjning' af en stang ved at enten lave den som et rør, eller som en vinkel, så den bliver bøjningsstiv i begge retninger. Derfor er en gitterkrop ikke lavet af stålstænger, men af stålrør, da disse har en betydeligt større bøjnings- og vridningsstivhed 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 trykkræfter 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 gitter konstruktion)
- ✓ 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 teltstængerne, medens trækkræfterne kan klares med barduner. Det omvendte er IKKE muligt !



8.3. Understel, hjul, dæk og brems

Understellet på et traditionelt svævefly har ingen funktion, 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 mede

Den faste mede var dominerende som understel på de meget tidlige svævefly. Meden kan bære flyets vægt, og var god til at 'glide hen over knoldene' på de pladser, hvor man svævefløj. På de fleste typer var der en eller anden form for affjedring for at beskytte piloten mod alt for voldsomme slag i ryggen, når flyet landede. I dag forekommer den kun på ældre fly og på 'veteranfly'.

Fast hovedhjul

Det faste hovedhjul er en simpel og robust konstruktion. I den grundlæggende udformning udgør selve hjulet affjedringen. Halepartiet understøttes af en haleslæber, der er fjedrende for at beskytte side- og højderorshængslerne mod stød under start og landing. Fordelen ved et fast hjul er, at man ikke kan 'glemme' at sætte det ud, så man undgår at lande på bugen af kroppen.

Optrækkeligt hovedhjul

Et fast hjul, der stikker fast ud af kroppen, vil give en del vindmodstand. Ved at gøre hjulet optrækkeligt kan man både undgå vindmodstand og støjen fra turbulensen omkring hjulet. Optrækningsmekanismen er dog forholdsvis kompleks, og det medfører samtidigt at man skal huske at "sætte hjulet ud" når man går på landing.

Supplerende understel

Næsehjul:

På visse fly – især tosædede fly - er hovedhjulet placeret således at flyet 'næsten' balancerer på hovedhjulet, når det er tomt. Det gør det meget nemt at håndtere flyet på jorden, men det betyder dog, at flyet 'går på næsen', når piloten sætter sig i flyet. Flyet er derfor forsynet med et 'næsehjul', som kan bære den forreste del af kroppen, indtil flyet er i luften.

Haleslæber/halehjul:

Halehjulets/-slæberens formål er at beskytte selve bagkroppen mod stød/slag/slid, når flyet kører hen over jorden. Den skal derfor kunne fjedre, og for at haleslæberen kan klare dette, fremstilles den ofte som en fjeder, eller ved at montere 'slidklodsen' på et passende stykke gummi. Hvis man har et halehjul, skal man IKKE falde for fristelsen at montere et massivt halehjul, da det ikke i samme grad fjedrer og derfor ikke beskytter flyets struktur mod stød. Der findes i dag fly, hvor halehjulet også er optrækkeligt.

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' en startwire op. Man må derfor IKKE bruge dæk med et andet mønster på et fly.



Hjulbremser:

Alle moderne fly har en eller anden form for hjulbremse, hvis ikke flyet har en mede, som kan bremse flyet. Ved en normal landing er det ikke nødvendigt med hjulbremse, men ved udelanding / afbrudt start kan det være hensigtsmæssigt med en meget kort rulledistance, og her er hjulbremsen vigtig.

Hvis bremsen er lavet så den aktiveres når luftbremserne trækkes fuldt ud, bør man ved cockpit-check kontrollere at luftbremsen håndtaget 'fjederer' ved at aktivere hjulbremsen, og ikke går hårdt mod stop (indikerer at bremsen er defekt).

Hjulbremsen kan være lavet på mange forskellige måder

- ✓ med en metalplade der presses ned mod dækket.
- ✓ som en almindelig tromlebremse
- ✓ som en almindelig skivebremse.
- ✓ på anden måde.

På mange fly er hjulbremsen forbundet til luftbremse mekanismen, så hjulbremsen aktiveres, når luftbremsen trækkes helt ud. På andre fly aktiveres hjulbremsen med et "bremsehåndtag" som sidder på styrepinden. Fordelen ved denne placering er at man aktiverer hjulbremsen uden at aktivere luftbremsen (f.eks. i forbindelse med flyslæb start). Til gengæld har man begrænsede kræfter til at bremse med.



8.4 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. 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 + bagage).

Det er dog ikke hele sandheden, da det ikke er ligegyldigt, om vægten ligger i vingerne (vandballast), 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 vandballast 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 ballast vægt i vingerne.

Derfor for har alle svævefly anført en maksimal vægt af "ikke bærende dele" (IBD), og det er den maksimale vægt, som hovedbjælken i vingerne kan bære (inkl. vægt af pilot + bagage).

Vægtbegrænsningen er anført i flyets håndbog OG på et skilt i cockpittet, og er for alle moderne fly normalt bestemt af "ikke bærende dele" (IBD), og den kan altså IKKE forøges, ved at man reducerer den vandballast som man har med. Med hensyn til maksimal vandballast, så er det flyets tomvægt + piloten + bagage + vandballast = totalvægten, som sætter grænsen.

Vægtmæssigt er der 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 tung/let piloten må være, for at flyet bevarer tyngdepunktet indenfor grænserne og derfor er luftdygtigt.

Der henvises til beregningerne i faget "Flyveprincipper" side 23 - 25:

For svævefly vil det dog normalt være enten totalvægt eller vægten af IBD, som sætter den tilladelige maksimale vægt i cockpittet. Som svæveflyvepilot behøver man ikke at kunne beregne hvor tyngdepunktet ligger, men man skal kunne bruge de oplysninger, som står i flyets håndbog og er anført på skiltene i cockpittet.



8.5 Rorflader

Primære og sekundære styreflader:

De primære styreflader:

For at sikre at 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, 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 finnen, medens højderoret på tilsvarende måde kan justere den effektive retning af haleplanet.

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. 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.

Halplan + 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. Alternativt kan hele haleplanet bevæge sig som ror, og så kaldes for et pendelror.

Højderoret bruges til at styre farten, og det er som regel forbundet med en stiv forbindelse til styrepinden. Når pinden skubbes frem, løftes halen på flyet og farten stiger. Trækkes pinden tilbage, sænkes halen og farten falder.

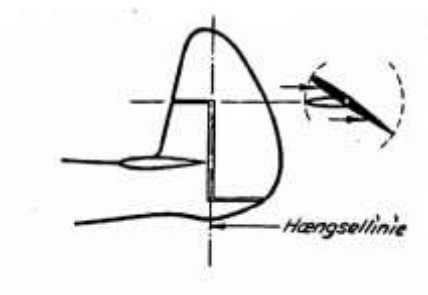
Halefinne + sideror:

Halefinne og sideror sørger for at stabilisere og styre flyet omkring højaksen (Yaw), og sørger for at flyet peger 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:

Aerodynamisk afbalancering

For at reducere kræfterne på rorene kan man placere noget af rorarealet 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 Ka-6Cr

Masse-afbalancering:

Hvis man 'bare' monterer krængeror bag på vingen, vil tyngdepunktet for roret ligge væsentligt bag hængselinjen. Hvis der kommer turbulens (termik), 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}).

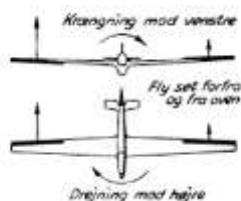
For at begrænse/fjerne det kan man sørge for at tyngdepunktet for roret ligger på eller tæt på hængselinjen ved at placere en passende modvægt foran tyngdepunktet. På mange glasfiberfly er denne (ikke ubetydelige) modvægt placeret skjult på forkanten af roret, men på ældre trækonstruktioner så som ASK-13 kan man tydeligt se den. Den er ligeledes tydelig på forkanten af sideroret til en DuoDiscus (billedet nedenfor). Hvis roret har en del der sørger for aerodynamisk afbalancering, så kan man sørge for at placere modvægten på dette sted (som vist ovenfor på Ka-6Cr).



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 svæveflyet flyver rent. 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.

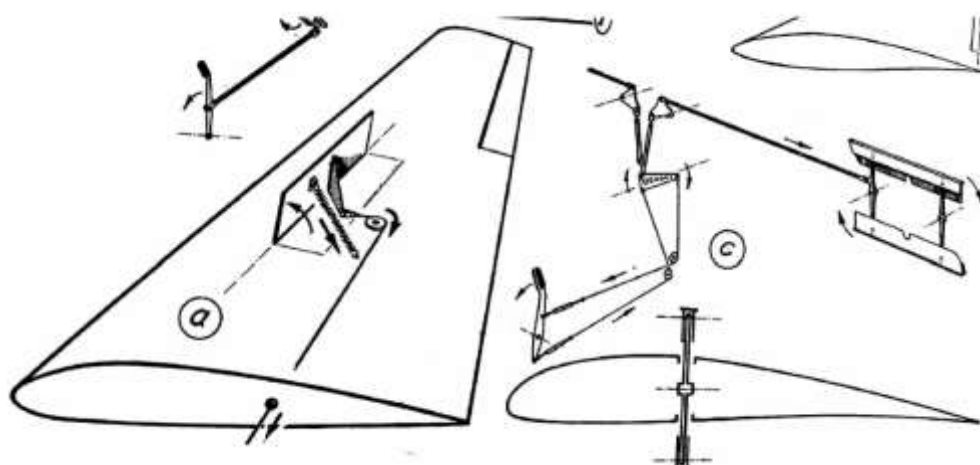
De sekundære styreflader:

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

Luftbremser:

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 glidetotal drastisk, hvilket er ønskeligt ved f.eks. landing. 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 "landeflaps".



(a) – Klassisk spoiler

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



Flaps:

Flaps er dele af vingen (forkant eller bagkant), 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, der er god til at producere ekstra opdrift ved lav hastighed. Man får dermed en vinge, som kan optimeres til sin funktion under flyvningen.

Kroppens vinkel i luften ændres næsten ikke ved brug af flaps, da man drejer vingens profil (ved at ændre flaps) i stedet for hele flyet, når man flyver hurtigt. Flyets næse trækkes næsten ikke op ved lav hastighed, men nøjes med at forøge vingens effektive indfaldsvinkel, når der sættes positive flaps under kurveflyvning og landing. Kroppen vil derfor ikke drejes ret meget om nogen af akserne i forhold til luftstrømmen.

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 alle nyere flaps-fly er flaps og krængeror koblet, så 'de hjælpes ad' (flaperon).

Landingsflaps, som bruges under landing, hvor krængerorene IKKE følger med, gør at krængerorene ikke risikerer at stalle, når man flader flyet ud. Flaps betyder en dyrere og tungere konstruktion, som gør flyet mere komplekst at betjene. De forekommer derfor kun på de mere avancerede fly.

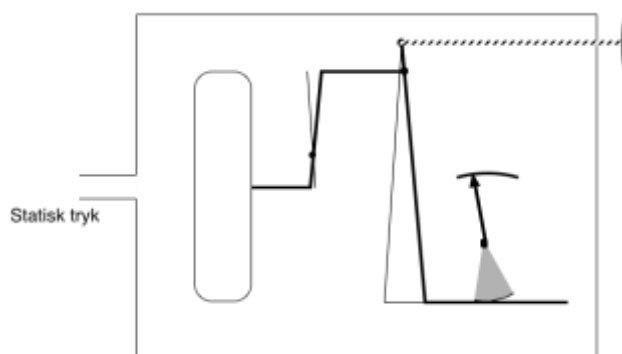
8.6 Instrumenter:

Et svævefly skal som minimum være udrustet med højdemåler og fartmåler. I et svævefly med motor skal der endvidere være et kompas. Det er også nødvendigt – men ikke krævet – at have et variometer, som viser flyets lodrette bevægelser.

- ✓ Højdemåleren er vigtig for at kunne vise flyvehøjder ift. f.eks. kontrolleret luftrum.
- ✓ Fartmåleren skal sikre, at piloten holder hastigheden indenfor de tilladte grænser.
- ✓ Kompasset er et krav i fly med motor – herunder motorsvævefly.

Højdemåler:

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



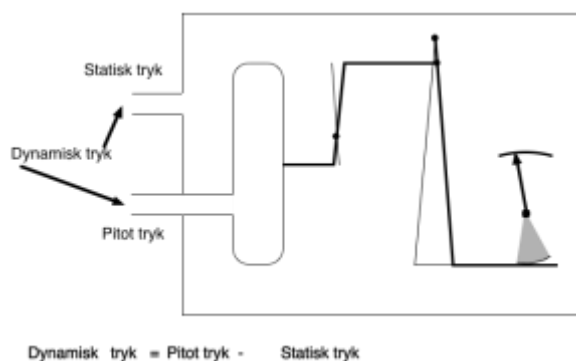
Højdemåleren måler i princippet det statiske tryk udenfor flyet og viser det som en højde. Da trykket ved jordens overflade kan variere, er man nødt til at kunne 'nulstille' højdemåleren, så dens visning svarer til det aktuelle tryk. Højdemåleren forbundet til 'den statiske åbning', som er et sted på flyet, hvor trykket er næsten det samme, som hvis flyet stod helt stille.

Højdemåleren indstilles på enten trykket ved flyvepladsen (QFE) eller på trykket ved havoverfladen (QNH). Ved 'QFE' 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 standardatmosfæren" på 1013,2 hPa, og den viser derfor ikke "den rigtige" højde, da trykket sjældent svarer til "standardatmosfæren". Da alle højdemålere er kalibreret mod den samme standardatmosfære, vil to fly, der har samme visning på højdemålerne, være i samme højde hvis samme tryk er indstillet på trykskalaen.

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)



Fartmåleren er som højdemåleren baseret på en aneroid, men her er den ene side forbundet til pitot-trykket og den anden til Statisk tryk. Fartmåleren måler det "dynamisk tryk", da det er baseret på flyets bevægelse gennem luften. Der er normalt ingen 'nulstilling' da fartmåleren skal vise "0" når flyet står stille.

Fartmåleren skal have følgende farvemærkning:

- ✓ Grønt område (fulde rorudslag tilladt)
- ✓ Gult område (begrænset ror udslag – max 1/3-del rorudslag)
- ✓ Rød streg = Vne (max hastighed)
- ✓ Gul trekant (Anbefalet indflyvningshastighed ved fuld vægt i vindstille vejr)
- ✓ Hvid afmærkning for begrænsning for brugen af flaps



Som det ses af fire forskellige fartmålere, kan placeringen af "gul-trekant" variere en del. Husk derfor at læse flyets håndbog (ovenstående er fra ASW-19B, Discus-b, ASW-24, ASW-20C)

Uldsnor

Et af de vigtigste og samtidig billigste instrumenter i et svævefly er uldsnoren på førerskærmen. Den viser straks, om flyet flyver rent – dvs. har vingerne vandret under ligeudflyvning, eller om det har den rigtige krængning ift. det drej, som flyet udfører. Når flyvningen er ren, peger uldsnoren lige bag ud.

Kuglelibelle (krængningsviser)

Kuglelibellen har samme formål som uldsnoeren – nemlig 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.

Termometer

Når svæveflyet er udstyret med vandtanke, skal det også have et termometer, der viser temperaturen uden for flyet. Hvis temperaturen nærmer sig frysepunktet, skal vandballasten lukkes ud, så vandet ikke fryser til is i vingerne. Sker dette, vil vingen som regel tage alvorlig skade.

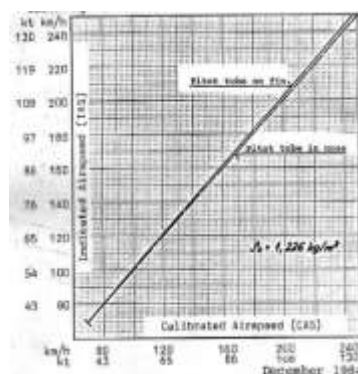
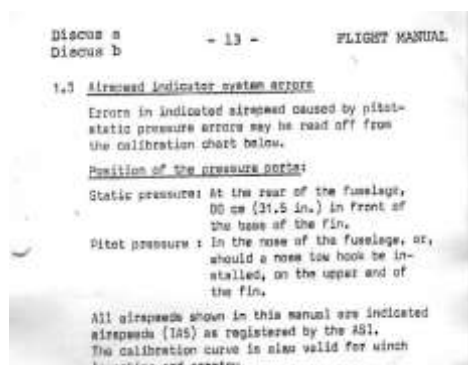
Tryksystemer i svævefly:

Det statiske tryk:

- ✓ er det tryk som påvirker flyet, når det står stille
- ✓ er det tryk som findes i den fri luft omkring svæveflyet i samme højde som svæveflyet. Dette tryk kan bruges til højdemåleren, men ikke til fartmåleren.

Fejl som følge af placering af det pitotstatiske system:

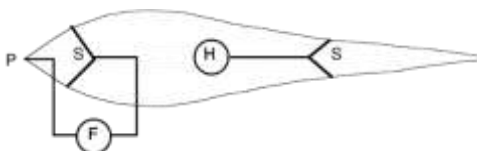
Det er næsten umuligt at placere pitotrøret og de statiske indtag 100% optimalt under alle hastighedsforhold. Derfor findes der ofte en graf i flyets håndbog, som viser hvilke fejl, der kan være ved forskellige hastigheder.



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.

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

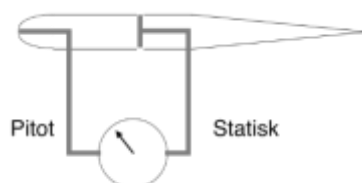
Forbindelser af fartmåleren (F), højdemåleren (H) kaldes det Pitot-Statisk system. Pitot-åbning (P) og flere forskellige statiske indtag (S) er vist på illustrationen, hvor flyet er set oppe fra.



Pitottryk:

Dette tryk måles normalt i næsen af flyet. Hvis det ikke er muligt, kan man måle det på forkanten af finnen. På nogle fly med turbo-motor og næsekobling, har man begge dele, og så kan man skifte mellem dem, afhængig af situationen.

På motorfly eller motorsvævefly, 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.



Variometeret:

Variometeret er vel næst efter 'uldsnoren' det vigtigste instrument i et svævefly. Det kendetegnes ved:

- ✓ Det er en forudsætning for 'termikflyvningen'
- ✓ Måler hvor hurtigt vi stiger / synker.

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 ?

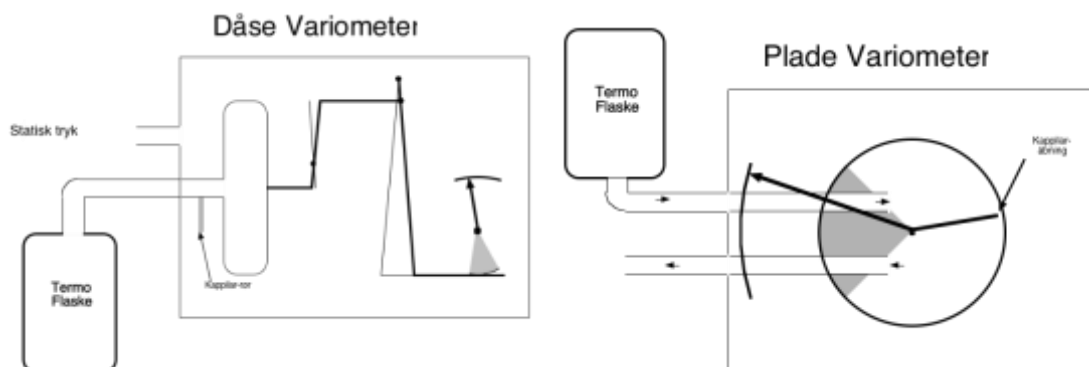
Hemmeligheden ligger i en termoflaske med et lille hul (kappilar åbning) forbundet til det statiske tryk, den vil vise hvad trykket var "for lidt siden". Den vil følge med når trykket ændrer sig, men hele tiden "være lidt bagud".

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:

- ✓ 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, som er det 'normale' mekaniske variometer i et svævefly.





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

Når variometeret er forbundet til statisk tryk, så vil det vise om flyet stiger eller synker, som illustreret her:



Men variometeret viser IKKE altid om det er termikken, der får flyet til at stige. Hvis vi skal have en indikation af 'termikken' så skal vi derfor ikke måle højden, men energien.

Kompensering af variometer (Total energi):

Som variometeret er beskrevet ovenfor, viser det om flyet stiger eller synker, men ikke om stigningen skyldes termik, eller om det bare er fordi vi "trækker farten af flyet", og dermed stiger. Det stig, som variometeret viser, når pinden trækkes tilbage, kaldes 'pindtermik', og er ikke det vi ønsker. Vi ønsker i stedet at se, om det er termikken, der får flyet til at stige.

Hvis vi tænker på en cykel der kører ned ad en bakke og op på den anden side, så har cyklen den samme energi hele tiden (hvis vi lige glemmer luftmodstanden):

- ✓ på toppen har den ikke særlig stor hastighed, men derimod stor højde.
- ✓ nede i bunden har den stor hastighed, men lavere højde.
- ✓ på den anden side af dalen har den fået højden igen, men til gengæld er farten faldet.
- ✓ den har samme totale energi hele tiden.

Man kan således flytte energien frem og tilbage mellem højde og hastighed, dette kaldes potentiel (højde) energi og kinetisk (bevægelses) energi.

Vi ønsker et variometer, der viser energi-ændringen i stedet for højdeændringen. Hvis vi dykker flyet, mister vi højde, og da trykket stiger med aftagende højde, vil det statiske tryk stige, og et ukompenseret



variometer vil vise synk. Og under dykket vil pitot-trykket stige, da vi dels får mere fart på og det statiske tryk stiger da vi jo bevæger os nedad.

For at kompensere for den større hastighed, skal vi frembringe et tryk, som modsvarer den trykstigning, der sker ved den aftagende højde. Vi skal med andre ord have et trykfald som følge af den øgede hastighed, men øget hastighed frembringer jo også et øget pitot-tryk.

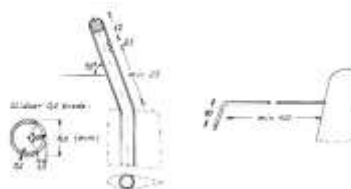
Så hvis "hastigheds korrektionen" skal virke rigtigt, skal den 'kompenserede' højde stige, når hastigheden stiger hvilket betyder, at trykket skal falde, men tvært imod, så stiger pitot-trykket, og dermed falder højden. Vi skal altså bruge "**et negativt pitot-rør**", hvor trykket falder, når hastigheden stiger.

Det findes faktisk på oversiden af vingen, hvor der er undertryk, men dette tryk afhænger af mange andre forskellige forhold, så det er ikke egnet til brug for kompenseringen. Men hvis man bruger princippet og laver et rør med en 'lokal' indsnævring, så får man den samme virkning. Et rør med en indsnævring kaldes en *venturi*, som giver den ønskede effekt.

Den samme virkning får man hvis man laver en lille åbning på bagsiden af et (næsten) lodret rør. Det kaldes ofte for Lundtofte dysen.



Irving -Venturi



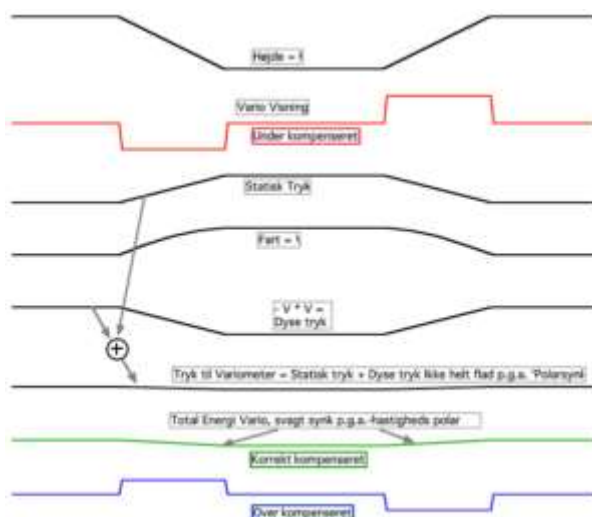
Lundtofte Dyse

I venturien vil der i forsnævringen være et trykfald når hastigheden stiger. Tilsvarende vil der i Lundtofte-dysen være et trykfald på bagsiden af røret når hastigheden stiger, og det er disse trykfald, som udnyttes til at kompensere for trykstigningen som følge af, at flyet kommer nedad, og omvendt når farten sænkes. Så vil trykket stige i venturien og Lundtoftedysen, mens trykket falder som følge af, at flyet bevæger sig opad.

Total Energi kompensering

Beskrivelse af Total-Energi kompensering (se kurverne nedenunder):

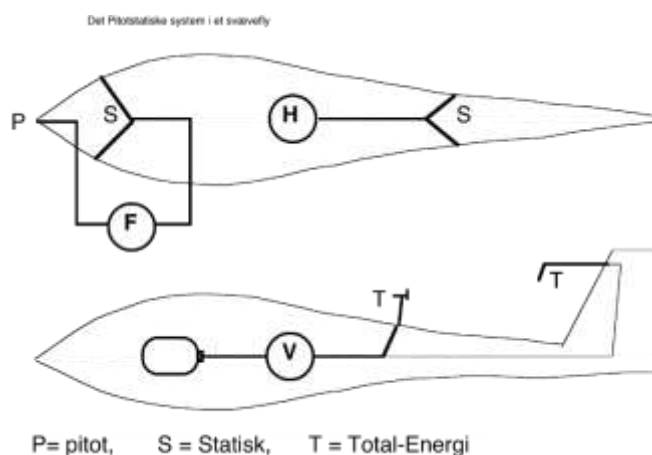
1. Når vi dykker flyet, så vil højden falde (øverste sorte kurve)
2. Når vi bruger et (Normalt) ukompenseret/underkompenseret variometer (rød kurve) - dvs. forbundet til statisk tryk - så vil det vise fald under hele dykket og stig, når vi trækker op, da det statiske tryk stiger når vi dykker og falder når vi stiger.
3. Farten vil stige, men ikke lineært, da højden svarer til kvadratet på farten
4. Dysetrykket, som afhænger af kvadratet af farten, vil falde lineært når farten stiger. Dysetrykket er et dynamisk tryk (dvs. det er = 0 når vi står stille).
5. Da dysen sidder i den omgivende luft, så vil trykket referere til det statiske tryk.
6. Summen af statisk tryk + dysetryk vil give et tryk, der svarer til energien. Trykket vil ikke være helt konstant, da flyet vil have et større egensynk (polar-synk) ved stor hastighed (som det ses af flyets polar)
7. Hvis variometeret forbindes til dysen (Grøn kurve), vil variometeret vise et svagt tiltagende synk, efterhånden som farten stiger, svarende til den synkehastighed, som kan aflæses af flyets polar. Men variometervisningen vil ikke være afhængig af, om vi stiger eller synker. I neutral luft vil det hele tiden vise "polar-synket" dvs. den synkehastighed som man kan aflæse af flyets polar.
8. Hvis kompenseringen derimod er for kraftig (blå kurve, "overkompenseret"), så vil variometeret vise stig når man dykker, og synk når man trækker op. Denne fejlsituation forekommer normalt ikke på et dyse-kompenseret variometer, men på elektroniske variometre, hvor man kan justere kompenseringsgraden. Et overkompenseret variometer vil derfor vise stig når flyet dykker.



Pitot statisk system med variometer og "dyse":

Når vi nu tilføjer et variometer der er forbundet til en dyse, så kommer "Det pitot statiske system" til at se sådan ud:

(P) Pitot åbning/port (S) Statisk åbning/port (T) Totalenergi dyse/port



Højdemåleren (H), er forbundet til statisk åbning som (ofte) sidder på bagkroppen. Højdemåleren er kun forbundet med én slange.

Fartmåleren (F) er forbundet til Pitotrøret forrest på flyet, og statisk åbning som kan sidde på forsiden af kroppen. Fartmåleren er derfor forbundet med to slanger.

Variometeret (V) er forbundet til en termoflaske, og til en "Total-energi-dyse" (T), som enten sidder på oversiden af bagkroppen eller foran finnen. Variometeret er forbundet til "termoflasken" og til "dysen". Den er derfor forbundet til 2 slanger, men kun til en åbning på flyet.

Det dynamiske tryk (Q), $= (P) - (S)$, og det afhænger af hastigheden d.v.s. $= 0$ når farten er $= 0$, det er altid ≥ 0

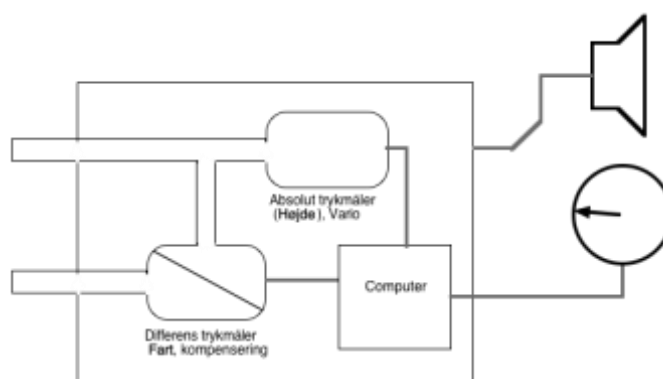
Totalenergitrykket (T) kommer fra enten en venturi eller en dyse. Det er altid $\leq (S)$, d.v.s. $(T)-(S) \leq 0$.

Man kan bruge (S) - (T) til at måle farten. Hvis man gør det så skal (P)-åbningen på fartmåleren forbindes til (S) og (S)-åbningen på fartmåleren forbindes til (T), det dynamiske tryk, som fartmåleren så føler, vil så være

$$Q = (S) - (T).$$

Elektronisk Variometer:

Næsten alle fly har i dag et elektronisk variometer. Det er normalt forbundet til statisk og pitot åbningerne, og kan derfor beregne både højde og fart.



Det elektroniske variometer har en trykføler til at måle det statiske tryk og beregne højden, og en trykføler 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).

En af de store fordele med et elektronisk variometer er, at det indeholder en audio udgang, så det for piloten kan indikere, om det stiger eller synker, uden at han behøver at se ned på instrumentet. Dette er et flyve-sikkerhedsmæssigt væsentligt forhold, at han kan kigge ud hele tiden.

Da informationen er tilstede 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 glideafstand, slutglidshøjde m.m.

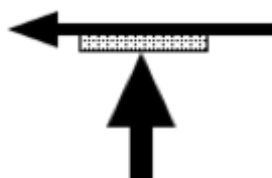
En væsentlig ulempe ved alle elektroniske instrumenter er, at de skal bruge strøm, og hvis batteriet svigter, har man intet instrument.

Sammenfatning af elektronisk variometer:

- ✓ Bruger samme princip som mekanisk variometer
- ✓ Behøver IKKE en dyse for at lave energi-kompensering
- ✓ Har mulighed for audio-indikation
- ✓ Kan sammenbygges med GPS for navigation
- ✓ Bruger strøm (kræver et batteri)

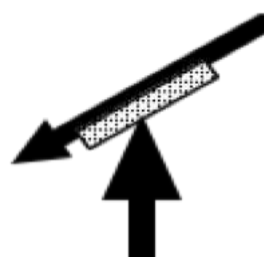
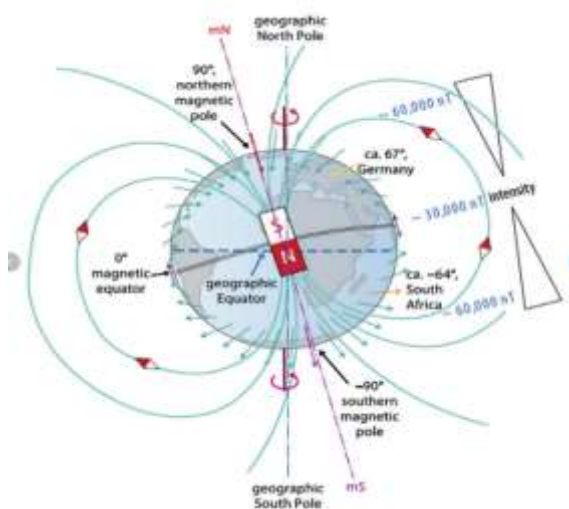
Kompas:

De fleste mennesker kender et kompas 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:



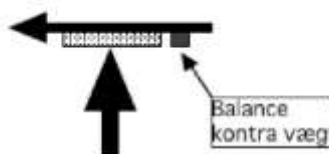
Ideelt Kompas

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:



Kompas i magnetfelt

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 nedenfor.



Afbalanceret Kompas i magnetfelt

Det betyder, at magnetnålen er i balance, men KUN når den udsættes for 1g - dvs. uaccelereret flyvning, eller med andre ord: Den viser ikke rigtigt, når man drejer! 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 svævefly med hjemhentningsmotor, selvstartere og TMG'er. Kompasset skal devieres, og den tilhørende deviationstabel skal befinde sig i umiddelbar nærhed af kompasset.

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 afvigelser. 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 – også i svæveflyvningen.

Moderne GPS-modtagere beregner positionen ud fra signalerne 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.

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"
- ✓ Kan forsynes med en ekstra "højdemåler", og kan så bruges som officiel logger.
- ✓ Kan være meget nem at bruge.

Ulemper:

- ✓ Kører på batteri, der kan 'løbe tør' for strøm.
- ✓ Har ikke altid opdaterede kort.
- ✓ Skal bruge 30 - 120 sekunder for at starte op.
- ✓ Kan være så avanceret, at den er svær at bruge.
- ✓ Er ikke særlig nøjagtig i højde beregning, og har derfor ofte en trykføler til at måle barometrisk højde.

Andet:

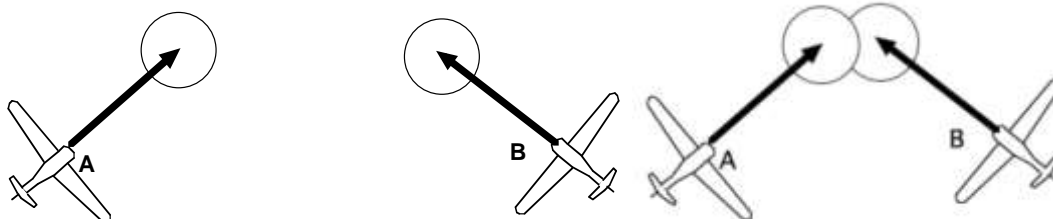
- ✓ Kan ikke udpege "retning" (heading). Det kan et kompas.
- ✓ Kan ikke bruges til at finde "vandret".

FLARM:

FLARM er et 'kollisionsadvarselssystem', som først blev udviklet til svævefly, men 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 18 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

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.

Da flere FLARM'er indeholder en GPS + trykføler, vil det være oplagt også at bruge dem som loggere, så de kan logge tid, position og højde. De er gode nok til at kunne bruges som officielt IGC-godkendte loggere, hvis de holdes kalibreret. Data fra loggeren udlæses efter flyvningen via et SD-kort



8.7. Samling af et svævefly og dets rorforbindelser

Et svævefly er bygget således, at det relativt nemt kan skilles ad og samles igen. Det er nødvendigt, da udelanding på en mark eller flyveplads hører med til sporten. Når det sker, skal flyet kunne skilles ad og transporteres tilbage til sin hjemflyveplads. Når vedligeholdelsesarbejdet skal laves udenfor flyvesæsonen, skal flyet også kunne skilles ad for at blive sat ind i værkstedet.

Flyets håndbog beskriver fremgangsmåden ved adskillelse og samling af svæveflyet, og det hører med til typeomskolingen at lære, hvordan man skiller flyet ad og samler det igen.

Som regel opbevares svæveflyet i sin transportvogn, når det er adskilt, og langt de fleste transportvogne er indrettet således, at de giver hjælp når flyet skal samles, ved at flyets krop står i sin vugge, så vingerne kan sættes på her uden at der skal holdes yderligere ved kroppen. Inden samlingen påbegyndes skal man sikre sig, at beslagene er fedtet ind, så samlingen går lidt nemmere, og man starter altid med at sætte vingerne på som det første.

Årsagen til det er, at skulle kroppen gå hen og vælte under samlingen, vil der formentlig ikke ske noget i modsætning til, hvis haleplanet var monteret først. I dette tilfælde ville det formentlig tage skade. Den vinge, der monteres først, skal holdes i position af en mand eller understøttes af en vingebuk. Herefter sættes den anden vinge på, og flyets hovedbolte sættes i og sikres.

Sikringen af hovedboltene er helt afgørende for sikkerheden og kan ske ved enten at sætte en sikkerhedsnål gennem hovedboltene, så de ikke kan glide ud igen, eller ved at boltenes håndtag låses af en sikkerhedsordning i flyet.

Efter montering af vingerne skal haleplanet monteres og sikres. Der findes flere måder til sikring af haleplanet afhængig af flytype, men fælles for alle er, at der ikke må være tvivl om, at haleplanet er monteret korrekt og sidder helt fast.

På moderne fly er forbindelser til højderor, krængeror, flaps og luftbremser selvkoblende, så de automatisk er forbundet, når vinger og haleplan er monteret, men på ældre fly skal rorforbindelserne kobles til manuelt samt sikres, så de ikke kan gå fra igen. Hvis der er tale om en manuelt samlet rorforbindelse, kan sikringen ske vha. sikkerhedsnåle eller – ved l'Hotellier-koblinger – med en split eller med fjederpåvirkede "Wedekind-sikringer".

På nogle fly er samlingerne af rorforbindelserne svære at se. Her kan et spejl være til stor hjælp, og man må aldrig tro, at man kan nøjes med at "mærke efter", om forbindelserne er samlet korrekt.

Når flyet er samlet, skal der laves "Dagligt Tilsyn efter samling", og der skal laves "positiv rorkontrol", hvor man får en anden til at holde ror og luftbremser i yderstillingerne, medens man selv påvirker styrepind og andre betjeningshåndtag i cockpittet. På denne måde sikrer man, at der er forbindelse mellem ror og styregrejer.

Selv om der tidligere på flyvedagen er lavet DT på flyet, skal der kvitteres for det i flyets logbog, når det er udført.

Dagligt Tilsyn efter samling nødvendigt:

I august 2018 styrtede en soloelev ned med en Ka-6 i Braunschweig i Tyskland. Den tyske havarikommission kunne konstatere, at den metalstang, som forbandt det ene krængeror med styregrejerne, var gledet ud, fordi sikkerhedsnålen, som skulle forhindre noget sådant, var blevet monteret, så den gled ved siden af metalstangen i stedet for ned gennem den hul i stangen, som skulle sikres med nålen. Pilot omkom efter at være sprunget ud af flyet.



<https://www.news38.de/braunschweig/article216400297/Absturz-Segelflugzeug-Unfall-Braunschweig-BFU-Waggum-Flugschueler.html>

Positiv rorkontrol efter samling:

For en del år siden blev en AstirCS samlet og gjort klar til start. Piloten kontrollerede, at rorene var forbundet med styregrejerne og konstaterede bl.a. at højderoret gik op, når han trak i styrepinden. Alt så normalt ud. Under spilstarten gik det op for piloten, at højderoret ikke reagerede på hans bevægelser med styrepinden, og han måtte formode, at højderoret ikke var korrekt tilsluttet. Piloten var snarrådig nok til at gennemføre spilstarten, så han fik tilstrækkelig højde på. Da wiren var udløst, løsnede han selerne, udløste førerskærmen med nødafkastet og sprang ud af svæveflyet med faldskærm. Han kom ikke noget til ved udspringet. Hvis en anden havde holdt fast i højderoret, mens piloten betjente styrepinden, ville de have konstateret, at højderoret ikke var tilsluttet.



8.8 Håndbøger, manualer og dokumenter

Håndbøger:

Aircraft Flight Manual – AFM (flyve-håndbog):

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 flyets:

- ✓ Maximum vægt
- ✓ Minimum vægt i sædet/sæderne
- ✓ Vandballast
- ✓ G-påvirkninger
- ✓ Sprængstykker til koblingerne
- ✓ Hvilke manøvrer der er tilladte
- ✓ Maksimal hastighed
- ✓ Hastighed i urolig luft
- ✓ Dagligt tilsyn

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 et piktogram, som viser hvad de er beregnet til, ligesom de fleste har en farve, som indikerer hvad de er beregnet til. I håndbogen vil der også være en fortegnelse over piktogrammerne og hvad de betyder.

Aircraft Maintenance Manual – AMM (vedligeholdelseshåndbog):

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. Noget kan udføres af en ejerpilot, mens andet skal udføres af en materielkontrollant.

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 strukturedele 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, serial-nummer og beskrive hvilken del det er man skal bruge. Serial-nummeret er vigtigt fordi der ofte er variationer igennem et langt produktionsforløb.

Dokumenter:

Luftdygtighedsbevis:

Når flyet registreres på dansk register, får det udstedt et Luftdygtighedsbevis (LDB). Luftdygtighedsbeviset er et bevis på, at flyet ved udstedelsen er luftdygtigt. Det har normalt ikke en udløbsdato påført. I DSvU's CAMO (vedligeholdelsesorganisation), skal der udstedes et Luftdygtighedseftersynsbevis (ARC) hvert år.



**CERTIFICATE OF AIRWORTHINESS
LUFTDYGTIGHEDSBEVIS**



Denmark / Danmark Danish Transport Authority / Trafikstyrelsen		Document number / Dokumentnummer E2387
1. Nationality and registration marks / Nationalitets- og registreringsmærker OY-HXH	2. Manufacturer and manufacturer's designation of aircraft / Fabrikant og fabrikantens typebetegnelse Schempp-Hirth Ventus 2cT	3. Aircraft serial number / Luftfartøjs serienummer 99
4. Categories / Kategorier Utility Category Powered Sailplane		
5. This Certificate of Airworthiness is issued pursuant to the Convention on International Civil Aviation dated 7th December 1944 and Regulations (EC) No 218/2008, Article 5(2)(c) in respect of the abovementioned aircraft which is considered to be airworthy when maintained and operated in accordance with the foregoing and the pertinent operating limitations. Dette luftdygtighedsbevis er udstedt i medfør af konventionen angående civil luftfart af 7. december 1944 og forordning (EF) nr. 218/2008, artikel 5(2)(c) for ovennævnte luftfartøj, der anses for at være luftdygtigt, når det vedligeholdes og opereres i overensstemmelse med de ovenstående og relevante operationelle begrænsninger. Limitations/Remarks / Begrænsninger/Bemærkning: None Date of issue / Udstedelsesdato: 28 March 2014 Signature / Underskrift: Tom Kjeldsen		
6. This Certificate of Airworthiness is valid unless revoked by the Danish Transport Authority. A current Airworthiness Review Certificate shall be attached to this certificate. Dette luftdygtighedsbevis er gyldigt, med mindre det tilbagekaldes af Trafikstyrelsen. Et gældende luftdygtighedsrevisionsbevis skal vedlægges dette bevis.		

EASA Form 28 Issue 2.

This certificate shall be carried on board during all flights
Dette bevis skal medføres ombord i under alle flyvninger

Airworthiness Review Certificate – ARC

Før en ARC kan udstedes, skal flyet være luftdygtigt og flyets vedligeholdelsesprogram (AMP) være opdateret. Det er en ARS, som udsteder en ARC og godkender opdatering af en AMP. Udstedelsen af en ARC er således uafhængig af hvornår flyet får lavet vedligeholdelse og årlig inspektion. Inspektionen kan f.eks. udføres i foråret og ARC kan laves i efteråret. På den måde kan arbejdet fordeles hen over året, hvilket er en lettelse for alle parter. En ARC er således et stykke papir, som dokumenterer, at dokumentationen for flyets luftdygtighed er i orden.

Regelsættet bag den initiale og den fortsættende luftdygtighed er beskrevet på side 8 – 11 i DSU's kompendie til faget Luftfartsret, hvortil henvises.

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.

**AIRCRAFT RADIO LICENCE
RADIOBEVIS - LUFTFARTØJ**



Denmark / Danmark Danish Transport Authority / Trafikstyrelsen		3. Aircraft serial number / Luftfartøjs serienummer 99
1. Nationality and registration marks / Nationalitets- og registreringsmærker OY-HXH	2. Manufacturer and manufacturer's designation of aircraft / Fabrikant og fabrikantens typebetegnelse Schempp-Hirth Ventus 2cT	4. Call sign / Kaldesignal OY-HXH
5. Aircraft ICAO 24 bit address (hex) / Luftfartøjs ICAO 24 bit adresse (hex) 48A388		6. Issued radio equipment must be approved and included in the continuing airworthiness of the aircraft. Only radio frequencies dedicated to aircraft may be used. Udstedt radio-udrustning skal være godkendt og indgå i luftfartøjets fortsættende luftdygtighed. Kun radiofrekvenser dedikeret til luftfartøjer må anvendes.
Date of issue / Udstedelsesdato: 28 March 2014		Signature / Underskrift: Tom Kjeldsen
7. This aircraft radio licence is issued in accordance with Order no. 895 of 23/09/2011 in call signs and identification numbers for aeronautical radio services in Danish-registered aircraft in ground stations. A call sign or identification number is assigned if the aircraft is no longer entered in the Register of Danish Aircraft. Radiobeviset er udstedt i medfør af Befalingsbreve nr. 895 af 23/09/2011 om kaldesignaler og identifikationsnumre til luftfartøjsradioer i dansk-registrerede luftfartøjer og på jordstationer. Et kaldesignal eller identifikationsnummer tildeles, hvis luftfartøjet ikke længere er optaget i det danske luftfartøjsregister.		



Manualer / journaler

Flyets journal med vedligeholdelses-status

Forrest i svæveflyets journal er der en "Vedligeholdelsesstatus", hvor det er let at få overblik over forfald af luftdygtighed. Det er en tabel, hvor en materiel-kontrollant eller ejer-pilot har frigivet flyet til enten en tachotid, et startantal, et timetal eller en dato. Flyet er luftdygtigt indtil ét af tallene/datoen nås - hvad der måtte indtræffe først.

Et eksempel på vedligeholdelsesstatus og indholdet af den er vist i DSvU's kompendie til faget Luftfartsret side 10. Når vedligeholdelsesstatus opdateres, skal der angives et eller flere nye tal i tabellen, og der skal angives den dato betingelserne er fornyet, samt hvem som har foretaget fornyelsen.

Hvis man ønsker at se hvor forfaldsdato/tal stammer fra, kan dette ses i Follow-Up skemaet, som er afbilledet på side 10 i DSvU's kompendie i faget Luftfartsret.

Motor-journal

For svævefly med motor skal der være en motorjournal, som dokumenterer vedligeholdelse og reparationer af motoren, ligesom gangtiden på propellen indføres, når der laves noget på propellen. Journalen skal følge motoren, der på motoriserede fly betragtes som en komponent, som kan udskiftes. Reparationer på eller udskiftning af en motor skal ske hos fabrikanten eller på et godkendt værksted. Som på alle andre vedligeholdelsesarbejder på svævefly skal der laves en work-order før reparationen, og denne skal beskrive, hvad der er udført på motoren.

Propeljournal

Propellen betragtes ligesom motoren også som en komponent, som kan udskiftes eller sendes til reparation/overhaling. Derfor har propellen også en særskilt journal, som dokumenterer vedligeholdelse og reparationer af propellen, ligesom gangtiden på propellen indføres i journalen, når der laves noget på propellen. Propeljournalen følger propellen hvis man f.eks. køber en ombytnings-propel. Så skal den nye ejer i princippet enten have journalen, eller fabrikanten skal udstede et certifikat hvor gangtider m.m. er angivet.

Komponentkort

En del komponenter på motoren har komponentkort, idet de kan ombyttes med en tilsvarende ny eller overhalet komponent. Komponentkort er typisk på brændstof-pumper, magneter og indsprøjtnings-systemer. Det vil mest være på TMG-fly man vil finde disse komponenter.

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.

1. Inspektionsrapporter
2. Vedligeholdelses Follow-up, Aircraft Maintenance Program - AMP
3. Registrerings- og luftdygtighedsbevis og ARC, støjcertifikat, godkendelse af flyvehåndbog
4. Udstyrsliste, opmålingsrapport
5. Vejerapport,
6. Status på AD / LDD / TM, oversigt over håndbogsopdateringer
7. Work orders
8. EASA Type-certifikat, Form One eller FAA 8130
9. Instrumenter
10. Forsikringer
11. Radiobevis - luftfartøj
12. Motor- og propelmanualer, komponentkort



Den tekniske journal skal ikke medbringes under flyvning, men skal være til rådighed for ”den tekniske vedligeholdelsestjeneste” som det hedder i BL 1-12.



8.9. Luftdygtighed og vedligeholdelse

Hvornår er et svævefly luftdygtigt ?

For at sikre, at et fly er sikkert og opfylder de krav, som stilles internationalt, er der lavet fælles regler for design af fly samt dokumentationen af flyenes luftdygtighed, manualer m.m. Ethvert nyt fly-design skal godkendes af luftfartsmyndighederne. I Europa er det EU-kommissionen, der gennem EASA har udgivet et regelsæt, som alle fabrikanten skal overholde ved design og godkendelse.

Et fly er først luftdygtigt og må bruges til flyvning, når en luftfartsmyndighed har godkendt det. Ligeledes skal flyet til stadighed være vedligeholdt efter forskrifterne for at bevare sin luftdygtighed. Hvis det ikke sker, vil flyet ikke være luftdygtigt.

Man opdeler derfor luftdygtigheden i to kategorier:

1. Den indledende luftdygtighed
2. Den fortsatte luftdygtighed

Den indledende luftdygtighed:

Når et fabriksnyt fly skal på dansk register, skal fabrikanten stå inde for luftdygtigheden. I Europa fører EASA tilsyn med producenterne og foretager jævnlig audits for at sikre, at fabrikanten til stadighed overholder deres procedurer og dokumentation for standarder og kvalitet.

Ved registreringen skal fabrikanten levere en række dokumenter:

- En prøveflyvningsrapport
- En vejerapport
- En konformitetserklæring på flyet
- Et typecertifikat
- En vedligeholdeshåndbog (Aircraft Maintenance Manual - AMM)
- En flyvehåndbog (Aircraft Flight Manual – AFM)
- Et støjcertifikat hvis det er et svævefly med motor
- Dokumentation på ”komponenter” såsom motor, propel, koblinger m.m.

Hvis det er et brugt fly, skal ovenstående dokumenter samt alle papirer medfølge, som beskriver flyets reparationer og vedligeholdelse. 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 et modtagelsesinspektion af en materielkontrollant, som gennemgår flyet svarende til en årlig inspektion. Der skal være et skilt i flyet med flyets danske registrering. Skiltet skal laves af et ikke-brændbart materiale, f.eks. metal. Det er for at man måske vil kunne finde skiltet efter flyet er brændt og dermed identificere hvilket fly det er.

Materielkontrollanten udfærdiger en inspektionsrapport over modtagelsessynet og eventuelt en ny vejerapport, hvis der f.eks. monteres eller fjernes instrumenter fra flyet. Vejerapporten er bl.a. grundlaget for at kunne beregne flyets tomvægt, flyets tyngdepunkt samt minimum vægt i forsædet. Der skal også laves et vedligeholdelsesprogram for flyet (Aircraft Maintenance Program – AMP), som beskriver flyets og komponenters vedligeholdelse.

Når de danske luftfartsmyndigheder har godkendt ansøgningen, udsteder de følgende dokumenter:

1. Registreringsbevis – se ”Luftfartsret” side 12
2. Luftdygtighedsbevis (typisk uden udløbsdato, men skal fornys i form af en ARC) se side 34
3. Radiobevis – luftfartøj hvis flyet er udstyret med radio – se side 35
4. Godkendelse af Flyvehåndbogen.



Flyet skal desuden tilsluttes til en vedligeholdelsesorganisation (Continuing Airworthiness Maintenance Organization – CAMO), som tager hånd om den fortsatte luftdygtighed.

Den fortsatte luftdygtighed:

Vedligeholdelse af svævefly og motorsvævefly

Regelsættet

Reglerne for den fortsatte luftdygtighed er i Europa udgivet af EU-kommissionen gennem EASA. Regelsættet hviler på de rammer, som ICAO har udstukket.

Vedligeholdelsen er beskrevet i EASA Part M suppleret med enkelte danske bestemmelser (BL – Bestemmelse for Luftfart). Reglerne fra EASA gælder, hvis der er uoverensstemmelse med de danske regler. Reglerne for hvilke flydokumenter, der skal være til stede ved svæveflyvning, findes i EASA Part SAO.

De danske luftfartsmyndigheder har udgivet BL 1-2, BL 1-3 og BL 1-12 vedr. vedligeholdelse af fly – herunder svævefly. BL 1-3 vedrører alene Annex I-fly, som er nationalt regulerede, og som vi ikke vil komme yderligere ind på i dette fag. Annex I-fly er typiske gamle fly. Tidligere blev de kaldt Annex II-fly.

Forpligtelser:

Ejeren og brugeren af et fly er ansvarlige for den flyets fortsatte luftdygtighed og skal sikre, at flyet ikke bruges med mindre:

1. Flyet holdes i en luftdygtig tilstand, og
2. At ethvert operationelt udstyr eller nødudstyr er korrekt placeret og i brugbar stand, eller klart markeret som ikke egnet til brug (unserviceable), og
3. Luftdygtighedsbeviset er gyldigt, og
4. Luftdygtighedseftersynsbeviset (Airworthiness Review Certificate = ARC) er gyldigt og
5. Vedligeholdelsen af flyet er udført iht et godkendt vedligeholdelsesprogram (Airworthiness Maintenance Program - AMP).

CAMO:

For at opfylde betingelserne ovenfor, kan ejeren af flyet:

1. vælge at indgå en kontrakt om forpligtelserne for den fortsatte luftdygtighed med en Continuing Airworthiness Maintenance Organisation – CAMO (kontrolleret miljø).
2. påtage selv at forestå den fortsatte luftdygtighed uden en kontrakt til en CAMO, men derimod tilknyttet en CAMO (ukontrolleret miljø).

For at kunne vedligeholde fly, skal flyene altså være tilknyttet en CAMO. En sådan kan være i et kontrolleret eller ukontrolleret miljø:

Kontrolleret miljø:

I det kontrollerede miljø, har CAMO'en forpligtelser, som giver lempelser mht. inspektion og fornyelse af ARC - Airworthiness Review Certificate.

Fordelene ved et kontrolleret miljø er:

- CAMO'en sørger for at holde styr på meddelelser vedr. flyets luftdygtighed
- Kun fysisk inspektion af en ARS hvert 3. år
- ARC'en kan administrativt fornyes i 2 år efter review af dokumentationen
- Det er CAMO'ens ansvar, at såvel periodiske vedligeholdelsesarbejder, som hvad der følger af fabrikantens og EASA's løbende udsendelser, bliver udført efter gældende bestemmelser.



Ulemperne er:

- Der skal være en kontrakt mellem flyejerne og CAMO'en, som sikkert også betyder en betaling for den ydelse, som CAMO'en yder.
- Der skal løbende være en indberetning om timer og starter samt udførte eftersyn og inspektioner.

Ukontrolleret miljø:

I det ukontrollerede miljø er flyejerne og piloterne i højere grad ansvarlige for at sikre, at flyet fortsat er luftdygtigt.

Fordele ved et ukontrolleret miljø er:

- Der er ingen kontraktlig forpligtigelse overfor CAMO, f.eks betaling af gebyr.
- Der er ingen løbende indberetning om timer og starter samt udførte eftersyn og inspektioner

Ulemperne er:

- Der er en risiko for, at der ikke altid er styr på meddelelser vedr. flyets luftdygtighed
- Der skal være en fysisk inspektion af flyet hvert år, men det skal alligevel ske iht flyets vedligeholdelsesprogram (AMP).
- ARC skal fornys hvert år.

DSvU er via TBST blevet godkendt som CAMO. Og DSvU har valgt at operere i et ukontrolleret miljø. For at kunne blive godkendt som en CAMO, har DSvU skullet opbygge og i detaljer beskrive en vedligeholdelsesorganisation. Dette er beskrevet i DSvU's dokumenter "Maintenance Organization Manual" – MOM og "Continuing Airworthiness Management Exposition" – CAME, som ligger på DSvU's hjemmeside.

DSvU's vedligeholdelsesorganisation:

Klubbernes værksteder er i princippet underafdelinger af DSvU's værksted, og skal derfor følge de retningslinjer der er udstukket af DSvU. Der er specielle krav til indretningen af værkstedet, ligesom alt værktøj til servicering af fly, skal mærkes og holdes adskilt fra andet værktøj som bruges f.eks. til vedligeholdelse af spil eller wirehenteren. Desuden skal visse typer værktøj have dokumenteret kalibreringsattest, som er sporbar til en godkendt kalibreringsvirksomhed.

Alle medlemmer af DSvU er principielt en del af vedligeholdelsesorganisationen, men der er stor forskel på, hvad det enkelte medlem må lave af vedligeholdelsesarbejder. Nogle opgaver kræver personer med en særlig baggrund:

- ✓ Materielkontrollanter
- ✓ Værkstedschef
- ✓ Teknisk chef
- ✓ Kontrolchef
- ✓ Accountable Manager (leder af CAMO'en)

Vedligeholdelse og reparation af svævefly:

Al vedligeholdelse og reparation af fly, skal forestås af personer, som er godkendte til det (materielkontrollanter), og flyets AMP og reparationsforskrifter skal følges. I AMP'en er der normalt henvist til flyets vedligeholdelses-manual, hvori der er forskrifter for forskellige reparationer og vedligeholdelser.

Er der ikke angivet noget i manualen, anvendes den generelle reparationsmetode. I praksis er det oftest ejer/bruger som udfører eftersyn og vedligeholdelse i den udstrækning de er kvalificerede til det, og så inspicerer materielkontrollanten, at arbejdet er udført korrekt.



Der skelnes mellem to forskellige former for vedligehold:

1. Planlagt vedligehold:

Det er ting der kontrolleres/skiftes med jævne mellemrum:

- Datobestemt (kalender)
- Driftstidsbestemt (antal timer)
- Driftsbestemt (antal starter)

Alt dette styres af

- Fabrikanternes anvisninger
=> Skrives ind i Aircraft Maintenance Program (AMP)
=> holdes à jour i "Follow-Up"-skema.

2. Ikke-planlagt vedligehold

Det er ting som kommer pludseligt:

- AD'er fra EASA, tekniske meddelelser og Service Bulletin'er fra fabrikanten og andre 'ting der skal gøres'
- Reparationer / inspektioner pga. skader/hændelser
- Forhold som giver et "Ja" i bemærkninger i flyets Journal

Det hele startes altid med en "Work Order", og afsluttes med "Frigivelse" (CRS – Certificat of Release to Service).

Ejer-piloter

Som en del af vedligeholdelsen er *forebyggende vedligeholdelse*, som skal udføres uden at adskille eller demontere strukturdele, styresystemer, rorflader, højtrykshydraulikslanger, propeller/rotorblade, motorer eller understel, og det specialværktøj og de procedurer, der er angivet af fabrikanten, skal anvendes. Dette er beskrevet i Part-M.

Forebyggende vedligeholdelse kan udføres af S-piloter (ejer-piloter), og de skal så skrive deres certifikatnummer i stedet for M-stemplet i vedligeholdelsesstatus samt på WO og Follow-up- skemaet med tiderne for næste eftersyn. WO og Follow-up-skemaet skal uploades i DSvU's arkivsystem af en materielkontrollant.

Generelt kan man sige, at al vedligeholdelse, som ikke kræver brug af værktøj af nogen art, kan udføres af en ejerpilot. I alle andre tilfælde skal en materielkontrollant ind over sagen.

Aircraft Maintenance Program - AMP

En AMP er en detaljeret beskrivelse af flyets Vedligeholdelsesprogram. AMP'en foreskriver hvilke vedligeholdelsesarbejder, der skal laves på flyet og dets komponenter for at opretholde den fortsatte luftdygtighed. I AMP'en henvises til flyets og komponenternes vedligeholdelseshåndbøger. eller evt. instruktioner, som kommer ud over anvisningerne i vedligeholdelseshåndbøgerne. Et eksempel på dette er den danske AIC B 16/12, der foreskriver, at flyet kun skal vejes i forbindelse med ejerskifte, og at kompasset skal kontrolleres hvert år.

AD-notes fra EASA

Når EASA udsteder en AD-note (Airworthiness Directive), skal den følges, og hvis arbejdet ikke er gennemført inden den angivne frist, er luftfartøjet ikke længere luftdygtigt. På EASA's hjemmeside er der en komplet oversigt over alle AD-notes som er udgivet, ligesom der er en søgefunktion, hvor man kan søge på en flytype eller fabrikant eller andre informationer.

Link: <https://ad.easa.europa.eu/>



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. Generelt er det sådan, at de er obligatoriske, hvis EASA er blandet ind i det og udgiver den tekniske meddelelse som et Airworthiness Directive (AD-note).

Hvis ikke EASA har udstedt en AD-note i tilslutning til en TM, er denne TM ikke obligatorisk. For både AD-notes og tekniske meddelelser gælder det, at de skal beskrive, hvem der må kvittere for udførelsen af dem. I nogle tilfælde må piloter, der er omskoleet til flyet, skrive for udførelsen, medens andre meddelelser kræver, at en materielkontrollant kvitterer for udførelsen.

Link: <https://www.dg-flugzeugbau.de/service-wartung/technische>

Service Bulletins (SB)

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

Work Order (WO):

Før en vedligeholdelse eller reparation må finde sted, skal der laves en Work Order (arbejds-seddel), som beskriver hvad det er der skal udføres. Work Orders skal nummereres fortløbende i hvert kalenderår, og før selve nummeret, angives flyets registrering. Nummeret har formatet 2019/1, 2019/2, og næste år 2020/1 osv.. Den originale Work Order indsættes i flyets tekniske journal, og der skal sendes en kopi til DSvU når arbejdet er afsluttet. Dette gøres elektronisk, idet DSvU har oprettet et elektronisk arkivsystem.

DA "SK SVÆVEFLYVER UNION"

WORK ORDER

Undertegnede flyvejer ordrer hermed nedenstående arbejde udført på OY-HXH

Lyngby 17-02-2019
 Ret - Date (dd-mm-yyyy) *Mose Lammussen*
 Underskrift af flyvejer

Job nr. / Work Order: OYHXH- 20 111 1.....
 Side 1 af 0 (incl. Work Sheets etc.)

Værktøj PFG	Flytype Verbus 2c-T	Motortype SOLO	Motorserienummer n/a
Aut. N:o, DK MF 0003 Dansk Svaneflyver Union Faste: uftvej 10 - Årnhøj 1400 Herning	Reg. OY-HXH	Serie nr. 98	Serie nr. 546
	Totalt løn: 2012	Stunde: 674	Total gangtid: 17,17
Label nr.:	Bestielse af del / vedligeholdelsesarbejde (Se evt. fores på Work Sheet form SV401.11A)	Beskrivelse af reparation samt anvendte "Maintenance Data" reference og hvilken del anvendes (Se Work Sheet form SV401.11A) Der skal altid anvendes seneste udgave "Maintenance Data"	Reparation / del / ændring / kontrol nr.
1	Årlig vedligeholdelse og inspektion af fly	Udført iht. Bilag 1 udført på grundlag af Maintenance Manual for Verbus 2c-T, Edition June 1996, rev. 14, marts 2005	1/3 - 2019 [Signature]
2	Årlig vedligeholdelse og inspektion af motor pylon	Udført iht. Bilag 2 udført på grundlag af Maintenance Manual for Verbus 2c-T, Edition June 1996, rev. 14, marts 2005	1/3 - 2019 [Signature]
Udført vedligeholdelse (Dokumentation) ref. SJA. 403	Overført til nr. (Transferred to) Work Order OY- 20 /		Skal udføres senere (To be rectified not later than)

Certifies that the work specified except as otherwise specified was carried out in accordance with Part-M and in respect to that work the aircraft is considered ready for release to service.
 Overensvarende vedligeholdelse- og/eller reparationsarbejde er, medmindre andet er nævnt, udført i overensstemmelse med bestemmelserne i Part-M, og i forhold hertil er/tilføres det servicable fly- og/eller komponent for flyet til tjeneste (Released to Service)
 (This maintenance- and repair-report must be filed in three copies, unless the flight instructor has otherwise stated)

Mat. Stempel:  *den 17/2 2019*
 Underskrift af materielkontrollant / ejer/akt + S-certifikat

SV401.11A

Al vedligeholdelse og reparationer skal ske i samråd med en materielkontrollant, og det er også kontrollanten, som godkender arbejdet. En Work Order kan udvides ved, at der udfyldes et eller flere Work Sheets, hvor der er flere linjer med plads til en udførlig beskrivelse af fejlen, og hvordan det er blevet udbedret. Andre relevante dokumenter kan også tilknyttes en WO.

Når en ny WO oprettes, skal det beskrives hvilket værksted som skal udføre arbejdet. Oftest er det klubbens værksted som anvendes. Desuden skal en repræsentant for flyets ejer skrive under på WO som en



”bestilling” af arbejdet. Og flyets aktuelle flyvetid og starter, samt eventuelle komponenters gangtider skal angives, så det fremgår ved hvilken flyvetid/starter arbejdet er bestilt og/eller gennemført.

Grundlaget for arbejdet skal angives, og der skal laves en henvisning til hvilken reparationsforskrift som skal anvendes til arbejdet, hvilket f.eks. er en henvisning til afsnittet i AMM som anvendes.

Reparatøren skriver dato og underskrift i et felt på WO'en som kvittering for udført arbejde, og i feltet ved siden af er der plads til at kontrollanten daterer og underskriver som kontrol af korrekt udført arbejde.

Selvom der tidligere er skrevet, at det er materiel-kontrollanter der står for arbejdet, kan det fysisk foretages ved, at en kvalificeret person i samråd med kontrollanten laver selve arbejdet mens materiel-kontrollanten står for den afsluttende kontrol og papirarbejdet.

Hvilke materialer og værktøj må bruges 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 det kræver de er fabrikeret af en godkendt fabrikant og normalt også leveret med fabrikantens CoC – Certificate of Conformity, eller købes fra fly-fabrikanten, som kan certificere delene.

Komponenter såsom koblinger, instrumenter og strukturdele skal leveres med EASA Form One (eller FAA 8130 = amerikansk godkendelse), som er luftdygtigheds-certifikater på delene, altså at delene er brugbare til isætning i fly.

Værktøj til brug for reparationer og vedligeholdelse skal holdes separeret, så det ikke bruges til andre formål end fly-vedligehold. Værktøjet skal være individuelt nummereret for hvert værksted til brug for flyvedligehold og skal 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 en værktøjsskabet, hvor værktøjet 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.

Årlig inspektion:

Når flyet er vedligeholdt og/eller repareret i henhold til flyets godkendte AMP eller reparationsforskrifter, kan det fremstilles til inspektion, som foretages af en materielkontrollant. Kontrollanten gennemgår flyet og flyets papirer samt dokumentationen for vedligeholdelsen og eventuelle reparationer. Det hele dokumenteres i en Inspektionsrapport. Inspektionen sker i henhold til fabrikantens anvisning. Findes denne ikke så bruges DSvU's inspektionsrapport.

Hvis der ikke findes fejl eller mangler, kan kontrollanten frigive flyet til tjeneste – i reglen i et år, men visse driftstids- eller kalenderbestemte inspektioner kan blive aktuelle inden der er gået et år. Det er vigtigt at huske, at hvis flyets ARC har en udløbsdato, som er tidligere end et år fra inspektions-datoen, skal ARC'en fornyes inden dennes udløbsdato for at flyet fortsat er luftdygtigt.



Certificate of Release to Service – CRS:

For at et fly er luftdygtigt, skal det dels have en gyldig ARC og dels have et "Certificate of Release to Service CRS. Det er enten stemplet i flyets journal, eller der er indsat en mærkat i journalen med følgende indhold:

It is hereby certified, that the aircraft has been maintained in accordance
with specifications in relevant maintenance data and a Certificate of
Release to Service has been issued under Aut.no. DK MF 0003.

Ref.: Work Order Place: Date:

OY- 20.....//..... 20.....

.....

Certifying staff signature and stamp:

Det er vigtigt, at der samtidig i flyets "Vedligeholdelsesstatus" opdateres med hvilket nye forfald flyet vil have i form af starter/tider/dato.

Udstedelse af flyets ARC:

Da DSvU opererer i et ukontrolleret miljø, kan et flys ARC - Airworthiness Review Certificate – kun udstedes for 12 måneder ad gangen. En ARC kan som nævnt udstedes for 12 måneder ad gangen, hvis der foreligger en "Inspektionsrapport for inspektion af svævefly", som er mindre end ét år gammel. Fornyelsen af en ARC kan kun foretages af en Airworthiness Review Signatory – ARS.

Når der er udstedt en ny ARC, skal Follow-Up skemaet opdateres med en dato for næste udløb. Dette skal også afspejles i vedligeholdelses status.

Airworthiness Review Signatory – ARS

En ARS er en materielkontrollant med stor erfaring som foretager eftersyn af papirerne for at kunne forlænge luftdygtigheden i form af en ARC. Så ARS'en gennemgår både AMP'en, inspektionsrapporten, journalen og andre dokumenter for at sikre, at f.eks AMP'en har henvisninger til seneste versioner af håndbøger og at alle aktuelle AD eller TM for flyet er udført og kvitteret for. Desuden skal han besigtige flyet for at se det er som beskrevet i flyets papirer.

ARS'en er involveret i udfærdigelsen af en AMP på et nyt fly, ligesom opdateringer af en AMP skal godkendes af ARS'en.

Hvornår er et svævefly 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 og AD-notes være gennemført indenfor de angivne tidsfrister. Er disse forhold ikke overholdt, er luftdygtigheden 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.

Når et fly har været udsat for en hård belastning, skal der som minimum udføres dagligt tilsyn på flyet, og flyet bør endvidere inspiceres af en sagkyndig – f.eks. en materielkontrollant. Der findes flere eksempler på, at skader først er dukket op, når flyet er blevet skilt ad i forbindelse med vintereftersynet. Dette vil som regel betyde, at flyets kaskoforsikring ikke dækker reparationen, idet en skade normalt skal være anmeldt en vis tid efter et uheld.

DSvU stiller krav om, at alle tildragelser, hændelser og havarier rapporteres til DSvU under anvendelse af Safety Management Systemet – SMS, og desuden skal havarier og alvorlige hændelser rapporteres til Havarikommissionen – HCLJ. Se UHB gruppe 800-serien for yderligere information.

SMS kan findes på dette link: <https://medlem.dsvu.dk/Flysik-udvalg/Safety-Management-System-SMS/menu-id-1313>

Follow-up skema:

Det kan være svært at huske hvornår flyet, ARC og de forskellige komponenter skal have eftersyn/vedligeholdelse. Derfor er der lavet et Follow-up skema, hvori alle de forhold som er beskrevet i flyets AMP 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.

Et fly kan have mange grunde til udløb:

- ✓ Der er en årlig inspektion
- ✓ Der kan være et maksimalt timetal mellem inspektionerne, f.eks 200 timer
- ✓ Der kan være et stort eftersyn ved 3000 timer
- ✓ Der kan være et antal starter, f.eks 2000 som typisk er koblingerne som har denne begrænsning
- ✓ Og nogle fly kan endda have et maksimalt antal år

Nedenfor er et uddrag af et flys Follow-Up skema:

DANSK SVÆVEFLYVER UNION									
TELSLUTTEI KONGELIJ DANISK AEROKLUB OG DANMARKS IDRÆTTS-FORBUND									
Vedligeholdelses "Follow-up" skema, OY-HXH									
(Maintenance follow-up)									
Plantaget vedligeholdelse og levetidsbegrænsede komponenter (EL 9-1)									
(Scheduled maintenance and life limited components)									
Item navn	Type	Serie nummer	Levetid	Installeret/udført Accomplished/installed		Næste eftersyn (Near due)		Bemærkninger	
				Timer (TT)	Dato (Date)	Timer (TT)	Dato (Date)		
Fly	Ventus 2cT	99	Total 12000 timer	0	25-11-02	12000		MM kap. 3.3	
Fly 1. hovedeftersyn	Ventus 2cT	99	6000	0	25-11-02	6000		MM kap. 3.3	
Fly. eftersyn	Ventus 2cT	99	1 år	2012	01-04-19		01-04-20	MM kap. 3.2	
Sideronsliner	Ventus 2cT	99	200 t / 1 år	2012	01-04-19	2212	01-04-20	MM kap. 3.1	
Motor	Solo 2350	646	Total 200 t *)	0	25-11-02	200 *)		*) motortimer Solo kap. 5	
Motor	Solo 2350	646	5 år	0	30-03-15		30-03-24	Solo kap. 5	
Motor	Solo 2350	646	1 år / 25 t *)	17 t *)	30-03-19	42 t *)	30-03-20	*) motortimer Solo kap. 5	
Propel	Ø83/Ø3.05	579	200 t *)	0 t *)	25-11-02	200 t *)		*) motortimer Ø83 kap. 5	
Propel	Ø83/Ø3.05	579	1 år / 25 t *)	17 t *)	01-04-19	42 t *)	01-04-20	*) motortimer Ø83 kap. 5	
Toast bundkobling	E85	156748	2000 starter	488 starter	23-05-13	2488 starter		Toast kap. 10	
Toast næsekobling	G88	64282	2000 starter	0 starter	25-11-02	2000 starter		Toast kap. 10	



Andre eftersyn:

Hovedeftersyn:

Hvis fabrikantens oprindelige begrænsning af flyets operationelle levetid ønskes forlænget, skal der udføres et hovedeftersyn jf. fabrikantens anvisninger.

Modtagelsessyn:

Ved indførsel til Danmark, skal flyet underkastes et modtagelses-inspektion, som i omfang svarer til en årlig inspektion, hvor både fly og papirer kigges grundig efter.

Vejning skal udføres, med mindre flyet er vejet indenfor de sidste 5 år. Og da mange fly måske leveres uden instrumenter eller der skiftes instrumenter ud, kan en vejning ofte være nødvendigt. Som minimum skal der laves en ny tyngdepunktsberegning og minimum vægt i sædet/sæderne.

Det skal sikres, at samtlige Luftdygtighedsdirektiver (LDD) som TBST tidligere udgav samt Airworthiness Directives (AD) og Technische Mitteilungen (TM) for typen er udført og at en oversigt over disse og deres udførelse er dokumenteret i flyets journal.

20 års eftersyn af træfly

Træfly kan være omfattet af krav om et 20 års eftersyn, som herefter skal gentages hvert 5. år. Dette eftersyn skal sikre, at træstrukturen stadig er frisk, og at limningerne er intakte. Dette eftersyn skal være indarbejdet i flyets AMP, hvis flyet er omfattet reglerne i EASA Part-M.

Eftersyn efter unormale påvirkninger:

Hvis et fly har været udsat for unormale påvirkninger, skal det inden det atter tages i brug, efterses af en materiel-kontrollant. Før dette kan ske, skal der oprettes en Work Order på **inspektionen, som materiel-kontrollanten skriver under på, stempler samt uploader til DSvU's elektroniske arkiv-system.**

Materielkontrollanten kvitterer i flyets journal (side 206 ->): "Eftersyn efter unormale påvirkninger. Ingen fejl konstateret" og refererer til den Work Order, som lå til grund for eftersynet. Der skrives datoen for eftersynet samt underskrift og stemples med kontrollantens stempel.

Eftersyn til havarirapport:

Havarirapporter skal som hovedregel vedlægges en detaljeret beskrivelse af skadens omfang. Denne beskrivelse kan nedfældes i en Work Order.

Eftersyn efter reparation:

Efter enhver reparation eller modifikation, skal flyet underkastes et eftersyn, som udføres af en materielkontrollant med beføjelser svarende til reparationens/modifikationens omfang og art.

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

- ✓ Reparationsforskrifter
- ✓ Reparationsmetoder
- ✓ Råmaterialer
- ✓ Reservedele
- ✓ Standard forbrugsmaterialer

Rapportering skal foregå iht. beskrivelserne i DSvU's Maintenance Organization Manual (MOM).



Eftersyn efter samling:

Efter samling skal den pilot, der har ansvaret for samlingen, kontrollere flyet og kvittere for samlingen i flyets journal. Kontrollen skal udføres som et dagligt tilsyn jvf. UHB gr. 520.

Dagligt tilsyn:

Før hver flyvedags første flyvning, skal der udføres dagligt tilsyn jfr. UHB gr. 520. Som en del af dagligt tilsyn udføres positiv kontrol, hvor flyets betjeningsgreb aktiveres fra cockpittet, mens en person udenfor holder fast i de forskellige rør og luftbremser et ad gangen. Derved kan piloten fra cockpittet mærke om der er en fast forbindelse til rør og luftbremser. Husk, at det ikke er en styrkeprøve, men blot en let kraft til konstatering af en fast forbindelse. Ved for kraftig belastning, kan beslag m.m. beskadiges. Dette omfatter også kontrol af vedligeholdelses status.

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

Minimums udstyr for svævefly

Til brug ved VFR-flyvning i svævefly, skal der som minimum være følgende i svæveflyet iht BL 1-12, og det skal naturligvis være i brugbar stand:

- ✓ En fartmåler
- ✓ En trykhøjdemåler
- ✓ En typegodkendt lænde- og skuldersele for hvert sæde
- ✓ Et kompas hvis det er et motorsvævefly

Der kan være angivet yderligere udstyr i flyets håndbog, som så naturligvis også skal forefindes og i brugbar stand.

Deviation

Hvis et fly er udstyret med et kompas, skal kompasset devieres mindst én gang om året. De fleste kompasser kan justeres, og fejlen kan ofte reduceres. Der skal forefindes en deviations-tabel ved kompasset, så man kan se hvilke fejl der er på forskellige kurser. Der skal ligeledes udfærdiges en deviations-rapport, som skal uploades i DSvU's arkivsystem og sættes i den tekniske journal. Deviationen skyldes påvirkninger fra metal og elektriske komponenter, såsom radio, elektrisk variometer og ledninger m.m.



8.10. Flystruktur i forbindelse med motor og propel

Som nævnt i afsnit 8.1. er motoriserede svævefly også bygget efter CS-22. De særlige forhold omkring TMG behandles i de træningsprogrammer, som gælder for uddannelsen på TMG – både grunduddannelse til SPL-certifikat og TMG-overbygningen til et bestående SPL-certifikat.

Der er imidlertid også andre motorsvævefly, som certifikatindehavere kan komme til at bruge med et SPL-certifikat. Det drejer sig om:

- ✓ **SLG = Self Launching Gliders -> selvstartende svævefly**
- ✓ **SSG = Self Sustaining Gliders -> svævefly med hjemhentningsmotor**

Derfor skal vi i faget Generel Viden om Luftfartøjer også berøre emner, som har med motor og propel at gøre i den udstrækning, hvor det får betydning for sådanne flykategorier.

Motorsvæveflyets krop

For både SLG og SSG gælder det, at motor og propel kan indfældes i kroppen, så flyet ser som et helt almindeligt svævefly, når motor mv. er inde. Men kroppen er dog bygget på en anden måde, idet der skal være en brønd i flykroppen, som kan rumme motor og propel.

Denne brønd gør, at flyet – alt andet lige – bliver tungere end det tilsvarende almindelige svævefly uden motor, men det får også en konstruktion, hvor der kan være risici for skader og brud, som ikke findes på svævefly uden motor. Det er derfor vigtigt at lave DT på flyet på en sådan måde, at strukturen omkring motorbrønden kontrolleres for revner og skader.

Selve motoren incl. propel kan godt veje ca. 50 kg, og når den er indfældet i kroppen, ligger den på et stop i bunden af flyet, men ophængt drejer om et punkt, der ligger meget længere fremme i kroppen. Det betyder, at en hård landing eller en ujævn flyveplads kan få hele motorinstallationen til bevæge sig, hvor den slår hårdt ned mod sit stop i bunden af kroppen. Ved meget hårde påvirkninger kan dette give skader i bunden af flyet, men også på hele motorfundamentet. Det daglige tilsyn skal således udvides til også at omfatte dette område af flyet.

Når motor og propel er indfældet i flyets krop, er motorbrønden lukket med klapper, der flugter med flyets krop. Disse klapper sidder på hængsler, som er skruet ind i strukturen. Disse hængsler og kroppen skal kontrolleres for revnedannelse, da de typisk er skruet ind i strukturen.

Motoren er naturligvis varm, når den har kørt. Flyets håndbog foreskriver typisk, hvordan motoren skal køles, inden den indfældes i kroppen igen. Motorbrønden er normalt konstrueret således, at strukturen kan absorbere en vis varme, idet brønden indvendigt er beklædt med varmeabsorberende materiale, men hvis motoren er for varm, når den køres ind i kroppen, kan der ske strukturelle påvirkninger af kroppen. Dette vil typisk kunne ses på brøndens vægge under DT, ligesom der ikke må være skader på den varmeabsorberende beklædning af motorbrønden.

Propellens stilling ved indfældning i kroppen

Propellen skal stå i en bestemt stilling, når motor og propel skal indfældes i flyets krop. Hvis denne stilling ikke er korrekt, kan motoren ikke komme ind, og der vil komme skader på både propel og motorklapper. Skaderne på propellen kan være så alvorlige, at den ikke længere lever op til de minimumskrav, som fabrikanten foreskriver, og hvis det er tilfældet, må svæveflyet ikke længere bruges med motor.

Hvis det bliver tilfældet, skal muligheden for udfældning af motor helt slås fra, og motorklapperne skal klæbes til. Propellen skal i så fald indsendes til fabrikanten eller et godkendt værksted for at blive repareret.

Fortsat anvendelse som svævefly efter demontering af motor og propel

Det kan blive aktuelt at bygge motor og propel ud af flyet for at sende det til reparation. Hvis flyets håndbog giver mulighed for det, kan flyet efterfølgende godt bruges som et traditionelt svævefly uden



motor, men der vil være behov for at kontrollere tyngdepunktet. Flyets håndbog vil typisk beskrive, hvad man skal gøre i en sådan situation – herunder hvilket behov der er for ballast i flyet. Retningslinjerne i flyets håndbog skal følges, da flyets tyngdepunkt ellers i værste fald kan risikere at komme til at ligge helt udenfor det tilladte område.

Brændstof og olie

De fleste motorsvævefly af SLG- og SSG-typen har to-takts-motorer. Sådanne motorer har ikke et bundkar med smøreolie, men olien er blandet i det brændstof, som motoren kører på. 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 anvisningen af brændstoftyper. Hvis flyet skal stå ubrugt i længere tid – typiske et par måneder - skal 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.

Eftersynsintervaller

Både motor og propel vil være omfattet af visse eftersynsintervaller, og disse skal være en del af flyets AMP og dermed "Follow-Up-skemaet", der indeholder alle eftersynsterminer for komponenter i flyet.



8.11. Vandballastssystemer

Både i dette fag og i faget "Flyvepræstationer og -planlægning" indgår det faktum, at svævefly kan øge flyvægten med vandballast for at give de bedste præstationer ved en højere hastighed. Men da dette forudsætter, at flyet kan kaste vandballasten inden landing, er der også en relation til teknikken og sikkerheden ved svæveflyet.

Af flyets håndbog fremgår det typisk, hvor meget flyet maksimalt må veje med og uden vandballast. Årsagen til dette er, at vægten af vand i vingerne ikke indgår i vægten af ikke-bærende dele. Derfor kan differencen mellem MTOM uden vandballast og med vandballast være anderledes end vægten af vandballasten.

Piloten, der vil have vandballast med, skal således sørge for, at den samlede vægt holdes indenfor de grænser, som flyets håndbog forudsætter.

Hvis der er mulighed for at fylde vand i flyets hale med henblik på at trække tyngdepunktet langt tilbage i det tilladte område, skal piloten sørge for, at der er sammenhæng mellem denne ballast og flyets samlede vægt samt tyngdepunktets placering.

Flyvning i lave temperaturer

Temperaturen er lavere i højden, end den er ved jorden. Derfor kan en vandballast på jorden blive til en isballast i højde, og det kan være overordentlig farligt. Vand, som fryser til is, vil udvide sig og i værste fald ændre strukturen på en vinge, således at vingens over- eller underside separerer fra hovedbjælken. Sker dette, er strukturen i vingen væk, og vingen har ikke længere den styrke, som piloten ellers regner med den har.

Når temperaturen nærmer sig 0, skal vandballasten kastes, så man ikke risikerer, at strukturen tager skade.

Flyets vandtanke og teknikken bag

I langt de fleste tilfælde er vandtankene i et svævefly nogle lange poser, som vha. en line trækkes ind i vingen. Når posen er fyldt, er den udspilet, og når den er tom, ligger den fladt hen i vingen. I andre fly er tankene en integreret del af vingekonstruktionen (integraltanke).

Tomme vandtanke, der ikke er integraltanke, kan bevæge sig under flyvning og kørsel på jorden, og i yderste konsekvens kan de sno sig, så afløbet fra tankene bliver lukket. Dette ville betyde, at svæveflyet kun kunne kaste vandballasten fra den ene tank, mens den andet fortsat var fyldt. Under landing ville det udgøre en risiko for, at vingen med den tilbageværende vandballast ville dykke og resultere i et groundloop.

Hvis denne situation skulle opstå, skal svæveflyet lande med en forhøjet hastighed, og hvis flyet har flaps, skal disse sættes i negativ position, så krængerorsvirkningen bevares så længe som muligt.



8.12 Batterier – ydelse og begrænsninger

Alle svævefly har i dag en del elektroniske instrumenter:

- ✓ Radio
- ✓ Transponder
- ✓ GPS
- ✓ FLARM
- ✓ El-Variometer

Svæveflyet har et batteri for at kunne forsyne disse systemer med strøm. Det er som standard et 12V 7,2 Ah batteri. Dette er normalt et bly-batteri, men det kan erstattes med NiM, eller Li-Ion / Li-Polymer batterier.

Bly batteriet er forholdsvis tungt, men kan bruge en meget simpel lader. De andre batterityper kræver en ret avanceret lader for ikke at udgøre en fare.

For alle installationer gælder dog:

- ✓ Batteriet SKAL være forsynet med en sikring (helst i selve batterikassen). Dette skal beskytte mod brand i tilfælde af en kortslutning.
- ✓ Stikket fra batteriet skal være "hun-stik", så man ikke uforvarende kommer til at kortslutte batteriet.

Standarden "12V 7,2Ah" betyder, at batteriet med en spænding på 12 volt kan præstere en effekt på 1 ampere i 7,2 timer. Det burde være nok til de fleste flyvedage, men det afgørende er, hvor meget de tilsluttede instrumenter trækker af effekt under brug.

En radio, der alene lytter på en frekvens, bruger ikke meget strøm, men et el-variometer med en tilknyttet GPS bruger straks noget mere, og hvis der er behov for at bruge transponderen ved gennemflyvning af luftrum med transponderpligt, kan strømforbruget stige en hel del.

Derfor er det hensigtsmæssigt at have mere end ét batteri med. Det optimale er muligheden for at kunne skifte fra det primære batteri til et reservebatteri. Dette kræver så til gengæld, at både hovedbatteriet og reservebatteriet er i god stand.



8.13. Faldskærme til nødudspring

Under svæveflyvning bærer de ombordværende som hovedregel en faldskærm, så de – i påkommende tilfælde – kan forlade flyet og redde sig ved kollision eller en anden ulykke i luften.

De faldskærme, som bruges i svævefly til uddannelsesbrug, skal være godkendte som nødskærme af fabrikanterne, og de skal være ompakket og eftersat efter de gældende regler. DSvU har bestemt, at piloter under uddannelsesflyvning skal bære faldskærm.

Der er forskel på fra fabrikat til fabrikat, hvor lang tid en ompakning af nødskærmen gælder, men normalt må der aldrig gå over 12 måneder mellem ompakningerne. I de fleste tilfælde er gyldighedsfristen for en pakning 120 dage = 4 måneder.

Brugsperioden kan dog forlænges af en materielkontrollant fra DSvU jfr. UHB454, men aldrig ud over 12 måneder efter seneste ompakning. Nødskærmene skal således pakkes om mindst hver 12. måned af en faldskærmpakker/-rigger, som er godkendt til at pakke nødskærme

Både når nødskærmene pakkes om, og når brugsperioden forlænges af en materielkontrollant fra DSvU, skal skærmens pakkekort eller vedligeholdelsesattest påtegnes, og på denne måde kan brugeren af skærmen altid se, om nødskærmen fortsat er godkendt til brug.

Instruktion i brugen af nødskærme

Svæveflyvelever skal allerede i starten af deres uddannelse instrueres i brugen af nødskærmen, uden at dette dog betyder, at de rent faktisk skal prøve at springe ud med faldskærm. Men de skal instrueres i, hvordan man kommer ud af flyet (jfr. afsnit 8.14.), og hvordan man udløser skærmen, når man først er kommet ud af flyet.

På samme måde skal gæster, som får en flyvetur i et svævefly, instrueres i brugen af både faldskærm og nødprocedurer.

Vi må gudskelov slå fast, at det gennem tiderne har været meget sjældent, at der har været brug for at springe ud i faldskærm, og derfor kan brugen af en sådan måske virke lidt voldsom. Men det er nødvendigt at gøre for at sikre, at de ombordværende er klar over, hvad de skal gøre, hvis en sådan situation skulle opstå.



8.14 Hjælpemidler til nødudspring

I forrige afsnit blev brugen af nødskærm beskrevet, men forud for brugen af en faldskærm er der ting, som de ombordværende også skal være klar over.

Det allervigtigste er, hvordan de ombordværende kommer ud af flyet i en nødsituation, og her er brugen af nødafkast af førerskærmen den allervigtigste. Farven på nødafkastet er ALTID rødt, og det skal alle, der sidder i et svævefly, være klar over – både elev, instruktør, pilot og passager.

Dernæst skal de ombordværende være klar over, hvordan man forlader flyet. Allererst skal selerne løsnes, og her er der forskel på, om der skal trækkes en sikringspal ud af selerne, eller om der er et spænde eller hjul, der skal drejes, for at selerne går fra hinanden. Alt dette skal instrueres inden flyvningen – både for svæveflyvere og for gæster.

Når det er kommet så langt, skal de ombordværende være klar over, hvor de udløser faldskærmen, når de er fri af flyet. Det betyder, at hånden skal være på udløserhåndtaget, inden flyet forlades. Og det at forlade et nødstedt svævefly kræver også indsigt.

Typisk skal den ombordværende sætte sig op på kanten af cockpittet og lade sig falde ud, samtidig med at hånden fortsat er på udløserhåndtaget. Og når først man er kommet ud, skal man vente med at udløse skærmen, til man er fri af svæveflyet, så faldskærmen ikke risikeret at blive viklet ind i flyet.

Der findes andre hjælpemidler til at komme ud af et svævefly. Der findes systemer med en luftpude, der løfter piloten ud af cockpittet, så piloten ikke skal bruge kræfter på det. Der kan også være håndtag, som ved hjælp af armkræfter kan lette udstigningen.

Det er vigtigt, at elever under uddannelsen sætter sig ind i de forskellige situationer, der kan opstå ved et nødudspring, således at et udspring næsten bliver foretaget på rygmarven.