

# OY-SIK

Nummer 1 · 2008

Tema: **Fuel Management**



Statens Luftfartsvæsen



# Fuel Management

**Har du altid været helt sikker på, om du havde nok fuel i tankene på dine flyvture? Effektiv håndtering af fuel er et vigtigt parameter og samtidig en kritisk del af enhver flyvning med motorfly. Vi sætter fokus på fuel planlægning i dette nummer af OY-SIK med en række tekniske og praktiske tips, som du kan bruge før og under flyvning.**

Det står i lovgivningen, at du ikke må begynde en flyvning, medmindre du medfører tilstrækkelig brændstof og olie til med sikkerhed at kunne gennemføre flyvningen. Dette skal ske med hensyntagen til de meteorologiske forhold og til de forsinkelser, du kan forvente under flyvningen. Derudover skal du medføre en reservebeholdning til uforudset forbrug, og til at nå en alternativ flyveplads, når du har en sådan i din flyveplan. Det er med andre ord dig som pilot, der har ansvar for, om der er nok fuel, og om den forvaltes på en forsvarlig måde.

## Flyveplanlægning

En erfaren pilot tror ikke blindt på tilgængelige vind- og vejrinformationer, men regner altid med en lidt højere modvindskomponent. Tænk derfor konservativt og regn allerede i din flyveplanlægning med en lidt større vindmodstand end det, som de faktiske tal fortæller dig. Du ved nemlig aldrig, om du kan få brug for at skulle flyve udenom kraftige skyer og CB'er...og det kræver mere fuel. Når den erfarne pilot derimod har medvind på flyvningen regner han altid med at den vil aftage, og hvis flyet

Med Fuel Management søger piloten blandt andet svar på disse enkle, men vigtige spørgsmål:

- Hvordan kan jeg vide hvor meget brændstof, jeg har ombord?
- Hvilket forbrug bør jeg regne med?
- Hvor meget fuel behøver jeg til denne planlagte flyvetur?
- Hvor stor en reserve har jeg?
- Hvordan skal jeg benytte de forskellige fueltanke?

er lastet til bristepunktet, og det er varmt, så falder farten ligeledes nogle knob.

## Planlægning på de korte ture

Mængden af fuel er sjældent et problem ved kortere ture i nærområdet. Derimod er problematikken omkring overvægt ikke helt ukendt. Ofte overtager piloten et fly fra et klubmedlem, som måske ikke fløj hele den planlagte tur og dermed landede med næsten fulde tanke; du skal selv have flyet fyldt op med passagerer og ønsker derfor slet ikke fulde tanke. Når flyet nu til overmål er udstyret med "long range tanke", har du et problem! Hvad gør du nu i forholdt til en kort bane, dårlige ydelser osv.; det er dig alene, der må tage en beslutning! At lade svigermor tilbage - eller andre passagerer, som du kender godt - kan være et svært dilemma. Du føler dig presset fra to sider og må tage en ubehagelig afgørelse. Vælger du en let vej her, får du ofte et mangedoblet problem senere. Fokuser på en løsning og ikke på problemet: Giv den som må stå tilbage et tilbud om en ny tur senere; dræn fuel; flyv først en tur alene, osv.

Konsekvenserne af ikke at gøre noget, kan hurtigt blive til grim statistik. I bedste fald gik det lige netop, men det, som skulle være en hyggetur, blev forvandlet til et mareridt! Dit mareridt - for du vidste, hvor tæt på det var, og hvad konsekvenserne kunne være - det gør passagererne ikke. Du påfører dig selv en ekstrem mental arbejdsbelastning under en øvelse, som normalt er rutine - og hvad nu hvis ulykken sker?

## Planlægning på de lange ture

Her er problemerne eller udfordringerne med vægt ofte de samme. I princippet gælder følgende to hovedregler:

1. Max rækkevidde dvs. fulde tanke giver reduceret last i form af passagerer og/eller bagage.
2. Max udnyttet last medfører reduceret fuel.

Men hvor meget fuel bruger flyet under forskellige forhold. Lav en overskuelig opstilling af eventuelle akutte scenarier, før du tager afsted:

- Hvor meget mere fuel bruger jeg ved 10, 20 og 30 knob mere vind end forventet?
- Hvor meget mere fuel bruger jeg, hvis jeg glemmer at fortynde fuelblandingen?

- Hvor mange minutter har jeg ekstra til at takle uforudsete ting?
- Hvilken plan har jeg, hvis beregningerne overskrides?
- Hvor får jeg fuel undervejs - og er pladserne åbne?

Vær gennemført konservativ/konsekvent, når du beregner fuel. Det tager blot nogle få minutter, og aflaster dig enormt undervejs.

### Dræning

Enhver pilot ved, hvordan flyet skal drænes. Men ofte kan det være værdifuldt at bruge et par ekstra sekunder på denne del af forberedelserne. Dit fly skal helst stå i vatter, for at du kan få et resultat, som du kan sammenligne med visningen på tankmåleren. Tag en prøve af fuel fra tank eller tankene.

Dræn fuel helt op til toppen af indikatoren på drænglasset. Vær opmærksom på, hvad du gør med din dræningsfuel - hæld den ikke tilbage på tanken!

Hvis dit fly har stået ude i regnvejr, er det ikke utænkeligt, at der er kommet vand i fueltanken. Der findes eksempler på, at piloter har drænet op til 10 liter vand fra en fueltank, fordi tanklåget stod "på klem" i regnvejr. Låget - især det nedfældede - til tanken kan være utæt, og pakninger kan miste noget af elasticiteten. Tør og blæs altid vand bort fra låget til tanken, inden du åbner det. Sørg for at låget til fueltanken kun er åbent højst nødvendigt, mens du tanker, da et åbent låg inviterer myg, fluer og andre småinsekter indenfor. Du skal være opmærksom på, om flyet har stået med en lille tankbeholdning i en periode, hvor der har været en del temperaturskift. Hvis det er tilfældet bør du rokke flyet - så kondensvandet fjernes fra tanksiderne - vente lidt og derefter dræne.

- **Tjek altid tanken for vand før dagens første flyvning**

### Fuld tank?

Den eneste gang, du kan være helt sikker på, hvor meget fuel du har, er, når tanken er helt fuld. Og den eneste gang, du kan vide, at tanken er helt fuld - er, når du selv fylder på! Vær sikker på, at du eller endnu vigtigere, at tankpasseren virkelig har fyldt



- **SE!** Hold fx glasset op foran den hvide bagside på din tjekliste og tjek for svag blå farve (Avgas 100 LL). Finder du snavs eller partikler i flyets fuel? Er der vand i flyets fuel? Vandet er tungere, og vil enten lægge sig samlet i bunden eller være adskilt fra brændstoffet.
- **LUGT!** Er det kun vand eller lugter det af fuel?
- **MÆRK!** Fuel har en anden viscositet end vand og opleves helt anderledes på huden. Den tørrer ind med det samme.



tanken helt op! Et par centimeter øverst i tanken kan på visse flytyper - og særligt på fly med long-range tanke - udgøre ekstra 20 liter fuel! Så hvis piloten antager, at tanken er fuld, kan det hurtigt blive kritisk. Luk for fuelhanen ved påfyldning for at forhindre fuel i at løbe over i den anden tank.

### Hvor meget fuel er der på flyet?

Via tankmålerne og et visuelt tjek – foruden det at fylde tanken helt op danner du dig et overblik over mængden af fuel i flyet. Tankmålerne er ofte det, piloten ser på under flyvningen, men de giver langt fra en perfekt indikation. Tværtimod giver disse dig ofte indikationer, som er langt fra virkelighedens mål... tankmåleren kan vise fejl.

At foretage visuelt tjek giver den bedste reference – forudsat du kan skaffe dig et godt indtryk af overfladestanden, og der findes en "fillerneck" eller pejlepind/dip-stick. Men har du fx skænket det en tanke, at din målepind er 10-20-30 år gammel? Og på flere af de små klubfly, bl.a. Cessna 172, er et visuelt tjek vanskeligt. Det er ikke nok at "mærke lugten af fuel"! Konklusion: Piloten har to selvstændige indikatorer, som har deres svagheder - derfor må du bruge begge to. Hvis begge indikerer halve tanke, så har du halve tanke. Hvis én af kilderne giver grund til mistanke, bør du regne efter igen og påfylde fuel. Sæt hellere passagerer eller last af, end at have en gnavende følelse af tvivl om du har overvægt.

Endelig færdig med planlægningen, preflight tjek, tankning og dræn, og det er på tide at gennemføre turen. Planlagt eller ej - det er i denne fase mange af de vigtigste afgørelser skal tages. Går alt efter planen, er der ingen grund til bekymring. Har piloten

taget højde for forskellige modvindsscenerier, er det ikke et problem, når du ser, at de estimerede tider ikke stemmer helt. Arbejdsbelastningen er normal, og man kan stadig have en god tur. Det er ikke helt så afslappet for den pilot, som havde en mangelfuld planlægning, før turen startede. Piloten skal flyve, navigere, og beregne samtidig. Ingen let opgave, hvis det tilmed bliver dårligt vejr med vanskelige navigationsforhold.

### Leaning

Mange piloter oplever, at flyet bruger mere fuel end beskrevet i flyvehåndbogen. Flyvehåndbogens opgørelse over fuelforbrug er baseret på, at du som pilot leaner. Derfor vil dit forbrug af fuel være noget højere end retningslinierne i flyvehåndbogen, hvis du ikke leaner, mens du flyver.

Det at leane en flymotor rigtigt er vigtigt af to grunde. For det første for ikke at bruge mere fuel end nødvendigt, for det andet for at sikre, at motoren får en blanding af fuel og luft, som formindsker vedligeholdelsesudgifter og generelle driftsproblemer. Producenten af flymotorer, Textron Lycoming (TL), beskriver, at leaning forhindrer, at der hverken er overskud af luft eller fuel tilbage i cylinderen efter en tænding, men at det giver motoren et optimalt blandingsforhold af de to stoffer (myten om, at der skal leanes over en vis højde fx 5000 fod, afliver de klart). Hvis der er overskud af fuel, vil dette medføre en uønsket nedkøling i cylinderen, og temperaturen på udstødningsgasen - EGT - vil falde. For lav temperatur vil kunne føre til aflejring på tændrør og i motor - hvilket igen kan føre til ujævn gang og uønskede vibrationer i flyet. I værste fald kan dette blive et sikkerhedsproblem. Ifølge TL skal en

---

flymotor, som går på almindelig cruisepower under flyvning - defineret som 55%-75% motorydelse - ALTID leanes. Dette gælder, uanset i hvilken højde du flyver. Hvis motoren opererer med en ydelse på over 75%, skal dette ske med maksimum blanding for at give motoren den nødvendige køling. Den eneste undtagelse er, at der kan leanes noget, hvis piloten oplever ujævn motorgang ved start fra højtliggende flyvepladser (over 5000 fod) eller ved en route-climb.

- **Leaning berører din fueløkonomi, dit kraftoverskud og motorens temperatur**

### Hvordan skal du leane?

Hvis flyet har EGT-måler, leaner piloten til max EGT (peak) for derefter at justere til lidt under max EGT. De fleste EGT'er har en inddeling på 25 grader F pr. streg. Er flyet yderligere udstyret med en Cylinder Head Temperature måler, så har du endnu et godt værktøj i forbindelse med at skulle leane. Hvis flyet ikke har EGT-måler, benytter du enten omdrejningstæller eller din hørelse. Det rigtigste blandingsforhold opnår du lige før motoren begynder at gå ujævnt eventuelt der, hvor omdrejningstælleren falder mærkbart. For at opnå den bedste økonomiske mixture, må piloten ofre lidt af hastigheden, men du bruger betydelig mindre fuel, og får en længere rækkevidde. Justering af blandingshåndtag/mixture skal foregå forsigtigt for ikke at få for hurtige temperaturændringer i cylindrerne.

- **Flyvning i stor højde bortset fra lige-ud-flyvning bør leanes og beregnes til Max Power: find fx peak og giv fuel indtil temperaturen falder med 4 streger ved over 70% motorydelse**

### Leaning og økonomi

Ved flyvning i 4000 fod på 75% ydelse beregnes der et merforbrug på mellem 15 - 20% fuel ved at bruge maximum blanding kontra den økonomiske bedste mixture. Dette bevirker over en times kortere flyvetid på de almindelige småfly, når piloten starter med fulde tanke. Ved at leane sparer både du og klubben penge - og ikke mindst har flyet det bedre. Med andre ord kan fuelforbruget få en ganske anden størrelse, hvis mix-håndtaget står urørt gennem en hel flyvetur.

### Ubrugelig fuel

De fleste flyproducenter opgiver næsten altid, at en vis mængde af din fuel er "unusable". Denne ubrugelige beholdning kan hurtigt øges betydeligt ved ukoordineret flyvning, og i specielle situationer som ved hurtig og lang nedstigning.

### Vægt og balance

En del fly har forskellig vægt ved afgang og landing. Nogle har fueltanke, som i nogen grad påvirker flyets balance. De fleste har to vingetanke, som gør, at flyet ved ubalanceret fuel, kan "trække til siden". Det er dit ansvar som pilot at flyve et fly, der er balanceret i alle akser! En halv time på hver tank (også Cessna) skulle eliminere problemet.

### Hvor meget fuel bruger flyet?

Se i instruktionsbogen! Enhver flyvemaskine har en tabel for fuelforbrug ved forskellig motorydelse for forskellig højde eller atmosfæriske forhold. Husk at disse tabeller er lavet på baggrund af optimal leaning og ny motor. Regn derfor med en god sikkerhedsmargin.

Du skal også være opmærksom på, at der kan være flere l/h forskel i forbruget af fuel for samme type fly. Det er derfor vigtigt, at du lærer dit eget flyes forbrug grundigt at kende.

### De operationelle faktorer

Udfaldet af en flyvetur afhænger i høj grad af den indsats og omhu, der er lagt i forberedelserne. Der er mange hensyn at tage, og uanset hvor lang eller kort turen skal være, kræver det planlægning af fuelmængde og -forbrug. Småflyenes konstruktion og ydeevne medfører, at piloten må foretage en del kompromiser indenfor deres begrænsninger.

De fleste småfly på markedet i dag er ikke konstrueret til at tage både maximal last og fulde tanke. Piloter nyder en god del respekt hos passagererne - det ligger i flyvningens natur og kompleksitet. De tager det som en selvfølge, at piloten ved, hvad han har med at gøre. Derfor tillægges dine argumenter også stor vægt, når du må tage nogle vigtige afgørelser, hvad enten det drejer sig om at efterlade nogle passagerer, eller der skal planlægges en længere og dyrere tur via mellemlandinger. Informer dine passagerer på et tidligt tidspunkt om forhindringer, der kan dukke op undervejs - og præsenter



## Rapporter om fuelproblemer

**Uanset hvor godt piloten planlægger, vil han før eller siden komme i situationer, som han ikke kunne forudse. Ting begynder at gå galt – og piloten glemmer tiden. Vi lister her – i anonymiseret form – et udsnit af SLVs data omkring håndtering af fuelproblematikker fra BL 8-10 rapporterne.**

### **Nødlanding pga. motorproblemer**

Ca. 3 NM før banen opstod der motorstop. Piloten foretog en glidelanding med landing på græsarealet kort før banen. Højre tank var tom.

### **Engine problems – low on fuel**

Efter afsætning af faldskærmsspringere rapporterede piloten, at motoren var stoppet. Piloten begyndte at udføre en glidning ind mod flyvepladsen. Efter udførelsen af nødprocedurerne rapporterede piloten, at motoren delvist kørte igen. Flyet landede uden yderligere hændelser.

### **Lost fuel cap**

Piloten foretog en rutinemæssig tankning på en af de større flyvepladser. Dagen efter blev piloten ringet op, da man havde fundet et rødt tankdæksel på en rullevej. Piloten havde glemt at sætte dækslet på efter tankning, og heldigvis mistede piloten ikke nævneværdigt brændstof under flyvningen.

### **Emergency landing due to low fuel**

Dårlige vejrforhold tvang pilot til en alternativ flyveplads i forbindelse med landing. Under pilotens forsøg på at finde pladsen løb flyet tør for brændstof. Under nødlandingen fløj flyet ind i en bygning.

### **Fuel leak**

Under stigning til final level FL 220 observerede piloten i FL 150, at der kom mindre mængder jetfuel ud ved dækslet på venstre nacelletank. Tilsyneladende fra dækslet midte. Piloten returnerede til flyveplads og begyndte nedstigningen.

Der var fulde tanke ved starten og der var på intet tidspunkt risiko for at få en flame-out pga. fuel. Landing skete uden problemer. En tætningsring blev efterfølgende monteret og flyet blev erklæret luftdygtigt.

### **Forurenet brændstof**

Før tankning drænedes piloten flyet med tilfredsstillende resultat og tankede flyet op med AVGAS. Første ben af flyvning foregik uden problemer, men ved endnu et dræntjek senere på dagen finder pilot partikler i brændstoffet a la sandkorn.

### **Emergency landing – out of fuel**

Under flyvning løb den højre brændstoff-tank tør for fuel. Piloten skiftede til venstre tank, som kort tid efter standsede pga. brændstoffmangel. Piloten foretog en nødlanding på en mindre asfalteret vej og ramte nogle træer i forbindelse med landing. Der opstod skader på flyets vinger.



dem for alternative løsninger. Så slipper de for overraskelser i sidste øjeblik.

Når "ting" sker - tænk da først på fuel!!! Hvor meget har jeg tilbage? Det giver mig x-antal minutter under de givne forhold ...osv. Hvis du kommer ind i fx dårligt vejr - så vent ikke med at sikkerhedslande til tanken er tom. Chancerne for at gennemføre en vellykket landing med motorkraft er rimelig gode, og kan ikke sammenlignes med det ene paniske forsøg, du ville få uden motorkraft.

### Den menneskelige faktor

Piloter er grundigt uddannet og trænet til at møde de fleste udfordringer i løbet af en flyvetur. Procedurer og regelmæssig træning garanterer for et tilfredsstillende erfarings- og færdighedsniveau. Stress er en hyppig årsag og er velkendt af de fleste. Mindre kendt er det måske, hvor stor en betydning vort følelsesliv har for beslutningsprocessen. Hvis du troede, at hjernebarken med de berømte „små grå“ tager afgørelserne for dig, så tænk om igen! Hjernebark og intelligens er sagsforberederen, som producerer talrige alternative forslag til problemløsning for beslutningsorganet - i den del af hjernen, som styres af emotionelle forhold. Med andre ord er dine beslutninger underkastet følelseslivet! Dette kan for en stor del forklare, hvorfor vi træffer helt forskellige beslutninger fra den ene dag til den anden, under ellers ensartede forhold. Sådan sker det, at en ellers dygtig pilot - med godt fagligt grundlag for at træffe sunde beslutninger - af og til foretager sig uforståelige ting, som sætter liv og materiel i fare.

### Hvad kan du gøre?

Hvorfor handler piloter alligevel relativt ofte i modstrid med deres professionalisme?

Hvad bestemmer pilotens beslutningsprocesser? Hvorfor tager piloten fejl eller vælger forkert?

Lige så naturligt som du indhenter oplysninger om risikofaktorer før og under en flyvning (vejrtjenesten, NOTAM, pre-flight-tjek eller cross-tjek undervejs) - så gør det til en vane at se på dit "emotionelle spejlbillede" før flyveturen, og inkludér dig selv i cross-tjek'et undervejs; vurderer din emotionelle status. Hvilke motiver får dig til at fortsætte turen i stedet for at vende om? Hvilke hensyn presser dig til at flyve med mindre brænd-

stof, end "de grå" fortæller, du bør have ombord?

Hver gang du ankommer til et tjekpunkt senere end antaget - tænk fuel: Hvad har det kostet i beholdning? Hvilken indflydelse vil det få for resten af turen? Skal jeg vende om? Finde et alternativ? Dersom sund fornuft siger, at du har knebet med fuel - og fuelmåleren indikerer tilstrækkelig fuel, så stol på din sunde fornuft (baseret på kundskaber og erfaring). Dersom sund fornuft siger, at du har tilstrækkelig fuel - og fuelmåleren indikerer, at du kun har lidt fuel, så stol på fuelmåleren (baseret på sund fornuft).

### Fuel-administration

De fleste småfly har to fueltanke og en fuelhane/-vælger. Dette er en udmærket mulighed til at håndtere fuel bedst muligt. På en Cherokee kan du fx kun bruge én tank ad gangen - også under start og landing. Flyv da på den ene tank i en halv time, for derefter at skifte over til den anden. Notér dig, hvor meget du havde i hver tank, før du startede og begynd nedtællingen på hver tank. På denne måde ved du til enhver tid, hvor meget du har i hver tank. På en Cessna 172 og andre fly med "Both"-position på hanen, kan det betale sig at benytte samme metode. Da ved du hele tiden, hvor meget du har i hver tank, og faren for at gå tom bliver mindre. Under start og landing skal der selvsagt være åbnet for begge. Ved at benytte metoden "at flyve på én tank ad gangen", vil du også kunne udnytte fuelmængden maksimalt og alligevel være sikker. Flyv eventuelt den ene tank næsten tom, for derefter at skifte over. Da ved du nøjagtig, hvad du har tilbage.

#### • Det er vigtigt, at du kender til flyets fuelsystem

Du kan få god hjælp af en erfaren instruktør, hvis du føler, at du har nogle mangler i forståelsen af fuelsystemet...det er ikke nogen skam ikke at kunne huske alt. Det handler derimod om at kende sig selv og sine begrænsninger og få hjælp til at fylde hullerne op.

GOD TUR!

Kontrol af brændstofkvaliteten på den enkelte lufthavn, herunder tankningsfaciliteten er essentiel for flyvesikkerheden, hvad enten det drejer sig om et traditionelt tankningsanlæg, tankvogn, dispenser/ hydrantanlæg mv.

Der er i de seneste år desværre sket det, at mange små tankningsanlæg på de mindre flyvepladser er blevet overdraget til flyvepladsen selv for et lille beløb. Herved slipper de store aktører indenfor brændstofleverance BP, Shell, Statoil osv. for de miljøomkostninger, der potentielt kan komme i fremtiden ved oprydning og nedlæggelse af et tankningsanlæg, der sædvanligvis har stået det samme sted i mange år.

Det negative perspektiv i denne udvikling er, at når brændstofleverandøren har leveret brændstof til flyvepladsen ophører ansvaret for brændstofkvaliteten ved påfyldning af lagertanken (ofte en jordtank), når flyvepladsen selv ejer tankningsanlægget. Derfor er der fra SLVs side betænkeligheder ved at fortsætte med den udvikling, at visse flyvepladser efterhånden selv står for brændstofkontrollen til slutbruger uden nogen form for egenkontrol samt audit funktion fra ekstern rådgiver. En funktion som de gamle brændstofleverandører havde og som de udførte professionelt.

På denne baggrund vil SLV ændre BL 3-6 hurtigst muligt, således at enhver ejer af et tankningsanlæg har pligt til at etablere et brændstofkontrolsystem på samme niveau, som det de store olie-selskaber har vedtaget i et internationalt samarbejde under betegnelsen "Joint Inspection Group" eller kort "JIG".

Det vil komme til at koste de mindre flyvepladser mange penge og det må kunne forventes, at nogle tankningsanlæg vil blive nedlagt i fremtiden. Men dette er trods alt bedre end et scenario med fly, der har problemer i luften pga. vand i tankene som følge af dårligt brændstofkontrol på den enkelte flyveplads.

