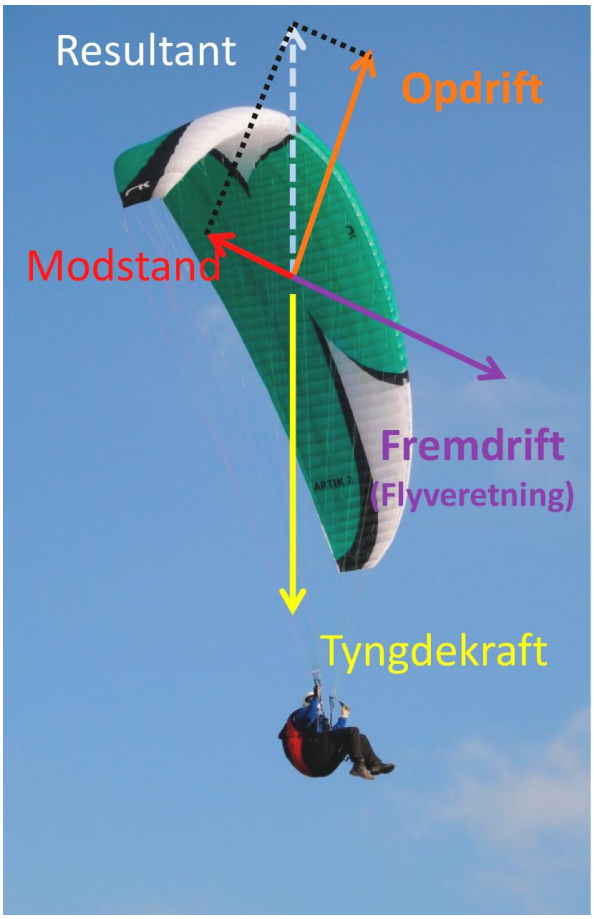
AERODYNAMIK TRIN 4

Velkommen til faget
Aerodynamik Trin 4

Målet for faget er at komme nærmere ind på følgende emner:

- Stabilitet
- G-belastninger
- Luftdygtighed
- Designfaktorer
- Parasitisk og induceret modstand



Du vil kunne finde materiale i pensum
Den danske paragliderhåndbog s. 40-43, 146-147, 160-161, 164-167

Rigtig god fornøjelse!
Uddannelsesudvalget DHPU

Stabilitet

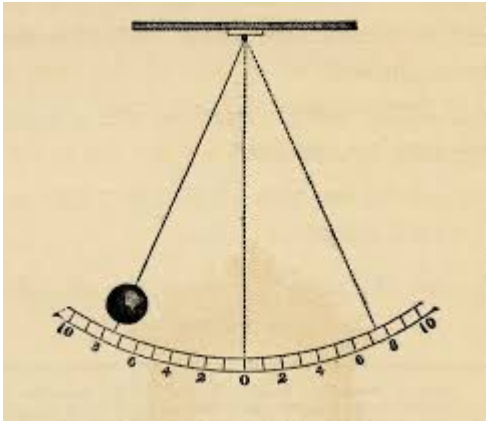
Pitch

I en paraglider sidder piloten i sit seletøj ca. 7 meter under skærmen. Det samlede system fungerer som et pendul, hvor piloten svinger under skærmen afhængigt af påvirkninger udefra og fra piloten selv. Pendulet er i høj grad selvstabiliserende, især på grund af afstanden mellem skærm og pilot. Moderne skærme yder en stor grad af passiv sikkerhed I form af selvstabilisering, mens dette i mindre grad er tilfældet med ældre skærme og nyere højtydende skærme.

Når det gælder nye skærme, hvilken yder så højest passiv sikkerhed?

a. EN-A
b. EN-B
c. EN-C
d. EN-D

se svar nederst på næste side



En sjælden gang kan man være så heldig at flyve i ”glas-luft”, uden den mindste krusning i lufthavet. Men for det meste indebærer flyvning enten mekanisk turbulens, termisk turbulens, vindstød og ofte en kombination. Det betyder, at man skubbes rundt, og at skærmen på den måde hele tiden bringes ud af balance. Det kræver aktiv flyvning i turbulente forhold at holde skærmen over hovedet, og fra dette trin og fremadrettet forventes det, at piloten bliver dygtigere og dygtigere til at forudse og reagere på turbulens og vindstød. Som nævnt i tidligere moduler, så er øvelsen pitch pendulum fortsat en vigtig træning af de færdigheder, som kræves for at flyve sikkert i turbulent luft.

Paraglinderskærme har ikke et udtalt delta-design (som hangglidere) endsige winglets (opadbuede vingetipper) eller yderligere stabiliserende overflader. Derfor vil det fremgå, at når der tilføres bremser (som i princippet svarer til flaps på fly), så er skærmen kun stabil, fordi pendulets vægt ligger så langt under vingen. Hvis afstanden mellem skærm og pilot er lille, bliver oscillering derimod hurtig og hård, hvilket øger risiko for stall og kollaps yderligere.

Følger man råd og anvisninger fra sin instruktør omkring indkøb af udstyr, så er ens skærm på dette niveau formentlig af nyere dato. Dette sikrer, at skærmen er relativt pitch stabil; både mens man groundhandler (her er slet ingen pendul effekt), uden anvendelse af bremser, og med en vis anvendelse af bremser.

Ved en meget dyb/hård anvendelse af bremser vil man kunne fremprovokere stall. Dette bringer nemlig systemet helt ud af sin indbyggede tendens til at udbalancere indfaldsvinkel og dermed stabilitet. En ældre skærm vil i højere grad være ustabil, mens nye begynderskærme (EN-A og lav EN-B) er konstrueret ud fra et princip om autostabilitet.

Dette har fordele for urutinerede piloter, som i princippet kan slippe bremserne og lade systemet finde ligevægten igen selv. Prisen er ofte lavere ydelse, og derfor vil erfarne piloter henad vejen ofte vælge skærme af højere klasse og dermed lavere stabilitet, især på pendul planet.

Autostabilitet

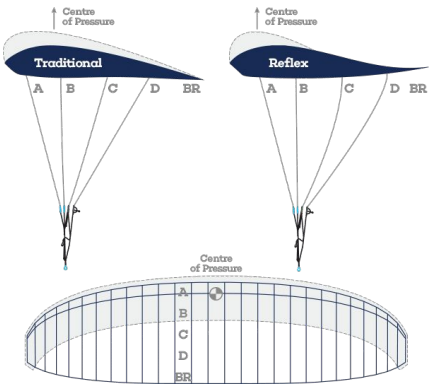
Auto = selv
stabilitet = ligevægt/balance

En skærm med høj autostabilitet kan næsten holde sig selv i balance. De fleste nye A og B skærme i dag har høj grad af autostabilitet.

Refleks

Refleks på en vinge er en opadvendt bagkant. Det anvendes på fartøjer, som ikke har et haleparti, for dermed at øge længdestabiliteten. Man kender også fænomenet på svævefly som ”negative flaps”, som øger ydelse ved høje hastigheder. Man kan selv afprøve effekten ved at lave et papirfly og folde bagkanten op. Hvis man kaster papirflyet nedad, så vil det automatisk forsøge at øge indfaldsvinklen og lave et loop.

Med hensyn til paraglidere, så påstår visse konstruktører, at de tilføjer denne form for stabilitet i vingen, som ikke går på kompromis med flyveegenskaber eller løftkoefficient. Hvis man tænker på, at skærmen basalt set er et stykke stof med liner og penduleffekt, så bør man undersøge markedet og sikkerheden og test af denne type skærme, før man investerer i dem.



PPG

Der findes i litteraturen en del fortale for refleks vinge i forbindelse med PPG. Det vil vi komme mere ind på i efterfølgende modul omkring særlige forhold omkring PPG-flyvning.

Når du køber skærm, så skal du være opmærksom bl.a. på

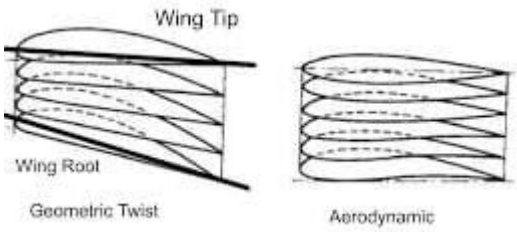
A. EN-klassifikation
B. størrelse
C. anbefalet anvendelse
D. alle ovennævnte

se svar nederst på næste side

Geometrisk vridning af vinge

Geometrisk vridning betyder, at indfaldsvinklen i vingetippen er mindre end indfaldsvinklen ved vingeroden. Det vil betyde, at vingen staller sidst i vingetippen, og dermed bevarer piloten styringen længst muligt. Aerodynamisk vridning betyder, at vingens profil i vingetippen er mere krum end inde ved vingeroden. Hvis vingen er konstrueret således, at vingeprofilet er mere krumt i vingetippen, vil vingen få samme stall-egenskaber, som hvis vingen havde været geometrisk vredet.

Ved PG skærme taler man om begreberne wash-out og wash-in. Wash-out er en formindskelse af indfaldsvinkel (AoA) mod vingetippen, hvilket øger stabilitet og hjælper med at undgå stall først ved vingetip. Washin er det modsatte, en øgning i indfaldsvinkel (AoA), og dette mindsker risiko for assymetrisk kollaps og øger linespænding.



Hvilke forhold giver størst passiv sikkerhed?

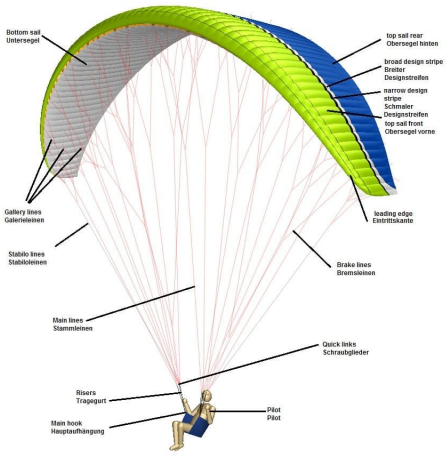
A. høj geometrisk vridning og washout
B. lav geometrisk vridning og washin
C. høj geometrisk vridning og washin
D. lav geometrisk vridning og washout

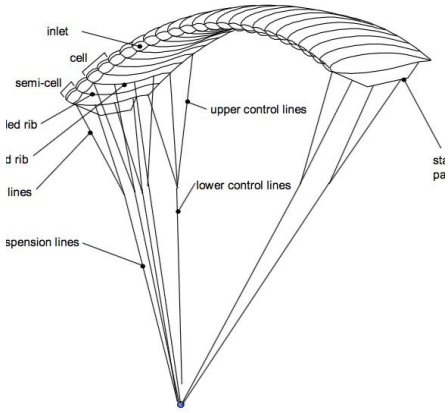
Øget indfaldsvinkel og et skarpt drej giver

A. mindre performance og lavere stallspeed
B. større chance for stall på grund af højere stallspeed
C. højere performance i termikbobbel
D. ingen forskel totalt set

se svar nederst på næste side

d





1c	2b

Kappeudformning versus tyngdepunkt

CG, Center of Gravity - eller på dansk tyngdepunktet er ca i midten af piloten. Dette er således meget anderledes end ved fastvingede fly eller hangglidere, hvor tyngdepunktet er tættere på selve vingeprofilet. Paragliding er i høj grad i familie med faldskærm, men sammenligner man de to typer skærme, så ser man øjeblikkeligt forskelle i form, linelængde, bredde, celleåbninger etc. En moderne faldskærm er ikke konstrueret til flyvning, omend man kan styre dem. En moderne paraglider skærm er konstrueret til at maksimal ydelse, både mht bæreevne og hastighed. Kappen på en paraglider har et større sideforhold og en helt anden projiceret form end en moderne faldskærm. Vi kommer tilbage til konstruktionsmæssige aspekter senere i modulet.

En paragliderving har en større ark, og med linerne distribueres pilotens vægt (CG) langs med hele vingens overflade, giver form til vingen, sørger for at balancere indfaldsvinkel på forskellige steder på vingen og er dermed en del af den passive sikkerhed, som moderne skærme yder.

G-belastninger

G står for “gravitation”, dvs tyngdekraft. Når en genstand udelukkende udsættes for tyngdekraften, så er påvirkningen 1 G. Med andre ord, når man står helt stille med skærmen liggende på jorden, så er du og dit udstyr påvirket af 1 G.

Lige så snart der er en acceleration - eller bevægelsen, så vil G-kraften øges. Når man f.eks. hæver sin skærm, så vil den påvirkes af en acceleration, og man kan mærke G-kraften i sine hænder - jo langsommere og blødere skærmen hives op, jo mindre G-kraft, jo hurtigere og kraftigere, jo mere G-kraft. Du har måske allerede lært, at man kan imødekomme denne kraft/trækken ved at gå med ind under skærmen, dvs. man kan modvirke den acceleration skærmen yder med sin egen bevægelse.

Vi skal her tale lidt mere om G-belastninger og hvordan de i forskellige situationer påvirker din flyvning.

Normalt taler man indenfor flyvning om G-påvirkning som den belastning, der opstår f.eks. når et fly retter op fra et dyk eller drejer skarpt. Militær jagerfly kan og skal tåle kraftige belastninger, ligesom piloterne trænes til at kunne tåle op til 9-10 G. Det svarer til at en 80 kg. pilot har en 7-800kg belastning i sædet.

Så meget kommer paraglider piloter ikke ud for under normale omstændigheder, og udstyret er heller ikke konstrueret til den slags belastning.

Vi vil her omtale to af de situationer, hvor man som paraglider kan opnå ganske høje g-påvirkninger, nemlig i turbulens og ved acroflyvning.

Når man påvirkes af høj g-belastning, så presses blodet væk fra hjernen - og hvad sker der så?

- Først får man “grey-out” (mister evne til at se farver
- Dernæst tunnelvision - tunnel-syn
- Dernæst mister man synet helt - “black-out”
- Til sidst besvimer man.

Hastighed i turbulens

Ved drej over ca. 30 graders krængning, så vil der på grund af centrifugalkraften opstå en vis G-belastning. Det er dog først ved ca. 60 graders krængning, at denne belastning er fordoblet, dvs til 2 G. Mod Trin 4 træner man bl.a. stejle drej, og vil komme til at få en fornemmelse af, at man vejer dobbelt så meget.

Skarpe drej er noget, man selv igangsætter, og man er derfor forberedt på G-belastningen. Ved turbulens, både den mekaniske og termiske, vil man ikke kunne “se” turbulensen, og dermed ikke på samme måde være forberedt på, hvordan den slynger en og skærmen rundt. Der sker en acceleration i forskellige retninger, og denne vil give en G-belastning, både positiv og negativ. En negativ G-belastning er der, hvor man føler sig “vægtløs”.

Jo mere turbulens, jo større potentielle G-påvirkninger, og jo mere sikkerhedsmargin bør man have i form af egenhastighed. Desuden er aktiv flyvning altafgørende for sikkerheden.

Aktiv flyvning er:

A. små korrektioner i korrekt mængde på rigtigt tidspunkt
B. anvendelse af både bremseinput og vægtstyring
C. peger tæer op, så op med hænder, peger tæer ned, så anvend lidt brems
D. alle tre ovenfor

se svar nederst på næste side

På de næste sider vil vi omtale forskellige acro manøvrer, med det formål at beskrive, hvad der sker aerodynamisk.

Aerobatics

Vi taler senere i dette modul om design og konstruktion af paraglidere, herunder begrænsninger for f.eks. G-belastning. Det vigtigste budskab er, at moderne skærme - og især specifikke acroskærme, er konstrueret og testet til at tåle meget højere belastninger, så høj, at piloten faktisk besvimer inden grænsen nås (ved længerevarende belastning).

Her vil vi nævne nogle af de manøvrer, som giver den største G-påvirkning. Mod Trin 4 må du ikke flyve acromanøvrer, og det anbefales stærkt at have gennemgået et SIV-kursus før man påbegynder videreuddannelse til opnåelse af acro tillægsbevis (Trin 5d).

Wingover

Dette er formentlig en af de første øvelser, som de fleste paraglidere starter ud med. Det er en pendulumøvelse med drej fra side til side. I lille målestok kan det gøres med vægtforskydning, og i stor målestok indebærer det kraftige G-påvirkninger i på grund af enorm acceleration.

Her viser vi en video med tak til Jocky Sanderson. Wingovers må man som sagt ikke øve, men drej fra side til side, med vægtskift og bløde små drej, er en måde at træne og forbedre din koordinationsevne på nuværende niveau. Vær opmærksom på, at man ALDRIG må slippe bremsehåndtag.

1.På dette trin må jeg gerne
   a. lave wingovers
   b. lave pitch pendulum
   c. lave stejlspiraler
   d. lave SAT

2.For at lave Acromanøvrer kræves
   a. Trin 4 selvstændig pilot bevis
   b. Trin 5 Seniorpilot bevis
   c. Trin 5 + Acro tillægsbevis

se svar nederst på næste side

Wingovers fortsat

Aerodynamisk forklaring wingover

Wingovers er essentielt en række forbundne drej fra side til side. Hver gang man drejer forøges G-belastningen, jo skarpere drej, jo mere G-belastning, og jo højere stallspeed.

Bevægelse sker over alle tre akser, pitch, roll og yaw. Yaw kan man ikke direkte kontrollere i en paraglider (modsat f.eks. svævefly), så tilbage står effekt af pitch og roll. Pitchøvelsen pitch-pendulum kombineres her med roll i form af drej. Anvendelse af bremseinput på en side giver mere modstand og bremser denne side op, mens den modsatte side beholder sit løft og har mindre modstand. Når piloten kort tid efter slipper bremseinput/vægtstyring på denne side, så vil formindsket modstand/drag bringe denne side op igen og indlede en pendulering. Hvis denne pendulering aktivt følges op af bremseinput på modsat side, så får man en pendulering i sving, som kan forstærkes ved øget bremseinput/vægtstyring og især korrekt timing.

Ved kraftigere bremseinput/vægtstyring i indledende drej kan man opleve et forstærket drej til modsatte side, især i skærme af højere EN-klassificering eller deciderede acroskærme. Vær derfor varsom med kraftige bremseinput og frigivning, indtil du har lært din skærm godt at kende.

1. På dette trin må jeg gerne
   a. lave wingovers
   b. lave pitch pendulum
   c. lave stejlspiraler
   d. lave SAT

2. For at lave Acromanøvrer kræves
   a. Trin 4 selvstændig pilot bevis
   b. Trin 5 Seniorpilot bevis
   c. Trin 5 + Acro tillægsbevis

se svar nederst på næste side

Stejlspiral

Stejlspiral er en øvelse, som KUN bør trænes efter grundig instruktion på et SIV kursus med SIV-instruktør, over vand og med redningsvest.

Stejlspiral er som navnet siger en øvelse, som skaber høj synkehastighed (op til 20m/s) og høj G-påvirkning. Piloten lægger skærmen i et skarpt drej ved kraftig anvendelse af inderste bremsehåndtag og vægtstyring. Det er en sikkerhedsøvelse, som trænes progressivt efter opnåelse af Trin 5 eller på SIV-kursus.

I løbet af Trin4 praktisk træning skal du øve og udføre skarpe 360 graders-drej, men kun op til ca 60 graders krængning. Som nævnt, så vil dette give en belastning på ca. 2G. Skarpe drej er en sikkerhedsøvelse, og man træner den for at kunne komme hurtigt ned, hvis det bliver nødvendigt.

1b	2c

Asymmetrisk Spiral

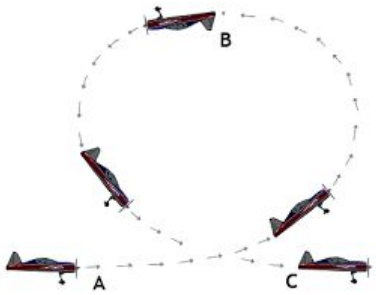
Denne øvelse er en videreudvikling af stejlspiral, hvor spiralens akse er mere horisontal. Navnet er misledende, da denne øvelse basalt set er en wingover bevægelse, blot gentaget igen og igen i samme retning.

1. I et spin er G-kræfter
   a. høje
   b. lave
   c. neutrale

2. I en stejlspiral er G-kræfter
   a. høje
   b. lave
   c. neutrale

se svar nederst på næste side

Loop



Loopet er en øvelse, som kræver et overskud af energi for at kunne udføres. Et motorfly kan gøre dette ved at øge motorkraft i stigningsfasen, hvorimod en paraglider må hente sit momentum et andet sted fra.

Netop førnævnte øvelse, assymetrisk spiral, kan være en måde at skabe momentum nok til at kunne udføre et loop. Loopet er en af de farligste øvelser, med stor G-påvirkning samt stor risiko for at miste opdrift og dermed ende op i en kaskade af farlige flyvestillinger.

1. Hvis man skal hurtigt ned af en eller anden grund, så kan man anvende:
   a. loop
   b. big ears og speedbar
   c. sving med stor krængning
   d. man kan ikke komme hurtigt ned

2. Du må øve stall og stejlspiral for at blive en mere sikker pilot
   a. aldrig
   b. på SIV kursus med instruktør, over vand og med redningsvest
   c. på SIV kursus, så længe der er en båd i vandet
   d. på kursus, hvor dygtig kammerat instruerer

se svar nederst på næste side

1b	2a

Øvrige Acro-manøvrer

Der findes omkring 20 forskellige acromanøvrer, med større eller mindre vanskelighed. Fælles for dem alle er, at de bør udføres med særligt designede og mere dynamiske skærme. Dette gør dem mere ustabile, men de kan også tåle højere G-påvirkninger. Og fælles for alle acromanøvrer er også, at man skal have stor erfaring og øvelse, før man kaster sig ud i de svære øvelser. Derfor kræves det netop, at man ikke bare har opnået Trin 5 - seniorpilot, men at man også har taget et særligt - eller helst flere - kurser, for at opnå de færdigheder, som kræves for sikker håndtering af de farlige øvelser.

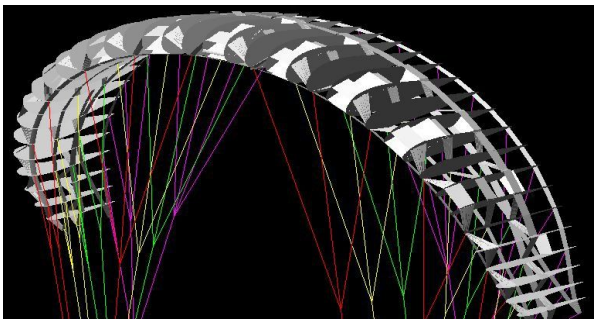
Her video, der viser øvelsen helicopter.

1b+c	2b

Strukturelle fejl

Moderne skærme er bygget med henblik på høj passiv sikkerhed. En af de væsentlige forbedringer i moderne skærme er den indvendige opbygning med ribber på kryds og tværs, som øger stabilitet og strukturel styrke. Gamle skærme blev bygget uden.

Herunder røntgenbillede af moderne skærm



Strukturelle fejl (fortsat)

En helt ny skærm vil være testet fra fabrikken, men man skal alligevel være opmærksom på følgende:

Den kan have haft en transportskade, dvs. blevet bukket, fået fugt eller varme undervejs til køber. Derfor er det vigtigt, at man følger producentens anvisninger, og især ved udpakning selv sørger for at checke, at alt er, som det skal være. Man bør inflate skærmen (groundhandling) og sikre sig, at alle liner har korrekt længde (ser rigtige ud) og at cellerne og stiverne er uskadte, samt at risersættet også er uskadt.

Ved køb af brugt skærm bør man sikre sig, at skærmen har gennemgået check i henhold til anvisninger. En god grundregel er, at skærm og liner bør checkes professionelt hvert andet år. Så hvis ikke sælger tilbyder skærmen med et nyt check, så bør køber sende den til check hos godkendt testfacilitet.

Særligt for vort klima gælder, at vi har høj fugt, og det kunne derfor måske være hensigtsmæssigt at checke liner hvert år, idet liner kan komme ud af trim.

1. Moderne skærme
   a. behøver ikke blive checket
   b. skal smides ud hvert 3. år
   c. skal checkes med jævne mellemrum, ca hvert 2. år.

se svar nederst på næste side

Strukturelle fejl (fortsat)

Liner i fugt er belastet mere fra A liner til C liner og forskellig tørring (forskellig linetykkelse) ændrer længde på liner. Når liner er ude af trim, så ændres indfaldsvinkel og kan give ujævnheder hen over kappen. Dette kan forårsage alt fra deep stall over kollaps og dermed give farlige starter, flyvninger og landinger. Porøsitetsmålinger er desværre ikke nok, idet skærmen også kan være blevet træt i løbet af sin levetid, især ved mange timers groundhandling og flyvning i sol og vind og med risiko for sand i skærmen.

Et godt råd: Sørg for at sætte en fast dato for linecheck og skærmcheck, eventuelt i kombination af en grænse for flyvetid.

En masse flyvning, eventuelt krydret med landinger og groundhandling, hvor skærmen falder hårdt til jorden, (pneumatisk chok) kan væsentligt forringe skærmens og linernes ydeevne.

Skoleudstyr skal være checket ud til elever, og dermed være i sikkerhedsmæssig forsvarlig stand.

Udover skærm og liner, så er karabiner udsat for belastninger, og det er en god vane, at udskifte hvert andet år. Det kan virke unødvendigt, for de ser ofte helt fine ud, men man kan ikke med øjet observere metaltræthed og microcracks.
Karabiner med “ikke-closed” loops (som på foto) giver endog på grund af deres konstruktion metaltræthed på to steder. Microcracks menes at kunne opstå ved gentagne slag, f.eks. hvis de rammer et hårdt underlag eller en sten. Desuden bør man være varsom med at købe billigere kopier, da de ikke er af samme sikre kvalitet som de dyre modeller.

Tab af kontrol

Ulykker er sket gennem årene, hvor kreative piloter har forsøgt at ændre parametre på deres skærme, f.eks. fjernet celler, ændret længde på bremseliner etc. Det er naturligvis helt no-go.

Men derudover vil langvarigt brug af udstyr og under uhensigtsmæssige forhold altid give en risiko for at skærmens profil ændres, linelængde bliver uens og får skærmen ud af trim, og tid og forkert brug kan give slidte karabiner.

Flyvning i høj fugt eller måske endda regn kan ikke anbefales, da det både forringer profilen, gør den tungere samt ødelægger luftmolekulers frie vandring hen over kappen.

En ændret profil, ændrede linelængder og udtærede skærme kan således give risiko for drastisk ændrede flyveegenskaber, som kan give tab af kontrol. Dette kan vise sig som uventet stall, uventet spin, frontkollaps og øvrige farlige situationer.

1.Karabiner
   a. kan holde mange år hvis de ikke belastes hårdt
   b. bør skiftes hvert 2. år uanset brug
   c. Bare de er store nok, så holder de fint

2.Liner
   a. er typisk af dyneema, og holder derfor længde og styrke i mange år
   b. Er typisk af dynema, men skal alligevel testes med jævne mellemrum
   c. er typisk af bomuld, og kræver derfor udskiftning hvert andet år.

se svar nederst på næste side

Luftdygtighed

En efterhånden gammel lov omkring luftfart (1960) siger, at

"Et luftfartøj kan ikke anses for luftdygtigt, medmindre det er konstrueret, bygget og har flyveegenskaber i overensstemmelse med forskrifter, godkendt af luftfartsvæsenet eller forskrifter, godkendt af udenlandsk luftfartsmyndighed og accepteret af luftfartsvæsenet."

Paraglidere og Hangglidere skal være luftdygtige, før vi flyver dem. Det handler i bund og grund om sikkerhed, både for egen skyld, men også for tredjepart, dvs. uskyldige mennesker og dyr på jorden samt andres ejendom.

Myndighederne har derfor krav om, at udstyr skal være testet og godkendt i henhold til specifikke krav. Vi vil her gennemgå nogle af de områder, som testes og vurderes.

Husk: Det er DIG som bruger af udstyret, der er ansvarlig for, at det er luftdygtigt. Undtagelse er initiel uddannelse, hvor du låner klubbens udstyr.

Konstruktion og certificeringsstandarder

I dag er EN-klassificering af skærme standard. Det har det ikke altid været, men for at sikre en konsistens henover certificeringer, så har man skabt en simpel beskrivelse af hver af klasserne. Utallige tests er blevet gennemført for at beslutte paragliderskærmes adfærd i forskellige manøvrer. Disse tests er udført både ved høje og lave vægtgrænser. EN-certificeringsstandarder er blevet internationalt anerkendt nu som en af de mest grundige i industrien.

Piloting Effect	School Wing Most Forgiving				Advanced Wing Least Forgiving
EN	A	B	C		D
DHV-LTF	1	1-2	2	2-3	3
AFNOR	Std		Perf		Comp
DULV		Std			Adv
DGAC			Pass	Fail	

Herover ser du andre certificeringsmetoder, som har været og bliver anvendt.

1b	2b

Formål og behov

Formål med at lave en ensartet og nem måde at certificere skærme på har dels været at give konstruktører et arbejdsredskab i designfasen af skærmen (de fleste skærmproducenter syr skærme indenfor flere kategorier), dels og måske mere vigtigt, at give piloten en mulighed for at vælge en skærm til aktuelt erfaringsniveau og behov.

Her er klasserne:

EN-A
Maksimum passiv sikkerhed, ekstremt tilgivende for abrupte manøvrer (unormale flyvestillinger)

EN-B
God passiv sikkerhed og tilgivende, god til recovery fra unormale flyvestillinger

EN-C
moderat passiv sikkerhed, kraftigere reaktion i turbulens og ikke så tilgivende. Kræver præcise pilot-input

EN-D
Mest krævende karakteristikker, kun for mest erfarne piloter, kræver konstant aktiv flyvning.

Belastning

En skærm skal som tidligere nævnt kunne holde til en del belastning, i form af G-påvirkning og i form af vægt. Ved konstruktion af nye skærme kræves det, at de gennemgår visse testscenarier, som f.eks. denne shok-test, som denne video viser. Skærme købes i “størrelser”, og de er testet af personer i korrekt vægtklasse, lige fra de helt lette (50-70kg) til de tunge (over 100kg). Det er vigtigt, at man vælger en skærm, som stemmer overens med BÅDE flyveerfaring og vægtklasse.

Acroskærme er naturligvis testet ud fra de ekstreme belastninger, som acroflyvning medfører, dvs. større G-påvirkning og styrke af liner etc.

Test

Nedenstående information viser, hvordan der testes i DHV, vores tyske søsterorganisation.

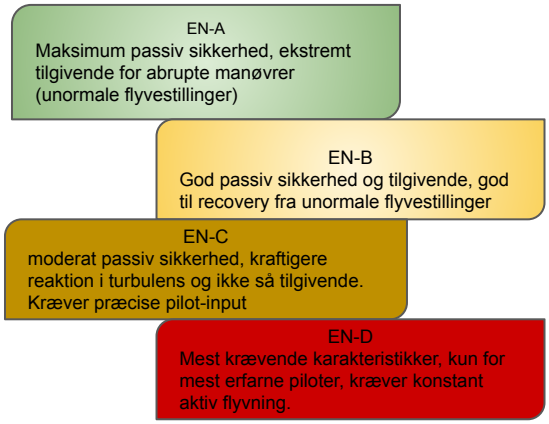
Som video på foregående side viser, så testes skærm og liner på forskellige måder, før de kommer i handlen.

Skærm/liner skal kunne modstå en shok-test uden skader. Testen giver en øjeblikkelig loading af alle liner i henhold til startvægt. Der anvendes en "weak link" for at begrænse maksimum induceret kraft.

Desuden udføres en **load test** - altså en G-belastningstest. Skærmen skal kunne holde til en af følgende:

1) en belastning på 8 gange maksimum startvægt som defineret af producent i 3 sekunder
2) en belastning på 10 gange maksimum startvægt som defineret af producent, og dette skal udføres mindst 5 gange i løbet af en test.

Linerne skal også testes for styrke, og før man udfører denne test så skal linerne bøjes flere tusinde gange ved kritiske punkter.



Derudover testes skærmen i flyvning for håndteringskarakteristik, dvs. trim, og hvordan den startes, flyves, genkendelse af stallpunkt etc.

Alle krav til tests og opfyldelse findes beskrevet i EU fælles standarder DIN EN 926.

Også andet udstyr testes grundigt for styrke og belastning, især seletøj og reserveskærm og hjelm. Alle har EN certificering, og hvis ikke, så undlad at købe.

EUROPEAN STANDARDS

Vægt

Når man tester en skærm, vurderes skærmen inden for et samlet vægtområde. Dette indeholder den fulde nyttelast, som vingen skal understøtte under flyvningen. Det inkluderer vægten af vingen, seletøj, reserve, tøj og alt tilbehør. En normal paraglider med fuld størrelse reserve og sele og andet tilbehør vil ofte veje op til 15-20 kilo. Med de meget lette seler og skærme, f.eks. til hike&fly, kan vægten af gear reduceres til omkring 10 kilo. Så når man vurderer hvilken skærm, man skal købe, så er det vigtigt at dimensionere ud fra en forventning om samlet vægt.

Hastighed og manøvreringsevne

Skærmens klassificering og design har stor indflydelse på egenhastighed og manøvreringsevne. Helt grundlæggende kan man sige, at jo højere EN-klassificering, jo højere mulig egenhastighed. En skærm kan typisk flyve mellem 20 og 65 km/t. Det betyder også, at når man er ny i sporten, så har man formentlig en A-skærm eller lav B, hvilket indebærer, at man ikke kan flyve i så kraftig vind som sine mere erfarne kammerater, der har C eller D skærme. De kan helt enkelt holde en større fart gennem luften, og dermed er f.eks. faren for at blive blæst bagover en skrænt mindre. Som vi har gennemgået tidligere, så er der grænser for alle skærme, hvilket fremgår af specifikationer. Vedrørende manøvreringsevne, så fremgik det også af foregående side, at jo højere EN-klassificering, jo mindre tilgivende vil skærmen være, og jo flere krav til manøvrering og kontrol kræves af piloten.

Stabilitet

Hvis man igen kigger på EN-klassificering, så fremgår det, at A-klassificerede begynderskærme er langt mere stabile (passiv sikkerhed) end skærme for erfarne piloter. Det er ganske fornuftigt, for som begynder har man endnu ikke opbygget en solid erfaring og håndteringsevne. Det kommer over tid, og det er derfor ganske naturligt, at man udskifter en A- (eller lav-B skærm, hvis det er første køb) hen ad vejen med en skærm med højere ydeevne. Men man skal altid huske på, at der er en pris ved dette bytte, nemlig at den passive sikkerhed formindskes, og at det derfor kræver langt mere korrekt aktiv flyvning.

Stall karakteristik

Udviklingen af skærme har betydet, at sikkerheden generelt er øget meget. Dette også i forhold til stallkarakteristik, måske især ved EN-A og EN-B skærme. Nogen af dem kan endog være særdeles vanskelige at få til at stalle.

Alle skærme testes under flyvning for stallkarakteristik. Skærme, som anvendes til konkurrenceflyvning og acroflyvning har naturligt en lidt anderledes stallkarakteristik end begynderskærme. De kræver derfor mere aktiv flyvning, mere erfaring og skarpere håndtering.

Vurdering

Når man vurderer, hvilken skærm man skal købe, især den første, så er det altid en god idé at tale det igennem med sin instruktør. Han/hun har forhåbentlig en masse viden og erfaring med forskellige skærmtyper og mærker, og samtidigt en indsigt i, hvor man er med sin flyvning, og hvad ens målsætning er.

Sidenhen skal man selv vurdere ud fra egen erfaring og ønsker til, hvad skærmen skal kunne. Man skal som minimum vurdere de foregående sikkerhedsfaktorer:

- EN-klassifikation
- Stabilitet
- Stallkarakteristik
- Vægt-klasse
- Anvendelse

En skærm vil aldrig kunne opfylde alle krav, og dette har også med designfaktorer at gøre, hvilket er det sidste vi kigger på i dette modul.

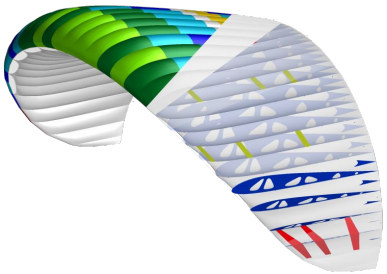
1. En EN-A skærm vil typisk
   a. have højere passiv sikkerhed
   b. have lavere egenhastighed
   c. være vanskelig at få til at stalle
   d. a+b+c

2. En Acroskærm vil typisk
   a. kun kunne købes af seniorpiloter
   b. have skarpe reaktioner på pilotinput
   c. altid give høj passiv sikkerhed

3. En EN-B skærm kan typisk
   a. have mange EN-A karakteristika
   b. være meget farlig for begyndere
   c. bruges til Acroflyvning

se svar nederst på næste side

Designfaktorer



Vi kommer ikke her til at gå i dybden med paragliderens konstruktion og dele, det kan du læse mere om i faget “Materiel”.

Designfaktorer har dog en stor betydning for skærmens aerodynamiske ydelse, så det vil vi kort komme ind på her.

Vinge

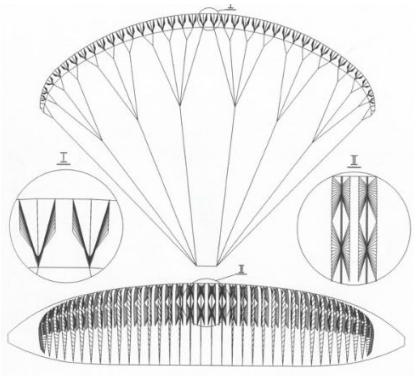
Vingens form har betydning for dens præstation, som det gør sig gældende ved alle flyvende fartøjer. Når en producent designer en ny skærm, så vil han tage følgende ting i betragtning:

1d	2b	3a

- **Areal**
- **Sideforhold**
- **Projiceret forhold**
- **Celleåbninger**
- **Effekter/Anvendelse**

Areal

Vingens areal har ikke blot betydning for potentielt løft, men også for modstand. En større vinge er dermed ikke nødvendigvis bedre i termikken. I tidligere moduler har vi lært, at samlet modstand er en funktion af parasitisk modstand og induceret modstand. Profilmodstand er den, der kommer fra skærmen, og denne afhænger af både design og hvilken hastighed, skærmen bevæger sig gennem luften.



Sideforhold

Sideforhold er defineret som forholdet mellem vingens spændvidde (afstand fra vingetip til vingetip) og dens bredde. Bredden varierer naturligvis fra bredest på midten til smallest ved vingetipperne, derfor taler man om “middelkorde” - en gennemsnitsværdi for bredden.

Sideforhold har betydning for modstand og dermed præstation. Et større sideforhold/spændvidde, dvs. en længere og smallere vinge, vil alt andet lige have større profilmodstand. Det hele skal dog ses i en større sammenhæng med hastighed, således at en lang smal vinge ved lave hastigheder vil have en lavere parasitisk modstand og dermed mere løft end en kort og tyk vinge. Dette ændrer sig med højere hastigheder, hvor den lange, smalle vinge vil opnå en højere parasitisk modstand og samtidigt en lavere induceret modstand.

Flyveegenskaber afhænger dermed af skærmens sideforhold, spændvidde og middelkorde. Induceret modstand og parasitisk modstand (den sidste fra alt andet end vingen) har også betydning for præstation. Læs tidligere moduler om dette.

Projiceret forhold

Man taler om fladt og projiceret areal af vingen. Det flade udgør spændvidden, hvorimod det projicerede altid er kortere fordi skærmen danner en bue over piloten og dermed giver en mindre skygge (projektion) af skærmen i flyvning. Hvis man kigger på fastvingede fly, så er det projicerede forhold næsten det samme som spændvidden. Næsten, fordi man også på fastvingede fly anvender aerodynamisk vrid og stilling for at forbedre præstationsevne.

Celleåbninger

Ligesom alt andet omkring udstyr og vinger har udviklet sig i retning af større sikkerhed og bedre aerodynamisk præstation, så har man også kigget på udformning og antal celleåbninger.

Her er foto af to gamle og en ny vinge. Prøv at kigge på forskellene, og overvej, hvad de betyder.

Som du sikkert kan se, så er antallet af celleåbninger kraftigt forøget. Flere celler betyder også mindre celleåbninger og en tyndere profil, og dette betyder igen mindre modstand.

Det betyder også, at der er mere “struktur” i skærmen, flere indvendige “crossports” og dermed mulighed for udskæringer i cellevægge mellem cellerne. Dette reducerer i øvrigt også vægt og pakkevolumen. De fleste skærme i dag er bygget med over- og underdug, men der findes også efterhånden et større udvalg af etlags-skærm, dvs. skærme med blot overdug.

Effekter

Design af skærme er en endeløs udvikling. Fra de første skærme med meget dårlige flyveegenskaber og stor synkrate, så har man i dag mulighed for at købe skærm ud fra et bredt felt af forskellige typer. Det gælder også øvrigt udstyr og reserveskærm, der findes noget til næsten enhver smag.

Det kan føles som en jungle at finde rundt i de forskellige mærker og modeller, og det kan kun opfordres herfra, at man giver sig tid til at studere, hvad designeren lover, og hvad tests siger om en skærm, før man køber.

Sikkerhed kommer før alt andet, og derfor bør man også konsultere med instruktører og andre garvede piloter. Lyt til gode råd, læs alt hvad du kan om skærmenes præstationsevne og klassifikationer, så er du godt hjulpet på vej til at finde lige præcist den skærm, som bedst opfylder dine krav og behov.

Hvilken skærm har du?

Overvej et øjeblik, om det er den optimale for din flyvning på nuværende stadie? Hvad er godt ved den, og hvad kunne forbedres?

Det var alt for dette modul, Held og lykke med prøven.