

Skrevet af Rasmus Christensen, Vangeboskolen

**Emne** : I brødrene Wrights fodspor

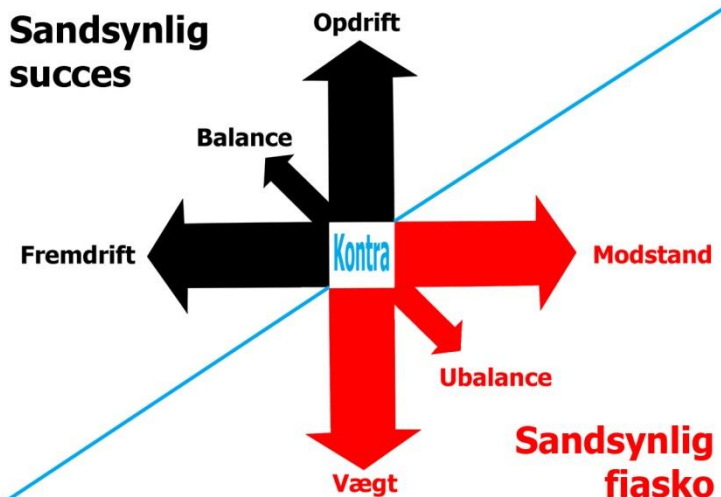
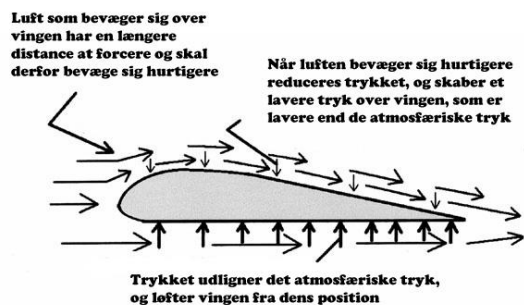
**Målgruppe** : Håndværk og design forløb i 7 klasse og valgfag

Som dreng eksperimenterede jeg en del med at lave fly, dog kun med elastikmotorer. Den interesse dengang udspang så som voksen og uddannet sløjdlærer i ideen om at kunne lave et forløb med motor drevne fly. Ikke noget med at man skal kunne styre det, men bare et simpel fly elektrisk drevet fly som kunne laves for under 20 kr (uden batteri) sådan at det kunne holdes inden for et sløjdbudget, og hvor eleverne ville få fri hænder til at bygge det som de ville.

Opgaven og reglerne blev derfor som følgende :

- Lav et fly som kan lette ved egen kraft så ingen dele af flyet rør gulvet. Hvordan den så flyver er underordnet.
- Der må bruges en eller to motorer. (Batteriet kan trække to motorer uden problemer)
- Der må kun bruges en type propel
- Strømpakken er et udleveret Litium batteri
- Den må lette fra hjul, ski, rampe eller andet som findes passende. Det må dog ikke tilføre kraft til flyet.
- Materialerne er som udgangspunkt balsatræ og Depron plader, men alt andet er også tilladt, men kan ikke anbefales.

Jeg bruger så en dobbelt lektion på teori og designproces med eleverne. Her starter jeg med at forklare reglerne for dem, og så om alle de fysiske faktorer som har betydning for flyvning. Jeg bruger god tid på at forklarer hvordan opdrift på en vinge skabes som vist her til højre.








Vi bruger også rigeligt med tid på at snakke faktorer som **motorkraft, opdrift, vægt, balance, friktionsmodstand og konstruktion**. For at få succes med at få et fly til at lette, skal det samlet set havde et bestemt niveau hvad angår fremdrift og opdrift. Balancen er i dette forløb ikke så vigtig som fremdrift og opdrift, eftersom opgaven lyder at flyet bare skal lette






fra jorden. Det er først når flyet letter at balancen bliver en lige så vigtig faktor. Jeg har derfor lavet denne figur over her, som illustrerer hvilke faktorer som det er, som modvirker hinanden. Den kan også være en god ide for eleverne, at bruge i selve designprocessen og udførelsesfasen. Når alt kommer til alt, så handler det om at faktorerne over den blå streg samlet set opvejer dem som ligger under.

Når alle de fysiske aspekter er blevet gennemgået, så begynder jeg at tage udgangspunkt i nogle historiske fly, som alle har et element som kan bruges som inspiration. Vi gennemgår sammen de enkelte fly og kikker på hvilke ideer og problemstillinger der har været med disse fly.

Da mange ikke har den store viden af fly, har jeg derfor valgt at bruge lidt tid på at vise hvilke fly jeg blandt andet har taget udgangspunkt i. I har kun fået ti af hensyn til omfanget af artiklen, men jeg havde også fem nyere typer fly med, et med ski monteret, en motor kite, en flyvende vinge, et svævefly og en flyvende bil. De er dog ikke så vigtige som disse ti jeg har valgt ud her. Jeg har bevidst valgt at tage udgangspunkt i nogle historiske fly frem for de nutidige, for så vidt som muligt, at både den historiske dimension ind over, men også for at give eleverne et indblik i den tankegang som lå bag fly, da mange af disse fly var pionerer på deres tid. Men det er jo op til den enkelte lærer, hvad man vil bruge som inspiration. Af hensyn til ophavsret, så vil jeg nøjes med at nævne flyene ved navn, og forklarer kort om hvilket element jeg bruger fra dem. Jeg har så lavet et link til dem via en QR kode, sådan at man kan printe denne tabel ud til eleverne og så kan de selv skanne QR koden med deres telefon eller tablet og selv studere flyet. Man kan også med succes printe billeder ud af flyene, og hænge dem op på en væg i lokalet.

Har man en grundlæggende viden om fly, kan man selvfølgelig bare helt så bort fra denne tabel.

<b>Flyets navn, årstal og beskrivelse</b>	<b>Link</b>
<b>Brødre Wrights fly (1903)</b>  Alene af den grund, at det var det første fly som fløj ved egen kraft. Anledning til en snak om vægt og motorkraft, som var problemet indtil brødrene fløj for første gang. De måtte konstruere deres egen motor for at få nok kontra vægt.	
<b>Philips multiplane (1904)</b>  Interessant fordi den fejlede. For meget vindmodstand knækkede vingerne. Anledning til en snak om, at mange vinger ikke nødvendigvis bedre end få. Vingens design og udformning er en meget vigtig faktor for opdrift	
<b>Fokker Eindecker (1915)</b>  Et-plans fly som er simpelt og bruger wires til at styrke flyet. Første ægte jagerfly. Anledning til en snak om, at vinger placeret midt på flyet samt om balance og stabilitet.	
<b>Airco DH 2 (1915)</b>  To-plans fly, med bagudvendt motor Anledning til en snak om fly med to vinger, åben skelet på et fly, samt forskellen på om et fly bliver trukket eller skubbet frem af propellen.	
<b>Fokker Dreidecker (1917)</b>  Et fly som trods lav motorkraft, alligevel havde nogle fantastiske egenskaber. Anledning til en snak om, hvordan flere vinger kan skabe mere opdrift og et smallere fly, samt de ulemper/fordele det giver i stabiliteten når det flyver.	

<p><b>Fokker D. VIII (1918)</b></p> <p>Fly som på sin tid gik imod standard ved kun at have en vinge, som tilmed var overliggende. Anledning til en snak om fordelene ved den stabilitet en overliggende vinge giver, samt de udfordringer det giver konstruktionsmæssigt</p>	
<p><b>Supermarine Spitfire (1935)</b></p> <p>Anledning til en snak om fly med lavtliggende vinge, og vingeformer. Aerodynamik er også oplagt at kikke på.</p>	
<p><b>De Havilland Mosquito (1940)</b></p> <p>Anledning til en snak om fly i lette konstruktioner med to motor placeret på vingerne.</p>	
<p><b>Messerschmitt ME 163 (1944)</b></p> <p>Anledning til en snak om landingsstel som ikke er fastmonteret og falder af efter start, hvilket kan spare plads og frem for alt vægt. Som fly er ME 163 uinteressant, ud over den fælles skæbne den havde med elevernes fly. (Det meste gik galt ved start og landing)</p>	
<p><b>P82 – Twin mustang (1945)</b></p> <p>Anledning til en snak om løsninger med et fly bestående af to sammenhængende fly</p>	

Som udgangspunkt er det ikke så kompliceret igen at få noget til at flyve, hvis man bare konstruerer det rigtigt og har passende motor til det, som typisk koster over 100 kr og er lavet til det. Men da dette er et lavbudgets forløb, så har jeg valgt at indkøbe billige motorer til omkring 7 kr stykket i Tyskland hos Opitec.de, som er tungere og svagere end de motorer der normalt er lavet til formålet. Derved bliver udfordringen også betydeligt større, da disse motorer ikke er stærke nok, til at kunne lave en helikopterløsning, og eleverne derfor er nødt til at tænke opdrift via vinger. På den måde er eleverne nødt til at forholde sig til den samme problematik som brødrene Wright havde, netop i form af at de på det tidspunkt heller ikke havde den fornødne motorkraft kontra vægt til rådighed, som de reelt havde brug for. De endte med at måtte bygge deres egen motor, og sørgede for rigeligt med opdrift for at kompensere for den forholdsvis lave fart motoren kunne give. Det er nogenlunde den samme problematik eleverne kommer til at stå med.



For at vise eleverne, at det rent teknisk kan lade sig gøre at få noget til at flyve, har jeg derfor lavet et undervisnings eksemplar, som jeg viser dem, og lader dem efterfølgende se en video af den, hvor de kan se den letter. Jeg mener det er vigtigt at man inden et forløb som dette, laver eksemplar som man får op og flyve og får det filmet, sådan at eleverne kan se det er muligt. Jeg viste dem i hvert fald inden de gik i gang et videoklip af dette fly lettende. Det kunne jeg mærke gav dem en større motivation og tro på

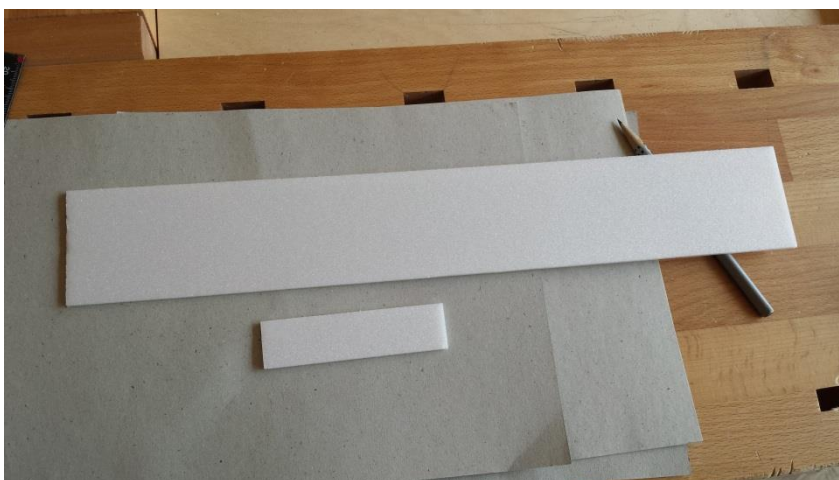
deres eget fly også havde en chance for det. Mit fly fik mine eleverne dog ikke at se rent fysisk før de selv var færdige, da jeg tænkte at nogen nok så vil forsøge at kopiere det direkte, og derved ryger en del af designprocessen.

For at give nogle ideer til hvordan et fly kan bygges, vil jeg derfor vise hvordan jeg byggede mit, og vil også vise nogle billeder af mine elevers fly, som eksempel.

Jeg valgte at bygge et fly med en motor, en højtliggende vinge på kroppen, og med fokus på stabilitet og lav vægt. Jeg har valgt at lave selve flyets krop i 3mm balsatræ. Balsatræ er den eneste egnede træsort til et projekt som dette. Glem alt om fyrtræ og krydsfiner, da det vejer alt for meget.



Jeg tegnede så et design på et stykke plade i balsatræ og savede det ud på dekopørsaven. Det gør ikke noget at man laver kroppen lidt større end man egentlig ønsker, for så kan man altid justere til efterfølgende. Det var dog ikke rigtigt nødvendigt i mit tilfælde. Jeg har lavet kroppen så minimalistisk som muligt, og lavet plads til en motor, sådan at den bliver en bærende del af flyet, ligesom det er tilfældet at motoren tit er det på motorcykler.



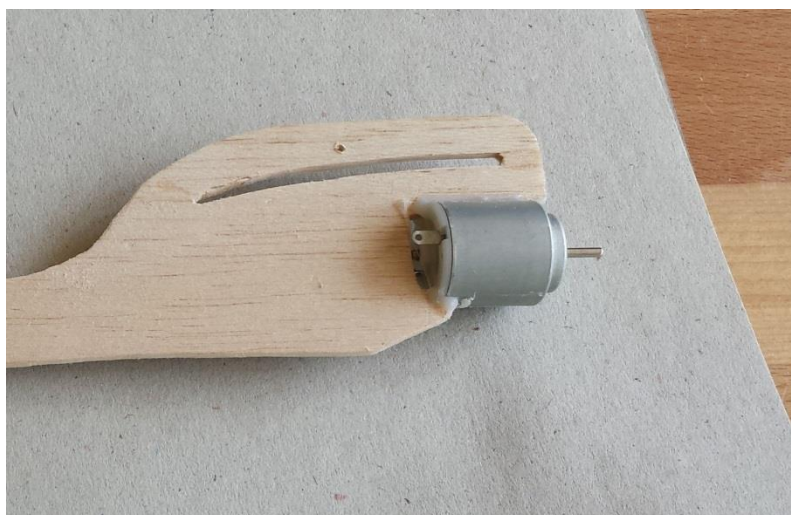
Som vinge og haleror, har jeg så valgt at bruge Depron plade som minder lidt om flamingo, men bare meget finere og stærkere. Det kan ligesom balsatræ købes i de fleste hobby forretninger, og hverken Depron eller balsatræ er specielt dyrt at købe. Et fly som mit koster ca. 10 kr i materialer.



Depron har den fordel, at det er meget let samt nemt at forme og skære i. En hobbykniv og sandpapir er det eneste man har brug for med dette materiale. Det er også elastisk, men det kan være både godt og skidt alt efter hvad man bruger det til.

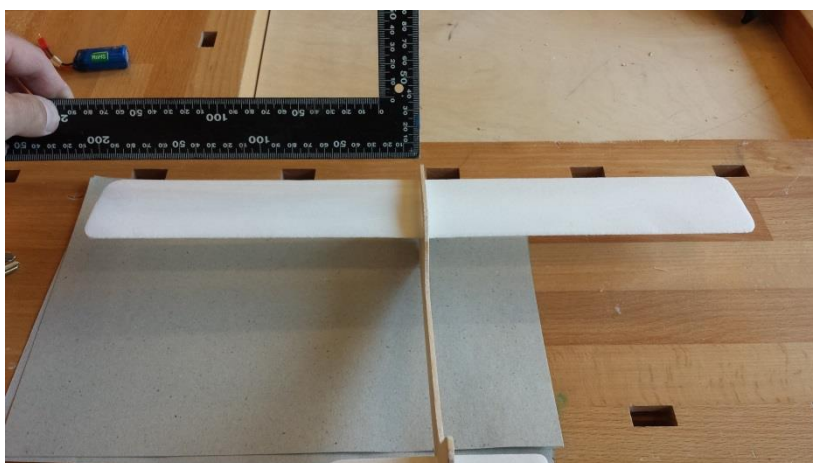
Jeg har så brugt sandpapir til at give vingen den rigtige form hvilket, og derudover har jeg savet denne vinges form ind i balsatræet. Ligeledes gælder det med haleroret. Jeg har også sørget for at vingen får en svag buet hældning, hvilket forbedre opdriften på vingen, men også gør den mere stiv.

Motoren har jeg så limet fast med en limpistol. Generelt er en limpistol det nemmeste redskab til at sætte ting sammen med i forhold til disse fly.



Jeg har limet motoren fast hele vejen i toppen, og bagtil i top og bund. Når limen er kølet af, sidder motoren så godt fast at den ikke kan tages ud man også ødelægger kroppen. Det er vigtigt at motoren sidde helt lige i forhold til kroppen. Sidder den bare et par få grader for skævt, så vil det trække flyet skævt ved start.

Det lille hul over der hvor vingen skal sidde, er et som skal bruges til at finde den ideelle balance når vinger og batteri skal monteres. Det er vigtigt at eleverne husker at få lavet dette hul. Skal de gøre det efterfølgende når flyet er færdigt, risikere de at ødelægge både kroppen og vingen.



Når motoren er på plads, kan man begynde at montere vingen og haleroret. Her er det vigtigt at vingen bliver sat lige i. Hvis den er lavet ordentligt, så vil flyet være i næsten perfekt balance fra side til side. Hvis der skulle være meget overbalance til den ene side, så må man tage lidt af vingen i den ene side, eller sørger for at ledningen fra motor til batteri går på den ene side som modvægt. Ulempen ved at

forkorte vingen er også, at opdriften kan blive forskellig på de to vinger. Mere vægt på den ene vinge giver er i hvert fald en dårlig løsning og ligeså gør det sig gældende med flapper til at bruge luften til at justere med.

Når vingen og haleroret sidder hvor det skal, så bruger jeg en limpistol og giver det et meget tyndt lag der hvor depronpladen og balsatræet mødes. Men skal være opmærksom på, at Depronplade ikke har det godt

med lim som er alt for varmt. Så opløser det nærmest pladen. Så man skal ikke gøre det med en limpistol som har ligget i lang tid, men helst bruge en hvor limen selvfølgelig er flydende, men stadig fast i konsistensen, sådan at den hælder lige efter den er kommet på.

Så er selve flyet faktisk færdig. Så mangler jeg kun landingsstellet, og jeg har valgt en løsning med hjul fordi det giver den mindste modstand ved fremdrift. Da flyet skal kunne lette ved egen kraft fra gulvet af, så kræver det en eller anden løsning for at holde propellen væk fra gulvet, samt at kunne få flyet fremad uden for meget modstand. Så dette er ikke et område man på nogen måde kan slippe uden om.



Løsningen med et løst landingsstel som Messerschmitt ME 163 havde, var der desværre ingen elever som forsøgte sig med. Det havde jeg ellers set frem til at få et bud på. Løsningen med at lave en form for skinne eller rampe som brødrene Wright gjorde, var der heller ikke nogen som valgte.

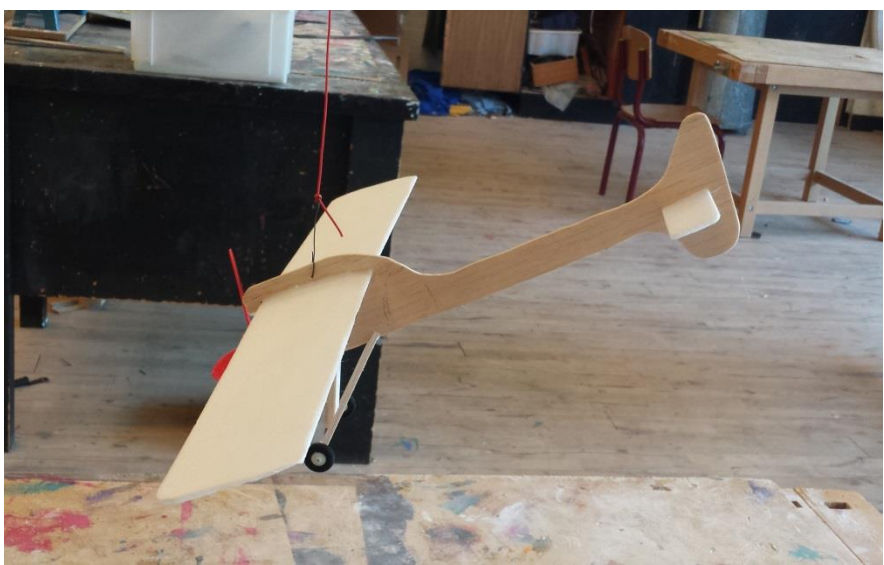
De fleste elever valgte ligesom jeg at lave en løsning med hjul, og så var der enkelte som forsøgte sig med en form for ski, dog uden den store succes. De fleste af dem endte med at gå over til jul efterfølgende.

Jeg har i mit tilfælde valgt en løsning med et stykke plastikrør med indvendig diameter på lidt over 2,2 mm, og så en kulfiberstang med en diameter på 2mm, som fungerer som aksel. Denne aksel sidder så inde i plastikrøret og kører rigtig godt rundt stort set uden modstand og tilmed uden brug af olie som smøremiddel. Så har jeg et hjul i hver sin side som sidder fast på akslen, og de er i dette tilfælde lavet i

plast og skum. Her kan man også købe små plast og træhjul hos Opitec.de. Fordelen ved at have en fast aksel mellem begge hjul er at hjulene drejer lige hurtigt rundt, og det gør at flyet kører mere lige ved start inden det forhåbentlig letter, end det ville være tilfældet hvis hjulene sidder uafhængigt af hinanden.



Jeg har så opbygget mit stel af et bredt stykke balsatræ og så to mindre stykker, som tilsammen skaber en trekant, hvilket er den stærkeste konstruktion. Dette gør at stellet er stærkt og stabil ved fremadrettet bevægelse. Det er





mindre stærkt ved sidebevægelse, men jeg har vurderet at dette ikke er så vigtigt, da flyet helst kun skal bevæge sig i en retning. Skal det gøres stærkere mod sidepåvirkning, skulle der laves stivere til vingerne, hvilket giver mere vægt og modstand. Det valgte nogen af eleverne at gøre, specielt dem med to motorer.

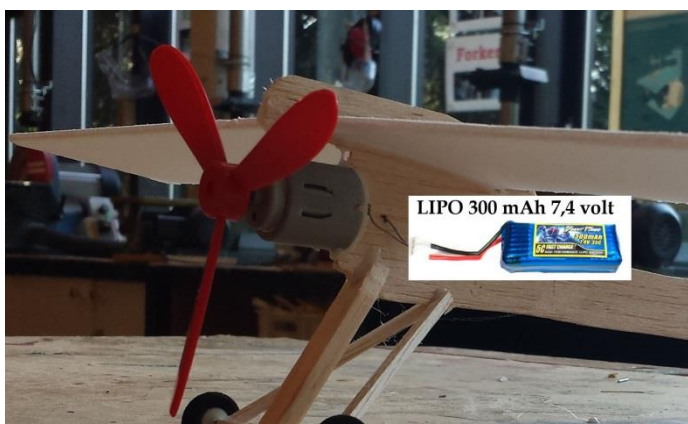
Så er det nu at hullet over vingen skal tages i brug, og i dette tilfælde er flyet lidt næsetungt. Det er helt fint, for det er hvad det er designet til at være, da batteriet som skal drive flyet skal bruges som modvægt. Problemet opstår først, hvis flyet bliver så næsetungt, at batteriet ikke kan opveje det, selvom det sidde så langt tilbage det kan komme. Dem som bruger to motorer monteret på vingerne, kan komme til at stå i det modsatte problem, specielt hvis motorerne er rettet bagud. Der kan bagenden af flyet komme til at blive så tung, at batteriet ikke kan komme langt nok frem for at opveje det. Da det er svært på forhånd at konstruere flyet med en fast batteriplads, så anbefales det klart at man bare at lave flyet som man ønsker

det, og så bruger et stykke tape til at montere batteriet efterfølgende lige inden flyet skal flyve. Det giver den letteste løsning, både praktisk og vægtmæssigt, og gør at man kan finde det helt rette balancepunkt for flyet. Batteriet kobles så til motoren, ved at jeg har klippet benene af en modstand som så loddes på motoren, og stikkes ind i hver ende af stikket på



batteriet, som forsøgt vist på billedet med batteriet. En nem og vægtmæssig god løsning. Glem alt om tænd/sluk kontakter da selv de mindste af dem vejer for meget. Med hensyn til afbalancering ved hjælp af batteriet, så er der to ting man skal være opmærksom på.

Hvis haleroret er helt lige som vingen, så skal batteriet placeres sådan, at flyet bliver lidt tungere bagtil. Dette er tilfældet med mit fly, sådan at bagenden tynges lidt ned når flyet er i fart, og på den måde tvinger flyet til at stige op.



Men der er også den mulighed, at man på forhånd har sørget for at haleroret har en hældning, sådan at det med luftens hjælp presser bagenden ned. I dette tilfælde skal batteriet monteres således, at flyet er i fuldstændig ligevægt når det hænger i snoren.

En ting man også skal være opmærksom på er, at flyet er i ligevægt når batteriet kobles til. I mit tilfælde bliver batteriet som vist koblet direkte til motoren. Men det gør også at der kan komme uligevægt i flyet, da stikket og ledninger sidder på venstre side af flyet. Dette har jeg dog taget højde for i mit tilfælde.

Vi bruger kun et LIPO 300mAh batteri, da det er det bedste batteri man kan få til opgaven. Det er let og har rigeligt med kraft til to motorer, og koster kun 55 kr hos Holte hobby. Motorerne er kun på 4,5 volt, så med de 7,4 volt batteriet kan levere, så bliver motorerne overbelastet, men det er en del af gamet. Selve batteriet kan oplades på en halv time, og en oplader kan fået til omkring 180 kr. Så samlet set er det en engangsudgift på under 300 kr for en oplader og to batterier som kan holde mange år frem. Det er bare vigtigt at huske med disse litiumbatterier, at de ikke må aflades helt, for så kollapsede de. De har ikke en hukommelse ligesom f.eks. de almindelige 1,2 volts genopladelige AA batterier har det. Så lad dem altid op efter brug. De mister ikke strøm og på den måde er de klar til næste gang de skal bruges.

Nu er flyet klar til at lette. For vores vedkommende brugte vi en gymnastiksal og det er den bedste løsning af flere årsager. Første det første har man et helt plant gulv, hvilket giver de bedste startforudsætninger for flyet. For det andet er der ikke nogen påvirkning fra vind og vejr og for den tredje og måske vigtigste årsag, så kommer man ikke til at stå i den situation, at hvis flyet virkelig skulle fly godt, at det så forsvinder ud i horisonten. Et batteri som det vi bruger, har normalt strøm til ca. 4-5 minutter, og på den tid kan et fly nå at komme langt væk.

Nu er udfordringer jo også alene den at få flyet til at lette, så skulle det lette og flyve ind i noget efterfølgende, så er det bare en del af gamet. De fly som gik i stykker, kunne faktisk forholdsvis nemt repareres til normal standard igen.

Jeg har efterfølgende her vedhæftet et par billeder af elevernes eksempler, samt en beskrivelse for hvordan det gik dem. Personligt blev jeg overrasket over hvordan det gik. Et af de fly jeg havde mindst forventninger til, specielt pga. dets vægt, var det første som littede af alle flyene. De to 7.klasses drenge havde lavet det fly udelukkende i ren balsatræ, og havde ikke sparet specielt meget på vægten. Men de havde alene gået efter parolen om maksimal fremdrift og opdrift og en stabil konstruktion og dette tilsammen var nok til at få succes. Det er nu anden gang jeg har lavet dette forløb og det er klart et af de mest populære forløb blandt mine elever, og så er det også et budgetvenligt forløb at afholde.

Man bliver også tit som lærer bliver overrasket over hvor svært det faktisk kan være at forudsige, hvilke fly som letter og hvilke som ikke gør. Man får også virkelig får set hvilket elever som gemmer på noget potentiale.

Hvis man gerne vil se testflyvningerne, så kan man gøre det på følgende link eller QR kode

<https://www.youtube.com/watch?v=8tj7z-NK9zU&list=UUjGs58PUM5-Mv7-UVGGQJVA>





