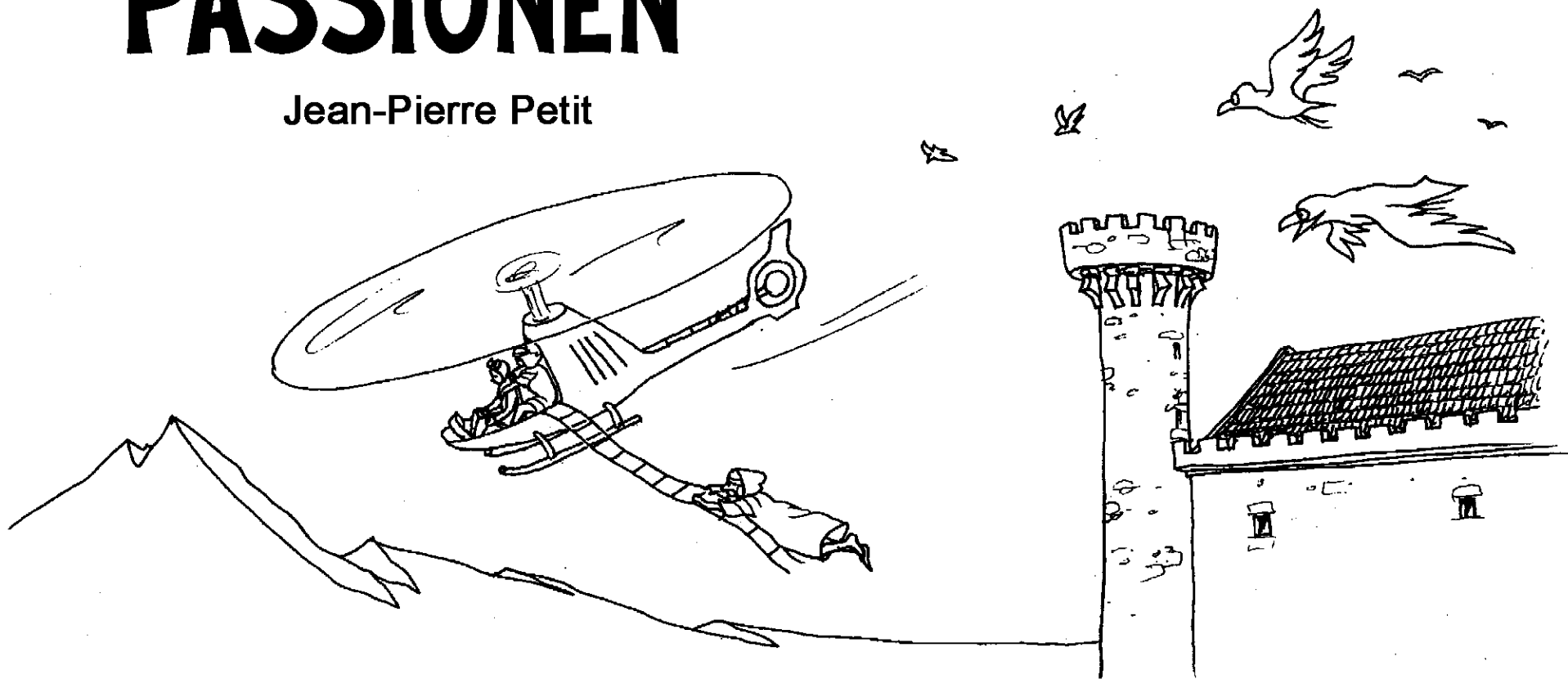


VERTIKALA PASSIONEN

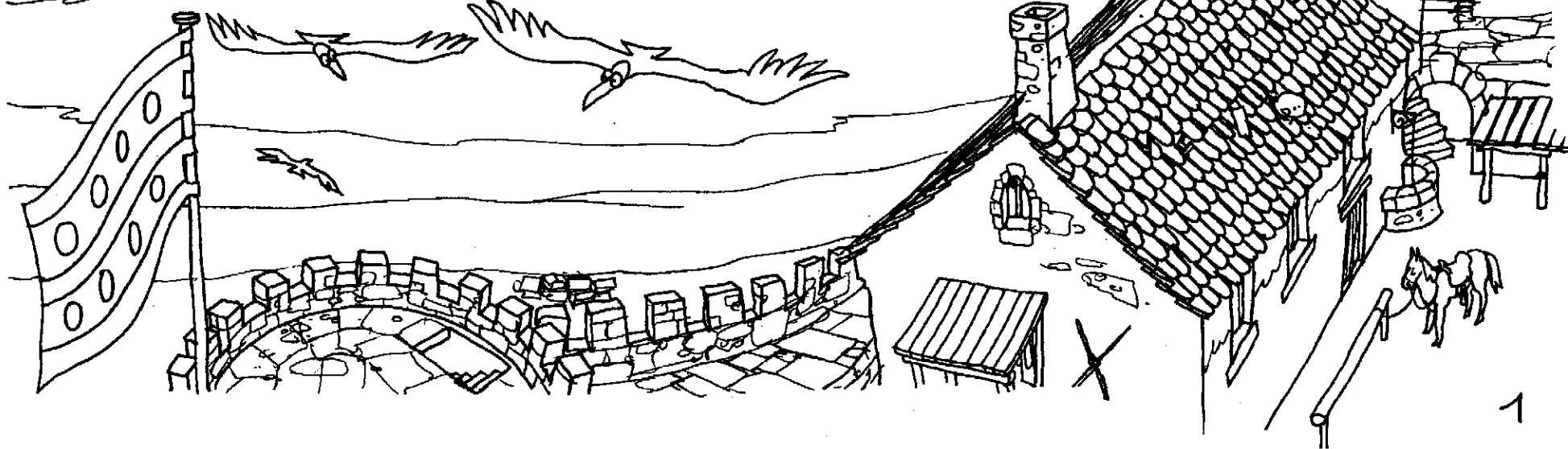
Jean-Pierre Petit



Traduit en suédois par Olga Forsare Orde

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>

Det var en gång ett slott i Westfalen som tillhörde en baron Thunder den Trunck. Han bodde där med sin fru och sin dotter Cunegonde. En ung pojke vid namn Candide bodde också i slottet. Det var en son till en släkting till baronen och till åttio jägare. I slottet bodde också en filosof, mästare Pangloss, en stor älskare av Leibnitzskrifter, som bevisade på ett beundransvärt sätt att det inte fanns effekt utan orsak och att, baronens slott det vackraste och att baronessen var den bästa av baronessorna i den bästa av de möjliga världarna.



En dag märkte unga sjuttonåriga Cunegonde i en skog nära slottet professor Pangloss ge en lektion i experimental fysik för baronessans städerska. Eftersom hon hade en läggning för vetenskap, iakttog hon upprepade experiment som hon bevittnade (*)



Hon såg klart doktors skäl, effekterna och orsakerna, och återvände upprörd, fundersam, med en stor lust att bilda sig.



Hon träffade Candide vid återkomsten till slottet och rodnade; Candide rodnade också. Hon hälsade på honom med en bruten röst. Och Candide talade med honom utan att förstå vad han sa.





Cunegonde tappade sin näsduk. Candide böjde sig ned för att plocka upp den. Hon gjorde samma sak. Deras händer träffades, deras knän darrade, (*)



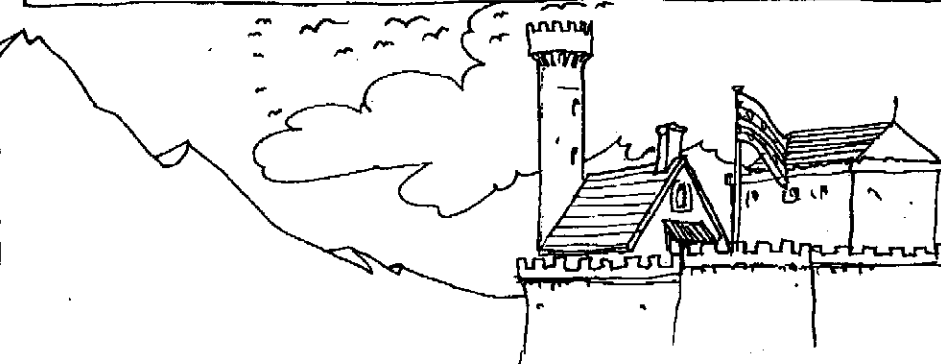
deras läppar träffades, deras händer kom vilse. Baronen som hade vägarna förbi, såg denna scen, effekterna och orsakerna (*).



Baronen jagade bort Candide med en spark i ändan (*)

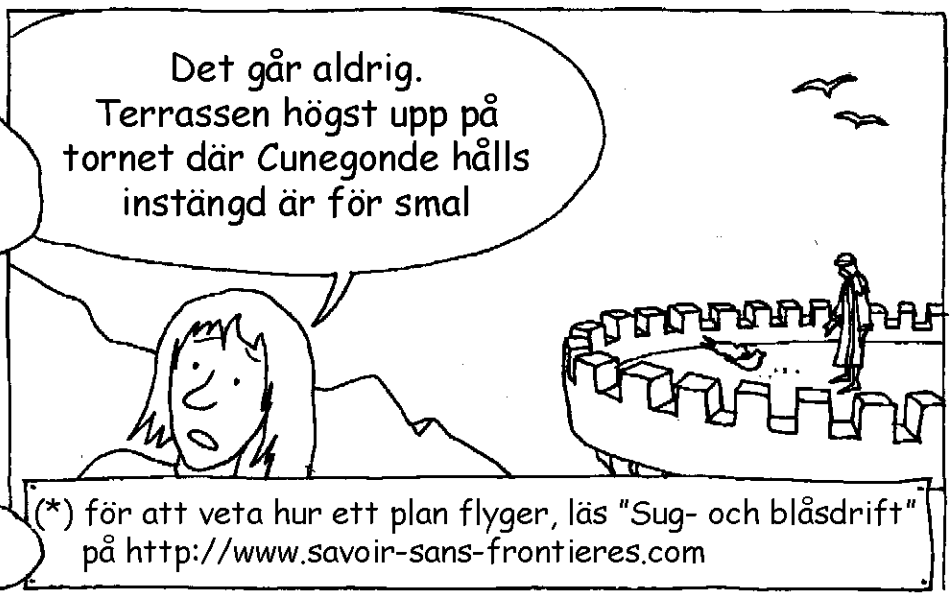
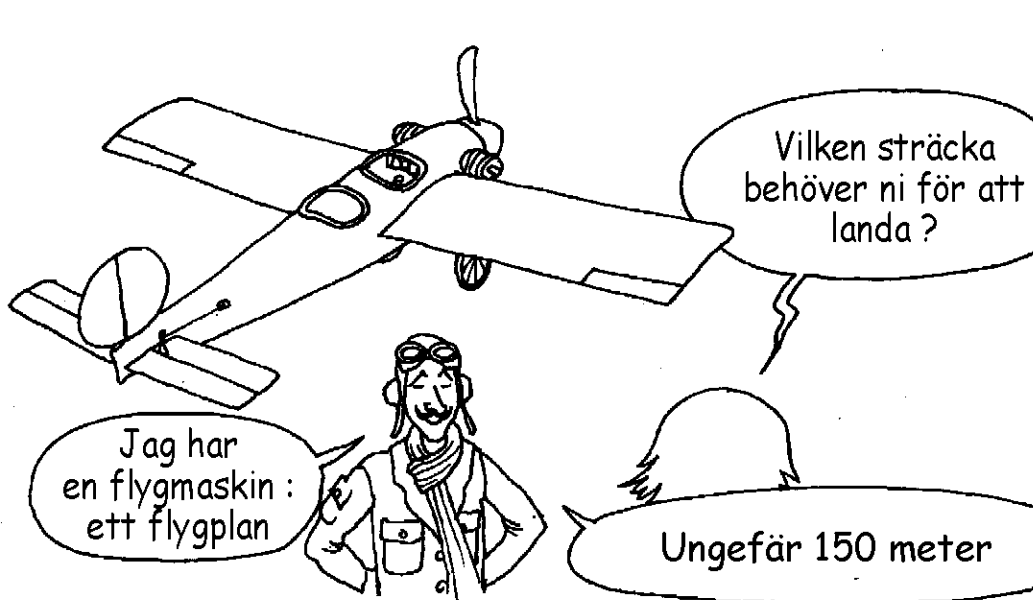


Baronessen örfilade upp Cunegonde och stängde in henne i ett rum beläget högst upp på slottets vakttorn.



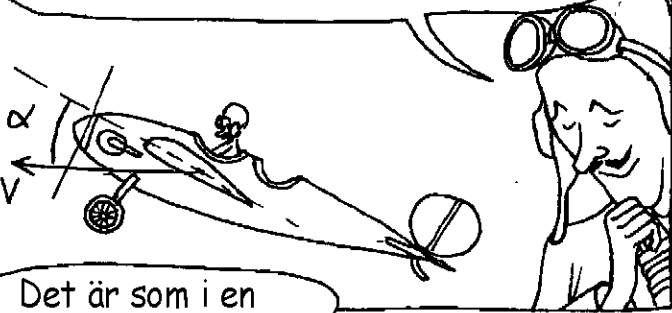
Och allting blev bestört i det vackraste slottet (*).

(*) identisk reproduktion av texten av Voltaire, ett utdrag ur hans bok "Candide"

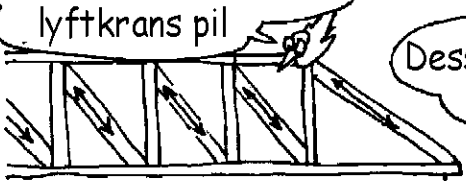


(*) för att veta hur ett plan flyger, läs "Sug- och blåsdrift" på <http://www.savoir-sans-frontieres.com>

Jag måste kunna förkorta landningssträcka genom att utföra infallsvinkel med en lägsta hastighet. Vingens lyftkraft är proportionell mot dess infallsvinkel α . När jag får flygplanet att stegra sig, borde jag kunna flyga mycket saktare



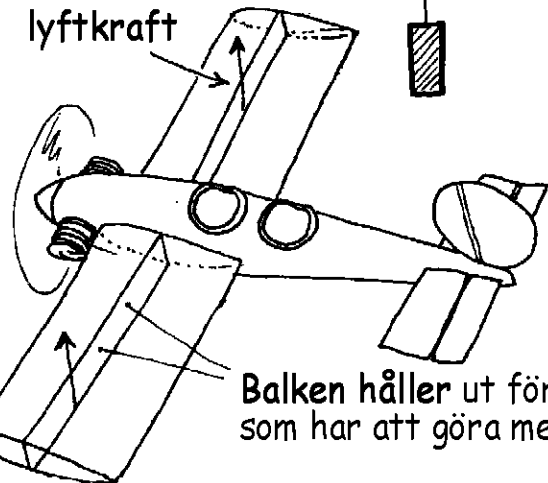
Det är som i en lyftkrans pil



Dessa ribbor fungerar i dragkraft



lyftkraft



Balken håller ut för böjningskrafter som har att göra med lyftkraft

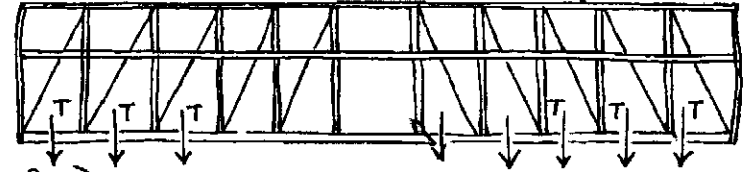
Det är alltså den här vingen som tillåter dig att hålla dig i luften



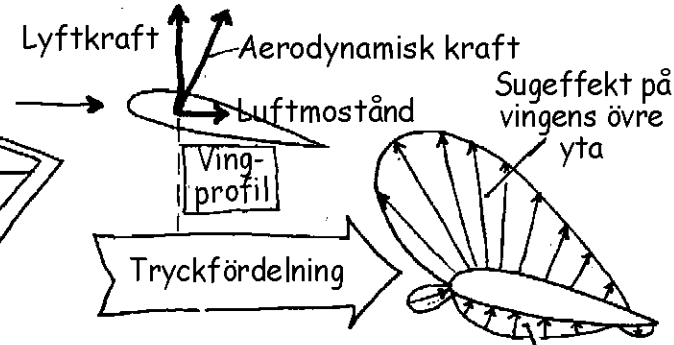
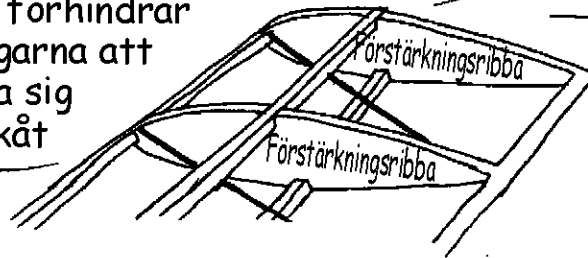
Ja

Upplevd vind

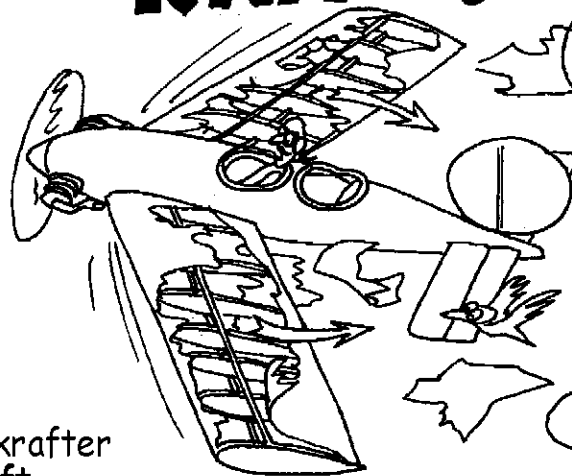
Anfallsvinkel



Jag satte spännkablarna som står ut med kraftigt luftmotstånd och förhindrar vingarna att vika sig bakåt



KRAK!

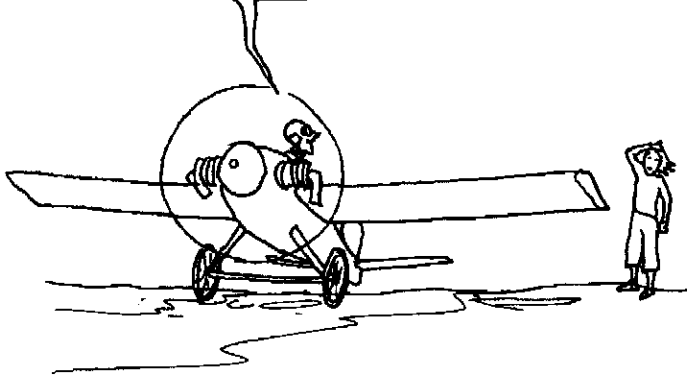


Mina herrar, utan dessa värdefulla sträckare skulle vingarna brytas

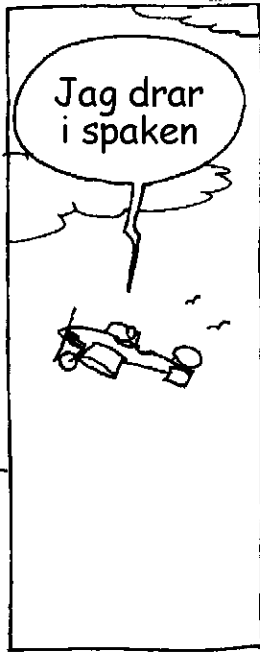
En klok försiktighetsåtgärd



Bra, nu ska vi se hur vi kan minska hastigheten genom att få flyget att stegra sig



Jag drar i spaken



KRAACK!

Med ens bryts vingarna och tvärsvinger framåt



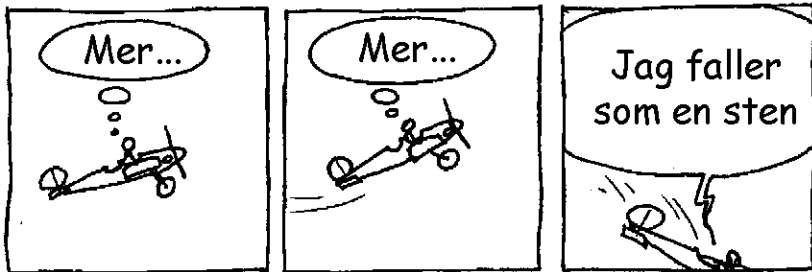
Då så, nu är det fixat. Det räcker att sätta ännu en uppsättning av sträckkare som förhindrar vingarna att vika sig framåt



Nu är maskinen korrekt förstärkt. Jag ska stiga gradvis.



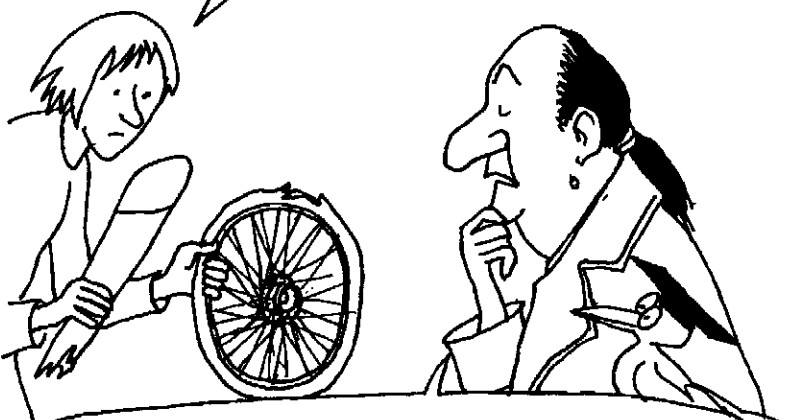
Det måste funka i vilket fall som helst



ÖVERSTEGRING

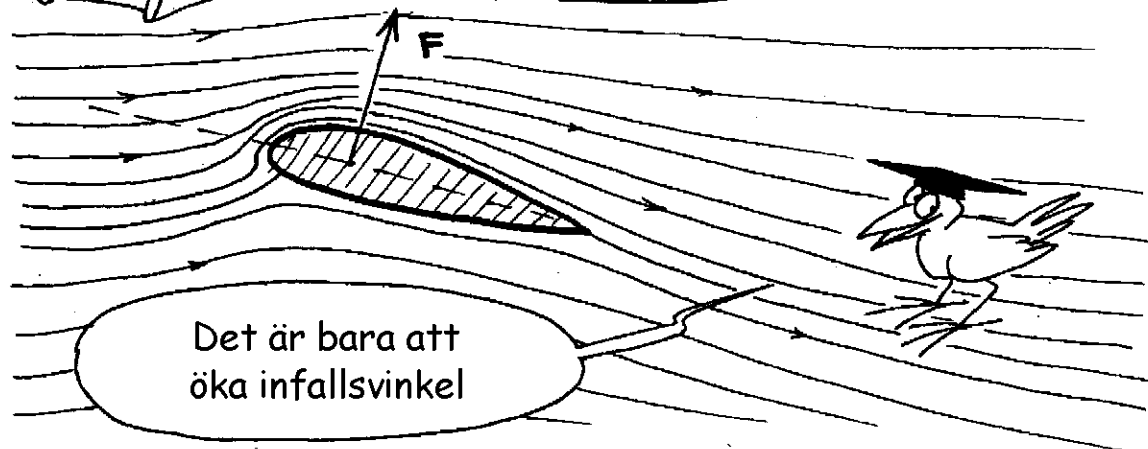


Det är inte med den här maskinen som jag kan befria Cunegonde
Jag undrar ärligt om denna maskin har någon framtid



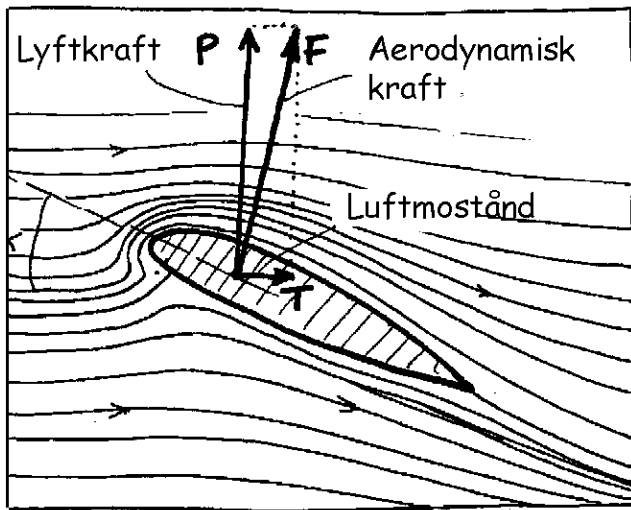
Eftersom det inte finns effekt utan orsak, så upptäcker vi orsaken till denna plötsliga förlust av lyftkraften

Detta fenomen nämns inte i « Sug- och blåsdrift»
Man ser endast att lyftkraften skapas när ett regelbundet luftflöde skickar vätskan neråt (*)



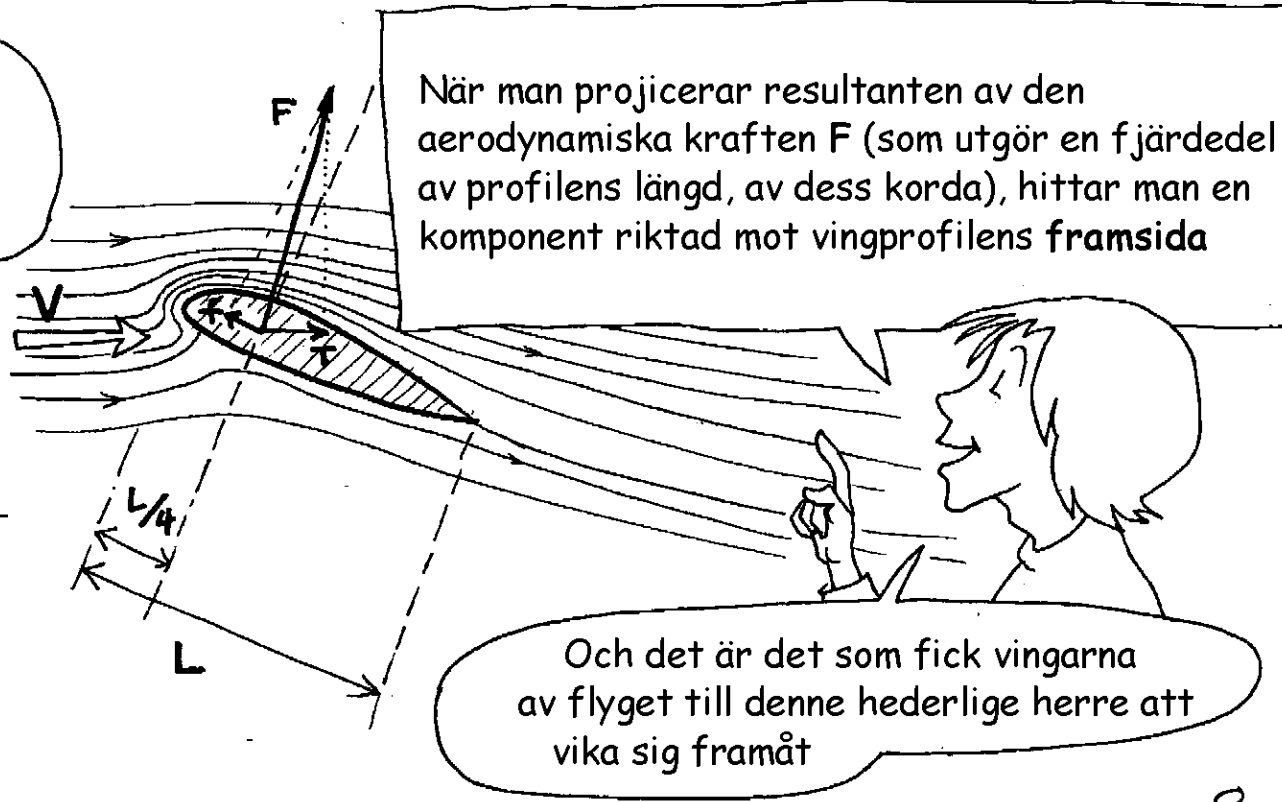
Det är bara att öka infallsvinkel

(*) <http://www.savoir-sans-frontieres.com>



När jag tittar på schemat av luftströmmen som motsvarar en kraftig infallsvinkel, märker jag någonting.

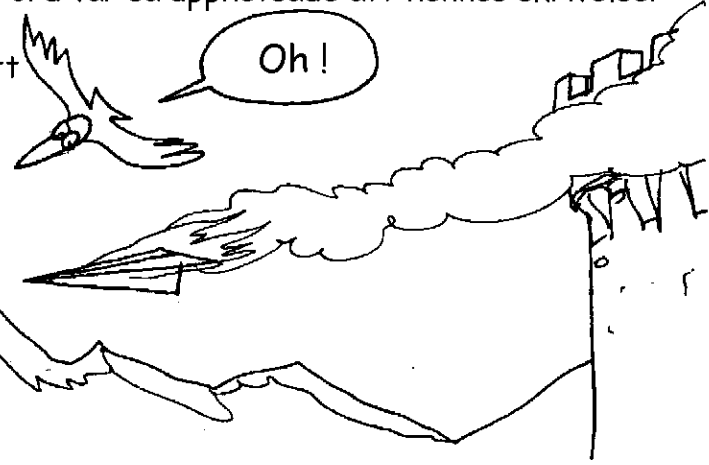
Vad?



Under tiden skrev Cunegonde brev efter brev till Candide

Men hennes ord var så upphetsade att hennes skrivelser
brann upp
innan de nått
marken

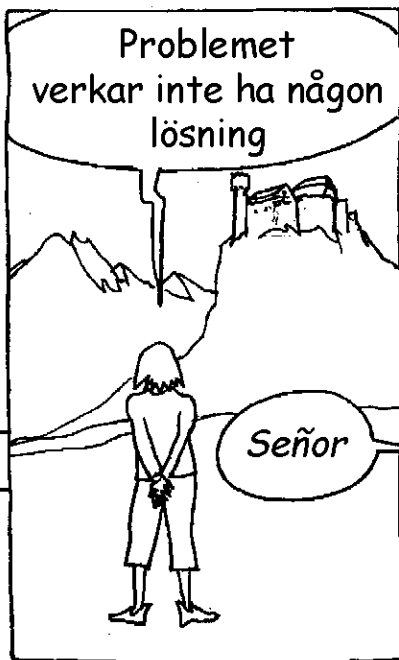
Oh!



En ballong ? Det kan inte gå. Jag skulle i vilket fall som helst missa tornet

Problemet verkar inte ha någon lösning

Mitt namn är Juan de la Cierva. Skulle ni kunna säga mig var finns toaletten som jag kan använda?

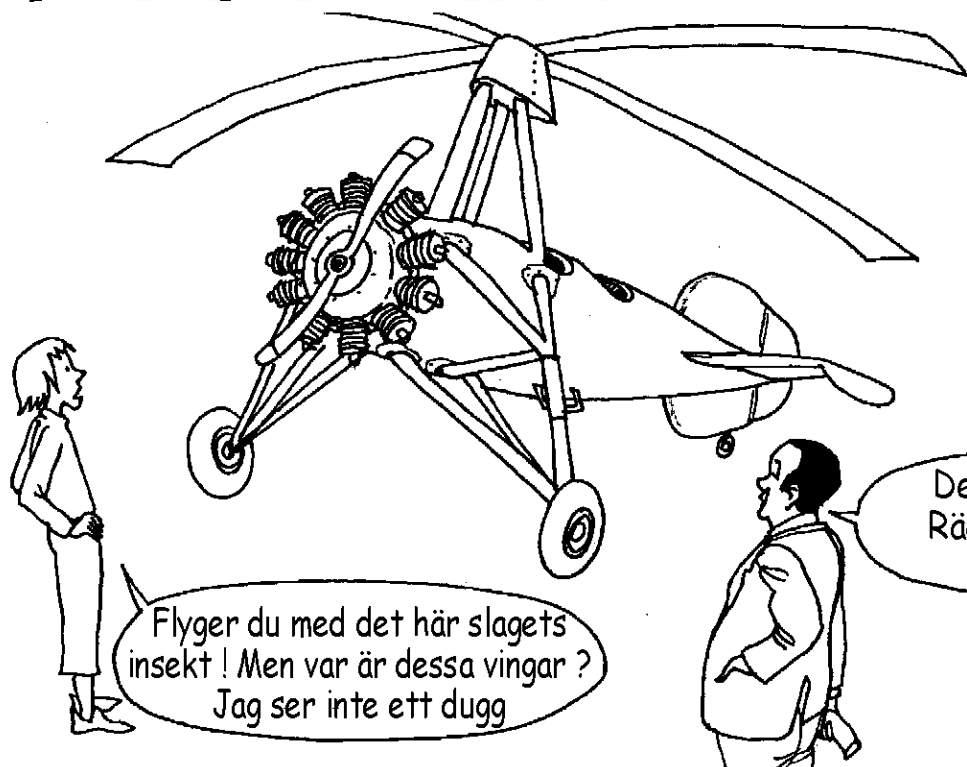


Señor



Herregud ! Vad är det för en maskin ?

AUTOGIRO



Det finns fyra. Råcker det inte för dig?



Autogiro. Vill ni prova den?

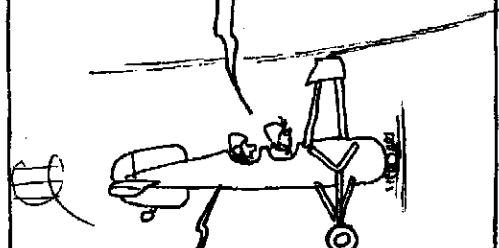


Ro... ehh... hur så?



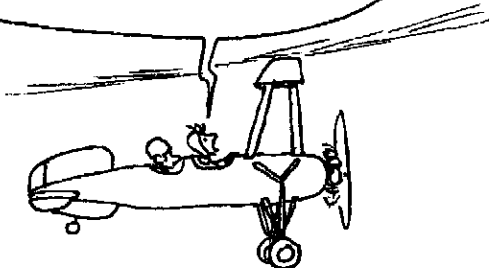
Nej...

Minsann, den här rotorn roterar av sig själv. Varför det ?



Autorotation

Och nu flyger vi
Men genom vilket under ?



Till slottet,
snabbt, är ni snälla

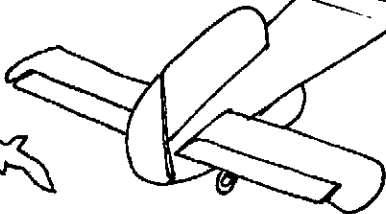


Min kära Cunegonde,
som måste vara där nere



Skulle ni kunna
landa på den här
terrassen ?

Autogiro kan landa mycket
kort. Men den här terrassen
är verkligen för smal



Ah, mästare Pangloss, jag har flugit över slottet och tornet där Cunegonde hålls fångslad. Och ombord på herr de la Ciervas fantastiska flygmaskin

Vilken otur ! Han för bort med sig alla sina hemligheter. Vad är den mystiska kraft som vrider hans rotor ?

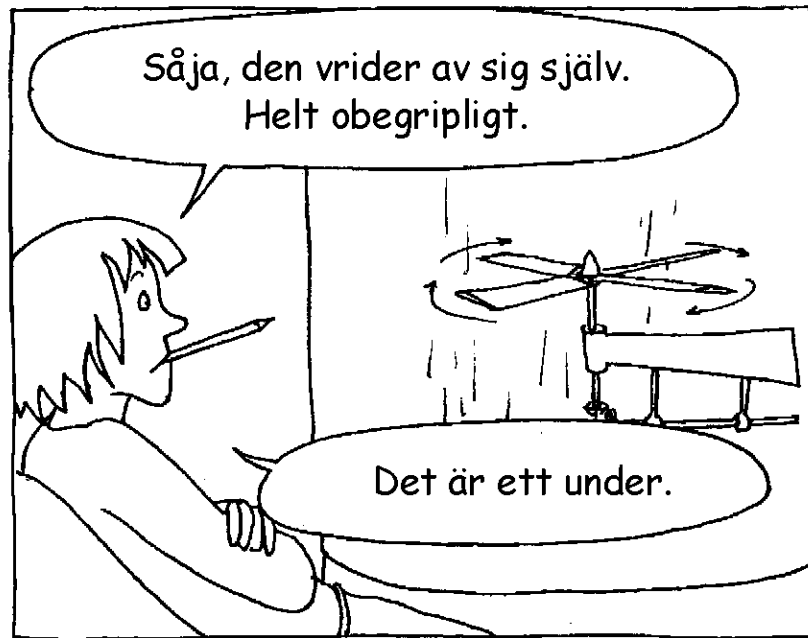
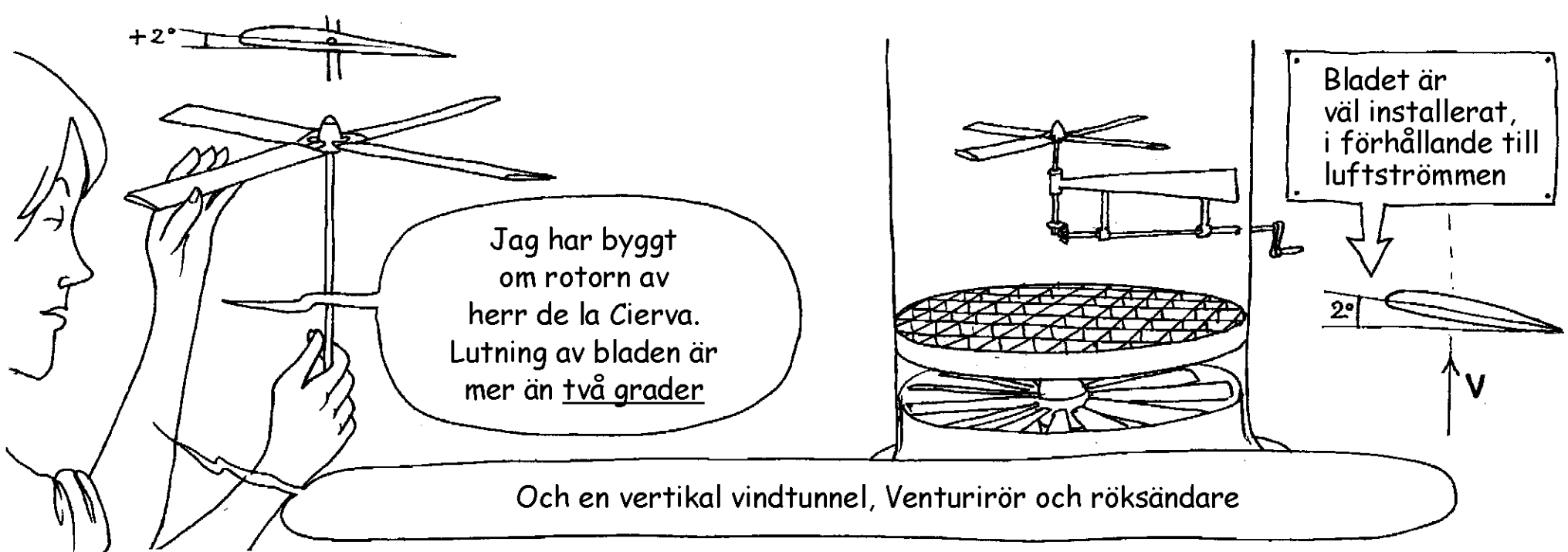
Förklaringen är ändå enkel : En rotor är gjord för att vrida sig. Den är alltså försedd med en roterande kraft och den vrider. Det finns inte följder utan orsaker

Är det han som startar där borta ?

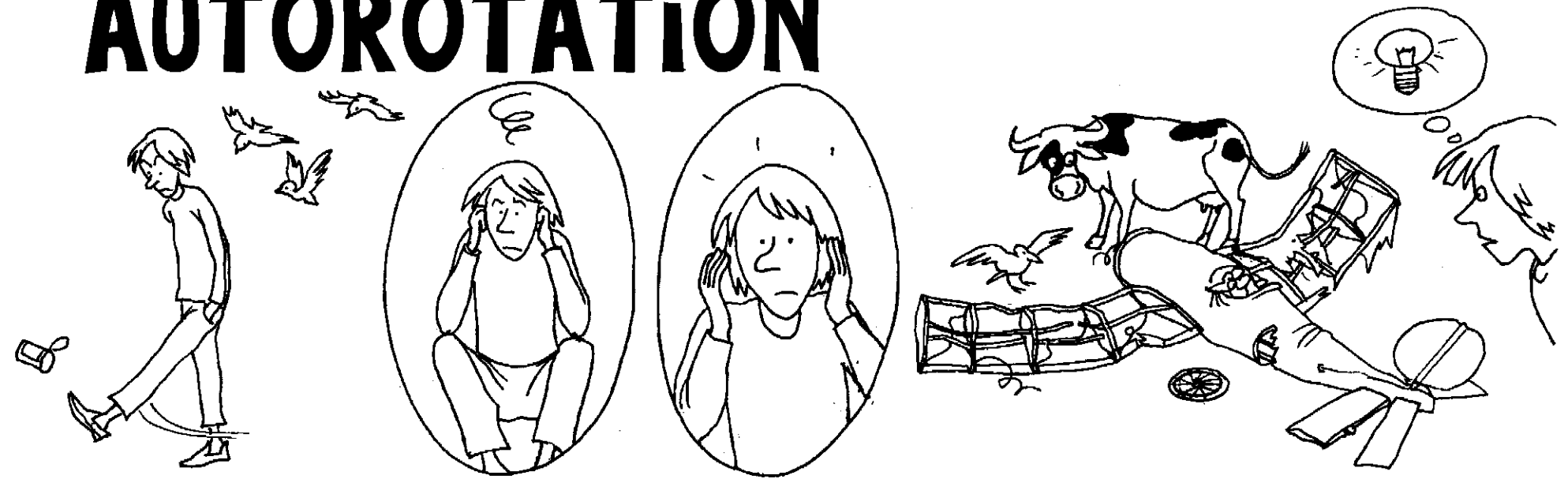
Ert resonemang är omöjligt att parera, min mästare. Men jag skulle vilja veta mer...

Vad gör Candide ?

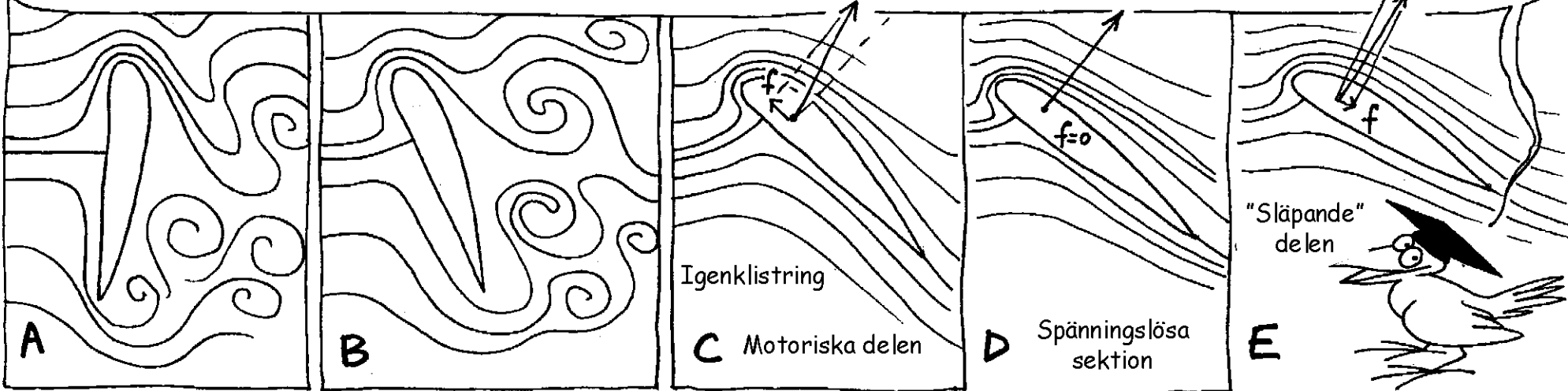
Jag tror att han ska bygga om vindtunneln med vilken herr de la Cierva har upptäckt tillräckliga orsaker till detta förvånansvärda fenomen.



AUTOROTATION

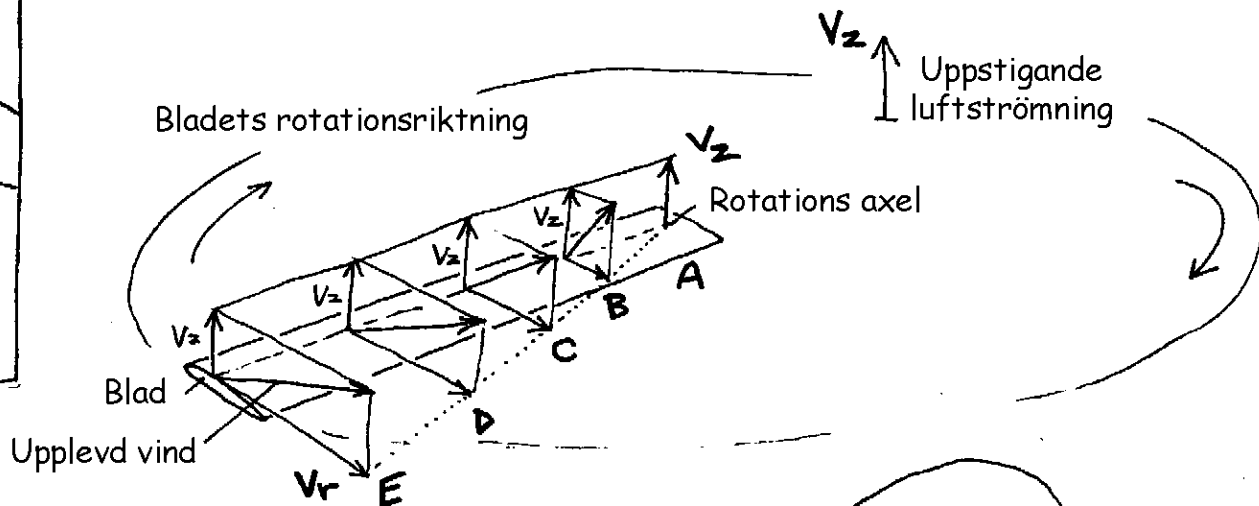
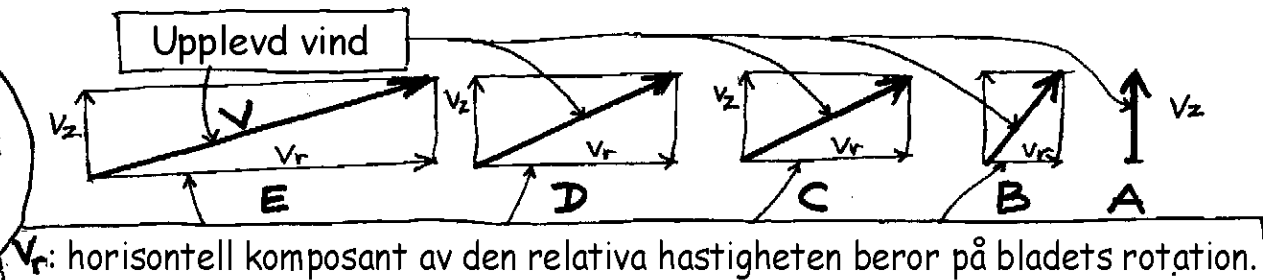


När bladets anfallsvinkel minskar i förhållande till riktningen av den upplevda vinden, inträffar luftströmning igen (fastlåsning) (figur C). Den aerodynamiska kraften (komponent f) tenderar att släpa bladet med sig. I fallet D är denna kraft lika med noll, sen slår den om i fallet E. Komponenten f bromsar alltså bladets förflyttning.

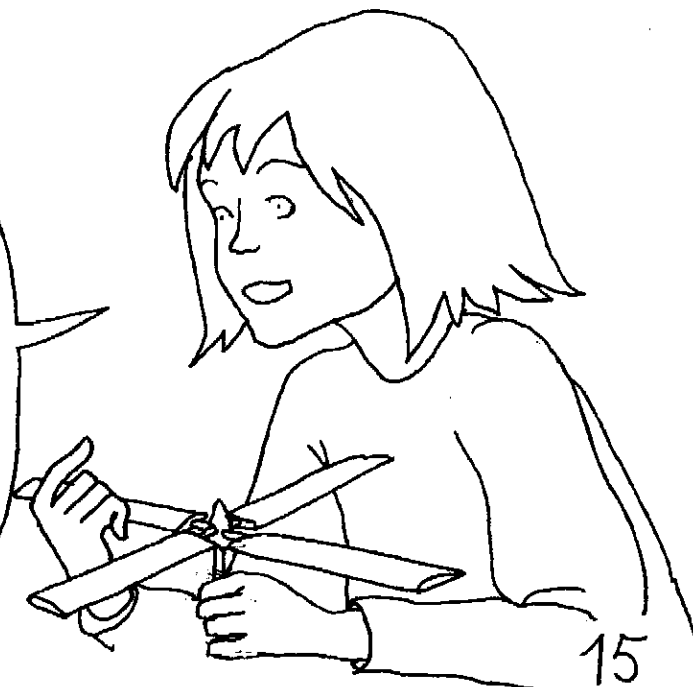


Jag hör mycket väl, min käre
Candide. Men varifrån kommer denna
ändring av riktningen som ni kallar
för den upplevda vinden?

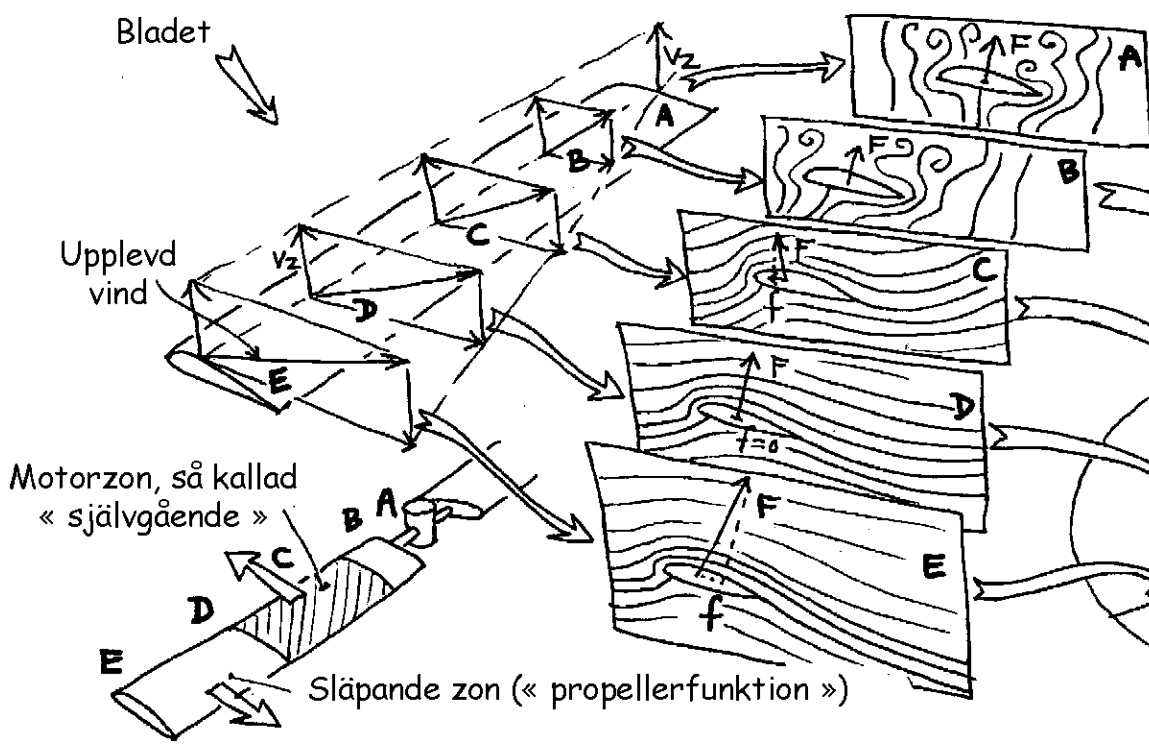
Rotorns varvtal
med hastigheten
som beror på bladets
rotation



Rotorn är insänkt i en uppstigande luftströmning
som motsvarar en hastighet V_z . Denna kan sammanställas
med en hastighet orsakad av rotationen av bladet V_r , - hastighet
proportionell mot avståndet av axeln. Resultanten ger upphov till
den upplevda vinden, som lägger sig mer och mer på bladet
allteftersom man avlägsnar sig från axeln. Samtidigt ökar
modulen av denna hastighet på axeln i periferin.



Beroende på hur denna upplevda vind attackerar bladet, får man mycket olika luftflöde. För att visa dem fixade jag ett tunt rör som släpper ut rök och som hänger ihop med bladet i rotation. Och här är olika resultat som jag kunde få.

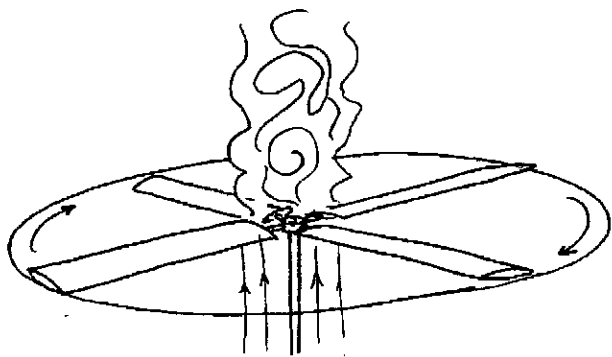


I « A » och « B » är luftströmmen bortkopplat. Bladet skapar en kraftig turbulens. I « C » luftströmmen fixar sig på profilen. Den aerodynamiska kraften tenderar att dra bladet framåt. (motorzon, autorotationspress, grå)

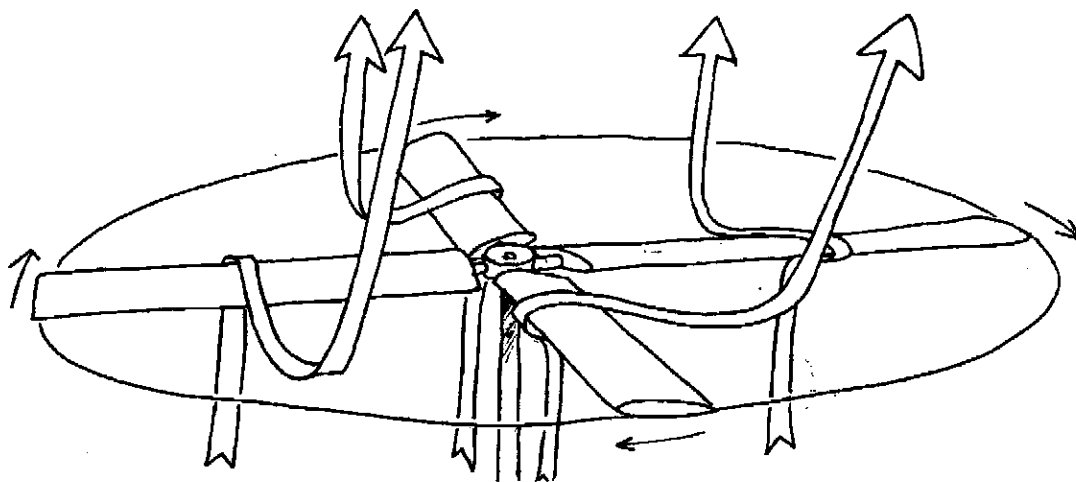
I « E » tenderar den aerodynamiska kraften, fortfarande riktad uppåt att bromsa bladets rörelse. Figur D visar den extrema situationen ($f = 0$). I denna regim av självrotation är den skuggade delen av bladet drivande, medan bladets spets "släpar sig". En självbärande regim är upprättad

Allt detta har prövats av Juan de la Cierva i vindtunneln.

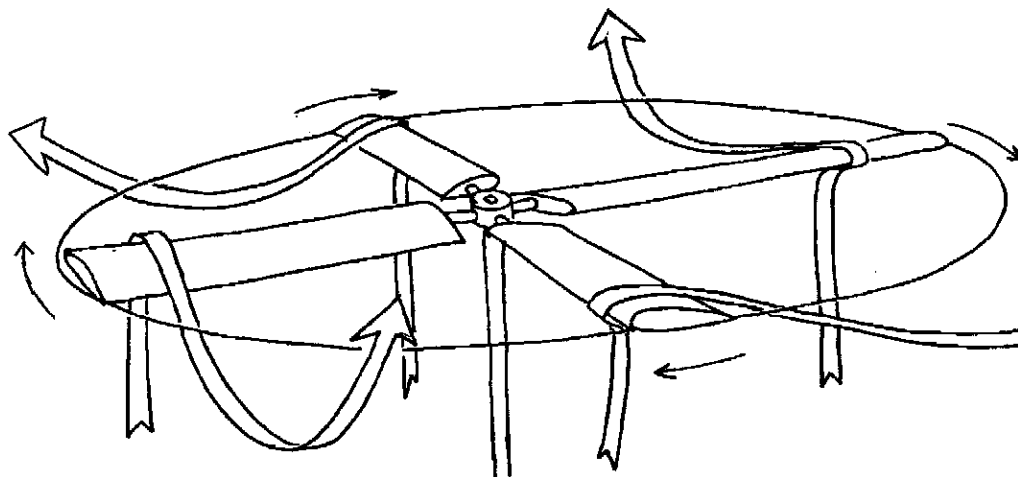




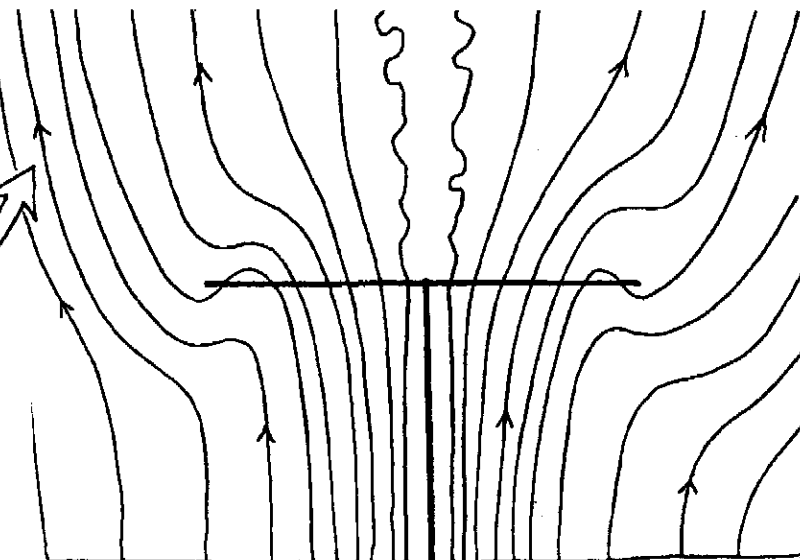
Ovanpå den centrala delen
(luftströmmen « bortkopplat »),
ett mycket turbulent kölvatten



Här lägger sig luftströmmen på bladets profil

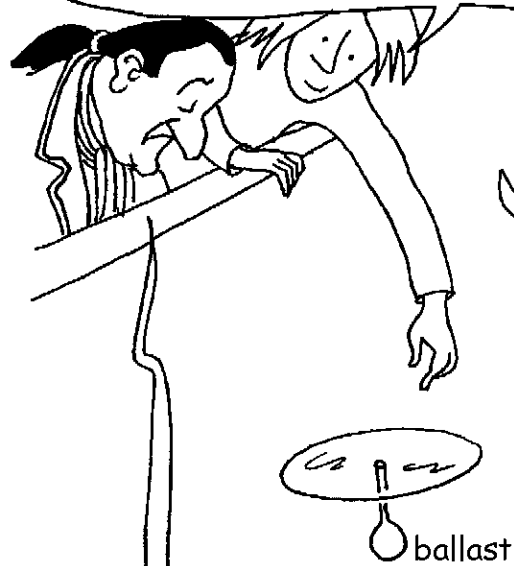


I periferin är impulsen som meddelas av luftmassan
och riktas nedåt (inducerad hastighet) tillräcklig
för att luften kommer ut utanför luftcirkeln skapad
av rotorn



Det som får den luftströmmen i helhet
att se konstig ut

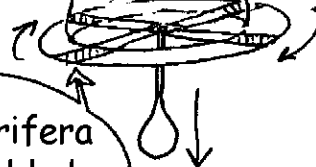
Titta, mästaren Pangloss,
nu ger jag den lilla modellen
en minimal impuls och släpper
den genom fönstret,



Minimal...
i förhållande
till vad ?

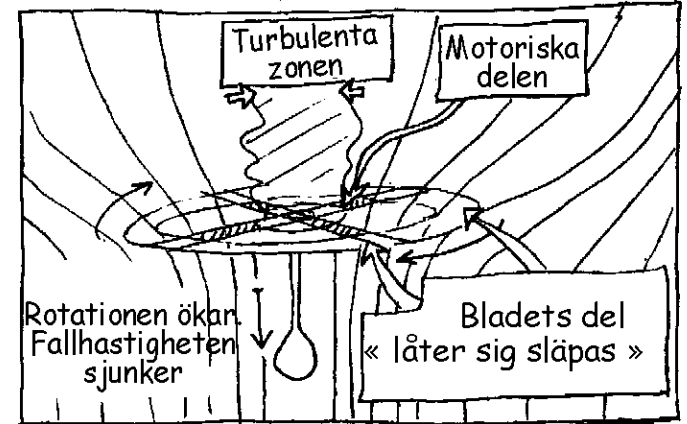
För att göra så att rotorns
perifera del vrider ganska
snabbt för att luftströmmen
ska "lägga sig på". Den delen
blir alltså till en drivkraft
och rotationen ökar.

Turbulenta zonen
(luftströmmen faller bort)



Den perifera
delen av bladen
är motorisk

Delen av turbulent luftström
(«släpande») minskar allteftersom
rotationen blir snabbare.
På bladspetsen uppstår då
en släpande del



Reducerade
turbulenta
zonen

Zonen
«broms»

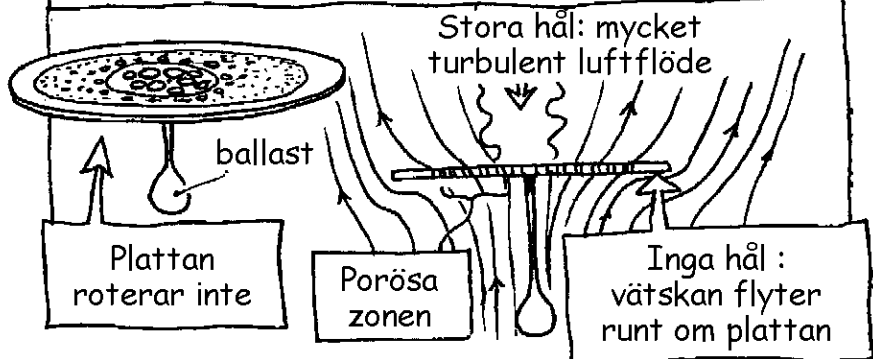
Motoriska zonen
(självroterande)

Fall
hastighet

Rotationshastigheten
stabiliseras då de två moment
väger upp varandra. Autorotations
regim är alltså helt etablerad och
nedgångshastigheten är minimal

Man skulle få en likadan luftström om man släppte en platta som inte roterar med perforeringar av diameter som ökar från centrum mot periferin - det som skapar zoner av olika porositet.

Styrelsen



Vad skulle hända om du inte hade gett en tillräckligt roterande impuls från början?

Hastigheten på bladens kant skulle inte vara tillräcklig för att luftströmning skulle lägga sig på profilen. Då finns det ingen drifkraft. Självrotationens varvtal skapas inte: Modellen faller ner som en sten.

En stund tänkte jag att den här apparaten skulle tillåta fröken Cunegonde att genomföra sin flykt. Men jag tror att detta är en halsbrytande affär.

Och autogirot?

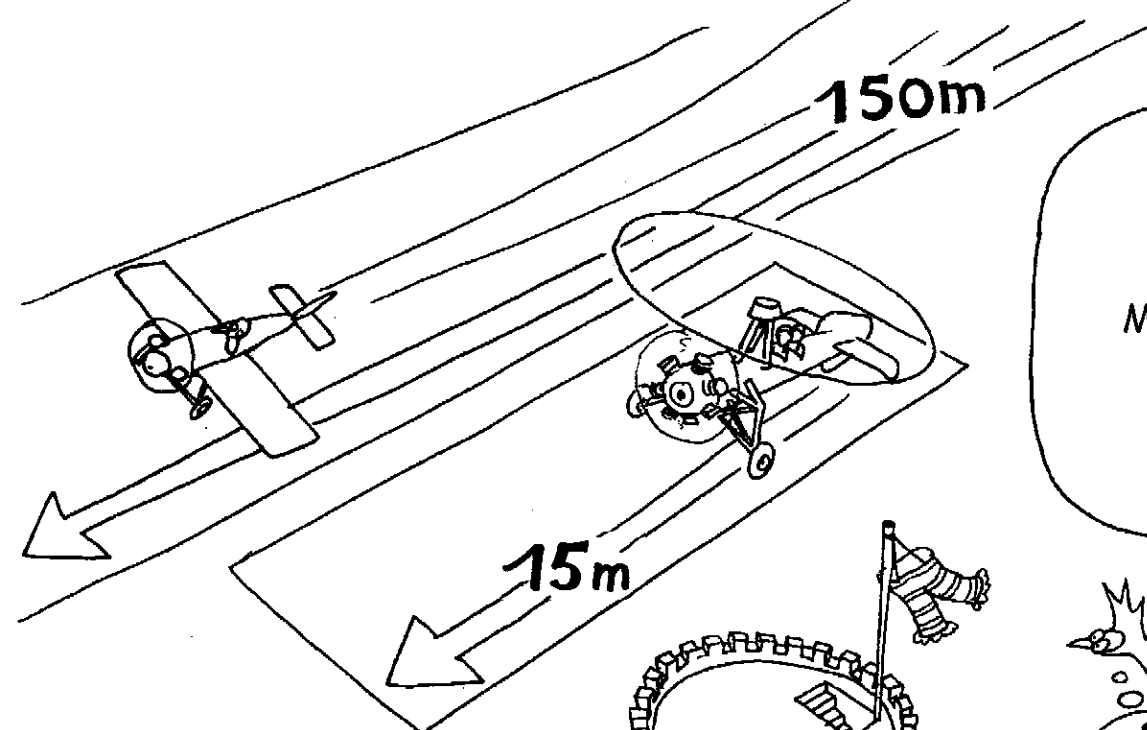
Men ändå roterar det (*)

Nu när mysteriet med självrotationen av rotorn är förklarat, återstår det att tillägga en smula av lutning.. Rotor fungerar alltså som en platta av minskande porositet, från centrum till utkanten.

Autogirot verkar faktiskt vara besläktat med en pappersdrake, vars segelyta hade haft minskande porositet, från centrum till kanten, med ett stort hål i centrum, genom vilket går den turbulenta luften.

(*) men ändå roterar den (Galilei)

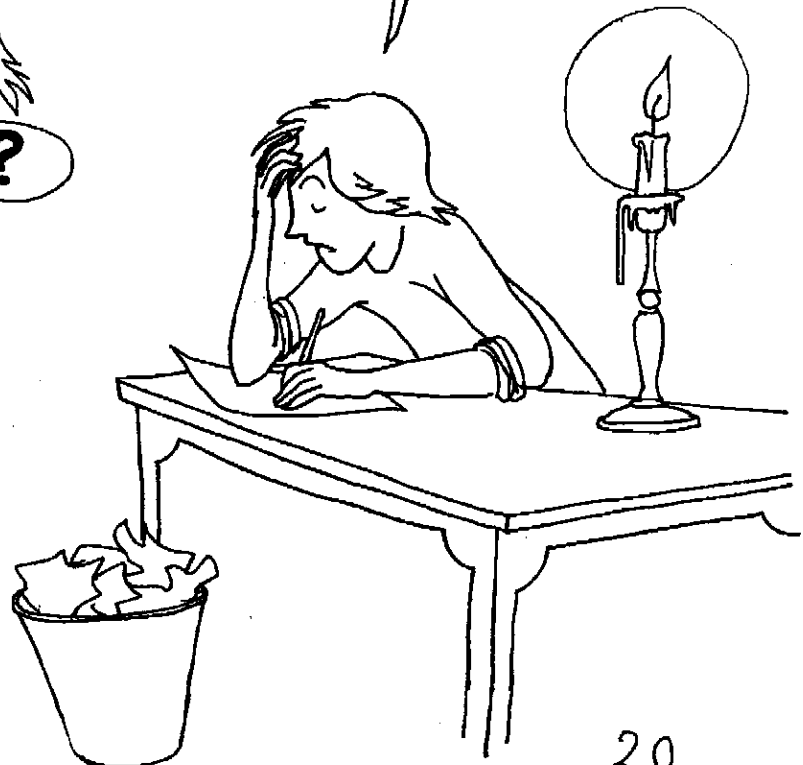
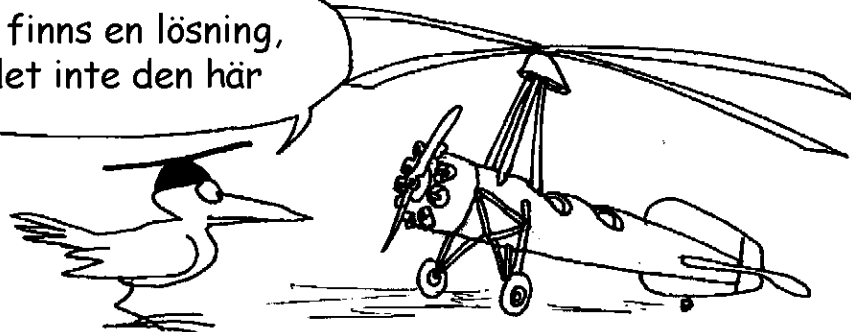


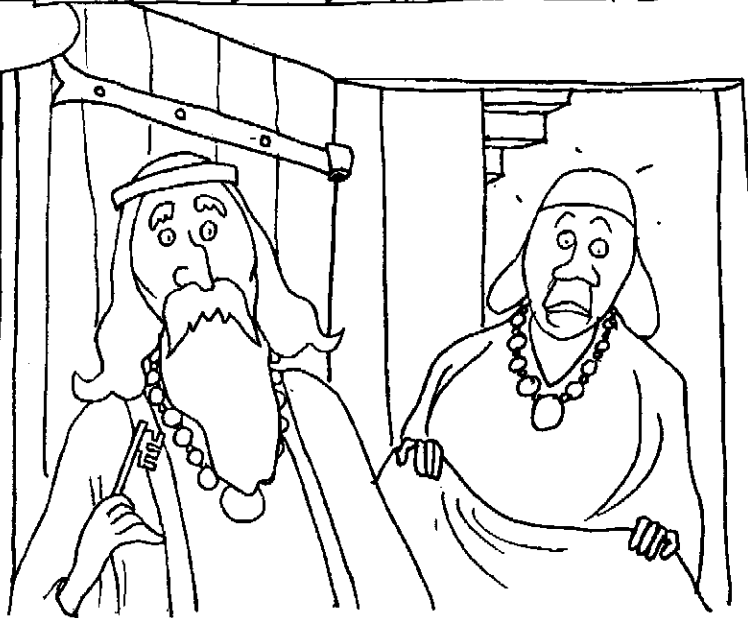


För att sammanfatta: flygplanet behöver 150 meter för att landa. Autogiroret kan nöja sig med 15 meter. Men terrassen på tornet är så smal så att för att landa där måste man utföra en vertikal nedstigning. Vilken flygmaskin kan göra en sådan sak ?



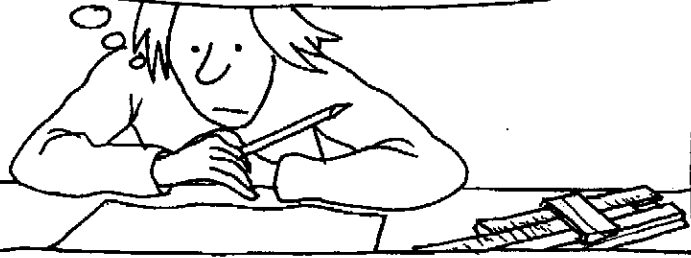
Om det finns en lösning, så är det inte den här



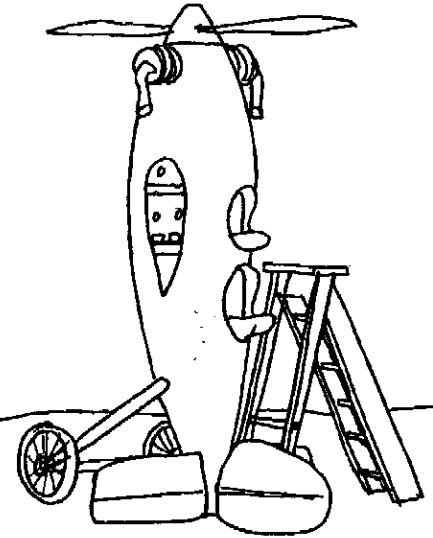




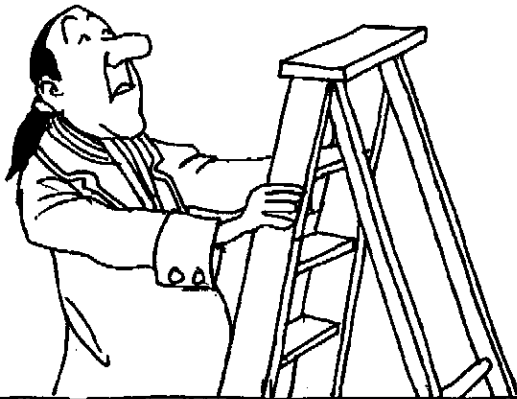
När allt kommer omkring,
hade inte flygplanets pilot fel
då han ville få apparaten att stiga.
Det skulle vara bäst att förvandla hans
dragpropeller till en lyftkraftanordning.
För den delen, då är det bäst att
helt enkelt ta bort vingarna



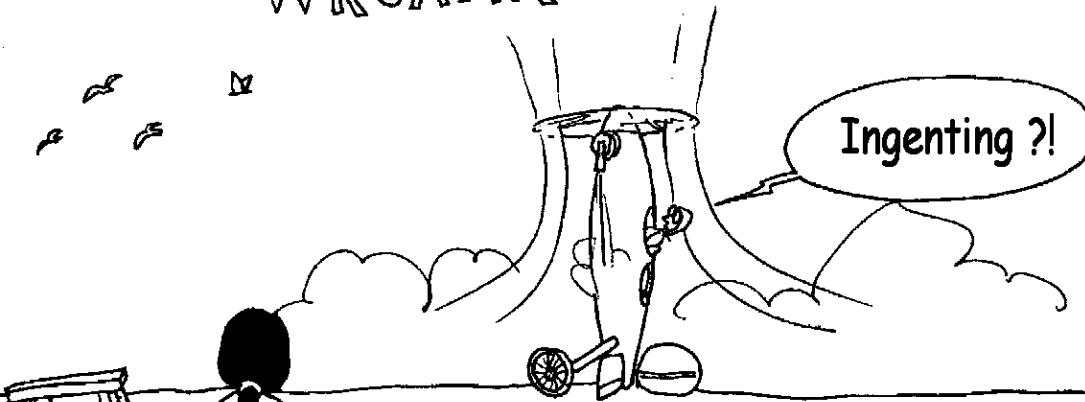
Vad säger ni,
professor, om detta ?



Ni kan ta bort steget
Jag ska trampa gas
i botten

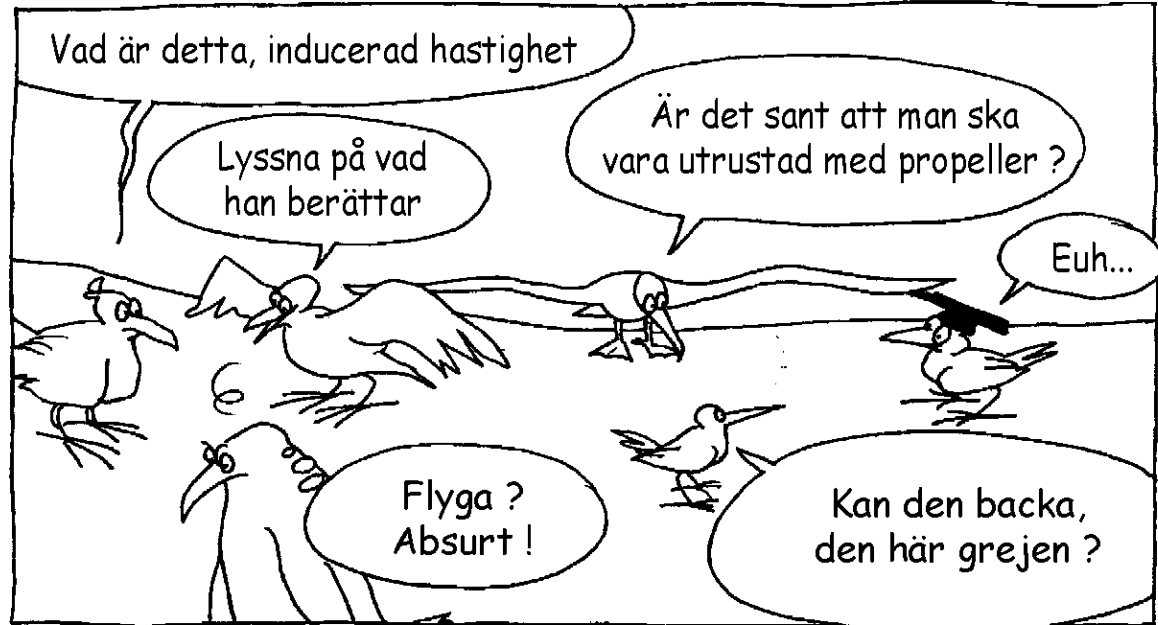
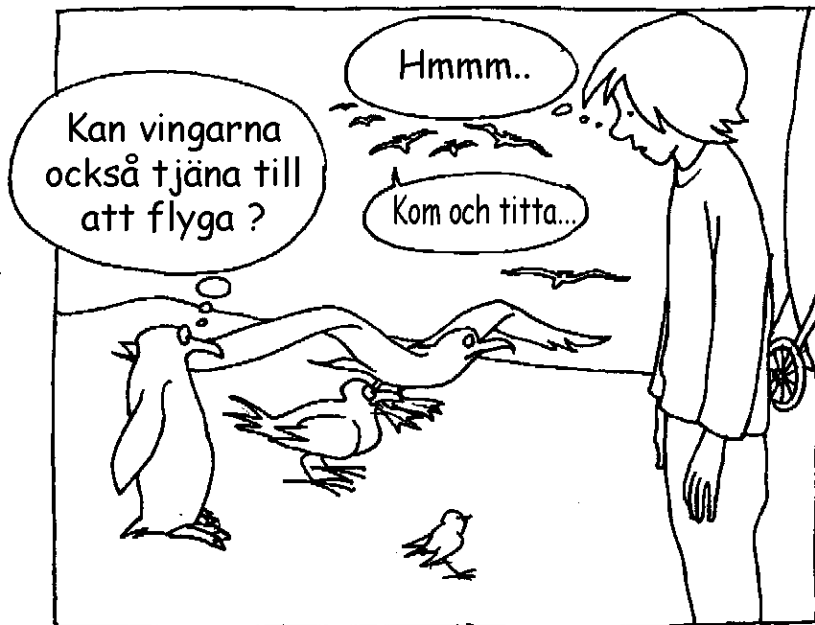


WROOAR



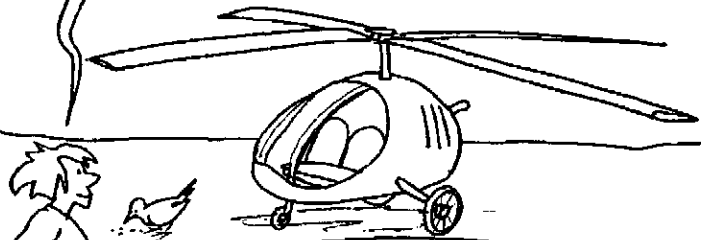
Ingenting ?!

Ramla inte,
jag ska hämta steget för er



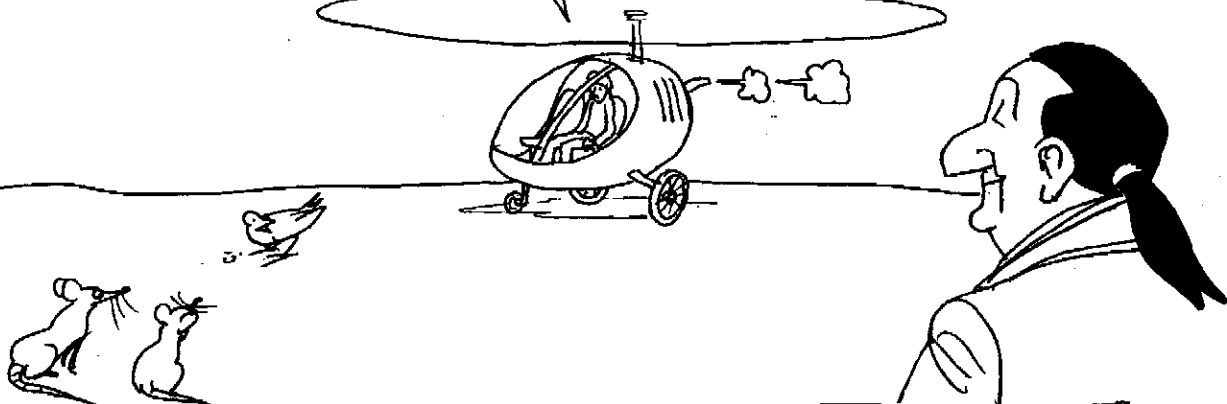
VRIDMOMENT

Jag kan också öka antalet blad (*)



Jag kollade :
med denna motorstyrka
och den här rotorn kan
maskinen flyga upp

Den här gången ska det gå.



Jag har startat, Pangloss, jag har startat.
Min maskin av roterande bäryta har genast börjat
rotera på sig själv åt motsatt håll av sin rotor



Vilken svår erfarenhet,
min mästare. Jag fick intrycket
att min hjärna roterade inuti mitt
stackars huvud



!?!?

Ojojjoj!

(*) men allt som följer är lika med 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ... blad



Här är en självbärande helikopter, utrustad med två motroterande rotorerna, varav den ene hänger ihop med den roterande flygplanskroppen.



Blad Bristolpapper
Avleder « galen » uppstigning

Kulor
Ringar

Pianotråd, stål 5/10°

Balsapinne
kvadrat 6 x 6

Gummiband

Två balsapinnar i
kvadratsnitt 3 x 3

Borrade
pärlor

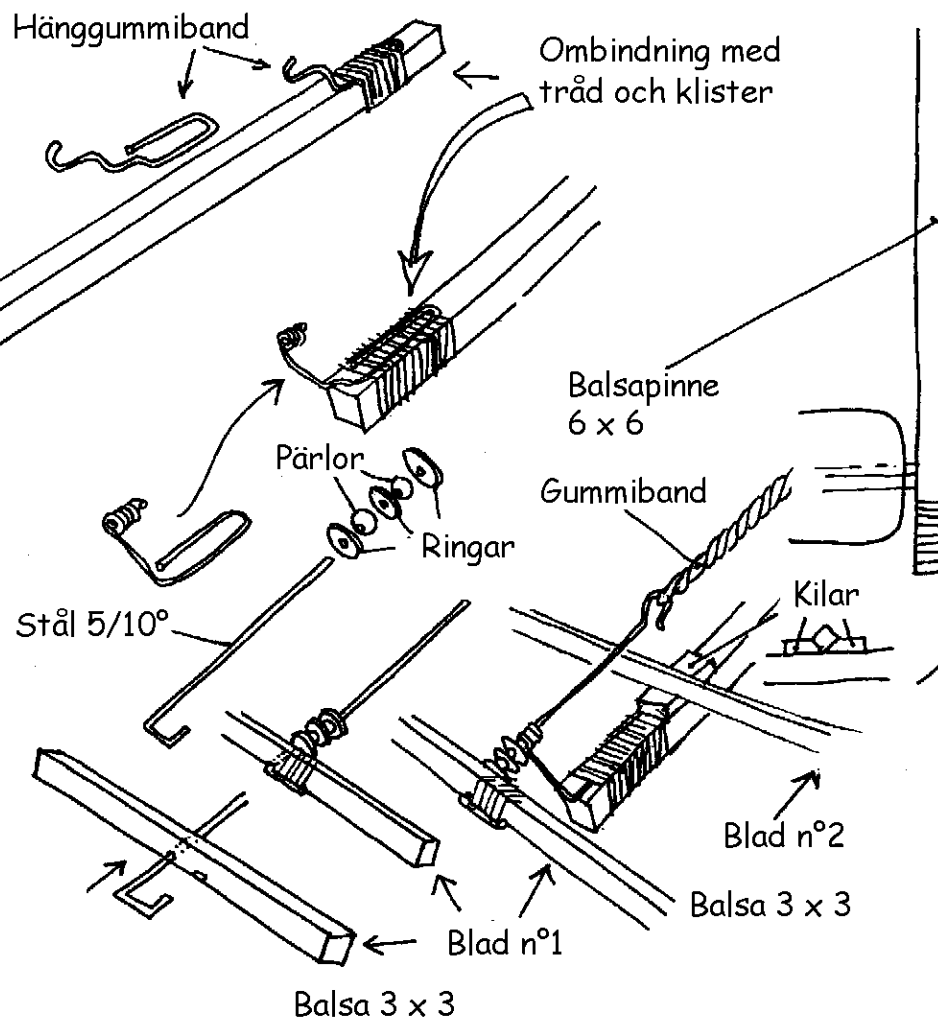
Fyra blad i
bristolpapper

+ Ringar

Tråd

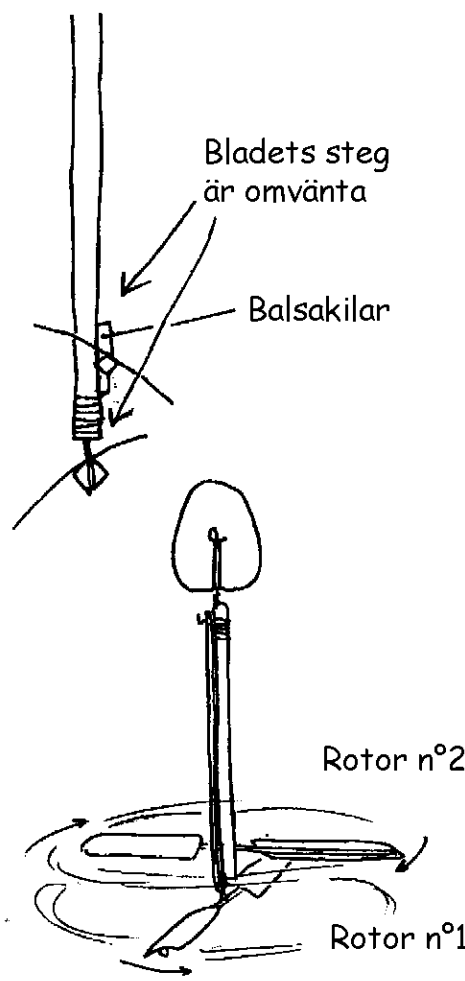
Klister

Den svåra delen är att böja pianotråden med hjälp av två klämmor för att tillverka dessa komponenter



Blad i bristol
klistrat på
balsapinne 3 x 3

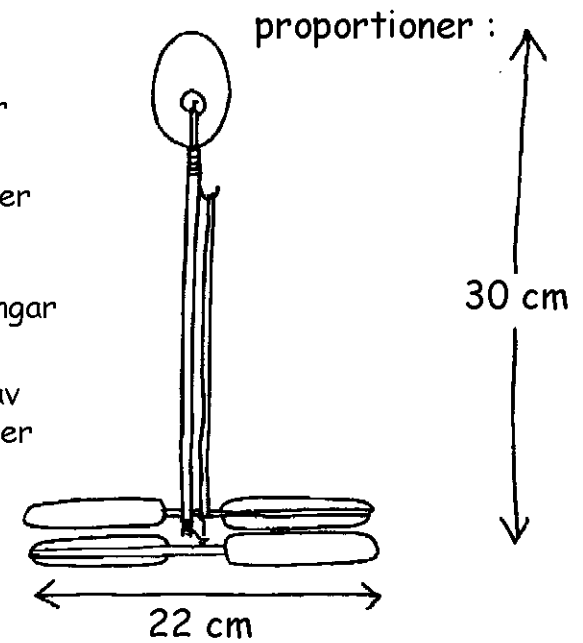
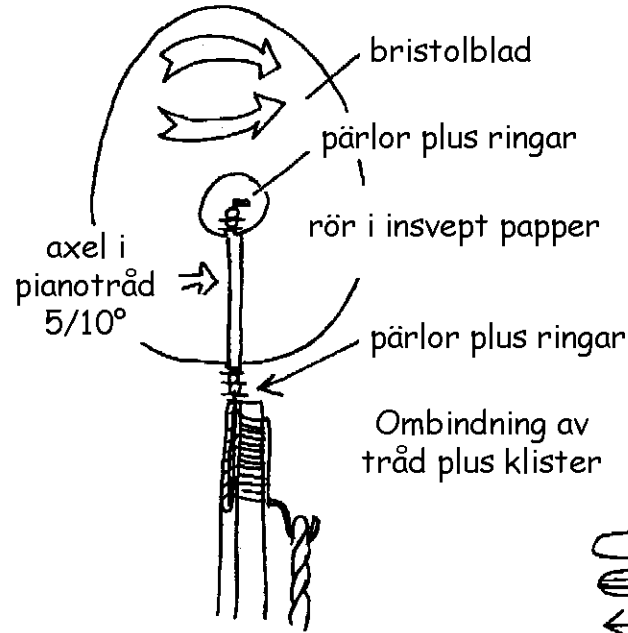
Blad i bristol klistrat
på balsapinne 3 x 3



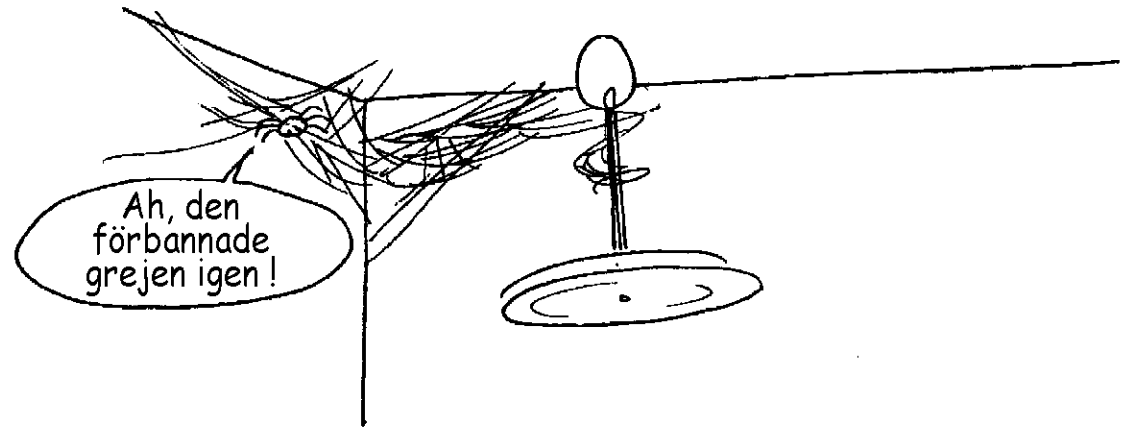
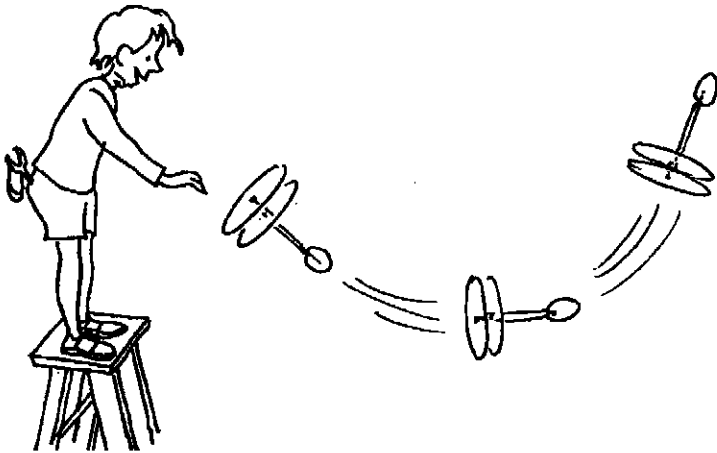
Gummibandet sätter i gång undre rotorn, numret 1. Till följd av vridmoment, börjar rotorn numret 2 som hänger ihop med pinne-flygplanskroppen, rotera i motsatt riktning

Montering av övre bladet
som gör maskinen självbärande

Linda en
pappersremsa på en
stor nål och lägga till
lite klister för att
tillverka ett rör med
liten diameter

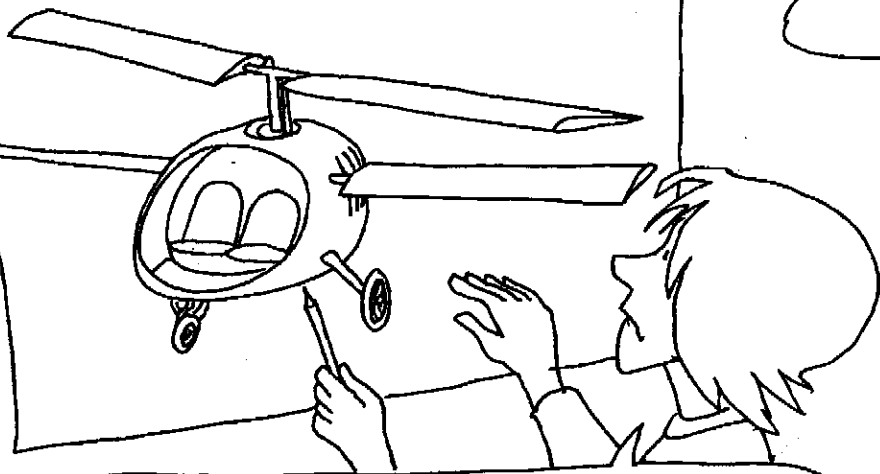


När helikoptern lutar, går den åt sidan
Arbetet på det övre bladet rätar upp
sig genast. Lämnad åt sig själv, stiger
den vaggande (*)

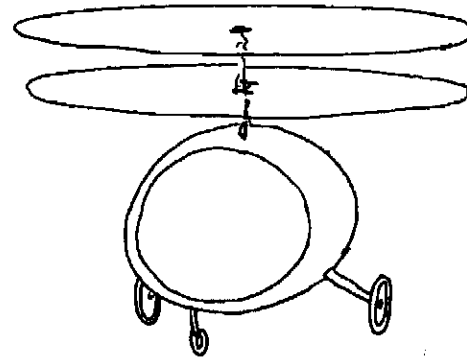


(*) när jag var liten, använde jag den här anordningen för att ta bort spindelnät,
som hängde i taket på Thiorsslottet, i Deux Sevres (Frankrike)

Candide övervägde en annan lösning

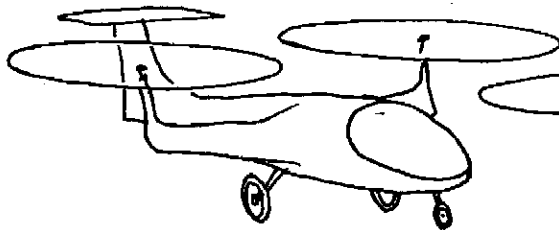


Nej, det är dumt. Man ska inte sätta sig in i en kabin som roterar



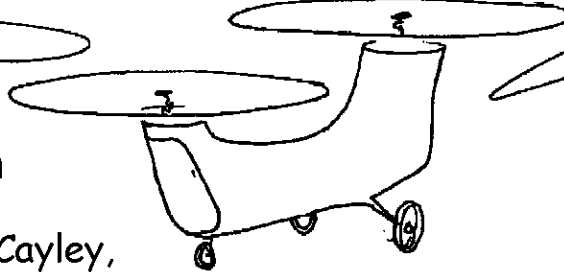
Två motroterande rotorer, uppfunna av fransmannen Launay, och spridda av ryssen Kamov

Sidorotorer



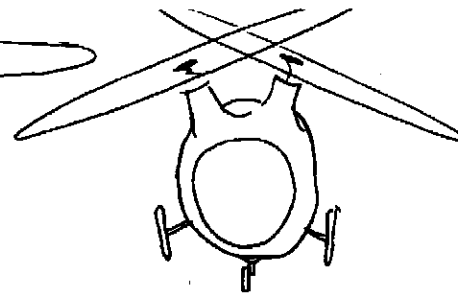
uppfunna av engelsmannen Cayley, återtagna av tysken Focke

Tandemrotorer



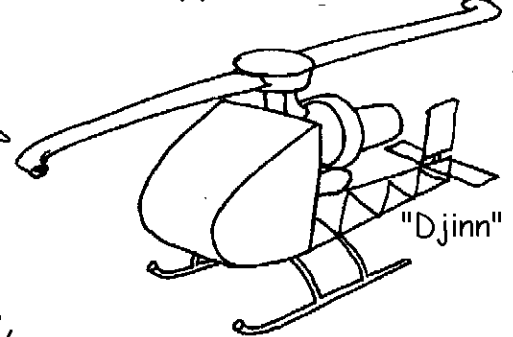
uppfunna av fransmannen Cornu, utvecklade av Piasecki

Rotorer i kuggjul



av tysken Fletner, utvecklade av Kaman

Gasutsläpp i bladens ända



Fransmannen Morin

Yves le Bec skrev och illustrerade med utmärkta teckningar ett verk med titeln "Den verkliga historien av helikoptern, från 1486 till 2005", publicerat i förlag Jean Ducret S.A. CH-1022 Chavannes-pres-Renens. ISBN 2-8399-0100-5. Ni hittar där alla helikoptermodeller som var uppfunna av människorna.

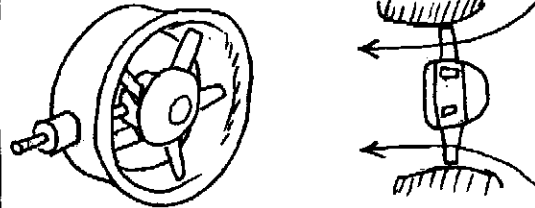
Jag ska sätta en stjärtrotor på ändan av V-stjart. Om man kopplar den mekaniskt till huvudrotorn, borde det fungera. När jag ökar motorns varvtal, kommer stjärtrotorn att följa och kompensationen av vridmoment ges automatiskt.



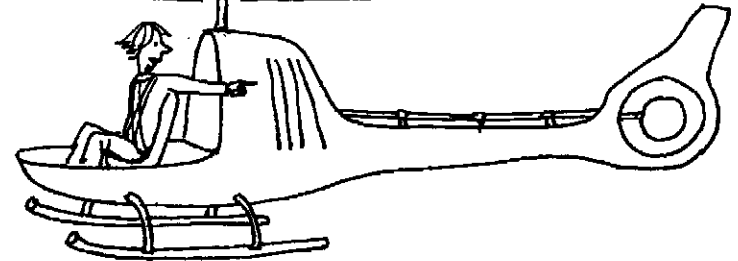
Kom genast tillbaka, annars sugas du in och blir till korvskivor

Pangloss, det gick, jag lyckades

"Fenestron" (*)



Om man har en flerbladpropeller i propellerspinner, ökar man prestanda och minskar buller.



Stjärtrotor har varit uppfunnit av ryssen Yuriev och utvecklats av Igor Sikorsky

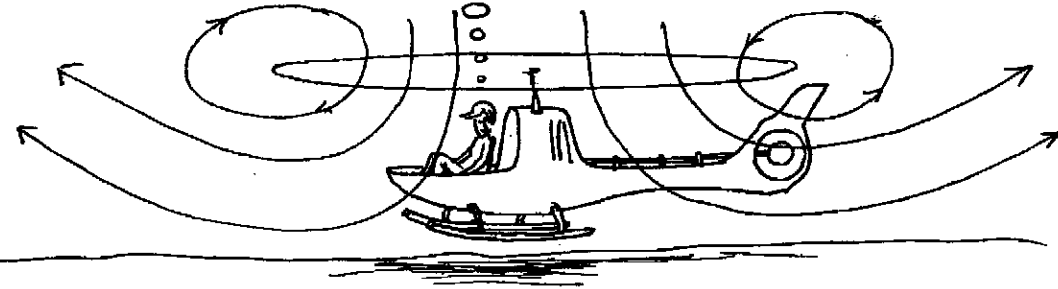
(*) Fenestron har varit lanserat av fransmannen Mouille



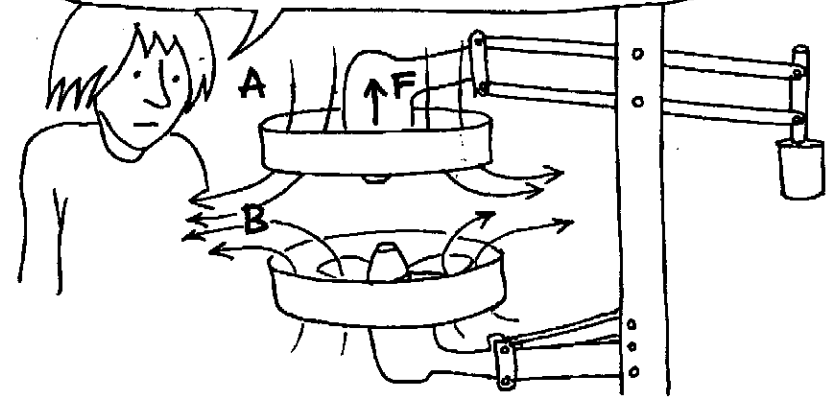
Det visar att allting går för det bästa aerodynamiska möjliga

MARKEFFEKTEN

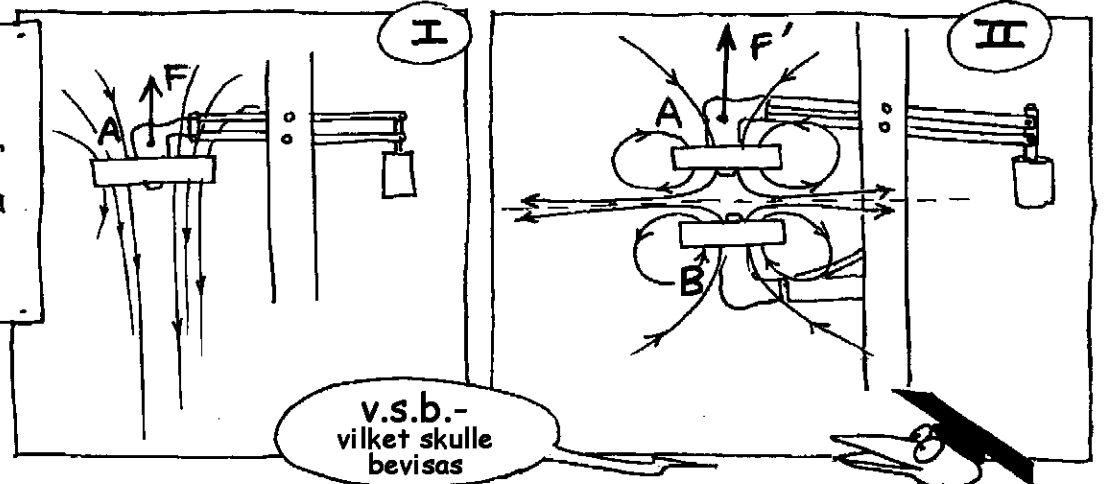
Det är intressant. Nära marken lyckas jag att hålla mig med en betydligt mindre kraft (*)



Den här maskinen är inget annat än en stor fläkt. Jag ska få de två att fungera genom att placera dem mitt emot varandra



Med jämnt varvtal är den stigande kraften som utövas på fläkten A större när denne går mitt emot fläkten B, som driver luften i andra riktningen som om fläkten A är ensam.



Luftströmning II är densamma som om man fick fungera fläkten A vänd mot marken.

(*) Markeffekten blir viktig när rotorn är på ett avstånd till marken som är lika eller mindre än hälften av sin diameter.

"TA FART"

Min rotor har ett fast steg. Men vilket värde är att välja? Ju större är steget, ju högre är bladets anfallsvinkel, desto större är luftmotståndet som bromsar bladets rotation.



Om av någon anledning genomgår min motor en kraftförlust, kommer luftmotståndet att bromsa dess rotation (*)
Om hastigheten som motsvarar den upplevda vinden minskar, kommer överstegringen att omfatta hela profilen.
Och om detta händer, hejdå åt det hela!
Det behövs minska steget omedelbart genom gaspådraget för att till varje pris upprätthålla rotorvarvtalet, för att återfå omkrets.



Vad sa han?

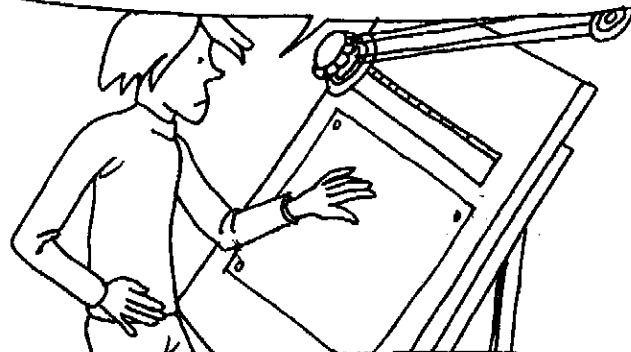


Det angår dig inte. Du har inte roterande vingarm såvitt jag vet

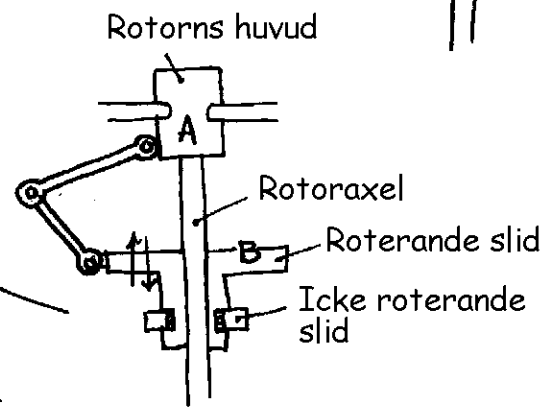
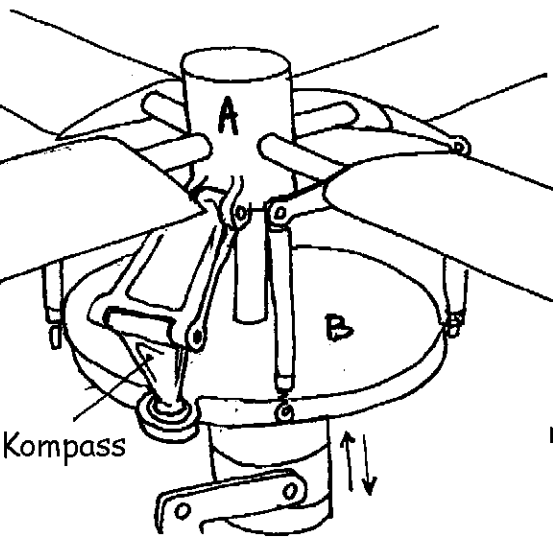
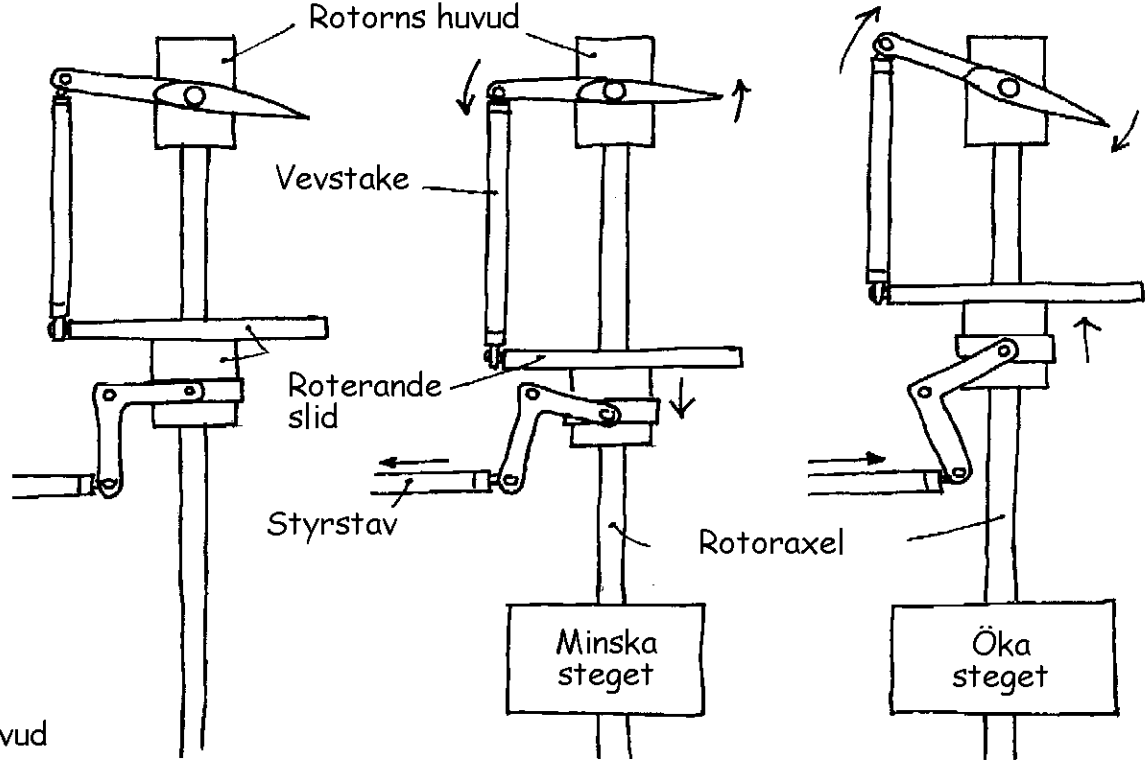
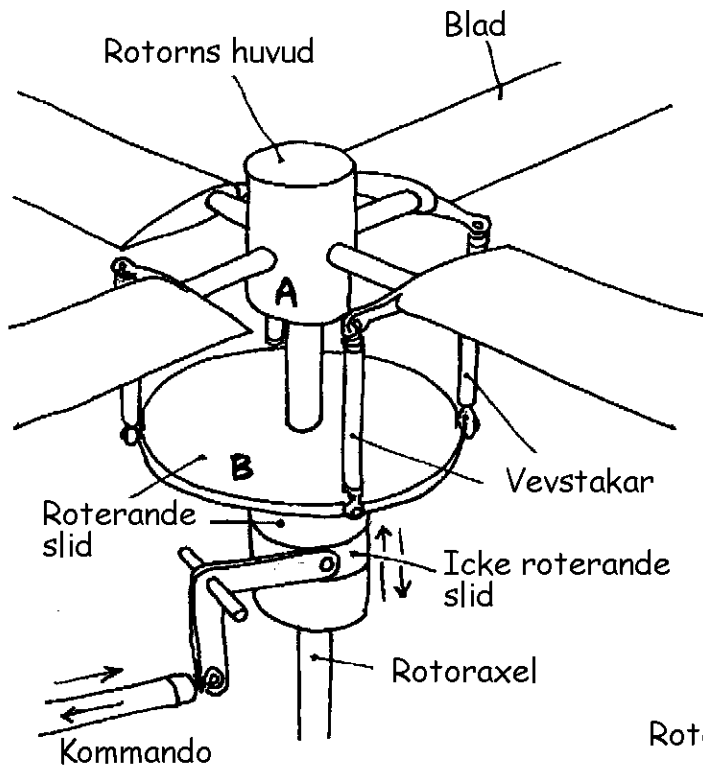
Euh ... det tror jag inte



Jag måste ändra steget, det vill säga, bladens anfallsvinkel, när jag ska flyga



(*) En rotor vars motor hade tvärstannat, skulle bromsa allvarligt på... en sekund.



En ledkompass får huvudet av rotorn A och roterande sliden B att rotera med samma vinkelhastighet

Med ett system som detta kan man variera kollektivt bladens steg på en rotor genom att verka på en icke roterande slid B, kopplad med ett kullager till en roterande slid A, som vidarebefordrar ordern till bladen med hjälp av vevstakar.

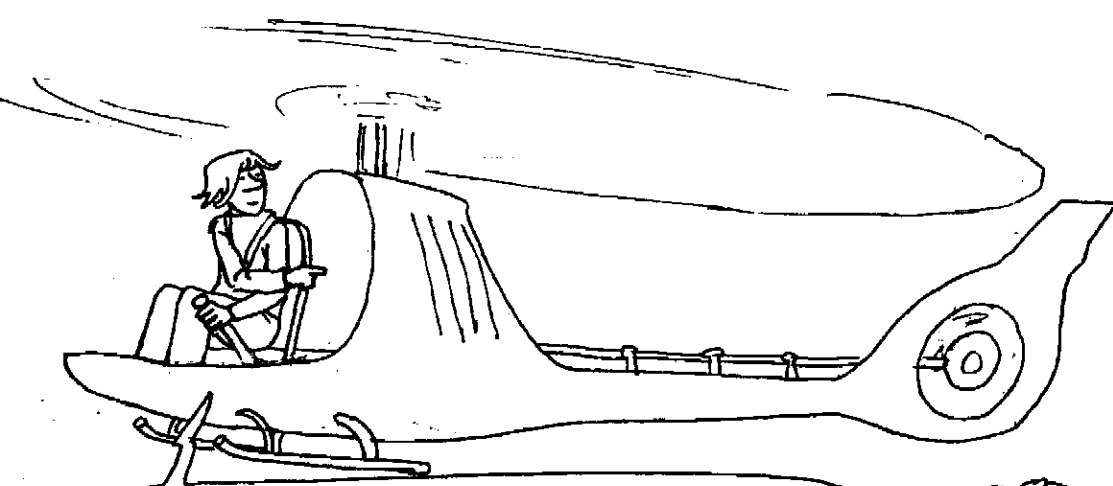
Styrelsen

Jag har anpassat en kopplingsstång som tillåter mig att variera stegspaken som jag vill med hjälp av en stång, från min förarkabin

Jag fixade till och med gasen ovanpå den.

Roterande handtag :
gasreglage

Upp med stången: öka steg
Ned med stången : minska steg



Bra, jag har anpassat samma system på stjärtrotorn för att undvika att krocka när jag ändrar stigspaken. Och jag har lagt till en fotspake, med en siderorspedal, med lyftbom, som tillåter mig att vända på plats.



Vad...
Jag hör ingenting...

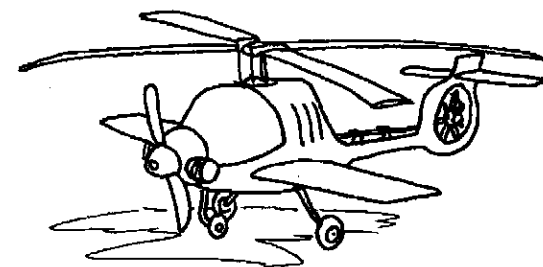


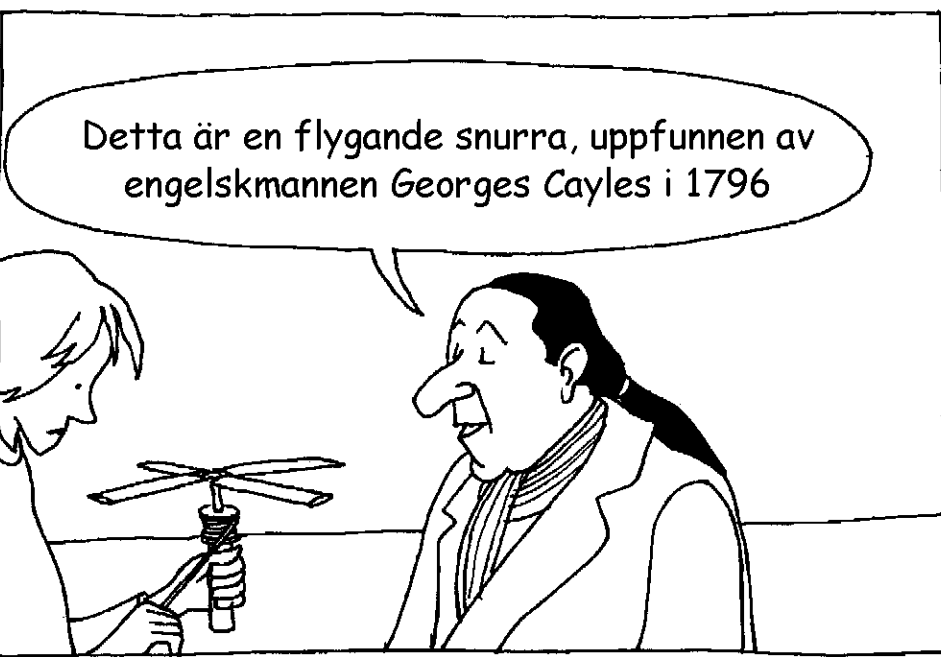
Bra. Jag har tänkt ut denna flygmaskin, som kan föra oss, Cunegonde och mig. Jag kan stiga, gå ner, vända omkring mig, hur jag vill. En fråga kvarstår : hur köra fram ?




Varför inte lägga till en propeller, roder ?

Allt detta verkar vara rätt så krångligt






Detta är en flygande snurra, uppfunnen av engelskmannen Georges Cayles i 1796



Oh, titta

Om jag kunde luta rotorn, skulle maskinen förflytta sig själv, horisontellt



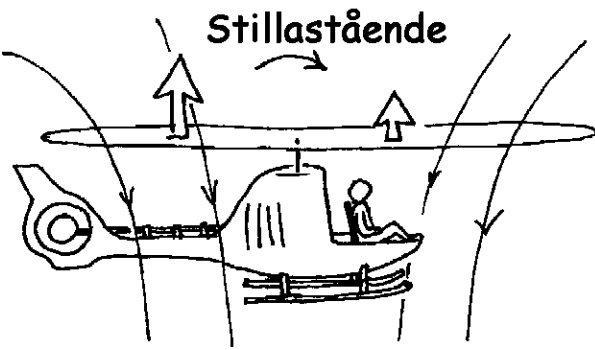
Du kunde kanske förflytta dig i förarkabinen. Detta skulle ändra placeringen av tyngdpunkten.

Och när Cunegonde har stigit ombord, hur ska man balansera detta?

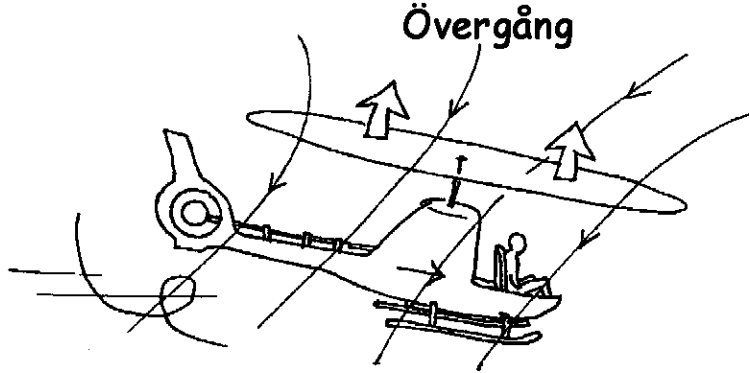


Jag funderar på en lösning

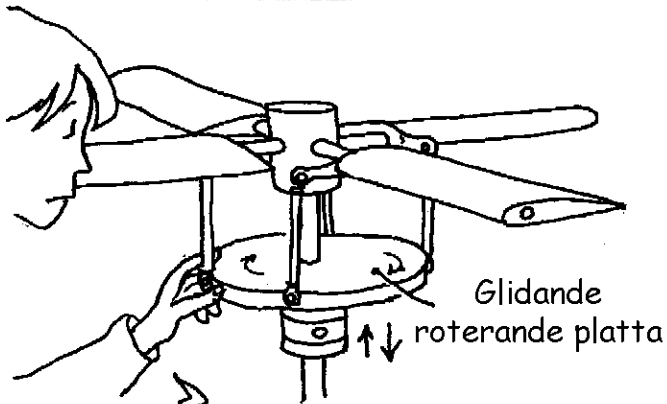
Stillastående



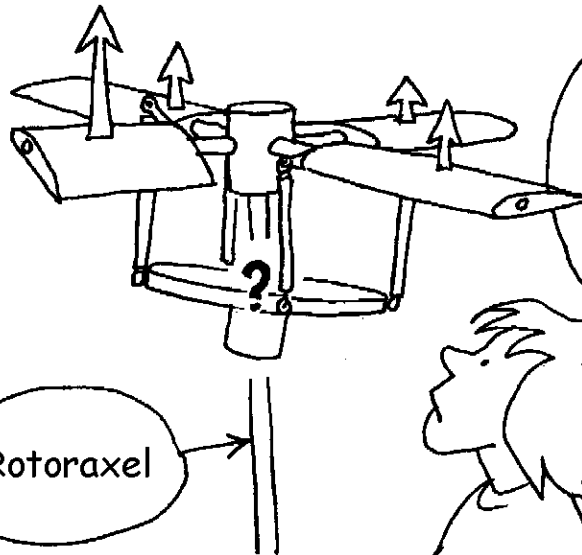
Övergång



Om jag kunde öka lyftkraft av bladen på min motor, när de ligger bakåt, och minska när de ligger framåt, med hjälp av **cyklisk bladomställning**. Je pourrais provoquer le basculement de ma machine et l'engager dans un mouvement de translation. Jag kunde provocera lutningen av min maskin och få den in i **övergångsrörelse**

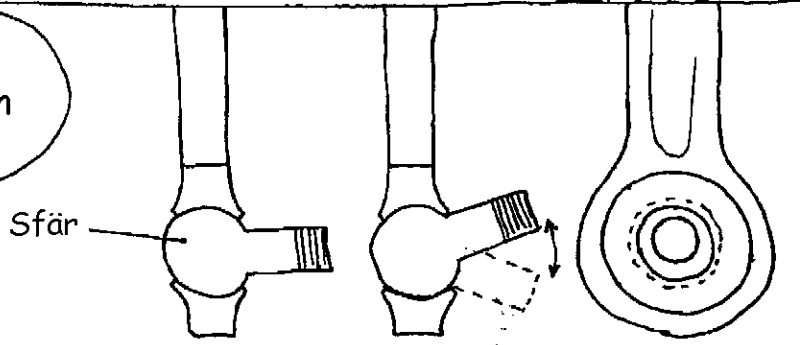


Steg på mina blad ges av positionen av roterande plattan, som glider på rotoraxel



Om jag kunde öka lyftkraft av bladen på min motor, när de ligger bakåt, och minska när de ligger framåt, med hjälp av **cyklisk bladomställning (*)**. Men hur ska man få ordning på all denna röra ?

(*) upfunnet av spansken Pescara, som introducerade begreppet **självrotation**

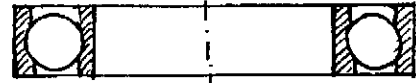


Den ene av dessa element slutar på en sfärisk kulled som hålls i en jack med infattning, det som tillåter en viss frigång, rörelsevolym

Livet av en helikopterpilot hänger upp på en komplicerad mekanism, som innefattar vevstakar av det här slaget, kuggjul, lager, alla dessa element som måste tillverkas med en mycket stor noggrannhet, sedan kontrolleras och bytas regelbundet. Tillverkningskostnader och underhåll är mycket större än för ett flyg. Sedan sjuttitalet används nya material: kompositer, elastomer; självsmörjande komponenter har möjliggjort att minska komplexitet, vikten, tillverkningskostnaderna, underhållstakten och vinna på driftsäkerhet, men detta hör inte hemma i denna bok



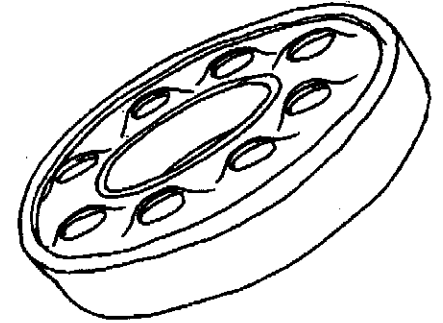
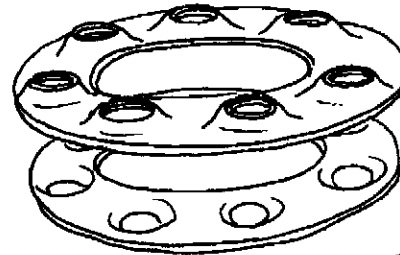
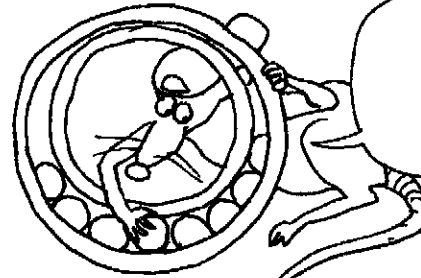
En viktig element är kullagret



Men hur gör man för att få in dessa förbaskade kulor



När man ändrar centrum för ringarna, kan man föra in ett visst antal kulor



Dessa får hållas senare på plats med en korg, som består av två element som är svetsade, pressförbundna eller klistrade.

Gängning

Urtag för skiftnyckel

Kullager

R

P

B



Gängning

P

B

P

B

Detta lager tillåter två plattor, den ena P  roterande, en annan B  icke-roterande, röra sig den ena i förhållande till de andre medan de förblir koaxial

Jag vill inte såra dig, min gamle,
men ert flyg, på den mekaniska planen,
det är bara trams

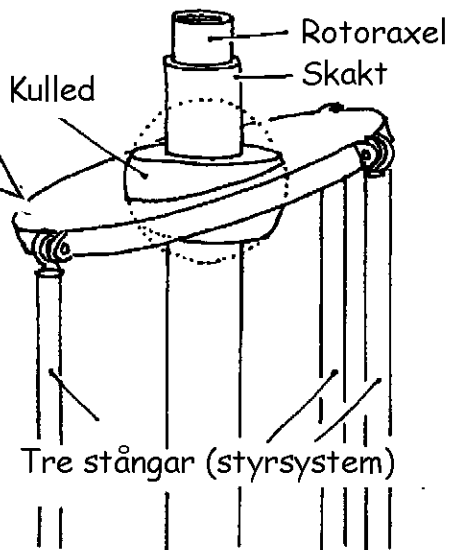


För att få rotera rakt någonting som ligger snett,
en lösning på det här är ett kullled

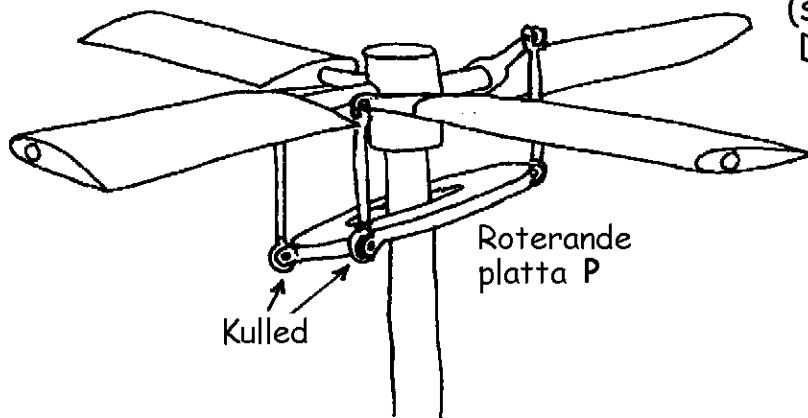


Ett kullled som ska
glida på en skackt
inne i vilken roterar
rotoraxeln.

På detta kullled kommer en B-platta vrider
sig, icke-roterande, vars inriktning kommer
att bestämmas av kopplingstången.



Den icke-roterande plattan-B ska hänga på en
roterande platta-P med hjälp av en kullled
(se den föregående sidan).
Denna roterande platta
kommer inte att bestämma
lutningen av sidorna med
hjälp av stegvevstakar



Innan jag avslutar denna studie om den cykliska plattan, några problem kvarstår. För det första, hur ska man koppla ihop den roterande plattan-P med rotorns huvud. Ska vi inte anförtro uppgiften åt de ömtåliga vevstakarna ?

Andra förslag :
Hur ska man sätta kullleden i sitt jack som ligger på plattan B ?

Nej, saxen tar hand om det. Och vi sätter samma anordning mellan den roterande platta B och helikopterns struktur.

Kulleden är en kluven teflonring; den inre spännvidden av denne är cylindrisk och den yttre spännvidden är sfärisk. Genom att deformera den som det visas, kan man lätt skjuta in den i sin jack. Sedan kan man skjuta in allting i schakten, inne i vilken roterar rotoraxeln.

Icke-roterande platta B

Rotorhuvud

Kompass

Stegvevstakar

Roterande platta P

Koppling med kullad

Sammanfattning av nästa sida →

CYCLISK PLATTA

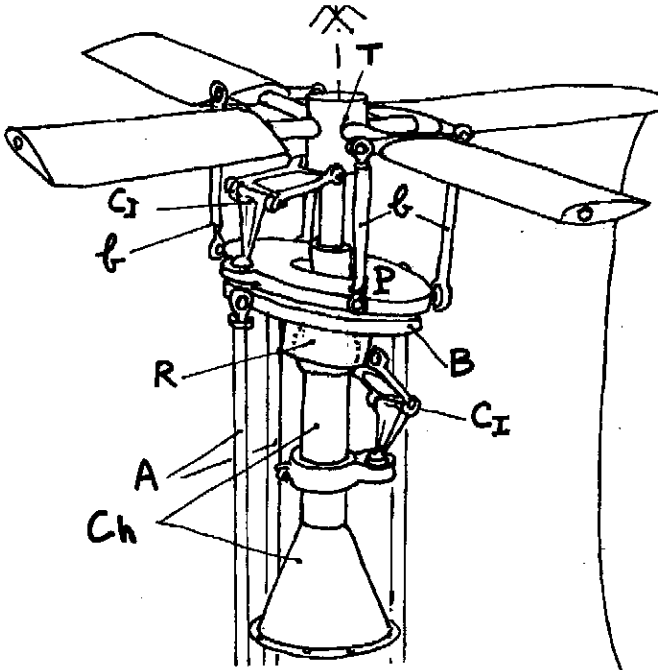
Dragstång
Fläns
Kopplingsband
Schakt
Rotoraxel

Rotoraxel
Rörklämma för
kompass II
Gängning
Kompass II
Klämring
Bultad fläns
Roterande
platta
Icke-
roterande
platta
Kompass I

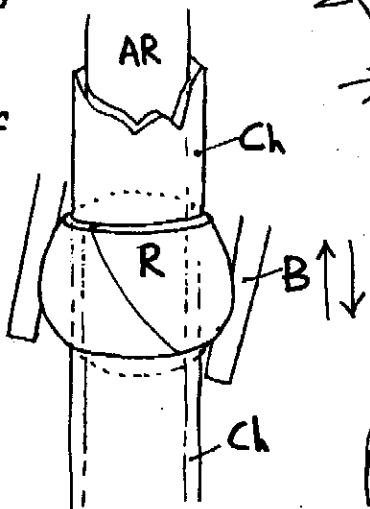
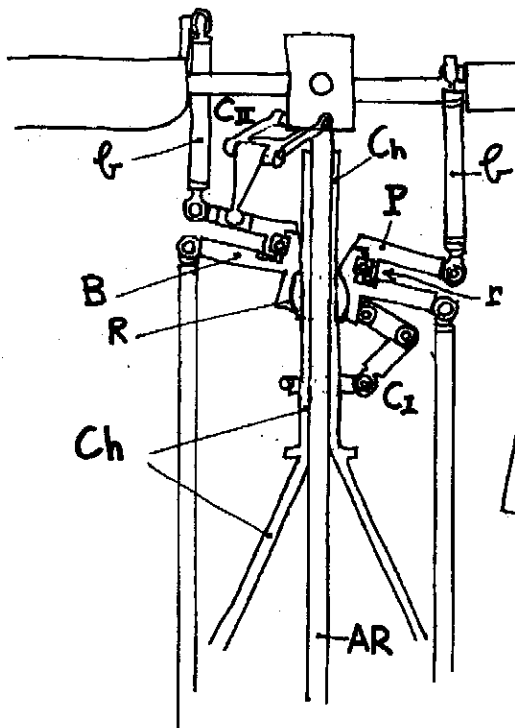
Kompassband II
Teflonring kluven
för montering
Med sfärisk spännvidd
(kulle)
Skårer för anpassningen
av åtdragningsverktyg
Sfärisk
stödjeyta
Gängning
som klämringen
lägger
sig på
Fastsättning
av stegvevstakar
Infästning av
kopplingsband
Fastsättning
av kompassen I
Schakt

Helikoptersmekaniken kräver
uppfinningsrikedom för att leda
fram till enkla, gedigna monteringar;
lätta, hållbara, som består
av minimal antal delar.





Nu ska vi återta en schematisk beskrivning som är mer läslig. Ett kopplingsstång A, som består av tre stångar, får gå upp, gå ner en icke-roterande platta B ledd av kulle R och slå över den i alla riktningar. Kulle R glider fritt i schakten Ch, som hänger ihop med helikoptern. En första kompass C_I , monterad på schakten Ch, motsätter sig varje rotation av plattan B i förhållande till strukturen av helikoptern (schakten Ch). Den cykliska roterande plattan P är bunden med ett kullager på den icke-roterande plattan B. Ställningen av plattan B fixeras av piloten med hjälp av kopplingsstången A. Plattan P återkastar ordningen på bladen med hjälp av vevstakar b. Den andre kompassen C_{II} får rotorns huvud T och den cykliska roterande plattan P att hänga samman, annars skulle stegvevstakarna b, om de är tvungna att göra detta, omedelbart gå sönder.

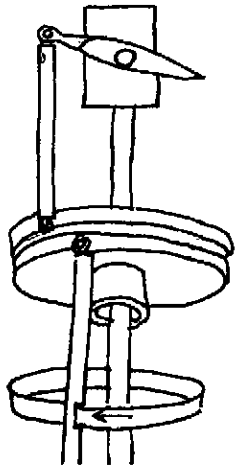
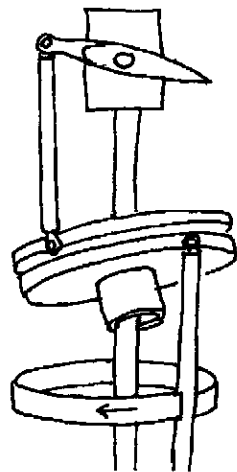
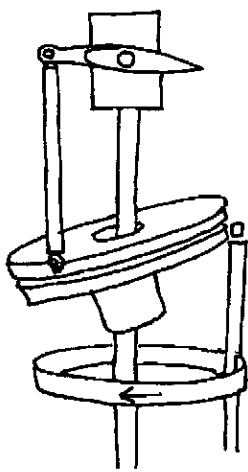
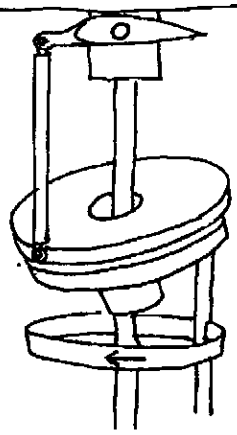


Nu gäller det att hitta på ett styrsystem, som skulle tillåta mig att sätta i gång mina tre vertikala ribbor.

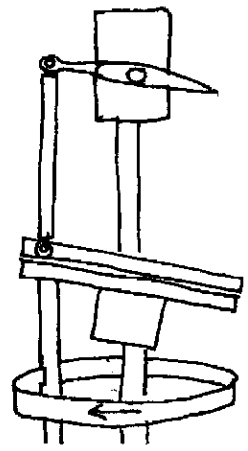
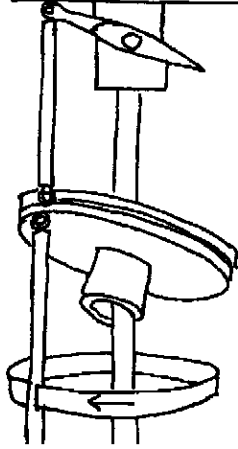


Och saken blir avklarad

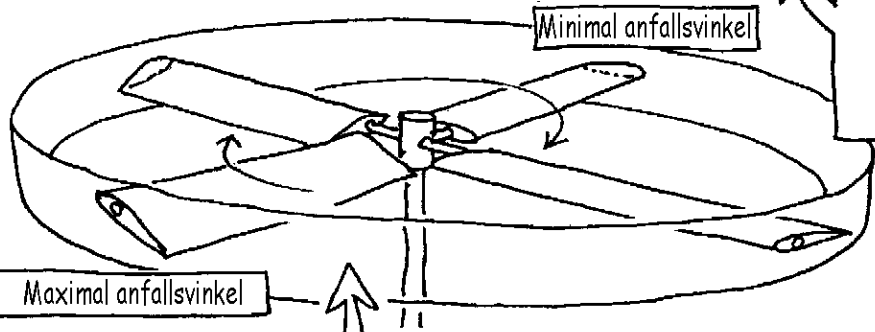
Minimal anfallsvinkel



Maximal anfallsvinkel

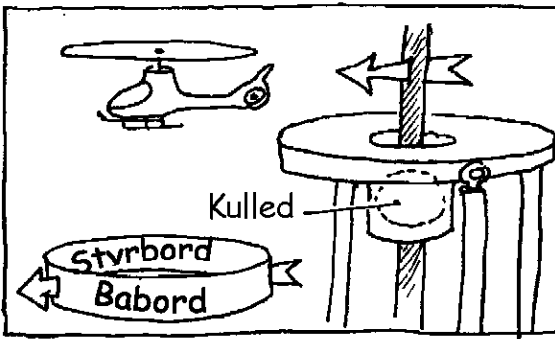


Osv...
Nere ser man rörelsen av den ene av kopplingsstångar



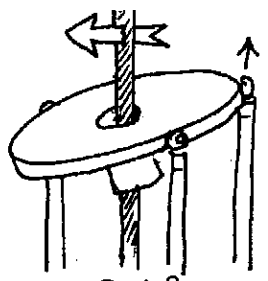
Uppe följer man ett blad i dess rörelse. Dess anfallsvinkel varierar periodiskt mellan ett minivärde och ett maxivärde

Här tar bladen fyra olika ställningar på rotationsplanen

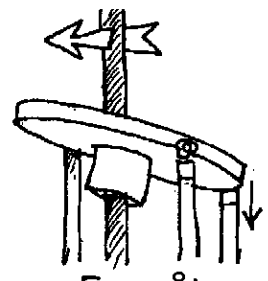


Pilen pekar apparatens framsida
Tre stavar är tillräckliga för att kontrollera ställningen av den icke-roterande plattan

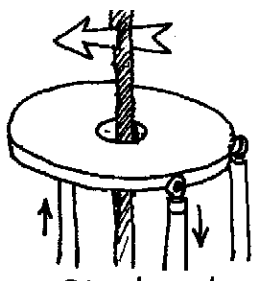
Att flyta helikopter genom att öka bladets infallsvinkel:



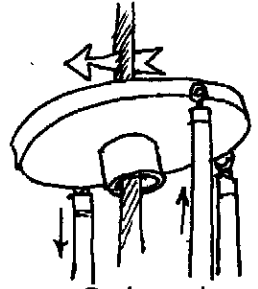
Bakåt



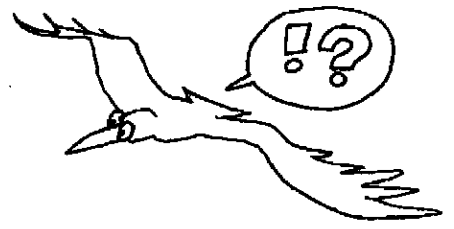
Framåt

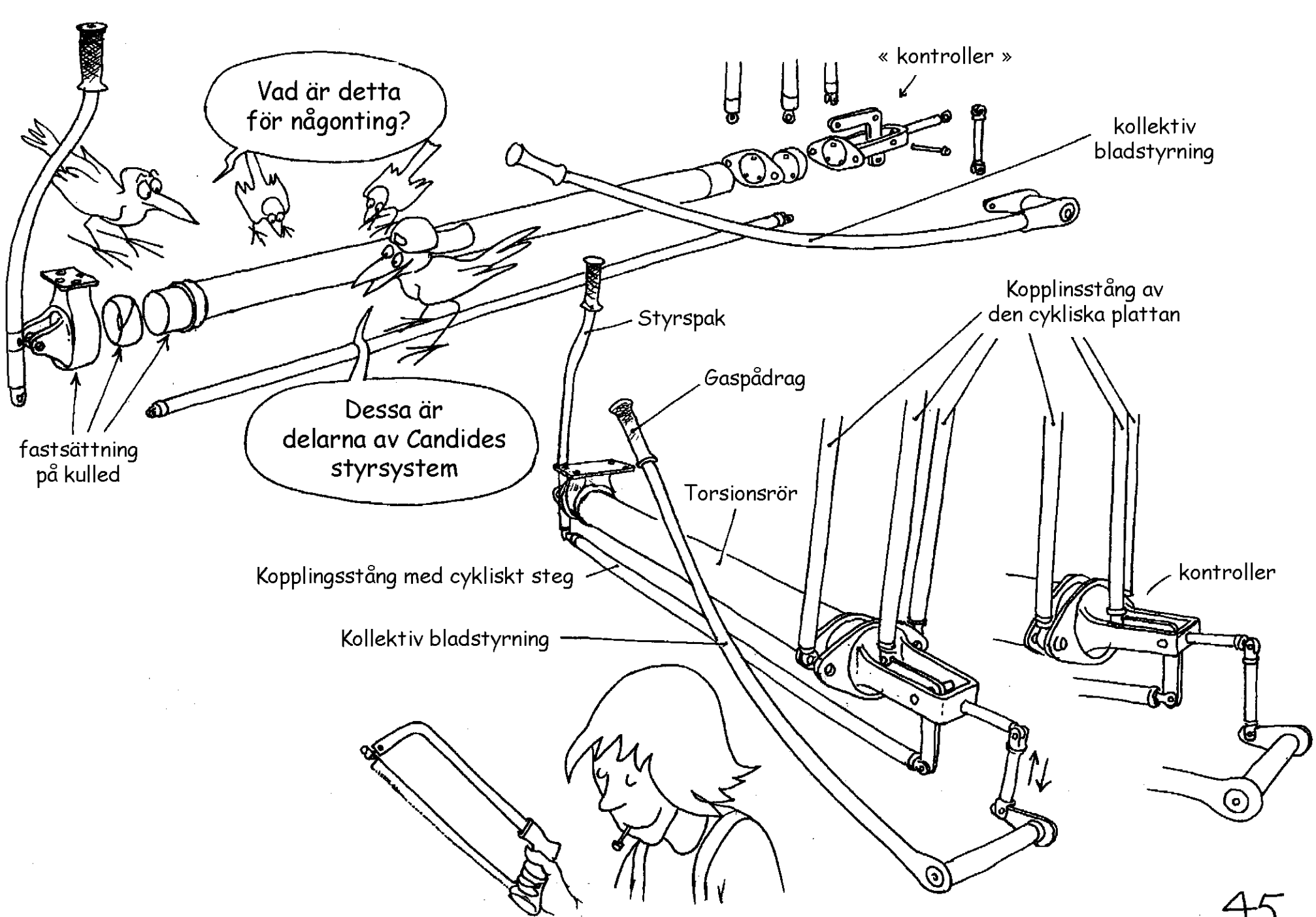


Styrbord



Babord





Vad är detta för någonting?

Dessa är delarna av Candides styrsystem

« kontroller »

kollektiv bladstyrning

fastsättning på kuller

Kopplingsstång av den cykliska plattan

Styrspak

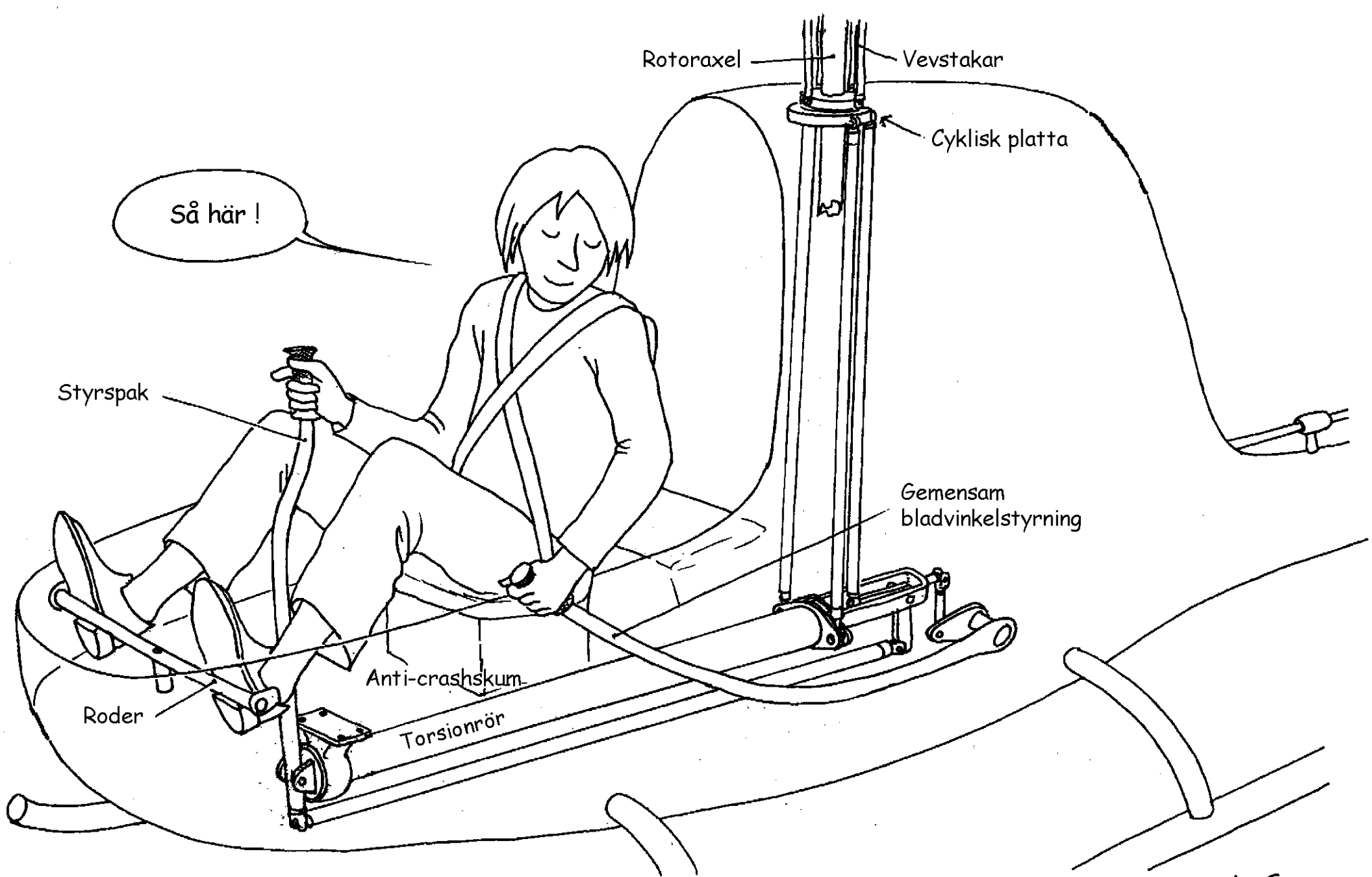
Gaspådrag

Torsionsrör

Kopplingsstång med cyklistiskt steg

kontroller

Kollektiv bladstyrning

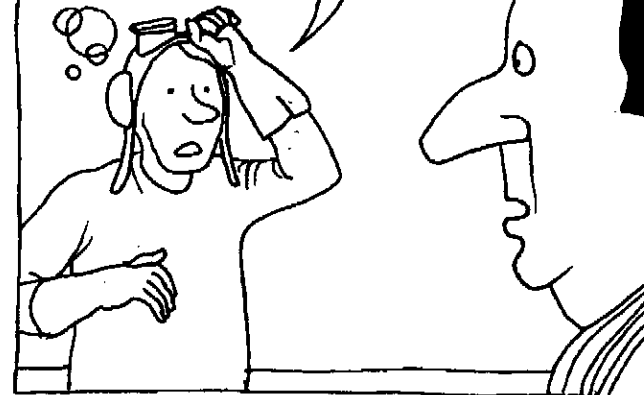


Den här gången, Pangloss,
är allting färdigt. Jag ger mig
genast i väg för att befria
fröken Cunegonde

Framåt!

**PATAKLONK
PATAKLONK
PATAKLONK**

Mästare, det är förfärligt.
Det vibrerade så fruktansvärt
att jag blev rädd att min maskin
skulle gå i tusen bitar



Men det är
inte det värsta...

Jag trodde ha genomfört den bästa
av den möjliga i strömningsmekaniken

Vilket då,
min gode
Candide

Tänk dig, min gode mästare, att när jag har lagt spaken framåt...



Maskinen gick i gång sidledes, till höger

Jag har genast lagt spaken till vänster

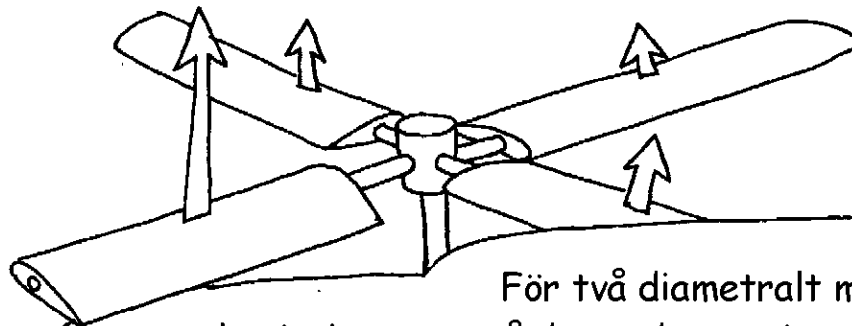
Då reste den sig som en uppskrämd häst

Den gick i gång... bakledes


Förflyttningen ledde till förfärliga vibrationer och jag trodde att rotorn skulle gå sönder och att min sista stund hade kommit

Det är mycket förargligt. Har ni hittills inte hittat några botemedel stämplade med sunt förnuft


Jag kände väl att maskinen skakade så snart jag genomfört den stegvisa cykliska bladomställningen. Som om en osynlig hand hade gripit rotornavet. Men om man tittar närmare, tror jag att jag känner orsaken till företeelsen.




För två diametralt motsatta blad där man ökar steg på det ene och minskar steg på det andre, varierar de aerodynamiska krafterna i styrkan och i riktningen. Det förklarar dessa häftiga vibrationer.



Jag kände väl att om jag envisades, kunde min rotor gå sönder



Dessa blad... varför inte låta dem tumla om efter behag, uppåt, neråt, framifrån bakåt, och låta den centrifugalkraften sköta om att hålla dem stadigt?

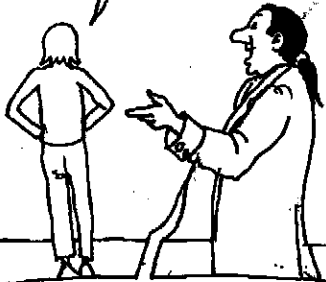


Det funkar, Pangloss, det funkar !
Maskinen skakar fortfarande, men inte outhärdligt. Däremot förblir dess reaktion på spaken obegriplig.
Spaken framåt : den drar in mot höger. Spaken åt höger, stiger den och går baklänges. Spaken åt vänster, sjunker den ner och förflyttar sig framåt. Spaken bakåt, den drar in mot vänster.



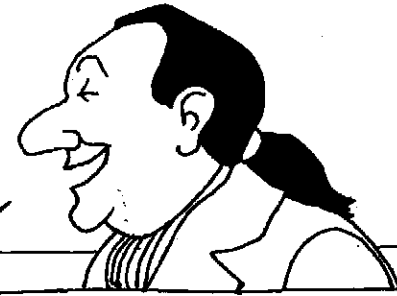
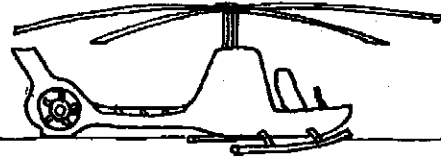
Det betyder att er maskin lyder era order, men genom att verka på... 90°

Det är obegripligt,
men alldeles riktigt

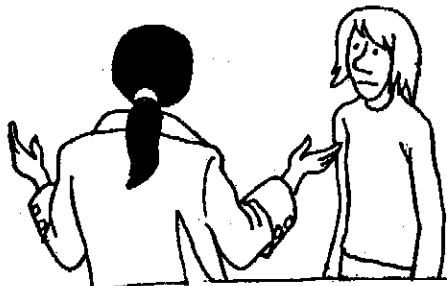


Jo, ni har lösningen.
Ändra era spakar
följdriktigt!

Jag kunde inte sätta mig i en maskin med ett
beteende som övergår mitt förstånd



Candide, Candide... Så många saker som ser bekanta ut,
medan deras natur förblir främmande för oss. Titta här :
Solen kretsar runt Jorden och vi vet inte varför. Vi har inte alls trängt
oss genom naturen av rädslan för tomhet som höjer kvicksilver i barometrar.
Anledningen till denna mörka energi som orsakar en ny hastighetsökning av
vår rymd förblir obekant för oss. Måste vi därför låta bli att observera
och uppskatta alla dessa företeelser som naturen erbjuder oss ?




Och kärleken, Candide, ömsinga känslor
som du hysar för fröken Cunegonde?



Om denna flygmekanik
är den bästa av alla möjliga,
och alla andra då...



CYKLISK ÄNDRING



Här inser ni att
helikoptermekaniken är mycket
mer komplicerad än flygmekaniken.

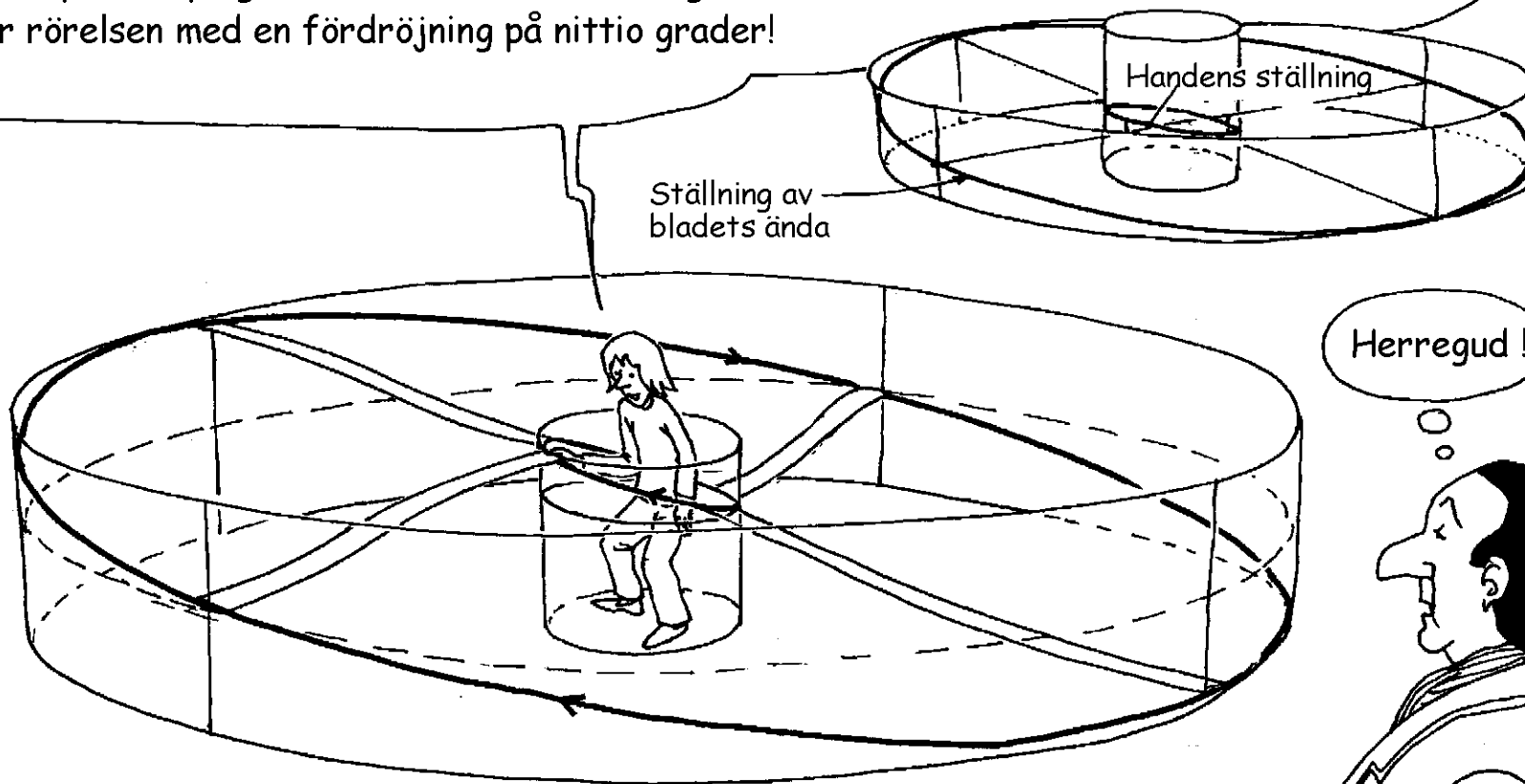
Jag är rastlös, jag är rastlös...

Allt denna vetenskap,
all denna teknik är för att leda
fram till den här idiotiska
företeelsen som jag inte förstår



Det finns inte
effekt utan orsak.
Jag måste upptäcka
anledning till
det här.

Pangloss, jag tror att jag förstod. När jag skakar om detta blad upp och ner samtidigt som jag vänder runt om mig så att svängningsperioden som jag påtvingar är densamma som min rotationsperiod, på grund av kombinationen tröghet-elasticitet, som följer rörelsen med en fördröjning på nittio grader!



Herregud!

I vetenskapliga uttryck förklarar detta beteende av ett andra ordningens system

Jag måste tillstå att denna anledning överstiger min uppfattningsförmåga

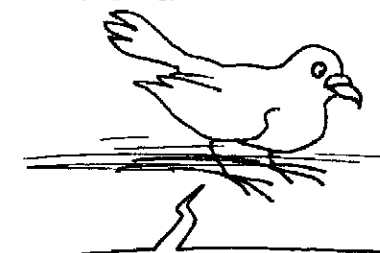
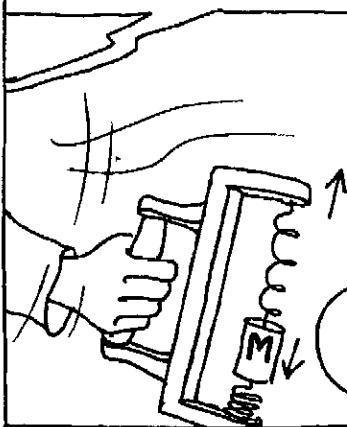
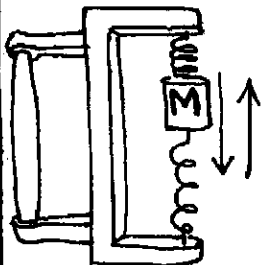
Ni kommer att förstå, min mästare, tack vare den här apparaten som heter en elastotron

Sök inte den praktiska användningen av den här apparaten, vars enda funktion är att förklara det speciella beteendet av helikopterns blad.

Jag trodde att vi pratade strömningsmekaniken

Jag förklarar :
Om jag flyttar bort massan M från sitt jämviktsläge, kommer den att svänga med en viss period som kallas systemets egenperiod.

Om jag påverkar apparaten genom att skaka om den upp och ner med samma period T , kommer balanseringsvikten M att reagera i otakt



Hur berör strömningsmekaniken er ?



Jag är säker på att ni måste simma väldigt dåligt!

Simma?

Låt bli, älskling. Vi ska inte dra på oss konflikter med den här typen. Boken är redan ganska krånglig.

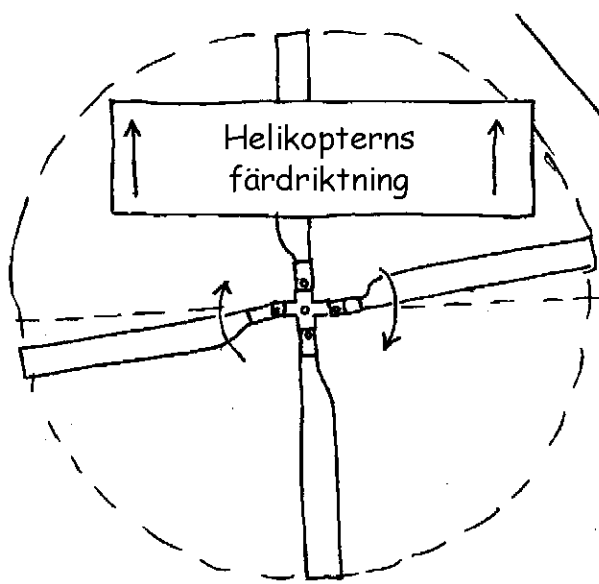
Ramen reagerar också i otakt

Ta elastotronet med sin balanseringsvikt och skaka om det enligt dess egenperiod T

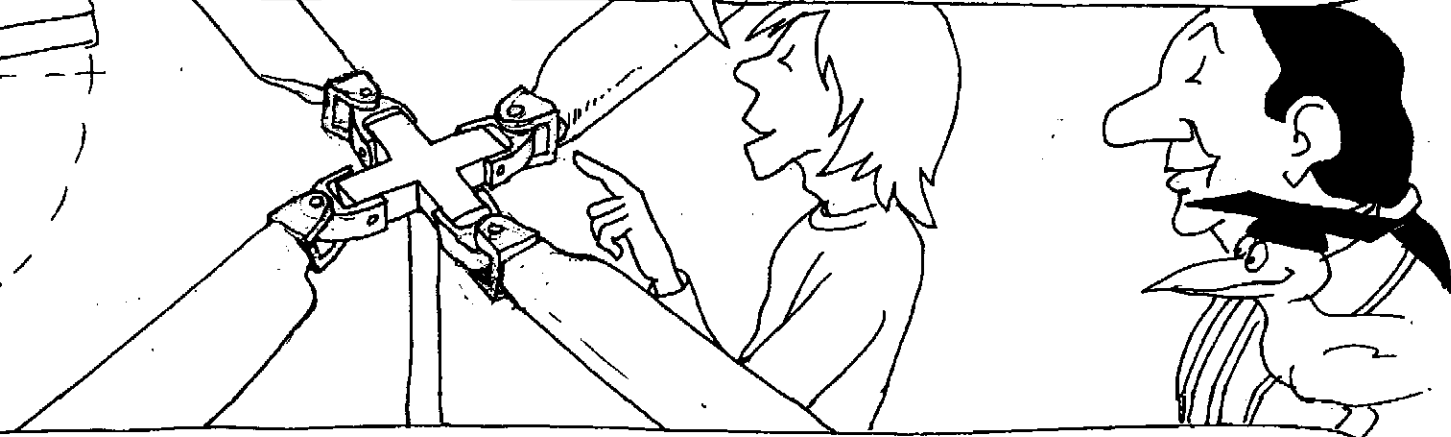
OK, jag griper den så här och skakar om den enligt dess... egenperiod

Flytta över till helikoptern. För en stund sedan skakade jag om bladen i linje med min rotationsrörelse runt om mig själv. Under flygning är det bladen som "skakar om" maskinen. Därav är behovet av att lägga på vartenda blad ett **deltaled**.

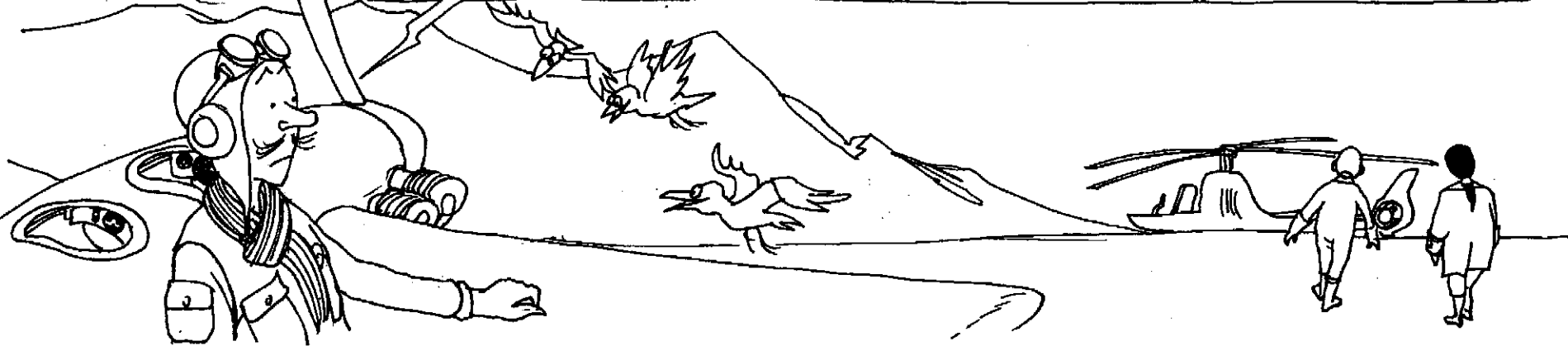
Hmm... jag förstår



Det andra ledet är **omställningslänken**, som tillåter bladen att svänga på det sättet. Om dessa led (eller flexibla fastsättningar) inte fanns, skulle helikoptern vara utsatt för fruktansvärda vibrationer, som kunde föranleda rotorns skada (*)



Har jag problem med reaktion för andra ordningens system?



(*) Redan i första försök av **autogiro**t, fick spanske **de la Cierva** införa så snart som möjligt detta system av "ledade och mer stötdämpande blad", med risken att hans rotor går sönder.

Jag undrar vad som Candide gör. Det är ett tag sedan att han inte hört av sig. Det oroar mig.

Du undrar vad som han ännu kunde hitta på

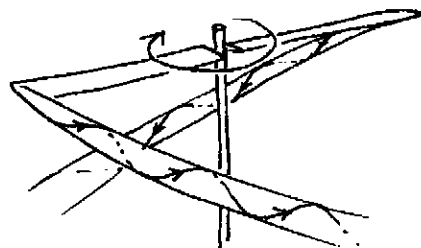
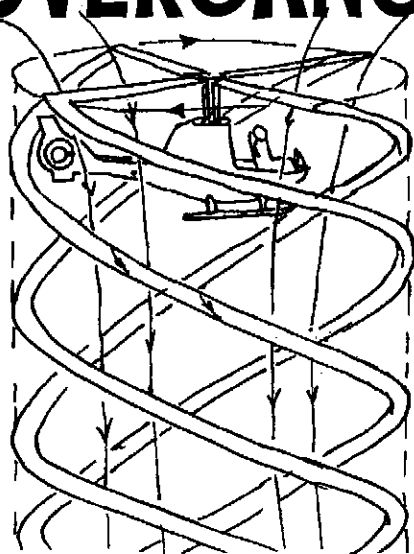
Han har aldrig saknat omstörtande idéer, pojken

Jag håller med, det är en bra ingenjör

Men jag gillar inte alls hans idéer angående dessa... interstellära resor

I alla fall kommer aldrig min dotter att gifta sig med en ofrälse, även om han vore filosofiedoktor.

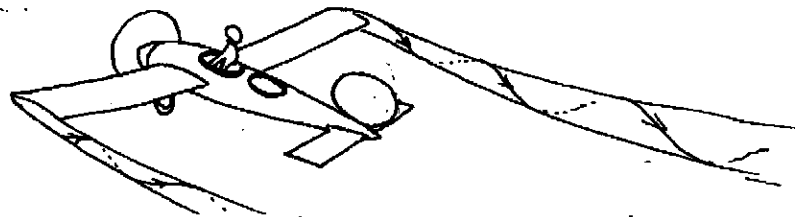
ÖVERGÅNG



Bladen av helikoptern är vingar av en mycket stor utsträckning, som lämnar i deras kölvatten mindre strömvirvlar



Denna onödiga turbulens visar en slöseri med energi



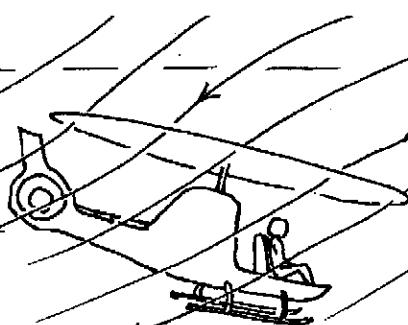
Dessa är strömvirvlar som skapas på vingens ända, som förorsakar på hög höjd kondensation av vattenånga (kondensstrimmor)

När helikoptern kommer i förskjutning, kommer takten i flödet att förändras helt. Virvlarna blir mindre och till följd av detta kan maskinen klara sig på mindre förbrukning av energi.

Styrelsen



Fågel i svävflygning kraftig turbulens



Fågel i förskjutning

Jag tillstår att jag ingenting förstår i denna övergångsrej.

Ändå är det enkelt. Titta hur man startar

För att hålla sig i svävflygning, förbrukar man energi genom att skapa virvlar

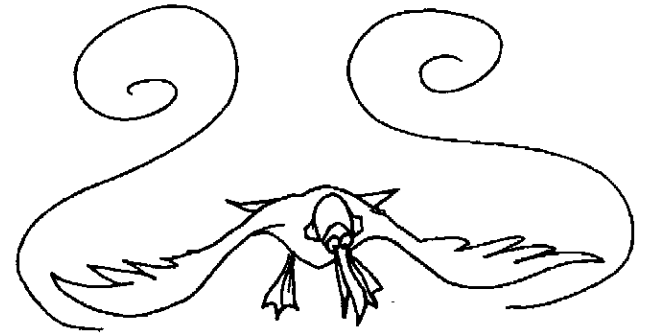
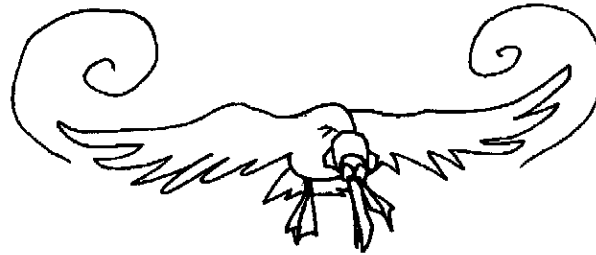
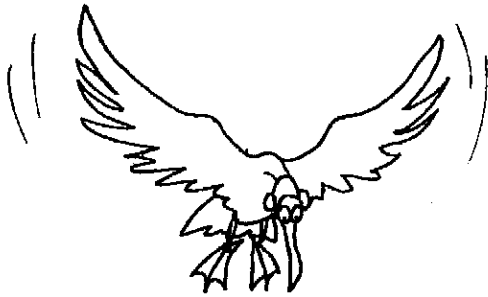
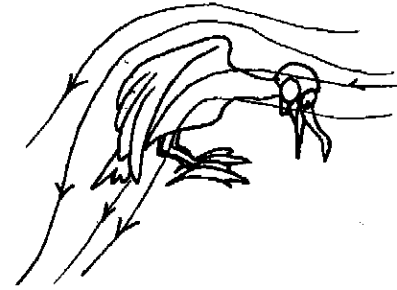
I translation flyter luften med mindre turbulens mellan fjädrarna. I förskjutning flödar luften bakåt, men med mindre energiförbrukning.

Och omvänd förskjutning ?

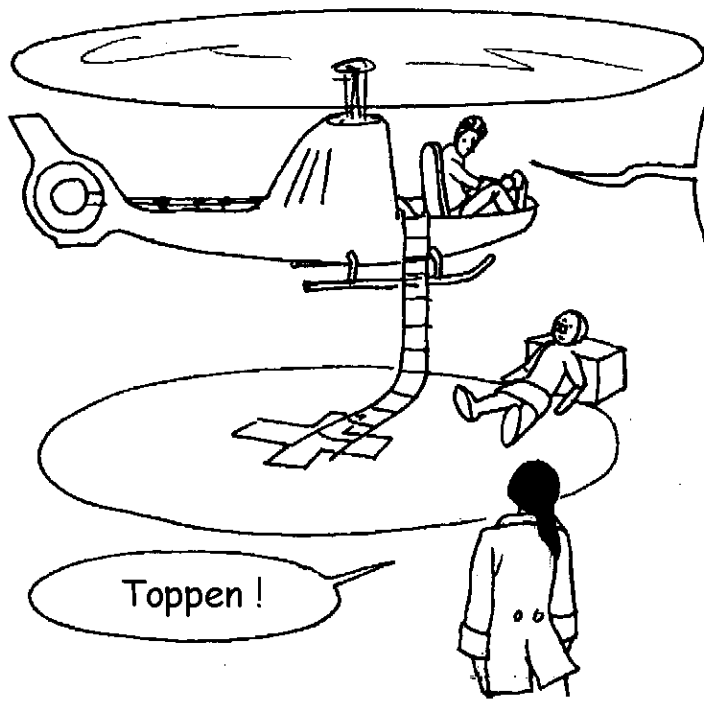
Det är inte svårt.
Du ser en intressant grej
där nere, en fisk



Du stiger brant för att få ner
hastigheten och förbli orörlig i luften



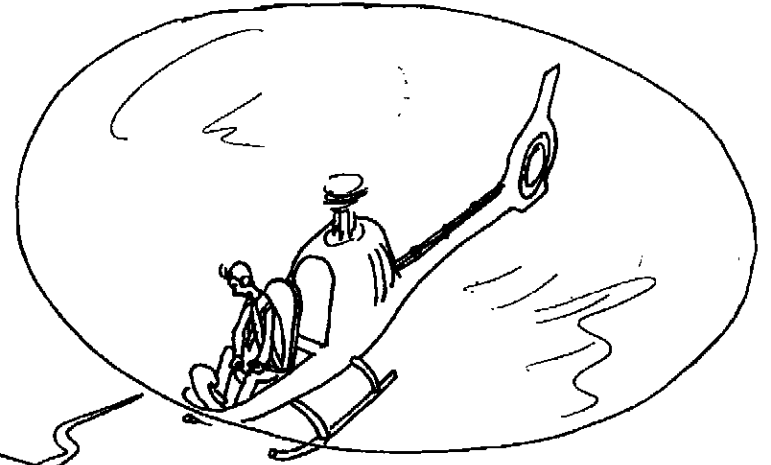
Och här återvänder du i i svävflygning, genom att skapa
en kraftig virvel, med en större energiförbrukning alltså




Pangloss, nu är jag redo. Den här maskinen är utomordentligt stabil och lätthanterlig. Så snart Cunegonde stiger på, ska jag sticka i väg så fort som möjligt för att vara borta utom räckhåll av baronens bågskyttar.

Toppen!

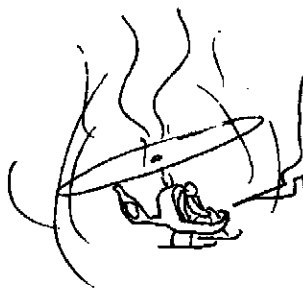
Jag behöver bara närma mig, ganska högt. Folk tittar aldrig upp i himlen. Sedan går jag ner mot terrassen, i hög hastighet.






Ojoj, det är
alldeles ostadigt

Och
förresten
vibrerar det



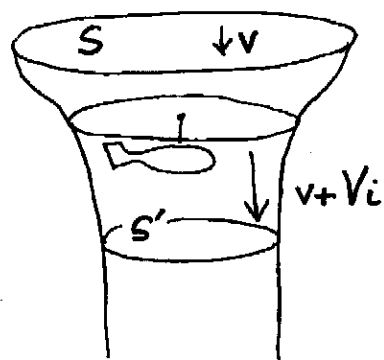
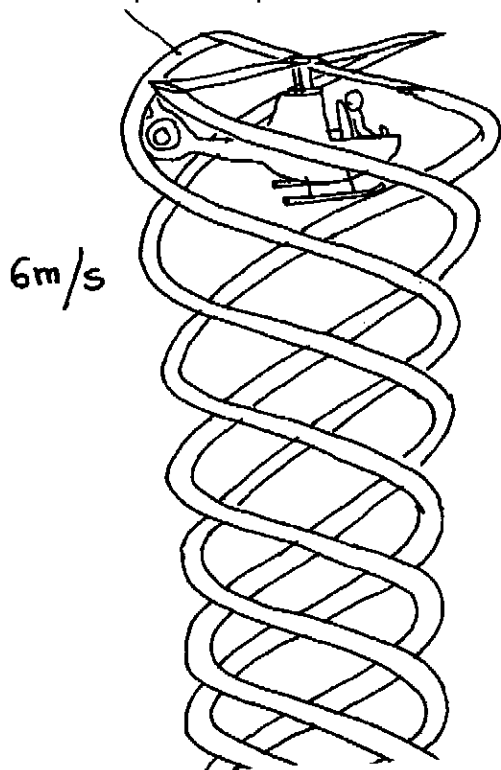
Jag har intrycket att min helikopter
stödjer sig på ett slags oformlig massa,
helt ostadig. Jag måste ta mig ut härifrån
så snabbt som möjligt. Visst är den snabba
vertikala nedstigningen inte alls bra!



Jag miste målet, Pangloss.
Infallsvinkel som är alldeles vertikal,
det går inte.

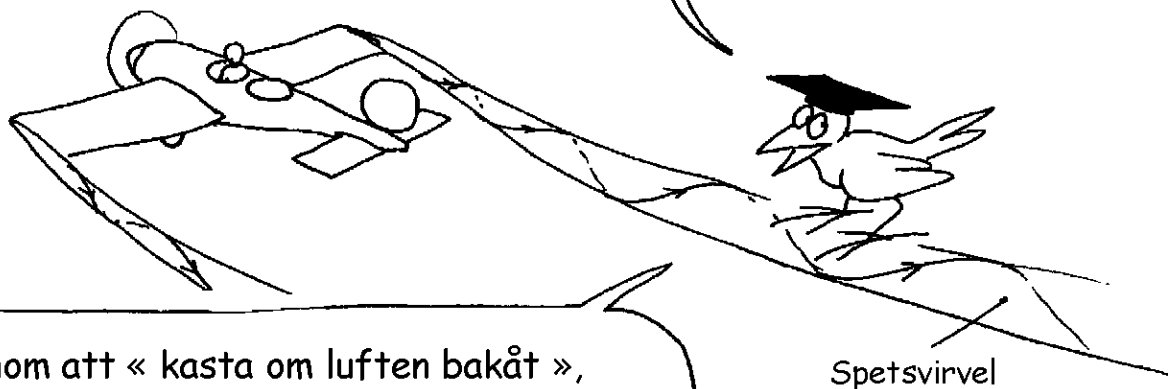
INDUCERAD HASTIGHET

Virvlarna på bladspetsarna



$$\rho v S = \rho (v + V_i) S' \quad (*)$$

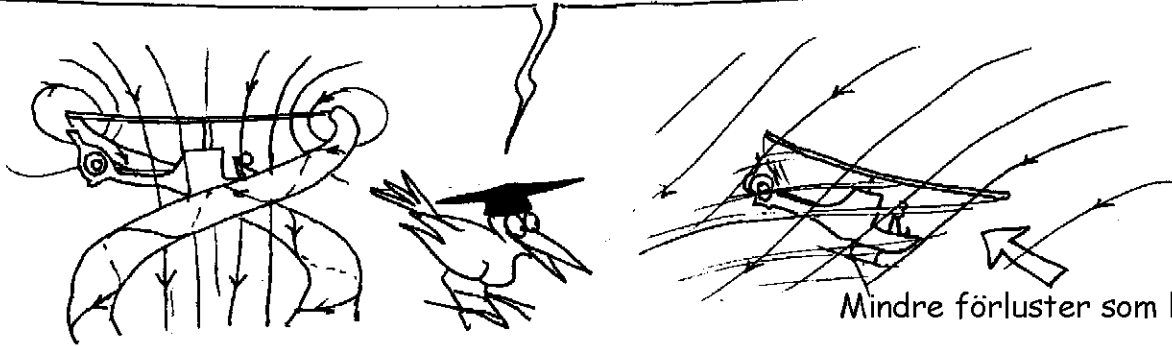
Faktum att helikoptern stannar uppe genom att "kasta om luften bakåt" innebär att förmedla den en inducerad hastighet V_i av storleksordningen på 6 m/s. Om man släpper ut röken på bladspetsarna, ska man se hur denna företeelse förverkligas.



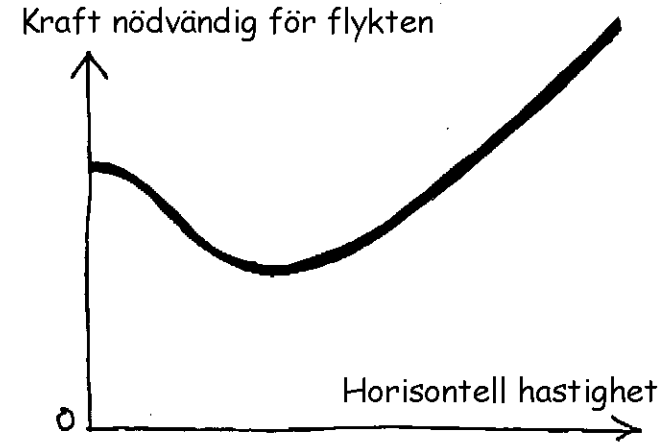
Ett flygplan flyger också genom att « kasta om luften bakåt », fastän den här effekten av inducerad hastighet är mindre tydlig.

(*) Detta förhållande uttrycket bevarandet av luftflödet av konstant densitet. Detta innebär att sektionen S' är mindre än sektionen S

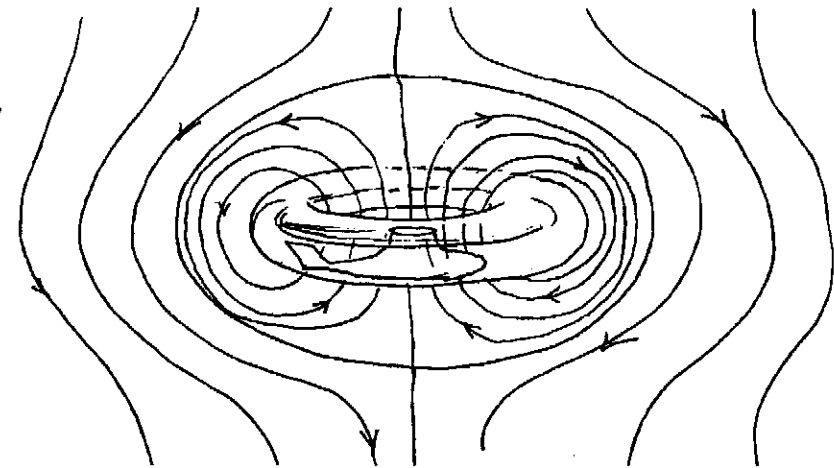
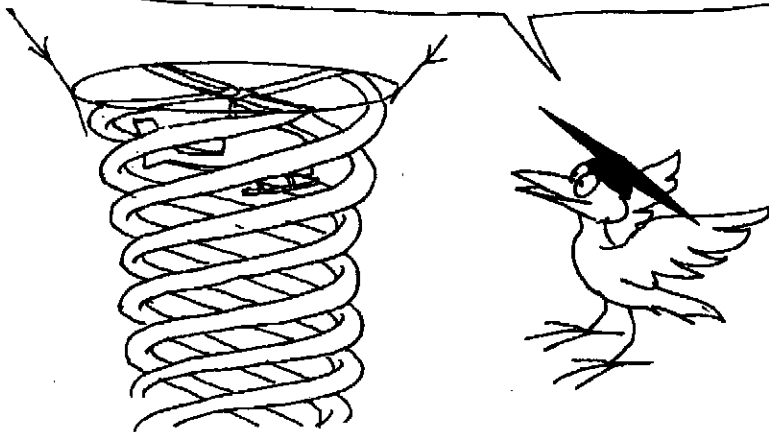
Allt som är **virvlande** är en energiförlust.
Planflykten motverkar virvelrörelsen att skapas.
Detta sätt att upprätthålla konstant höjd är
mindre energikrävande.



Mindre förluster som har med virvlarna på bladspetsarna att göra

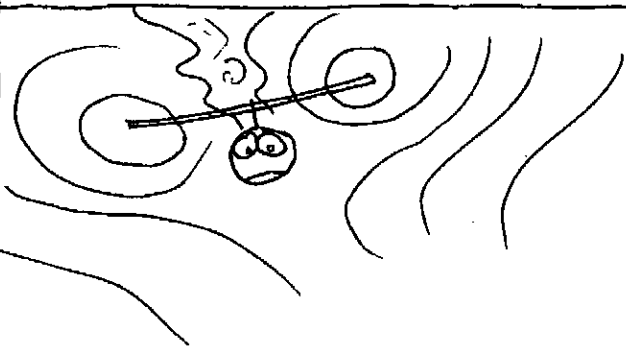


När helikoptern börjar en lodrät nedstigning,
samspekar de mindre virvlarna när del lodrätta
hastigheten når $\frac{1}{4} V_i$

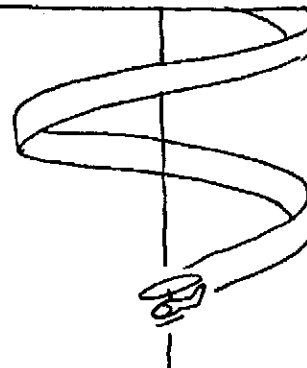


När nedstigningshastigheten når $\frac{1}{4}$ av den inducerade
hastigheten V_i , skapas virvlarna och ger upphov till
en stor **virvelström** i ringform.

Varje blad tar över den mindre virvel efter den föregående och förstärker den. Förlusterna ökar. Dessutom är denna geometri mycket ostadig.



Förresten för att dyka mot en landningsbana, föredrar piloterna att tillämpa ett tillvägagångssätt i spiral och behåller planflyktregimen.



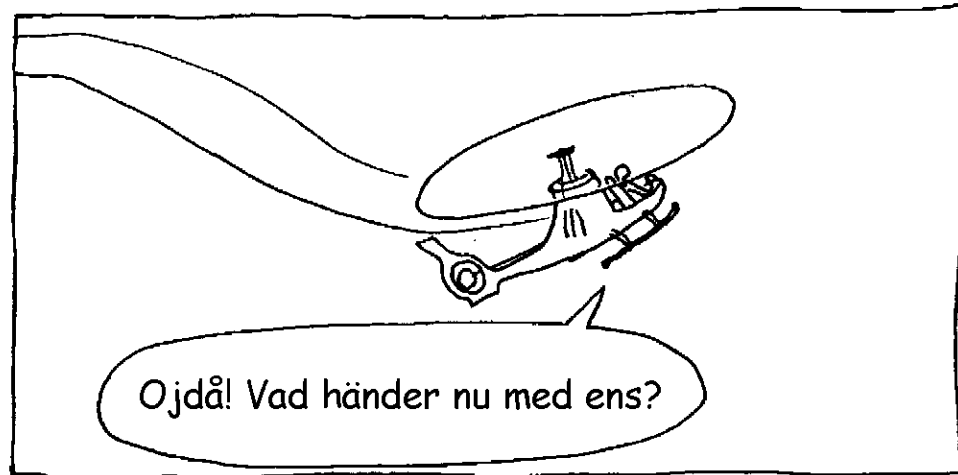
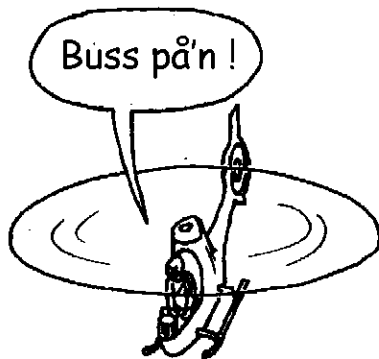
Lärdom : I planflykt ska jag närma mig toppen av tornet.
Jag ska sänka ner hastigheten i sista ögonblick genom att gå över till en svävflygning och genom att utföra den sista nedstigningen i måttlig vertikal hastighet - vi säger, en meter per sekund



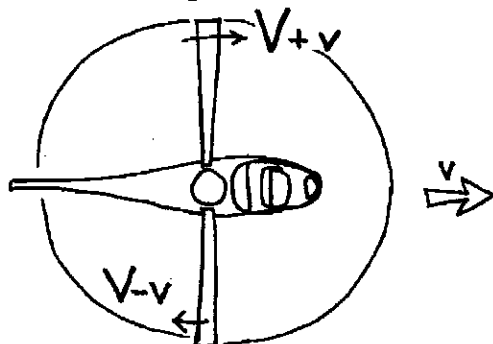
För att undvika denna farliga övergång i virvelregim.

Och nu ska vi ta itu med våra testflygningar

ÖVERSTEGRING MED ÅTETGÅENDE BLAD

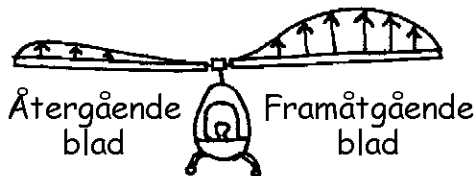


Framåtgående blad

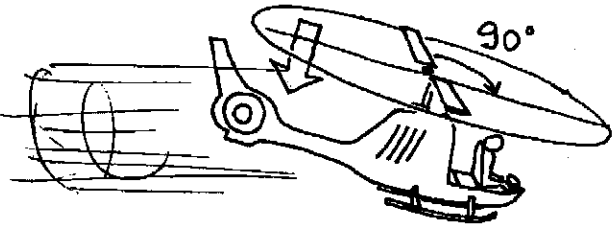


Återgående blad

Antingen är V hastigheten av bladet på utkanten.
Eller är v hastigheten av helikopterns flygning.
Den upplevda vinden som gäller för det framåtgående bladet är $V + v$. Vinden som gäller för återgående bladet är $V - v$.
Tryckkrafterna som verkar på de två bladen är mycket olika

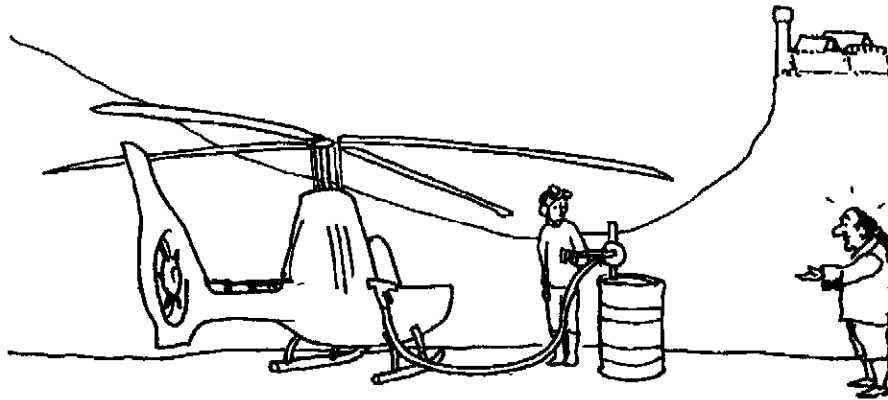


Det är lockande att tro att i stor hastighet skulle helikoptern tendera att slå över åt sidan. Men på grund av maskinens försenade "svar" på 90° , strävar detta efter att få den att stiga brant.




Rotationsinriktningen av rotorerna skiljer sig från land till land. Således, för franska helikopter är det framåtgående bladet till vänster, medan det är till höger på de amerikanska maskinerna. Men det ändrar ingenting av det som har sagts.


Styrelsen



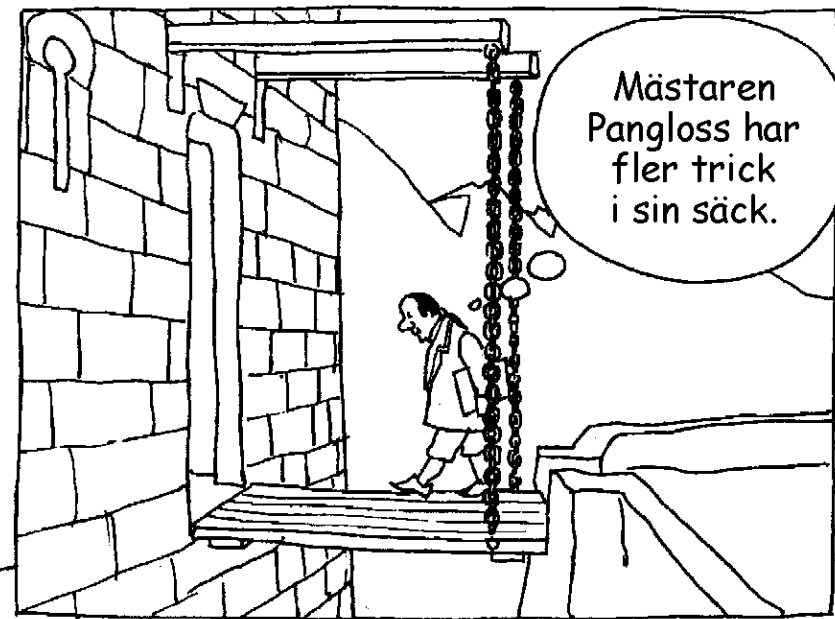
Candide, jag tänker på en sak.
Baronen vet ingenting av våra planer.
Men fröken Cunegonde inte heller.
Vad garanterar att hon kommer att vara på tornets terrass när du har kommit upp?




Ni har rätt, mästaren Pangloss. Men vad ska man göra?




Jag måste äta middag på slottet. Jag ska hitta ett sätt att underrätta henne.



Mästaren Pangloss har fler trick i sin säck.



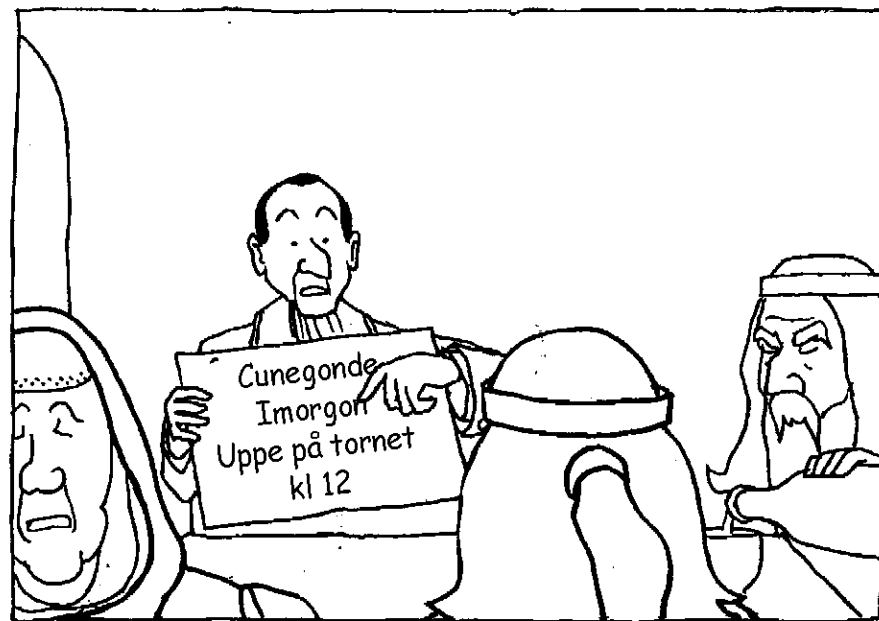
Ah, mästaren Pangloss, berätta inte för oss en vacker historia, fylld av filosofi, där vår virriga flicka kunde dra den visaste nyttan?



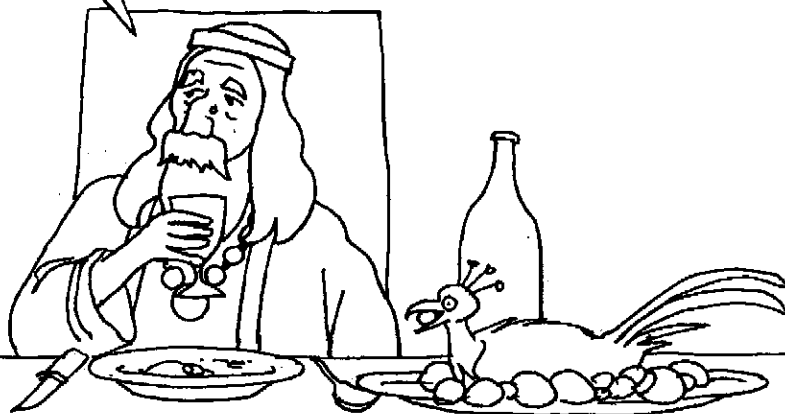
Jadå, mästaren, här uppskattar vi mycket er filosofi

Det var en gång...

... och då i stunden då klocktornet slog tolv slag i middagen, steg prinsen på sin flygande matta och gav sig i väg för att rädda prinsessan, som väntade på honom på allra högsta tornet i slottet.

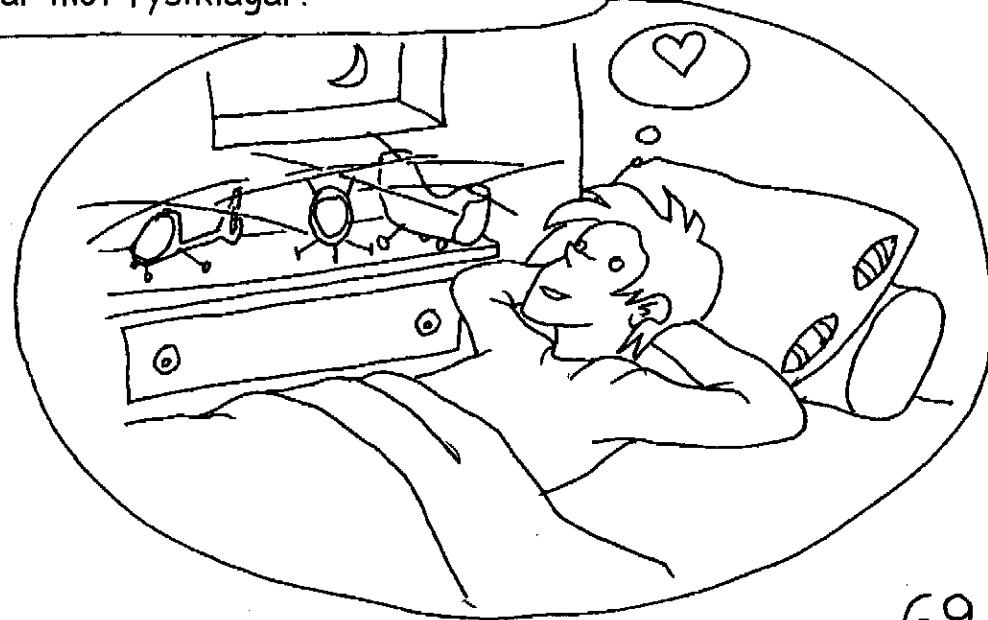
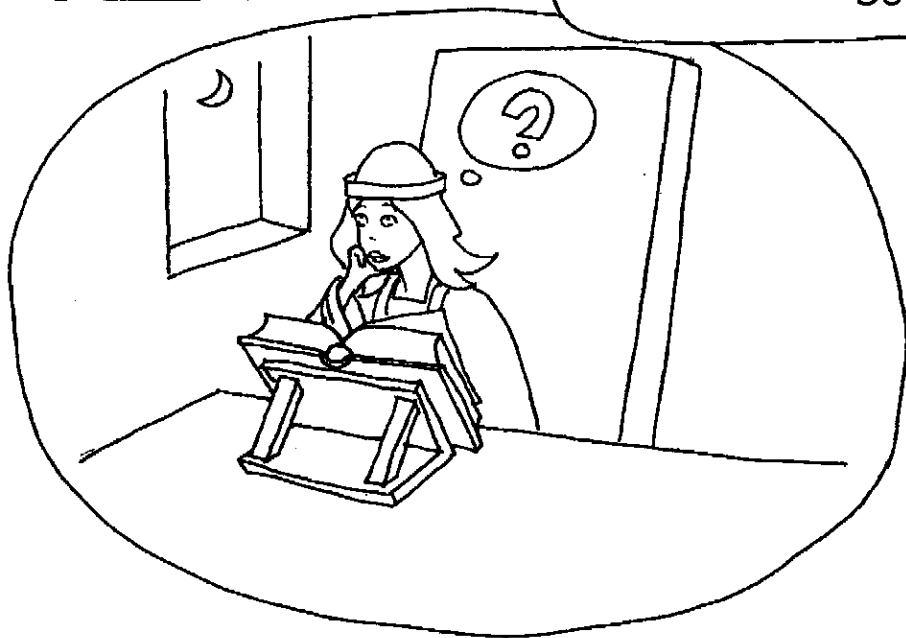


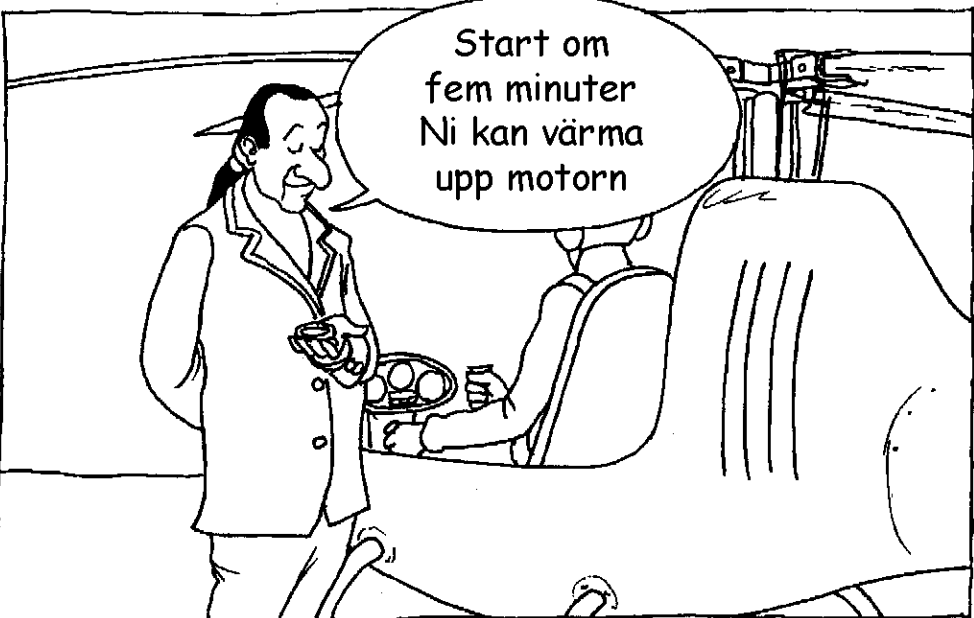
Det var en vacker historia, Pangloss, även om jag inte förstod...
Hm... alla dessa filosofiska implikationer



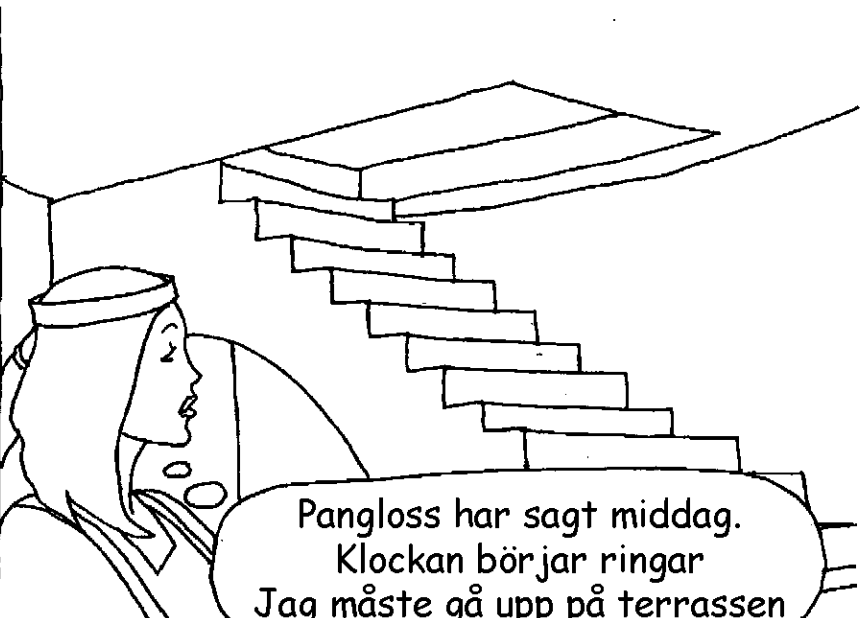


Prinsarna som kommer på flygande mattor!
Det är mot fysiklagar!





Start om
fem minuter
Ni kan värma
upp motorn



Pangloss har sagt middag.
Klockan börjar ringa
Jag måste gå upp på terrassen

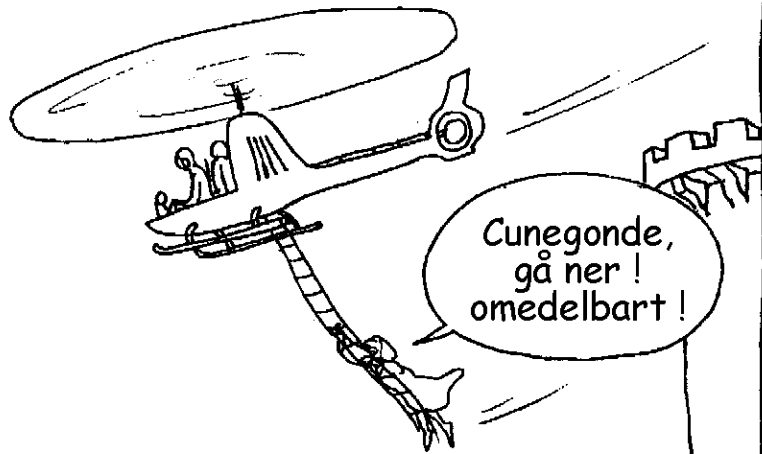


Här är det !!!

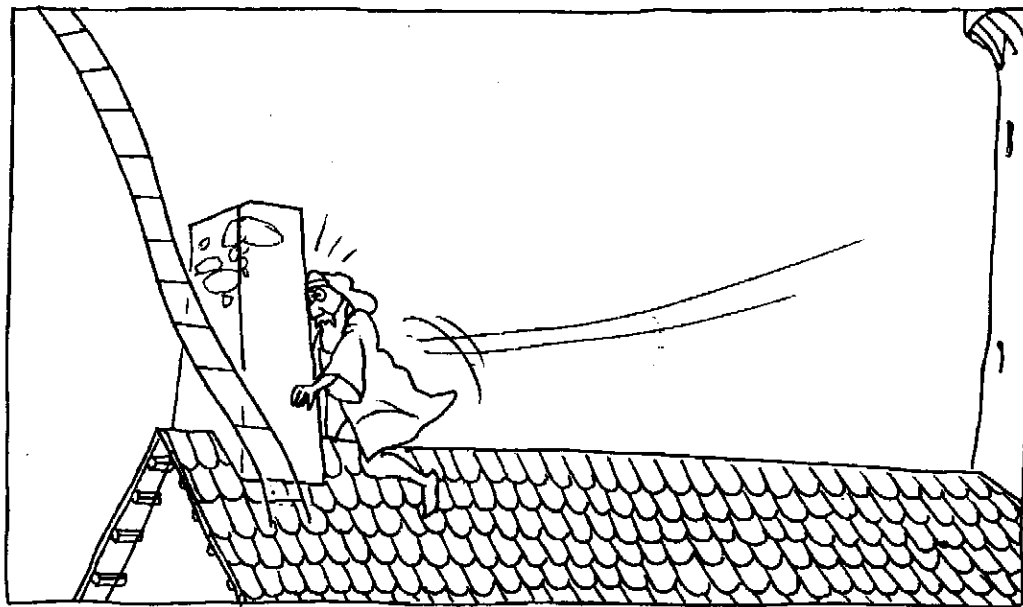
Vad gör Cunegonde ?
Jag tycker inte om att hon blir
försenad till måltiden

Hon kommer
att höra mig

Snabbt !



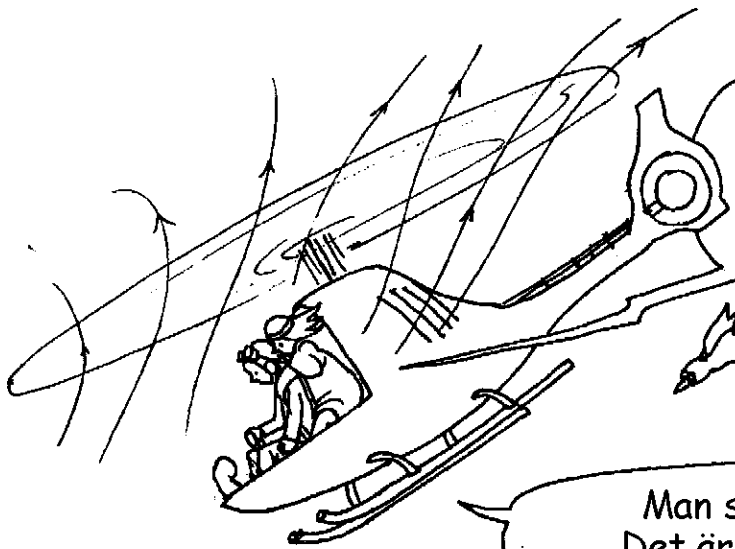
Cunegonde,
gå ner!
omedelbart!



Tittar, mamman,
Santa Klaus

Fan! Ett problem med motorn. Jag måste absolut behålla min rotors regim, mina varvtal och min hastighet. Jag måste lägga på minimum kollektiv blandinställningsvinkel





Det var det, nu är luften i omvänt flöde.
Den går nerifrån uppåt. Vi gick över till **självrotationsregim**.
Min helikopter förvandlade sig till ett autogiro.
Den drivande delen, självroterande medför resten

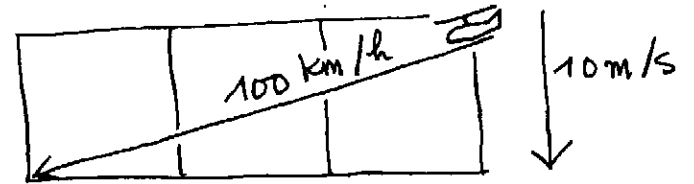
En helikopter kan alltså planflyga ?

Möjligen

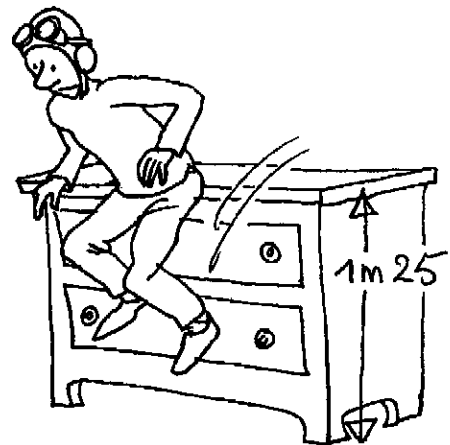
Man stiger ändå ner förbaskat snabbt : 10 m/s
Det är inte som en sten, men inte långt ifrån den.

I en helikopter i autorationsregimen har en hastighet på 100 km/t, vilket motsvarar **gliddtal 3**. I vertikal autorotation skulle fallhastigheten ligga på 20 m/s och inverkan av denna hastighet skulle döda passagerarna. (*) För att fastställa idéerna, kan en människa tåla effekten på 5 m/s, vilket motsvarar att hoppa från ett skåp. Inverkan på 10 m/s är likvärdig med ett hopp från 5-metershöjd.

Styrelsen

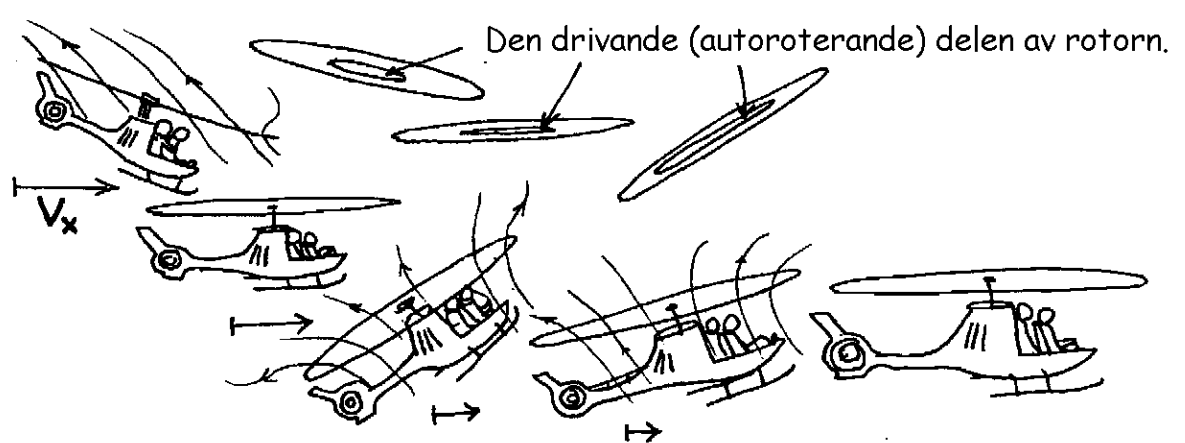


Inverkan på
5 m/s



$$(*) V_{(m/s)} = \sqrt{2gz} = \sqrt{20z} \text{ (meter)}$$

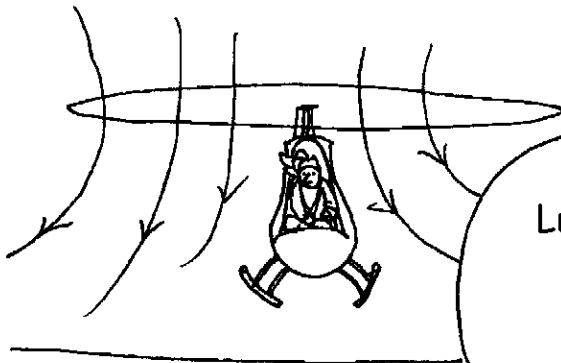
OPTISK FLARE



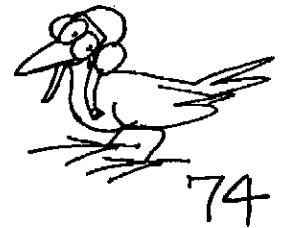
Jag får improvisera
en sista minuten manöver



På tiometershöjd drar Candide rejält på spaken och håller på minimum kollektiv bladinställningsvinkeln. Maskinen stegrar sig och bladen angrips med anfallsvinkel av den starkare upplevda vinden, vilket ökar. Puis il pousse sur le manche. Därigenom förvandlar den kinetiska translationsenergi i rotationsenergi. Sedan skjuter han på spaken.



Då drar han på kollektiv bladstyrningen. Luftflödet kastas om. Rotorn går alltså över från autogireregim till helikopterregim. Genom att utnyttja markeffekten, tar han vara på energin, lagrad med rotorn (*)



(*) denna manöver är en stor adrenalinförbrukare

Herr...

Hans Majestät har blivit mycket intresserat av er märkliga demonstration ombord på er flygande sparvhök

Min vad ?

Ah, där är du, eländig, usel förförare !
Du slutar dina dagar i min fängelsehåla

Oh, herre, jag kände inte igen er.
Den här pojken vill gifta sig med min dotter.
Men han har inte fjärdedelar av den
nödvändiga adeln för att kunna göra anspråk

Vad är det här,
allt detta oväsen ?

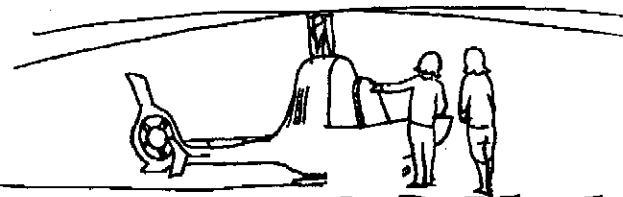
Vad baronen är besvärlig
För en gångs skull något som
verkar vara kul och så vill han
sätta uppfinnaren dit. Plissonneau,
skicka mig din värja, är du snäll.



Ner på knäet, unge man!
Jag ska göra markis Helicoland
av dig. Hädanefter
ska du bli minister
för mina transporter
av alla slag.



Och markis är mycket bättre än baron.
Och nu, pappa, lämna oss en stund



SLUT

Du ser, min käre Candide, att allt är till det bästa
i denna bästa möjliga värld. För om baronen inte hade sparkat ut
dig i dörren av slottet, skulle du inte uppfinna helikoptern.



77

Ett stort tack till Pascal Chretien för hans värdefulla tekniska råd.