

Tankar kring kuggväxlar för mindre gummimotormodeller

Inledning

Jag har tidigare skrivit i Oldtimer (1) och (2) om mina försök med kuggväxlar i gummimotordrivna skalamodeller. Bland annat hade jag gjort en mycket liten växel med kuggjul av plast som jag satte i en gammal peanut-modell. Det blev riktigt, riktigt bra och gav ytterligare näring åt min aktivitet på området.

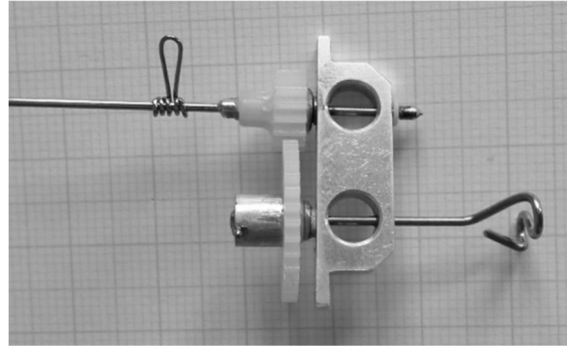


Figur 1. BA-4 peanut med kuggväxel i solnedgången en julikväll 2018.

I det föreliggande delar jag med mig av några tips och egna tankegångar för den som själv vill prova det här med växlar i gummimotormodeller. Jag ska visa ett möjligt angreppssätt som har fungerat bra för mig. Jag kommer att varva praktik med (ytterst) lite teori.

Tanken är att använda grejor som är enkla att få tag i, och att också hålla sig till arbetsmetoder som ligger åtminstone inom räckhåll för den vanlige hobbyisten.

Vi ska alltså bygga oss en "folkväxel", en tingest som kan användas till mindre gumminotormodeller. Företrädesvis skalmodeller, kanske i storleksklassen 30 - 50 cm spännvidd. Konceptet kan naturligtvis skalas både uppåt och nedåt i storlek om man hittar lämpliga grejor till det.



Figur 2. Enkel växel för gumminotordrift.

Det finns naturligtvis många olika sätt att utforma de enskilda detaljerna på. Jag hoppas att detta ska sporra andra till att experimentera själva, och kanske hitta ännu bättre lösningar.

Varför växla?

Materialet gummi har en synnerligen olinjär kraft-deformations-karaktäristik. Vi som har provat på gummisnoddsflyg vet hur en fullt vevad gumminotor kan försätta sin modell i de mest hisnande flygmanövrer. Skalmodeller som har sin geometri låst, ofta med litet nosmoment blir extra känsliga i det här avseendet. Det är väl där man har mest att vinna på att växla.

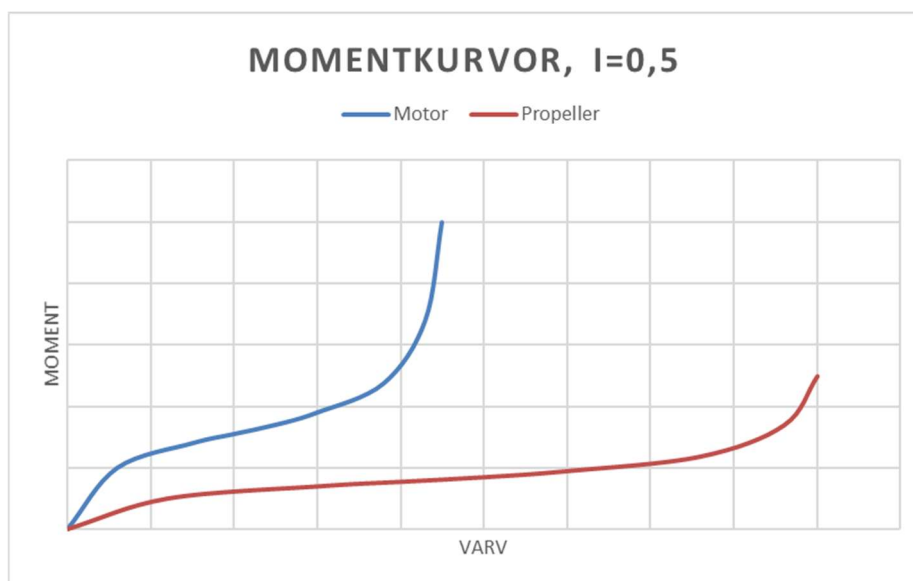
Det ursprungliga skälet till att växla var annars att få längre motortid, men genom att växla upp propellerns varvtal gentemot gumminotorns, så kan vi uppnå flera andra intressanta saker också.

Vi börjar med att definiera begreppet utväxlingsförhållande i , som kvoten mellan motorns (ingående) och propellerns (utgående) vinkelhastigheter:

$$\text{Utväxlingsförhållande: } i = \frac{\omega_M}{\omega_P}$$

(där ω (omega) betecknar vinkelhastighet)

Figur 3 visar en tänkt men typisk momentkurva för en *gumminotor*, den övre blå grafen. Den undre röda grafen visar hur det ser ut på *propellersidan*, givet att propellern roterar med dubbla motorvarvtalet. Axlarna är ogradade, det intressanta här är *förhållandet* mellan de båda kurvorna.



Figur 3. Momentkurvor. Propellern roterar med dubbla motorvarvtalet.

Om vi först tänker oss direktdrift utan växel, så representerar alltså den övre kurvan både gummimotorns och propellerns förhållanden, med den kraftiga variationen i vridmoment som vi så väl känner igen. Vi har alla erfarenheter av dess konsekvenser.

Om vi sedan tänker oss en växel ($i=0,5$) mellan snodd och propeller, så kommer den övre kurvan att representera *motorsidan*, medan den undre kurvan representerar *propellersidan*, nu med en betydligt mindre variation i vridmomentet. Snodd och propeller roterar olika många varv, men under samma tid, de får olika varvtal eftersom de är ihopkopplade med en växel.

Det hela handlar alltså om få till en propeller som förmår driva modellen med detta lägre moment, men vid det högre varvtalet.

Det är ju inte alls självklart hur en sådan propeller ska se ut, och ibland måste man rent av justera gummitvärnsnittet för att det ska bli bra. I momentkurvornas nedre vänstra del har vi en del "obrukbara" varv, alltså där momentet inte längre orkar driva modellen. En uppväxling kan rent av öka denna andel.

Om vi lyckas så har vi uppnått en del (särskilt för skalaflyg) positiva saker:

- Mindre behov av barlast i nosen, eftersom växeln väger en del
- En mindre, mer skalalik propeller
- Mindre vridmoment på propellern innebär mindre reaktionsmoment på modellen, det kan underlätta trimningen avsevärt
- Mindre variation i vridmoment på propellern ger jämnare dragkraft, och mindre behov av en kraftig nedåtriktning av propellern, samt dessutom ett lugnare och mer skalalikt flygmönster

Hur blir det med motortiden då? Ja, om gummimotorns varvtal är oförändrat, så kommer propellern visserligen att rotera fler varv, men med högre varvtal, så motortiden blir faktiskt oförändrad.

Om man har en växel där flera gummimotorer samverkar för att driva propellern, så kan vardera motorn göras med klenare tvärsnitt, som därmed klarar fler uppvridningsvarv, det ger naturligtvis längre motortid.

Det finns ytterligare en lösning. Ett fall där kombinationen av snodd, utväxling och propeller bromsar ner gummimotorns varvtal, och därmed förlänger den tid det tar att rotera ett visst antal uppvridningsvarv, det ger också längre motortid. Min numera bortflugna Trim II fungerade så.

Med växling införs onekligen en del komplikationer, men det finns å andra sidan en del att hämta, så varför inte?

Kugghjul

Idag får man leta bland utländska postorderfirmor om man vill köpa små metallkugghjul för vårt syfte. Gamla Meccanogrejer går att få tag i på ebay, men de är samlarobjekt nu för tiden, priserna är därefter. Firma Kuggteknik i Leksand som jag tidigare handlade kugghjul från gör fina grejer, men de har alldeles för stor kuggbredd och stora nav, de kräver därför en hel del maskinbearbetning för att bli användbara till gummimotordrift. Dessutom tar de numera inte ordrar understigande 5 000 kronor, det blir väldigt många hjul det.

Kugghjul av plast är betydligt enklare att hitta, billiga, de väger nästan ingenting, och de fungerar utmärkt, i alla fall till mindre, lättare modeller.

Det finns många olika sorters kuggeometrier. De som vi är intresserade av har (vanliga) raka kuggar av *evolvent*typ (eng. involute spur gears). I urverk kan man hitta hjul med *cykloid*kuggar som också

går att använda, jag använde faktiskt sådana i BA-4. Dessutom finns snedskurna evolventkuggar (eng. helical gears), som också är fullt möjliga men definitivt överkill för det vi håller på med.

Villkoret för att kuggjul ska kunna samarbeta är att *delningen* är lika på hjulens delningscirkel. För evolventkuggar finns två olika sätt att definiera kuggarnas delning, alltså i någon mening kuggarnas storlek. Inom SI-världen har vi *modulsystemet*, anglosaxarna använder istället *pitch-systemet*. Som tumregel är totala höjden på en kugge (något mer än) dubbla modulen. På grund av olika måttssystem så kan i allmänhet inte modul-kuggar samarbeta med pitch-kuggar. En kuggmodul på cirka 0,5 mm är lämplig för oss. I allmänhet hittar man inte kuggjul med färre kuggar än åtta, det beror på att evolventgeometrin tenderar att ge hållfasthetsmässigt sämre kuggar för riktigt små kuggtal.

På Kjell & Company hittade jag så en kuggjulssats (art nr 90778).

Satsen med ursprung i Hong-Kong innehöll 60 olika delar och kostade endast 89 kronor. Ungefär hälften av grejorna var användbara för vårt syfte, direkt eller efter smärre modifiering.



Figur 4. Prisbillig kuggjulssats.

Kugghjulen i den här satsen har modul 0,5 mm, alla hjulen kan alltså samarbeta med varandra. Kuggtalen varierar från 8 på de minsta pinjongerna, upp till 48 för de största hjulen. Kuggbredden på de större hjulen är 1,5 mm, på de mindre pinjongerna varierar kuggbredden mellan 3 till 6 mm. Axelhålen är i de flesta fallen 2 mm, de allra minsta pinjongerna har mindre hål. Jag bedömer att man skulle kunna få ihop åtta, tio kanske tolv stycken enkla växlar som lämpar sig för små modeller, alltså runt tio kronor per växel, det är verkligen Peanuts!

Axlar och axellagringar

Till axlar använder vi pianotråd av lämplig dimension. Till riktigt små växlar kan man använda 0,8 mm tråd, annars rekommenderar jag 1,0 eller möjligen 1,25 mm. Det viktiga är att vi har spiralborr i passande dimension också. Axlarna lagras i en bit av aluminium som vi borrar hål i. Axlarna ska löpa lätt, men inte glappa (för mycket). Hålen för axlarna är kritiska. Hålen ska vara parallella och borraras med ett inbördes korrekt avstånd, det ska vara ett litet glapp mellan kuggarna i ingreppet, de får inte kärva. Här går det åt någon form av (liten) pelarbormaskin. Resten är betydligt enklare.

Att fästa hjulen på sina axlar

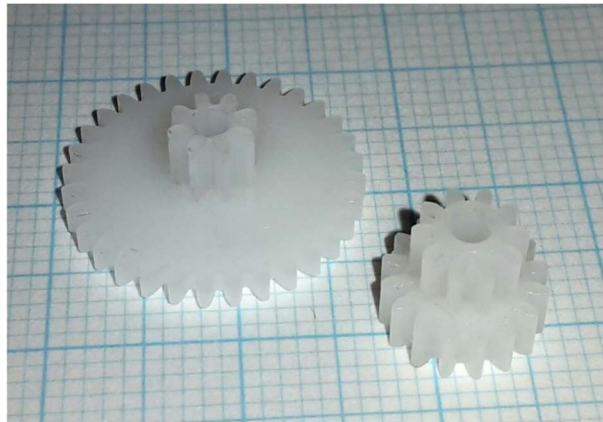
Plast ska fästas mot metall, här måste man tänka till. Någonstans på vägen kommer vi att behöva en limfog. Tricket är att flytta limfogen till så stor radie som möjligt, det kan vi göra genom att löda fast bitar av mässingsrör utanpå pianotråden. Bl.a. Amerikanska K&S Precision Metals säljer mässingsrör i olika dimensioner som passar i varandra, de kan bli bra här, välsorterade hobbyhandlare (om man kan hitta en sådan) brukar ha K&S grejor. Lödningarna görs med en vanlig elektrisk lödkolv och

tennlod. Limfogarna görs med epoxi och/eller cyanolim. Vissa sorters plast är svårare att limma än andra. Ibland hjälper det att rugga upp ytan med fil eller slippapper, man får prova sig fram.

Steg ett, Kugghjulen

Vi börjar med att välja ut två kugghjul eftersom dessa definierar växelns storlek, och särskilt dess axelavstånd. Hjulen väljs naturligtvis så att växeln får plats i nosblocket på modellen.

Kuggtalen väljs så att det större hjulet har (ungefär) dubbelt så många kuggar som det mindre, propellern kommer då att rotera (ungefär) dubbelt så fort som gumminotorn.



Figur 5. Kugghjulspar.

I mitt fall valde jag kuggtalen 16 respektive 32. Om man har modulkugghjul, och känner modul och kuggtal, så kan man räkna ut nominella axelavståndet, det blir: summan av kuggtalen gånger modulen delat med två. För kuggtalen 16 och 32 och med modul 0,5 alltså:

$$\text{axelavstånd} = \frac{16 + 32}{2} 0,5 = 12,0 \text{ mm}$$

Till detta lägger vi till ytterst lite, för ett litet glapp i kuggingreppet. Gamla engelska beskrivningar brukar rekommendera att man lägger två, tre lager japanpapper mellan hjulen i ingreppet när man ska borra, då lär man få lämpligt glapp. Det bästa är att göra en borrfixtur (figur 16, 17), helt enkelt en bit av lämpligt material som man borrar hålen i, och provar så att hjulen löper lätt. Sedan använder man den som mall när man ska borra de riktiga hålen. Ytterst lite merarbete som definitivt lönar sig.

Steg två, axellagringen

Här använder jag en bit av 3 mm tjock (dural)aluminium. Jag sågar och filar fram ett rätblock som har ca 7-10 mm längd och en bredd som är något längre än hjulens sammanlagda diametrar.

Minska inte för mycket på längden, en minskad längd ger sämre styrning av axlarna.

Längd



Figur 6. Den färdiga axellagringen med kugghjul.

Nu till det kritiska, att borra hålen för axlarna. När man har fått till ett rätblock med skapligt parallella ytor, så börjar man med hålen för axlarna. Hålen måste borraras i en pelarborrmaskin så att de blir

parallella och med korrekt inbördes avstånd, så gott det nu är möjligt. Använd spiralborr så att axlarna löper lätt, men som ger så litet glapp som möjligt. 1,0 mm borr bör fungera till 1,0 mm pianotråd. Borrmaskinen kanske rymmer upp hålen något, och pianotråden kan (gärna) ligga på minustolerans. Det har funkade bra för mig i alla fall.

Hålen ska borraras genom rätblockets hela längd, så det går åt att fixera detaljen i ett maskinskruvstycke under bearbetningen. Det är inte alldeles elementärt att borra ett så djupt hål med ett så klen borrar. Det genereras mycket friktionsvärme. Vissa (aluminium)legeringar är benägna att bilda s.k. "lösegg" på verktyg. Det betyder att materialet kletar på eggen så att det skär sämre och/eller att spånkanalerna blockeras. Jag har vridit av åtskilliga klena borrar genom åren på det viset. Använd inte gamla slitna borrar här! Var försiktig med matningen, ligg inte på för hårt och smörj/kyl gärna med en oljedroppe emellanåt, så slipper du (förhoppningsvis) det förtret som trasiga borrar och förstörda arbetsstycken innebär.

Sedan man har lyckats med axelhålen så kan man pusta ut, och därefter fortsätta efter eget gottfinnande med att borra ur lätthål, och i övrigt utforma axellagringen så att den går att fästa i en modell.

I allmänhet kommer modellen att behöva lite nosvikt ändå, så viktsbesparing är egentligen inte viktigt här. Jag tycker dock att det ser lite snyggare ut, även om inte det heller spelar någon roll, inbyggt i ett nosblock.



Figur 7. Axellagring med två 1,0 mm genomgående hål för axlarna, och två större lätthål.

Jag brukar göra axellagringen så att den passar i ett nosspant av tunn plywood med en slits i. Slitsen har samma vidd som axellagringens tjocklek, 3 mm. Hakarna i vardera änden av axellagringen ligger då på framsidan av plywoodspantet och fixerar växeln i axiellt läge.

Hålen utgör styrning för axlarna i radiell led. För lagring i axiell led har jag helt enkelt använt mig av små brickor av mässing och/eller teflon, som smörjs med en oljedroppe. Det är ju så vi brukar göra på små modeller.

Steg tre, axlarna

Pianotråd av lämplig diameter. Om man bara klipper pianotråd rakt av med en avbitare så deformeras tråddändan så att den inte går igenom de omsorgsfullt borrarade hålen. Jag brukar därför slipa till änden på den klippta tråden med ett diamantbryne.

Propelleraxeln är bara en rak bit av lämplig längd. Motoraxeln ska ha en krok för gummimotorn. Jag förespråkar s.k. S-krokar, inte alls enkla att göra, men de centrerar snodden bra under drift. Tänk på att motoraxeln roterar åt motsatt håll relativt propelleraxeln, förvissa dig därför om att du bockar "S-et" åt rätt håll, alltså "S-ets" bågar i rotationsriktningen. Det är viktigt att mitten på "S-et" ligger i linje med axeln, annars kastar snodden under drift, det ger vibrationer. Om du snurrar axeln i sin lagring, så ska mitten på "S-et" synas som en punkt.



Figur 8. Axlarna, S-krok på motoraxeln.



Figur 9. Olika mässingsbussningar.

Steg fyra, att fästa hjulen på axlarna, slutmontering

Hålen i kugghjulen har större diameter än våra axlar, vi måste fylla upp mellanrummet med något. Hjulen ska dessutom limmas fast. Vi vill ha limfogan på stor diameter för att få tillräcklig yta och hävarm till belastningslinjen. Jag svarvade ett par små bussningar av 4 mm stångmaterial, men det hade gått lika bra med ett par rörbitar av lämplig dimension, figur 9. K&S har ett mässingsrör med 2,0 mm utvändig diameter och 0,45 mm gods, alltså ca 1,1 mm invändig diameter, det blir perfekt här. Tanken var att löda bussningarna mot pianotråden. Kanske skulle det fungera lika bra med plast eller aluminiumrör och epoxi. Här finns ett stort utrymme för kreativitet och egna preferenser.

På grund av uppväxlingen så kommer vi att ha störst vridande moment på gummimotoraxeln. En effektjämvikt ger:

$$P = M_{motor} \times \omega_{motor} = M_{propeller} \times \omega_{propeller}$$

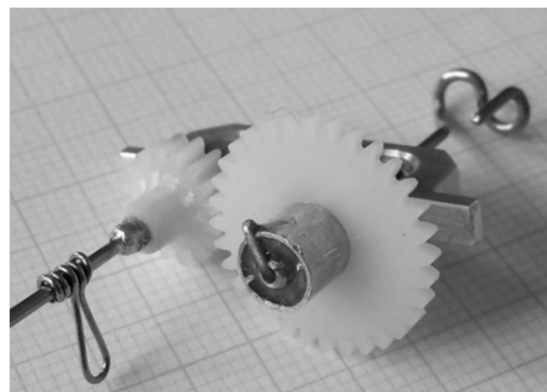
(P är effekt, M är vridande moment och ω är vinkelhastighet)

Alltså, snoddens hela vridmoment på gummimotoraxeln. På propelleraxeln halveras detta om uppväxlingen är två ($i=0,5$).

Den ena bussningen lödde jag fast på propelleraxeln, det lilla kugghjulet limmades sedan med epoxi utanpå bussningen.

Till det större hjulet valde jag en kombination av epoxilim och mekanisk, formbetingad låsning.

Bussningen till det stora hjulet limmades med epoxi, invändigt mot axeln, och utvändigt mot hjulnavets insida. Utanpå hjulnavet satte jag en liten hylsa av ett K&S aluminiumrör som råkade passa precis. Jag hade filat ett litet urtag i änden på bussningen och bockade axeländan i rätt vinkel. Hållrummet mellan navet och aluminiumhylsan fylldes med ett par droppar epoxi.

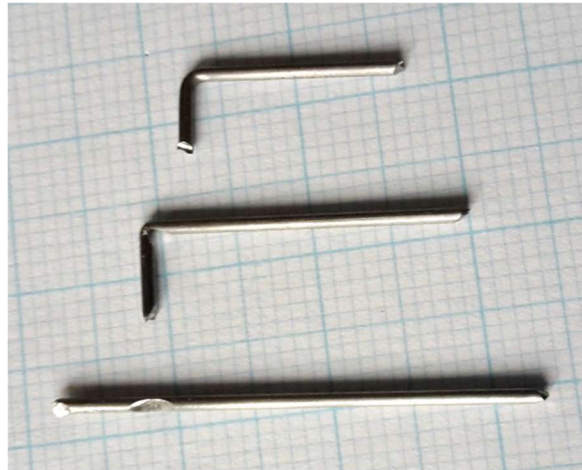


Figur 10. Slutmonterat och klart.

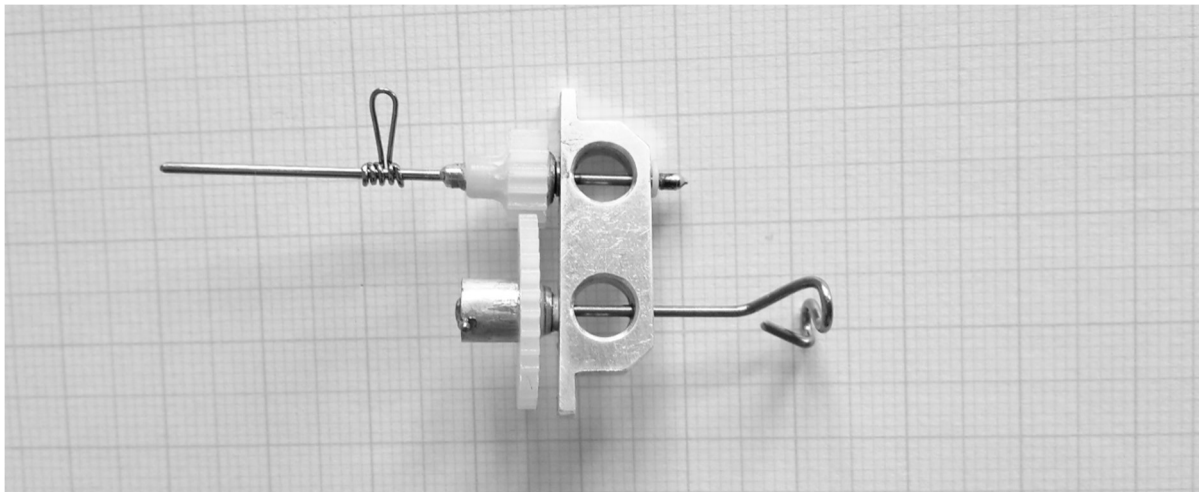
Ett tips om man ska bocka pianotråd i skarp vinkel är att först fila lite där bocken ska vara. Jag brukar använda en halvrund nålfil, och fila en grund fördjupning. Putsa gärna bort filrepona med fin slipduk efteråt.

Håll stadigt med en tång på vardera sidan om den filade fördjupningen, och bocka försiktigt.

Ett varningsord bara. Det är lätt hänt att man helt enkelt bryter av pianotråden i det här läget. Prova först på några spillbitar så att du lär dig tekniken.



Figur 11. Bocka pianotråd.



Figur 12. Den färdiga växeln, axelavstånd 12 mm, vikt 3,2 gram.

Propelleraxeln med sitt hjul träs igenom axellagringen. På baksidan sätter vi en liten bricka och sist en kort bit av mässingsrör som löds fast mot axeln. Ögla på propelleraxeln är en medbringare för propellern, den ska lödas fast senare.

Propeller och gummimotor

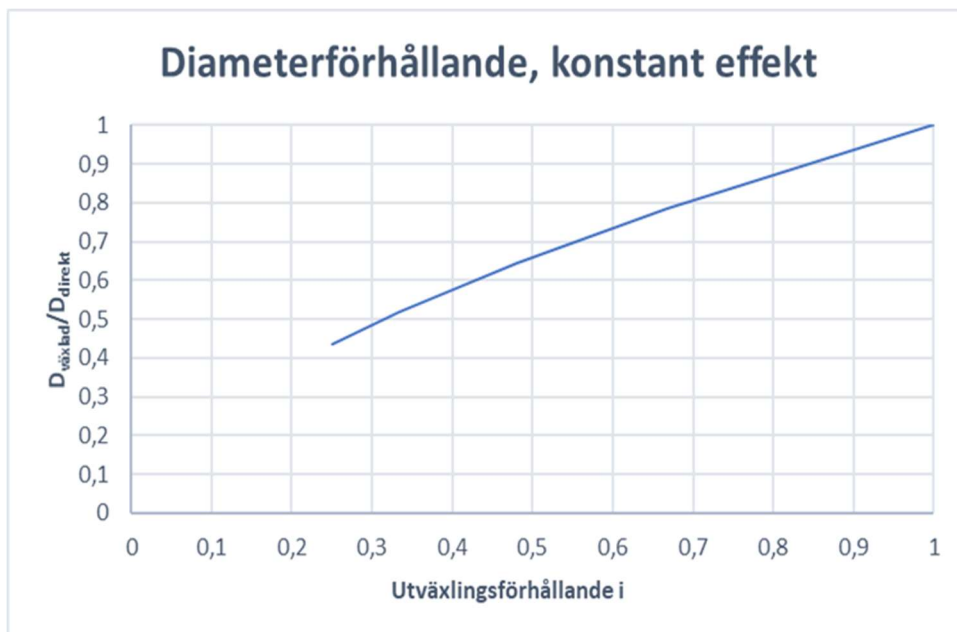
Precis som vanligt så är modellens prestanda helt beroende av kombinationen av gummisnodd och propeller, växeln kan inte ändra på det. Men, med en uppväxling av propellervarvtalet följer att vi ska använda en propeller med mindre diameter och stigning, än vad vi skulle ha använt till direktdrift. Hur stor denna propeller ska vara får man dock prova sig fram till. Jag har resonerat så här;

Beträffande stigningen tänker jag att modellens flyghastighet är densamma som vid direktdrift, medan propellervarvtalet ökar med uppväxlingen. Geometrin ger mig då den mindre stigningen.

För att komma till en uppskattning av diametern läste jag lite i min propellerteoretiska litteratur (3) och (4) och fann *lagarna för geometriskt likformiga propellrar*, av vilka jag återger den för effekt:

$$\text{Effekten } P \text{ är proportionell mot } \omega^3 \times D^5 \rightarrow D_{\text{växlad}} = D_{\text{direkt}} \times i^{3/5}$$

Om man tänker sig att den växlade propellern är geometriskt likformig med den direktdrivna (varför inte?), och att vi ska få ut samma effekt på båda, så kan man ur detta få diameterförhållandet mellan växlad och direktdriven propeller för olika utväxlingsförhållanden. Jag hoppar över detaljerna, och visar istället resultatet (av ovanstående uttryck) i en graf, figur 13.



Figur 13. Diameterförhållande, växlad relativt direktdriven propeller för olika utväxlingar.

Vår växel med $i=0,5$ ska alltså ha en propellerdiameter som är ca 0,65 av diametern på en direktdriven propeller. På min BA-4 hade jag $i=0,5$ och ett diameterförhållande på 0,72, på min större Fairchild 24 hade jag $i=0,6$ och diameterförhållande enligt grafen på ca 0,72. Båda fungerade bra.

På BA-4 hade jag alltså ett större diameterförhållande än vad grafen anger, och jag behövde öka gummitvärnsnittet en del (större propeller kräver ju rimligen högre moment). Fairchild däremot, flög bra med samma gummitvärnsnitt som vid direktdrift, även om modellen sedan landade med en del varv kvar.

I allmänhet kommer gummimotorn att bestå av flera strängar, ett antal öglor av viss längd som resulterar i ett jämnt antal gummisträngar. Det bästa är att haka av gummimotorn från växeln när man ska veva upp snodden, den vevade snodden hakas sedan på växeln innan flygning.

För mindre modeller kan man med fördel trä gummisträngarna genom en liten O-ring av gummi. Detta gör det betydligt enklare att veva snodden, och framför allt att sedan trä på den vevade gummimotorn på växels gummikrok. Det är definitivt enklare att trä på en O-ring på kroken än ett helt knippe vevade lösa öglor! På större modeller har jag för säkerhets skull använt två O-ringar.



Figur 14. Tvinnad gummimotor med O-ring.

Smörjning

Alla mekaniska system är beroende av smörjmedel för att fungera, så även vår kuggväxel. När man sedan bygger in sin växel i en modell bör man göra någon form av öppningar så att man kan droppa in lite olja då och då. Till kuggingreppen kan man med fördel använda en kedjeolja. Kedjeolja är ju lite klibbigare just för att den ska hänga kvar på smörjstället även då det snurrar snabbt.

Upp till bevis

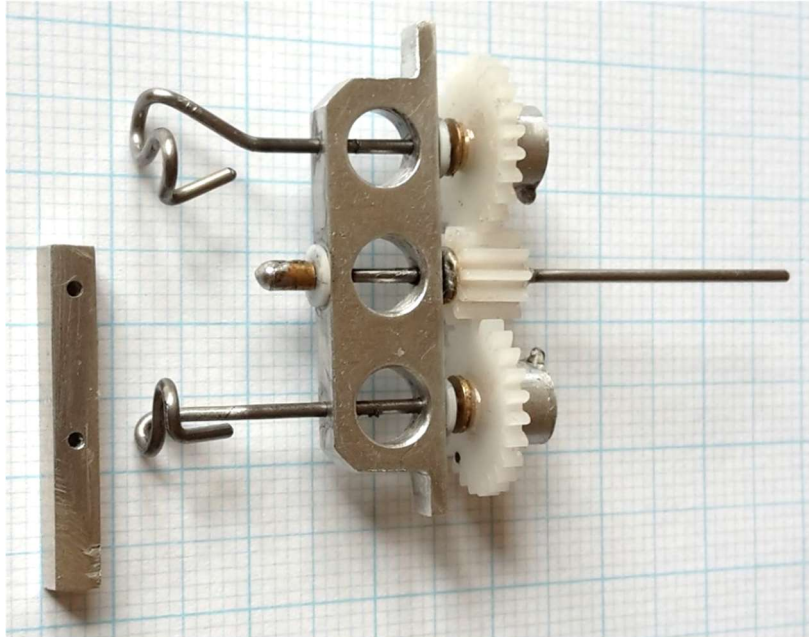
Den ovan beskrivna växeln är i allt väsentligt likadan som den jag satte i min BA-4 peanut, något större bara. Jag monterade en propeller och provkörde med några olika gummisnoddar för att verifiera hållfastheten. Så, en kuggväxel var därmed klar, jag behövde nu bara en lämplig modell att montera den i. Det fick bli någonting enkelt den här gången. Bland mina peanut-ritningar valde jag ut Walt Mooney's Ord-Hume OH-7 som förstörades 141% i kopian, ett A3-ark blir två. Det resulterade i en lättbyggd modell med skalalikt utseende och (som jag bedömde) lämplig storlek.



Figur 15. Ord-Hume OH-7 med växel men utan noskåpa.

Variationer på temat

Med precis samma metoder som just har beskrivits så gjorde jag också en växel där två gummimotorer samverkar för att driva propelleraxeln. Kuggtalen 24, 12 och 24, axelavstånd 9,0 mm. Den här växeln är tänkt att användas i en modell där förebilden har stjärn- eller boxermotor.

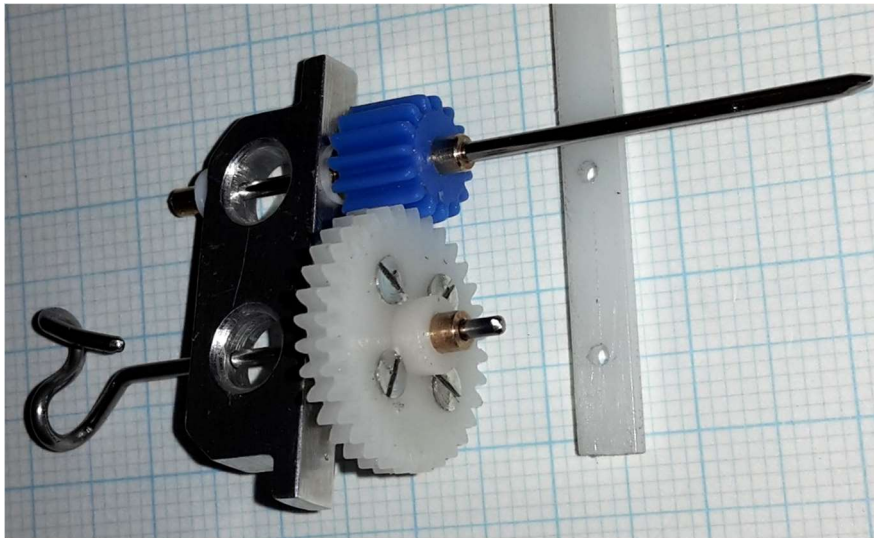


Figur 16. Växel för två samverkande gummisnoddar, vikt 3,8 gram. Borrfixturen syns till vänster.

Fördelen med ett sådant arrangemang är att vardera gummimotorn kan göras med klenare tvärsnitt, som alltså klarar fler uppvriddningsvarv, med förhoppningsvis längre motortid som resultat. Det finns betydande nackdelar också. Växeln blir svårare att göra, jag gjorde en enkel borrfixtur med två hål för att få axelavståndet lika på båda sidorna. Även till enkla växlar med bara motor- och propelleraxel rekommenderar jag en sådan fixtur. Bara en bit av lämpligt material, metall eller plast, med ett par hål i. En sådan fixtur gör att du på ett enkelt sätt kan prova dig fram till korrekt axelavstånd, innan du borrar de slutgiltiga hålen.

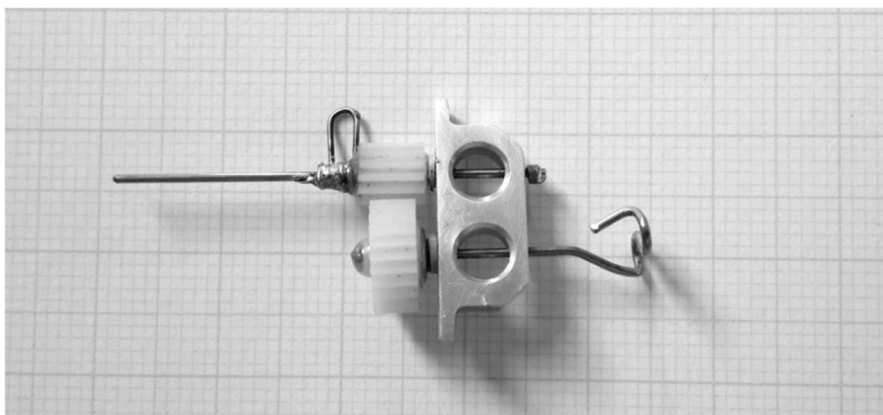
Handhavandet av en "tvåmotorig" modell i fält blir betydligt krångligare när två snoddar ska vevas, man behöver ett stativ som håller modellen och den först vevade gummimotorn medan man vevar den andra, sedan ska rätt snodd hakas på rätt krok. De båda snoddarna ska åtminstone vevas åt samma håll i det här fallet. Jag har flugit min Antonov AN-2 på det viset med en större variant av en sådan växel med mässingshjul. Det kräver tålamod, men det går. Så, varför låta bli att krångla till det om man inte måste?

Figur 17 visar delarna till en lite kraftigare växel, före slutmontering. Tänkt för en något större/tyngre modell. Två likadana hjul med samma kuggtal, vända face-to-face mot varandra på en mässingsbussning ger dubbelt så stor kuggbredd (3 mm). Det lilla hjulets kuggbredd räcker gott och väl. Axlar av 1,25 mm pianotråd, och en axellagring som är 4 mm tjock istället för de 3 mm som använts tidigare. Plastbiten med två hål i är fixturen för borrning av axelhålen. Bara en bit plast (lätt att borra i) som har samma tjocklek som lagringen. Den tejpades fast på kanten av ämnet som skulle borraras, sedan var det bara att köra.



Figur 17. En lite kraftigare variant. För lite större/tyngre modell. Vikt 5,60 gram.

Någonstans hade jag tillvaratagit några riktigt små kuggjul, förmodligen pitch-kugg, men motsvarande en modul på 0,3 - 0,4 mm. Jag ville testa om jag kunde göra en liten växel med dem också. Jag gjorde på samma sätt som jag har beskrivit. Axlar av 0,8 mm pianotråd. Kuggbredden är onödigt stor, men jag ville inte riskera att förstöra hjulen genom att skära i dem.



Figur 18. Minstingen, axelavstånd 6,5 mm, vikt 1,5 gram.

Den här lilla växeln skulle absolut kunna sättas i en peanut-modell, även en med ganska trång nos. Min gamla Bücker Jungmann ligger bra till här, men även detta återstår att göra.

Så, vem letar upp ännu mindre kuggjul och bygger en Pistachio-modell med kuggväxel?

Avslutningsvis

Jag avslutar med att återknyta till figur 1, BA-4 i luften den där magiska julikvällen.



Figur 19. BA-4 peanut, här i närbild på matsalsbordet. Jo, det fattas en diagonal vingstötta på babords sida, men modellen byggdes sommaren 1979 så jag har ingen aning om var eller när den där stötten gick förlorad.

Man skulle behöva fixa en ny vingstötta och även göra en kåpa över växeln. En snidad träpropeller skulle naturligtvis också sitta fint.

Lästips

I Free Flight Quarterly (5) fanns en artikel om små växlar för peanuts. Den handlar mest om bygge av växlar, och innehåller ytterligare några tips för den som vill prova. Lycka till!

Referenser

- (1) Hans Karlsson, Oldtimerskala-Fairchild 24, Oldtimer nr 2, 2018.
- (2) Hans Karlsson, Experiment med kuggväxlar, Oldtimer nr 4, 2018.
- (3) R. H. Warring, Airscrews for the Aeromodeller, Harborough Publishing Co. Leicester 1942.
- (4) Erik Bratt, Propellerteori och konstruktion NKI, Stockholm 1954.
- (5) Jean Pierre Di Rienzo, Gearbox Multiplier for Peanut Models, Free Flight Quarterly, Issue 62, January 2017.

Hans Karlsson, Linköping.