

OBSAH

1.	Úvod	2
2.	Něco málo z dávné historie	2
2.1	Modelářství mezi I. a II. světovou válkou	3
2.2	Modelářství za II. světové války a po jejím skončení	4
3.	Kategorie halových modelů	8
3.1	Přehled jednotlivých kategorií v ČR	9
3.2	Přehled kategorií halových modelů na gumu	10
4.	Materiály pro stavbu	11
4.1	Balsa	11
4.1.1	Výběr podle řezu	13
4.1.2	Výběr podle specifické hmotnosti	13
4.1.3	Třídění podle mechanických vlastností	14
4.2	Další materiály	15
4.2.1	Dřevo	15
4.2.2	Překližka	15
4.2.3	Kovy	15
4.2.4	Papír	15
4.2.5	Potahové folie	15
4.2.6	Mikrofilm	16
4.2.7	Lepidla	16
4.2.8	Nekovové materiály	17
4.2.9	Guma.	18
5.	Trochu teorie nikoho nezabije, aneb něco o areodynamice	18
5.1	Křídlo, vztlak, klopivý moment	18
5.2	Geometrické zkroucení křídla	19
5.4	Úhel nastaven a úhel seřízení	20
5.5	Těžiště	20
6.	Konstrukce a stavba modelů	21
6.1	Řezání balsy	21
6.2	Broušení	21
6.3	Záznamník	22
6.4	Ještě trochu teorie o konstrukci halového modelu	22
6.5	Křídlo a ocasní plochy	22
6.6	Trup a jeho doplňky	25
6.7	Postup zhotovení balsové trubky	25
6.8	Další části trupu	27
6.9	Těžiště halového modelu	28
7.	Gumový svazek	29
7.1	Zabíhání svazku	29
8.	Vrtule	29
8.1	Základní postupy při zhotovení vrtule	30
8.2	Vrtule pro kategorii P3	31
8.3	Vrtule pro F1D	31
8.4	Stavba	32
8.5	Nastavení stoupání vrtule	33
9.	Létání	34
10	Slovo na závěr	36
11	Seznam zkratk a symbolů	37
12	Seznam použité literatury a materiálů	38
13	Seznam příloh	39

lita modelu je daleko složitější záležitost. S tím je nutno souhlasit, ale pro potřeby naší publikace by toto vysvětlení mělo postačovat. Pro hlubší studium doporučuji: *Jaroslav Lněnička „Letecké modelářství a letectví“*. Z této knížky jsou čerpány informace pro kapitolu o aerodynamice v této publikaci.

6. Konstrukce a stavba modelů

V této kapitole se budeme zabývat konstrukcí a stavbou modelů kategorie A6, P3 a F1D. Tyto kategorie jsou vybrány záměrně ne jenom proto, že se u nás s těmito modely soutěží, ale především proto, že se na nich konkrétně dají ukázat postupy, jež jsou obecně platné. Uváděné postupy a návody jsou zčásti přejaté z dostupné literatury, získané vlastní zkušeností a z rad kolegů modelářů.

6.1 Řezání balsy

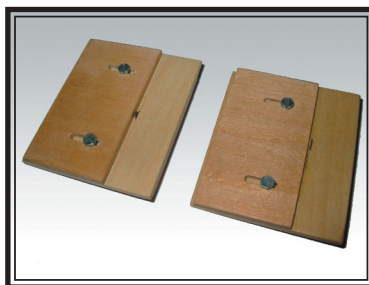
Ve vztahu k halovým modelům si musíme uvědomit, že pracujeme s materiálem velice lehkým a v dimenzích řádově desetin milimetru až milimetru. Jako řezný nástroj nám ve většině případů vystačí žiletka a její úlomky. Pro větší tloušťky je vhodné použít skalpel nebo modelářský nůž. Pro příčné řezání využijeme žiletkovou pilku. *Foto* V zásadě používáme vždy jen ostré nástroje. V případě použití tupého nože či žiletky dojde v místě řezu ke stlačení materiálu a snížení jeho pevnosti.

K řezání balsových lišt můžeme použít ocelové pravítko, ale daleko výhodnější je použití balsořízu. Balsoříz může být stavitelný, ale daleko výhodnější je mít několik jednoduchých balsořízů nastavených na danou šíři lišty.

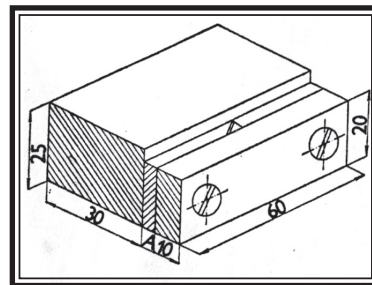
Velikost nastavení si označíme, usnadníme si tím orientaci v nastavených parametrech. Pak je zaručeno, že při stavbě budete mít vždy lišty a nosníky o stejném průřezu.



Silné žiletky vhodné pro řezání balsy



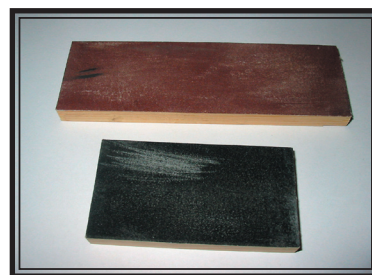
Balsoříz



Balsoříz - náčrtek

6.2 Broušení

K broušení balsy používáme vždy ostrý brusný papír nalepený na pevné podložce o zrnitosti 120 až 400. Broušítka o velikosti cca 100 x 50 x 15 je dobré mít ve větším množství s označením zrnitosti. Při broušení se snažíme vyvozovat minimální tlak na balsu / balsa se stlačuje a tím dochází k její deformaci a zvyšování specifické hmotnosti.



Broušítka

6.3 Záznamník

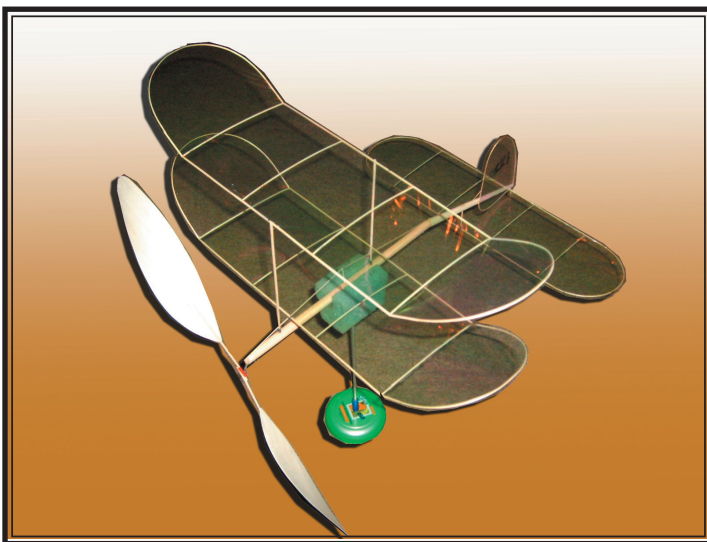
Velice užitečnou pomůckou je zavedení záznamníku, kam si poznamenáváme postup stavby u jednotlivých modelů. Především hmotnosti jednotlivých dílů modelu a následně výkony při zalétávání a soutěžích. Jen takto můžeme vyhodnotit, kde je možné při další stavbě provést úpravy, použít lehčí díly a jaký svazek použít pro určitý prostor.



Záznamník o stavbě modelů

6.4 Ještě trochu teorie o konstrukci halového modelu

V současné době je snaha konstruovat modely o co největší ploše nosných ploch. Je to pochopitelné, Velká plocha znamená menší plošné zatížení. Nízké zatížení dovoluje nižší rychlost letu. Nízké otáčky veliké vrtule totiž vyžadují použití silnějšího / a tudíž těžšího / motoru - gumového svazku / u P3 a A6 /. Letová stabilita takového modelu je i při značné hloubce křídla velice dobrá. U P3 se tvarováním vrtule na šabloně do tvaru šroubové plochy, použití stáčených trupů a možnost potažení nosných ploch folií přibližujeme konstrukčnímu pojetí modelů F1D. Určitým způsobem se stává toto konstrukční pojetí mezičlánkem mezi oběma kategoriemi. Snaha ke zmenšování hmotnosti modelu vede ke zmenšování pevnosti. Následkem nedostatečné pevnosti křídla, zadní části trupu nebo vodorovné ocasní plochy dochází pak za letu k deformacím, majícím za následek např. ostré kroužení, klesání, vzpínání i pády letícího modelu. Příčinou vzpínání modelu může být i nedostatečná tuhost náběžné hrany křídla. Tím se za letu modelu / zvláště v první fázi letu, kdy je kroutící moment gumového svazku největší / , zvětšuje úhel náběhu , což vede k zvětšování jak vztlaku, tak i odporu. Stejný jev může vyvolat i nedostatečná tuhost vodorovné ocasní plochy. Seřizení letu modelu do kruhu vlevo je nutné zajistit především vyosením osy vrtule / vyosením ložiska vrtule / vlevo a nastavením pozitivu na levé polovině křídla / křídlo má na konci větší úhel náběhu viz. kapitola o aerodynamice / , S úspěchem se též používá nestejná délka obou polovin křídla / levá polovina je delší /. V případě snahy seřídít model jen vyosením tahu vrtule a nastavením svislé ocasní plochy do zatáčky vlevo můžeme způsobit prudkou a strmou spirálu, protože reakční moment nejčastěji používané pravotočivé vrtule tlačí model na tutéž stranu, čili obě síly se sčítají. Model potom ztrácí výšku, nebo jí obtížně nabývá.

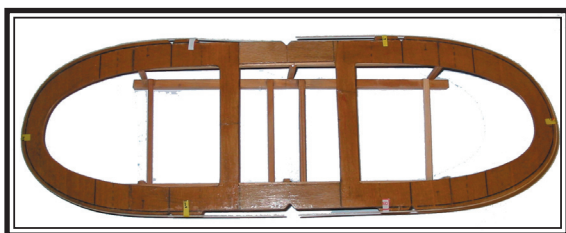


Dvojplášník kategorie P3, konstrukce J.Kubeš

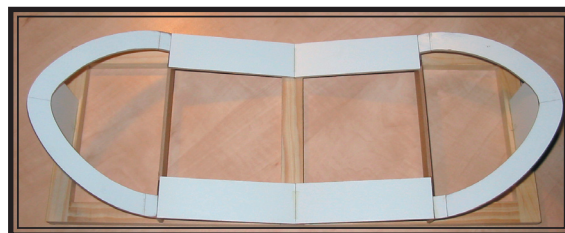
6.5 Křídlo a ocasní plochy

Křídlo, VOP i SOP stavíme zásadně v šabloně. Náběžnou a odtokovou lištu, oblouky a žebra lepíme k šabloně lehce bodově lepícím lakem ve vzdálenosti cca 3 cm tak, aby při potahování nedocházelo k jejich deformaci. Lepící lak použijeme i ke

vzájemnému lepení jednotlivých částí křídla, VOP i SOP. V případě zakřivených částí, jako jsou nosníky uší křídel a oblouky SOP a VOP navlhčenou lištu přímo ohýbáme na šabloně / osvědčilo se navlhčení nasliněním /. Lehce ji přichytíme proužky maskovací pásky pro malíře. Po vyschnutí pak tyto nosníky přibodujeme k šabloně. Šablona může být dvojího typu. Rovná, vzepětí křídla se provede po potažení odříznutím požadované části a slepením do požadovaného vzepětí pomocí podložek. Tvarová, vzepětí je již nastaveno na šabloně a kostra křídla se staví do požadovaného vzepětí. U tohoto typu je složitější postup při potahování. Rovná šablona se používá u modelů A6 a F1D. Tvarová u modelů P3. Použití ovšem zaleží na zvyklostech jednotlivých modelářů.



Šablona pro stavbu výškovky F1D



Šablona pro stavbu křídla P3

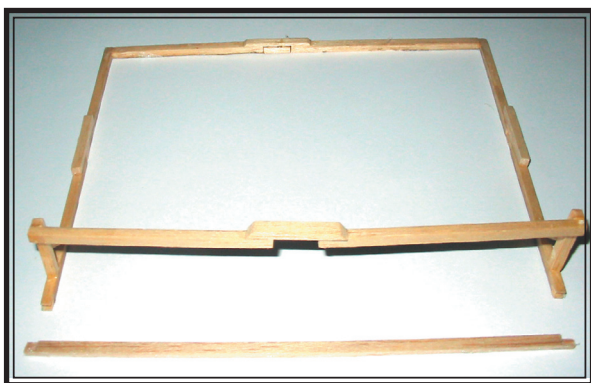
Potahování

V zásadě potahujeme vždy na šabloně. Zajistíme tím tvarovou stálost potahovaných ploch a nastavené geometrické zkroucení křídla. Potahování provádíme buď papírem, nebo folií. Postup u těchto materiálů je zcela odlišný.

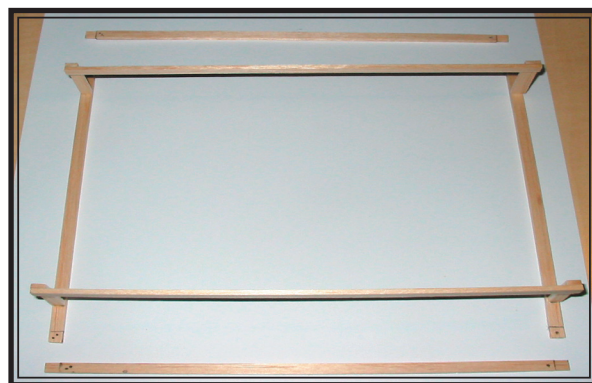
Potahování papírem. Papír je materiál reagující na vlhkost a teplotu okolí. U hallowých modelů, kterými se zde zabýváme, již neprovádíme další povrchovou úpravu / lakování / a tak musíme papír před potahováním upravit, abychom eliminovali jeho tvarové změny, které by vedly ke zborcení potahovaných ploch. Většinou pro potahování používáme tenký kondenzátorový papír / A6, P3 /. Z archu papíru vystříháme odpovídající kus s přídavkem asi 2 cm a ten v ruce opatrně zmuchláme do kuličky. Poté papír opatrně roztáhneme, vyhladíme na rovné podložce a přes čistý papír vyžehlíme žehličkou nastavenou na cca teplotu bavlny. / nutno vyzkoušet /. Takto upraveným papírem teprve potahujeme. Na kostru nanášíme rozředěnou lepicí pastu / event. silně ředěné akrylátové lepidlo / tenkým štětečkem. K žebřům lepíme jen v lomení a jinak bodově. Papír opatrně přiložíme na kostru a lehce vypneme. Po zaschnutí ořízneme přečnívající papír ostrou žiletkou. Potahování provádíme vždy postupně. Podle jednotlivých ploch. Nikdy se nesnažíme potáhnout vzepnuté plochy jedním kusem papíru. Pokud použijeme jiný druh papíru, postupujeme obdobně. Potažené plochy necháme na šabloně dokonale vyschnout. Spěch se v tomto případě opravdu nevyplatí. Po dokonalém vyžrání oddělíme nosné plochy od šablony odříznutím silnou žiletkou. Tenká čepelka má snahu „odbočit“ po zaschlých kapkách laku do balsové lišty, kterou při troše neopatrnosti můžete i proříznout.

Potahování folií. Folie je velice zvláštní materiál, se kterým musíme pracovat zcela odlišným postupem než u papíru. Pro začátek je vhodné si pracovní postup odzkoušet na tenkém polyetylenovém pytlíku. Hmotnost ultratenkého pytlíku se pohybuje kolem 0,120g/dm². Je možné při troše průzkumu objevit i lehčí.

S folií Super Ultrafilm Polymicro, Y2K, Y2K2, OS film i PET folií ze sáčku musíme pracovat pomocí přenášecího rámečku. Přenášecí rámeček vyrobený z balsových lišt



Přenášecí rámeček



Přenášecí rámeček

musí být o cca 20 - 25 mm větší na vnitřním rozměru. Na rozvinutou folii / pozor u tenkých folií na jejich schopnost se elektrostaticky nabít / položíme přenášecí rámeček předem lehce natřený „Jelením lojem“ / kosmetický přípravek na zvláčnění pokožky, kosmetika Regina /. Po položení rámečku a lehkém přitlačení folii po vnějším obvodu ořízneme **novou ostrou** žiletkou, nebo speciální mikropajkou, která folii roztaví. Takto připravený rámeček opatrně i s folií zvedneme. Tato práce je poměrně svízelná, protože folie přilnula díky elektrostatickému náboji k podkladovému papíru. Osvědčilo se opatrné stáhnutí rámečku s folií na hranu stolu a pak zvednutí. Folií na rámečku pak máme možnost opatrně vypnout. To dovoluje vrstvička Jeleního loje na rámečku. Takto připravenou folii položíme na kostru křídla, VOP nebo SOP, kterou jsme před tím natřeli kontaktním lepidlem. / Použijeme rozředěný Chemoprén, Flash nebo 3M, tak jak je uvedeno ve statí o lepidlech. U Chemoprénu je nevýhoda rychlého vysychání a možného odlepování potahu/. Potom lehce potah přihladíme nebo přitupujeme / jemné poklepy tužší molitanovou houbičkou/ ke kostře. Folií pak odřízneme těsně kolem kostry. Nejlepší je oříznutí mikropajkou, ale je možné ořez provést ostrou žiletkou. K žebrům potah přilepujeme hlavně v místě vzepětí. K ostatním stačí bodově. Po potažení opět kostru odřízneme opatrně od šablony. Jsou samozřejmě i jiné postupy jak potahovat folií, ale tento je jednoduchý a nevyžaduje žádné složité přípravky

Potahování mikrofilmem

Jak již bylo popsáno ve statí o materiálech, mikrofilm máme připravený na rámečcích. Kostru na šabloně pomocí tenkého štětečku natřeme nejlépe vlastními slinami nebo pivem. Kostru natíráme dvakrát, protože balsa saje a je nutné docílit stejnoměrného navlhčení. Po navlhčení položíme na kostru rámeček s mikrofilmem a přifoukneme. Mikrofilm se takto přilepí ke kostře. Následně mikrofilm ořízneme tenkou balsovou lištou namočenou do acetonu. Lištu vedeme asi 5 - 10 mm od nosníků a teprve po odstranění rámečku mikrofilm začistíme stejným způsobem pomocí lišty, ale teď ji vedeme po boční hraně nosníku. Mikrofilm se rozpustí a přilepí k nosníkům. Navlhčení ale nedovolí dalšímu rozpouštění a tím poškození potahu. Zde je nutné upozornit na opatrnou a citlivou práci. Každá odstříknutá kapka acetonu dokáže udělat v potahu dokonalou zkázu. Stejně tak šáhnutí lištou do potahu je devastující nepřesnost. V případě nepřichycení mikrofilmu ke kostře je možné nasliněným štětečkem opatrně mikrofilm přilepit. Mikrofilm lepíme po obvodě a k žebrům v místě lomení. Ke středovým žebrům jej přibodujeme zevnitř nasliněným štětečkem po sejmutí kostry ze šablony. Důležité je, že napřed potahujeme střed křídla a pak uši. Na

potahování uší si připravíme přenášecí rámeček s odnímatelnou postraní lištou /viz. přenášecí rámečky/. Ten navlhčíme a položíme na mikrofilm v rámečku, na kterém je mikrofilm po sejmutí z vodní hladiny. Ořízneme acetone a vyjmeme postraní lištu. Na navlhčenou kostru takto připravený mikrofilm položíme s přesahem v místě žebra lomení křídla cca 5 - 10 mm. **Pozor!** V místě žebra lomení mikrofilm nelepíme. Po oříznutí mikrofilmu provedeme odříznutí kostry ucha od šablony, zvednutí a přilepení kostry ucha do vzepětí a teprve potom navlhčeným štětečkem opatrně přelepíme spoj mikrofilmu. Celý postup sice vypadá dost složitě a neproveditelně, ale není tomu tak, vše je jen otázka cviku a citlivého přístupu ke stavbě. Potažené části modelu necháváme vyžrát na šabloně cca týden a pak uložíme do přepravní bedny. Pokud necháme kostru křídla nebo VOP na šabloně déle je nutné zamezit přístupu prachu. To v dílně, ale i doma je prakticky neproveditelné, prach je všudypřítomný. Dá se sice z mikrofilmu i folie odstranit měkkým štětcem / , nejlépe zabavit přítelkyni nebo manželce štětec na líčení, ten je super / ale tato operace je jen pro otrlé.

Potahování modelu je všeobecně poměrně složitá operace, vyžadující cit, pevnou ruku a zkušenost. Není ale neproveditelná a i když ze začátku výsledek Vašeho snažení nebude perfektní, každý další potah bude jednodušší a kvalitnější.

6.6 Trup a jeho doplňky

Trup u halových modelů musí splňovat dvě protichůdná kritéria, a to malou hmotnost a velkou pevnost, především v ohybu a zkrutu u motorové části /motorstik/ a malou hmotnost a pevnost u zadní části / boom /. U jednoduchých modelů A6 a P3 můžeme tyto části trupu zhotovit z plné balsy. Na motorstik vybíráme balsu řezu A, lehkou ale pevnou o průřezu cca 10 x 4 mm/P3, 6 x 3 mm/A6 / tyto průřezy jsou jen orientační a budou se lišit dle konstrukce a zvyklostí modeláře/. Nejlepší je narezat z vybraných prkének několik lišt a ty zvážit. Potom je podrobit jakési zkoušce pevnosti. V prstech zkusit prohnout lištu v obou směrech průřezu lišta, která klade největší odpor průhybu a bude dostatečně lehká je vhodná na motorstik.

Trupy výkonných modelů P3 a především modelů kategorie F1D zhotovujeme z tenkostěnné balsové trubky. Postup zhotovení je u obou v podstatě modelů stejný. Rozdíl je jen v dimenzování tloušťky použité balsy a průměru trupu a boomu.

kategorie	průměr		balsa řez C - tloušťka	
	motorstik	boom	motorstik	boom
P3	10 - 8 mm	kužel 10/8 - 3mm	0,7 - 0,5 mm	0,5 - 0,3 mm
F1D	7 - 6 mm	kužel 7/6 - 3mm	0,5 - 0,4 mm	0,35- 0,31 mm

6.7 Postup zhotovení balsové trubky

Připravíme si prkénko zrcadélkové balsy / řez C / o délce o cca 20 mm delší než je požadovaná délka trupové části a cca o 8 mm širší než je její obvod / šíře je dána obvodem použitého trnu - trubky dle níže uvedeného vzorce /. Jako trn je nejlepší duralová trubka o požadovaném průměru. Dobře poslouží i trubka ze skelného či uhlíkového laminátu.

$$\text{OBVOD KRUHU} = \text{DÉLKA KRUŽNICE}$$

$$O = 2\pi r = \pi D \quad (\pi = 3,14)$$

Připravenou balsu namočíme ve vodě a položíme na předem navlhčený pruh papíru / nejlépe vyhoví vláknitý papír jako Modelspan , který se po navlhčení netrhá/. Přiložíme trn a společně navineme. Tuto operaci provádíme na hladké rovné desce / sklo, laminotřísková deska apod. /. Válením ve směru návinu při vyvození mírného tlaku docílíme pevného utažení balsy na trnu. Poté je nutné nechat trubku vyschnout nejlépe v elektrické troubě při teplotě 100 - 120 °, nebo na radiátoru ústředního topení. Vyšší teplota vysoušení nám zajistí tvarovou stálost trubky. Po vysušení provedeme seřiznutí podélných konců trubky v přípravku. Řez vedeme podéle ocelového pravítka na trnu a přes papír, kterým je trubka ovinuta. Sejmeme trubku z trnu a opatrně odstraníme papír a odříznuté části balsy. Tímto postupem docílíme přesné spasování podélného spoje trubky. Lepení provádíme na trnu pomocí lepícího laku v injekční stříkačce viz *obrázek* Lepíme od středu trubky ke krajům po cca 15 mm, jemným stiskem prstů fiksujeme lepenou část k sobě. Kontrolujeme souměrnost lepené spáry a posunem nebo protočením trnu uvnitř trubky nepřilepení trubky k trnu. Po slepení necháme spoj řádně zaschnout, překontrolujeme jeho kvalitu. Celý spoj je dobré přetřít rozředěným lepícím lakem.



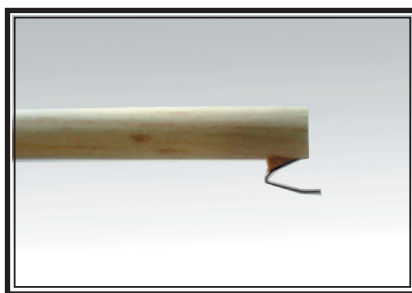
Balsa navinutá na trnu s pomocným papírem



Slepování balsové trubky na trnu

Trubku zkracujeme pomocí ostré žiletky na požadovanou délku na trnu. Do její zadní části vlepíme stojinu s háčkem závěsu gumového svazku. Háček ze struny 0,5 mm u modelu P3, 0,35mm u F1D, přilepíme na stojinu s balsy tl. 0,6 mm s vlákny kolmo k rovině trubky. Přilepený háček ještě zpevníme přelepením proužkem Vliesu. Háček lepíme vteřinovým, nebo dvousložkovým lepidlem. **Drobná, ale důležitá**, je odchylka ve tvaru zadního závěsu u F1D. Zde je ve vrchní části vytvořen drobný ohyb, který slouží pro zakotvení výztužného drátku motorstiku. Do přední části trupu / motorstiku/ vlepíme stejnou stojinu o délce cca 20 mm. poté šikmo seřizneme trubku pod úhlem 15 - 20° a zavičkujeme kouskem balsy 0,35 - 0,5 mm.

V přední části trupu poté přilepíme ložisko vrtule, které vypo-
ložíme plátkem bambusu u P3/12 x 2x 0,5 mm/ nebo uhlíkového pás-
ku F1D. Tato podlož-
ka nám zajistí větší
pevnost spoje a nedo-
volí zamačkávání lo-



Zadní závěs gumového svazku

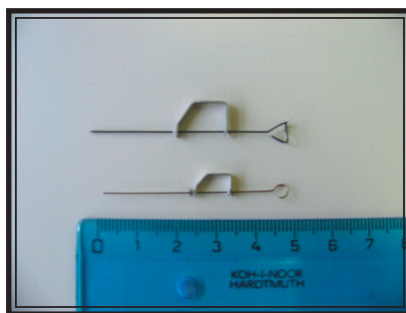


Zadní závěs gumového svazku

žiska do balsy a tím změnu vyosení vrtule. Ložisko lepíme s vyosením 2° vlevo opět vteřinovým , dvousložkovým lepidlem nebo Kanagomem. Po přilepení ještě spoj zpevníme přelepením proužkem Vliesu . U F1B se též používá ovázání a přelepení kevlarovým nebo uhlíkovým vláknem. U P3 a A6 je možné spoj ovinout

i hedvábnou nití nebo vláknem z dámské punčochy /silonek/.

Trubku zadní části /boom/ trupu zhotovíme stejným postupem jako u motorstiku jen s tím rozdílem, že stáčení provedeme na konickém trnu a slabší balsou. U P3 o tloušťce 0,3-0,4mm u F1D 0,31-0,35mm. Trn na P3 je většinou potřeba vyrobit, protože zúžení je poměrně značné. V přední části 200mm dlouhého trnu je průměr 10-8mm, v zadní pak 3mm. V případě F1D můžeme s úspěchem použít špičku z rybářského prutu odpovídajícího průměru 7-6mm na začátku. Výhoda je materiál, skelný nebo uhlíkový laminát, na němž špatně drží lepicí lak a odolává vodě. / trn ze železa je nepoužitelný, po navlhčení rez dokonale přilepí balsovou trubku, kterou se nepodaří stáhnout/. Po slepení a zaříznutí zadní části trupu bude postup u obou sledovaných kategorií rozdílný.



Ložiska na P3 F1D

P3. Zde dojde ke slepení obou částí trupu a to tak, aby byla dodržena jejich souosost. U některých modelů ale toto pravidlo až tak neplatí. Využívá se vyosení zadní části trupu do leva a dolů. Toto vyosení je součástí seřízení modelu.

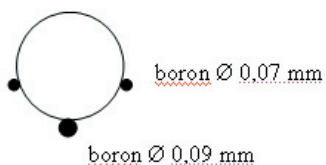
F1D. U těchto modelů je trup dělený, čímž je umožněna jednodušší přeprava a možnost změny seřízení průměru zatáček modelu. Pro spojení obou částí trupů slouží balsová konická trubka, o délce cca 15-20mm, vlepená do zadní části motorstiku, na níž se těsně nasouvá zadní část trupu /boom/.



zadní část motorstiku F1D, konická spojovací trubka.

Trubku boomu v přední části zpevníme proužkem tenkého Modelspanu, tak zabráníme jejímu poškození při nasouvání na motorstik.

Velice významný rozdíl v konstrukci trupů u P3 a F1D je možnost použití u F1D i jiné materiály než balsa. U F1D to je především Boronové vlákno, které podélně nalepené na motorstik i boom zvyšuje podstatně jejich pevnost v ohybu. Lepení provádíme na trnu pomocí lepicího laku. Při této operaci je nutné opatrné dávkování laku. Zde váha velice rychle přibývá. Rozmístění vláken v rozmezí 100 - 120° při pohledu zepředu je na nákrese.



6.8 Další části trupu

Především jde o posty křídel a VOP. V podstatě jde o vertikální lišty, které nesou křídlo a VOP. Je to taková zvláštnost v konstrukci halových modelů. Umožňují nám umístit křídlo a VOP do proudu vzduchu za vrtulí a tím docílit optimálního ofukování nosných ploch, což zlepšuje aerodynamické charakteristiky modelu. Dále umožňují změnu úhlu seřízení a úhlu nastavení modelu. Halové modely většinou létají na vyso-

kých úhlech nastavení a tak možnost tyto parametry měnit je velice výhodné. (viz. kapitola o aerodynamice).

Posty dimenzujeme podle typu modelu. Vybereme pevnou, hustou ale lehkou bal-su. Musíme si uvědomit, že nesou nosné plochy a odolávají během letu značným silám. Pro porovnání jsou uvedeny v tabulce rozměry a hmotnost postu.

kategorie	posty křídla		posty výškovky	
	rozměr mm	hmotnost	rozměr mm	hmotnost
P3	70 x 2,4 x 2,4	oba 0,09g	25 x 1,6 x 1,6	0,06g
F1D	82/80 x 1,5 x 1,1	oba 0,05g	25 x 1,1 x 1,1	0,02g

Součástí postů jsou trubičky, do kterých posty těsně zasouváme. Stáčíme je na odpovídajícím trnu / osvědčily se dřívky spirálových vrtáků na kov, ty lze zakoupit po 0,1 mm a tak je možné stočit trubičku o požadovaném průměru / z tenkého Modelspanu. Nejjednodušší postup je proužek papíru natočíme na trn, který napřed naseparujeme parafínem, utáhneme a pak prosytíme lepícím lakem. Trubičkou v průběhu schnutí na trnu protáčíme, aby se k němu nepřilepila. Trubičku sejmem až po řádném vytvrdnutí laku, jinak by se při schnutí deformoval.

V případě P3 jsou trubičky přilepeny k motorstiku a boomu a posty přilepené ke kostře křídla a VOP se do nich zasouvají. U F1D jsou posty součástí trupu a trubičky jsou přilepeny k náběžné a odtokové liště křídla a VOP. Je to dáno celkovým dimenzováním konstrukce jednotlivých modelů, což názorně ukazuje tabulka. Jednoduché je usadit trubičky na trup z plné basy. Složitější je to u trupů stáčených tam otvory pro vlepení trubiček nebo postů vyvrtáme kulatým jehlovým pilníkem. Správné ustavení a přilepení je nejlépe provést v přípravku, který nám zaručí jejich kolmost a sousost.

U modelů kategorie F1D posty křídel vyztužujeme nalepením boronového nebo uhlíkového vlákna. Stejně tak řešíme středový kozlík přes, který vedeme ztužující volframový drátek.

6.9 Těžiště halového modelu

Jak již bylo popsáno v kapitole o aerodynamice, těžiště je i pro halové modely důležité. Ve většině případů se pohybuje v 50% hloubky křídla, ale může být i dále. Důležité je, jak zjistíme jeho polohu. V případě, že model stavíme podle plánku a nebo podle již odzkoušeného modelu máme vše zjednodušené. Pokud dodržíme vše podle plánku / rozměry, váhový rozpis dílů / poloha těžiště vyjde většinou tam, kde má být. Horší situace je v okamžiku, když stavíme podle svého návrhu a nebo poloha těžiště není známá. Pak musíme polohu těžiště zjistit.

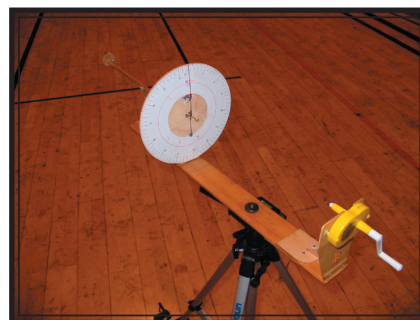
Celý model nejprve zvážíme / trup, křídlo, VOP, SOP vrtuli /. Poté model zkompletujeme, na trup přilepíme SOP, nasuneme na posty VOP eventuelně ji přilepíme napevno, nasadíme vrtuli na ložisko a zavěsíme svazek gumy odpovídající 75% hmotnosti modelu. Takto sestavený model podepřeme na trupu, tak aby vodorovná osa trupu byla rovnoběžná s horizontálou. Toto místo - těžiště - si označíme. Protože budeme vycházet z polohy těžiště v 50% hloubky křídla a hloubku křídla známe, můžeme označit a přilepit posty / trubičky postů / křídla na trup. Tímto krokem máme zajištěno základní sestavení modelu.

7. Gumový svazek

Guma je pro halový model motorem. Výborný model se špatným motorem nikdy nedosáhne špičkových výsledků, ale průměrnému modelu může kvalitní gumový svazek dopomoci k velice dobrým výsledkům. Z toho vyplývá, že kvalitní guma je nezbytná pro kvalitní výkony modelu. O to více to platí u kategorií, kde je omezena hmotnost gumového svazku a kde můžeme experimentovat pouze ze šarží / kdy byla guma vyrobena / a s průřezem jednotlivých nití svazku. Pro létání tedy připravujeme svazky dopředu a podrobíme je záběhu. Délka svazku je závislá na kategorii modelu. Pro P3 při průřezu gumy 3,2 x 1 mm je délka svazku 300 - 360 mm / mezi závěsy - celková délka je fakticky 600 - 720 mm /. S délkou svazku je nutné experimentovat ve vztahu k šarži gumy a výšce haly/. U modelů A6 při průřezu gumy 1,15 x 1 mm se délka svazku pohybuje kolem 300 mm. U F1D je omezená hmotnost svazku na 0,6 g a tak délka svazku je závislá na průřezu gumy. V literatuře se uvádí různé způsoby vázání svazků. Osvědčená metoda je svázání konců tzv. krejčovským uzlem, který je nutno řádně utáhnout, tomu pomůžeme nasliněním. Poté ještě přečnívající konce gumy svážeme dvakrát jednoduchým uzlem. Před svázáním navlékneme na svazek gumový „o“ kroužek který slouží pro snadnější zavěšení natočeného svazku do modelu. Pro P3 se osvědčily o kroužky NBR 70 1,78 x 1,78, pro F1D a A6 1,1 x 1,1. Tyto o kroužky je nutno vyzkoušet, jelikož se vyrábějí v různé tvrdosti pryže a ne každý typ je vhodný. Svazky mažeme, jak při zabíhání, tak při létání. Vyzkoušené a stále používané je mazání svazku rycinovým olejem, který dostanete v každé lékárně.

7.1 Zabíhání svazku

Záběh je nutný u každé gumy. Jedině zběhnutý svazek získá schopnost pojmout maximální počet otáček a vydat potřebnou energii pro vrtuli modelu. Svázaný svazek namažeme a natáhneme na délku rozpažení / u kratšího svazku upravíme úměrně délku natažení/. Toto provedeme 5 - 10x. Poté svazek natáčíme na 40, 60, 80, 90 a 95 % skutečných otáček, které budeme natáčet. To kolik otáček svazek snese musíme vyzkoušet, tak že natáčíme až do jeho destrukce na stejném pokusném svazku. Natáčení je nejlépe provádět na zkrutoměru, neboli měřidle krouťícího momentu svazku /Torqvetmetru/. *Foto* Na tomto měřidle daleko přesněji zjistíme kvalitu použité gumy. Nenatáčíme potom svazek nejen na počet otáček, ale i na max. krouťící moment. Při postupném vytáčení vždy o 25 otáček můžeme hodnoty klesajícího krouťícího momentu zaznamenat do grafu a tím získat přesný přehled o kvalitách jednotlivých druhů gumy.



8. Vrtule

Nejsložitější a také nejdůležitější částí modelu je vrtule. Její kvalita je základem dobrých výkonů jakéhokoliv modelu i skutečného letadla.

Vrtule halového modelu je roztáčena momentem gumového svazku, který v průběhu letu neustále klesá. Z tohoto důvodu, také klesají otáčky vrtule a následně rychlost letu. Je tedy zřejmé, že vrtule, která by měla co nelepší účinnost po celou dobu vytáčení svazku gumy, by musela mít všechny své parametry proměnné, tj. průměr, stoupání šířku, tvar a profil listu. Toho lze dosáhnout dnes již používanými stavitelnými vrtulemi v kategorii F1D. Zde se využívá velikost momentu svazku ke

změně nastavení stoupání vrtule, při zachování ostatních parametrů. Je potřeba si uvědomit základní vztah:

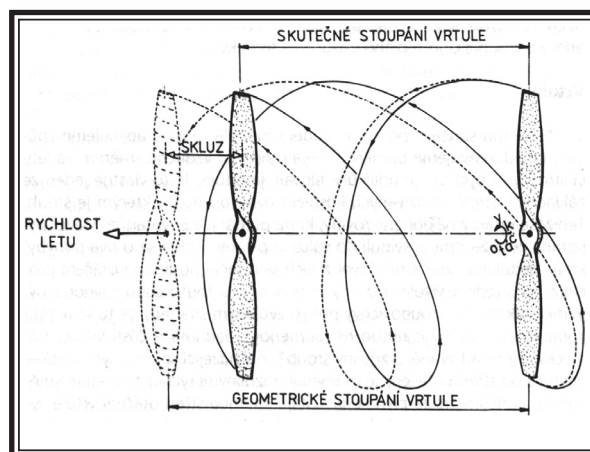
a) Vrtule s malým průměrem a malým stoupáním se otáčí rychleji a energii svazku též rychleji spotřebuje.

b) Vrtule s velkým průměrem a velkým stoupáním se otáčí pomaleji a energie svazku se i pomaleji spotřebovává.

Z výše uvedeného vyplývá, že výhodnější by měla být vrtule „b“, ale musíme vzít v úvahu ještě další veličinu a tou je tah, což je jedna složka aerodynamické síly, která působí ve směru letu a je přímo závislá na výše uvedených parametrech vrtule, ale především na jejím průměru a geometrickém stoupání.

Stoupání vrtule si můžeme představit jako vzdálenost, kam by měla vrtule postoupit za jednu otáčku, viz. obrázek.

Zhotovit vrtuli pro halový model proto není jednoduché, ale proveditelné. Pro jednotlivé kategorie zhotovujeme vrtule rozdílným způsobem, jež si osvětlíme v následující kapitole.



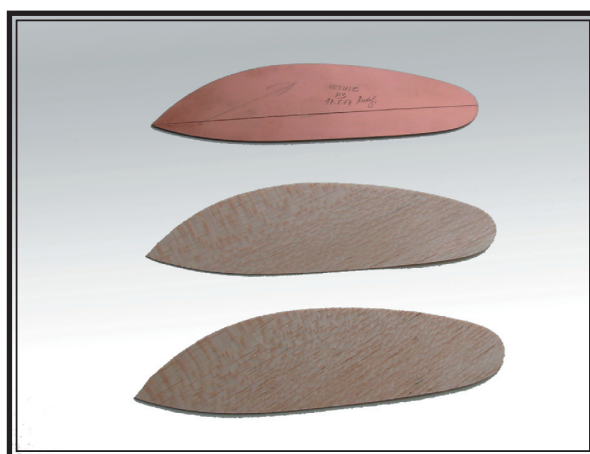
Stoupání vrtule

8.1 Základní postupy při zhotovení vrtule

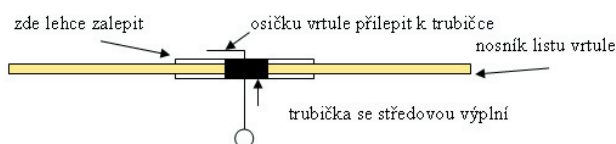
Šablona. Tvar listu vrtule je vhodně z balsového prkénka vyřezávat podle šablony zhotovené z tenké překližky, plechu anebo tenkého kuprextitu pro výrobu plošných spojů. Šablona nám zaručí vždy stejný tvar listu a u F1D slouží k přesnému ohnutí tvaru nosníku listu.

Nejjednodušší je zhotovení vrtule pro kategorii A6. List je plochy, nepřekroucený o tloušťce min. 0,6mm. Pro jeho zhotovení vybereme balsu zrcadélkového řezu „C“. V případě silnějšího prkénka provedeme zbroušení na požadovanou tloušťku.

Do osy listu nalepíme nosník vrtule z tužší balsy. Střed zhotovíme z papírové trubičky / jak bylo popsáno /, do jejího středu zalepíme kolíček z tvrdší balsy, ten nám slouží pro uchycení a vedení osičky vrtule z ocelové struny. Do trubiček středu vrtule zasuneme nosníky listů a po nastavení stoupání lehce na jejich koncích zalepíme lakem. Toto lehké zalepení nám umožní později měnit stoupání vrtule po předchozím rozlepení pomocí acetonu.



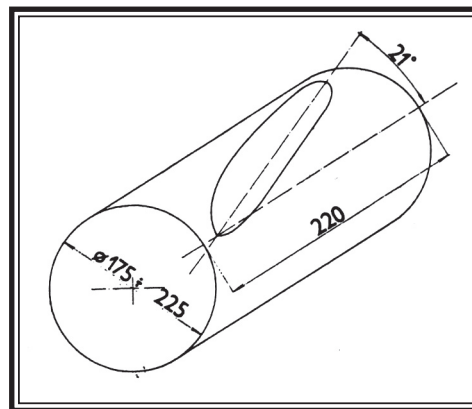
šablona a listy vrtule P3



8.2 Vrtule pro kategorii P3

Zhotovení vrtule pro tuto kategorii je o něco složitější. Především zde již pracujeme s profilem listu vrtule a s geometrickým překroucením. Začátek postupu je stejný jako u A6.

Podle šablony vyřízneme tvar listu z balsy tloušťky 1 - 1,5 mm, řezu „C“. Listy položíme na sebe a obrousíme po obvodu, čímž zajistíme tvarovou shodnost. Pak provedeme broušení na tloušťku 0,6 - 0,7 mm u kořene listu a 0,4 mm na konci listu. Broušení je nutné provádět opatrně a nejlépe krouživými pohyby brousítka. Při pouhém podélném broušení / po letech / dochází k prohnutí listu. Brousíme střídavě po obou stranách za stálé kontroly tloušťky listu. / ideální je průběžná kontrola tloušťky mikrometrem /. Důležitá je kontrola hmotnosti obou listů, která musí být stejná. Vybroušené listy stejné hmotnosti položíme na



Šablona pro tvarování listů vrtule P3

sebe a namočíme, poté je umístíme na šablonu nebo válcovou plochu / viz obr. / a zafixujeme. / vhodné je omotání textilním obinadlem, přiložením protikusů z molitanu a zajištěním gumovou smyčkou apod. / V případě, že šablona je schopná odolávat vyšší teplotě, je vhodné vysušení provést v elektrické troubě při teplotě 100 - 120°C. Po sejmutí listů ze šablony máme dvě možnosti dalšího postupu, a to :

a) do obou listů současně provedeme žiletkou zářez odpovídající rozměrům a tvaru nosníku listů. Poté prudkým fouknutím mezi listy je od sebe oddělíme a nosníky listů v těchto výřezích zalepíme.

b) listy oddělíme od sebe a nosníky listů přilepíme na povrch listů v jejich ose.

Pro lepení použijeme vteřinové lepidlo. Použití tohoto lepidla nám zajistí nezborcení lepené spáry a tím celého vrtulového listu. Střed vrtule zhotovíme stejným způsobem jako u vrtule pro A6. Zde použijeme pouze větší průměr trubičky / cca 2,2 - 2,5 mm / a ocelové struny na osičku / 0,5 mm /.

V literatuře se uvádějí určité poměry mezi průměrem vrtule, šířkou listu a jeho prohnutím / profil /. Šíře listu 10 - 13% průměru vrtule, prohnání střední čáry profilu 5 - 7% šířky listu. Toto jsou určité empirické / výsledované / údaje. Podle zkušeností je vše závislé na celkovém sladění modelu a tak tyto údaje je nutné brát jako orientační. Jako šablonu pro tvarování listů vrtule je možné použít jakoukoliv válcovou plochu o průměru 175 - 225 mm. Posunutím osy listů od vertikály o 21° získáme vrtuli se stálým průběhem stoupání. V případě šablony kuželovité / základna 190 mm, výška 250 mm, vrchní průměr 220 mm /, získáme vrtuli s proměnným průběhem stoupání. To jaká vrtule je vhodná pro náš konkrétní model sice můžeme teoreticky určit, ale praktické zkušenosti jsou nenahraditelné.

8.3 Vrtule pro F1D

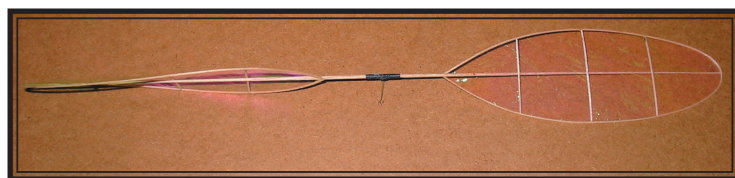
Konstrukce vrtule pro tuto kategorii je zcela odlišná, než u předchozích. Zásadní rozdíl je v provedení listu vrtule. U A6 a P3 jsou listy zhotoveny z plné balsy. U F1D je list konstruován z obvodové lišty, žeber a středového nosníku. Kostra vrtule je

pak potažena mikrofilmem nebo folií. Celá konstrukce je sestavena a potažena na šabloně. Na první pohled vypadá celá konstrukce velice subtilní a neschopná odolávat silám, které v průběhu letu modelu na ní působí. Opak je v tomto případě pravdou. Konstrukce a hmotnost listu dokáže velice účinně přenášet výkon svazku, přeměnit ho na tah a udělit modelům rychlost potřebnou ke stoupání a letu. Z již uvedeného vyplývá, že zhotovení takovéto vrtule vyžaduje vysokou přesnost, cit a použití přípravků a šablon, které zajistí naprostou shodnost obou listů.



Šablona s kostrou listu vrtule pro F1D

Je nutné si při stavbě takovéto vrtule uvědomit, že se zde střetáváme s rozdílnými požadavky. Je to minimální hmotnost a vysoká pevnost listu. Hmotnost i pevnost můžeme ovlivnit výběrem a dimenzováním balsových dílů vrtulového listu. Pevnost potom jeho konstrukcí.



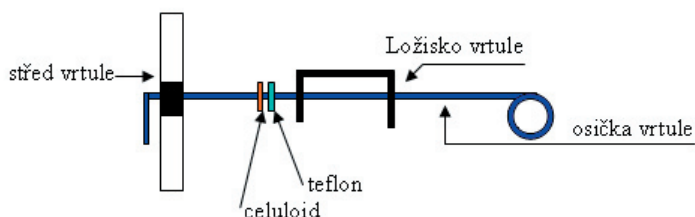
Vrtule pro kategorii F1D

8.4 Stavba

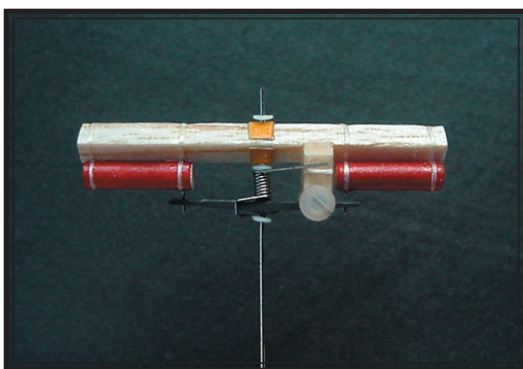
Stavbu vrtulového listu začneme natvarováním obvodové lišty. Balsovou lištu řezu „A“ o průřezu 0,6 x 0,6 mm, namočíme jí /zde stačí protáhnout lištu mezi rty a navlhčit jí slinami/ a pak opatrně ohneme kolem šablony ve tvaru vrtulového listu. Šablonu zhotovíme z kartonu, slabé překližky nebo tenké 2 mm silné desky z EPP /extrudovaný polypropylen využívaný na stavbu halových RC modelů/. Naposled jmenovaný materiál je pro tyto účely opravdu vynikající. Konce lišt zajistíme na šabloně kouskem papírové maskovací pásky /maskovací páska pro malíře/ Po vyschnutí, nejlépe na radiátoru topení, lištu sejmem z šablony a bodově přilepíme na kopyto podle předkresleného tvaru listu, před tím stejně přilepíme středovou lištu. Dále přilepíme žebra listu vrtule a to jen k obvodové liště. Po vytvrzení lepidla středovou lištu podložíme v místě křížení se žebrem klínem tak, aby se lehce žebra dotýkala a styk zalepíme. Tuto operaci provádíme s citem, aby nedošlo k deformaci žebra. Lepení provádíme lepícím lakem. Středový nosník o délce cca 220 mm řežeme z tužší balsy řezu „A“ tl. 1,6 do klínu, na konci nosníku je pak průřez 0,5 x 0,5 mm. Žebra řežeme podle šablony z balsy 0,6 mm zrcadélkového řezu. Výška žebra je 0,8 mm. Prohnutí žebra je do dvou třetin průměru listu 5,5 mm, dále ke konci listu 4 mm při délce 70 mm. Délku žeber zkracujeme přímo na kopytě. Po zaschnutí lepených spojů provedeme potažení vrtulového listu mikrofilmem stejným způsobem jako nosné plochy. Přenášeč rámeček na mikrofilm slepíme z balsových lišt 2 x 4 mm. Rámeček musí být schopen se překroutit podle kopyta.

Střed vrtule provedeme stejným postupem jakou u P3 jen s tím rozdílem, že trubka má vnitřní průměr 1,6 - 1,5 mm a osička vrtule je z ocelové struny 0,45 mm.

Velice důležité je u každé vrtule axiální ložisko, které snižuje tření mezi vrtulovým středem a ložiskem vrtule. Toto ložisko vysekne vysekávačem o $\varnothing 2 - 2,5$ mm z tenkého celuloidu a teflonu.



V současné době se používají stavitelné středy vrtule, ale to je již nad rámec této publikace. Jejich princip je vysvětlen v kapitole vrtule a pro představu zde předkládám několik ukázek jejich konstrukce.



Stavitelné středy vrtule F1D

8.5 Nastavení stoupání vrtule

Sebelépe zhotovená vrtule, pokud není staticky a dynamicky vyvážená, nemůže vykazovat dobré výkony. Statické vyvážení se dá popsat jako shodná hmotnost obou částí vrtule a dá se snadno vyhodnotit. Vrtule staticky vyvážená zůstane v jakékoliv poloze po jejím natočení na ose. V případě, že tomu tak není, těžší list se otočí směrem k zemi.

Dynamické vyvážení se dá popsat jako shodné stoupání obou listů vrtule. V případě rozdílného stoupání dochází k házení vrtule, vibracím a celkovému rozkomáhání modelu. Tento stav je samozřejmě nežádoucí. K přesnému nastavení stoupání je nutné použít přípravek. Stoupání měříme ve $\frac{3}{4}$ délky vrtulového listu, měřeno od středu vrtule. Každé hodnotě stoupání vrtule odpovídá určitá velikost úhlu α , který změříme úhloměrem v daném místě listu. Pro příklad uvádíme některé hodnoty stoupání.

Velikost stoupání S	Velikost úhlu α
750	38°
725	37°
700	36°
675	35°
650	34°
625	33°

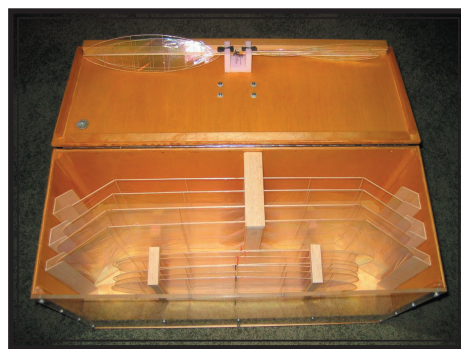
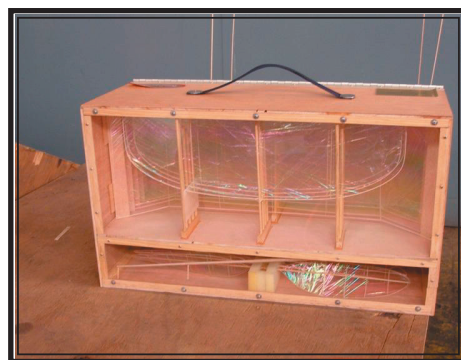
Z tabulky empiricky vyplývá, že každý stupeň $\pm$ úhlu α je ± 25 na velikosti stoupání S . Podstatné není, jak označujeme stoupání vrtule, ale že známe měřitelné údaje a ty využíváme k optimálnímu nastavení stoupání vrtule podle požité gumy a podmínek v hale / výška haly a charakter stropu, hladký, konstrukce, svítidla apod./.



Přípravek pro měření stoupání vrtule

9. Létání

Létání s halovými modely má svá specifika jako každá jiná kategorie leteckých modelů. Zásadní odlišnost je zřejmá. Velikost a minimální hmotnost těchto modelů klade mimořádné nároky i na samotné létání. Již přeprava modelů vyžaduje pevnou krabici s možností upevnění celého modelu nebo jeho dílů / trup, křídla, VOP, vrtule /, jež zajistí ochranu před poškozením. Vedle samotných modelů potřebujeme pracovní stůl / kempovací apod. /, kufr s nářadím a dalším potřebným vybavením pro létání / gumu, mazání, natáčedlo a spoustu dalších věcí /, skládací židličku. Neméně důležitý je samotný prostor, ve kterém létáme. V našich českých podmínkách létáme spíše v nízkých halách. Nejdosažitelnější jsou běžné tělocvičny, jejichž výška stropu se pohybuje mezi 8 - 10 m. Lépe na tom jsou některé zimní stadiony, jako třeba v Teplicích, kde výška stropu je 14,5 m. Vyšší haly jsou u nás také, ale jsou pro nás většinou nedosažitelné, ať z důvodů finančních nebo provozních. Důležitá je též stropní konstrukce těchto hal. Ideální je hladký strop bez konstrukcí, zavěšených svítidel a jiných překážek. Takový ideál najdeme, ale zřídka. Podle charakteru haly je pak nutné zvolit taktiku létání, zvolit vhodný svazek a vrtuli. To, jak létat v dané hale, je jen otázka zkušeností a tréninku. Jako každá kategorie leteckých modelů i halové mají svá pravidla. Vedle pravidel konstrukčních jsou to pravidla soutěžní.



krabice na modely

Všechny oficiální kategorie se při soutěžích létají na šest startů. Z těchto startů se započítávají dva nejlepší časy, které se sčítají a výsledek je zaznamenán jako výsledný čas. Platný let je pouze let trvající 60s a více. Lety trvající méně než 60s jsou považovány jako nezdařené. Pro každý ze šesti letů je povolen jeden nezdařený let. U ostatních kategorií je možné létat na tři starty a počítat jeden nejlepší. To, na kolik startů se bude létat, určuje pořadatel soutěže, ale v případě sledování výsledku a určování žebříčku v jednotlivých kategoriích to celkové výsledky zkresluje. Proto u kategorií A6, P3 a F1D se soutěže započítávané do Českého poháru a mistrovství republiky létají na šest startů podle pravidel FAI. Je na organizátorovi dané soutěže, jak určí její průběh. Většinou se vyhláší tzv. startovní kola. To je časový limit na jeden nebo více startů / většinou na dva starty /. Toto vyhlášení „startovního okna“ umožňuje odletět všem závodníkům v určitých

podmínkách, které se v průběhu soutěže mohou měnit. Tzv. kondice v hale se totiž v průběhu dne mění na základě vnějších podmínek.

Přes to, že létáme s volnými halovými modely, je možné jejich let korigovat, pravidly povolenými prostředky. Korekce letu je povolena k úpravě dráhy letu modelu, aby se zabránilo vzájemné srážce nebo srážky modelu s pevnou překážkou /stěna, konstrukce/ nebo k jeho přemístění do jiné části letového prostoru. Pro korekci letu je povolena tyč nebo balon upevněný na šňůře. Doba korekce i počet zásahů není omezen. Všechny zásahy musí být provedeny ze strany čela modelu, nikdy zezadu. Model nesmí tímto zásahem změnit výšku letu přibližně o 0,5m nebo o 1m na každých 25m výšky. Pokud se v průběhu korekce letu zastaví vrtule, doba, po kterou se neotáčí, se odčítá od celkově dosaženého času daného letu. Změnu směru letu musí provést soutěžící sám. Měření letu začíná vypuštěním modelů.

Končí:

- a) jakmile model spočine na podlaze haly
- b) odpadne-li část modelu
- c) narazí-li model na jakoukoliv část budovy nebo jejího zařízení, kromě podlahy a jeho pohyb se zastaví. Časoměřiči pokračují v měření po dobu 10s. Zůstane-li model v dotyku s budovou nebo jejím zařízením i po uplynutí 10s, měření se zastaví a čas 10s se odečte od celkového dosaženého času. Vymaní-li se model sám s dotyku s budovou dříve než za 10s, měření pokračuje.

Soutěžící má právo mít jednoho pomocníka. Model soutěžící vypouští z ruky a gumový svazek musí natáčet sám.

Kategorie výšek hal.

- I. výška menší jak 8m
- II. mezi 8 - 15m
- III. mezi 15 - 30m
- IV. vyšší než 30m

Výška haly se počítá mezi podlahou a nejvyšším bodem základní konstrukce budovy, v jehož výšce se dá vepsat myšlený 15m kruh.

Při samotném soutěžním létáním, ale i při tréninku důsledně provádíme záznamy o jednotlivých letech. Ty nám slouží k vyhodnocování výkonů jednotlivých modelů, ale i k vyladění modelu při následném létání ve stejné hale. Jak a kde létat soutěžně se dozvíme z kalendáře soutěží Svazu modelářů ČR. A trénování, to je na každém z nás. Jak a kde je možné zjistit na internetu nebo v klubech LM. Nejideálnější spojení je ovšem kroužek modelářů na škole a využívání školní tělocvičny. Člověk je tvor soutěživý a tak účast na soutěžích není jen o dosažení nejvyšších met, ale i o setkání, výměně zkušeností a nakonec o přátelství lidí se stejným koníčkem.



Hala Lokomotiva Plzeň