



# **VEDOMOSTNÍK**

## **mladého leteckého modelára**

**Mgr. Vladimír Zvalený**

## **Milí priatelia,**

tento Vedomostník leteckého modelára som sa rozhodol zostaviť pre nedostupnosť jednoduchej študijnej literatúry pre mladých začínajúcich modelárov - vetroňárov, ale i pre mierne pokročilých. Tento deficit som zistil pri takmer 30-ročnej práci s mladými. A tu som pocítil potrebu túto medzeru pre svojich začínajúcich modelárov zaplniť. Keďže som si s tým dal prácu, chcem sa podeliť o výsledok s ďalšími. Je len samozrejmé, že na tak malej ploche sa nedá vystihnúť a opísať všetko ozaj to “základné”. Túto skutočnosť som si uvedomil, keď som Vedomostník začal zostavovať.

Zrazu sa mi zdalo všetko “základné”. Z toho by ale musela byť kniha, preto som sa rozhodol ozaj pre tie najzákladnejšie pojmy, veci, postupy, ktoré prechádzajú až do (veľmi jednoduchej) aerodynamiky a meteorológie. Citlivý čitateľ určite zbadá určité náznaky ďalších zložitejších pokračujúcich súvislostí.

Všetky ďalšie postupy a postupnosti, príčiny a súvislosti sa mladí adepti od starších pod odborným vedením a na súťažiach určite naučia. A tí naj... potom si už aj sami vyhľadajú odbornú literatúru o teórii profilov, ... a ďalších tajných komnatách leteckého modelárstva.

Prosím **všetkých**, ktorým sa tento Vedomostník dostane do rúk, aby mi dali vedieť svoje pripomienky k tomuto skromnému - a som si vedomý, že neúplnému - materiálu. Bude to pre dobro všetkých mladých adeptov nášho krásneho športu.

Podkladom obrázkov Vedomostníka sú príručky od Drahoslava Štěpánka a kol.: Soubor přednášek pro přípravu kádrů v modelářské odbornosti Svazarmu (1982) a Jaroslava Lněničku: Letecké modelářství a letectví (1996)

**Letu zdar!!!!**

Mgr. Vladimír Zvalený  
Beckovská 386  
Trenčianska Turná  
913 21

Tel.: 00421-32-6555 320                      Fax: 32-6555 330  
privát: 32-65 856 86  
mobil: 0905/386 790  
e-mail: vladimir.zvaleny@tnos.tsk.sk alebo vzvaleny@kmp.sk

Vedomostník si môžete otvoriť na:  
**[www.zstrencturna.edu.sk](http://www.zstrencturna.edu.sk)**

## Bezpečnostné pravidlá

### Zodpovednosť za bezpečnosť:

#### **1. pri súťažiach a pretekoch majú:**

• jury • riaditeľ súťaže • rozhodcovia • časomerači • organizační vedúci • prípadne ďalší funkcionári.

#### **2. v dielňach majú:**

• vedúci klubu (krúžku) • inštruktori starší ako 18 rokov

a/ v dielňach sa môžu používať iba ručné nástroje a z prístrojov elektrická vŕtačka, nažehľovacia žehlička (po výcviku).

Práca na sústruhu alebo inom zariadení je **žiakom zakázaná!**

Členovia **starší ako 18 rokov** všetku činnosť vykonávajú na **vlastnú zodpovednosť!**

### **Práca v dielni**

1. V dielni sa pracuje iba v pracovnom odevu a vhodnej obuvi.
2. Na pracovisku sa udržiava poriadok a čistota, nástroje sa ukládajú na vyhradené miesto. Odpad sa priebežne odstraňuje.
3. Chovanie je kludné, rozvážne, bez rozptyľovania a hovoru.
4. Závady na nástrojoch a náradí musia byť ihneď odstránené.
5. Stroje sa spúšťajú iba za prítomnosti vedúcich.
6. Požiar okamžite hlásiť a pokúsiť sa (pokiaľ to nie je el. prúd) uhasiť hasiacim prístrojom.

### **a/ Bezpečnosť pri voľne lietajúcich modeloch:**

zakazuje sa používať:

- vrtule s kovovými listami
- opravované (lepené) vrtule
- nesprávne upevnené motory
- závažie alebo ťažšie časti, ktoré by náhodou mohli odpadnúť
- špicaté vrtuľové kužely a špicaté trupy vetroňov

**b/ RC bezmotorové modely** - platia v zásade tie isté pravidlá ako pri voľných modeloch.

Priestory pre lietanie:

- musia byť v dostatočnej vzdialenosti od el. vedení
- treba brať do úvahy rýchlosť a smer vetra, polohu budov, vzletové plochy, parkoviská
- musia byť vždy volené tak, aby nemohli byť zranení súťažiaci ani diváci
- pred štartom sa musí preskúmať smer a sila vetra
- pri dotyku vlečného lanka s el. vedením je nebezpečie smrteľného úrazu (aj pri silonovom lanku)!!!

## Materiály

### **Balza je modelársky chlieb!**

Je to mäkké a ľahké drevo dovážané z Ekvádora. V modelárstve sa najčastejšie používa balza hustoty od 80 - 150 kg/m<sup>3</sup>. Na veľmi namáhané miesta aj 200 - 220 kg/m<sup>3</sup>.

### **Ďalšie materiály:**

**Smrek** - používajú sa nosníky rôznych priemerov v dĺžke cca 1 m, je tvrdšie, pevnejšie drevo.

**Lipa** - má väčšiu pevnosť ako smrek, pričom je mäkkšia a lepšie opracovateľnejšia, používa sa podobne ako smrek na nosníky, hlavice.

**Buk** - je veľmi tvrdé a ťažké drevo, používané na najviac namáhané časti (podvozky, lože motorov, vrtule...).

**Bambus** - má veľkú pevnosť, zvlášť v lome. Používa sa na štepiny, ktoré sa ohýbajú do oblúkov a opracúvajú.

**Preglejky** - sú lepené z viacerých vrstiev s opačne orientovanými rokmi (o 45 - 90°). Sú rôznych hrúbok a z rôzneho dreva (podľa účelu).

**Kovy** - najčastejšie používaný je DURAL (Al + Mg), HLINÍK - je mäkkší, OCEĽ - trubky, drôty, MEĎ - trubky.

**Plasty** (umelé hmoty) - majú pre nás niektoré výborné vlastnosti (ľahká spracovateľnosť, pevnosť - SILON, POLYSTYRÉN, PLEXI. Najnovšie plasty sú lamináty (sklotextil s epoxidom), uhlíkové vlákna (či už ako rovingy alebo tkaniny), kevlar (nite, tkaniny) - majú vzhľadom na špecifickú hmotnosť fantastickú pevnosť.

**Lepidlá:** sa používajú pomaly a rýchloschnúce

a/ **Sekundové** (Kryanoakrylátové)

b/ **Rýchloschnúce** - minútové (Kanagom, Supercement) a 5-min. epoxidy

c/ **Disperzné** - Herkules, Disperzol, Duvilax

d/ **Dvojzložkové** - Epoxi, Lepox, Devcon

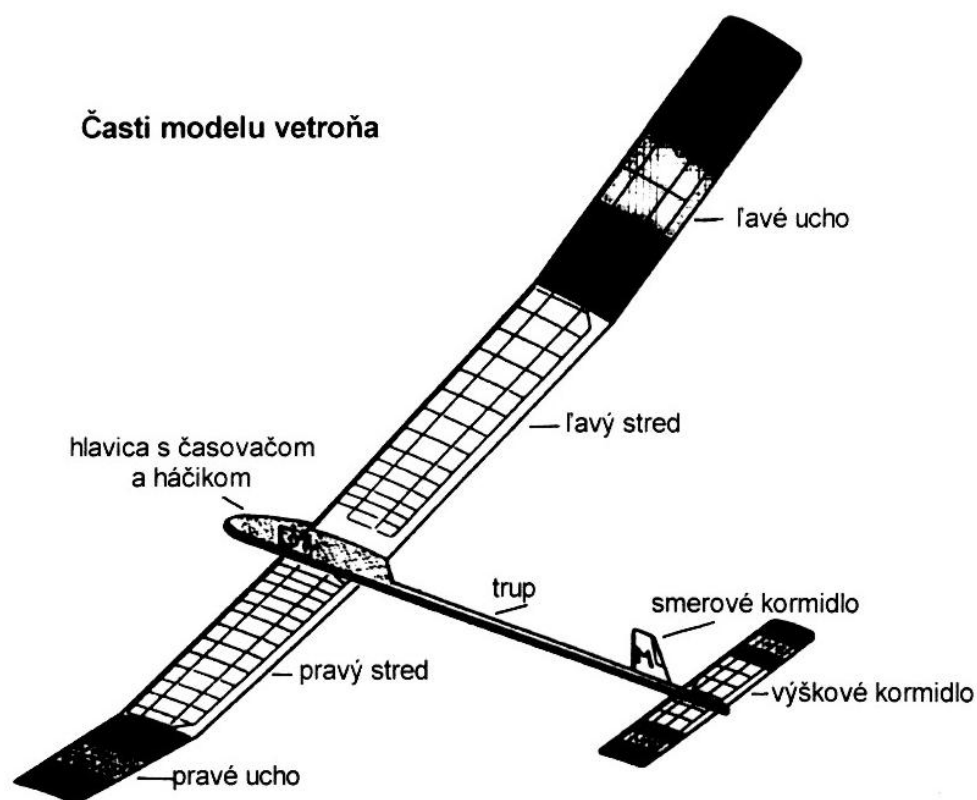
e/ **Kontaktné** - Alkaprén, Chemoprén

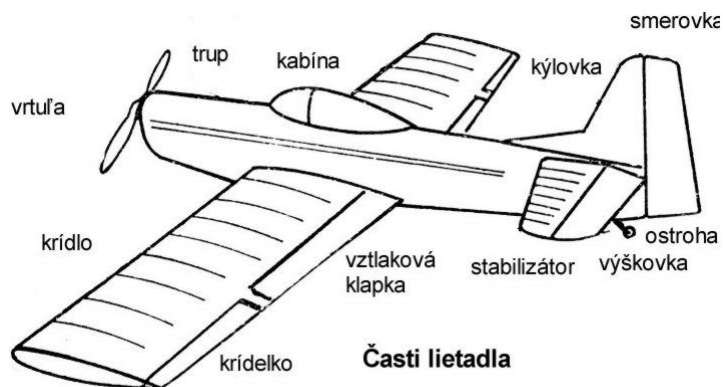
**Farby, laky, tmely** - sa používajú prevažne acetónové pre rýchle schnutie. Slúžia na ochranu modelu pred poveternostnými vplyvmi. Nanášajú sa štetcom, stierkou alebo striekaním. Môžu sa brúsiť a leštiť. Základné laky sú: lepiaci, napínací, zaponový a lesklý.

**Poťahové materiály** - moderné sú na báze netkaných fólií, plastov, umelých hodvábov. Môžu byť rôznych značiek: mikalenta, mylar, vlies (čítaj flís), nažehlovacie fólie... Čiastočne spevňujú konštrukciu (mikalenta). Pokiaľ nie - v prípade nažehlovacích fólií - tak s tým treba počítať pri konštrukcii (musí byť pevnejšia).

## Základné časti lietadla (modelu)

|                      |                                                                                                                        |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>drak lietadla</b> | konštrukcia lietadla (nosná sústava, trup, chvostové plochy, riadenie a pristávacie zariadenie) bez motorov a výstroje |
| <b>nosná plocha</b>  | časť draku, na ktorej sa vytvára rozhodujúci vztlak                                                                    |





**krídlo**

**trup**

**chvostové plochy (CHP)**

**zvislé CHP**

**vodorovné CHP**

**kormidlo alebo**

**radiaca plocha**

**smerové kormidlo,**

**smerovka**

**kýlovka**

**výškovka**

**stabilizátor**

hlavná časť nosnej plochy

časť draku, ktorá slúži na spojenie jednotlivých častí draku a na umiestnenie cestujúcich, nákladu, motorov...

vodorovné a zvislé na konci trupu, pohyblivé i nepohyblivé, stabilizujúce polohu lietadla, umožňujú jeho pozdĺžne aj smerové riadenie

pohyblivé aj nepohyblivé zaisťujúce smerovú stabilitu (vpravo - vľavo)

pohyblivé aj nepohyblivé plochy zaisťujúce pozdĺžnu stabilitu lietadla (hore, dole)

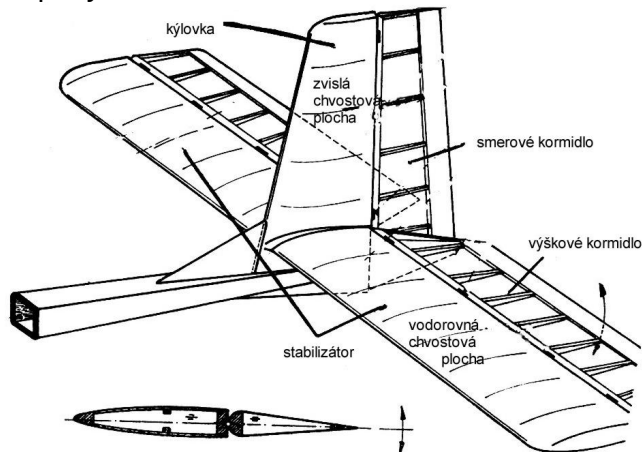
otočná plocha, ktorou sa mení za letu klopenie, klonenie alebo zatáčanie lietadla

pohyblivá časť ZCHP

nepohyblivá časť ZCHP

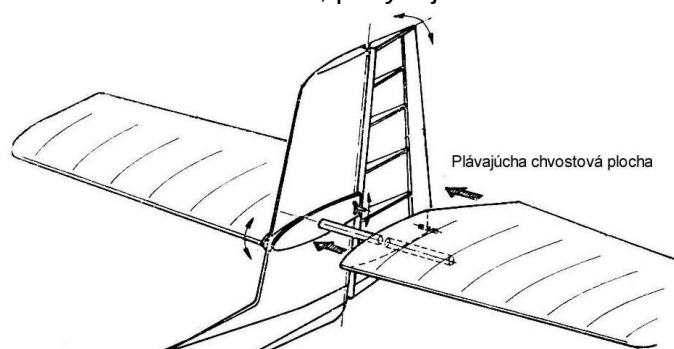
pohyblivá časť VCHP

nepohyblivá časť VCHP

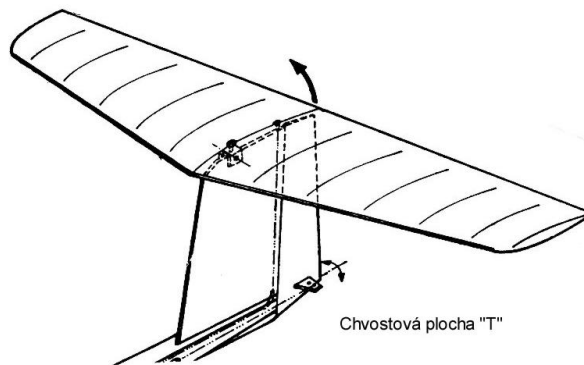


**plávajúce CHP**

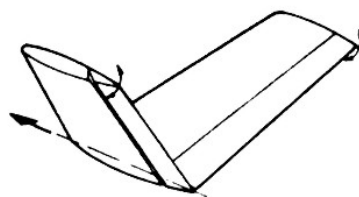
CHP bez stabilizátora, pohybujú sa ako celok



**chvost. plochy T** vodorovná plocha je umiestnená na vrchu zvislej T



**chvost. plochy V** zlučujú funkciu zvislých aj vodoravných plôch ("motýlikovitě")



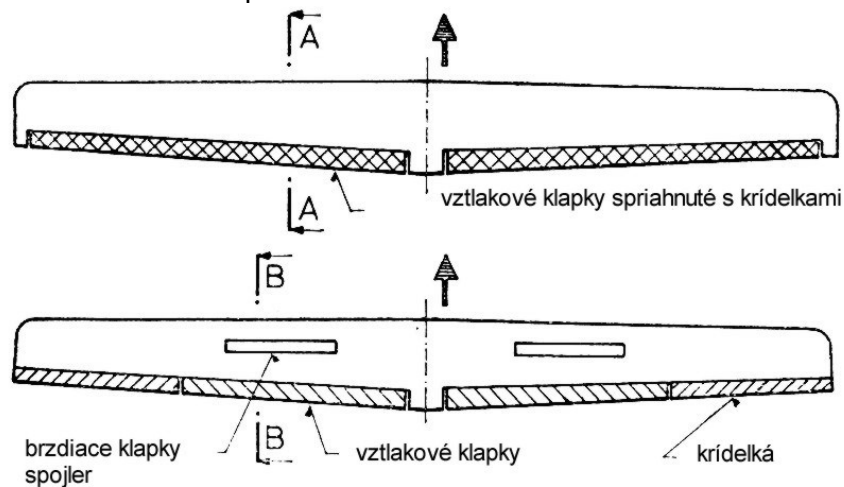
Motýlikovité chvostové plochy

**krídielko**

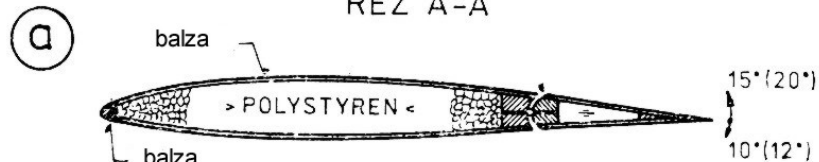
otočná plocha odtokovej hrany, čo najviac na konci krídla, jeho pôsobením vzniká klopivý moment

**vztlaková klapka**

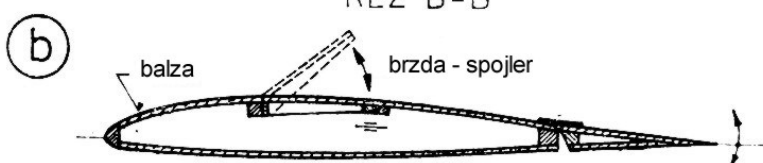
pomocná pohyblivá plocha určená k zvýšeniu vztlaku zväčšením zakrivenia profilu krídla



REZ A-A



REZ B-B



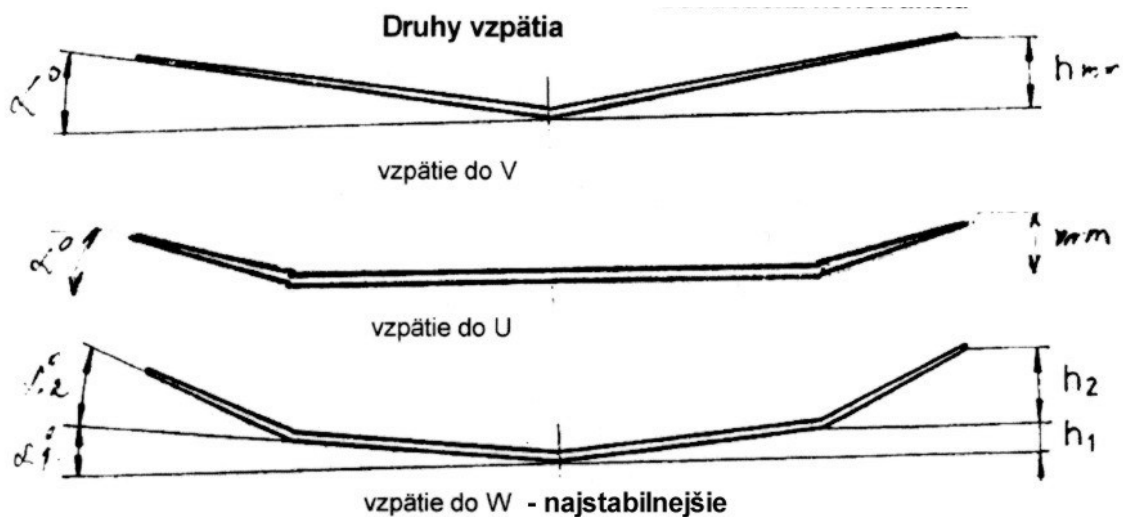
Usporiadenie krídelok a klapiek na krídle modelu

**spojler**  
**pristávacie**  
**zariadenie -**  
**(podvozok)**  
**ostroha**  
**vrťuľa**

interceptor - zariadenie, ktoré vysunutím z krídla ruší vztlak (brzda)  
 zariadenie umožňujúce pohyb po zemi, pristávanie a vzlet

**list vrtule**  
**ťah vrtule**  
**uhol vzpätia**  
**vzpätie krídla**

podpera v zadnej časti trupu používaná ako šmýkadlo  
 základná časť, lopatkovitý stroj poháňaný motorom spôsobuje silu, ktorou sa lietadlo pohybuje  
 základná časť vrtule s aerodynamickým profilom  
 sila vrtule s aerodynamickým profilom  
 udáva sa v stupňoch  
 udáva sa v mm



**plocha krídla**  
**rozpätie**  
**hĺbka krídla**  
**(profilu)**

plocha priemetu obrysu krídla  
 vzdialenosť najvzdialenejších koncov krídla  
 vzdialenosť od nábežnej po odtokovú hranu

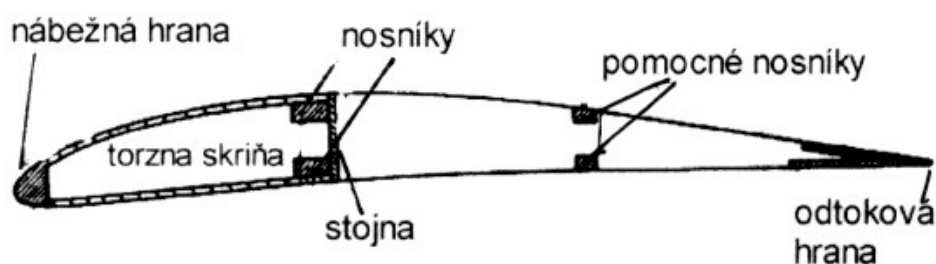
## Konštrukcia

**Krídlo** - je rozhodujúca časť modelu, ktorá určuje výkony lietadla.

Z hľadiska výkonov je rozhodujúci tvar **profilu**, **obrys**, **rozpätie**.

a/ **Konštrukčné krídlo** je prácnejšie, ale aj dosť odolné - **tuhé**. Tuhosť zvyšujeme **stojinami**, **pásnicami**, **poťahom**, **diagonálnymi výstuhami** (geodetická konštrukcia). Na krut je najvýhodnejšia **torzná skriňa**.

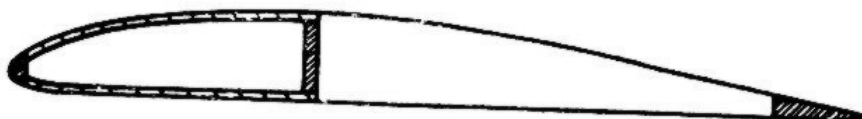
## Konštrukčné krídlo



b/ **Škrupinové krídlo** - je vyrezané z plného materiálu (polystyrén) a potiahnuté balzou (preglejkou). Môže byť i z plnej balzy, s nosníkmi a pod. Je veľmi pevné v ohybe i v krute.



konštrukčné krídlo



torzná skriňa - pološkrupina

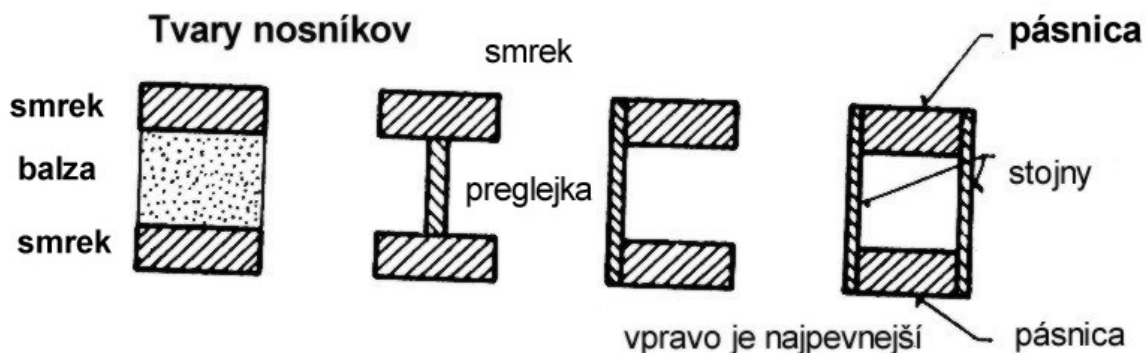


škrupinová (sendvičová) konštrukcia s nosníkmi



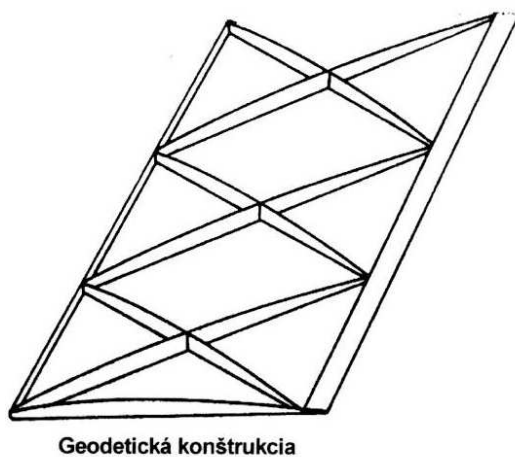
beznosníková sendvičová konštrukcia

**Pevnosť** - poznáme ohybovú (pozdĺžna) a krutovú (pričná). Na ohybovú pevnosť pôsobí čiastočne nábežná a odtoková hrana, no najviac nosníky, torzná skriňa. Ohybová odolnosť nosníkov závisí na ich výške a tvare. Čím je vzdialenosť nosníkov väčšia, aj ohybová pevnosť je väčšia.



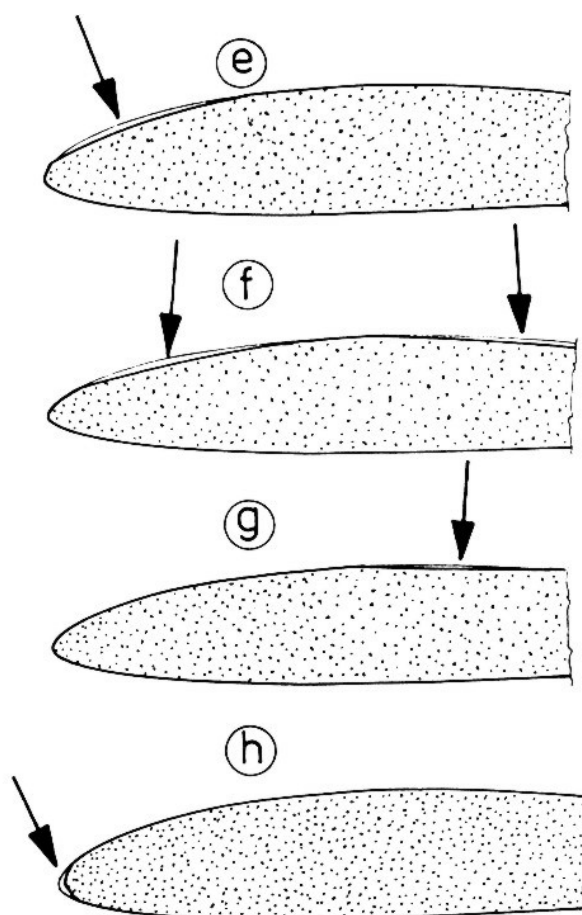
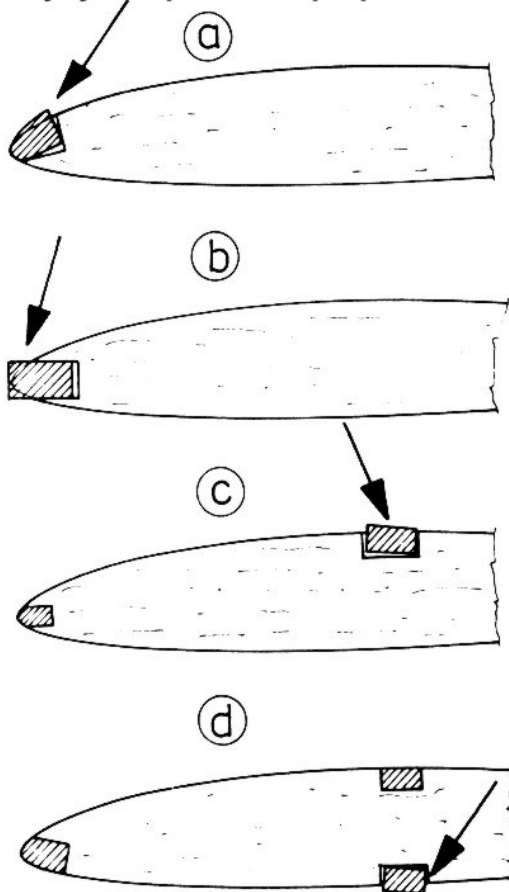


**Pevnosť v krute** dodáva modelom kostra a v neposlednom rade **poťah. Geodetická konštrukcia** je na krútenie najlepšia.

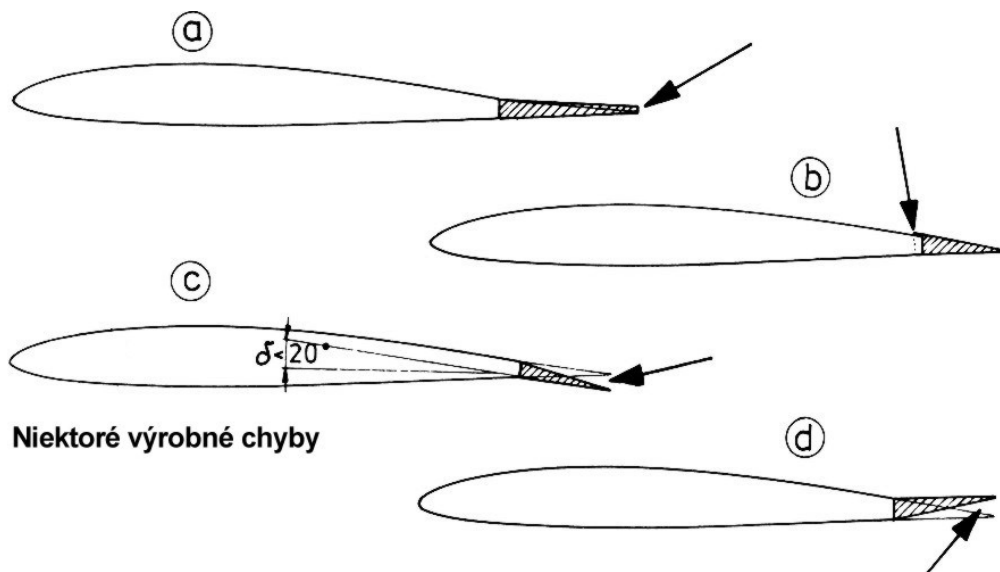


Chyby pri stavbe konštrukčného krídla

Chyby a nepresnosti pri práci



## Ďalšie chyby pri stavbe konštrukčného krídla



### Niektoré výrobné chyby

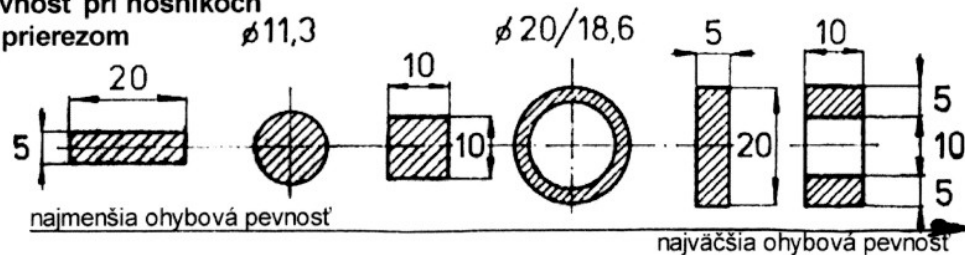
## Chvostové plochy

- sú zmenšeninou krídla. Je na ne kladený menší dôraz na pevnosť v ohybe i krute, no musia mať svoju pevnosť. Preto je riešenie chvostových plôch jednoduchšou kópiou krídla. Keďže sú na veľkom ramene, musia byť čo najľahšie.

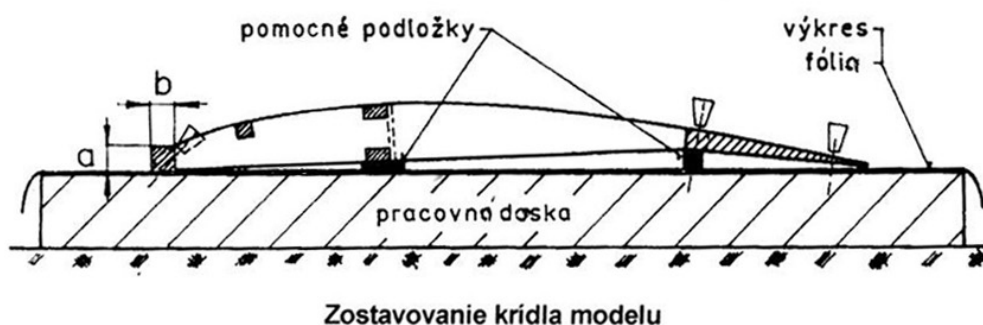
## Trup

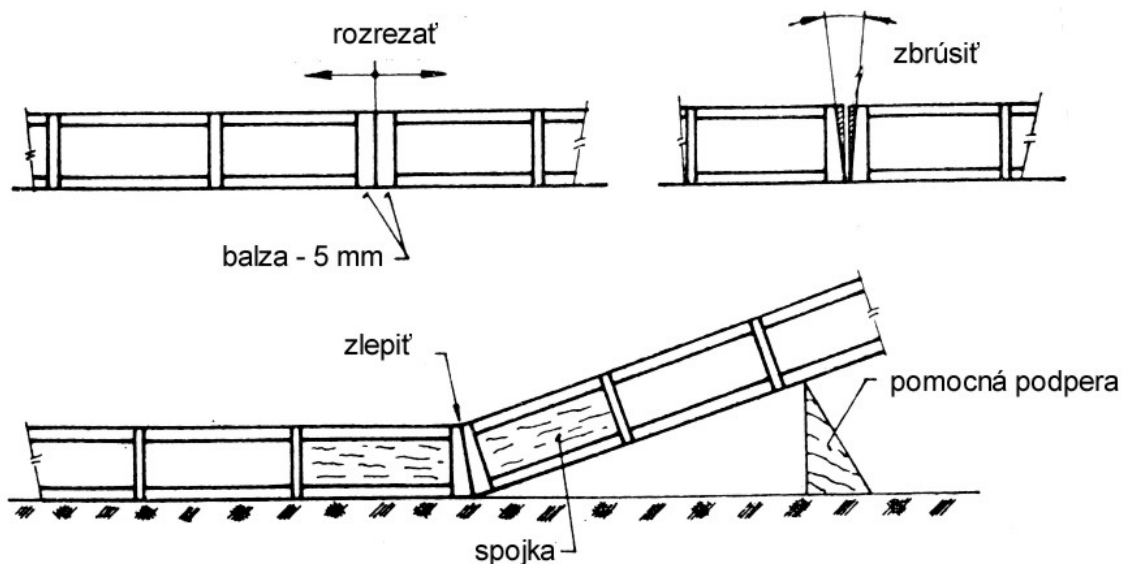
- je pomocnou časťou, ktorá spája krídlo s chvostovými plochami a slúži na umiestnenie pomocných funkčných zariadení (háčik, časovač, pípak...) Môže byť konštrukčný i z plného materiálu. Na vetroňoch sa najviac osvedčuje trubka (uhlík, kevlar).

### Ohybová pevnosť pri nosníkoch s rovnakým prierezom



Pri stavbe všetkých častí modelu (no najviac krídla) je dôležité zachovať čo najväčšiu presnosť.



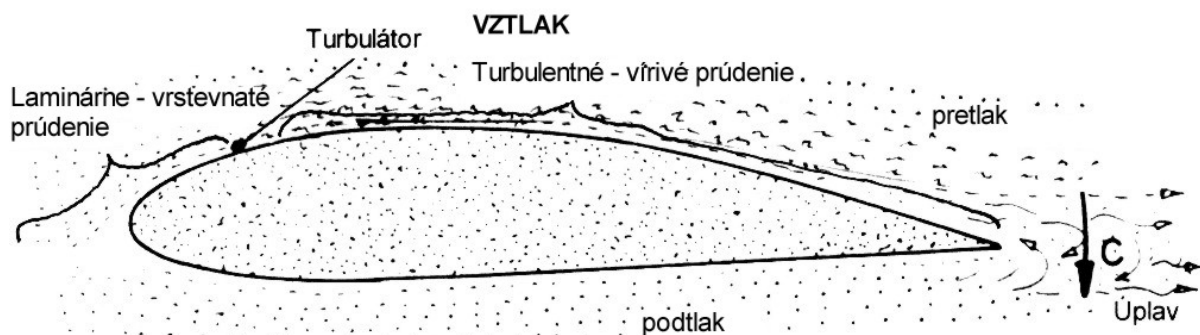
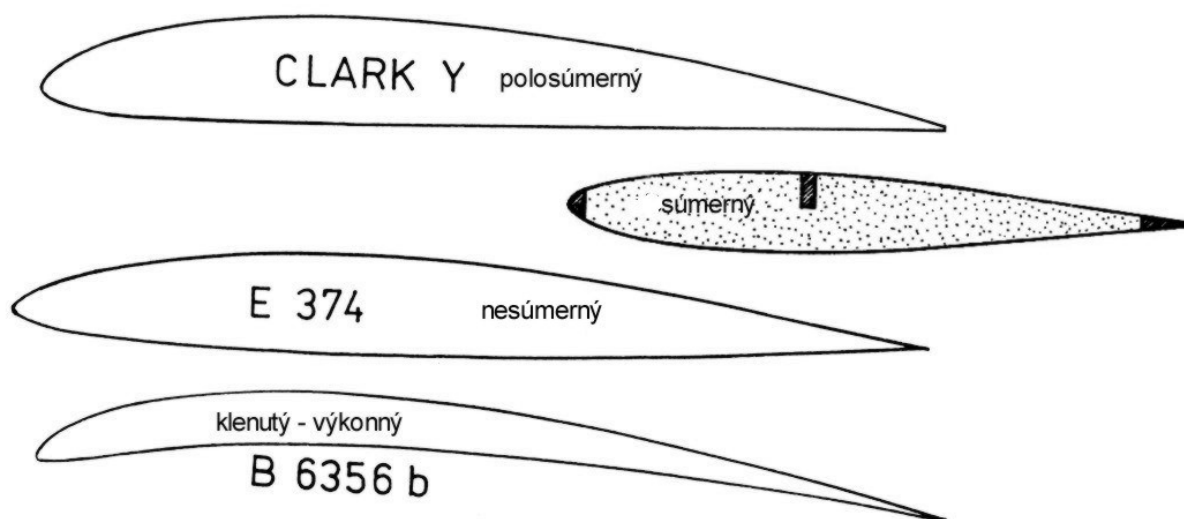


**Spojenie stredu krídla s uchom**

## Aerodynamika

sa zaoberá pohybom (plôch lietadla - krídla) vo vzduchu. Krídlo, aby letelo, musí mať určitý profil. Podľa tvaru rozoznávame:

**Profil:**

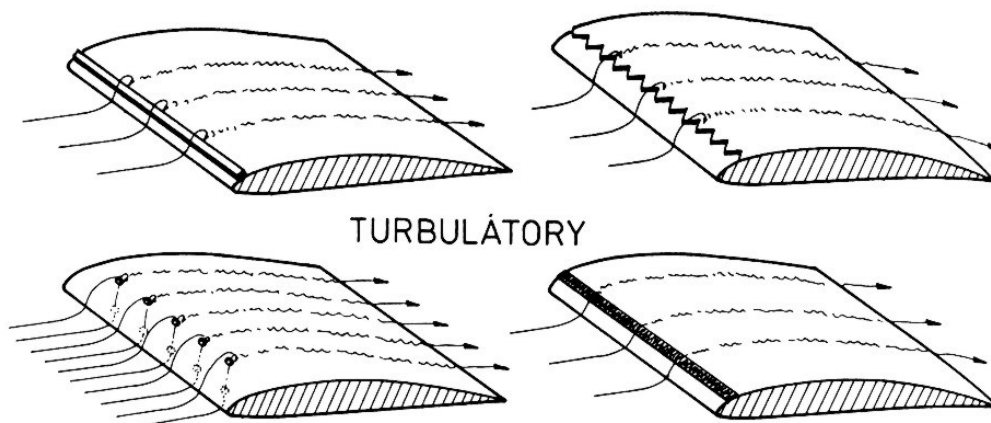


**Prúdenie:** laminárne (vrstevnaté) - nevýhodné  
turbulentné (vírivé) - výhodné pre pomalé modely

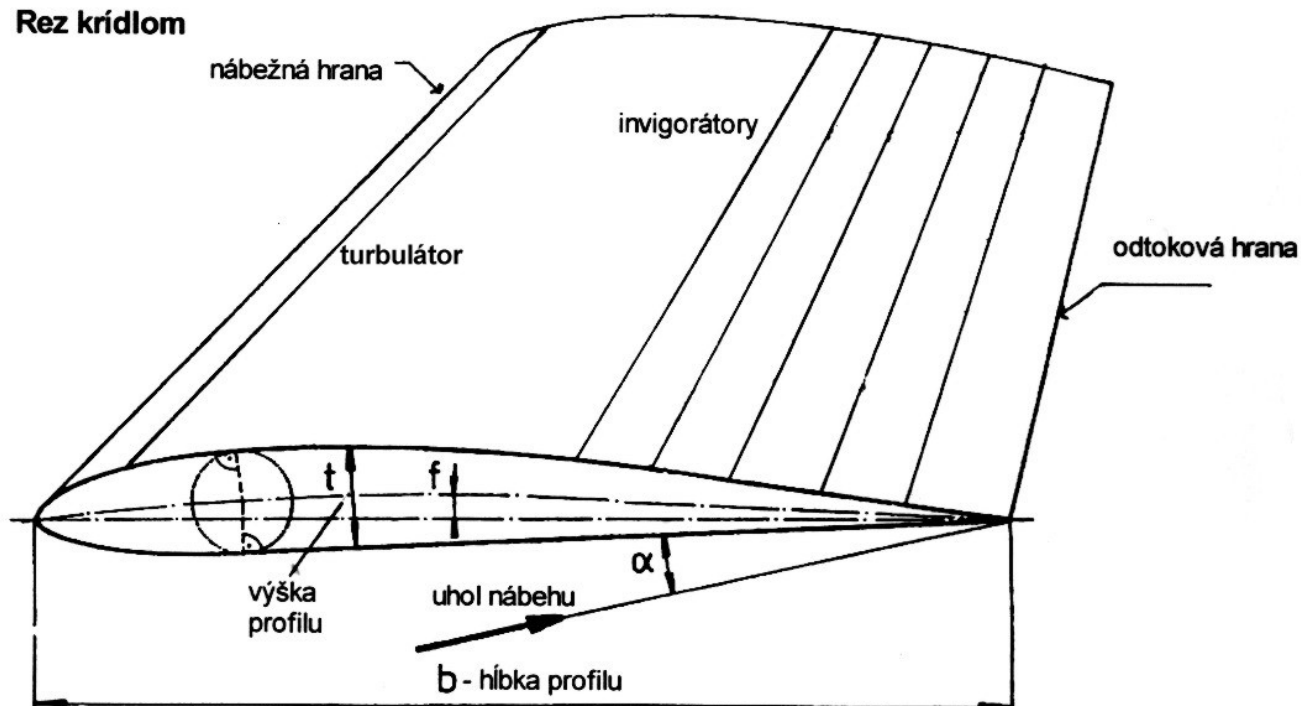
**Vztlak:**

vzniká rozdielnou rýchlosťou prúdnic - na vrchnej strane profilu je rýchlosť väčšia, krídlo je akoby nasávané hore. Podtlak ho tlačí, pretlak ťahá hore.

Aby sa nevýhodné laminárne prúdenie skrátilo čo najviac, za nábežnú hranu (10 - 15 %) sa lepí **turbulátor** (prípadne aj dva za sebou).



Pre zlepšenie výkonov a stability letu sa v druhej polovici krídla lepia tenké nite alebo pásiky - **invigorátory**. Môže ich byť 5 - 8, je to na skúsenostiach a experimentovaní konštruktéra.

**Rez krídlom**

Pri veľkom uhle nábehu sa prúdnice od krídla odtrhnú a nastáva pád. K pádu dochádza aj pri prekročení minimálnej rýchlosti - nastáva odtrhnutie prúdnic.



Vetrone sa pohybujú na hranici minimálnych rýchlostí. (V minimálnych Reynoldsových číslach.) Najbežnejší a najvýhodnejší uhol nábehu u modelov vetroňov je 2,5 - 3 stupne.

### **Povrchová úprava**

- patrí k záverečným prácam na lietadle. Zahŕňame do nej potahovanie papierom, (kablo, japan...) tkaninou (monofil, mikalenta, vlies, polyestrové netkané tkaniny), plastické nažehľovacie fólie a pokovované, príp. kovové fólie.

Nažehľovacie, pokovované a kovové fólie nevyžadujú ďalšiu úpravu. Papiere a tkaniny sa musia lakovať, kvôli odolnosti proti poveternostným vplyvom (slnko, dážď) a zároveň laky spevňujú konštrukciu. Nevhodná povrchová úprava kazí vzhľad modelu. Kvôli viditeľnosti sa volia farby pestré a dobre viditeľné (červená, oranžová, reflexné farby všetkých odtieňov). Kvôli estetike sa kombinujú maximálne 3 farby! Poťah sa reže väčší s presahom 10 - 20 mm. Papier a tkaniny sa na nalakovanú a vybrúsenú kostru lepia lepiacim lakom. Poťah musí byť bez vrások a priehlbínok. Presahujúce časti potahu sa orežú ostrou žiletkou.

Pri nažehľovacích a pokovovaných fóliách sa musí kostra dokonale vytmeliť a vybrúsiť, aby sa zaplnili póry. Ako tmel sa najčastejšie používa zmes púdru a lepiaceho laku.

Lakuje sa štetcom a vhodne zriedeným lakom, pokročilejší môžu nanášať lak fixírkou alebo striekacou pištoľou.

Lakovanie nesmie byť vo veľmi hrubých vrstvách, aby hmotnostný nárast bol minimálny. To všetko sa dá získať praxou. Prvé neúspechy nech vás neodradia, skúsenejší vám radi poradia a pomôžu.

Po prilepení sa poťah v šablóne lakuje 3 - 4 vrstvami riedkeho napínacieho laku. Ďalšia vrstva sa dáva až na zaschnutý poťah. Potom nasleduje vrstva zaponového laku (proti ultrafialovému žiareniu) a nakoniec 1 - 2 vrstvy lesklého laku. Jednotlivé lakované vrstvy sa po zaschnutí jemným brúsnym papierom (zrornosť min. 400) jemne brúsia. Záverečný dojem je takto vykonaným postupom dokonalý a ochrana pred vlhkosťou taktiež.

Pri motorových modeloch sa na hotový povrch pridáva ešte epoxidový alebo polyesterový (polyuretánový) lak proti účinkom paliva. Palivo bežné nitrocelulózové laky leptá.

## Wyváženie a zalietanie modelu

Po nalakovaní a dokompletovaní modelu nasleduje kontrola súmernosti uhlov nastavenia (negatívny, pozitívny) a určenie ťažiska modelu - **T**.

Stanovenie správnej polohy ťažiska modelu podľa plánu je spolu s kontrolou uhlov nastavenia krídla a VCHP (výškovky) prvorado dôležité.

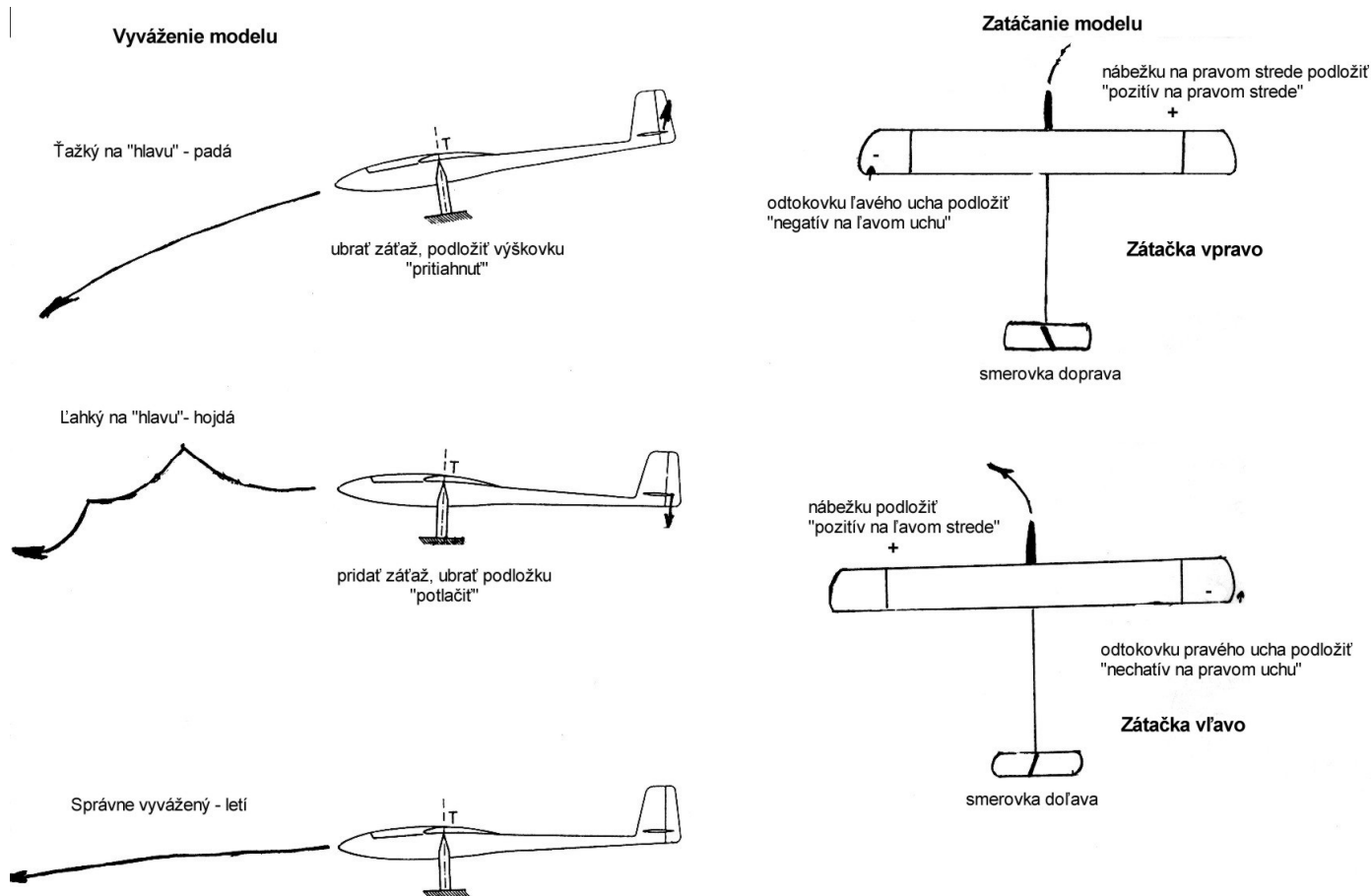
Bez týchto kontrol hrozí rozbitie modelu.

Modely sa zalietavajú vždy v bezvetrí alebo za mierneho vánku a vždy proti vetríku hlavicou sklonenou mierne k zemi. Prvý hod nesmie byť silný (ale ani slabý). Výhodou je zalietanie skúsenejším modelárom. **Učenie sa na vlastných chybách je drahé!**

Zmenami ťažiska (uberanie, pridávanie závažia) sa mení krivka letu (viď. obrázky). Krivka letu, pokiaľ je model v ťažisku, sa mení i zmenou uhlu nábehu (podkladanie, uberanie pod výškovku).

Trvalé nastavenie prirodzenej zátačky na krídle sa robí v skrútenej šablóne (podložené negatívny, pozitívny) pri lakovaní. Lakovať sa musí až po dokonalom zaschnutí predchádzajúcej vrstvy a vždy v šablóne s patričným nastavením uhlov. Po dôkladnom nalakovaní musí krídlo minimálne desať dní (čím dlhšie, tým lepšie) v šablóne dozrieť.

Potom má nastavenie krídla už trvalý charakter.



Zmena uhlov nastavenia "uší" (negatívny) a ZCHP - smerovky vedie k zatáčaniu modelu (viď. obrázky).

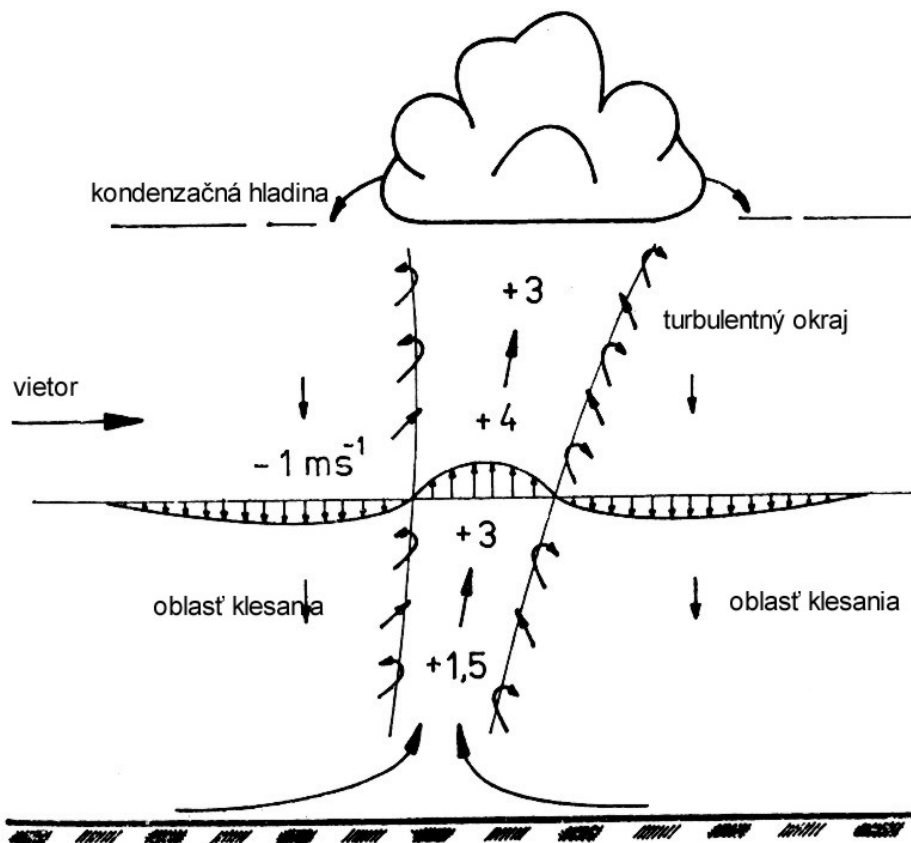
## Meteorológia

- sa zaoberá pohybom vzduchu. Pre modelára je dôležité poznať miestne meteorologické podmienky (na letisku a v jeho okolí), poznať mraky, aby vedel predvídať vývoj situácie.

**Termika (konvekcia)** - vzniká nerovnomerným zohrievaním zemského povrchu (nestabilitou ovzdušia). Najviac po prechodoch studeného frontu. Svetlejšie plochy sa zohrievajú rýchlejšie ako tmavé (čierna farba pohlcuje), preto sa nad obilím bublina utrhnú skôr ako nad tmavou oráčinou. Večer je to opačne: tmavé plochy vyžarujú prijaté teplo.

Teplejší vzduch je ľahší - stúpa. Keď ide o rozsiahlejšiu plochu, hovoríme o termickom komíne, ktorý sa v určitej výške (kondenzačná výška) mení na mraky (oblaky).

### Vznik termického komína



**Termická bublina** - vzniká vtedy, keď je rozsah menší a nestačí na vytvorenie komína. Bublina sa odtrhne a voľne stúpa v smere vetra (ako balón). Rozmery bubliny môžu byť od pár metrov do desiatok metrov.

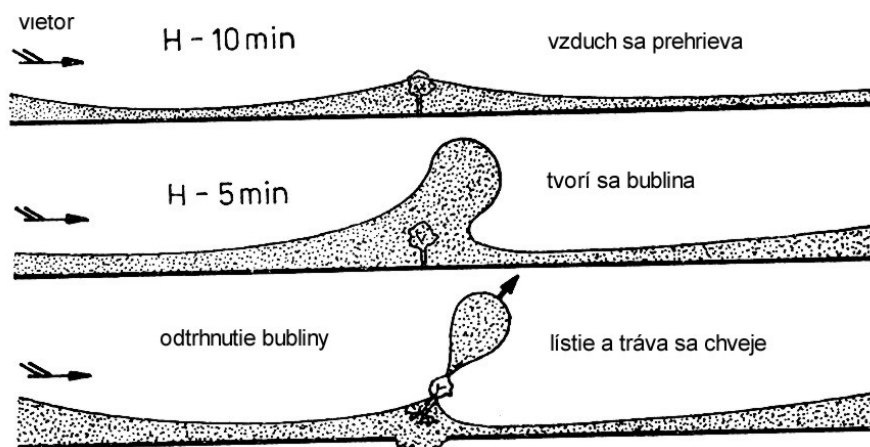
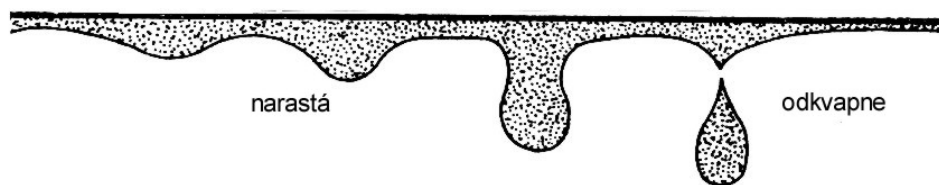


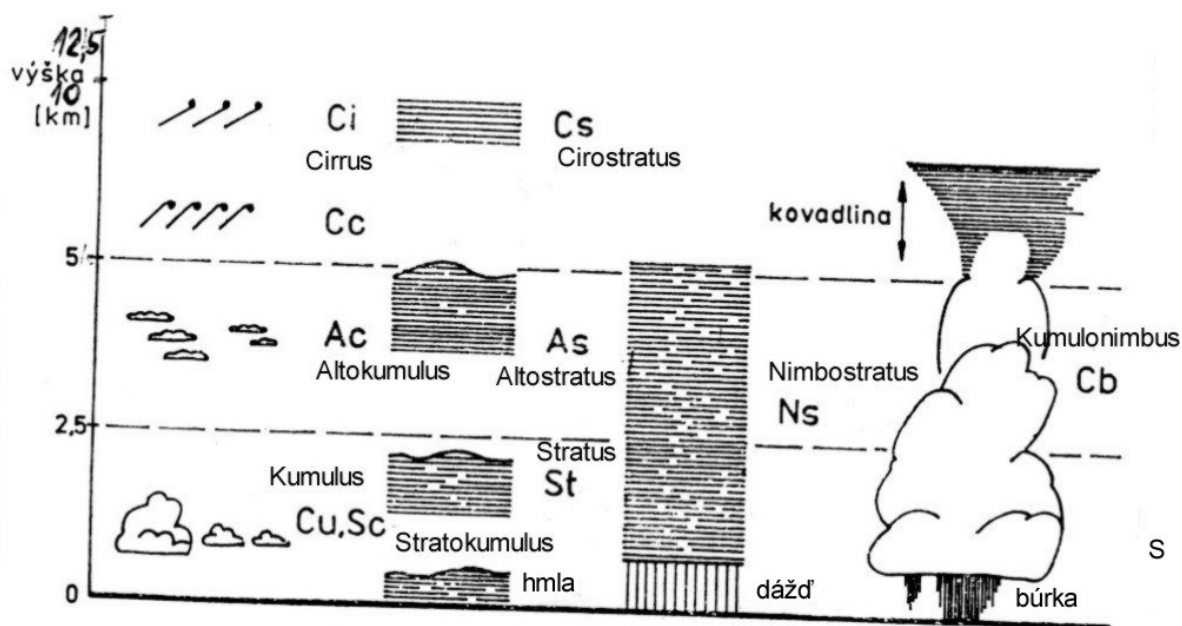
Schéma odtrhnutia termickej bubliny

Pri zemi je termika slabšia - (1m/s). Výškou sa termika zväčšuje (v búrkovom mraku až 30 m/s). Vznik termickej bubliny môžeme porovnať so vznikom a odkvapkávaním kvapky vody z kohútika - (obráteno).

### Podobnosť s kvapkou vody



**Mraky, oblaky** rozdeľujeme podľa tvaru, výšky, základne a pôvodu:



- Cirrus** - Ci - výška od 4,5 do 12,7 km. Jednotlivé jemné obláčky vláknitej štruktúry, bez tieňa, biele. Slnčné svetlo nezoslabujú - "baránky".
- Cirrostratus** - CS - od 4,3 do 12 km. Jemný belavý závoj. Okolo slnka sa tvorí "halo kruh". Celkom priehľadný, obloha dáva mliečny vzhľad.
- Cirrokumulus** - CC - 2,5 - 10 km. Vrstva alebo plocha cirrov zložená z bielych vločiek alebo malých chumáčikov bez tieňa. Sú zrovnané do skupín, radov alebo rebier.
- Altostratus** - As 1,1 - 7,4 km. Vlákňitý alebo pruhovaný závoj, šedý až modravý. Podobá sa na cirrostratus. Slnko presvitá ako cez matné sklo.
- Altokumulus** - AC - 1,1 - 7,4 km. Vrstva akoby zo sploštených balvanov (okruhliakov). Súčasne môžu byť aj v rôznych výškach.
- Kumulus** - Cu - od 0,5 - 5 km. Hustý biely oblak vyvinutý do výšky s rovnou základňou, vrchol tvorí oblé výrastky - pekné počasie. Pre modelárov sú najdôležitejšie. Vtedy je najviac silnej termiky.
- Stratokumulus** - Sc - priemerná výška - 0,5 - 2,5 km. Oblačné hrudy alebo balvany, ktoré často splývajú - časté hmly.
- Stratus** - St - priemerná výška 1 km. Rovnorodá vrstva oblakov, ktorá sa podobá hmle, ale neleží na zemi. Zospodu sa javí ako "suchý" - je svetlý.
- Nimbostratus** - Ns - výška 1 km. Dažďový oblak tmavošedého vzhľadu. Znamená hustý dažď, sneh.
- Kumulonimbus** - Cb - búrkový mrak s nízkou základňou a vrcholovou výškou až 12 km. Masy oblakov vyvinuté do veľkej výšky, ktorých kumulovité časti majú tvary hôr alebo veží. Horná časť sa rozširuje ako karfiol. Prinášajú búrky, krúpy.

Pre modelára (a letca) je dôležitý pojem **dohľadnosť**. Je to vzdialenosť, na ktorú ešte vidíme obrysy predmetov. **Za zníženej viditeľnosti sa nelietajú!**



**Vedomostník mladého leteckého modelára – poradca mladého modelára**

Autor a vydavateľ : Mgr. Zvalený Vladimír

Náklad : 100 ks

November 2003

**ISBN 80-969039-8-5**