

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní - Institut dopravy

Ústav letecké dopravy

Metodika postupu pro certifikaci letounu kategorie ULL

Procedure Proposal for ULA Category Aircraft Certification

Student:

Václav Čabala

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Rostislav Horecký, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Václav Čabala**

Studijní program: B3712 Technologie letecké dopravy

Studijní obor: 3708R038 Technologie údržby letecké techniky

Téma: **Metodika postupu pro certifikaci letounu kategorie ULL
Procedure Proposal for ULA Category Aircraft Certification**

Zásady pro vypracování:

1. Prostudovat aktuální předpisové požadavky pro stavbu malého letadla kategorie ULA.
2. Sestavit pořadí požadavků důležitých k procesu schválení letové způsobilosti.
3. Navrhnout vlastní konfiguraci letounu pro výcvikové účely v kategorii SLZ.
4. Definovat možný způsob přípravy podkladů požadovaných pro schválení navrhovaného letounu.
5. Připravit postup pro zpracování dokumentace a získání certifikátu LZ pro navrhovaný typ letounu.

Cíl BP: Navrhnout metodika postupu pro certifikaci letounu kategorie ULL.

Seznam doporučené odborné literatury:

Předpis LA-1 Organizace a zjišťování činnosti. Praha: MD ČR, LAA ČR. 2008,
Předpis LA-2 Postupy pro ověřování letové způsobilosti SLZ. Praha: MD ČR, LAA ČR. 2008
Předpisy ULA-1 a ULA-2, Požadavky letové způsobilosti SLZ. MD ČR, LAA ČR. 2008
Jablonský, J.: Operační výzkum. Praha: Professional publishing Praha, 2002. ISBN 80-86419-42-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Rostislav Horecký, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 12.5.2013



Podpis studenta

Prohlašuji že

- jsem byl seznámen s tím, že na mojí bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užití své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 12.5.2013



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Václav Čabala

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Lukov 14 okr. Znojmo

Poděkování:

Děkuji Ing. Rostislavovi Horeckému, Ph.D., Ing. Václavovi Chválovi a Miroslavovi Schálkovi za poskytnuté rady při zpracování mé závěrečné bakalářské práce Metodika postupu pro certifikaci letounu kategorie ULL.

Václav Čabala

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Čabala, V. Metodika postupu pro certifikaci letounu kategorie ULL: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Ústav letecké dopravy, 2013. Vedoucí práce: Horecký, R.

Tato bakalářská práce se zabývá stavbou a certifikací ultralehkých letadel. Celou práci jsem rozdělil do 11 kapitol. První až desátá kapitola se věnuje Letecké Amatérské Asociaci ČR, koncepcím uspořádání letounu, používaným materiálům, jednoduchým výpočtům a legislativní části. Formuláře potvrzující způsobilost ultralehkého letounu jsou uvedeny v přílohách. Jedenáctou kapitolu jsem věnoval letounům pro výcvikové účely nových pilotů, kde jsem stanovil určité požadavky na tyto letouny. Dále jsem zde vybral některé letouny, které splňují mé požadavky na výcvikový letoun.

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

Čabala, V. Procedure Proposal for ULA Category Aircraft Certification: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Air Transport, 2013, Thesis head: Horecký, R.

This bachelor thesis deals with the construction and certification of ultralight aircraft. The whole work has been divided into 11 chapters. The first and tenth chapter is devoted to Light Aircraft Association of the Czech Republic, concepts arrangement airplane, used materials, simple calculations and the legislative part. Form certifying the eligibility of ultralight aircraft are listed in the Annexes. The eleventh chapter is dedicated aircraft for the purpose of training new pilots, where I set certain requirements for these aircraft. Furthermore, I have selected some aircraft that meet my requirements for training aircraft.

Obsah

1. Úvod	9
2. LAA (Letecká amatérská asociace)	10
2.1 Organizace a správní činnost LAA	10
2.2 Kategorie SLZ	11
2.3 Typy průkazů Kategorie ULLa	11
2.4 Technické parametry a omezení kategorie ULLa	12
3. První rozhodnutí stavitele	12
4. Volba koncepce letounů	12
4.1 Hornoplošník s motorem v přídí	13
4.2 Hornoplošník s motorem vzadu	13
4.3 Dolnoplošník	13
4.4 Středoplošník	14
4.5 Dvouplošník	14
5. Volba vhodného materiálu pro stavbu	15
5.1 Dřevo	15
5.2 Kov	15
5.3 Kompozity	15
6. Hlavní části ultralehkého letounu	16
6.1 Křídlo	16
6.2 Trup	17
6.3 Ocasní plochy	18
6.4 Řízení	19
6.5 Přistávací zařízení	20
7. Výpočty pro návrh konstrukce ultralehkého letounu	21
7.1 Rozložení spojitého zatížení po křídle	21
7.2 Výpočet spojitého zatížení křídla Schrankovou metodou	22
7.3 Výpočet posouvající síly a ohybového momentu	23

7.4	Výpočet kroutícího momentu.....	24
7.5	Obálka obrátů.....	26
7.6	Obálka poryvů.....	27
7.7	Zatížení vztlakových klapek a křidélek.....	27
7.8	Výpočet zatížení ocasních ploch.....	28
7.9	Výpočet těžiště letounu.....	30
7.10	Trup.....	31
7.11	Podvozek.....	32
8.	Postup stavby SLZ s pomocí inspektora stavebního dozoru.....	34
8.1	První návštěva.....	34
8.2	Druhá návštěva.....	35
8.3	Další návštěvy.....	35
9.	Typový průkaz.....	35
9.1	Postupy ověřování letové způsobilosti Typu SLZ nebo letadlových částí.....	35
9.2	Vydání Typového průkazu.....	36
10.	Technický průkaz letové způsobilosti (TPLZ).....	36
10.1	Žádost o vystavení TPLZ pro kategorii “Z“.....	37
10.2	Žádost o vystavení TPLZ pro kategorii “A“.....	38
10.3	Žádost o vystavení TPLZ pro kategorii “P“.....	38
11.	Evidenční znaky SLZ.....	38
12.	Ultralehký letoun vhodný pro výcvikové účely.....	39
12.1	Letouny vhodné pro výcvikové účely.....	41
13.	Závěr.....	48
	Seznam příloh.....	50

Seznam použitého označení a zkratek

b_s	Střední hloubka křídla
b_{SAT}	Střední aerodynamická tětíva
G	Tíha letounu
L	Rozpětí
LAA	Letecká amatérská asociace
M	Klopný moment
M_o	Ohybový moment
N	Násobek přetížení
$q_{(z)}$	Spojité zatížení
S	Plocha křídla
SLZ	Sportovní létající zařízení
SOP	Svislá ocasní plocha
T	Posouvající síla
TK	Technická komise
TP	Technický průkaz
TPLZ	Technický průkaz letové způsobilosti
VOP	Vodorovná ocasní plocha
V_{so}	Pádová rychlost
Y	Celková aerodynamická síla
Z	Poměrná vzdálenost

1. Úvod

Již od útlého dětství mě přitahovala ať malá či velká letadla. S postupujícím věkem mi nestačilo vidět, jak letí letadlo, ale proč se vlastně vznáší, co je jeho pohonem, jak fungují motory...

Rozhodování o mém budoucím povolání bylo proto celkem snadné. Vystudoval jsem SŠ Leteckou v Kunovicích a v zápětí na to jsem si udělal pilotní průkaz na ultralehké letadlo. Na tomto letadle EV-97 Eurostár létám již pátým rokem. A nyní, když jsem studentem VŠB v Ostravě, jsem zjistil, že létání je opravdu krásné, ale je za potřebí splnit spoustu věcí a postupů.

Proto ve své bakalářské práci popisují aktuální předpisy a požadavky pro stavbu malého letadla, schválení letové způsobilosti.

Rád bych si sám postavil ultralehké letadlo, a proto popisují proces schválení letové způsobilosti, návrh konfigurace letounu pro výcvikové účely v kategorii SLZ.

Bylo zajímavé zjistit, kolik podkladů je důležitých pro schválení navrhovaného letounu. Cílem mé práce je ověřování, jak skloubit nejen svůj sen o létání, ale i dokázat propojit odbornou teorií a praxí.

2. LAA (Letecká amatérská asociace)

Po druhé světové válce se ve světě začaly rozmáhat stavby malých amatérských letadel. V české republice se první ultralehké letouny s klasickými křídly a aerodynamickým řízením objevili až na počátku 80. let minulého století. Stavěli je jak amatérští, tak i profesionální stavitelé. První ultralehký letoun postavený v tehdejší československé republice patří Jaroslavu Podešvovi a jeho synovi Petrovi z letiště v Hranicích na Moravě. Letoun se jmenoval Honzík a poprvé vzlétl v listopadu roku 1980. Po tomto roce se pomalu začala rozmáhat stavba ultralehkých letadel, většinou se stavěli repliky letadel z první světové války a z doby mezi válkami.

Ultralehké letouny byly na našem území ilegální a proto se 6. prosince roku 1989 sešli v Praze příznivci ultralehkého létání, aby mohli svoje stroje legalizovat. Rozhodli se sjednotit veškeré jejich činnosti, jak pilotů a stavitelů a dát jim nějaký řád. Po tomto datu se konalo ještě mnoho schůzí, ale samotná Letecká amatérská asociace vznikla až na sešlosti v Brně 17. března 1990, kde se sešlo na 200 delegátů. Letecká amatérská asociace se zde představila jako nezávislé sdružení občanů, které se zabývá konstrukcí, stavbou, renovací a provozováním letadel, závěsných kluzáků a padákových kluzáků. Ředitelem LAA se stal Petr Tuček. Asociace si zvolila slogan a snažili se jej dodržet „Létání pro radost“ to je létání bez zbytečných byrokratických zábran a o dodržení tohoto sloganu se LAA snaží do dnes.

Organizační řád asociace schválilo Federální ministerstvo vnitra 26. března 1990 a 25. února 1991 udělilo Federální ministerstvo dopravy s prozatímním leteckým provozem LAA. Když došlo k rozdělení Československa tak měla LAA České republiky přes 5000 členů a v roce 2001 vzrostl počet až o 1400 členů.

2.1 Organizace a správní činnost LAA

Vše organizace stojí rada s prezidentem Janem Brskovským. Jednotlivé odbornosti jsou rozděleny do dvou sekcí motorového létání a volného létání. LAA ČR je pověřena Ministerstvem dopravy a spojů ČR k ověřování letové způsobilosti SLZ, vydáváním technických průkazů, technických norem, předpisů i pilotních průkazů. Vede centrální evidenci pilotů i letadel, přiděluje poznávací značky pro SLZ, kontroluje, informuje a školí. Asociace má svou technickou komisi, která se zajímá o technický rozvoj, předpisy a schvalování SLZ. LAA také vydává časopis – bulletin Pilot, tento titul vychází již řadu let a prodělal složitý vývoj, protože je důležitým prostředkem k informování a vzdělávání členů asociace. Asociace má i svoje webové stránky www.laacr.cz (26.4.2013).

2.2 Kategorie SLZ

ULLa – ultralehký letoun řízený aerodynamicky

ULLt – ultralehký letoun řízený těžištěm

ULH – ultralehký vrtulník

ULW – ultralehký vírník

MPK – motorový padákový kluzák

PK – padákový kluzák

ZK – závěsný kluzák

Tyto kategorie jsou uvedeny ve vyhlášce Ministerstva dopravy a spojů č. 108/1997 Sb.

2.3 Typy průkazů Kategorie ULLa

Technický průkaz „Z“

je určen pro nově vyvíjená SLZ výrobcem nebo jednotlivým stavitelem a vztahuje se na zkušební lety prototypů a na provoz jednotlivě postavených SLZ. TP „Z“ může být vydán na omezenou dobu a pro lety za omezených povětrnostních podmínek. TP „Z“ vydá rejstřík LAA ČR na základě registračního listu a jeho příloh od inspektora techniky pro příslušný druh SLZ. Platnost průkazu se stanovuje maximálně na jeden rok (pro ZK, MPK MZK maximálně na dva roky). [1]

Technický průkaz „A“

je určen pro jednotlivě vyráběná SLZ s použitím stavebnice či výrobní dokumentace SLZ, majícího typový průkaz LAA ČR. TP „A“ vydá rejstřík LAA ČR na základě registračního listu a jeho příloh od inspektora techniky LAA ČR pro příslušný druh SLZ. Platnost průkazu se stanovuje maximálně na dva roky. [1]

Technický průkaz „P“

je určen pro SLZ mající TyP, vyráběná za účelem prodeje. Technický průkaz „P“ vydává rejstřík LAA ČR na základě registračního listu a jeho příloh. Platnost průkazu je dva roky. [1] Předpis LA – 2

2.4 Technické parametry a omezení kategorie ULLa

Veškeré požadavky jsou uvedeny v předpise UL – 2. Pro znázornění kategorie si zde uvedeme ty parametry, které nejvíce vystihují ultralehké letouny. Je to kategorie, kde se jedná o letoun maximálně pro dvě osoby, řízený aerodynamickými prostředky. Pádová rychlost V_{so} musí být nižší než 65km/h, stoupavost letounu musí být s největší letovou hmotností aspoň 1,5m/s. Maximální letová hmotnost nesmí překročit u dvoumístného letounu 450kg a u jednomístného 350kg. Hodnoty jako minimální pádová rychlost a stoupavost se může měnit podle místa, kde bude letoun provozován. Pádová rychlost se může měnit pouze dolů (např. 60km/h) a stoupavost jen nahoru (např. 2 nebo 3 m/s). Tyto hodnoty si může stanovit konstruktér nebo zákazník.

3. První rozhodnutí stavitele

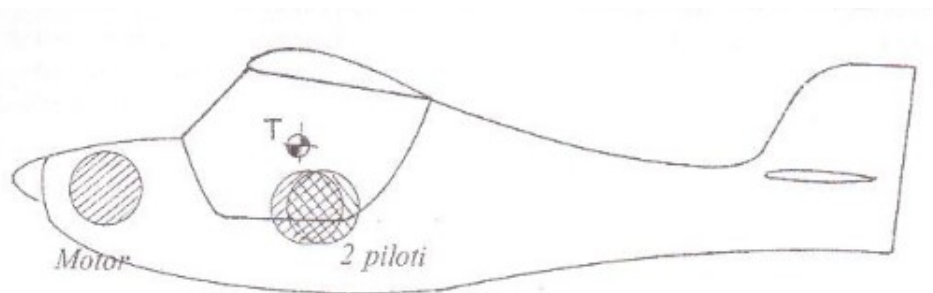
První krok ke stavbě letounu kategorie ULL musí provést stavitel a to je rozhodnout se jaký letoun bude stavitel stavět. Zde má na výběr ze tří možností. První a asi nejjednodušší možností je stavět letoun ze zakoupené stavebnice od autorizované firmy, která má oprávnění vyrábět a prodávat tyto stavebnice. Druhou možností je stavět letoun pomocí zakoupené výrobní dokumentace (plánu) daného už certifikovaného typu letounu. Těmto dvěma možnostem by po splnění veškerých požadavků v průběhu stavby, byl vydán typový průkaz „A“. Třetí možnost je nejsložitější a to ten, kdy si stavitel navrhne a postaví celý letoun sám s pomocí stavebního dozoru, který provádějí inspektoři techniky LAA ČR. Takto postavenému a schválenému letounu by byl vydán typový průkaz „Z“. Pokud si stavitel vybere zmíněnou kategorii „Z“, tak by měl mít dostatečné technické znalosti z oboru konstruování, aerodynamiky, mechaniky letu, materiálů, pružnosti a pevnosti materiálů. Dále by měl mít alespoň trochu technického cítění, protože všechno na letadle nejde spočítat.

4. Volba koncepce letounů

Každý koncept má svoje výhody i nevýhody, je tedy jen na staviteli, který koncept si zvolí. U ultralehkých letounů je velice omezená hmotnost a tudíž je velice složité umístění osamělých hmot, které tvoří motor a posádka. Proto je u většiny ultralehkých letounů umístěna posádka sedící vedle sebe, přímo v těžišti nebo v bezprostřední blízkosti těžiště.

4.1 Hornoplošník s motorem v přídí

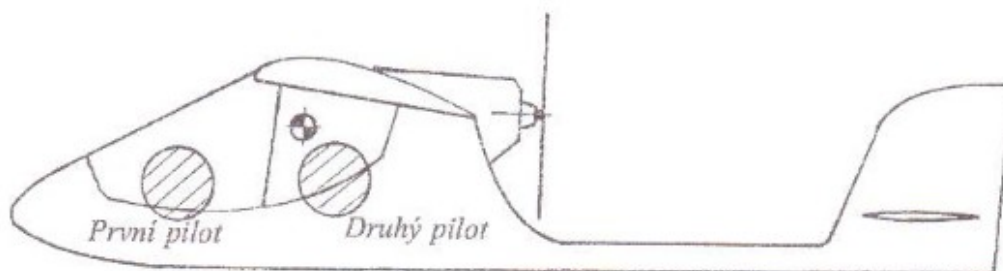
Výhodou je již zmíněné umístění posádky v těžišti letounu. Další výhodou je že křídlo, lze vyztužit vzpěrami a tudíž ho lze postavit s menší hmotností. Při možném pádu je posádka dobře chráněna v případě převrácení pevnou konstrukcí nad kabinou. Hornoplošník má výborné vlastnosti v oblasti příčné i podélné stability. Nevýhodou je špatný výhled při letu nízko a v zatáčke.



Obrázek 1 Hornoplošník s motorem v přídí

4.2 Hornoplošník s motorem vzadu

Hlavní výhodou je dobrý výhled z kabiny pilota. Dále díky motoru umístěným za kabinou posádky lze mít kabinu bez překrytu popřípadě jen se štítkem. Nevýhodou této konstrukce je umístění prvního pilota mimo těžiště.

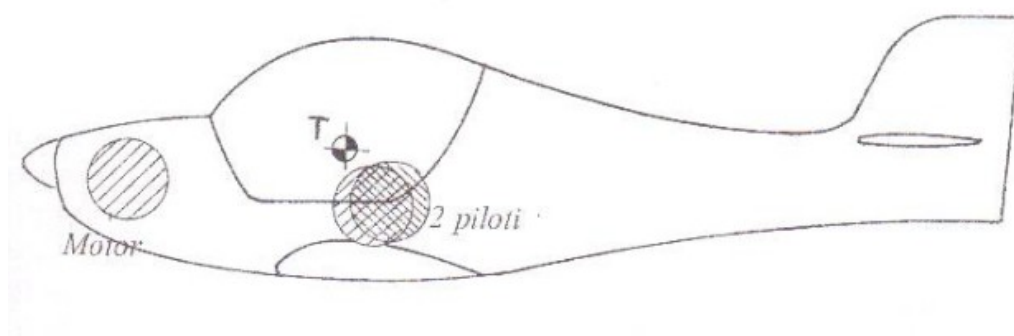


Obrázek 2 Hornoplošník s motorem vzadu

4.3 Dolnoplošník

Má stejné výhody ohledně umístění posádky v těžišti jako hornoplošník. Nevýhoda je, že křídlo nelze opatřit vzpěrami a tudíž ho postavíme vždy těžší než u hornoplošníků (výjimkou je historické letadlo AVIA BH1). Nutností je postavení větších ocasních ploch, protože dolnoplošníky nejsou tak stabilní jako hornoplošníky. Dalším důležitým faktorem

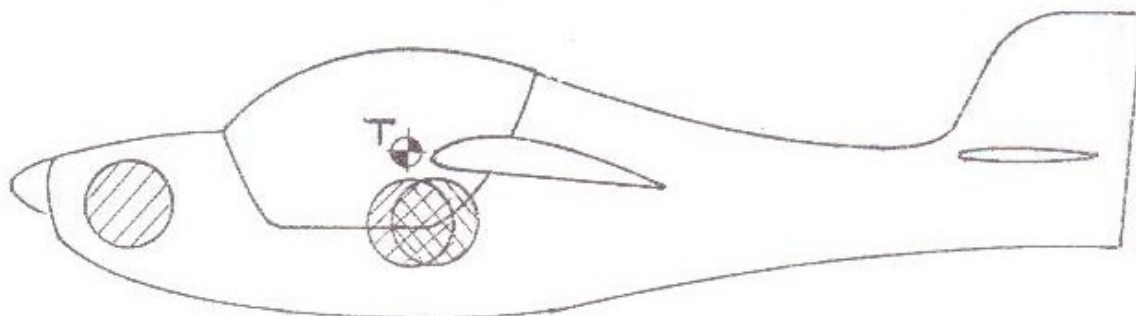
je přechod mezi trupem a křídlem, který při špatném přechodu může způsobovat předčasné odtrhávání proudnic. Velkou výhodou je dobrý výhled obou pilotů z kabiny.



Obrázek 3 Dolnoplošník

4.4 Středoplošník

U středoplošníků je největší problém umístění pilotů, protože je nelze umístit do těžiště nebo do jeho blízkosti. Problém je i s umístěním motoru, pokud jej umístíme dopředu, tak musíme dát křídlu záporný úhel šípu a to už nám zhoršuje přenos namáhání z křídla na trup. Křídlo musí být samonosné, tudíž bez vzpěr, tak jak u dolnoplošníků.



Obrázek 4 Středoplošník

4.5 Dvouplošník

Starší koncepce se používala, protože obě křídla byly spojeny pomocí výztuh, lan a tak celá koncepce křídel šla postavit velice lehká. Aerodynamicky nejsou dvě křídla vůbec výhodná, navzájem se ovlivňují a mají větší odpor. Dnes se staví pouze jako zmenšené repliky slavných historických letadel.

5. Volba vhodného materiálu pro stavbu

Materiál si volí stavitel podle toho, jaký letoun chce stavět (jednoduché rogallo, repliku starého letadla...). Dále podle toho s jakým materiálem umí pracovat a zdá má potřebné nářadí pro práci se zvoleným materiálem. Mnoho stavitelů, ale využívá smíšených konstrukcí (trubkový trup – dřevěné křídlo). Dále si stručně popíšeme jednotlivé materiály a jejich výhody a nevýhody.

5.1 Dřevo

Je nejstarší materiál používaný pro stavbu malých letadel. Dále je cenově nejdostupnější a dá se využít na stavbu celého letounu. Dřevěnou konstrukcí jde dobře dodržet přesný tvar profilu křídla, pokud by stavitel stavěl i trup ze dřeva, tak bude jednodušší konstrukce (ze dřeva se nedají dělat složité tvary součástí). Dřevo se používá v podobě překližek z různých druhů dřevin a v podobě lišt. Výhodou dřevěných konstrukcí je jejich snadná opravitelnost při poruše. Hlavní nevýhodou je nutná ochrana před vlhkem.

5.2 Kov

U ultralehkých letadel se kov prvně začal využívat v podobě duralových a ocelových trubek využívaných především na stavbu rogalu. Z trubek se svařila jednoduchá konstrukce, která se následně potáhla plátnem. Trubky se používají i dnes a to většinou na stavbu příhradového trupu. Pro stavbu celokovových letounů se používají duralové plechy spojovány především nýtováním. Největší nevýhodou je cena materiálu, protože duralové plechy se k nám dovážejí a náklady na přepravu nejsou zrovna malé.

5.3 Kompozity

Kompozity jsou nejvýhodnější z hlediska dodržení aerodynamických tvarů. Pro amatérské stavby je dobré stavět letouny ze stavebnice, protože výroba forem je velmi nákladná a tudíž se amatérskému staviteli nevyplatí vyrábět. Letouny laminátových konstrukcí bývají těžší, než dřevěné konstrukce, i když mají laminátové konstrukce vysokou pevnost. Hmotnost se dá snížit pouze u křídla použitím sendvičové konstrukce, ta je ale příliš křehká a pro amatéra při poruše špatně opravitelná.

6. Hlavní části ultralehkého letounu

Mezi hlavní části ultralehkého letounu patří křídlo, trup, ocasní plochy, systém řízení a přistávací zařízení.

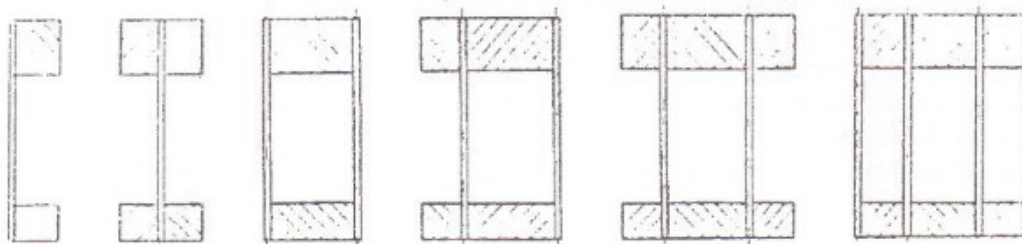
6.1 Křídlo

Křídlo má hlavní podíl na vztlaku a vlastnostech letounu. Hlavními částmi křídla jsou nosník, žebra, potah, křídylka, klapky. Hlavní vliv na letové vlastnosti má půdorysný tvar křídla a profil křídla. Dva nejpoužívanější tvary jsou obdélníkové a lichoběžníkové křídlo. Amatéřští stavitelé nejčastěji staví **obdélníkové** křídlo, je pro stavbu nejjednodušší. Všechny žebra jsou stejná, tak si stavitel vyrobí jednu šablonu, podle které vyrobí všechna žebra. Obdélníkové křídlo má výhodné aerodynamické vlastnosti při přetažení, nevýhodou je vysoký tvarový součinitel indukovaného odporu. **Lichoběžníkové** křídlo je stavebně náročnější, než obdélníkové. Využívá lépe plochu křídla, tak může být menší než obdélníkové křídlo. Nevýhodou je však odtrhávání proudnic v oblasti křidélek při přetažení. Toto lze kompenzovat menším úhlem náběhu na koncích křídla.

Další úlohou je volba **profilu křídla**. Používají se profily s vysokým součinitelem maximálního vztlaku, i když mají o něco větší součinitel odporu. Tyto profily jsou méně citlivé na nepřesnost stavby znečištění povrchu... Nejčastěji používané profily jsou: R-III, FX-63-137, UA-2, SM-701.

U ultralehkých letadel amatérské stavby jsou křídla nejčastěji dřevěná. Křídlo je jedno nosníkové konstrukce s torzní skříň, nebo dvounosníkové konstrukce. Nosník přenáší ohybový moment a posouvající sílu, torzní skříň přenáší kroutící moment. Takto postavené křídlo je potažené plátnem. Kovové konstrukce se u amatérských staveb moc nevyskytují spíše jen u stavebnic. Při stavbě křídla musí být věnována dostatečná pozornost, aby nedošlo při stavbě k zbytečným chybám, které by mohly vést až k nehodě během provozu

Nosník je hlavním konstrukčním prvkem křídla. Je tvořen stojnou s dřevěnými „pásnicemi“ ty jsou různě kombinovány. Viz obr.



Obrázek 5 Různé typy dřevěných nosníků

Křídélka slouží k příčnému řízení letounu. Křídélka jsou sestavena tak že při vychýlení jednoho křídélka nahoru druhé se vychýlí dolů. Zde se zavádějí **diferenciální výchylky**. To znamená, že křídélko co se vychyluje nahoru má větší výchylku než křídélko co se vychýlí dolů. Toto je z důvodu lepšího ovládní letounu. Větší výchylka křídélka nahoře způsobí větší odpor na jedné straně a letoun neprovede jen náklon, ale začne i zatáčet.

Vztlakové Klapky je prostředek, který slouží ke zvyšování maximálního vztlaku a jsou umístěny na odtokové hraně. Vztlakové klapky jsou nutné jen u velmi rychlých letounů. Většina amatérsky stavěných letadel klapky nepotřebují.

6.2 Trup

Je část, která slouží ke spojení všech částí letounu (nosné plocha, ocasní plochy, přistávací zařízení a pohonná jednotka). Dále slouží k umístění nákladu, posádky a všech dalších potřebných částí (nádrže, řízení, záchranný systém).

Vnější tvar trupu bývá konstruován co nejlépe s ohledem na aerodynamické požadavky. Dále jsou kladeny požadavky na umístění posádky u dvoumístných letounů, buď vedle sebe, nebo za sebou. Trup se dělí na přední část, ve které je většinou umístěna pohonná jednotka, na střední část, kde je uchycena nosná plocha (křídlo) a přistávací zařízení a zadní část, kde na jejím konci jsou umístěny stabilizátory s kormidly.

Konstrukce trupu ultralehkých amatérsky stavěných letadel bývá nejčastěji příhradová a to buď dřevěná, nebo kovová. **Dřevěná konstrukce** je tvořena přepážkami, které jsou spojeny smrkovými nebo borovicovými nosníky. Celá takto postavená kostra je potažena leteckou překližkou. **Kovová konstrukce** je tvořena z ocelových nebo duralových trubek, ze kterých je vytvořena kostra trupu, která je potažena plátnem. Spoje trubek jsou svařovány. Další kovovou konstrukcí tvoří kovová poloskořepina, kde je trup vytvořen pomocí vylisovaných plechů do patřičného tvaru, které jsou spojovány nýtováním, i zde jsou použity přepážky podobně jak u dřevěných konstrukcí. Další skupinu tvoří **kompozitové konstrukce**. Jsou vyráběny z formy ze dvou polovin, které se po vytvrzení spojí a vytvoří dokonale hladký skořepinový trup. Tato konstrukce se nejvíce používá u sériově vyráběných letadel, protože výroba formy by byla velmi drahá, kdyby se z ní vyrobilo jen jedno letadlo.

6.3 Ocasní plochy

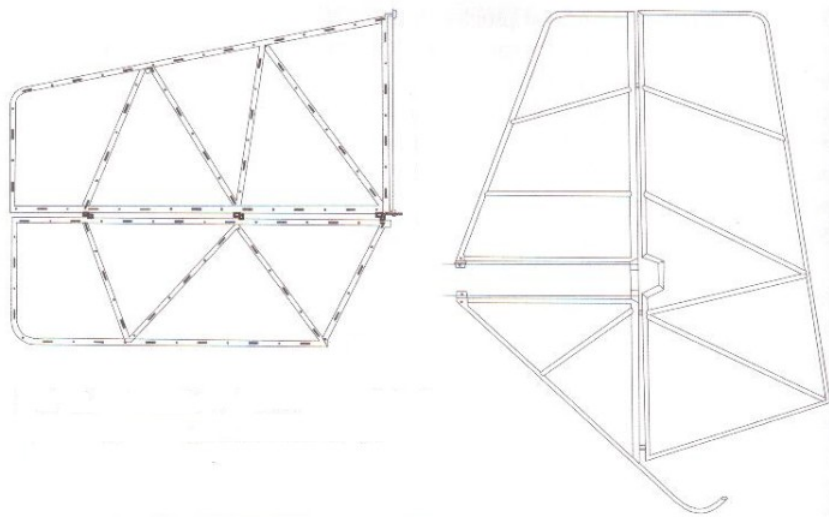
Zpravidla bývají umístěny v zadní části trupu. Slouží k řízení letounu, ale také k zajištění jeho stability. Skládají se z vodorovné ocasní plochy a svislé ocasní plochy. Tyto plochy jsou rozděleny na pevnou plochu a pohyblivou plochu. Plochy mohou být i plovoucí (pohybuje se celá plocha), ale ty se u ultralehkých letounů nepoužívají.

VOP – Vodorovná ocasní plocha

Slouží k zajištění stability a řízení letounu v příčném směru. Skládá se z pevného stabilizátoru a pohyblivé plošky výškovky. Tvar VOP není tak důležitý jako tvar křídla a proto se volí podle vzhledu, tak aby ladila k letounu. Co je ale důležité, je velikost, ta bývá zpravidla 15-19% plochy křídla. Konstrukčně bývá ve většině amatérských staveb provedena svaření z ocelových trubek.

SOP – Svislá ocasní plocha

Slouží k zajištění směrové stability letounu a řízení. Skládá se jak VOP z pevné plochy a pohyblivé plošky směrovky. Tvar není taktéž důležitý jak u vodorovné ocasní plochy. Velikost se volí přibližně polovina VOP. Konstrukce bývá podobná jak u výškového kormidla a to z ocelových trubek, nebo může být už součástí dřevěného trupu.



Obrázek 6 Konstrukce trubkových ocasních ploch

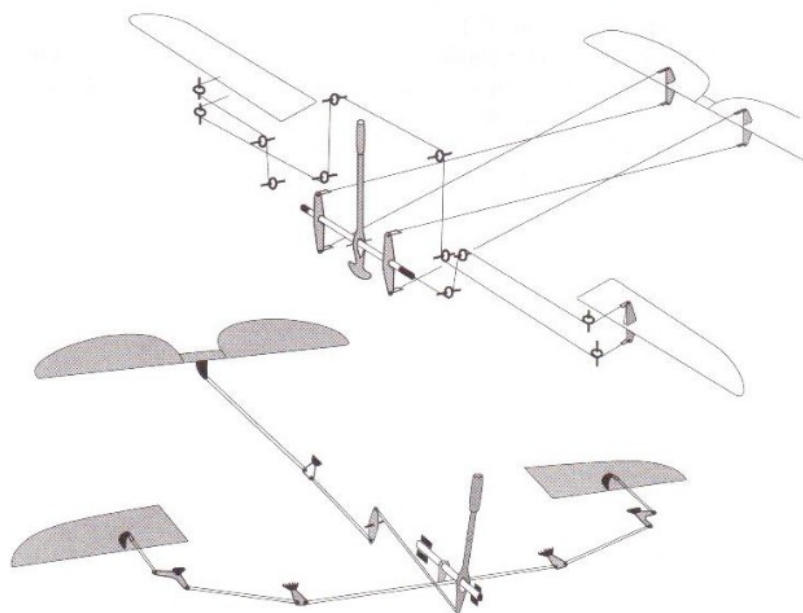
Další typ ocasních ploch je uspořádání ploch do „T“ toto uspořádání je výhodnější z hlediska aerodynamiky. Velkou nevýhodou je však větší namáhání svislé ocasní plochy a trupu a proto musí být tyto části zesíleny, což vede k větší hmotnosti letounu. Dále je ještě jedno uspořádání a to do „V“ (motýlkové) toto uspořádání je velmi výhodné

z hmotnostního hlediska. Nevýhodou je složitější uspořádání řízení, protože obě plochy musí fungovat zároveň jako výškovka i směrovka.

6.4 Řízení

Je v rozporu se stabilitou, protože čím stabilnější letoun tím těžší půjde ovládat a naopak. Řízení musí zabezpečit spolehlivý pohyb letounu kolem všech tří os. K řízení se používá řídicí páka (knipl) a pedály. Z těchto prvků je síla přenášena pomocí lan a táhel na řídicí prvky výškovky, směrovky a křídélka popř. klapky pokud je jimi letoun vybaven. Výškové kormidlo a křídélka bývají zpravidla řízeny pomocí **táhel**. Táhla jsou hmotnostně těžší než lana, tak částečně zabraňují rozkmitání kormidel. Druhý prostředek přenosu síly od řídicí páky ke kormidlům jsou **lana**. Lana jsou hmotnostně lehčí jak táhla, ale každý úsek lana musí být opatřen napínákem, aby lano mohlo být během provozu kontrolováno a dopínáno. Dále u každého ohybu lana musí být kladka, která musí být opatřena pojistkou proti vyskočení lana.

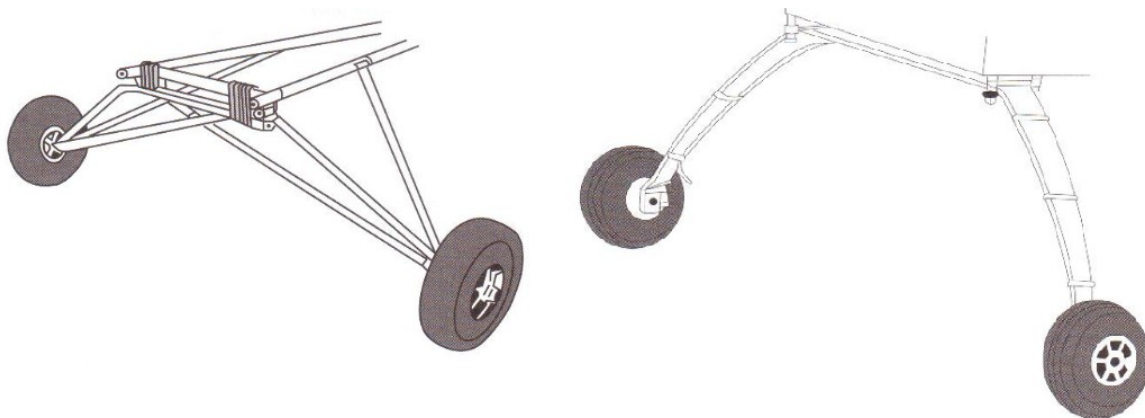
Celý systém řízení musí být proveden tak aby nemohlo dojít k jeho zablokování. Dále musí být letoun opatřen vyvážením všech kormidel, aby při ustáleném letu byly nulové síly v řízení. Výškové kormidlo musí mít ovládání vyvážené v pilotní kabině. Při změně režimu letu musí pilot působit na řídicí páku i pedály určitou silou, pokud tyto síly jsou příliš malé, tak se musí řízení doplnit o pružiny, které dodávají požadovaný odpor na řídicí elementy. Síly na řízení musí být v poměru křídélka, výškovka a směrovka 1:3:10. Veškeré požadavky na systém řízení je uveden v předpise UL2 – I. Část.



Obrázek 7 Řízení (horní obrázek znázorňuje řízení pomocí lan a dolní pomocí táhel)

6.5 Přistávací zařízení

Slouží ke vzletu a přistání jak ze země, tak i z vodní hladiny. Dále slouží k pohybu po zemi (po vodě) a také ke stání. Při vzletu a přistání tlumí nárazy a přenáší sílu od země přes tlumiče do draku letadla. U ultralehkých letadel je tlumič většinou tvořen pomocí svazků gum, nebo kompozitová či ocelová pružina, která je zároveň podvozkovou nohou. Dále bývá kolový podvozek opatřen brzdami, které slouží ke zkrácení dojezdu.

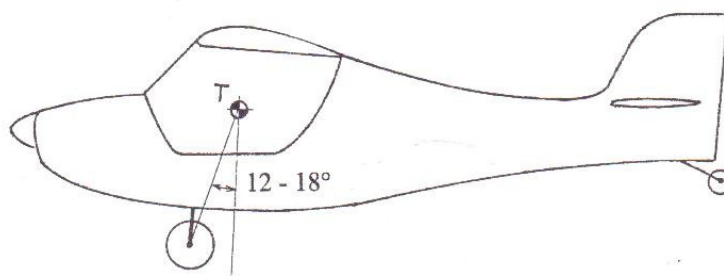


Obrázek 8

Vlevo je podvozek odpružený gumovým svazkem a vpravo je pružení pomocí nohy z listového pára

Podvozek s ostruhovým kolem

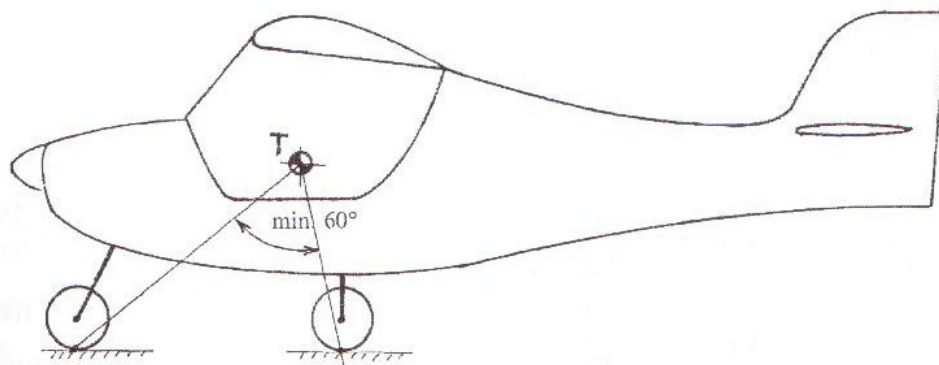
Je z hlediska hmotnosti nejvýhodnější řešení. Nevýhodou však je, že letoun je nakloněný směrem dozadu a tak má pilot zhoršený výhled z pilotní kabiny. Má hlavní podvozek umístěn před těžištěm. Pro správnou funkci podvozku musí podvozek se svislou osou těžiště a podvozkem svírat úhel $12 - 18^\circ$. Délka podvozku musí být taková, aby letoun při vodorovné poloze měl vzdálenost vrtule od země minimálně 250mm. Ostruhové kolo bývá k trupu většinou připevněno pomocí listového pára, které zároveň tvoří tlumič. Dále na ostruhové kolo bývá spjata s nožním řízením, aby byl letoun na zemi říditelný.



Obrázek 9 Podvozek s ostruhovým kolem

Podvozek s příďovým kolem

Oproti podvozku s ostruhovým kolem je podvozek s příďovým kolem těžší, ale pilot má lepší výhled z pilotní kabiny při rozjezdu a při pojíždění. Hlavní podvozek je umístěn za těžištěm. Hlavní podvozek musí svírat s příďovým kolem úhel minimálně 60° (viz obrázek). Příďové kolo bývá spjato s nožním řízením, nebo vlečené a letoun je řízen pomocí brzd.



Obrázek 10 Příďový podvozek

Další druh je **zatahovací podvozek**. Ten se používá jen u velmi rychlých letounů. Hlavní nevýhodou je vysoká hmotnost podvozku a celého mechanismu vysouvání a zasouvání. Dále se na ultralehkých letadlech používají podvozky, jako jsou lyže a plováky ty se ale na našich letounech vyskytují jen zřídka a to spíše jen lyže, protože lety z vodní hladiny jsou u nás zakázány.

Veškeré požadavky na podvozky ultralehkých letadel jsou uvedeny v předpise UL – 2 – část I.

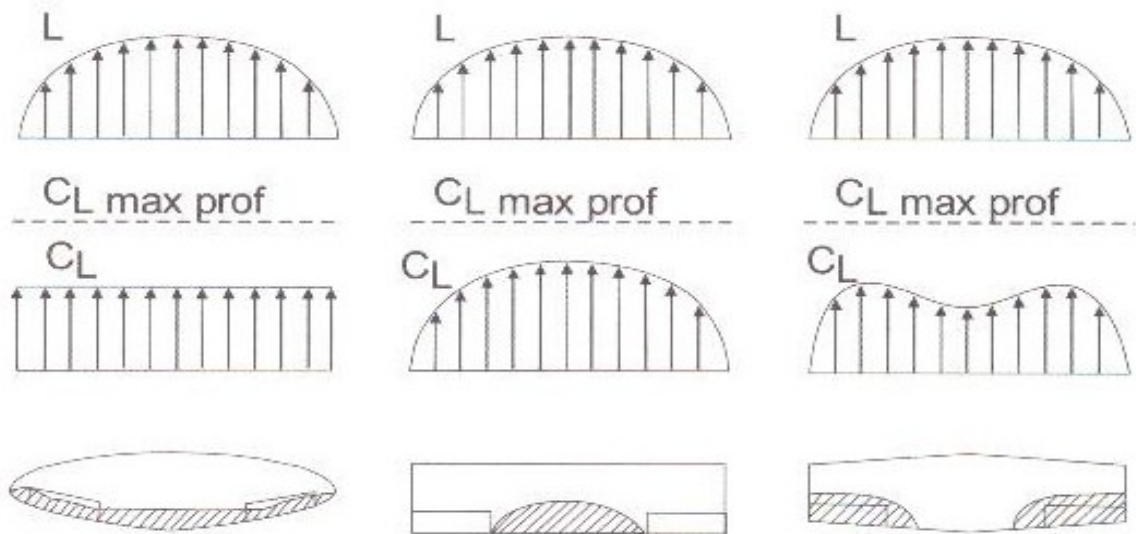
7. Výpočty pro návrh konstrukce ultralehkého letounu

Každý letoun před uvolněním do provozu musí prokázat svojí provozuschopnost. Ta je určena především výpočtem a také zkouškami. Výpočet konstrukce ultralehkého letounu není nijak obtížná, ale je zapotřebí alespoň základních znalostí statiky. Jak je zmíněno v předchozí větě, počítá se jen statické zatížení nikoliv dynamické. Tím se výpočty mnohonásobně zjednoduší.

7.1 Rozložení spojitého zatížení po křídle

Rozložení součinitele vztlaku se u různých půdorysných tvarů křídla liší. Každý půdorysný tvar má různé charakteristiky při kritickém úhlu náběhu, kdy začne docházet

k odtrhávání proudnic z profilu křídla. Rozložení vztlaku i místa, kde dochází k odtržení proudnic znázorňuje obrázek.

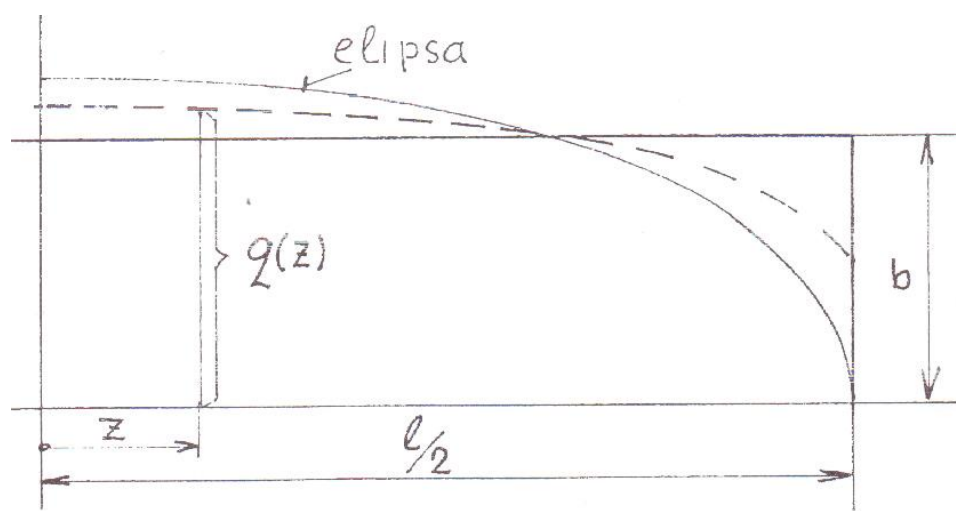


Obrázek 11 Rozložení spojitěho zatížení a součinitele vztlaku

7.2 Výpočet spojitěho zatížení křídla Schrankovou metodou

Toto zatížení se u ultralehkých letadel provádí pomocí Schrenkovy metody. Tato metoda řeší rozložení spojitěho zatížení po rozpětí křídla. Pro obdélníkové křídlo je dána vztahem:

$$q(z) = \frac{Y}{L} \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{\pi} \sqrt{1 - \left(\frac{2z}{L} \right)^2} \right)$$



Obrázek 12 spojitěho zatížení

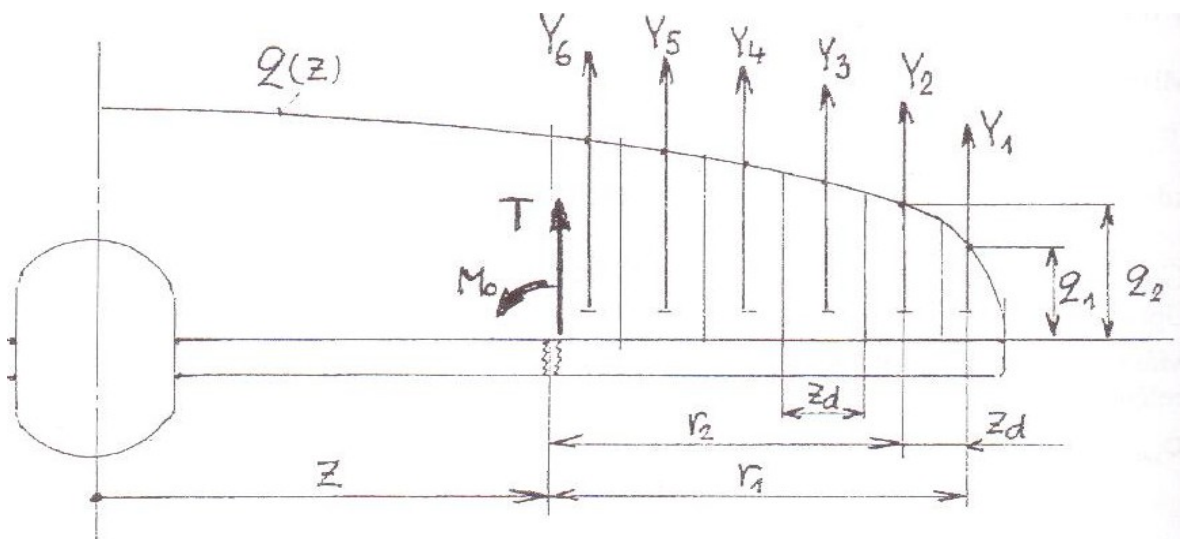
Z obrázku lze vyčíst, že vypočtená hodnota se mírně liší od elipsy.

7.3 Výpočet posouvající síly a ohybového momentu

Posouvající sílu T a ohybový moment M_0 získáme pomocí výpočtů pro vnitřní statické účinky křídla. Posouvající síla a ohybový moment jsou síly, které nejvíce namáhají křídlo. Tyto síly vypočítáme ze spojitého zatížení, které jsme si určili pomocí Schrankovy metody. Spojité zatížení si rozdělíme na malé vzdálenosti z_d a doprostřed těchto vzdáleností zavedeme osamělé síly Y . Rozdělení a zavedení sil je znázorněno na obrázku.

Posouvající síla: $T = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots$ (takto až do bodu řezu)

Ohybový moment: $M_0 = Y_1 r_1 + Y_2 r_2 + Y_3 r_3 + \dots$ (takto až do bodu řezu)



Obrázek 13 Výpočet posouvající síly a ohybového momentu

Velké množství ultralehkých letadel jsou hornoplošníky se vzpěrou, tak si zde ještě provedeme výpočet síly, která působí ve vzpěře.

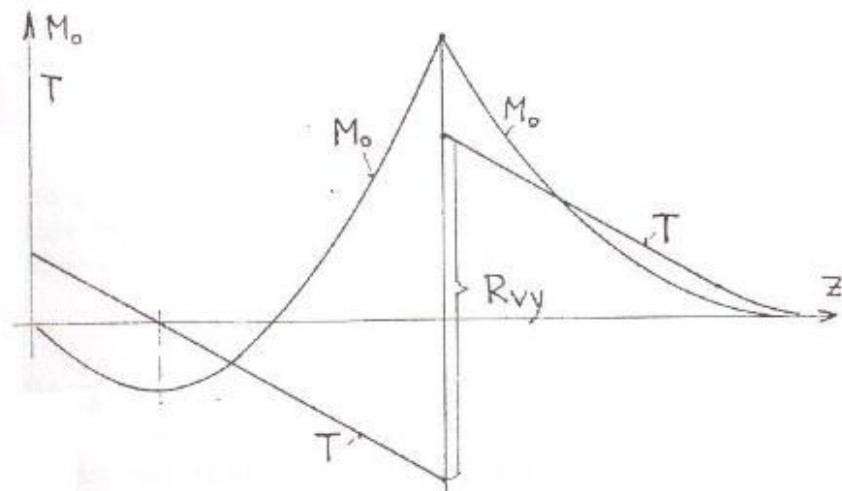
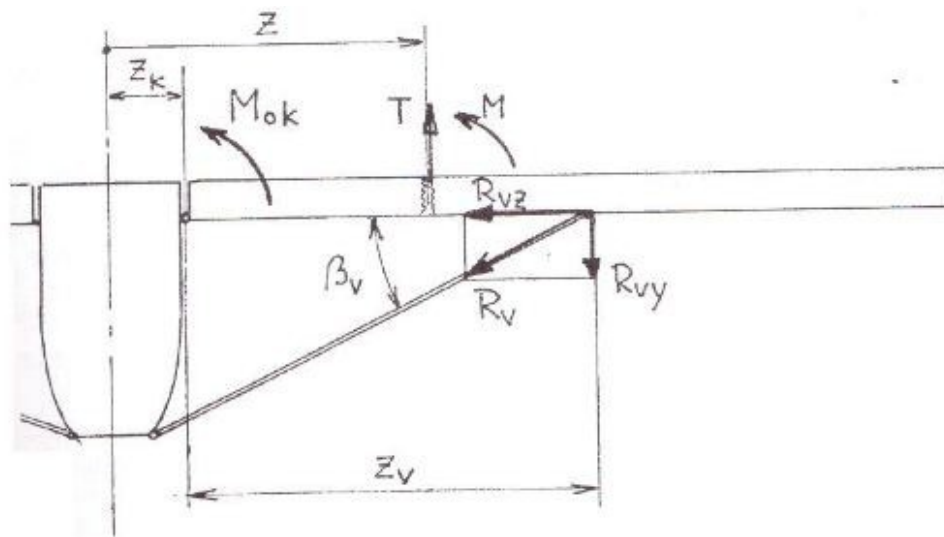
Jako první krok provedeme výpočet ohybového momentu a posouvající síly jako u křídla bez vzpěry. Pak rozdělíme sílu, která působí ve vzpěře na tři složky:

$$R_{vy} = \frac{M_{ok}}{\sin \beta_v}, R_v = \frac{R_{vy}}{\sin \beta_v}, R_{vz} = \frac{R_{vy}}{\text{tg} \beta_v}$$

Dále vypočteme posouvající sílu a ohybový moment ve vzpěře pomocí těchto vzorců:

Posouvající síla: $T_v = T - R_{vy}$

Ohybový moment: $M_v = M - R_{vy} (Z_k + Z_v - z)$



Obrázek 14 rozložení sil u křídla se vzpěrou

Obrázek znázorňuje křídlo se vzpěrou a síly v ní dále výslednice sil a momentů vnesených do grafu. Z grafu lze vyčíst, že ohybový moment má u trupu zápornou hodnotu. Toto je důsledek ukotvení vzpěry blízko konce křídla.

7.4 Výpočet kroučícího momentu

Kroučící moment namáhá křídlo na krut. Tento moment nejčastěji zachycuje torzní skříň křídla, nebo dvou nosíková konstrukce křídla. Než začneme počítat kroučící moment, tak musíme nejprve spočítat klopný moment M :

$$M = \frac{|c_m|}{c_y} * T * b_{SAT}$$

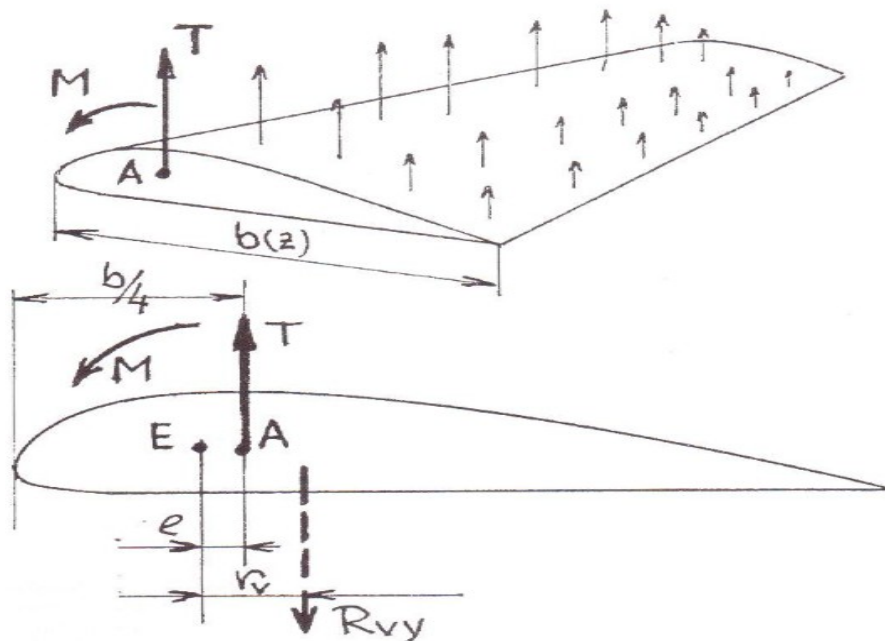
Ve vzorečku je hodnota střední aerodynamické tětiny b_{SAT} . Výpočet b_{SAT} je poměrně složitý, tak jej postačí nahradit za střední hloubku křídla b_s :

$$b_{SAT} = b_s = \frac{S}{l}$$

Po vypočtení střední hloubky křídla a klopného momentu a pomoci obrázku můžeme sestavit rovnici pro kroutící moment:

$$M_k = M + T * e - R_{vy} * r_v$$

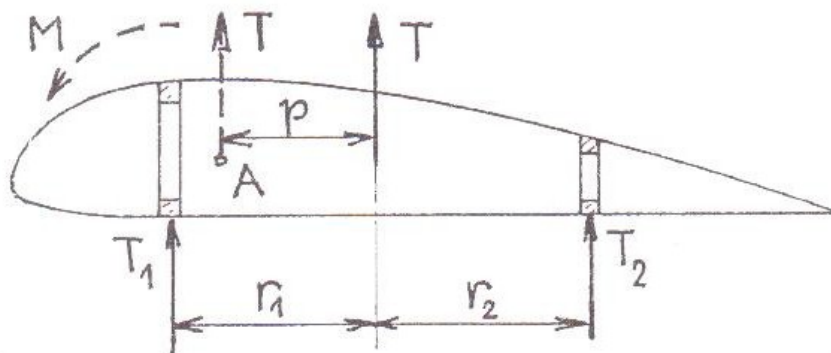
S částí rovnice $R_{vy} * r_v$ se počítá pouze křídlo se vzpěrou a to jen mezi kořenem křídla a vzpěrou.



Obrázek 15 kroutící moment

Jak už bylo výše řečeno, tak křídlo může stavitel postavit místo s torzní skříní, tak pomoci dvounosníkové konstrukce. Tady se jedná pouze o rovnováhu na páce, tak podle obrázku stanovíme rovnice:

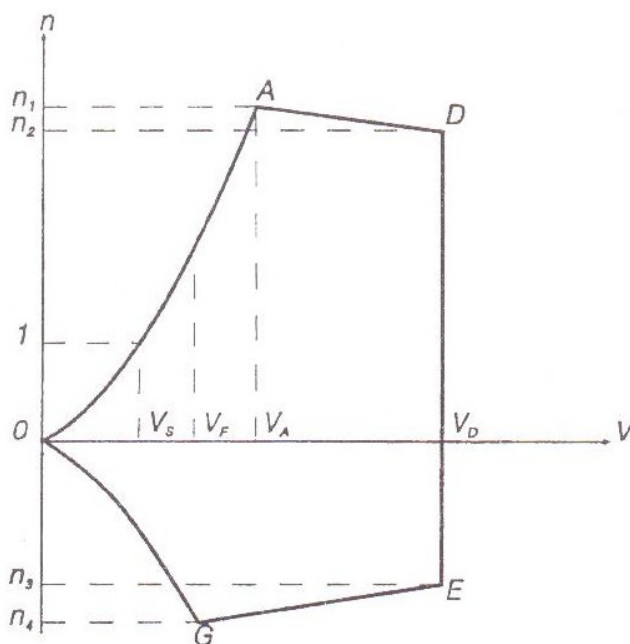
$$T_1 = T * \frac{r_2}{r_1 + r_2} \quad T_2 = T * \frac{r_1}{r_1 + r_2}$$



Obrázek 16 Rozložení sil na dva nosníky

7.5 Obálka obrátů

Letová obálka je diagram, který znázorňuje oblast letových stavů. Ukazuje všechny režimy letu v závislosti na rychlosti letu a maximálního násobku při obratech letounu. Obratová obálka je stanovena na základě provozních zkušeností v předpise UL 2 - I. část.



Obrázek 17 Obálka obrátů

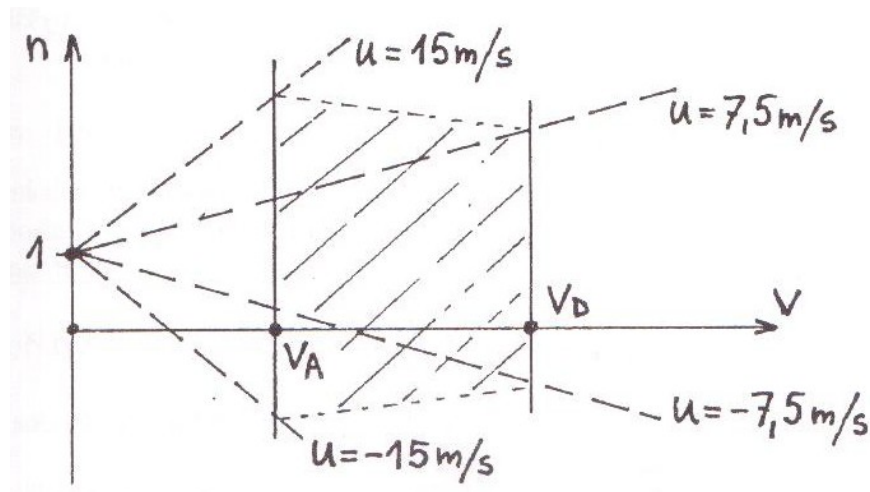
Nejdůležitější hodnotou z předpisu jsou hodnoty minimálních velikostí provozních násobku, které jsou: $n_1 = n_2 = 4$, $n_3 = 1,5$ a $n_4 = -2$

Provozní násobek lze vypočítat pomocí vztlakové síly, která je nepřímo úměrná tíze:

$$n = \frac{Y}{G} = \frac{Y}{m * g}$$

7.6 Obálka poryvů

Obálka poryvů je důležitá z hlediska možného vletu letounu do svislého poryvu. To se projeví prudkým zvýšením nebo snížením úhlu náběhu a tudíž i vztlaku letoun, tyto poryvy letoun vyrovnává svou setrvačnou silou. Vzorec pro výpočet provozního násobku od poryvů je uveden opět v předpis UL 2 - I. část.



Obrázek 18 Obálka poryvů

Hlavní údaje, které lze vyčíst z obrázku je maximální možná velikost rychlosti poryvu, která je pro návrhovou rychlost V_A do 15 m/s a návratovou rychlost V_B do 7,5 m/s.

7.7 Zatížení vztlakových klapek a křidélek

Postup pro vypočtení přesné hodnoty zatížení vztlakových klapek a křidélek je poměrně složitý. Zde uvádím pouze zjednodušený postup, který je uveden v příloze předpisu UL2. Postup vychází již ze známého vzorce pro plošné zatížení křídla p :

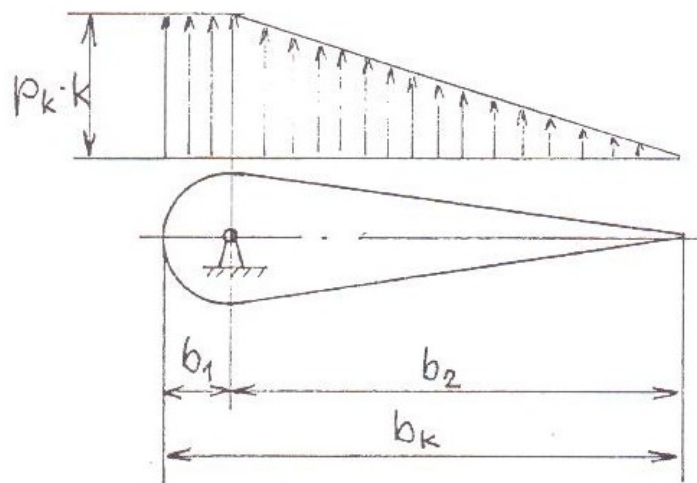
$$p = \frac{G}{S} = \frac{m * g}{S}$$

Dále musíme vypočíst střední hodnotu plošného zatížení křídélka p_k :

$$p_k = 1,8 * p > 575 N/m^2$$

Po vypočtení střední hodnoty plošného zatížení křídélka musíme tuto hodnotu p_k vynásobit ještě koeficientem k :

$$k = \frac{b_k}{b_1 + \frac{b_2}{2}}$$



Obrázek 19 Zatížení vztlakových klapek a křídélek

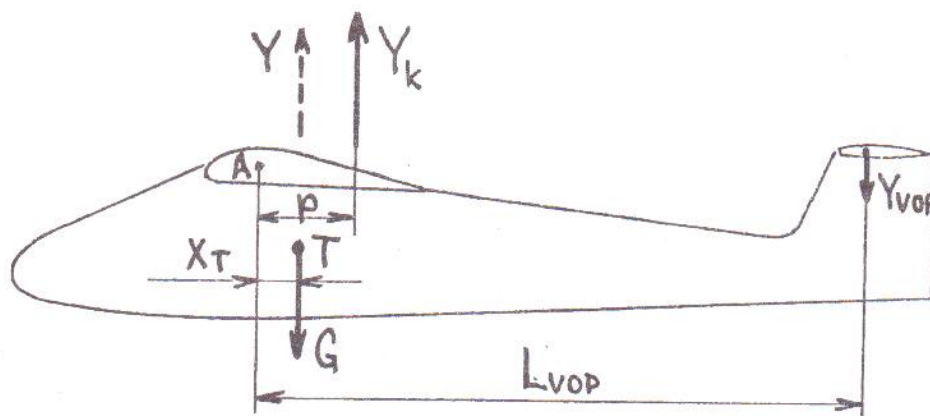
7.8 Výpočet zatížení ocasních ploch

Ocasní plochy slouží ke stabilizaci a řízení letounu. Musí přenášet síly z kormidel na trup, aby byla zajištěna dostatečná stabilita a říditelnost. Dále musí snášet síly působící od poryvů.

Výpočet vyvažovací síly Y_o se počítá z rovnováhy momentu. Rovnici lze odvodit z obrázku, přičemž se nesmí zapomenout počítat s násobkem, který se vyskytuje při manévrech.

$$n * G(p - x_T) = Y_{oVOP} (L_{VOP0} - p)$$

$$Y_o = \frac{n * G(p - x_T)}{L_{VOP} - p}$$



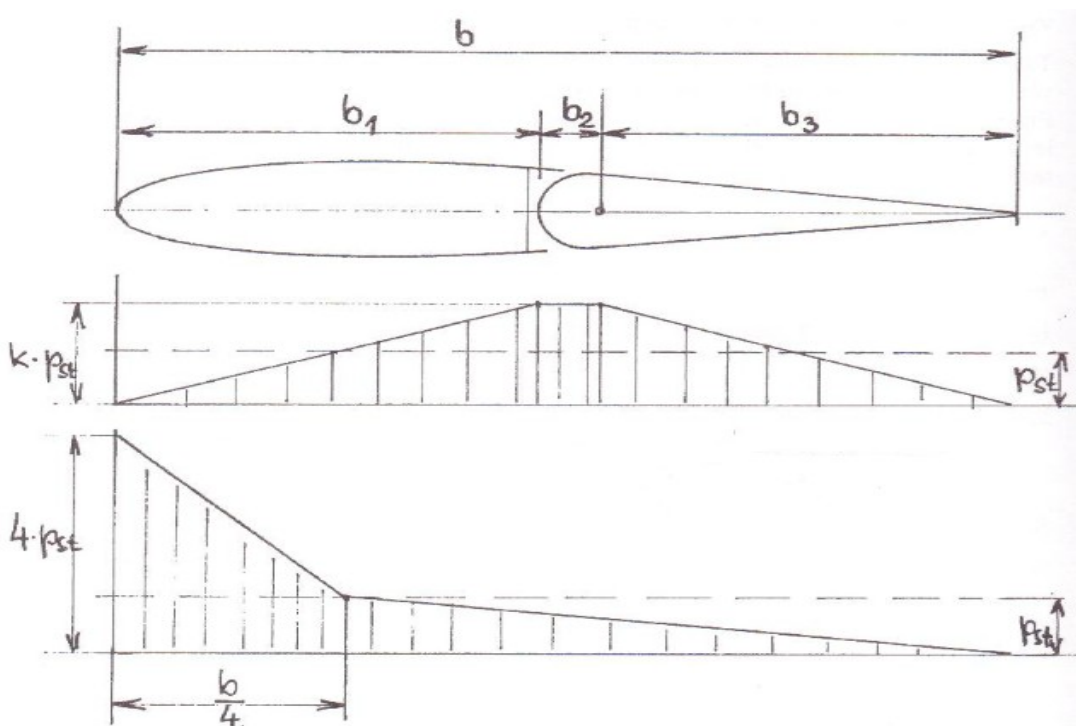
Obrázek 20 Zatížení ocasních ploch

Další výpočet je pro zatížení VOP a SOP. Toto zatížení vznikne při vychýlení kormidel. Počítá obdobně zjednodušeně jak zatížení klapky a křidélek. Opět se vychází z plošného zatížení křídla, ze kterého se pak vypočítá plošné zatížení P_{st} VOP nebo SOP.

$$P_{st} = 234 + 2,1 * p > 582Pa$$

Průběh zatížení podél hloubky má dvě charakteristiky (jsou znázorněny na obrázku). I zde podobně jak u křidélek a klapky se plošné zatížení násobí koeficientem k :

$$k = \frac{b}{\frac{b_1}{2} + b_2 + \frac{b_3}{2}}$$



Obrázek 21 Průběh zatížení ocasních ploch

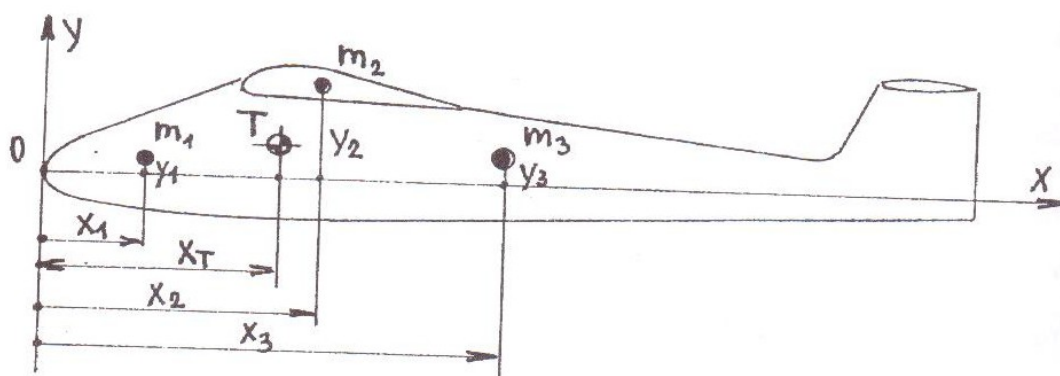
I ocasní plochy jsou namáhané silami od poryvů, podobně jako u křídla a musí na to být konstruovány. Maximální síla, která může na VOP a SOP působit je stanovena výpočtem. Vzorec pro výpočet je stanoven předpisem. Velikosti poryvu jsou stanoveny stejně, jak pro křídlo a to při rychlosti v_A je svislý poryv maximálně 15m/s a při v_D je svislý poryv maximálně 7,5m/s. Pro celkové zatížení VOP se musí sečíst síla zatížení od poryvů a vyvažovací síly.

7.9 Výpočet těžiště letounu

Znázorňuje rozložení hmot v letounu. Konečný výpočet je poměrně jednoduchý, ale prvně musíme stanovit těžiště všech hmot na letounu. Výpočet všech těchto částí je velmi pracný a zabere spoustu času.

$$x_T = \frac{x_1 * m_1 + x_2 * m_2 + x_3 * m_3 \dots}{m}$$

$$y_T = \frac{y_1 * m_1 + y_2 * m_2 + y_3 * m_3 \dots}{m}$$

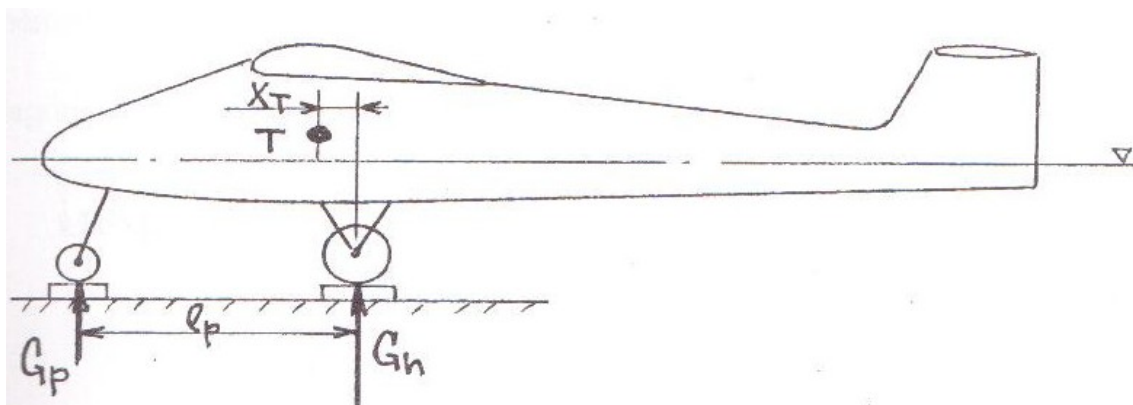


Obrázek 22 Těžiště letounu

U hotového letounu lze těžiště snadno zjistit pomocí vážení. A to tak, že letoun se ustaví na tři váhy a to ve vodorovné poloze a těžiště se určí výpočtem pomocí tohoto vzorce:

$$x_T = \frac{G_p * l_p}{G}$$

l_p je vzdálenost přídového kola od hlavního podvozku, G_p je údaj odečtený na váze pod přídovým kolem a G je součet údajů na všech třech váhách.



Obrázek 23 Zjištění těžiště pomocí vážení

7.10 Trup

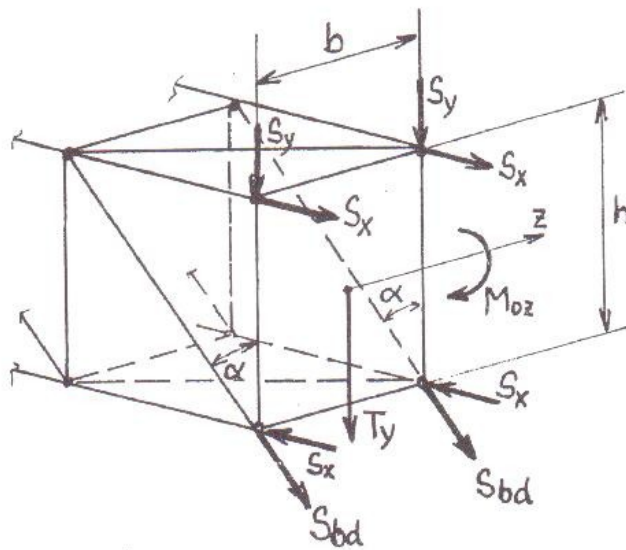
Výpočet namáhání trupu je velmi složitý, protože na trup se přenášejí všechny síly, které se na letounu vyskytují (od křídla, ocasních ploch, ale i od motoru, posádky, podvozku...). Většina trupů má příhradovou konstrukci z ocelových nebo duralových trubek. Další možnou konstrukcí je dřevěný trup. Ten bývá postavený z podélníků a následně potažen překližkou. Výpočet se provádí podobně jak u křídla. Třetí možností trupu je laminátový skořepinový trup. Tyto trupy se dají spočítat velice obtížně a nedají se zaručit vypočtené výsledky. U těchto kompozitových trupů se provádějí především pevnostní zkoušky různých komponentů, nebo celého trupu.

Výpočet sil od VOP v prutech u příhradové konstrukce:

Pásnice $S_x = \frac{\pm M_{Oz}}{2h}$ horní pásnice je namáhána tahem a dolní tlakem

Svislé bočnice $S_y = \frac{-T_y}{2}$ bočnice je namáhána tlakem

Svislé diagonály $S_{bd} = \frac{-T_y}{2 * \cos \alpha}$ diagonála je namáhána tahem



Obrázek 24 síly od VOP

Výpočet sil od SOP v prutech u příhradové konstrukce:

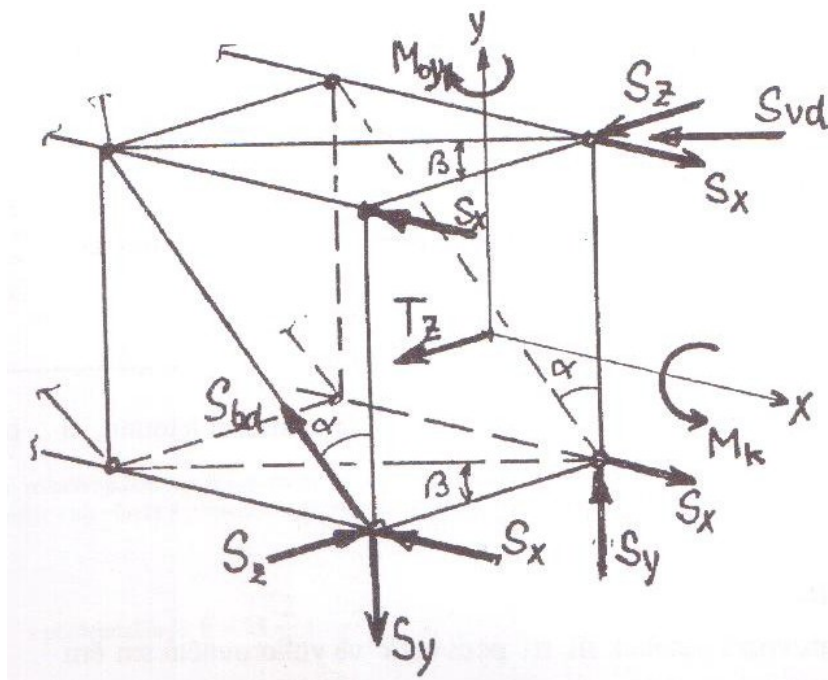
Pásnice $S_x = \frac{\pm M_{oy}}{2b}$

Vodorovná bočnice $S_z = \frac{T_z}{2} \pm \frac{M_k}{2b}$

Svislá bočnice $S_y = \pm \frac{M_k}{2h}$

Vodorovná diagonála $S_{vd} = \frac{S_z}{\cos \beta}$

Svislá diagonála $S_{bd} = \frac{S_z}{\cos \alpha}$



Obrázek 25 Síly od SOP

7.11 Podvozek

U ultralehkých letadel je podvozek jedna z nejmávaných částí. U těchto letadel se počítá s tím, že budou provozovány převážně na nezpevněných, neupravených letištích. Veškeré výpočty a požadavky na podvozky ultralehkých letadel jsou uvedeny v předpise UL 2. Tyto požadavky byly převzaty z předpisu FAR 23, který je velmi přísný a platí i pro letadla vyšší kategorie.

Výpočet zatížení podvozku

Jako první musíme provést výpočet provozního násobku podvozku:

$$n_p = \frac{h + \frac{d}{3}}{\eta * d}$$

d je deformace podvozku pneumatiky a odpružení

η je účinnost tlumiče a ta je 0,5 pro pneumatiku a nohu s gumovým tlumičem a 0,65 pro pneumatiku a nohu s hydraulickým tlumičem.

Dále musíme vypočítat výšku volného pádu letadla:

$$h = \frac{v_y^2}{2g}$$

v_y je rychlost volného pádu z výšky h. Rychlost volného pádu je uvedena v předpise UL 2 a je dána vzorcem:

$$v_y = 0,51 * \sqrt{\frac{m * g}{S}}$$

V této rovnici je m hmotnost letadla a S je ploch křídla.

Celkový násobek se pak spočítá a musí být větší než 4:

$$n = n_p + \frac{2}{3}$$

Na podvozek nepůsobí síla jenom ve vertikálním směru, ale i v horizontálním:

$$n_x = 0,25 * n$$

Dalším krokem výpočtu podvozku je určení reakcí na podvozek u různých konfiguracích podvozku a jejich možností přistání:

1. Podvozek s ostruhovým kolem

- a) Přistání na dva body
- b) Přistání na tři body

2. Podvozek s příďovým kolem

- a) Přistání na všechny tři kola
- b) Přistání na dvě kola (trup je vodorovně)
- c) Přistání na dvě kola (trup je nakloněn dozadu)

Po zhotovení těchto výpočtů se musíme dále zabývat bočními silami působící na hlavní podvozek, síly od brzd, síly na ostruhové kolo a příďové kolo. Tyto výpočty podvozku jsem zde nezobrazoval, protože jsou poměrně složité a pro každou konfiguraci se musejí provádět zvlášť. Při návrhu podvozku si stavitel vybere jednu konfiguraci a té se pak věnuje. Veškeré výpočty a požadavky jsou uvedeny v předpise UL 2.

8. Postup stavby SLZ s pomoci inspektora stavebního dozoru

Jak už bylo výše zmíněno stavitel si musí zajistit buď stavebnici letounu, potřebnou dokumentaci pro stavbu (stavební plán) nebo si plán sám nakreslí. Dále si musí zajistit prostor a potřebné nářadí pro stavbu SLZ. Další podmínkou je zavést si stavební deník do kterého bude stavitel zapisovat stavbu všech důležitých částí letounu (hlavní nosník, torzní skříň křídlo před potažením...) Po splnění těchto požadavků stavitel kontaktuje inspektora techniky LAA, který je oprávněn provádět stavební dozor, se kterým si dohodne první termín návštěvy. Technik provádějící stavební dozor má funkci poradce, ale zodpovídá za celý průběh stavby. Kontroluje a posuzuje dodržení stavby podle technické dokumentace. Případné odchylky od stavební dokumentace posoudí a pokud se mu zdají i s odchylkou v pořádku, tak je schvální.

8.1 První návštěva

Na první návštěvě seznámí stavitel inspektora stavebního dozoru s dokumentací celého letounu, kterou patřičně projednají. Inspektor stavebního dozoru může doporučit stavební materiál. Dále inspektor posoudí místnost, ve které bude stavitel letoun stavět jako např. velikost dílny, teplota a vlhkost (hlavně při stavbě dřevěných konstrukcí, kde je důležité vyschnutí lepených spojů). Dále kontrola nářadí, které bude stavitel používat. Pokud se stavitel s inspektorem dohodli na stavebním plánu, dílně, nářadí... tak inspektor zadá staviteli první část, kterou stavitel postaví. U méně zkušených stavitelů inspektor zadá stavbu ocasních ploch, na kterých si ověří zručnost a dovednost stavitele. Poté se

dohodnou na dalším termínu návštěvy. Inspektor na konci návštěvy provede zápis, kde uvede průběh návštěvy a všechna důležitá fakta.

8.2 Druhá návštěva

Inspektor zkontroluje provedení stavby ocasních ploch. Pokud se jedná o stavbu ze dřeva, tak kontroluje orientaci letokruhů, kvalitu použitého dřeva, úkosity lepených dílů, velikost spár, spolehlivost slepených ploch... Po kontrole, která dopadla pozitivně, zadá inspektor staviteli postavit další díl letounu (např. hlavní nosník). Po té se dohodnou na další kontrole. Inspektor provede zápis z návštěvy.

8.3 Další návštěvy

Z každé návštěvy musí být proveden zápis a některé procesy musí být zdokumentovány i pomocí fotografií (pevnostní zkouška, zatížení křídla...). Zápis i fotografie provádí inspektor stavebního dozoru.

- Kontrola křídla, trupu, závěsného kování před potažením
- Kontrola konzol řízení a mechanických dílů řízení (pevnost, tření, dorazy zaseknutí...)
- Kontrola podvozku (provedení a uchycení)
- Kontrola motorového lože
- Kontrola palivového systému (nádrže, odkalení, odvodušnění, vedení)

9. Typový průkaz

Typový průkaz opravňuje držitele k výrobě a opravám SLZ, nebo letadlových celků (motory a vrtule) ve více kusech. Dále typový průkaz potvrzuje letovou způsobilost SLZ, nebo jednotlivých celků. Každý výrobek musí být označen patřičným štítkem.

9.1 Postupy ověřování letové způsobilosti Typu SLZ nebo letadlových částí

Žadatel o vydání Typového průkazu, kterým se potvrzuje letová způsobilost u určitého Typu SLZ nebo jeho částí, musí prokázat splnění všech požadavků příslušné technické normy.

- I. Žadatel předloží LAA ČR žádost o vydání Typového průkazu
- II. K žádosti přiloží:
 - a) Technický popis SLZ, nebo letadlové techniky
 - b) Výrobní dokumentaci
 - c) Aerodynamický a pevnostní výpočet

- d) Protokoly o provedených pevnostních zkouškách
 - e) Protokoly o provedených letových zkouškách
 - f) Zprávu o provozu prototypu
 - g) Prohlášení o původnosti konstrukce, nebo souhlas majitele dokumentace
- III. Průkaz pevnosti se provede:
- a) Výpočet všech důležitých nosných dílů konstrukce
 - b) Statickými a dynamickými pevnostními zkouškami
 - c) Aerodynamickými a pevnostními zkouškami
- IV. Povinný rozsah těchto zkoušek pro jednotlivé typy letadlové techniky stanoví Ředitel technického oboru LAA ČR na doporučení Technické komise LAA ČR, pokud nejsou přesně vymezeny příslušným technickým předpisem.
- V. Průkaz letových vlastností se provede:
- a) Zkušebním provozem prototypu. Zajistí výrobce.
 - b) Letovými zkouškami. Zkoušky provedou minimálně 2 zkušební piloti, pověření LAA ČR.
 - c) Aerodynamickými zkouškami prototypu ve zkušebně (např. testy podélné stability ZK) [1]

Povinný rozsah těchto zkoušek stanoví Ředitel techniky oboru LAA ČR, pokud není přísně vymezen příslušnou Technickou směrnicí.

Technickou prohlídku provedou odborníci pověření Ředitelem technického oboru LAA ČR. Výsledek prohlídky sdělí písemně. [1] Předpis LA – 2

9.2 Vydání Typového průkazu

O vydání Typové průkazu rozhoduje Ředitel technického oboru LAA ČR, který vše projedná s Technickou komisí LAA ČR. Posoudí, zda byly splněny všechny předešlé body I – V. Dále si Komise nechá vypracovat rektorský posudek od odborníka, který byl doporučený TK LAA ČR. Na základě těchto podkladů a jednání vydá Ředitel technického oboru LAA ČR Typový průkaz.

10. Technický průkaz letové způsobilosti (TPLZ)

Typy technických průkazů i jejich definicemi jsem uvedl již v první kapitole, tak zde jen ve zkratce:

- Technický průkaz letové způsobilosti “Z“- prototyp

- Technická průkaz letové způsobilosti “A“ - amatérská stavba
- Technická průkaz letové způsobilosti “P“ - profesionální výroba

Platnost průkazu je maximálně dva roky, a proto je provozovatel povinen alespoň jeden měsíc před skončením platnosti průkazu požádat o jeho prodloužení. Toto provádí u inspektora techniky u kterého je toto SLZ registrováno. Inspektor techniky provede požadované kroky k prodloužení technického průkazu a pokud SLZ ve všech vyhoví, tak prodlouží platnost letové způsobilosti SLZ.

10.1 Žádost o vystavení TPLZ pro kategorii “Z“

Žadatel (stavitel) musí předložit některému z inspektorů techniky LAA ČR pro příslušný druh SLZ žádost o schválení nově vyvíjeného druhu SLZ. Spolu s žádostí musí předložit:

- a) Základní technický popis SLZ (letadlová kniha)
 - b) Základní výkresovou (technologickou) dokumentaci v rozsahu, který určí inspektor techniky
 - c) Informace o použitém materiálu, průkazy pevnosti důležitých dílů
 - d) Doklady o stavebním dozoru, pokud jsou pevnostně významné díly ze dřeva nebo kompozitů.
 - e) Tři barevné fotografie (příp. diapozitivy) SLZ v pohledech, které umožňují jednoznačnou identifikaci SLZ. Doporučují se pohledy shora, šikmo zepředu a šikmo zezadu. Na rubu každé fotografie musí být jméno a adresa žadatele, typ SLZ, datum a podpis žadatele.
 - f) Průkaz pevnosti konstrukce se provede:
 - Výpočtem
 - Doklady o zkouškách materiálu
 - Doklady o zkouškách důležitých uzlů
 - Případně dalšími pevnostními zkouškami podle uvážení inspektora techniky
- [1] Předpis LA – 2

Dále musí inspektor techniky provést prohlídku SLZ. Po prohlídce provede zápis do formuláře zkušební protokol (příloha I.) a do formuláře Zpráva o přezkoušení SLZ (příloha II:). Po kladných zápisech do těchto formulářů inspektor techniky povolí zkušební let.

Zkušební let provádí zkušební pilot pověřený LAA ČR. Ten prověří SLZ ve všech možných letových režimech požadovaných protokolem o letových zkouškách (příloha III.).

Inspektor techniky na základě výsledků technické kontroly a zkušebnímu letu zapíše letoun do svého registru a vydá Registrační list (příloha IV.). Na základě tohoto registračního listu, vyrovnání příslušného poplatku a předložení dokumentu o zaplacení zákonného pojištění z provozu letadla vydá ústřední rejstřík LAA ČR Technický průkaz letové způsobilosti. [1] Předpis LA – 2

10.2 Žádost o vystavení TPLZ pro kategorii “A“

Žadatel musí k žádosti přiložit:

- a) Doklady které byly požadovány i pro kategorii “Z“
- b) Písemný souhlas držitele TP se stavbou letadla (autorské osvědčení)
- c) Doklady o stavebním dozoru, pokud je pro daný typ letadla předepsán

Dále už je celý postup obdobný jako u kategorie “Z“. Inspektor techniky provede prohlídku podle formulářů Zkušební protokol a Zpráva o přezkoušení a pokud kontrola dopadne pozitivně, inspektor povolí zkušební let. Zkušební let provede zkušební pilot, který je pověřený LAA ČR a prověří letoun ve všech režimech letu podle protokolu o letových zkouškách.

Inspektor techniky na základě výsledků technické kontroly a zkušebnímu letu zapíše letoun do svého registru a vydá Registrační list (příloha IV). Na základě tohoto registračního listu vyrovnání příslušného poplatku a předložení dokumentu o zaplacení zákonného pojištění z provozu letadla vydá ústřední rejstřík LAA ČR Technický průkaz letové způsobilosti. [1] Předpis LA – 2

10.3 Žádost o vystavení TPLZ pro kategorii “P“

Jelikož je tento typ SLZ vyráběn profesionální firmou, tak zde jen firma potvrdí předepsané parametry letounu ve formuláři Výstupní protokol o letové způsobilosti SLZ TPLZ “P“. Letové vlastnosti zde ověřuje firemní pilot s kvalifikací zkušební pilot LAA ČR a výsledek zaznamenává do příslušného protokolu. Majitel letadla pak dále jen požádá některého z inspektorů techniků pro příslušnou kategorii o vystavení registračního listu a evidenčního znaku a po zaplacení poplatků mu bude následně vydán ústředním rejstříkem LAA ČR Technický průkaz letové způsobilosti.

11. Evidenční znaky SLZ

Veškerá SLZ, která jsou vedena v databázi LAA ČR kromě padákových kluzáků mají označení státu OK (Česká republika) dále tři písmena a dvě číslice. První písmeno udává

rok výroby SLZ (F=2000, G=2001, H=2002...). Druhé písmeno je kódové označení SLZ (U=ULLa, R= závěsný kluzák, H= ultralehký vrtulník...). Třetí písmeno je kódové označení inspektora techniky (A – Z), který vydal danému SLZ TPLZ. A dvojčíslí je uvedeno podle pořadí vydání TPLZ daného inspektora techniky (01 – 99). Příklad: OK – LUR 07, OK – BUR 06...

Rozměry evidenčních znaků musí být: Výška písmene 210mm a šířka písmene 35mm. Barva se volí podle pozadí, když je světlé pozadí evidenční znak má černou barvu a když je pozadí tmavé evidenční znak musí mít barvu bílou. Umístění evidenčního znaku musí být na spodní levé polovině křídla, přičemž nápis musí směřovat od kořene ke konci křídla.

Dalším znakem, který musí být na každém SLZ, je Evidenční (výrobní) štítek. Ten musí být dobře čitelný, proveden nesmazatelným písmem a musí být pevně upevněn k draku letounu. Na evidenčním štítku musí být uvedeny tyto údaje:

- Výrobce (název firmy nebo jméno výrobce)
- Název typu
- Rok výroby
- Výrobní číslo (pouze u firmy)
- Evidenční znak (pokud je přidělen)
- Prázdná hmotnost
- Maximální vzletová hmotnost [1]

12. Ultralehký letoun vhodný pro výcvikové účely

Pro výcvikové účely lze zvolit jakýkoliv dvoumístný letoun s dvojitým řízením (oba piloti mají svoje ovládací prvky). To proto, aby mohl řídit žák a instruktor případně opravoval chyby žáka.

Toto jsou jediné požadavky na výcvikový ultralehký letoun. Podle mého názoru by se pro prvotní výcvik tedy získání pilotního průkazu ULL měly používat spíše k tomu určená letadla se specifickými vlastnostmi, protože z vlastní zkušenosti vím, že udělat si pilotní průkaz na ultralehké letadlo není až tak obtížné, jako třeba pilotní průkaz soukromého pilota PPL. A proto bych zde uvedl nějaké požadavky, které by měl splňovat letoun pro výcvikové účely:

- a) Padákový záchranný systém pro celé letadlo

- b) Dostatečně výkonný motor, dnes používaný ROTAX 912 nebo 914 (z důvodů nácviku nouzového, přistání kde je zapotřebí nízko nad zemí velkého výkonu motoru.
- c) Dobrý výhled z kabiny
- d) Zesílený a upravený podvozek
- e) Dobré letové vlastnosti při vysokých úhlech náběhu
- f) Sedadla vedle sebe (lepší domluva žáka s instruktorem)

12.1 Letouny vhodné pro výcvikové účely

Dvojmístných letounů je velká spousta, tak bych zde uvedl některé dvojmístné letouny se sedadly vedle sebe a jejich základní parametry, které by byly vhodné pro výcvikové účely.

WT-9 Dynamic

Letoun vyrábí na Slovensku firma Aerospol s.r.o. na letišti v Prievidzi. Jedná se o dolnoplošník se zatahovacím nebo pevným podvozkem předového typu s řízeným předovým kolem. Konstrukce draku je celokompozitová s uhlíkovou tkaninou. Pohonou jednotku letounu tvoří motor ROTAX 912. Je to velice moderní a výkonný ultralehký letoun. Patří pořad mezi nejrychlejší ultralehké letouny, jeho cestovní rychlost se pohybuje kolem 220km/h. Z důvodu této rychlosti bych tento letoun nedoporučoval k prvotnímu výcviku, i když některé letecké školy tyto letouny používají.



Obrázek 26 WT-9 Dynamic

Rozpětí	9,0 m
Délka	6,4 m
Výška	2,0 m
Nosná plocha	10,3 m ²
Prázdná hmotnost	275 kg
Maximální rychlost	270 km/h
Cestovní rychlost	220 km/h
Pádová rychlost	60 km/h
Objem nádrže	75 l
Dolet	1200 km

Skyleader 150/200

Je letoun, který vznikl ve spolupráci ústavu VUT Brno a Jihlava airplanes a.s. U nás je znám především pod jménem PK-U2 Sova. Jedná se o celokovový letoun z duralových slitin. Má dolnoplošné uspořádání křídel a podvozek předového typu s říditelným předovým kolem. Podvozek může mít pevný nebo zatahovací. Největší zvláštností tohoto letadla je, že sedadla pilotů nejsou vedle sebe, ale pravé sedadlo je posunuté dozadu o 200mm, to je způsobeno kvůli súžení trupu a tudíž snížení jeho odporu.



Obrázek 27 Skylader 150/200

Rozpětí	9,9 m
Délka	7,0 m
Výška	2,6 m
Nosná plocha	11,85 m ²
Maximální rychlost	220 km/h
Cestovní rychlost	200 km/h
Pádová rychlost	50 km/h
Objem nádrže	64 l
Dolet	760 km

Skylane

Skylane je hornoplošník připomínající “dospělé“ letadlo CESSNA i když se jedná o ultralehký letoun. Je velice výkonný díky motoru ROTAX 912, kterým se tato letadla vybavují a vhodný pro cestování. Tento letoun bych doporučil k výcvikovým účelům, protože jsem měl to štěstí a svezl jsem se s tímto letadlem. Můžu jen potvrdit, že je to hodné a nezáludné letadlo. Jedna věc mi ale vadila a to ta, že jsem měl špatný výhled přes palubní desku. Ale to je problém všech letadel CESSNA 152, 172 a dalších.



Obrázek 28 Skylane

Rozpětí	8,95 m
Délka	6,65 m
Výška	1,99 m
Nosná plocha	10,57 m ²
Prázdná hmotnost	230 kg
Maximální rychlost	207 km/h
Cestovní rychlost	140 km/h
Pádová rychlost	65 km/h
Objem nádrže	85 l
Dolet	1000 km

Lišák (FOX)

Je ultralehký letoun vyráběný firmou ULJIH. Je to celokovový plátnem potažený hornoplošník s nezatahovacím podvozkem ostruhového typu. Největší výhodou tohoto letounu je snadné skládání křídel, takže nezabere moc místa při hangárování. Dále se dá pomoci speciálního vlečného zařízení táhnout za vozidlem se sklopenými křídly bez potřeby přepravního vozíku. Tento letoun bývá v základní verzi vybaven dvoutaktním motorem ROTAX 582, ale lze jej vybavit i motorem ROTAX 912. S tímto letounem jsem nikdy neletěl, ale ze zkušenosti známých pilotů lze toto letadlo doporučit jako výcvikový letoun. Mnoho leteckých škol tento letoun využívá.



Obrázek 29 FOX

Rozpětí	10,2 m
Délka	5,8 m
Výška	1,7 m
Nosná plocha	12,0 m ²
Prázdná hmotnost	250 kg
Cestovní rychlost	140 km/h
Pádová rychlost	56 km/h
Objem nádrže	48 l
Start. dráha sólo	60 m

YETTI J-03

Je ultralehký letoun podobný letounu FOX. Je to také hornoplošník s ostruhovým podvozkem. Konstrukce draku letounu je také celokovová potažená plátnem. Oproti FOXovi je o něco málo pomalejší. Tento letoun využívá celá řada leteckých škol a naučilo se na něm létat nespočet pilotů.



Obrázek 30 Yetti

Rozpětí	11,4 m
Délka	6,47 m
Výška	2,1 m
Nosná plocha	14,11 m ²
Prázdná hmotnost	298 kg
Maximální rychlost	160 km/h
Cestovní rychlost	90-145 km/h
Pádová rychlost	57 km/h
Objem nádrže	36 l
Dolet	450 km

EV-97 Eurostár

Je ultralight vyráběný leteckou společností Evector. Eurostár je celokovový dolnoplošník. Celá konstrukce draku je nýtovaná. Podvozek je příďového typu s říditelným příďovým kolem. Dále byl prvním ultralevým letadlem, které bylo certifikováno pro vlečení kluzáků (maximální hmotnost kluzáku do 700kg). Letoun bývá vybaven motorem ROTAX třídy 912 a 914. S tímto letounem mám včetně výcviku nalétáno přes 70h tak bych jej vřele doporučil k výcviku. Má výborné a nezávadné letové vlastnosti, prostornou kabinu se sedadly vedle sebe a výborný výhled z kabiny ve všech fázích letu.



Obrázek 31EV-97 eurostár

Rozpětí	8,1 m
Délka	5,98 m
Výška	2,48 m
Nosná plocha	10,13 m ²
Prázdná hmotnost	276 kg
Maximální rychlost	270 km/h
Cestovní rychlost	140-180 km/h
Pádová rychlost	65 km/h
Objem nádrže	65 l
Dolet	750 km

Ze všech zmíněných letounů bych vybral dva, co by byly podle mého názoru nejvhodnější pro výcvikové účely. Byly by to letoun YETTI J-3 a letoun EV-97 Eurostár. J-3 bych vybral z důvodů výborných letových vlastností a konstrukcí podobnou legendárním letadlům PIPER J-3 CUP a dalším. Dále proto že již mnoho pilotů se naučilo létat právě na tomto stroji. Eurostár bych vybral proto, že s ním mám už nějaké zkušenosti a díky jeho letovým vlastnostem je vhodný pro výcvik nových pilotů.

13. Závěr

Ve své práci jsem se snažil objasnit a hlavně vysvětlit a možná i do budoucna si prakticky vyzkoušet, jak se dá postavit ultralehké letadlo. Ke každému bodu jsem popsal něco z teorie a po sléze jsem si udělal ucelený systém jak postupovat při samotné stavbě letounu

Velice důležitou úlohou bylo představit si celé letadlo a rozvržení postupů, jak vlastně začít, zvolení materiálu a hlavně v první řadě si zvolit o jaký typ letounu půjde. V bakalářské práci jsem popsal pro mě velice blízké téma.

Závěrem bych chtěl poděkovat za vstřícné přijetí Ing. Rostislavovi Horeckému, Ph.D. byl mi nápomocen při nejasnostech v mé práci.

Jsem přesvědčen, že se dokáže ultralehký letoun stále více využívat pro krásné a rekreační létání a bude mít svůj další rozvoj a sklídí úspěch na malých letištích.

Použitá literatura

- [1] Předpis LA 2 Postupy LAA ČR pro ověřování letové způsobilosti SLZ, Na základě pověření ÚCL ČR vydala Letecká amatérská asociace ČR, Ke Kablu 289, 102 00 Praha 10
- [2] Předpis UL 2 – I. část Požadavky letové způsobilosti SLZ Ultralehké letouny řízené aerodynamicky, Na základě pověření ÚCL ČR vydala Letecká amatérská asociace ČR, Ke Kablu 289, 102 00 Praha 10
- [3] OLŠANSKÝ, O. MATĚJÍČEK, J. Konstrukce a výpočet ultralehkých letounů, Příručka pro amatérské stavitele, Knižnice Letecké amatérské asociace 1999
- [4] Učebnice pilota 2006 – Svět křídel, vydalo jako svou 129. Publikaci nakladatelství letecké literatury SVĚT KŘÍDEL Cheb, ISBN – 80 – 86808 – 28 – 9
- [5] STAŇEK, M. Stavba lehkých letadel dřevěné konstrukce, Knižnice Letecké amatérské asociace 1992, ISBN – 80 – 85280 – 08 – 6
- [6] KONEČNÝ, L. Učební texty pilotní školy Libora Konečného, Teoretická příprava pro piloty ultralehkých letadel
- [7] ČORBA, S. Učební texty dle předpisu JAR – 66, Studijní modul 13, Aerodynamika, konstrukce a systémy letadel. Vydalo akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno 2004 ISBN – 80 – 7204 – 395 – 1
- [8] HARTMAN, M. Bakalářská práce Porovnání koncepcí ultralehkých letounů se sedadly za sebou a vedle sebe, Vysoké učení technické v Brně, akademický rok 2009/2010
- [9] <http://www.laacr.cz/Stranky/Predpisy/default.aspx> (26.4.2013)
- [10] http://cs.wikipedia.org/wiki/Leteck%C3%A1_amat%C3%A9rsk%C3%A1_asociace (26.4.2013)
- [11] <http://www.aeroweb.cz/katalog/letadla.aspx?mkat=1&kat=22&sort=1> (26.4.2013)
- [12] <http://pilotnivycvik.webnode.cz/vycvikova-letadla/> (26.4.2013)

Seznam příloh

Příloha I. Zkušební protokol

Příloha II. Zpráva o přezkoušení SLZ

Příloha III. Protokol o provedených letových zkouškách SLZ

Příloha IV. Registrační list SLZ

Příloha I. Zkušební protokol

Zkušební protokol ULL



Typ SLZ (název):

Poznávací značka: **OK -**

Vyhovuje – zaškrtni (X) ano

Nevyhovuje – zaškrtni (X) ne

Datum:

ano	ne	
Všeobecné informace		
		technický průkaz
		pojištění odpovědnosti
		letová příručka
		vedení let. knihy
		záznam o opravách
		rozsah centráže
		nivelace
		hmotnost
		štítky
		pozn. značky (křídlo, trup)
Trup		
		lakování a povrch. ochrana
		potah
		nosná konstrukce
		závěsy křídel
		závěsy vzpěr
		závěsy ocasních ploch
		upevnění řízení
		ložiska klouby
		lana řízení – předpětí
		kladky a zajištění lan
		upevnění mot. lože
		palivová soustava
		palivové nádrže – odvdz.
		el. instalace
		spoj. materiál
		sedáčky a upínací pasy
		zasklení kabiny
		zavírání kabiny
		upevnění záchr. systému
		výstražné štítky záchr. syst.
Vrtule, pohonná jednotka		
		vrtule
		hřídel – náboj vrtule
		reduktor

ano	ne	
		motor
		motor. lože
		silentbloky
		chlazení
		el. instalace
		vzduchový filtr
		karburátor
		ovládání motoru
		palivový filtr
		palivové čerpadlo – inst.
		výfukové potrubí – tlumič
		požární přepážka
		motorové kryty
Ocasní plochy – kormidla		
		lakování a povrch. ochrana
		potah
		výškové kormidlo
		konstrukce, upevnění
		výchylky, vůle
		směrové kormidlo
		konstrukce, upevnění
		výchylky, vůle
		ovládací táhla
		lana – předpětí
		vyvažovací plošky
		spojovací materiál
Křídlo		
		lakování a povrch. ochrana
		potah
		nosná konstrukce
		žebra
		křídélka
		závěsy a ovládání
		výchylky
		vztlakové klapky
		závěsy a ovládání

ano	ne	
		výchylky
		brzdící klapky
		řízení
		ložiska a klouby
		kladky, zajištění lan
		palivová instalace
		el. instalace
		spoj. materiál
Podvozek		
		pneumatiky
		kola, čepy, zajištění
		pérování, tlumiče
		řízení
		geometrie
		upevnění k trupu
		brzdy
		spoj. materiál
Řízení		
		dorazy řízení
		tuhost řízení
		vůle řízení
		tření - volnost řízení
		výchylky
		ochrana vůči cizím předm.
Vybavení		
		rychloměr ozn. Vso, Vnc
		výškoměr
		kompas
		variometr
		palivoměr
		motorové přístroje
		SSR odpovídač (zástavba, prohlídka - potvrzení)

Jméno inspektora techniky:

Podpis:

razítko



Pozn:

Zkušební protokol ULL

LA 2 / P5

Září 2008

Příloha II. Zpráva o přezkoušení SLZ

Zpráva o přezkoušení SLZ



Jméno a adresa majitele:	Poznávací značka:	OK -
	Typ (název) SLZ:	
	Výr.číslo/rok výr.:	
	Nalétáno hodin:	

Druh a rozsah prohlídky, opravy nebo změny:

Zpráva nebo nález, závěr (vyhovuje – nevyhovuje):

Vyřízení:

------------------------------------------	------------------------------------------

Důležité údaje (v průběhu provozu vyplňovat jen v případě změny)

Prázdná hmotnost (plně vybavený letoun bez paliva):

kg

Maximální vzletová hmotnost:

kg

Ověřená minimální rychlost:

km/h

Tímto potvrzuji, že výše uvedené SLZ v rámci

- uvedení do provozu s TP „Z“ nebo „A“
- periodické prohlídky
- opravy
- provedení větší změny

bylo přezkoušeno dle příslušné technické předpis (UL-2, ZL-2, ...).

Místo provedení přezkoušení:

Termín dalšího přezkoušení:

Jméno inspektora technika:

Datum:

Podpis:

Razítko:

Příloha III. Protokol o provedených letových zkouškách

Protokol o provedených letových zkouškách jednotlivého SLZ (ULL, MZK)



Jméno a adresa žadatele:		Poznávací značka:		
		Typ, název SLZ:		
Místo zkoušek:	Druh technického průkazu:	Z	A	P
Hmotnost prázdného letounu: kg	Maximální vzletová hmotnost:	kg		
Min. hmotnost pilota solo : kg	Max. hm. posádky (palivo na 30 min. letu):	kg		
Provozní rozsah posunu těžiště (ULL) dle výsledků vážení:		% SAT až	% SAT	
Typ vrtule:	Počet listů:	Průměr:	Stoupání: Za letu stav.až.....°v čase.....s	
Typ motoru:	Reduktor:	Max.trv. výkon / ot.za min.:	Max. výkon / ot.za min.:	
Letoun vyhověl při technické prohlídce dle UL 2 a je schopen letových zkoušek.				
Datum:	Jméno insp. techniky:	Razítko a podpis:		
Zkušební pilot	Jméno:	Hmotnost:		
2. člen posádky (nebo zátěž)	Jméno:	Hmotnost:		

Kalibrace rychloměrného systému:

IAS (km/h)	50	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	
EAS (km/h)													

A Vlastnosti letounu – hodnocení zkušebního pilota	Vyhovuje	Nevyhovuje
Funkce všech ovladačů, kormidel a klapek		
Funkce motoru a jeho ovládání ve všech režimech		
Chování letounu při pojiždění		
Chování letounu při vzletu, max. boční vítrm/s		
Funkce a reakce kormidel - říditelnost a obratnost		
Příčné a směrové řízení - přechod ze zatáčky o náklonu 30° do zatáčky opačného smyslu během 5 sekund		
Síly na řízení, nárůst sil v řízení ve vztahu k rychlosti letu		
Vyvažitelnost letounu		
Podélná statická stabilita - kolem příčné osy		
Podélná dynamická stabilita		
Příčná a směrová stabilita - kolem podélné a svislé osy		
Chování letounu při přetažení v přímém letu motor na max.trvalý výkon, ztráta výškym		
Chování letounu při přetažení v přímém letu motor na volnoběh, ztráta výškym		
Chování letounu při přetažení v zatáčce o náklonu 30°, ztráta výškym		
Varování letounu před přetažením		
Chování letounu při vysunutí vztl. klapek, polohy vysunutí – start°, přist.°		
Chování letounu při vysunutí brzdících klapek, rychlost opadáním/s		
Vibrace a třepetání ve všech zkoušených režimech		

Chování letounu ve skluzech		
Chování letounu při přistání s motorem pracujícím		
Chování letounu při přistání s motorem vypnutým, výchylka vztl. klapek°		
Funkce stavitelné vrtule		
Funkce zatahovacího podvozku, čas vysunutísekund		
Doporučená minimální výška pro zasouvání/vysouváním		

B. Letové výkony	Solo (IAS)	Max.vzl.hm. (IAS)
Délka vzletu přes překážku vysokou 15m	m	m
Maximální rychlost stoupání (stoupavost) při rychlostikm/h - při max. vzletové hmotnosti musí být min.1,5 m/s	m/s	m/s
Pádová rychlost v letové konfiguraci (bez klapek) V_{S1} , motor na volnoběh nebo vypnutý	km/h	km/h
Pádová rychlost v přistávací konfiguraci V_{S0} , motor na volnoběh nebo vypnutý, stupeň vysunutí vztl. klapek°km/h(EAS)km/hkm/h(EAS)
Optimální cestovní rychlost, otáčky motoruot./min.	km/h	km/h
Rychlost klesání (opadání) v letové konfiguraci přikm/h, motor na volnoběh	m/s	m/s
Rychlost klesání (opadání) v letové konfiguraci přikm/h, motor vypnutý	m/s	m/s
Max. rychlost v horizontálním letu V_H , otáčky motoruot./min Pozn.: Rychlost V_H nesmí být větší než $0,9 V_{NE}$		km/h
Ověřená nepřekročitelná rychlost $V_{NE} =$km/h (EAS)		km/h
Ověřená max. přípustná rychlost se vztlak. klapkami V_{FE} - stupeň vysunutí°		km/h
Ověřená maximální rychlost s brzdícími klapkami		km/h
Optimální rychlost přiblížení na přistání s motorem pracujícím		km/h
Optimální rychlost přiblížení na přistání s motorem vypnutým, rychlost opadáním/s poloha vztl. klapek°		km/h
Délka přistání přes překážku vysokou 15m		m

Prohlášení majitele SLZ před zkušební letem:

Prohlašuji, že nebudu požadovat náhradu za škody vzniklé na SLZ při letových a technických zkouškách na zkušební pilotu, techniku inspektorovi ani na LAA ČR

Dne:

Podpis žadatele:

Vyjádření zkušebního pilota (připomínky, dodatečná zjištění a hodnocení letounu):

Závěr:

Letoun **vyhovuje** – **nevyhovuje** svými vlastnostmi a výkony požadavkům Předpis UL – 2 pro letovou způsobilost SLZ v požadované kategorii.

Datum:

Podpis zkušebního pilota:

Příloha IV. Registrační list SLZ

Registrační list SLZ

Pro zapsání do rejstříku LAA ČR, prodlužování platnosti TP a změny.



Druh SLZ: (ULL, MZK, ZK, ULH, ULV)	<input type="text"/>	Poznávací značka:	<input type="text" value="OK -"/>
Max. vzletová hmotnost:	<input type="text"/>	Jméno inspektora technika:	<input type="text"/>
Počet míst:	<input type="text"/>	Reg. č. v evidenci insp. tech.:	<input type="text"/>
Druh TP (Z, A, P)	<input type="text"/>		

Základní údaje	Drak (ULL)		Motor	Vrtule	Záchr. systém
	Křídlo (MZK, ZK)	Podvozek (MZK)			
Typ/Název					
Výrobce /Stavitel					
Výr. číslo					
Rok výroby					

	Majitel	Provozovatel
Jméno / Název:		
Adresa:		
Dat. nar. / IČO:		

Zm. majitele od:	Majitel	Provozovatel
Jméno / Název:		
Adresa:		
Dat. nar. / IČO:		

Platnost TP

Datum prohlídky:	Platnost do:	Jméno inspektora	Podpis a razítko	Rejstřík SLZ

Poznámky: (skupinový majetek, důvod omezení platnosti apod.)

--

Poznámka:

Majitel a provozovatel SLZ musí být uveden vždy!

Není-li majitel držitelem příslušné pilotní kvalifikace nebo „oprávnění“ k provozu, musí být jejich držitelem provozovatel SLZ.