



Středoškolská technika 2012

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Návrh příd'ového podvozku větroně.

Matěj Charouz

Střední průmyslová škola technická
Belgická 4852, Jablonec nad Nisou

Příspěvek je zaměřen na návrh podvozku jednomístného kluzáku pro pokračovací výcvik. Podle zadaných technických parametrů byl proveden návrh zavazadlového prostoru, závěsy vlečného lana, volba délky trupu, rozpětí křídla, překrytu kabiny a odhad přístrojových desek. Dále byly provedeny výpočty sil působících na páku, namáhání čepu a výpočty pro kontrolu namáhání součástí. Vzhledem k výpočtům byly vybrány dvě varianty odlehčení síly potřebné k zavření podvozku posádkou. Práce je dále doplněna kompletní výkresovou dokumentací, která by mohla sloužit k výrobě nového způsobu ovládní mechanismu zavírání podvozku kluzáku pilotem. Cílem nebyl jen návrh podvozku kluzáku, ale seznámení se s historií a vývojem kluzáků jako takových.

Klíčová slova: kluzák, hřidel, podvozek, páka

MATURITNÍ PRÁCE

Studijní obor: **23-41-M/01 Strojírenství**

„Strojírenství se zaměřením na CAD/CAM systémy a jazyky“

Autor:

Matěj Charouz

Podpis:

Vedoucí práce:

Ing. Jan Boček, Ph. D.

Oponent práce:

Bc. Lea Hušková

Třída: **4.B**

Školní rok: **2011/2012**

„Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a použil jsem literárních a dalších pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.“

V Jablonci nad Nisou dne 20. 3. 2012

Matěj Charouz

.....

Anotace

Návrh jednomístného kluzáku pro pokračovací výcvik pilotů a na soutěže v rozmezí středoškolského učiva. V této práci byla shrnuta historie kluzáků a navrhnut jednomístný kluzák, který bude vhodný jak pro pokračovací výcvik tak i pro výkonné létání. Tato práce je převážně zaměřena na návrh a výpočítání sil zatížení podvozku.

Klíčová slova : Letectví, plachtění, kluzáky, gliding , podvozek

Annotation

Design of a single seat glider for advanced training of pilots and for competitions in the boundary of the upper secondary school curriculum. In this work there is summarised the history of gliders and there is designed a single seat glider, which is eligible both for advanced training and powerful flying. This work is mostly focused on the design and of the calculation of undercarriage load forces.

Keywords: Aerospace, sailing, gliders, gliding, landing gear.

Obsah

Obsah	5
Použité značky a symboly	7
1. Úvod.....	8
2. Rozdělení a historie kluzáků.....	9
2.1. Kluzák	9
2.2. Rozdělení kluzáků	9
2.3. Rozdělení kluzáků do jednotlivých tříd	9
2.4. Základní pojmy	10
3. Historie	11
3.1. Starověk.....	11
3.2. Středověk.....	11
3.3. Novověk	11
3.3.1 I. Etapa vývoje bezmotorových letadel	11
3.3.2 II. Etapa vývoje bezmotorových letadel.....	13
4. Rok 1950 - Současnost	18
4.1. České výrobky.....	18
4.1.1 LF-109 Pionýr	18
4.1.2 L-13 Blaník	19
4.1.3 VT-16/116 Orlik.....	20
4.1.4 VSO-10 Gradient.....	21
4.1.5 L-23 Super Blaník	22
4.1.6 L-33Solo.....	23
4.2. Zahraniční (Alexander Schleicher)	24
4.2.1 ASW-15.....	24
4.2.2 ASW-19.....	25

4.2.3 ASW-27.....	27
5. Hlavní části práce.....	29
5.1. Takticko-technické parametry.....	29
5.2. Zavazadlový prostor.....	30
5.3. Závěsy vlečného lana.....	30
5.4. Volba délky trupu.....	30
5.5. Volba rozpětí křídla.....	30
5.6. Překryt kabiny a volba materiálu kluzáku.....	31
5.7. Odhad hmotnosti přístrojových desek.....	32
6. Návrh kluzáku.....	33
6.1. Návrh vnějších tvarů kluzáku.....	33
7. Podvozek-výpočet první páky.....	34
7.1. Odhad hmotnosti podvozku.....	34
7.2. Výpočet páky č. 1.....	35
7.3. Výpočet síly F_2	35
7.4. Výpočet síly F_1	36
7.5. Výpočet síly na čepu F_c	36
7.6. Napětí v ohybu.....	36
7.7. Kontrola čepu na stříh.....	37
8. Podvozek-výpočet druhé páky.....	39
8.1. Schéma a výpočet páky č. 2.....	39
8.2. Výpočet síly F_3	40
8.3. Kontrola čepu na stříh.....	41
8.4. Kontrola čepu pro zajištění kola na stříh.....	42
9. Závěr.....	43
10. Použité zdroje.....	49

Použité značky a symboly

F – síla,

m – hmotnost,

M – moment síly,

[F] = N

[m] = kg

[M] = Nm

1. Úvod

Téma této práce zní: „Návrh jednomístného kluzáku pro pokračovací výcvik pilota na soutěže v rozmezí středoškolského učiva“. Otázka nového kluzáku pro pokračovací výcvik je dnes v České republice velmi aktuální, Stávající situace je taková, že se pro pokračovací výcvik v aeroklubech v drtivé většině používá kluzák VSO-10. Tento kluzák je pro pokračovací výcvik dobrý, ale nehodí se příliš na soutěže a výkonné létání. Není náročný na pilotáž, chová se dobře při malých rychlostech. Bohužel, velké množství těchto kluzáků je velmi starých. Prodloužení životnosti je sice možné, ovšem stojí příliš mnoho peněz. Navíc tento kluzák je velice drahý na údržbu.

VSO-10 byl původně konstruován jako výkonný jednomístný kluzák. Ve své době to byla „světová špička“, což je potvrzeno rekordy, které byly s tímto kluzákem dosaženy. Od té doby však uplynulo několik desetiletí.

Vývoj v konstrukci kluzáků přinesl díky nástupu kompozitních materiálů a novým profilům výrazné zvýšení výkonů, hlavně klouzavosti. Dnes je klouzavost přes 40 a zcela obvyklá. Po roce 1989 se do České republiky začalo dovážet množství výkonných kluzáků ze zahraničí, které začínají v současné době nahrazovat stroje VSO-10.

VSO-10 je dobrý, ale na konci své životnosti, drahý na údržbu a zastaralý. Nový kluzák by se měl svými vlastnostmi více přiblížit dnešním jednomístným typům při zachování vhodných vlastností pro pokračovací výcvik.

2. Rozdělení a historie kluzáků

2.1. Kluzák

Kluzák je bezmotorové letadlo těžší vzduchu, s pevnými nosnými plochami. Kluzáky startují za pomoci tažného letounu, katapultováním ze země (např. prostřednictvím gumového lana), z terénu vyvýšeniny (gravitační start) nebo vytažením do výšky pomocí dlouhého lana a navijáku. Letovou výšku získávají ve vzestupných vzdušných proudech, které se tvoří buď nad svahem, proti kterému vane vítr, nebo nad prohřátým zemským povrchem (tzv. termika). Polohu v termických stoupavých proudech udržuje pilot kluzáku kroužením, - podobně, jako to dělají draví ptáci.

Konstrukce kluzáku se v mnoha směrech odlišuje od konstrukce motorových letounů.

Kluzáky jsou relativně lehké (vzletová hmotnost se pohybuje většinou v rozmezí 300-700 kg) a vyznačují se hlavně velkou štíhlostí křídel. Relativně nízké měrné zatížení nosné plochy a vysoká aerodynamická jemnost jim umožňuje efektivně využívat energie vzestupného proudění vzduchu pro získávání výšky, kterou pak klouzavým letem proměňují ve vzdálenost.

2.2. Rozdělení kluzáku

- **Školní** – kluzák, který se převážně používá na výcvik nových (začínajících) pilotů. Má většinou větší rozpětí a je dvojmístný. (instructor + žák)
- **Výkonnostní (sportovní)** – vyznačují se lepšími aerodynamickými vlastnostmi než školní větroně. Jsou obvykle jednomístné.

2.3. Rozdělení kluzáků do jednotlivých tříd

Kluzáky se rozdělují na 4 třídy.

- **Třída Club** – v této třídě létají kluzáky, které nemají klapky, jejich celkové rozpětí je 15 m a jsou lehčí než všechny ostatní.
- **Třída Standard** – v této třídě létají také 15 m kluzáky, ale jejich výkony dosahují, oproti clubové třídě, mnohem lepších výsledků, a mají klapky.
- **Třída 18 metrů** – jak je již z názvu patrné, v této třídě létají kluzáky, které mají celkové rozpětí 18 m. Samozřejmě, že zase výkonnostně jsou mnohem lepší než předešlé dvě třídy.
- **Třída otevřená** – v této třídě létají kluzáky s neomezeným rozpětím (někdy i 30 m). Jsou omezeny pouze vahou, kterou stanoví plachtařská organizace FAI (The International Air Sports Federation)

2.4. Základní pojmy

V této stati se seznámíme s různými pojmy z oblasti letectví.

- **Klouzavost letadla** - je poměr mezi vzdáleností do které letadlo doklouže z dané výšky. Klouzavost 20 znamená, že letadlo dokáže doletět z výšky 1000 metrů na vzdálenost 20 kilometrů.
- **VOP – Vodorovné osasní plochy** jsou část draku letadla. Skládají se z pevné nepohyblivé části - stabilizátoru a pohyblivé části - výškového kormidla. Celková mohutnost těchto ploch má vliv na podélnou stabilitu letadla.
- **SOP – Svislá ocasní plocha** je část draku letadla. Skládá se z pevné nepohyblivé části - kýlu, který bývá pevnou součástí trupu (zpravidla na jeho horní straně, ale existují i výjimky), a pohyblivé části - směrového kormidla. Některá letadla jsou opatřena více než jednou SOP – zpravidla dvěma umístěnými na horní straně trupu (u proudových dvoumotorových strojů), nebo na koncích VOP.

3. Historie

Zde bych chtěl stručně popsat historii kluzáků a uvést pár exemplářů, které byli hlavními styčníky v bezmotorovém létání.

3.1. Starověk

Zřejmě nejstarší bájí je asi řecký příběh o Daidalovy a Ikarovy. Mýtický řecký stavitel a vynálezce Daidalos na žádost krále Minóa vybudoval v Knóssu na ostrově Krétě labyrint, kde měl být ukryt netvor Minótaurus. Král v obavách, aby daidalos neprozradil jeho tajemství uvěznil v labyrintu Daidala i s jeho synem. Daidalos potom zhotovil pro sebe i svého syna křídla z ptačího peří a vosku a oba uprchli vzduchem. Ikar se však přes otcovo varování vznesl vysoko ke slunci. Vosk na jeho křídlech se však rozežhál a nešťastný Ikaros se zřítíl do moře.

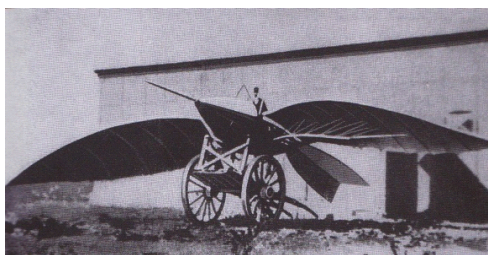
3.2. Středověk

Asi v 10. Stol. n. l. Peršané vymysleli létající loďku. Do přední části umístili na oštěpech kusy masa a do loďky zapřáhli orly tak, aby na maso nedosáhli. Jejich král Kai Kaus nastoupil do loďky a orlové ho vynesli do vzduchu, ale od té doby ho nikdo nespátřil. Pokusy s létáním byly prováděny i v Itálii. Okolo roku 1 350 prý professor Giovanni Battista Demti prý sestrojil křídla, se kterými skočil ze skály. Při skoku z kostela si však zlámal obě nohy. Lidé však tyto vynálezce považovali za blázný a smáli se jim. Vysmívali se i prorockým slovům anglického fyzika Rogera Bacona, který již koncem 13. století prohlásil, že lidé jednou sestrojí vozy, které budou jezdit samy a že zkonstruují i létací stroje.

3.3. Novověk

3.3.1. I. Etapa vývoje bezmotorových letadel

Prvním člověkem, který se začal zabývat myšlenkou létání na vědeckém podkladu byl Ital Leonardo da Vinci. Tento geniální stavitel a technik napsal studii o ptačím letu, která byla později základem studia dalších techniků a vědců. V té době se objevil jiný vynálezce Goerge Cayley, který též jako jiní začal pozorováním letu ptáků, ale brzy zavrhl myšlenku mávajícího letu. V roce 1804 přešel k pokusům s modely kluzáků, s kterými úspěšně létal. Do roku 1853 sestrojil dva velké kluzáky, které úspěšně pouštěl z vrcholů kopce, v jednom prý dokonce letěl i člověk (obr. č. 1). Koncem 18. století ve Francii přicházejí bratři Mongolfierové se svým objevem – balonem na teplý vzduch. Vznikla otázka: letadla lehčí nebo těžší než vzduch? Francouz Jean Maria le Bris sestrojil kluzák, který dokončil roku 1857. Byl to jednoplošník s vystuženými, nepohyblivými křídly ve tvaru albatrose o rozpětí asi 15 metrů, jehož let se dal řídit pohybem ocasu.



Obr. 1. Stroj Jeana Maria Le brise [1]

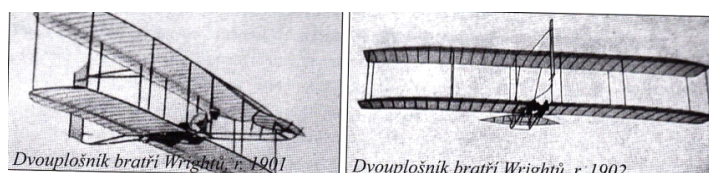
Le bris by byl prvním člověkem, který by vzlétl na bezmotorovém letadle, bohužel byl zavražděn.

Význačných úspěchů však dosáhl v Německu Otto Lilienthal. Již od mládí se zabýval myšlenkou létání a se svými modely se snažil napodobit létání ptáků. Na základě nekolikaletých pozorování a pokusů poznal důležitost tvaru profilu, štíhlosti křídla a poměru váhy k nosné ploše a graficky znázornil závislost vztaku a odporu při různých úhlech náběhu. Na tomto základě pak konstruoval bezmotorová letadla, se kterými dělal pokusy a vykonal s nimi asi 2 000 letů. Byly to závěsné kluzáky, ve kterých pilot visel za předloktí a rovnováhu udržoval výkyvy těla a nohou. Nohy také sloužily i za podvozek při startu a přistání. (obr. č. 2)



Obr. 2. – Lilienthalův dvouplošník, rok 1895 [1]

Bratři Wrightové byli dalšími průkopníky, kteří se problémem létání v Americe zabývali. S leteckou myšlenkou se setkali v mládí. V roce 1900 začali se svými prvními pokusy. Začali nejprve s kluzákem Lilienthalovým, ale pak začali spolupracovat s Octavem Chanutem, od kterého získali jeho dvouplošník, na kterém pak uplatnili svoje konstruktérské schopnosti. Už u svého prvního dvojplošníku umístili výškové kormidlo dopředu a směrové dozadu, pilot za letu nebyl zavešený, ale v letadle ležel a pro přistání bylo letadlo opatřeno dvěma lyžemi. (obr. č. 3)

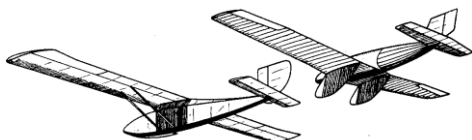


Obr. 3. – Dvouplošník bratří Wrightů, rok 1901-02 [1]

3.3.2. II. Etapa vývoje bezmotorových letadel

V počátcích plachtění nebylo známé dnešní rozdělování větroňů na školní, cvičné a výkonné. Nebylo toho ještě třeba, poněvadž nebyla žádná rozmezí. Ti plachtaři, kteří prošli elementárním výcvikem, přecházeli na větroně, na nichž zkoušeli své pilotní umění a poznávali radosti svahového létání. Všechny poznatky byly získávány praktickým cvičením, neboť ještě nebyl dostatek zkušeností. Všechno záviselo jen na štěstí, které bylo někdy vrtkavé.

Prvním z větroňů, který může být s dnešního hlediska charakterizován jako cvičný, byl **Edith** (obr. č. 4). Byl postavený darmstadtskou akademickou skupinou. Byl to hornokřídový jednoplošník s dvoudílnými křídly, která jsou na každé straně uchycena vzpěrami. Jejich profil byl po celé délce stejný, úhel náběhu 6° . Žebra byla od sebe vzdálena 30 cm, mezi nimi byla žebra pomocná. Přední hrana křídla byla po nosník potažena překližkou. Rovněž trup byl celý krytý překližkou a u sedačky měl pětiúhelníkový průřez, který přecházel do čtyřúhelníku. Na větroni bylo startováno poprvé v roce 1922 na Wasserkuppe.

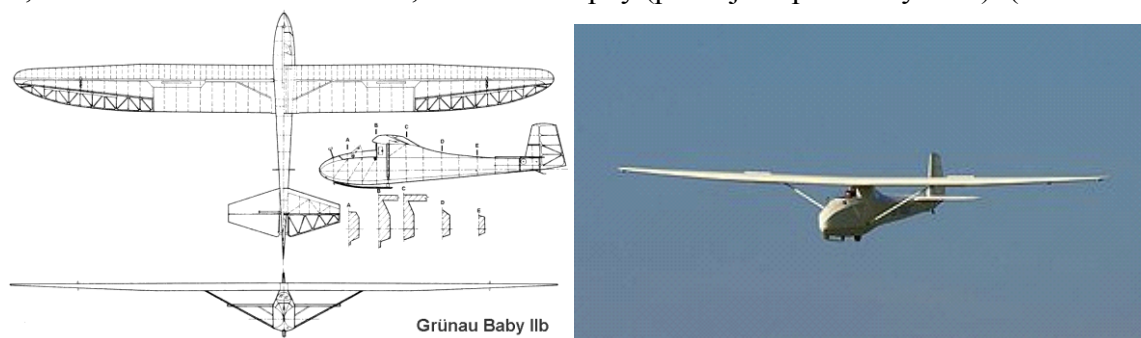


Obr. 4. a 5. – Edith a Schwarzer Teufel [1]

Z této konstrukce vznikl přes řadu podobných konstrukcí jako přechodný typ Lippischův **Prüfling** a z něho **Hangwind**, který silně ovlivnil konstrukci větroně **Falke** (1929), s nímž se létalo až do předválečných let. Byl to opět hornokřídový vyztužený jednoplošník se šípovitými křídly. Na rozdíl od jiných typů bylo pilotní sedadlo umístěno pod nosnou plochou, ne před ní, jak tomu bylo dosud zvykem. Tím byl pilot více chráněn a byla tak zároveň zvýšena stabilita větroně. Proto se na tomto typu nepříhobil žádný vážnější úraz, což odůvodňuje jeho značnou oblibu a dlouhé užívání.

Firma Schneider v Grunau, která po příchodu Wolfa Hirtha do tamní školy vytvořila několik studijních typů, z nichž nakonec nejzdařilejším byl větroň pojmenovaný **Grunau Baby** (GB-I, II), který byl úspěšně zalétnut v roce 1932. Ukázalo se, že letové i jiné požadované vlastnosti vyhovují, a tak se tento větroň stal prvním moderním cvičným bezmotorovým letadlem vůbec. Křídla měla rozpětí 12,8 m, byla posazena na trup a vyztužena po každé straně trupu jednoduchou vzpěrou. Byla to ona známá jednička (GB-I). Ale již v příštím roce byla překonstruována a její křídla zvětšena, čímž se její vlastnosti zlepšily. Tak spatřila světlo světa dvojka (GB-II).

GB-II byla vyráběna v několika provedeních. Zesílené provedení vyhovovalo vlečkům za letadly při maximální vlečné rychlosti 90 km/hod. Později byla na tomto typu prováděna menší zlepšení, naposledy pak byly zamontovány brzdicí klapky, čímž byl vytvořen typ **GBII b**, od něhož se **GB-II a** lišil tím, že neměl klapky (později se přestal vyrábět). (obr. č. 6. a 7.)

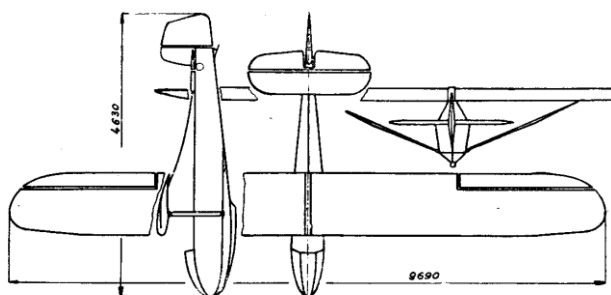


Obr. 6. a 7. – Grunau Baby II b [1]

GB-II a a později jen **GB-II b** byly stavěny v obrovských sériích nejen v Německu, nýbrž i v celém světě, a staly se standardním typem školního větroně. Za války jich Němci používali pro výcvik vojenských pilotů-plachtařů, z nichž byli potom dále cvičeni jednak piloti

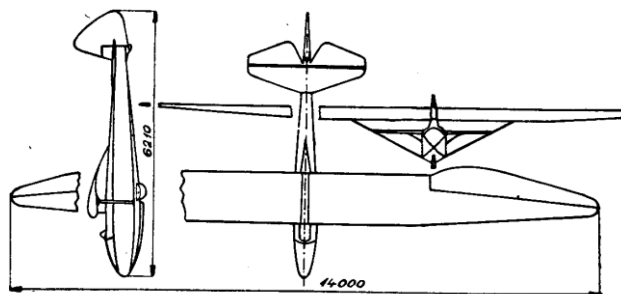
nákladních kluzáků, jednak piloti motoroví, dokonce v poslední fázi války i piloti letadel raketových, která však již nebyla do boje zasazena. Je zajímavé, že pro tento druh letadel se plachtaři lépe osvědčili než piloti motoroví. Na **GB-II b** bylo provedeno mnoho světových rekordů.

Provedením se GB podobá větroň **H-17** (obr. č. 8.), konstruovaný bratry **Hütterovými**. Tento malý větroň získal rovněž oblibu ve světě. Je to doposud nejmenší cvičný větroň, který má rozpětí křídel 9,6 m, váhu asi 80 kg, klouzavý poměr 1:17, klesavost asi 85 cm/sec. Ačkoliv nemá takové vlastnosti jako GB, má vlastnosti jiné, které jsou velmi vhodné pro cvičení. Vyznačuje se například velkou obratností a pro udržení se ve vzduchu vystačí s velmi úzkou oblastí stoupavého proudu. Jeho malá váha umožňuje snadný transport. Provedením se neliší od GB.



Obr. 8. – Kluzák H 17 [1]

V roce 1935 odvodil **Hirth** z **GB-II** pro školení v jednoduché akrobacii větroň **Göppingen 1** (GÖ-1), který vykazoval v rukou dovedného plachtaře velkou dokonalost. Ještě v roce 1939 získal na něm v pařížské soutěži Holand'an Noenhuis druhé místo za vítězným Doretem, který závodil na mnohem dokonalejším **Jestřábu (Habicht)**. Celý nosný systém a kormidla typu **GÖ-1** mají bezpečnostní násobek 9 a jsou dimenzována i pro lety na zádech. **Sokola** (Gö-1) vyráběla u nás před válkou licenčně firma Sodomka ve Vys. Mýtě (dílny MLL). Prototyp, vyrobený u nás v roce 1936, byl zalétán S. Rodovským ve Kbelích. Data větroně: rozpětí 14 m, délka 6,21 m, výška 1,3 m, plocha 15 m², stranový poměr 1:14, váha prázdného větroně 145 kg, váha za letu 245 kg, úhel klouzání 1 :17, klesavost 95 cm/sec, přípustná rychlost ve vleku 125 km/hod a v letu střemhlav 205 km/hod. (obr. č. 9)



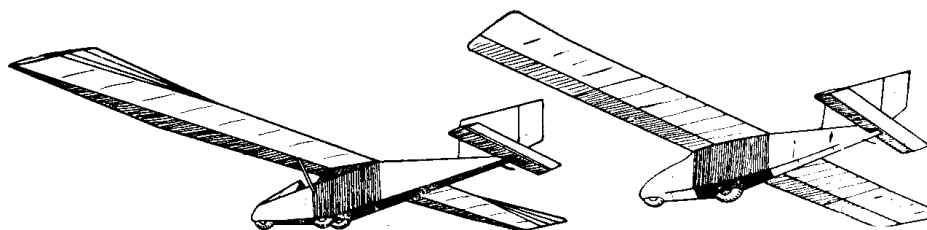
Obr. 9. – Kluzák GÖ-1 [1]

Klempererův větroň **Schwarzer Teufel** (obr. 5) z roku 1920, na němž konstruktér zvítězil v první rhönské soutěži, uletěv vzdálenost 1,8 km. Křídlo větroně s rozpětím 9,5 m mělo tři

nosníky a bylo samonosné. Větroň byl proveden jako dolnokřídový jednoplošník s normálním kolovým podvozkem. Kromě dnes obvyklého materiálu bylo letadlo zhotoveno i z lepenky a bambusu, čímž se dosáhlo zvláště nízké specifické váhy, a to 1,6 kg/m².

Druhé rhönské soutěže (1921) se zúčastnil Klempererem zdokonalený typ **Blaue Mauss**, který se jen nepatrně lišil od předešlého větroňe. Konstruktor provedl na větroňi první plachtový let na Rhönu časem 13 minut.

Největší pozornost však v této soutěži vzbudil **Vampyr** (obr. 10), zkonstruovaný prof. Madelungem. Byl to samonosný hornoplošník o rozpětí 12,6 m, v němž již pilot seděl pod křídlem. Palubní otvor byl pro zmenšení odporu zakryt kůží, takže pilotovi vyčnívala ven jen hlava. U tohoto typu se osvědčilo jednonosníkové křídlo, jehož přední hrana byla potažena překližkou až po nosník, čímž se podstatně zvýšil pevnost křídla. Že byl tento způsob provedení zvolen šťastně, vyplývá z toho, že se této koncepcí užívá u větroňů dodnes. Pro snadnější transport bylo křídlo třídílné a tohoto řešení se od té doby užívalo i u pozdějších typů. Trup byl hranatý a měl značně protažený předek pro dosažení lepších aerodynamických vlastností. Proto odpadá i podvozek, který byl nahrazen třemi koženými míči, uloženými otočně na spodní straně trupu. Teprve po dlouhé době byl tento druh přistávacího zařízení nebo používání dvou lyží nahrazen lyží jedinou, umístěnou pod spadkem trupu. Na tomto letadle provedl Martens v závodech roku 1922 svůj a vůbec první hodinový let a zanedlouho Hentzen let více než tříhodinový.

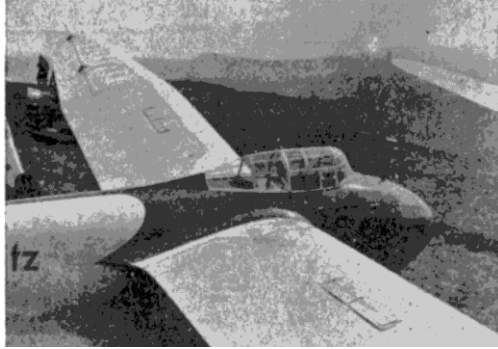


Obr. 10. a 11. – Kluzák Vampyr a Greif [1]

Pro pokusné účely a pro skupiny, které nemají k dispozici letiště, zato však velké vodní plochy, zkonstruoval v roce 1935 **Jakobs** větroň, který mohl startovat a přistávat na vodě. Nazval jej **Seeadler**. Větroň měl téměř stejná křídla jako **Orel (Rhönadler)**, byla jen nepatrně pozměněna pro uchycení pomocných plováků. Trup byl přizpůsoben tvaru člunu, mohl však přistávat též na zemi. Pro udržení příčné stability na vodě byly po každé straně křídel v blízkosti trupu umístěny malé, pomocné plováčky.

Po závodech v roce 1934, kdy bylo provedeno mnoho přeletů, vynikla potřeba rychlého a obratného větroňe pro zvláštní povětrnostní poměry. Proto opět **Jakobs** po zkušenostech s **Kánětem (Rhönbussard)** zkonstruoval nový typ, pojmenovaný **Krahujec (Rhönsperber)**.

Od **Káně** (obr. 12) se lišil **Krahujec** tím, že byl proveden jako středokřídový jednoplošník se zalomenými křídly, které mají větší plochu než **Káně**. Profil a rovněž i tvar křídla zůstává stejný jako u **Káně**. Rozdílně však od předešlých typů bylo provedeno uchycení nosných ploch na trup. Křídla byla totiž namontována tak, že hlavní nosníky obou křídel byli nastrčeny do trupu a zde dvěma čepy spojeny. Mimo to byl pomocný nosník uchycen ke kování vně. Montáž byla velice rychlá. Oválný trup byl vzadu hodně vysoký, proto je pevný.



Obr. 12. – Kluzák Káně [1]

4. Rok 1950 – Současnost

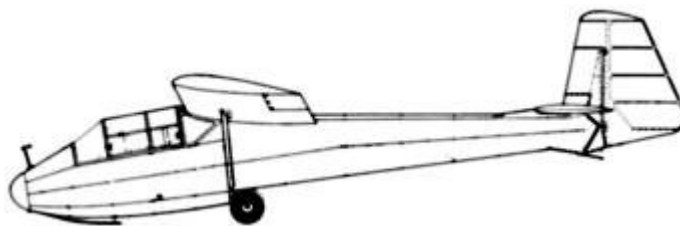
4.1. České výrobky

4.1.1. LF-109 Pionýr

Tabulka 1 – Technické údaje LF-109

Rozpětí	13,5m
Délka	7,78m
Nosná plocha	20,2m ²
Prázdná hmotnost	235kg
Vzletová hmotnost	415kg
Plošné zatížení	20,6kg/m ²
Klouzavot	18
Nejmenší klesavost	1,05
Maximální rychlost	220km/h

Obr. 13. –



Kluzák Pionýr [2]

Cvičná

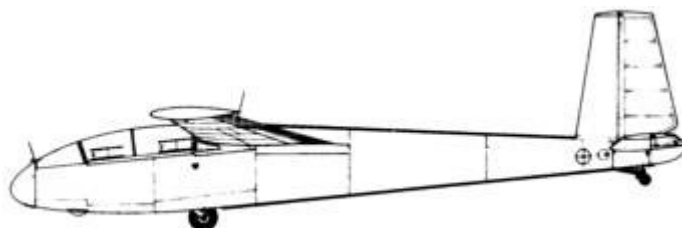
dvojsedadlovka

Pionýr byla vyvinuta v roce 1950. Umožnila bezpečný výcvik pilotů. Celkem bylo vyrobeno 455 kusů. Pionýr byl stabilní a od nezkušených pilotů si nechal mnoho líbit, podle dnešních názorů na výcvik až příliš. Také jeho výkonnost přestávala brzy stačit a do konce 60. let byly Pionýry nahrazeny modernějšími Blaníky. Dodnes se zachovaly dva letuschopné stroje.

4.1.2. L-13 Blaník

Tabulka 2 – Technické údaje L- 13

Rozpětí	16,2m
Délka	8,40m
Nosná plocha	19,1m ²
Prázdná hmotnost	295kg
Vzletová hmotnost	500kg
Plošné zatížení	26kg/m ²
Klouzavot	28
Nejmenší klesavost	0,76m/s
Maximální rychlost	250km/h



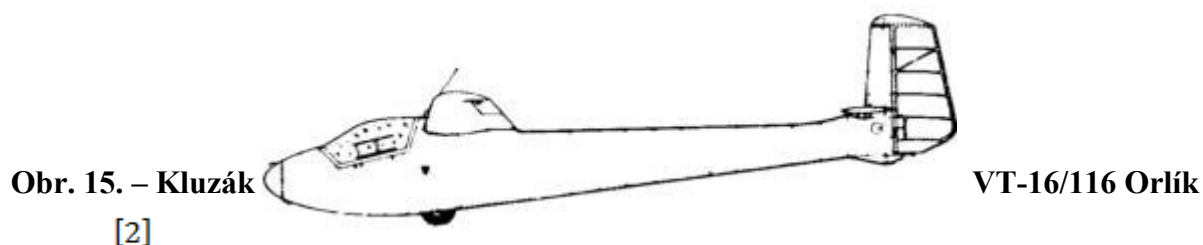
Obr. 14. – Kluzák L-13 Blaník [2]

První prototyp Blaníka vznikl v roce 1956, po řadě změn se dostal do sériové výroby v roce 1958. Celokovová technologie a použití laminárního profilu křídla u cvičného větroně byly v té době naprostým unikátem. Výroba probíhala do roku 1976, menší série byla vyrobena ještě v letech 1981-82. Počet vyrobených kusů jde do tisíců zejména díky dodávkám do tehdejšího SSSR. Blaník si získal oblibu na celém světě, v USA dostal přezdívku Cadillac, Blaníky létají i v Austrálii a posloužily k základnímu výcviku kadetů brazilského letectva i britské RAF. Blaníky sloužily především k základnímu výcviku, létají základní akrobacie i přelety. S Blaníky byla před lety překonána i řada světových rekordů dvojsedadlovek. Stavební díly Blaníka posloužily k výrobě motorizovaného větroně L-13SW, poslední modifikací je L-13AC z roku 1997 určený k nácviku akrobacie.

4.1.3. VT-16/115 Orlík

Tabulka 3- Technické údaje VT- 16/115

Rozpětí	16m
Délka	7,55m
Nosná plocha	18,8m²
Prázdná hmotnost	220kg
Vzletová hmotnost	500kg
Plošné zatížení	26kg/m²
Klouzavot	28
Nejmenší klesavost	0,76m/s
Maximální rychlost	250km/h



První prototyp VT-16 vzletl v roce 1959. Ve dvou kusech vznikl také VT-15, větroň standardní třídy s křídlem o rozpětí 15m; klouzavost byla 32. Rovněž ve dvou kusech vznikl VT-18 s křídlem o rozpětí 18m a klouzavostí 36. Vlivem malého plošného zatížení křidel byla při rychlostech nad 110km/h klouzavost horší než u běžného VT-16. V roce 1962 byl postaven M-25, větroň standardní třídy s 15m křídly a novým jemněji tvarovaným trupem s elegantní šipovou svislou ocasní plochou. Kombinací tohoto trupu s 16m křídly vznikl VT-116 Orlík II (na obrázku), vyráběný sériově v letech 1964-68. Výkony se proti původnímu provedení poněkud zlepšily. Mimo plán vznikl M-28 kombinující 18m křídlo z havarovaného VT-18 s novým trupem. Poslední variantou Orlíku byl M-35 vzniklý přestavbou z M-25; měl zcela nové 15m křídlo s profilem Wortmann a klouzavost 35. V aeroklubech byly Orlíky velmi populární, daly se s nimi létat i 500km přelety na uzavřených tratích. Přestože se v praktickém provozu ukázaly jako poněkud křehké, létá jich mnoho dodnes.

4.1.4. VSO-10 Gradient (Vosa)

Tabulka 4 – Technické údaje VSO - 10

Rozpětí	15m
Délka	7m
Nosná plocha	12m ²
Prázdná hmotnost	250kg
Vzletová hmotnost	380kg
Plošné zatížení	32kg/m ²
Klouzavot	36 při 90 km/h
Nejmenší klesavost	0,65m/s



Maximální rychlost	250km/h
---------------------------	----------------

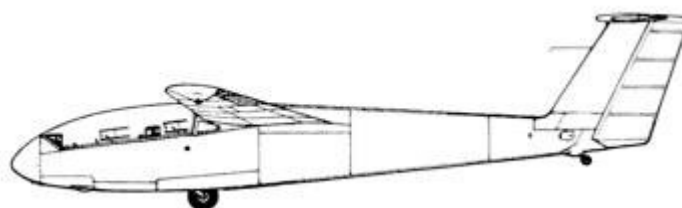
Obr. 16. – Kluzák VSO-10 (Vosa) [2]

Vosa, jak se typu VSO-10 přezdívá, vznikla v roce 1976 jako klubový větroň nahrazující Orlíky. Sériově se vyráběla v letech 1978-88 a dodnes je to nejrozšířenější klubový větroň u nás. Přes svůj moderní vzhled však po aerodynamické i technologické stránce patří někam do druhé poloviny 60.let. V době, kdy se již běžně vyráběly celokompozitové větroně má VSO-10 smíšenou konstrukci: křídla dřevěná, zadní část trupu s ocasními plochami kovová a přední část trupu laminátová.

4.1.5. L-23 Super blaník

Tabulka 5 – Technické údaje L-23

Rozpětí	16m
Délka	8,4m
Nosná plocha	19m ²
Prázdná hmotnost	310kg
Vzletová hmotnost	510kg
Plošné zatížení	26,6kg/m ²
Klouzavot	28
Nejmenší klesavost	0,8m/s
Maximální rychlost	250km/h



Obr. 17. – Kluzák

L-23 Super

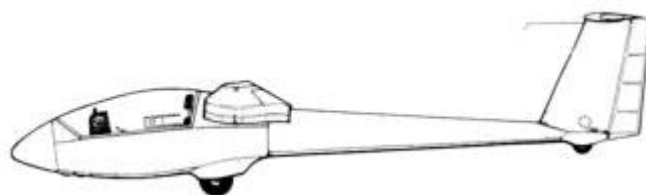
Blaník[2]

L-23 Super Blaník vznikl v roce 1988. Využívá většinu stavebních dílů z předchozího L-13, největší změnou jsou ocasní plochy ve tvaru T, křídlo bez vztlačkových klapek a přepracovaná kabina se zlepšeným výhledem. Nabízeny jsou i nástavce zvyšující rozpětí křídla na 18m a klouzavost na 31. Exportními úspěchy navázal na L-13, jeho výrobce - kunovický LET - však v současné době bojuje o existenci.

4.1.6. L-33 Solo

Tabulka 6 – Technické údaje L-33

Rozpětí	14,1m
Délka	8m
Nosná plocha	11m²
Prázdná hmotnost	210kg
Vzletová hmotnost	340kg
Plošné zatížení	31kg/m²
Klouzavot	31



Nejmenší klesavost	0,69m/s
Maximální rychlost	250km/h

Obr. 18. – Kluzák L-33 Solo [2]

L-33 Solo vznikl v roce 1992 jako celokovový větroň pro klubové létání, přihlášen byl i k soutěži na jednotný typ větroně pro závody světové třídy. Při této soutěži byl sice všeobecně obdivován, ale vybrán byl polský PW-5. L-33 i přesto našel uplatnění u nás i v zahraničí

4.2. Zahraníční (Alexander Schleicher)

4.2.1. Alexander Schleicher ASW – 15

Tabulka 7 – Technické údaje ASW - 15

Rozpětí	15m
Délka	6,45m
Nosná plocha	11m²

Prázdná hmotnost	230kg
Vzletová hmotnost	408kg
Výška	1,45m
Klouzavot	36,5



Obr. 19. –Kluzák ASW-15

Kluzák standardní třídy ASW-15 byl zkonstruován u německé firmy Alexander Schleicher GmbH & Co. ing. Gerhardem Waiblem. Navržen byl podle tehdy platných pravidel pro soutěžní standardní třídu, které nepřipouštěly zatažitelný podvozek a vodní přítěž. První ASW-15 byl zalétán 20.4.1968. Celkem bylo vyrobeno 183 kluzáků v základní verzi.

Křídlo má v půdorysu tvar dvojitého lichoběžníku a je aerodynamicky i geometricky zkrouceno. Hlavním konstrukčním materiálem křídel je laminátový sendvič s balsovou výplní. Nevyvážená křídélka končí 0,5 m před koncem křídla. Jejich vychylka činí $+25^\circ$ a -14° . Kovové brzdicí štíty jsou umístěny za hlavním nosníkem na horní i spodní straně křídla a jsou utěsněny pružnou lištou. Nosníky křídla se v trupu spojují pomocí dvou vodorovných čepů. Od kořene po křídélka je použit profil Wortmann FX 61-163, na koncích křídla pak FX 60-126. (viz. příloha A - výkres)

4.2.2. Alexander Schleicher ASW - 19

Tabulka 8 – Technické údaje ASW - 19

Rozpětí	15m
Délka	6,8m

Nosná plocha	11m ²
Prázdná hmotnost	250kg
Vzletová hmotnost	454kg
Výška	1,55m
Klouzavot	38



Obr. 19. – Kluzák ASW – 19

Nástupce ASW-15 zalétaný 23.11.1975. Hlavním konstruktérem byl opět Ing. Gerhard Waibel. Do roku 1986 bylo vyrobeno 425 ASW-19 a ASW-19 B.

Konstrukce křídel je tvořena sendvičem sklolaminát/pěna. Hlavní nosník je sklolaminátový. Profil křídla u kořene je FX 61–163, v oblasti křídélek FX-60–126. Kovové brzdící klapky typu Schempp-Hirth se vysunují nad horní plochu křídla. Křídélka mají vychylku +22° a –14°. Kapacita vodních nádrží je 80 l.

Trup je vyroben jako laminátová skořepina se zesíleným kýlem. Překryt kabiny je z jednoho kusu a odklápí se i s krytem přístrojové desky dopředu nahoru.. Pod palubní deskou jsou táhla vypínače a přestavování pedálů. Po levé straně kabiny se nacházejí páky ovládní brzdících klapek, vyvážení a podvozku. Opěradlo sedadla a opěrka hlavy jsou posuvné (nedá se měnit sklon). Úchyt pro naviják je za letu kryt dvířky podvozku, pro aerovlek je umístěn přibližně 30 cm od přídě.

Neodpružené podvozkové kolo je opatřené bubnovou brzdou ovládanou páčkou na řídicí páce. Ostruhu tvoří kluzná patka.

Mnoho ASW-19 bylo později modifikováno na standard ASW-19 B. (viz. příloha B - výkres)

4.2.3. Alexander Schleicher ASW - 27

Tabulka 9 – Technické údaje ASW - 27

Rozpětí	15m
Délka	6,55m
Nosná plocha	9m ²

Prázdná hmotnost	245kg
Vzletová hmotnost	500kg
Výška	1,3m
Klouzavot	48



Obr. 27. – Kluzák ASW-27

Typem ASW-27 navázal konstruktér Gerhard Waibel na typ ASW-20, přičemž byly při návrhu kluzáku zúročeny zkušenosti nabyté vývojem typu ASW-24. První ASW-27 byl zalétán 3.4.1995 a postupně bylo do roku 2006 vyrobeno 236 kusů.

Konstrukce kluzáku je celokompozitová s použitím uhlíkových, aramidových a polyethylenových vláken.

Křídlo je speciálně navrženo pro rozpětí 15 m, a proto není nabízena možnost zvětšení rozpětí pomocí nástavců. Z důvodu snížení aerodynamického odporu byl nově tvarován přechod křídlo-trupu, včetně modifikace profilu v náběžné části. Díky této úpravě má náběžná hrana v délce 1 m od trupu menší vzepětí než zbytek křídla, i když má celý nosník vzepětí shodné po celém rozpětí. Skořepinu křídla tvoří sendvič uhlíkový kompozit/plast/pěna. Nosník je uhlíkový. Třídílné kovové brzdicí klapky se vysouvají pomocí táhel pouze nad horní plochu křídla. Prostor pro klapky je vodotěsně oddělen od zbytku křídla a v zasunuté poloze zakryt pružnými kryty. (viz. příloha C – vákres)

5. Hlavní část práce

5.1. Takticko - technické požadavky

Základní požadavky definované v zadání:

- Schopnost provádět základní akrobatické prvky
- Dostatečné výkony pro létání přeletů
- Způsob spojení Trupu, křídla a výškovky s ohledem na častou montáž a demontáž

Požadavky aeroklubů:

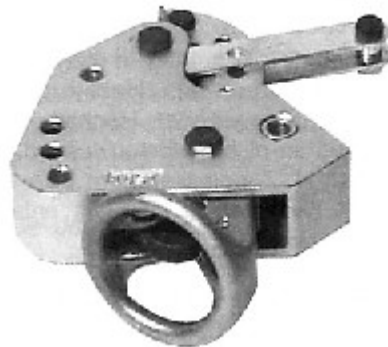
- Klouzavost: 45-50
- Minimální rychlost: 65 – 80 km/h
- Hmotnost
 - prázdná: max. 300kg
 - maximální vzletová: max. 550kg
- Konstrukce z kompozitních materiálů
- Kluzák nemusí mít vztlakové klapky
- Překryt kabiny z jednoho kusu bez rámu, otvírání do strany
- Podvozek úplně zatažitelný
- Aerodynamické vyvážení
- Ovládání mechanismu zatahování podvozku umístěné na pravé straně kabiny
- Ovládání brzdy hlavního podvozkového kola umístěné na řídicí páce

5.2. Zavazadlový prostor

I do kluzáku se někdy musí naložit některá zavazadla. Zejména na závodech to je zpravidla příkrývka na kabinu, svačina pro posádku ale také baterie, které budou napájet přístroje v přístrojové desce.

5.3. Závěsy vlečného lana

Kluzák bude mít závěsy na vlečné lano jak pro start v aerovleku, tak i pro start na navijáku. Závěs pro aerovlekový start bude umístěn v nose kluzáku.



Obrázek 28. – Vlečný závěs firmy TOST [5]

5.4. Volba délky trupu

Důležitou součástí tvoří také správné zolení délky trupu. Zásadní roli při výběru délky hraje maximální váha pilota v kabině. Obvykle to bývá max. 110kg a délka trupu 6 metrů. Vlíme tedy 115kg a délku 6,8 metrů

5.5. Volba rozpětí křídla

Bylo zvoleno rozpětí 15 metrů s nástavci na 18 metrů.

Vzhledem k středoškolskému učivu křídla bylo přejmuto od firmy Alexander Schleicher ASG – 29.

5.6. Překryt kabiny

Překryt kabiny může být proveden dvěma způsoby. Buď jednodílný překryt, nebo dvoudílný. Dvoudílný překryt je mnohem tužší a levnější ale nevýhodou je rozdělovací rám, který znevýhodní výhled z kabiny kluzáku. Jednodílný překryt má opačné výhody a nevýhody.

Byl zvolen jednodílný překryt bez rušivého rámu.

Volba materiálu

Je mnoho způsobů jak zkonstruovat letadlo. Může být kovového materiálu, dřevěného materiálu nebo kompozitového materiálu. Kovový materiál je

vzhledem k finanční stránce nepřijatelný. Dřevěná konstrukce podle mého názoru je již zcela zastaralá a nehodí se pro moderní kluzáky.

Za nevhodnější materiál, jak už bylo již zmíněno považuji materiál kompozitový. Jsou s nimi dobré zkušenosti řadu let v provozu. V dnešní době je veliký výběr těchto materiálů za různou cenu.

Vzhledem k cenám bylo zvoleno skelné vlákno.

Tabulka 10 – Vlastnosti materiálů

Vlákno	hustota	Rm	E	cena	pozn.
[-]	[g/cm ³]	[MPa]	[GPa]	[relativní]	[-]
bórové	?	3400	400	vysoká	Vojenská letadla, ne moc rozšířené
skleněné	2,5	3400	72	přijatelná	rozšířené
uhlíkové	1,8	2000	230	vyšší	rozšířené
aramidové	1,48	3620	131	vysoká	V primárních konstrukcích

5.7. Odhad hmotnosti přístrojových desek

U hmotnosti palubních desek jsem uvažoval základní osazení přístrojů: Rychloměr, výškoměr a dva variometry. U těchto přístrojů jsem taky získal data o jejich hmotnosti na internetové stránce firmy Winter. Do hmotnosti přední palubní desky jsem započítal ještě rádio Becker. Údaje o hmotnosti rádia jsem získal na internetových stránkách firmy Becker. U odhadu hmotnosti samotné přístrojové desky jsem použil své informace ze svého letadla ASW-19.

Tabulka 11 – Přehled hmotnosti jednotlivých přístrojů [4],[3]

Přístroj	průměr	ks	hmotnost	celkem	pozn.
WINTER	[mm]	[-]	[kg]	[kg]	[-]
Přístroj.deska	-	1	1,5	1,5	odhad
Výškoměr	57	1	0,235	0,47	0-10 km
Rychloměr	57	1	0,075	0,15	0-350 km/h
Váriometr	57	1	0,51	1,02	5m/s; 1.6s
Váriometr	57	1	0,4	0,8	15m/s; 1,3s
Rádio	61.3x61.3	1	0,67	0,67	Becker AR 4201



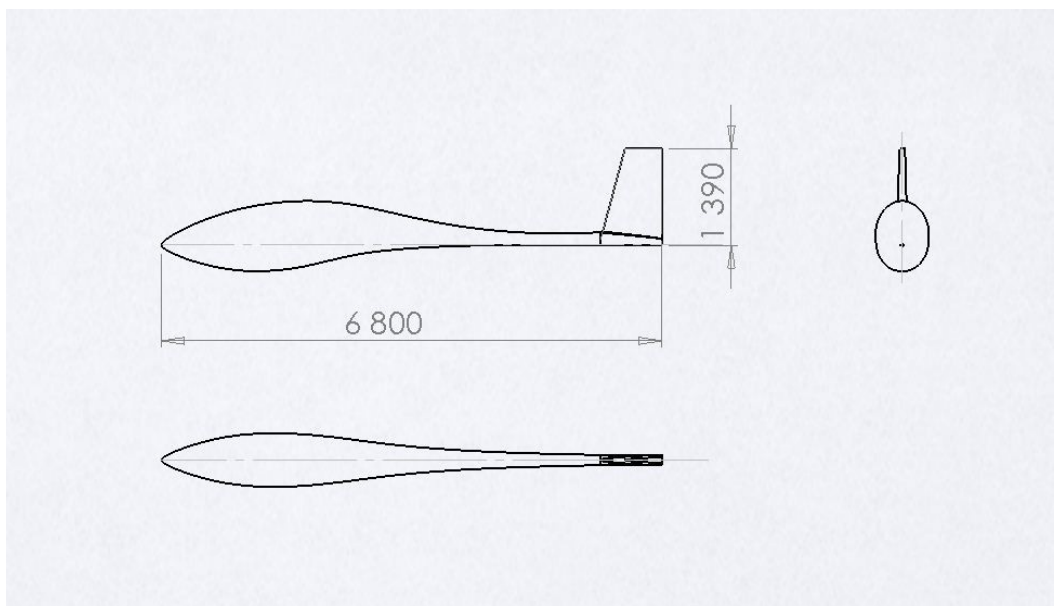
Obr. 29 a 30 – Volba překrytu kabiny a uspořádání přístrojové desky

6. Návrh Kluzáku

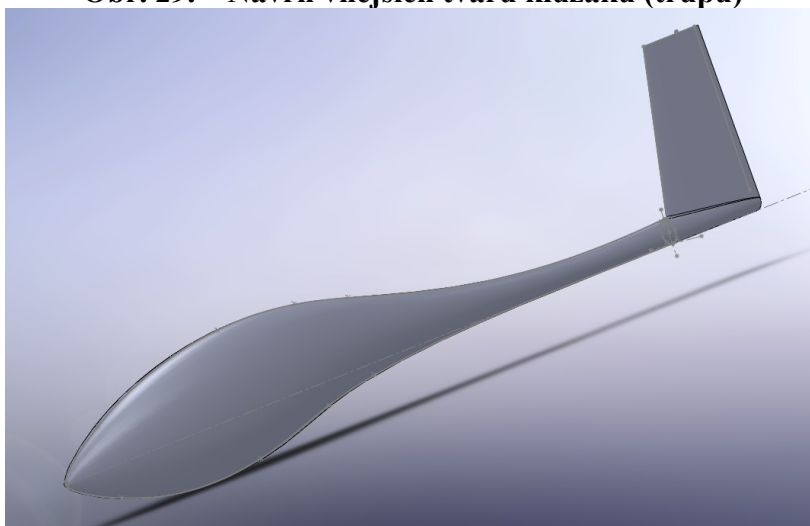
6.1. Návrh vnějších tvarů kluzáku (trupu)

Při navrhování byly použity vlastní zkušenosti z provozu a při seznamování s různými typy zahraničních výrobků.

Pro vymodelování 3D bodelu byl použit program Solid Works 2010 SP 10



Obr. 29. – Návrh vnějších tvarů kluzáku (trupu)



Obr. 30. – 3D model trupu kluzáku

7. Podvozek – Výpočet první páky

Podvozek bude dvoukolový. Pomocné kolečko na ostruže je pevné, hlavní kolo je zatažitelné. Toto řešení má výhodu ve snadné manipulaci s kluzákem po zemi, což má obrovský význam například při navijákovém provozu. Hlavní kolo je umístěno velmi blízko těžiště, takže při zvedání ocasu kluzáku nebude potřeba velké síly. Ostruhové kolečko umožní tlačení kluzáku pozadu. Při obsazení kluzáku posádkou bude kluzák spočívat na hlavním kole. Přistání kluzáku se provede zcela normálně na dva body, na hlavní a ostruhové kolo. Pro vlek po zemi za automobilem a pro hangárování kluzáku se použije nasazovací „botka“, dnes u kluzáků plně rozšířená.

7.1. Odhad hmotnosti podvozku

- Odhad hmotnosti hlavního kola podvozku

$$m_{\text{hlavní}} = 10 \text{ [kg]}$$

- Odhad hmotnosti ostruhového kola

$$m_{\text{ostruhové}} = 3 \text{ [kg]}$$

7.2. Schéma s výpočet páky číslo 1

- Z hodnot byla naměřena délka kratšího ramene (Je to místo, které bude nejvíce namáhané zatížením)
- Délka kratšího ramene vyplývá z výkresu

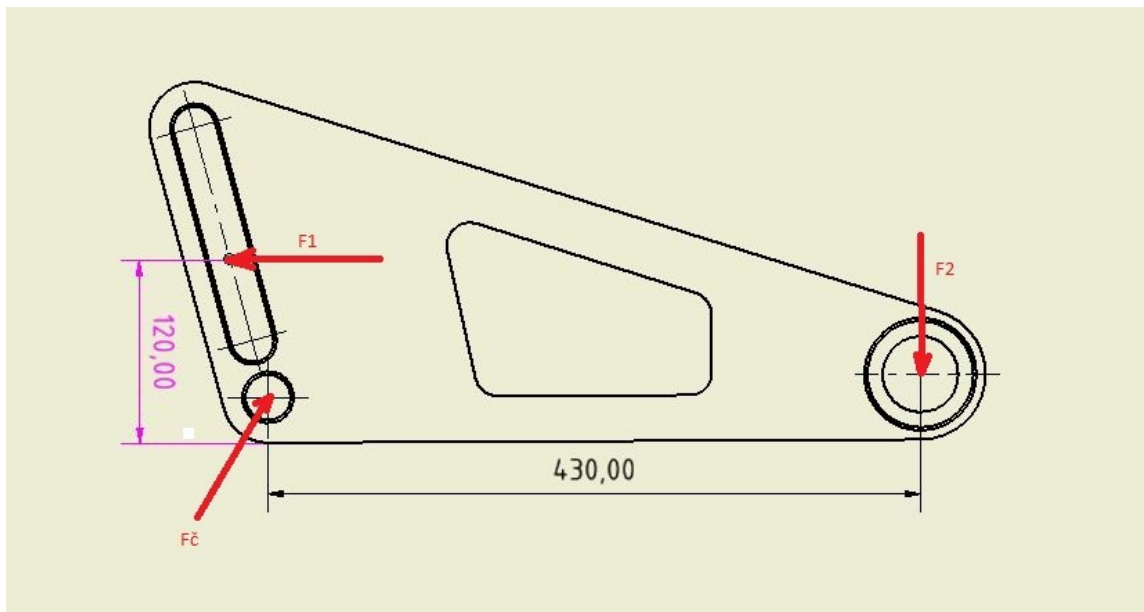


Schéma 1 – páka č. 1

- F_1 = Síla na kratším rameně
- F_2 = Síla na delším rameně
- F_3 = Síla na čepu

7.3. Výpočet síly F_2

$$M_{kolo} = 10 \text{ [kg]}$$

$$F_2 = M_{kolo} \cdot g \quad (1)$$

$$F_2 = 10 \cdot 9,81 = 98,1 \text{ [N]} \quad (2)$$

7.4. Výpočet síly F_1

$$F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2 \rightarrow F_1 = \frac{F_2 \cdot L_2}{L_1} \quad (\text{ze vzorce 3 byl vyjádřen vzorec 4)}$$

$$F_1 = \frac{98,1 \cdot 430}{120} = 351,525 \text{ [N]} \quad (4)$$

7.5. Výpočet síly na čepu $F_{\check{c}}$

$$F_{\check{c}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad (5)$$

$$F_{\xi} = \sqrt{361,525^2 + 98,1^2} \quad (6)$$

$$F_{\xi} = 364,95 \text{ [MPa]}$$

7.6. Napětí v Ohybu

- Materiál : Dural
- $R_m (\sigma_{kt}) : 400 \text{ [MPa]}$
- Koeficient bezpečnosti $k : 2$
- $C : \text{rameno síly } F_1 \text{ [mm]}$
- $b, h : \text{rozměry průřezu páky [mm]}$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{do} \quad (7)$$

$$\sigma_o = \frac{6 \cdot F_1 \cdot c}{b \cdot h^2} \leq \sigma_{do} \quad (8)$$

$$\sigma_o = \frac{6 \cdot 351,525 \cdot 430}{32 \cdot 20^2} = 70,854 \text{ [MPa]} \rightarrow 35,42 \text{ [MPa]} \quad (9)$$

$$\sigma_{do} = \frac{\sigma_{kt} \cdot c_{II}}{k} = \frac{400 \cdot 0,65}{2} = 130 \text{ [MPa]} \quad (10)$$

$35,42 \leq 130 \rightarrow \text{Páka vyhovuje}$

7.7. Kontrola čepu na stříh

- Vzhledem k tomu, že na tento čep bude působit nejen tato síla, která vznikne při zavírání, ale také síla hmotnosti kluzáku, dimenzujeme tento čep na maximální vzletovou váhu kluzáku 550 [kg]
- Materiál čepu : 14 220
- $R_m (\sigma_{kt})$: min. 785 [MPa]
- Materiál čepu povrchově kalit na min. HRC 60-63

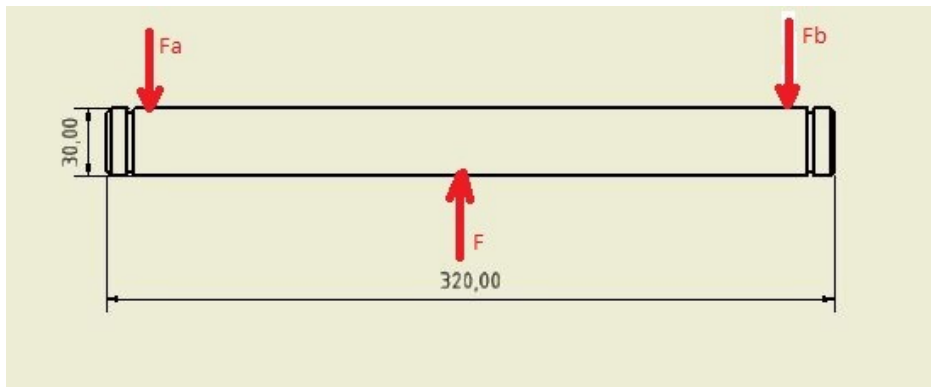


Schéma 2 - čep

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 30^2}{4} = 706,85 [\text{mm}^2] \quad (11)$$

$$F = m_{\text{větroně}} \cdot g = 550 \cdot 9,81 = 5\,395,5 [\text{N}] \quad (12)$$

$$\tau_{ds} = 0,6 \cdot 785 = 471 [\text{MPa}] \quad (13)$$

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot S} = \frac{5\,395,5}{2 \cdot 706,85} = 3,8 [\text{MPa}] \quad (14)$$

$$\tau_s \leq \tau_{ds} \rightarrow \text{Čep vyhovuje}$$

8. Podvozek-Výpočet Druhé páky

8.1. Schéma a výpočet páky číslo 2

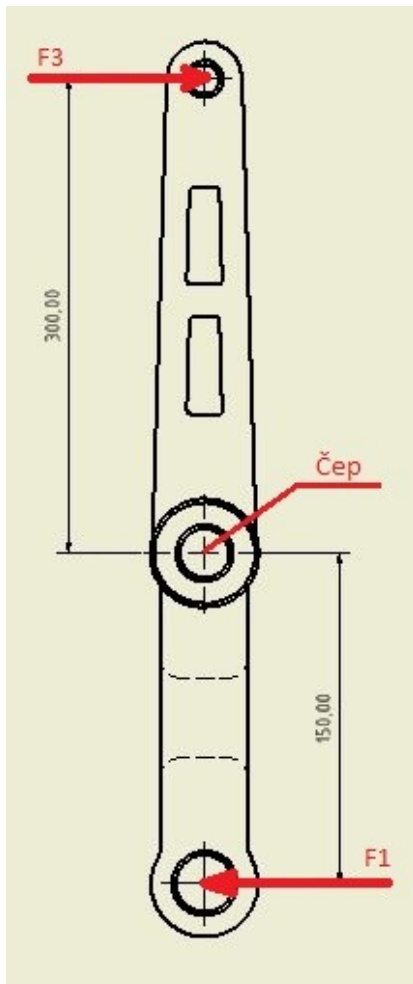


Schéma 3 – Páka č. 2

- F_1 = Síla, kterou musíme působit na páce číslo 1
- F_3 = Síla, kterou musí vynaložit posádka kluzáku na zavření podvozku

8.2. Výpočet síly F_3

$$F_3 \cdot l_3 = F_1 \cdot l_1 \rightarrow F_3 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_3} \quad (15)$$

$$F_3 = \frac{351,525 \cdot 150}{300} = 175,76[N] \quad (16)$$

$$175,76 \div 9,81 = 17,9[kg]$$

- Posádka by musela působit v kabině silou na zavírací páku podvozu přibližně 18[kg] a to je nepřijatelné
- Tento problém lze řešit dvěma způsoby :
- **1 Způsob**
 - Aplikovat tlačnou pružinu na táhlo, která by pomáhala posádce při zavírání podvozku
 - Tato pružina by musela mít tlačnou sílu 10[kg] aby se zavírací síla zmenšila na přijatelnou mez
- **2 Způsob**
 - Aplikovat dvě tažné pružiny o tažnosti v rozmezí 7-8 [kg] mezi hlavní nosnou konstrukci a pákou číslo 1
 - Tím by došlo k tomu, že by posádka podvozek snadno zavřela a při otevírání by mírně tlačila páku dopředu
- **Zvolen 2 způsob, z hlediska lepší rozebiratelnosti, lepšímu uspořádání v kabině a způsobu zavírání.**

8.3. Kontrola čepu na střih

- Vzhledem k tomu, že na tento čep bude působit nejen tato síla, která vznikne při zavírání, ale také síla hmotnosti kluzáku, dimenzujeme tento čep na maximální vzletovou váhu kluzáku 550 [kg]
- Materiál čepu : 14 220
- $R_m (\sigma_{kt})$: min. 785 [MPa]
- Materiál čepu povrchově kalit na min. HRC 60-63

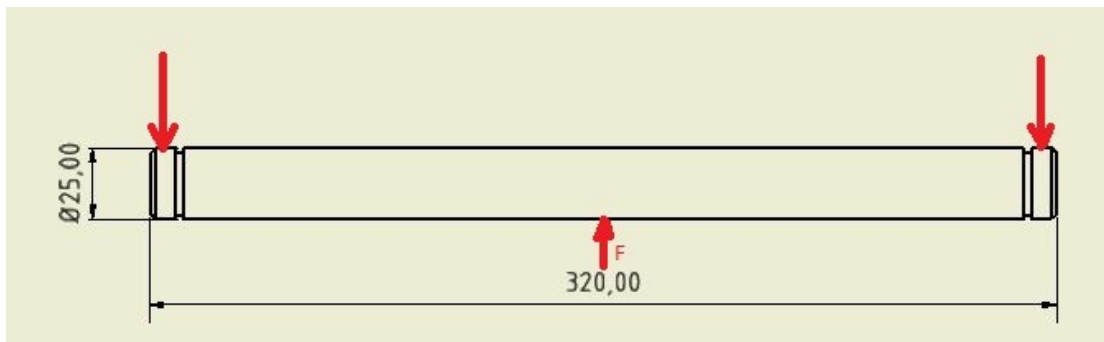


Schéma 4 - čep

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 490,87 [\text{mm}^2] \quad (17)$$

$$F = m_{\text{větroně}} \cdot g = 550 \cdot 9,81 = 5\,395,5 [\text{N}] \quad (18)$$

$$\tau_{ds} = 0,6 \cdot 785 = 471 [\text{MPa}] \quad (19)$$

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot S} = \frac{5\,395,5}{2 \cdot 490,87} = 5,4 [\text{MPa}] \quad (20)$$

$$\tau_s \leq \tau_{ds} \rightarrow \text{Čep vyhovuje}$$

8.4. Kontrola čepu pro zajištění kola na stříh

- Vzhledem k tomu, že na tento čep bude působit nejen tato síla, která vznikne při zavírání, ale také síla hmotnosti kluzáku, tento čep byl dimenzován na maximální vzletovou váhu kluzáku 550 [kg]
- Materiál čepu : 14 220
- $R_m (\sigma_{kt})$: min. 785 [MPa]
- Materiál čepu povrchově kalit na min. HRC 60-63

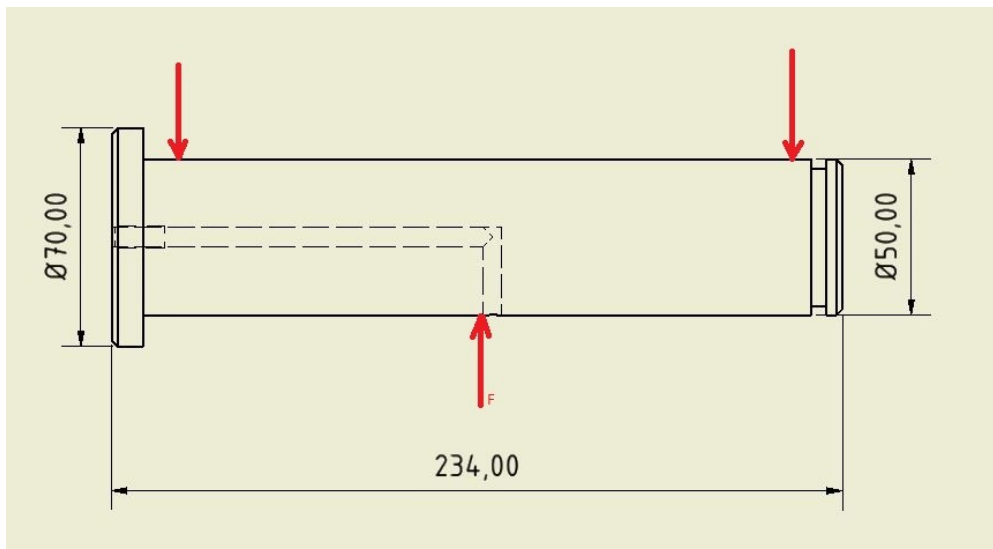


Schéma 5 – čep pro zajištění kola

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 50^2}{4} = 1963,4[\text{mm}^2] \quad (21)$$

$$F = m_{\text{větronně}} \cdot g = 550 \cdot 9,81 = 5\,395,5[\text{N}] \quad (22)$$

$$\tau_{ds} = 0,6 \cdot 785 = 471[\text{MPa}] \quad (23)$$

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot S} = \frac{5\,395,5}{2 \cdot 1963,4} = 1,37[\text{MPa}] \quad (24)$$

$$\tau_s \leq \tau_{ds} \rightarrow \text{Čep vyhovuje} \quad (25)$$

9. Závěr

V této maturitní práci byl cílem návrh jednomístného kluzáku pro pokračovací výcvik v rozmezí středoškolského učiva se zaměřením především na výpočet podvozku.

V druhé kapitole (*viz str. 9*) bylo provedeno podrobné rozdělení kluzáků a vysvětleny základní pojmy z oblasti letectví. Ve třetí kapitole (*viz str. 11*) byla shrnuta stručná historie kluzáků a letectví jako takového od starověku přes novověk a I etapu vývoje až do II etapy vývoje bezmotorových letadel. Ve čtvrté kapitole (*viz str. 18*) byla shrnuta všechna česká (*zejména LF – 109 Pyonýr, L – 13 Blaník, L-23 Super Blaník, VSO – 10, či VT 16/116 Orlík*) a zahraniční (*zejména ASW – 15, ASW -19, ASW – 27*) letecká technika. V páté až 8 kapitole (*viz str. 29-39*), která vlastně tvoří hlavní či praktickou část byli zadány takticko technické

parametry podle kterých by se celá práce měla řídit. Dále zde byl proveden návrh zavazadlového prostoru, závesy vlečného lana, volba délky trupu, volba rozpětí křídla, volba překrytu kabiny či odhad přístrojových desek. V šesté kapitole (*viz str. 33*) byl proveden návrh kluzáku jako takového (*respektive návrh vnějších tvarů kluzáku*). V sedmé kapitole (*viz str. 34*) byl proveden výpočet všech sil působící na páku č.1 (*zejména výpočty sil F_1 a F_2*).

Dále výpočty týkající se namáhání na čepu a také byla provedena kontrola namáhaných součástí (*zejména působící síla na čepu, napětí v ohybu, kontrola čepu na střih*). V osmé kapitole (*viz str. 39*) byl proveden výpočet síly působící na páku č.2 (*zejména síla F_3*) a vybrány dvě varianty jak odlehčit síly, které vznikají při zavírání podvozku posádkou. Dále zde byli počítány další čepy (*zejména čep č.2 a čep který zajišťuje podvozkové kolo*) na různá namáhání (*zejména na střih*).

Technická dokumentace je pouze vzhledem k dostupnosti formátu A3 v měřítku 1:3.

Bohužel v jiných měřítkách výkresy nevycházejí rozměrově.

Ilustrační foto



Obr. 31 Na dokluzu s kolegou



Obr. 32 ASW – 19 na přistání



Obr. 33 Opět ASW-19 na přistání



Obr. 34 Na dokluzu



Obr. 35 LS – 8 při kroužení na horách



Obr. 36 Ustřed'vání „stoupáku“



Obr.37 LS-8 ve skupině



Obr. 38 Na dokluzu



Obr. 39 Opět v horách



Obr. 40 Bez komentáře ☺

10. Použité zdroje

[1] VEJVODA, L., Na křídlech větru, Nakladatelství letecké literatury, ISBN 978-80-86808-83-3

[2] Webové stránky AK Plzeň letkov, www.akletkov.cz

[3] Katalog firmy Winter online, www.winter-instruments.de

[4] Katalog firmy Becker www.becker-avionics.com

[5] Katalog firmy TOST www.tost.de

[6] THOMAS, F., Fundamentals of sailplane design, College Park Press, 1999, ISBN 0-9669553-0-7

- Neoznačené obrázky jsou použity z mých fotek na závodech a v areoklubu Hodkovice nad Mohelkou