ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Jan Milan Kudrna

PROVOZ A ÚDRŽBA HISTORICKÝCH KLUZÁKŮ

Bakalářská práce

2019

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta dopravní
děkan
Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K621..... **Ústav letecké dopravy**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Jan Milan Kudrna

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – PIL – Profesionální pilot

Název tématu (česky): **Provoz a údržba historických kluzáků**

Název tématu (anglicky): The Operation and Maintenance of Historical Gliders

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Konstrukce historických kluzáků
- Údržba vybraných historických kluzáků
- Ekonomika provozu historických kluzáků
- Porovnání s moderními laminátovými kluzáky

ČVUT
FD

Rozsah grafických prací:	dle pokynů vedoucího bakalářské práce
Rozsah průvodní zprávy:	minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
Seznam odborné literatury:	Letecký předpis L8 - Letová způsobilost letadel Provozní příručka a bulletiny letounu VT 116 Provozní příručka letounu VT 125

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ladislav Keller**

Datum zadání bakalářské práce: **19. října 2018**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **26. srpna 2019**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE Fakulta dopravní

L. S.

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy

doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Jan Milan Kudrna
jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 19. října 2018

Čestné prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze, Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 26. srpna 2019 Podpis ……...

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi pomáhali při tvorbě této práce. Zvláště děkuji panu Ing. Ladislavovi Kellerovi za odborné vedení a konzultování mé práce. Velké poděkování patří pánům Jirkovi Leníkovi a Zdeňkovi Kropáčovi za poskytnutí cenných podkladů a materiálů pro tuto práci. Na závěr bych chtěl poděkovat mé rodině, přátelům i kolegům pilotům za obrovskou psychickou i materiální podporu během celého mého studia.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

PROVOZ A ÚDRŽBA HISTORICKÝCH KLUZÁKŮ

bakalářská práce

srpen 2019

Jan Milan Kudrna

Abstrakt

Bakalářská práce si klade za cíl přiblížit čtenáři nejznámější československé kluzáky celodřevěné konstrukce vyrobené mezi 2. světovou válkou a 70. lety minulého století. Práce porovnává tyto kluzáky z hlediska jejich údržby a provozu a rovněž popisuje současné využití těchto strojů v závislosti na jejich koncepci. Zvláštní pozornost je věnována kluzáku L-21 Spartak, který má mezi našimi kluzáky jedinečnou a zcela ojedinělou konstrukci. Cílem práce je seznámit letecké nadšence a piloty s možnostmi, které naše starší kluzáky nabízejí, ale i s těžkostmi, které je provázejí.

Klíčová slova

konstrukce, kluzák, potah křídla, provoz, údržba

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

THE OPERATION AND MAINTENANCE OF HISTORICAL GLIDERS

Bachelor Thesis

August 2019

Jan Milan Kudrna

Abstract

Bachelor's thesis is focused on the most famous czechoslovak gliders with wooden structures built between The Second World War and the 1970s. This thesis compares these gliders in terms of their maintenance and operation. It also describes their present use according to their conception. Special attention is paid to glider L-21 Spartak which has among czechoslovak gliders a very unique structure. Tha aim is to familiarize the aviation enthusiasts and pilots with opportunities and difficulties related to operation of our historic gliders.

Key words

glider, maintenance, operation, structure, wing covering

Obsah

Obsah 6
Seznam použitých zkratek 8
Úvod 9
1. Přehled československých historických kluzáků 10
1.1 Zlín Z-24 Krajánek 10
1.2 LG-130 Kmotr 12
1.3 LF-109 Pionýr 14
1.4 LF-107 Luňák 16
1.5 Z-25 Šohaj, LG-125 Šohaj 2, LG-425 Šohaj 3 18
1.5.1 Z-25 Šohaj 19
1.5.2 LG-125 Šohaj 2 19
1.5.3 LG-425 Šohaj 3 20
1.6 VT-16 Orlík 22
1.7 VT-116 Orlík II 24
1.8 L-21 Spartak 26
1.9 VSM-40 Démant 28
2. Srovnání letových vlastností a využití historických kluzáků 30
2.1 Z-24 Krajánek 30
2.2 LG-130 Kmotr 30
2.3 LF-109 Pionýr 31
2.4 LF-107 Luňák 31
2.5 Z-25, LG-125 a LG-425 Šohaj 32
2.6 VT-16 a VT-116 Orlík 32
2.7 L-21 Spartak 33
2.8 VSM-40 Démant 33
3. Provoz historických kluzáků v ČR 34
3.1 Kategorie Experimental 34
3.2 Historické kluzáky v současnosti 35
3.3 Srovnání koeficientů historických kluzáků 36
3.4 Ekonomika provozu historických kluzáků 38
3.4.1 Ceny kluzáků 38
3.4.2 Provozní náklady 39
4. Údržba historických kluzáků 40
4.1 Údržba kluzáků s plátěným potahem 42
4.2 Údržba kluzáků s překližkovým potahem 46

4.2.1 Údržba překližkového potahu 46
4.2.2 Oprava otvoru v překližkovém potahu 48
4.3 Údržba kluzáků se sendvičovým potahem 51
4.3.1 Oprava otvoru v sendvičovém křídle 53
Závěr 56
Použité zdroje 58
Seznam obrázků 61
Seznam tabulek 62

Seznam použitých zkratek

ÚCL	Úřad pro civilní letectví	
ČR	Česká republika	
FAI	Fédération Aéronautique Internationale	Mezinárodní letecká federace
IGC	International Gliding Commission	Mezinárodní plachtařská komise
CPS	Celostátní plachtařská soutěž	
PVC	Polyvinylchlorid	
CZIL	český indexový list	
AeČR	Aeroklub České republiky	
MTOM	Maximum takeoff mass	Maximální vzletová hmotnost
AK	aeroklub	
POTK	Plachtařský oldtimer klub	
VGC	Vintage Glider Club	
OLZ	Osvědčení letové způsobilosti	

Úvod

Československé letectví má velmi dlouhou historii a výjimkou není ani létání na bezmotorových letadlech – kluzácích. Kluzák je definován jako bezmotorové letadlo těžší než vzduch, jehož nosné plochy jsou nepohyblivé. [21] Ve vývoji a létání na těchto strojích naše země rozhodně nebyla pozadu. Bezprostředně po 1. světové válce byl založen Aeroklub Československé republiky. V meziválečném období vzniklo mnoho letišť po celé republice, bylo postaveno velké množství kluzáků, na nich se učilo létat mnoho mladých letců. Prakticky všechny kluzáky vyrobené v tomto období byly dřevěné konstrukce s plátěným potahem. Starty kluzáků se nejprve prováděly na svažitém terénu pomocí gumových lan, poté se postupně přešlo na vzlety navijákem a aerovlekem. Jednalo se o zlatou éru československého plachtění, která byla přerušena 2. světovou válkou. [20, 27]

Během války byla naše letiště využívána německými okupanty k výcviku jejich armádních pilotů. Po osvobození došlo k dalšímu rozvoji našeho plachtění, na němž se však promítla změna politického režimu. Létání obecně začalo být více zaměřené na potřeby armády. Díky tomu naše bezmotorové letectví zažilo obrovský rozvoj a jako sportovní činnost dosáhlo svého vrcholu. [30] Vzniklo mnoho nových typů kluzáků, některé se vyráběly po stovkách, jiné zůstaly u několika exemplářů jako „slepé“ vývojové větve. Také se ve výrobě postupně přešlo k novým postupům a používaným materiálům. Po pádu totalitního režimu u nás plachtění funguje jako sport formou samostatných aeroklubů, v jejichž hangárech dnes můžeme spatřit kluzáky moderní, stejně jako ty historické.

Tato bakalářská práci si klade za cíl popis a zhodnocení současného provozu a údržby nejznámějších československých historických kluzáků. Čtenář bude nejprve seznámen s přehledem konkrétních historických kluzáků, jejich popisem a technickými parametry. Bude zhodnoceno současné využití jednotlivých typů na základě jejich koncepce, aktuálního počtu v provozu a také jejich letových vlastností. Dále bude v práci popsán současný provoz historických kluzáků z hlediska ekonomického. Rozsáhlá část práce bude věnována údržbě. Zde budou kluzáky rozděleny podle koncepce údržby a popsány jednotlivé technologické postupy doplněné fotografiemi. Zvláštní pozornost bude věnována historickému kluzáku s velmi ojedinělým typem konstrukce křídla – dřevěným sendvičem. Jedná se o výkonný kluzák L-21 Spartak. Na konci práce bude navržen postup kontroly stavu a opravy křídla tohoto kluzáku.

1. Přehled československých historických kluzáků

Definice historického kluzáku není pevně stanovena a názory pilotů i konstruktérů se na toto téma rozcházejí. Pro potřeby mojí práce jej mohu definovat jako kluzák celodřevěné konstrukce, jehož první prototyp vzlétl v roce 1970 a dříve. První kapitola této práce přináší seznam nejznámějších historických kluzáků vyrobených v Československu.

1.1 Zlín Z-24 Krajánek

Krajánek byl prvním československým školním kluzákem vyrobeným po 2. světové válce. Jedná se o jedno z našich nejstarších bezmotorových letadel, které lze dnes ještě stále možné spatřit ve vzduchu. S jeho vývojem se tajně započalo již během války v otrokovické letecké továrně. Ihned po ukončení války byly provedeny nutné statické výpočty a zahájena výroba prvního prototypu. V září roku 1945 došlo k jeho úspěšnému záletu. Sériová výroba probíhala v letech 1946 až 1950 a celkem bylo vyrobeno přibližně 300 kusů, které létaly po celém tehdejším Československu. Stovky plachtařů na něm provedly své termické lety a některé tyto výkony se zapsaly do našich leteckých rekordů. I přesto, že vývoj Krajánka probíhal v utajení a po skočení války byl značně urychlen, jedná se o velmi úspěšný kluzák. [1, 17] V současné době jsou v českém leteckém rejstříku zapsány 3 kluzáky typu Z-24. Ty mohou být viděny na letišti na Rané, v Brně Medlánkách a ve Slaném, nebo na sletech historických kluzáků v České republice i zahraničí. [32]

Obrázek 1. Kluzák Z-24 Krajánek (foto Dalibor Pek)

Krajánek je jednomístný, celodřevěný, polosamonosný, cvičný hornoplošník. Jeho konstrukce vychází z konstrukce kluzáku Grunau Baby GB-2b. Křídlo je dvoudílné, jednonosníkové s pomocným diagonálním nosníkem u jeho kořene. Obě půlky křídla jsou k trupu připojené pomocí čepů a podepřené párem ocelových profilovaných vzpěr. Tvar křídla je obdélníkový, směrem ke konci přechází v eliptické zakončení. Náběžná část je potažena překližkou až po nosník, u kořenů křídel po diagonální nosník. Zbytek křídla, včetně velkých diferenciálně řízených křidélek, je potažený plátnem. Profil křídla je Sikorski GSM, který od 15. žebra přechází v autostabilní profil NACA M5. V křídle jsou umístěny na obou stranách odklápěcí brzdící klapky. [2, 17]

Trup je šestihranného průřezu, příhradový, potažený tuhým potahem z překližky. Pilotní prostor je otevřený, opatřený shora snímatelným krytem a malým štítkem z plexiskla. Palubní deska je vybavena pěti základními přístroji pro kontrolu letu. Řízení je pákové s převodem pomocí lanek a táhel. Přistávací zařízení se skládá z dřevěné lyže podložené gumovými bloky a ostruhou z oceli. Kluzák je vybaven vlečným zařízením pro aerovlek i spodním závěsem pro navijákový vzlet. V přídi se rovněž nachází hák pro gumový vzlet. [2, 17]

Ocasní plochy jsou celodřevěné. Kýlová plocha pevně spojená s trupem je potažena překližkou podobně jako dvounosníkový stabilizátor. Výškové kormidlo má plátěný potah. Směrovka má potah spodní části z překližky a větší horní části z plátna. [2]

Prototyp Krajánka byl postaven ještě podle staré československé normy ze smrkového dřeva. Teprve sériově vyráběné kusy měly, jako konstrukční materiál, leteckou borovici třídy B. První série Krajánků měly šedý trup a potah křídla a řídících ploch zůstal v barvě lakovaného plátna. Později vyráběné kusy byly lakovány sytě žlutou barvou. [2, 15]

Technické údaje: [2, 17]

rozpětí	12,12 m
délka	6,29 m
výška:	1,55 m
nosná plocha	13,5 m^2
prázdná hmotnost	135 kg
letová hmotnost	250 kg
klouzavost	1:18
plošné zatížení	16,7 kg/m^2
minimální rychlost	50 km/h
maximální rychlost	215 km/h

1.2 LG-130 Kmotr

Tento československý kluzák je výsledkem poválečných debat o tom, zda mají být ve školních bezmotorových letadlech sedadla za sebou či vedle sebe. Tento vývoj dal vzniknout kluzákům LF-109 Pionýr se sedadly umístěnými za sebou a LG-130 Kmotr s uspořádáním vedle sebe. První prototyp kluzáku Kmotr byl vyroben v roce 1948 v otrokovické letecké továrně pod vedením Ladislava Marcola, který stál za vznikem řady našich poválečných kluzáků, mj. i Z-24 Krajánka. Sériová výroba Kmotrů probíhala v letech 1951 a 1952. Celkem bylo zhotoveno pouhých 40 kusů namísto původně 100 plánovaných. Důvodem byl začátek studené války a následné přeorientování československého letectví pro potřeby armády. Byla dána přednost kluzáku Pionýr, zejména pro jeho jednodušší a ekonomičtější výrobu. Zatímco Pionýr byl ideální pro elementární výcvik, Kmotr byl díky své lepší výkonnosti používán pro pokračovací výcvik letů v termice a k přeletům. S nástupem cvičného kluzáku L-13 Blaník v šedesátých letech byly Kmotry postupně vyřazovány a dnes je na světě jediný letuschopný exemplář s registrací OK-1260 na letišti Raná u Loun. [3, 17]

Obrázek 2. Kluzák LG-130 Kmotr (foto Jan Milan Kudrna)

LG-130 je dvoumístný, celodřevěný, samonosný, cvičný středoplošník. Křídlo s kladným vzepětím je dvoudílné, jednonosníkové s pomocným diagonálním nosníkem u trupu. Náběžná hrana tvoří spolu s nosníkem torzní skříň potaženou překližkou. Zadní část křídla, stejně jako diferenciálně řízená křidélka, je potažena plátnem. Odklápěcí brzdící klapky jsou

celokovové konstrukce. Přichycení křídel k trupu je provedeno pomocí čepů a ocelového nosníku ve střední části křídel. Spojení překrývají snímatelné plechy. [17]

Trup oválného průřezu je poloskořepinový, potažený diagonálně kladenou překližkou. Špička trupu je tvořena velkým tvarovaným plechovým krytem. Pilotní prostor se sedadly vedle sebe je prostorný a bohatě prosklený. Výhled z kabiny ven je neobvyklý. Palubní deska obsahuje základní přístroje pro létání podle vizuální reference. Kryt kabiny z plexiskla je rozdělený na dvě odnímatelné části. Za letci je prostor pro dokumentaci, barograf a případné vybavení. Sedadla mají v opěradlech prostor pro let s padákem na zádech. Řízení je zdvojené, ruční pákové a nožní pedálové. Převod je proveden pomocí táhel a lanek. Přistávací zařízení se skládá z jasanové lyže, pevného kola vybaveného brzdou, a ostruhy z listového pera. Ve špičce strupu je vlečné zařízení pro vzlet v aerovleku a na bocích trupu dva úchyty pro navijákové lano. [4, 17]

Ocasní plochy mají dřevěnou konstrukci. Jednonosníkový snímatelný stabilizátor, potažený diagonálně kladenou překližkou, je k trupu uchycen třemi závěsy. Výškové kormidlo je potaženo plátnem. Na pravé straně výškovky se nachází vyvažovací ploška. Kýlová plocha je rovněž snímatelná, jednonosníková a potažená překližkou. K trupu je uchycena čtyřmi závěsy. Směrové kormidlo má stejnou konstrukci jako výškové. [4,17]

Kostra kluzáku Kmotr je zhotovena z letecké borovice, zatímco přistávací lyže je z jasanu. Překližkový potah je z březového nebo bukového dřeva třídy B. Pro klížení dřeva byly použity klihy Formit nebo Umacol. Hlavní čepy a závěsná kování jsou z legované oceli. Standardním zbarvením těchto kluzáků je žlutá. [4]

Technické údaje: [4, 17]

rozpětí	16,00 m
délka	7,57 m
výška:	1,97 m
nosná plocha	21,8 m^2
prázdná hmotnost	275 kg
letová hmotnost	445 kg
klouzavost	1:22
plošné zatížení	20,41 kg/m^2
minimální rychlost	48 km/h (1 osoba), 54 km/h (2 osoby)
rychlost pro nejlepší klouzavost	67 km/h (1 osoba), 76 km/h (2 osoby)
maximální rychlost	190 km/h (210 km/h s vysunutými brzdícími klapkami)

1.3 LF-109 Pionýr

Kluzák s názvem Pionýr byl dílem pražské konstrukční skupiny LF jako odpověď na otrokovický LG-130 Kmotr. Na rozdíl od Kmotra měl uspořádání pilotních sedaček za sebou. Vývoj Pionýru probíhal již během horšící se politické situace před nastupující studenou válkou. Tehdy se hledala vhodná varianta bezmotorového letadla pro masový výcvik potenciálních armádních letců. Hlavní požadavky, které musel nový kluzák splňovat, byla jednoduchá a nenákladná výroba, snadná opravitelnost, robustnost a odolnost vůči tvrdým žákovským přistáním a letové vlastnosti odpovídající školnímu kluzáku. Právě díky tomu dostal během sériové výroby Pionýr přednost před kluzákem Kmotr. [6, 17]

První prototyp s označením XLF-109 byl vyroben na počátku roku 1950 a zalétnut pár v březnu toho roku. Během jednoho za záletů došlo během letu k destrukci pravého křídla a kluzák se zřítil. Pilot zahynul. Následné pevnostní zkoušky však byly v pořádku a potvrdily, že k havárii došlo zřejmě kvůli překročení maximální rychlosti. Byl proto zhotoven druhý prototyp a v roce 1952 byla spuštěna sériová výroba. Ta probíhala nejprve v Kunovicích, poté byla převzata n. p. Orličan v Chocni. Do roku 1955 bylo vyrobeno na 470 kusů. Většina Pionýrů létala u nás a některé byly vyvezeny do zahraničí, nejvíce do NDR. Sovětský svaz projevil o tyto kluzáky tak velký zájem, že Svazarm mu poskytl výrobní dokumentaci a typ LF-109 se v SSSR začal vyrábět pod označením KAI-12 Primorec. [6, 7, 17]

Obrázek 3. Kluzák LF-109 Pionýr (foto František Brablc)

Životnost Pionýrů činila asi 13 let, proto byly během 60. let postupně vyřazovány z provozu a nahrazovány kluzáky typu L-13 Blaník. Několik exemplářů se podařilo zachovat nebo zrenovovat a dnes se s nimi můžeme setkat v leteckém muzeu ve Kbelích, na letišti Medlánky nebo na srazech historických kluzáků. [17]

LF-109 je dvoumístný, vzpěrový, cvičný hornoplošník smíšené konstrukce. Křídlo je jednonosníkové, obdélníkového tvaru, s dopředným šípem a profilem NACA 43012A. Uvnitř křídla se nachází pomocný diagonální nosník. Náběžná hrana tvoří spolu s hlavním nosníkem torzní skříň potaženou diagonálně kladenou překližkou. Zbylá část křídla má plátěný potah. Diferenciálně řízená křidélka Friseho typu mají obdobnou konstrukci i potah jako křídlo. Za nosníkem se nachází vysouvací brzdící klapky kovové konstrukce. Obě poloviny křídla jsou podepřeny profilovanou ocelovou vzpěrou, která má ještě pomocnou vzpěrku. [8, 17]

Trup příhradové konstrukce je svařen z ocelových trubek a potažen plátnem. V přední části se nachází prostorná pilotní kabina se sedadly za sebou. Kryt kabiny je odklopný do pravé strany. Obě sedadla jsou uzpůsobena pro použití zádových padáků. Palubní deska obsahuje pět základních přístrojů pro let za vidu. U některých Pionýrů nebylo zadní sedadlo vybaveno přístrojovou deskou a u ostatních pouze zmenšenou se třemi přístroji. Do zadní části trupu se při osazení dvěma piloty vkládá dodatečné závaží o hmotnosti 5 kg, které lze při letu v sóle vyjmout. Řízení je dvojité, pákové a pedálové s přenosy pomocí lanek a kladek. Přistávací zařízení je složené z kola odpérovaného gumovými lany a z jasanové lyže odpružené gumovými bloky. Ostruha je z ocelových per. V přídi je vlečné zařízení pro vzlet v aerovleku a po bocích úchyty pro vzlet na navijáku. [8, 17]

Ocasní plochy mají smíšenou konstrukci. Vodorovná ocasné plocha potažená překližkou je k trupu uchycena pomocí tří závěsů. Výškové kormidlo, částečně staticky vyvážené, má přední část s překližkovým potahem tvořícím torzní skříň a za ní potah plátěný. Kýlová plocha má kovovou kostru svařenou vcelku s trupem. Směrové kormidlo je potažené plátnem. [8, 17]

Trup je svařen z legovaných ocelových trubek obsahujících chrom, mangan a vanad. Čepy a svorníky jsou z legované Mn oceli. Ostatní díly jsou z letecké borovice a přistávací lyže z jasanu. Potahové plátno je bavlněné. Použitý klih je typu Umacol B. Při masové sériové výrobě nebyly vždy dodrženy výrobní postupy a objevovaly se problémy s použitou překližkou. [8]

Technické údaje: [8, 17]

rozpětí	13,47 m
délka	7,77 m
výška:	2,36 m
nosná plocha	20,2 m^2
prázdná hmotnost	235 kg
letová hmotnost	415 kg
klouzavost	1:18,5
plošné zatížení	20,41 kg/m^2
minimální rychlost	52 km/h
rychlost pro nejlepší klouzavost	62 km/h
maximální rychlost	220 km/h

1.4 LF-107 Luňák

Snahy o postavení akrobatického bezmotorového letadla u nás začaly již před druhou světovou válkou. Tehdy vznikl kluzák nazvaný Sokol. Během války byly veškeré práce na československých letadlech přerušeny a po válce začal vznikat zcela nový typ, který na Sokola navázal. První Luňák byl dokončen v roce 1948 v tehdejším Rudém Letovu v Letňanech. Byl úspěšně zalétán a předveden na leteckém dni ve Švýcarsku. Poté započala sériová výroba s plánem vyprodukovat přes 200 kusů. Nakonec bylo postaveno pouze 75 Luňáků, protože jejich výroba musela ustoupit zakázce na proudové letouny MIG-15. Kluzáky LF-107 létaly převážně v Československu, několik kusů bylo vyvezeno do zahraničí. Osvědčily se nejen jako výborné akrobatické stroje, ale i jako výkonné kluzáky na termické přelety. V 60. letech byly postupně vyřazeny z provozu a dnes létá jen pár zrekonstruovaných exemplářů. [1, 7]

Obrázek 4. Kluzák LF-107 Luňák (foto František Brablc)

Luňák je jednomístný, celodřevěný, samonosný akrobatický středoplošník. Křídlo je dvoudílné, lichoběžníkového tvaru s profilem NACA 23015. Obsahuje jeden hlavní a jeden pomocný nosník a je potažené diagonálně kladenou překližkou. Na odtokové hraně se nachází třípolohové vysouvací vztlakové klapky potažené plátnem. Brzdící klapky jsou výsuvné a účinné. Obě poloviny křídla jsou spojené s trupem pomocí duralových závěsů a 3 čepů. [1, 7]

Trup oválného průřezu je poloskořepinové konstrukce s potahem z diagonálně kladené překližky. Přední část je ukončena sklopným plechovým krytem. Pilotní prostor je opatřen kapkovitým krytem z plexiskla, který se odsunuje dozadu. Opěradlo sedadla je upraveno pro použití zádového padáku. Přistávací zařízení se skládá z nízkotlaké kolo, odpružená jasanová lyže a ocelová ostruha. Ruční řízení je pákové a nožní pedálové, s táhly a lanky pro převod výchylek. [1, 7]

Překližkou potažený stabilizátor je jednonosníkový, snímatelný, upevněný k trupu dvěma čepy. Výškové kormidlo je potaženo plátnem a částečně staticky vyváženo. Stejné konstrukce je i kýlová plocha a směrovka. [1, 7]

Technické údaje: [1, 7]

rozpětí	14,27 m
délka	6,78 m
výška:	1,60 m
nosná plocha	13,38 m^2
prázdná hmotnost	205 kg
letová hmotnost	310 kg
klouzavost	1:24
plošné zatížení	23,2 kg/m^2
minimální rychlost	50 km/h (s vysunutými vzletovými klapkami)
rychlost pro nejlepší klouzavost	80 km/h
maximální rychlost	300 km/h

1.5 Z-25 Šohaj, LG-125 Šohaj 2, LG-425 Šohaj 3

Po 2. světové válce začal vývoj výkonného jednomístného kluzáku, jehož výsledkem byl Zlín Z-25 Šohaj. Byl zkonstruován, podobně jako jeho pozdější verze, pod vedením šéfkonstruktéra Ladislava Marcola v Otrokovicích. Po úspěšném zalétání v roce 1947 byla zahájena sériová výroba 100 kusů. Většina z nich létala u nás, některé se dostaly do Rumunska a Bulharska. S rostoucím počtem Šohajů v aeroklubech se začaly zlepšovat výkony a objevovat nové rekordy našich letců. Kluzáky Z-25 prokázaly své kvality na mnoha leteckých závodech a jejich úspěch si vyžádal pokračování. [17]

Tím byla v roce 1949 vylepšená verze Šohaje nazvaná LG-125 Šohaj 2. Jeho výroba probíhala v letech 1950 a 1951 a bylo vyrobeno 150 exemplářů v Otrokovicích a dalších 126 kusů v závodě Orličan Choceň. Nejnovější, více odlišnou, verzí je typ LG-425 Šohaj 3. Ten vznikl úpravou předchozí verze LG-125 a přidáním moderních aerodynamických prvků. Očekávané zlepšení výkonů však nepřišlo, spíše naopak. I přesto byla zahájena sériová výroba v Chocni a do konce roku 1955 bylo dodáno 140 kusů. [17]

Šohaje obecně létaly v našich aeroklubech do druhé poloviny 60. let, kdy byly postupně nahrazovány novějšími typy, zejména Orlíky VT-16 a VT-116. Dodnes však můžeme několik kusů od každého podtypu Šohaje vidět ve vzduchu na českých letištích. Zajímavostí je kluzák XLG-225 Medák, který vznikl v roce 1952 namontováním křídel s laminárním profilem na trup LG-125. Oproti normálním Šohajům měl lepší klouzavost dosahující hodnoty 1:29. Vyroben byl pouze jeden kus z důvodu složité konstrukce křídla a vysoké vzletové hmotnosti. [17]

1.5.1 Z-25 Šohaj

Jedná se o jednomístný, celodřevěný, samonosný, výkonný hornoplošník. Dvoudílné lichoběžníkové křídlo má jeden hlavní nosník a pomocný diagonální nosník. Profil u kořene je typu NACA 23015, na konci NACA 4412. Náběžná část je potažena diagonálně kladenou překližkou tvořící torzní skříň. Zbytek křídla včetně diferenciálních křidélek je potažen plátnem. Brzdící klapky celokovové konstrukce jsou odklápěcí na obou stranách. Obě poloviny křídla jsou spojeny dvěma čepy, tvořící mírné vzepětí. [17]

Trup příhradové konstrukce má oválný tvar a je potažený překližkou. Pilotní prostor je prostorný a opatřený snímatelným krytem z plexiskla v dřevěném rámu. Sedadlo pro pilota je uzpůsobené pro zádový padák. Pružně uložená palubní deska nese základní letové přístroje, u některých Šohajů byly na přání přidány další přístroje, např. umělý horizont. Nožní řízení je pedálové, za letu stavitelné převodovou pákou. Ruční řízení je pákové. Všechny převody jsou provedeny táhly a lany. Vypínací zařízení je tvořeno jedním vypínačem pro aerovleky v přídi a dvěma úchyty pro navijákové lano po bocích trupu těsně za kabinou. Dnes jsou na Šohajích navijákové vzlety zakázány a boční vypínače jsou na většině strojů demontovány. [17]

Ocasní plochy jsou celodřevěné s odnímatelnou kýlovou i vodorovnou stabilizační plochou. Obě tyto plochy jsou potaženy překližkou. Ocasní kormidla jsou potažena plátnem. Přistávací zařízení se skládá z lyže, která je pevně uchycená k trupu a odpružena dvěma gumovými tlumiči. V ocasní části se nachází ostruha s jedním tlumičem. [17]

Kostra Z-25 je vyrobena z letecké borovice, přistávací lyže a ostruha z jasanu. Potah je z březové nebo bukové překližky, plátno je z bavlny. Klížení bylo provedeno klihem Formit, pro opravy lze použít také klih Umacol B a C. [12]

1.5.2 LG-125 Šohaj 2

Konstrukce druhé verze Šohaje je stejná s předchozím typem. Změnou prošel kryt kabiny, který se z odnímatelného změnil na odklápěcí do pravé strany. Přistávací zařízení doplnilo nízkotlaké kolo, umístěné za lyží v místě hlavní přepážky. Brzda kola je ovládána pákou brzdících klapek v krajní otevřené poloze. Byla rovněž zjednodušena montáž a demontáž kluzáku změnou připevnění křídla k trupu. Toto bylo provedeno pomocí 4 čepů do malého centroplánu v trupu. Zbytek konstrukce zůstal nezměněn. [17]

Obrázek 5. Kluzák LG-125 Šohaj 2 (foto Dalibor Pek)

1.5.3 LG-425 Šohaj 3

LG-425 je kluzák stejné koncepce, jako jeho 2 předchůdci. Jedná se o jednomístný, celodřevěný, samonosný výkonný hornoplošník. Trup má na první pohled odlišnou přední část, která je aerodynamičtější. Pilotní prostor je vybaven dvoudílným překrytem, jehož přední část je pevná, zadní je odklápěcí do strany. Ve špičce trupu se nachází zasunovatelná Pitotova trubice LUN-1152. Konstrukce trupu zůstala nezměněna. [17]

Křídlo nového Šohaje je stejného profilu a konstrukce jako u dřívějších modelů. Novinkou jsou štěrbinové vztlakové klapky Fowlerova typu, které se při vysouvání směrem dozadu současně sklápějí dolů. Jsou ovládány mechanicky. Potah klapek tvoří plátno. Ocasní plochy jsou stejné u všech Šohajů. Výjimkou je jednodušší připevňování výškovky k trupu u LG-425, které je provedeno pomocí vidličky, která se zasouvá na čep. [17]

Obrázek 6. Kluzák LG-425 Šohaj 3 (foto František Brablc)

Tabulka 1. Technické údaje jednotlivých podtypů kluzáku Šohaj [12, 17]

Kluzák	Z-25	LG-125	LG-425
rozpětí	15,00 m	15,00 m	15,60 m
délka	7,15 m	7,13 m	7,18 m
výška	1,20 m	1,20 m	1,20 m
nosná plocha	14,0 m^2	14,0 m^2	14,2 m^2
prázdná hmotnost	182 kg	190 kg	218 kg
letová hmotnost	272 kg	295 kg	308 kg
klouzavost	1:27	1:26	1:25
plošné zatížení	19,43 kg/m^2	21,1 kg/m^2	22,9 kg/m^2
minimální rychlost	50 km/h	54 km/h	58 km/h (50 km/h se vztlakovými klapkami)
rychlost pro nejlepší klouzavost	65 km/h	76 km/h	75 km/h
maximální rychlost	215 km/h	200 km/h	200 km/h

1.6 VT-16 Orlík

Projekt tohoto kluzáku, původně nazvaného XLF Standart, pochází z let 1954 a 1955 z rukou konstruktérů tehdy již neexistující skupiny LF. Výrobu prvních prototypů dostaly na starost dílny v Brně Medlánkách. Sériová výroba však byla přenesena do závodů Orličan v Chocni a probíhala v letech 1961 až 1963. Bylo vyrobeno 83 kusů s označením VT-16 Orlík. Zároveň bylo v Medlánkách postaveno několik upravených prototypů, s rozpětími 15 a 18 metrů a označeními M-25 a M-18, které byly určené pro reprezentační účely. Orlíky jako takové se velmi osvědčily a poskytly náhradu za stárnoucí Šohaje, které výrazně překonávaly svými výkony. S nástupem modernější verze VT-116 se Orlíky staly hlavním jednosedadlovým typem našich aeroklubů. Sloužily až do poloviny 70. let, kdy byly na příkaz Svazarmu likvidovány. Mnoho Orlíků však bylo pro svou oblíbenost uschováno a zachráněno. Díky tomu je můžeme na našem nebi vídat dodnes. [5, 17]

Obrázek 7. Kluzák VT-16 Orlík (v popředí) ve skupině se třemi VT-116 (foto Dalibor Pek)

VT-16 je jednomístný, celodřevěný, samonosný výkonný hornoplošník. Křídlo je dvoudílné, lichoběžníkového tvaru s laminárním profilem NACA 643-818. Uvnitř křídla je jeden hlavní nosník a čtyři pomocné, dále žebra a prostor mezi nimi je vyplněný pěnovým polystyrenem. Celé křídlo je potažené diagonálně kladenou překližkou. Částečně staticky vyvážená křidélka jsou potažená plátnem. Kluzák je vybaven účinnými vysouvacími brzdícími klapkami.

Trup oválného průřezu má poloskořepinovou konstrukci z podélníků a přepážek a je potažen překližkou. Pilotní kabina je pohodlná a prostorná. Kryt kabiny, zhotovený z organického skla, je odklopný doprava. Sedadlo pilota je uzpůsobené pro použití zádového padáku. Řízení je pákové. Přistávací zařízení tvoří pevné polozapuštěné kolo s čelisťovou brzdou, která je ovládaná páčkou na řídící páce. Ostruha je odpružena gumovým blokem. V přídi se nachází vlečné zařízení pro aerovlek a boční závěsy pro navijákový vzlet. Klasické zbarvení Orlíků je bílé nebo žluté barvy. [17]

Ocasní plochy tvoří překližkou potažená kýlová plocha. Směrové kormidlo je aerodynamicky rohově odlehčeno a potaženo plátnem. Stabilizátor je plovoucí a velmi účinný. Přední část stabilizátoru je vyplněna pěnovým polystyrenem a potažena překližkou. Na jeho odtokové hraně je vyvažovací ploška. [17]

Technické údaje: [5, 17]

rozpětí	16,00 m
délka	7,45 m
výška	1,60 m
nosná plocha	12,80 m^2
prázdná hmotnost	220 kg
letová hmotnost	320 kg
klouzavost	1:32
plošné zatížení	25,0 kg/m^2
minimální rychlost	60 km/h
rychlost pro nejlepší klouzavost	74 km/h
maximální rychlost	200 km/h

1.7 VT-116 Orlík II

Kluzák VT-116 vznikl v letech 1962 a 1963 v Medlánkách spojením klasických orlíkovských křídel a nového trupu, který byl nižší, aerodynamičtější, s pololežící polohou pilota. Tento prototyp byl původně určený pro naše reprezentanty na MS v Argentině, kterého se nakonec neúčastnili. Místo toho byla v Chocni započata roku 1964 sériová výroba jednoho z našich nejlepších kluzáků vůbec. Bylo vyrobeno na 220 kusů Orlíků II. Tyto kluzáky posunuly výkony našich plachtařů o velký krok vpřed a přelety 500 km díky nim přestaly být vzácností. Od konce 70. let začaly být první vyrobené VT-116 vyřazovány z provozu, ale díky rozdílným názorům na jejich likvidaci se jich velké množství zachovalo do současnosti. [17]

Obrázek 8. Kluzák VT-116 Orlík II (foto František Brablc)

VT-116 Orlík II je jednomístný, celodřevěný, samonosný, výkonný hornoplošník. Dvoudílné křídlo má velmi podobnou konstrukci křídlu kluzáku VT-16. Má stejný laminární profil NACA 643-818, nosníky i potah. Jedinou patrnou změnou jsou koncové oblouky křídel, které mají ostrou odtokovou hranu zatočenou nahoru na samém konci křídla. [17]

Hlavní odlišností Orlíků I a II je trup. U novějšího kluzáku je oválný kombinované konstrukce s kostrou z přepážek a podélníků. Přední část je převážně laminátová, zadní část je poloskořepinová a potažená překližkou. Pilotní prostor nabízí oproti VT-16 méně prostoru a pohodlí s anatomicky tvarovanou sedačkou uzpůsobenou pro zádový padák. Palubní deska obsahuje základní letové přístroje. Na podlaze je ovládací skříňka radiostanice s baterií. Kryt kabiny je tvořen plexisklem a je odklápěcí do pravé strany. Ruční řízení je pákové, nožní pedálové, s převody pomocí lanek. Pedály nožního řízení jsou na zemi stavitelné. [17]

Na přídi se nachází vypínač vlečného lana pro aerovlek. Původně byly instalovány také boční úchyty pro navijákové lano, které jsou na současně provozovaných VT-116 demontovány. Přistávací zařízení tvoří polozapuštěné neodpružené kolečko s čelisťovou brzdou, která je ovládána páčkou na pilotní páce. Jasanová ostruha je odpružena gumovým blokem. [17]

Ocasní plochy mají souměrný profil. Stabilizátor je, stejně jako u typu VT-16, plovoucí a účinný. K trupu je uchycen pomocí tří křídlových matic. Na jeho odtokové hraně je vyvažovací ploška. Kýlová plocha je součástí trupu. Směrovka je potažena plátnem a opatřena hmotovým závažím na trubce. [17]

Technické údaje: [13, 17]

rozpětí	16,00 m
délka	7,55 m
výška:	1,60 m
nosná plocha	12,80 m^2
prázdná hmotnost	220 kg
letová hmotnost	320 kg
klouzavost	1:33
plošné zatížení	25,0 kg/m^2
minimální rychlost	60 km/h
rychlost pro nejlepší klouzavost	74 km/h
maximální rychlost	210 km/h

1.8 L-21 Spartak

Kluzák Spartak začal vznikat v roce 1954 pod rukama konstruktérů z Výzkumného a zkušebního leteckého ústavu. Jednalo se v podstatě o práci ve volném čase, neboť bezmotorová letadla nebyla v oficiálním programu vývoje. Stavba prototypu, která byla svěřena dílnám v Brně Medlánkách, tedy probíhala značně pomalu. První exemplář vzlétl v srpnu 1957 a byl následován dalšíma dvěma kusy. První 2 kusy létaly u nás, třetí byl předán do Sovětského svazu. Spartaky se zúčastnily řady mistrovství a jejich kvality byly prokázány získáním několika národních rekordů, např. přelet na 100 km rychlostí 124,4 km/h. Na svou dobu se jednalo se o velmi výkonný kluzák, který sloužil řadu let. Pro jeho velkou hmotnost, složitou konstrukci i komplikovanou dobu se bohužel více kusů nevyrobilo. První kus byl zrušen v Medlánkách, o kluzáku v SSSR nejsou dostupné žádné informace a třetí byl předán do leteckého muzea ve Kbelích. Právě o třetím vyrobeném kusu L-21 s registrací OK-6703 bude pojednáno ve čtvrté kapitole této práce. [17]

Obrázek 9. Kluzák L-21 Spartak (foto Karel Mann)

Spartak je jednomístný, celodřevěný, samonosný, vysokovýkonný celodřevěný kluzák. Křídlo je dvoudílné s laminárním profilem. V obou polovinách křídla je hlavní skříňový nosník. Vnitřní a střední část křídla je obdélníková s profilem NACA 653-618, dále několika žebry a sendvičovým potahem. Vnější lichoběžníková část křídla s profilem NACA 631-612 je skořepinová s pomocným nosníkem, žebry a rovněž potažena sendvičem. Sendvičový potah na Spartaku je tvořen dvěma vrstvami diagonálně kladené překližky, mezi které je vlepena výplň z borového dřeva. Na odtokové hraně křídla jsou štěrbinové vztlakové klapky a spodní část křídla je vybavena odklápěcími brzdícími klapkami. Spojení obou polovin křídla je provedeno pomocí jednoho rozpěrného čepu. [17]

Trup je celodřevěný, skořepinové konstrukce. Přední část je tvořena sendvičovou skořepinou, zadní je s jednoduchým překližkovým potahem. Pilotní prostor je velmi nízký, opatřený krytem z plexiskla, která se odsunuje dopředu. Palubní deska je osazena základními letovými přístroji. Řízení je pákové. Za pilotem se v těžišti nachází nádrž na 100 litrů vody. Přistávací zařízení je tvořené mechanicky zatažitelným podvozkovým kolem s kapalinovým tlumičem a gumovou ostruhou. Za letu je podvozkové kolo zcela zakryto dvoudílným krytem. [17]

Ocasní plochy jsou celodřevěné v klasickém provedení. Kýlová plocha a stabilizátor jsou sendvičové, výškové a směrové kormidlo jsou potažena plátnem. Levá polovina výškovky je vybavena vyvažovací ploškou. [17]

Technické údaje: [17]

rozpětí	18,00 m
délka	8,10 m
nosná plocha	15,95 m^2
prázdná hmotnost	287 kg
letová hmotnost	390 kg (s vodní zátěží 490 kg)
klouzavost	1:38
plošné zatížení	24,4 – 30,7 kg/m^2
minimální rychlost	58 km/h
rychlost pro nejlepší klouzavost	83 km/h
maximální rychlost	250 km/h

1.9 VSM-40 Démant

Démant vznikl v polovině 50. let jako odpověď našich konstruktérů na tehdejší nedostatek výkonných bezmotorových letadel domácí výroby. První prototyp byl postaven v Brně Medlánkách a zalétán v roce 1955. V následujících letech se Démanty objevily na mnoha národních i mezinárodních plachtařských soutěžích, kde díky svým letovým vlastnostem přispěly k řadě vítězství a rychlostních rekordů. Přes veškeré úspěchy se však Démanty do sériové výroby nedostaly. Po dokončení osmého kusu byla výroba zastavena a jednotlivé exempláře dříve či později dosloužily. Dnes můžeme vidět v provozu jeden zrenovovaný kluzák VSM-40. Jeho domovským letištěm jsou Zbraslavice. [9, 10, 17]

Obrázek 10. Kluzák VSM-40 Démant (foto Ondřej Jung)

Démant je výkonný, hornokřídlý, jednomístný kluzák celodřevěné konstrukce určený pro rychlostní přelety. Křídlo lichoběžníkového půdorysu má laminární profil NACA 65515 u kořene, který přechází v NACA 63515 až NACA 4412 na jeho koncích. Křídlo je dvoudílné s jedním hlavním nosníkem z vrstveného buku, pomocným nosníkem v náběžné hraně a nosníky křidélek a vztlakových klapek. Potah celého křídla je z překližky, která spolu s nosníky tvoří torzní skříň. Štěrbinové vztlakové klapky s výchylkami 10° a 25° se vysouvají po kulisách a jsou, stejně jako křidélka, celodřevěné konstrukce s plátěným potahem. Vysunovací brzdící klapky jsou z duralového plechu. Obě poloviny křídla jsou uchyceny k trupu třemi závěsy. Koncové oblouky u prvního prototypu byly eliptické, u dalších Démantů je nahradila kruhová vřetena. V kořenové části každého křídla jsou nádrže na vodu o objemu 29 litrů. [17]

Trup je oválného průřezu s poloskořepinovou konstrukcí. Velký pilotní prostor je vybaven krytem odsunovaným dopředu. Ruční řízení je pákové, nožní s pedály s přestavitelnou polohou. Přistávací zařízení tvoří zasouvatelné kolečko s průměrem 350 mm, odpružené olejopneumatickým tlumičem, a ostruhová lyže. Brzda kola je spřažena s ovládáním brzdících klapek. Kluzák je vybaven jedním vlečným zařízením v přední části trupu. [17]

Ocasní plochy celodřevěné konstrukce se skládají z kýlové plochy a stabilizátoru. Obojí je potažené překližkou. Směrové a výškové kormidlo mají plátěný povrch. Při transportu kluzáku je možné sklopit výškové plochy směrem nahoru ke kýlové ploše. [17]

Technické údaje: [11, 17]

rozpětí	18,00 m
délka	7,60 m
výška:	1,70 m
nosná plocha	16,15 m^2
prázdná hmotnost	290 kg
letová hmotnost	380 kg (s vodní zátěží 440 kg)
klouzavost	1:34
plošné zatížení	23,5 – 27,2 kg/m^2
minimální rychlost	64 km/h
rychlost pro nejlepší klouzavost	85 km/h
maximální rychlost	220 km/h

2. Srovnání letových vlastností a využití historických kluzáků

Jedním z hlavních faktorů, ve kterém se jednotlivé typy kluzáků odlišují, jsou provozní vlastnosti. To zahrnuje nejen to, jak se dané letadlo chová ve vzduchu, ale také s jakou obtížností se s ním manipuluje na zemi. S těmito aspekty úzce souvisí minulé i současné využití těchto kluzáků. Tato kapitola je napsána ze zkušeností autora nebo pilotů, kteří na daných typech létají nebo létali, a to formou osobních rozhovorů.

2.1 Z-24 Krajánek

Krajánek je malý, lehký a pohyblivý kluzák s dobrými letovými vlastnostmi. Je dobře řiditelný, pouze křidélka jsou i přes svou velikost poměrně neúčinná. Odklápěcí brzdy jsou rovněž méně účinné a rozpočet na přistání tomu musí být přizpůsoben. Výhled z kabiny je částečné omezený hornoplošným uspořádáním. Vzhledem k otevřené kabině je vhodné se před letem řádné obléci. Kolmá plocha pylonu za hlavou pilota navíc způsobuje proudění vzduchu za hlavou pilota, které se projevuje pocitově i zvukově (hučení). Sezení v kabině je nepohodlné kvůli kolmosti posezení a relativní krátkosti. Přistávací lyže zajišťuje, že po dotyku se zemí kluzák zastaví na velmi krátké vzdálenosti. Při vzletu však tvoří velký odpor a v porovnání s kolovým podvozkem prodlužuje délku vzletu. V minulosti toto bylo řešeno nenesením mýdla či oleje na spodní plochu lyže. Manipulace v hangáru je také ovlivněna nepřítomností kola a je nutné použít upravené přípravky, např. vozíky nebo nasazovací kolečka. Montáž a demontáž kluzáku je díky nízké hmotnosti, malým rozměrům a jednoduché konstrukci snadná.

Vzhledem ke skutečnosti, že dnes jsou v ČR v provozu pouze 3 kusy typu Z-24, je poměrně neobvyklé spatřit je v běžném provozu a let s některým z nich je jedinečnou událostí. [32] Krajánky lze spatřit téměř pouze na sletech historických letadel nebo na leteckých dnech. Závodů se z důvodu omezených rychlostí a horších výkonů prakticky neúčastní.

2.2 LG-130 Kmotr

Ve volném letu jsou letové vlastnosti Kmotra velmi příjemné. Kluzák citelně pilota varuje při minimální rychlosti a nemá tendenci přecházet do vývrtky. Je dobře vyvážitelný ve všech letových režimech. Při letu v aerovleku překvapí až enormně velké síly na křidélkách (příčného řízení). Vzhledem k velkým plochám křidélek jsou tyto plochy aerodynamicky odlehčeny. Směrové a výškové kormidlo jsou na řízení příjemná. Z kabiny je extrémně dobrý

výhled včetně výhledu za sebe. Nezvyklé uspořádání sedadel vedle sebe v ostřejších zatáčkách vede ke změně polohy horizontu podobně jako u motorových letadel (Z-142, C-150). Pro plachtaře je zcela nezvyklé sedět mimo osu při aerovleku, kdy lano vidí šikmo. Posezení v kabině je i přes poměrnou prostornost kabiny výrazně nepohodlné. Důvodem je téměř svislé postavení sedadel vůči ose letu. Doplnění tvarovaného sedáku pro oba piloty situaci mírně zlepší. Brzdící klapky jsou účinné, zejména při vyšší rychlosti. Značně složité je zavírání a otevírání dvojdílné kabiny. Vzhledem k rozměrům kluzáku a středoplošnému uspořádání je uložení v hangáru náročné na prostor, při šířce trupu 1,27 m v dnešní době neexistuje transportní vůz. Montáž a demontáž kluzáku je velmi složitá a vyžaduje větší počet pomocníků.

V českém rejstříku jsou zapsány 2 kluzáky LG-130. [32] Jeden z nich je však již uskladněn v depozitu v Národním technickém muzeu. V provozu se tudíž nachází pouze jeden letuschopný kluzák LG-130. K vidění je především na sletech kluzáků a leteckých dnech a k výcviku pilotů se již nepoužívá.

2.3 LF-109 Pionýr

Velmi dobré letové vlastnosti v rámci školního letadla, klouzavost zaostává, avšak proti LG-130 má zcela vyvážené a nevelké síly v řízení. Kabina je velmi prostorná a vysoká. Kolo je dobře odpružené a lyže zvyšuje ochranu trupu při přistání, zejména do terénu. Ze zadního sedadla je výhled ztížen vzhledem k hornoplošnému uspořádání. Toto je pro instruktora limitující hlavně při kroužení v termických proudech. Z předního sedadla je výhled dobrý. Oproti Kmotru je v aerovleku řízení příjemnější. Brzdící klapky jsou dostatečně účinné. Uložení v hangáru je díky hornoplošnému uspořádání oproti Kmotru výrazně snadnější.

V současnosti jsou v České republice v provozu pouze 3 kluzáky Pionýr. [32] Slouží spíše k rekreačnímu létání a předváděcím letům. K výcviku žáků se používají minimálně. Vzhledem k jejich klouzavosti s nimi lze létat krátké traťové lety, řádově 100 až 200 km.

2.4 LF-107 Luňák

LF-170 má vynikající výhled z kabiny kapkovitého tvaru, a to včetně pohledu na ocasní plochy. Nulové síly v řízení vyžadují aktivně vracet řídicí páku do neutrální polohy. Reakce všech tří kormidel jsou natolik rychlé, že téměř připomínají motorové letadlo. To odpovídá akrobatické povaze letadla. Středoplošné uspořádání s velmi nízko položenými vysunutými brzdícími klapkami a výškovým kormidlem činí potíže při přistání do terénu. Klouzavost, odpovídající symetrickému profilu, není příliš dobrá. Účinnost brzdících klapek je velmi dobrá. Při přistání se projevuje přízemní efekt nízko umístěného křídla. Vzhledem ke

složitosti mechanizace křídla je rozebrání kluzáku na transportní vůz a následné skládání složitější. Středoplošné uspořádání křídel Luňáku je pro uložení v hangáru méně praktické. Menší rozměry kluzáku jsou v tomto naopak výhodou.

V českém leteckém rejstříku jsou zapsány 4 kluzáky LF-107 a několik dalších kusů se nachází v zahraničí. [32] České Luňáky mají akrobacii zakázanou, avšak jeden exemplář létající v Anglii má povoleno akrobatické lety provádět. Kvůli horší klouzavosti nejsou Luňáky na přelety a účast na závodech vhodné. Lze s nimi létat přelety řádově do 200 km. Pamětníci, stejně jako mladí nadšenci, se však na tomto kluzáku rádi proletí a ukážou jej veřejnosti na leteckých dnech.

2.5 Z-25, LG-125 a LG-425 Šohaj

Všechny podtypy Šohaje si jsou svými výkony velmi podobné. Jsou to dynamická letadla s vynikajícími letovými vlastnostmi, která odpustí mnoho chyb. Při přetažení v kroužení Šohaj včas varuje před blížícím se pádem a je neochotný spadnout do vývrtky. Proto je ideální i pro nezkušené piloty. Řízení je oproti novějším Orlíkům výrazně těžší, s delší reakční dobou, mírně většími silami v řízení. Pilotní kabina je velmi prostorná s pohodlným sezením a výborným výhledem do všech stran. Brzdící klapky jsou při nižších rychlostech méně účinné, což se při zrychlení zlepšuje. V případě nejstarší verze Šohaje Z-25 působila přistávací lyže bez kolečka podobné těžkosti, jako u kluzáku Krajánek. U některých Z-25 proto bylo dodatečně zabudováno kolo, které usnadňuje rozjezd při vzletu stejně jako manipulaci s kluzákem na zemi.

Výkonově jsou Šohaje vhodné na místní létání v termice nebo kratší traťové lety, zpravidla do 200 km. K tomu je rovněž využívají aerokluby a soukromníci, kteří je provozují. V současné době je v českém leteckém rejstříku zapsán 1 kluzák typu Z-25, 7 kluzáků LG-125 a 5 kluzáků LG-425. [32] Jeden LG-425 létá také na Slovensku. Tyto Šohaje je možné stále spatřit v běžném provozu, na sletech nebo závodech historických kluzáků.

2.6 VT-16 a VT-116 Orlík

Orlíky byly na létání jedny z našich nejlepších kluzáků ve své době. Jsou skvěle řiditelné a je velmi jednoduché je za letu vyvážit. Plovoucí stabilizátor má velkou účinnost, na kterou je třeba dávat pozor při vzletu a při přistání, kdy je důležité tzv. nepumpovat s řídicí pákou. To by mohlo způsobit rozkmitání kluzáku kolem jeho příčné osy a příp. tvrdé dosednutí a poškození konstrukce. Kvůli neodpruženému kolu je rozjezd nebo dojezd po zemi značně nepohodlný. Účinné brzdící klapky umožňují přistát na velmi krátké ploše, což je výhodou

zejména při případném přistání mimo letiště. Nízká konstrukce kluzáku činí potíže při přistání do terénu, kdy často dochází k poškození trupu a ocasních ploch. Pilotní kabina je prostornější ve starším VT-16. U novějších Orlíků je výrazně užší a méně prostorná. Toto je cítit zejména v zimě, kdy jsou piloti více oblečeni. Výhled z kabiny je u obou typů velmi dobrý. Případný výškový deficit pilota lze kompenzovat použitím podložky za zády. Manipulace s kluzákem na zemi je snadná, stejně jako jeho montáž a demontáž.

Orlíků v letuschopném stavu se u nás stále nachází na několik desítek. [32] Je proto snadné se na některý z nich přeškolit. Jsou využívány našimi aerokluby k pokračovacímu a sportovnímu plachtařskému výcviku. Mladí piloti se na Orlících učí létat v termice před tím, než přejdou na výkonné kluzáky. S VT-16 a VT-116 lze běžně létat traťové lety do délky 300 km, při mimořádně dobrém počasí může zkušený pilot uletět i 500 km nebo více.

2.7 L-21 Spartak

Kluzák Spartak byl určen na výkonné létání a účast na závodech a mistrovstvích. Pamětníci na něj vzpomínají jako na hbitý a dobře řiditelný kluzák. Mezi jeho nedostatky patřil velmi špatný výhled z kabiny. Důvodem bylo nejen nízké posazení pilota, ale především tvar a zkroucení překrytu kabiny. Při pohledu vpřed se pilot se díval skrze plexisklo pod velmi malým úhlem, což způsobovalo zvlněné a rozostřené zobrazení venkovních objektů. Dnes není v provozu žádný kluzák L-21. Jeden exemplář je však připravován na renovaci, po níž by se stal jediným kluzákem svého typu. Byl by tedy zajímavým zpestřením leteckých dnů a sletů historických kluzáků.

2.8 VSM-40 Démant

Démant je výkonný kluzák, který je velmi dobře řiditelný. Síly v řízení nejsou velké a kluzák lze za letu dobře vyvážit. Účinnost řídicích ploch je dobrá, s výjimkou pomalejších reakcí křidélek. Díky velkému rozpětí pilot dobře vnímá i slabé termické proudy. Výhled z kabiny je dobrý a sezení pro pilota pohodlné. Brzdící klapky nemají příliš velkou účinnost, odpor lze však zvýšit použitím vztlakových klapek. Podobně jako u kluzáku LF-107 Luňák je montáž a demontáž kluzáku na zemi složitější kvůli komplikovanější mechanizaci křídla. Sklopitelné ocasní plochy naopak tuto činnost usnadňují. Větší rozpětí vyžaduje pro hangárování kluzáku více prostoru.

V naší republice aktuálně létá jen jeden exemplář VSM-40. [32] Je ve vlastnictví Vojenského historického ústavu a provozuje jej aeroklub Zbraslavice. Je využíván místními plachtaři především pro termické lety a krátké přelety. Někdy jej můžeme spatřit na sletech historických kluzáků a leteckých dnech.

3. Provoz historických kluzáků v ČR

3.1 Kategorie Experimental

Všechny kluzáky uvedené v první kapitole této práce jsou dnes provozovány v experimentální kategorii, která podle Hlavy 6 předpisu L 8/A spadá do skupiny zvláštních kategorií způsobilosti. Toto je dáno faktem, že se jedná o stroje schváleného typu upravené odchylně od typového stavu (renovovaná letadla) nebo proto, že již došlo k dolétání výrobcem stanovené životnosti a letadlo bylo do této kategorie převedeno za určitých podmínek stanovených ÚCL. Využití těchto kluzáků je omezeno na čistě nekomerční účely, tj. létání pro rekreaci a soukromý výcvik, předvádění na leteckých akcích apod. Ve spojení s kategorií Experimental jsou, zejména za účelem snížení namáhání konstrukcí, stanovena provozní omezení, mezi které patří především:

- zákaz akrobatického létání včetně úmyslného provádění vývrtek
- zákaz létání v dlouhé vlně
- zákaz vzletu na navijáku, příp. zákaz jiných speciálních druhů vzletů (autovleky, vzlety na gumovém laně)
- snížení maximální povolené rychlosti (viz. Tabulka č. 2)

Tabulka 2. Omezení maximálních rychlostí letu pro vybrané kluzáky (zdroj: provozní příručky daných kluzáků)

Kluzák	Původní maximální rychlost	Současná maximální rychlost
L-21	250 km/h	není určena
LG-125	200 km/h	140 km/h
LG-130	190 km/h	120 km/h
LG-425	200 km/h	140 km/h
VSM-40	220 km/h	150 km/h
VT-116	210 km/h	150 km/h
Z-24	215 km/h	120 km/h

Podle Dodatku N předpisu L 6/II. musí být každé letadlo v experimentální kategorii opatřen viditelným nápisem „Experimental“. Z výše uvedených povinností a omezení lze na ÚCL vyjednat výjimku při doložení potřebných odůvodnění. Každé letadlo experimentální kategorie se pro provozní omezení posuzuje vždy zvlášť, avšak v případě početnějšího typu (např. VT-116) se běžně přistupuje ke všem kluzákům stejně a jsou pro ně definována i stejná omezení. Jako příklad mohu uvést kluzák Z-24 Krajánek reg. OK-8560 ve vlastnictví Národního Technického Muzea a provozovaný panem Jiřím Leníkem na Rané u Loun. Tento renovovaný exemplář má povoleny všechny druhy vzletů, má méně omezenou maximální rychlost letu (180 km/h) a nese historické zbarvení bez nutnosti nést nápis „Experimental“. Zbylé dva kluzáky Z-24 létající v České republice však mají maximální rychlost letu omezenou na 120 km/h, musí být nápisem opatřeny a mají povoleny pouze vzlety aerovlekem.

3.2 Historické kluzáky v současnosti

Po celé České republice lze najít stovky nadšenců, kteří se ze všech sil snaží udržet historické kluzáky v provozu. Důvody jsou především citové v případě starších pilotů, kteří se rádi proletí na strojích, na kterých s létáním začínali. Mladé aviatiky zase láká možnost poznat něco nového a zalétat si na letadlech, která jsou dnes k vidění již zřídka. V České republice funguje od roku 1991 Plachtařský oldtimer klub (POTK). Tento spolek se zabývá historií plachtění u nás, technickým stavem starých kluzáků dřevěné konstrukce, pořádáním každoročních sletů stejně jako účastí na podobných akcích v zahraničí. Mezi jeho členy patří kromě českých plachtařů také letci z dalších sedmi evropských zemí. Ze zahraničních spolků lze uvést anglický Vintage Glider Club (VGC) založený roku 1973, který se od té doby rozrostl na mezinárodní organizaci s téměř tisícovkou členů. [29, 31]

Kromě sletů se historické kluzáky objevují i na plachtařských závodech. V České republice se pro ně pravidelně pořádá několik soutěží. Patří mezi ně „Hronovské Orlíkovské přeháňky“ určené především pro účast kluzáků VT-16 a VT-116 včetně jejich upravených závodních verzí. Letos se pořádá již 18. ročník této soutěže. Na letišti na Rané u Loun se také dříve pořádaly „Celostátní plachtařské závody Šohajů“. Tato soutěž však byla kvůli malému počtu těchto kluzáků přejmenována na „Závody historických kluzáků“ a může se jich zúčastnit jakýkoli historický kluzák.

Na plachtařských závodech a mistrovstvích mohou kluzáky soutěžit v několika třídách. Jednou z nich je třída klubová, jejímž cílem je využít hodnotu starších výkonných kluzáků a umožnit pilotům se s těmito kluzáky účastnit nejvyšších soutěží. Podmínkou k účasti v této třídě je zařazení daného kluzáku do seznamu koeficientů schválených pro soutěž. K bodování soutěžních výkonů musí být použity vzorce obsahující handicapované koeficienty, aby bylo možné porovnat výkonnost kluzáků různých typů. V klubové třídě není pro kluzáky povoleno použití vodní přítěže. [25]

3.3 Srovnání koeficientů historických kluzáků

Pro porovnání výkonů kluzáků lze použít několik indexových listů. Mezi nimi je český indexový list (CZIL) vydávaný Plachtařskou komisí AeČR nebo například indexový list IGC. Definované indexy pro každý kluzák počítají s hmotností stroje a pilota. Kluzákům s nádržemi na vodní přítěž jsou přiřazeny zvlášť indexy pro let bez vody nebo s vodou. Celostátní plachtařská soutěž používá pro hodnocení výkonů hodnoty indexů vztažených k maximální vzletové hmotnosti, aby bylo vytvořeno stejné měřítko a zanedbán vliv hmotnosti posádky a vodní přítěže. [18, 19]. Právě pravidla CPS použiji jako příklad pro popis a srovnání historických kluzáků mezi sebou a s některými laminátovými protějšky.

Tabulka 3. Hodnoty indexů historických kluzáků používané v CPS [26]

Kluzák	Index
L-21 Spartak	88,9
LF-107 Luňák	není určen
LF-109 Pionýr	53,7
LG-125 Šohaj 2	75,0
LG-130 Kmotr	65,4
LG-425 Šohaj 3	74,1
VSM-40 Démant	85,4
VT-16 Orlík	80,6
VT-116 Orlík II.	81,5
Z-24 Krajánek	57,5
Z-25 Šohaj	75,5

Indexy používané pro CPS uvedené v tabulce výše jsou stanoveny podle MTOM pro maximální plošné zatížení daného kluzáku. Zajímavou skutečností je nezařazení akrobatického kluzáku LF-107 Luňák do seznamu indexů. Naproti tomu L-21 Spartak má index přidělen, přestože žádný aktuálně nelétá. Podle pravidel CPS musí pilot při přihlášení

letu na kluzáku, který v seznamu uveden není, zaslat pověřené osobě CPS poláru kluzáku s udáním maximální vzletové hmotnosti podle příručky. Plachtařská komise AeČR následně index určí. [18]

Celkové body za daný výkon se udělují jako součet bodů za uletěnou vzdálenost a bodů za rychlost v případě dokončeného rychlostního letu. Tento počet se násobí koeficientem tvaru tratě a případnou penalizací. Body za vzdálenost (B_1) se přidělují podle vzorce B_1=S x 100/I, kde „S“ je uletěná vzdálenost zaokrouhlená na jedno desetinné místo a „I“ je index kluzáku. Body za rychlost (B_2) jsou přiděleny podle složitějšího vzorce, ve kterém se počítá s korigovanou handicapovanou rychlostí. Ta se vypočítá podle vzorce B_2=V x 100/I, kde „V“ je korigovaná rychlost v km/h a „I“ je opět index kluzáku. Důležité je si uvědomit, že indexem se vždy dělí. Čím lepší je tedy výkonnost daného kluzáku, tím větší hodnota indexu mu je přidělena. [18]

Tabulka 4. Hodnoty indexů používaných v CPS pro vybrané moderní laminátové kluzáky [26]

Kluzák	Index
ASW-15	96,9
ASW-19	101,2
Cirrus	101,9
Cirrus 18 metrů	102,3
Nimbus 2	116,5

V tabulce jsou pro srovnání uvedeny indexy některých moderních kluzáků pro let na MTOM. U nejnovějších strojů s rozpětím přesahujícím 20 metrů se indexy dostávají přes hodnotu 120. Pro srovnání, uvažujme termický přelet po trojúhelníku FAI o délce přesně 300 km. Při letu s Démantem bychom byli podle bodování CPS ohodnoceni 351,29 body za vzdálenost. V případě letu s kluzákem Cirrus 18 metrů (novější kluzák s totožným rozpětím) bychom získali 293,26 bodu. Důvodem je logicky větší obtížnost a nutné úsilí zaletět tento výkon na starším Démantu než s novějším kluzákem Cirrus. Kdyby oba kluzáky obletěly trať stejnou rychlostí, Démant by samozřejmě opět získal více bodů než Cirrus. Tento scénář je však velmi nepravděpodobný vzhledem ke skutečnosti, že moderní laminátové kluzáky mohou létat výrazně vyššími rychlostmi, než kluzáky historické. Navíc mnohem více moderních kluzáků má instalovány nádrže na vodní přítěž, jejichž naplněním dojde ke zvýšení letové hmotnosti. To způsobí posunutí poláry kluzáku a tím umožní použití vyšší rychlosti letu. [18, 26]

V případě letu s vodní přítěží na soutěži jiné než CPS jsou hodnoty indexů nepatrně vyšší oproti letu bez vody. Toto se však z námi probíraných kluzáků týká pouze typů Démant a Spartak. Použití vodní přítěže na historických kluzácích je však prakticky bez významu vzhledem k velmi omezeným maximálním rychlostem. [18, 26]

Tabulka 5. Hodnoty indexů kluzáků Démant a Spartak pro soutěže jiné než CPS [26]

Kluzák	Index „bez vody“	Index „s vodou“
L-21 Spartak	87,2	88,7
VSM-40 Démant	84,1	85,4

3.4 Ekonomika provozu historických kluzáků

Ekonomické aspekty provozu a údržby historických kluzáků jsou tématem výrazně přesahujícím rozsah této práce. Pokusím se alespoň přiblížit náklady spojené s jejich provozem a údržbou a uvést praktické příklady a případné výjimky. Tato kapitola vznikla na základě osobní konzultace s pány Jiřím Leník a Zdeňkem Kropáčem a také s některými členy AK Raná.

3.4.1 Ceny kluzáků

Jedním z hlavních ekonomických ukazatelů je cena kluzáku. To je však v případě historických kluzáků velmi diskutabilní téma. Cena těchto strojů se velmi těžko určuje, zejména proto, že u řady typů létá pouze jediný kus (např. Démant, Kmotr, Spartak po dokončení) popř. několik posledních exemplářů (Krajánek, Luňák). Historická hodnota těchto kluzáků je téměř nevyčíslitelná. Finančně by se dala přirovnat k nákladům spojeným s renovací a uvedením do provozu, což závisí na typu renovace a také na stavu stroje před ní. Proto se hodnota jednotlivých kluzáků může velmi výrazně lišit a to v případě, že se jedná o kluzáky stejného typu. Obecně je cena kluzáku vždy ovlivněna také tím, zda je v jeho prodeji zahrnuto vybavení, jako např. přístroje, padák nebo transportní zařízení pro převoz kluzáku.

Naprostou výjimkou je v tomto ohledu kluzák VT-116 Orlík II. Tento typ se u nás vyskytuje v počtu několika desítek letuschopných kusů a další desítky stále čekají uskladněné v depozitech, hangárech a stodolách na svojí renovaci a uschopnění k provozu. To je dáno zejména faktem, že se jich vyrobilo velké množství. Díky svých příjemným letovým vlastnostem si je mnoho pilotů oblíbilo natolik, že je odmítli dát po dolétání životnosti k likvidaci a řadu těchto kluzáků uschovali. Právě díky tomu je tento kluzák dnes velmi

rozšířený a dostupný a jeho cena se pohybuje řádově okolo 100 000 Kč v závislosti na stavu. Velmi často si jej kupují mladí plachtaři jako svůj první soukromý kluzák na výkonné létání, protože si ještě nemohou dovolit moderní laminátový kluzák.

3.4.2 Provozní náklady

Po ceně hrají důležitou roli v ekonomice provozu kluzáku také jeho provozní náklady. Asi největší položku tvoří náklady na létání samotné, tedy poplatky za vzlety aerovlekem, popř. jiným zařízením. To však velmi silně závisí na tom, jak provozovatel nebo majitel svůj kluzák využívá a kolik vzletů během roku provede. Tyto hodnoty se velmi liší u každého kluzáku, a proto se touto problematikou nebudu zabývat. Kromě létání samotného však vzniká ještě mnoho dalších výdajů spojených s provozem kluzáku, které musí provozovatel nebo majitel hradit.

- Hangárování:

  Jedním z významných provozních nákladů jsou poplatky za uložení kluzáku v hangáru. Cena za tuto službu se liší podle aktuálních ceníků majitelů hangárů, kterými jsou většinou aerokluby nebo provozovatelé letišť. Cena se může odvíjet od typu nebo velikosti letadla nebo například podle toho, zda je majitel kluzáku členem aeroklubu či nikoli. Řádově se jedná o několik tisíc korun ročně, ale na některých letištích to může být i mnohonásobně vyšší. Výdaj za uložení v hangáru nevzniká, pokud je provozovatel nebo majitel kluzáku současně majitelem hangáru (např. u aeroklubových kluzáků) nebo pokud je kluzák uložen rozmontován v transportním zařízení. Ne pro všechny typy kluzáků však tato zařízení existují (např. LG-130 Kmotr).

- Zákonné a havarijní pojištění:

  Zákonné pojištění je povinné pro všechna letadla. Jeho cena se podle typu kluzáku pohybuje mezi 1500 až 2000 korunami za rok. Cena za havarijní pojištění je výrazně flexibilnější. Je velmi ovlivněna tím, u které pojišťovny si ji provozovatel nebo majitel zřídí, zda nemá nějakou členskou slevu a také do jaké částky si chce kluzák nechat pojistit. Zpravidla se cena za havarijní pojištění pro kluzák pohybuje v řádech jednotek tisíc korun ročně.

- Prohlídky a prodloužení OLZ:

  Během roku je na každém kluzáku provést řadu prohlídek a také jednou do roka obnovit Osvědčení letové způsobilosti. Pokud nemá majitel nebo provozovatel potřebné oprávnění, musí toto provést mechanik s platným certifikátem, který si za svou práci vezme částku několika tisíc korun. Poplatek ÚCL za prodloužení OLZ pro kluzáky je 300 Kč.

4. Údržba historických kluzáků

Celá tato kapitola vznikla na základě konzultace s pány Jiřím Leníkem a Zdeňkem Kropáčem. Pod jejich rukama vzniklo, bylo zrenovováno nebo opraveno mnoho kluzáků.

Jedním z faktorů, který určuje délku, složitost a finanční náročnost celé údržby, nebo opravy poškození, je druh potahu kluzáku. Potah je částí konstrukce, na které nejčastěji vznikají poškození během provozu letadla a manipulace s ním. Je rovněž jakousi překážkou, kterou je nutno překonat při kontrole nebo opravě konstrukce pod povrchem. Na základě této koncepce a použité technologie údržby lze kluzáky rozdělit do 3 kategorií:

a) kluzáky s plátěným potahem
b) kluzáky s překližkovým potahem
c) kluzáky se sendvičovým potahem

Plátěný potah byl běžně používaný na letadlech vyráběných před a po 2. světové válce a na začátku 50. let. Můžeme jej tedy nalézt na kluzácích Z-24 Krajánek, LF-109 Pionýr, LG-130 Kmotr a všech typech Šohaje. U těchto kluzáků jsou plátnem potažena kormidla a zadní poloviny křídel, u řady kluzáků s příhradovou konstrukcí také trup. To je k vidění například na typu LF-109 Pionýr nebo německých strojích Schleicher. Rovněž na Orlíkách můžeme najít plátěný potah, a to na řídicích plochách. Tento typ potahu je levnější a umožňuje rychlou a nenáročnou stavbu kluzáku. Nevýhodou je menší odolnost povrchu, a to jak časově, tak i vůči případným poškozením během provozu.

Překližkový potah je obecně pevnější a odolnější. Z překližky je vyroben potah trupu a náběžných hran křídel a ocasních ploch na Krajánku, Kmotru a monotypu Šohajů. Kluzáky Orlík a Luňák jsou s výjimkou kormidel a klapek potaženy překližkou celé. I na Spartaku najdeme tento druh potahu na zadní části trupu.

Překližka na kluzácích může být kladena podélně nebo diagonálně. Jedná se v obou případech o totožný materiál lišící se pouze způsobem položení na trup nebo křídlo letadla. Důvodem je správné využití pevnostních vlastností materiálu s ohledem na část konstrukce, na které je překližka položena. Například na VT-116 je část překližky na trupu kladena podélně a část diagonálně. Při podélném kladení jsou léta (dřevěná vlákna) překližky rovnoběžně s osou trupu nebo křídla. Takový potah má dobré vlastnosti v tahu. Diagonálně kladená překližka, položená pod úhlem 45° resp. 135° k této ose, dobře odolává v krutu.

Obrázek 11. Podélně kladená překližka před nalepením na náběžnou hranu křídla kluzáku Grunau Baby Gb2 (foto Jiří Leník)

Obrázek 12. Diagonálně kladená překližka před nalepením na náběžnou hranu kluzáku Z-24 Krajánek (foto Jiří Leník)

Nejkomplikovanějším typem konstrukce křídla, používaným u kluzáků, je sendvič. Je tvořen několika vrstvami materiálu. Vnitřní a vnější obal sendvičového povrchu tvoří dřevěná překližka a v případě moderních kluzáků laminát. Mezi těmito dvěma vrstvami se nachází výplň (jádro) z velmi lehkého materiálu. Původně se pro tento účel používalo borové nebo balsové dřevo. U moderních letadel dřevo nahrazuje tvrdá pěna PVC Conticell, která je oproti dřevu výrazně lehčí. Zatímco objemová hmotnost borového dřeva se pohybuje kolem 500 kg/m^3, u balsového dřeva klesá na hodnoty mezi 100 až 150 kg/m^3 a v případě PVC pěny je to dokonce kolem 60 kg/m^3. Tento vývoj v používaných materiálech umožnil postupné snižování hmotnosti kluzáků.

U historických kluzáků se sendvičové křídlo vyskytuje velmi vzácně, zejména z důvodu náročné výroby. Z námi zkoumaných kluzáků je L-21 Spartak jediným typem se sendvičovým křídlem. To je tvořené dvěma vrstvami diagonálně kladené překližky vyplněnými frézovanými lištami z borového dřeva. Díky pokročilejším technologiím se sendvičové potahy u novějších kluzáků vyskytují zcela běžně. Jako příklad mohu zmínit český výkonný kluzák VSO-10, vyráběný v letech 1978 až 1990. Původně vyráběné kusy VSO-10 měly sendvič tvořený překližkou s balsovou výplní, která byla u novějších strojů nahrazena PVC pěnou. [22] Avšak frézované dřevo použité u Spartaka je zcela ojedinělým typem výplně mezi kluzáky.

4.1 Údržba kluzáků s plátěným potahem

Před samotným provedením každého postupu údržby je nutné kluzák zcela „odstrojit“ a připravit. To znamená demontovat křídla a vodorovnou ocasní plochu a vyjmout veškeré přenosné vybavení, jako například elektroniku či baterie. Opravovaná část konstrukce se umístí a položí tak, aby k ní byl dobrý přístup po celou dobu údržby. Pracovníci by měli být vybaveni potřebnými ochrannými pomůckami, zejména rukavicemi a dýchací maskou (respirátorem). Pracovní prostor je také nutné dobře větrat. V průběhu broušení křídla se totiž uvolňuje velmi jemný prach a během lepení a lakování se používají dráždivá ředidla.

Samotný proces opravy plátěného povrchu začíná odstraněním veškerého starého plátna. Tato činnost, která se může zdát velmi jednoduchá, však vyžaduje velkou pečlivost a opatrnost. Starý potah se musí odtrhávat způsobem, aby nedošlo ke zbytečnému poškození dřevěné konstrukce křídla nebo trupu pod potahem. Zároveň musí být tkanina odstraněna kompletně, včetně nití, kterými byla na konstrukci našita.

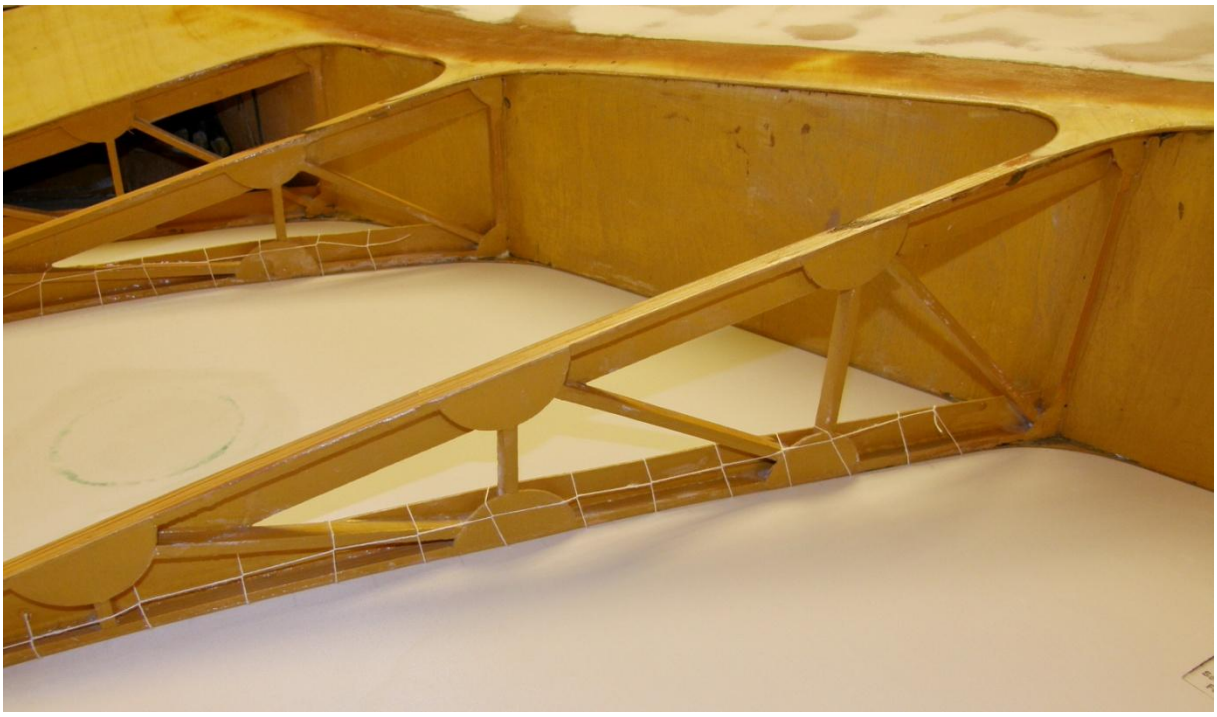
Další fází je obroušení lepidla, které připevňovalo předchozí potah ke křídlu. To je provedeno nejprve hrubým broušením, pak následuje hladké dobroušení až na povrch dřeva. Teprve poté je možné zahájit kontrolu, popř. opravy dřevěných částí konstrukce kluzáku jako

například žeber, nosníků, podélníků apod. Rozsah těchto prací závisí na stavu konkrétního stroje a také na tom, zda se jedná o renovaci, generální opravu nebo opravu poškození.

Obrázek 13. Křídlo kluzáku LG-125 po odstranění plátna a lepidla, na kterém probíhá oprava odtokové hrany (foto Jiří Leník)

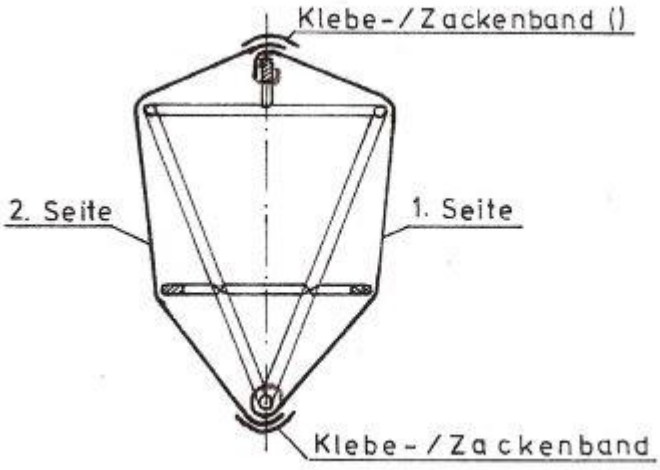
Když je samotná konstrukce v pořádku, může začít potažení kluzáku nebo jeho opravované části. To začíná nanesením lepícího laku, kterého se za normálních podmínek nanáší 1 až 2 vrstvy. Počet nátěrů lepidla však závisí na jeho koncentraci i zkušenostech pracovníka. Používanými lepidly pro lepení plátna jsou lepicí laky na bázi nitrocelulosy, které je z důvodu jejich značné viskozity nutné ředit. Nejvhodnějším ředidlem je látka na stejné bázi - nitroředidlo. Jedná se o látku podobnou acetonu, která se však během aplikace odpařuje pomaleji a je méně dráždivá.

Následuje lepení plátna. Dnes používaným potahovým plátnem je certifikovaná tkanina značky Ceconite 102 vyrobená z polyesterových materiálů. Dříve se potahový materiál vyráběl z letecké bavlny. V případě křídla se potah pokládá z konstrukčních důvodů na vypuklou stranu, zpravidla tedy na spodní polovinu křídla. Tkanina se našívá na samotnou konstrukci letadla pomocí nití. Na křídle k našití slouží žebra, na trupu jsou to přepážky. Poté se lepí plátno na zbytek konstrukce, tentokrát bez šití. Jednotlivé části potahu by se na krajích měly dostatečně překrývat a tyto spoje lze zajistit speciální lepicí páskou.



Obrázek 14. Detail našití plátna na žebra křídla (foto Jiří Leník)

Obrázek 15. Lepení potahu na horní polovinu křídla (foto Jiří Leník)



Obrázek 16. Návod na správné potažení trupu příhradové konstrukce (technická dokumentace kluzáku Grunau Baby 2b)

Plátěný potah musí být dostatečně vypnutý, aby podobně jako na křídle z tuhého materiálu, umožňoval efektivní vedení proudu vzduchu a správné rozložení tlaků. Po jeho kompletním nalepení je proto nutné na plátno aplikovat několik nátěrů vypínacího laku. Počet vrstev nátěru závisí na aktuální potřebě vypnutí látky. Vypínací lak má stejnou bázi, jako lak lepicí a používá se stejné ředidlo. Po zaschnutí povrchu se může nanést finální lak a barva.

Obrázek 17. Nanášení finálního laku na potažené křídlo (foto Jiří Leník)

4.2 Údržba kluzáků s překližkovým potahem

Potah letadla z dřevěné překližky je pevnější a kompaktnější než letecké plátno. Překližka je standardně vyrobena ze tří až pěti vrstev borovicového dřeva slepených k sobě. K lepení překližek se u nás v průběhu času používalo mnoho různých lepidel.

- **Formit:** Jedná se o německé lepidlo z dob 2. světové války, jehož zásoby v našich továrnách byly použity na kluzáky Z-24 Krajánek, Z-25 Šohaj a prvních vyrobených kusech LG-130 Kmotr a LG-125 Šohaj 2. Dnes se s ním již nesetkáme. [4, 12]
- **Umacol B:** Toto formaldehydové lepidlo se u nás používá od poválečných dob dodnes. Jsou jím kliženy kluzáky Orlík, Šohaj, Kmotr, Démant i Luňák. Umacol B je dnes prodávaný pod značkou Aerodux 185 s totožným chemickým složením. Formaldehydová lepidla jsou dobře odolná vůči vodě i vyšším teplotám, avšak ztrácí lepivost s rostoucím stářím a tzv. křehnou. Proto je nutné u historických kluzáků pravidelně kontrolovat stav překližky a včas provést údržbu potahu. [24]
- **Epoxy 1200:** Pro opravy lze použít epoxidovou pryskyřici Epoxy 1200. Epoxidová lepidla mají na rozdíl od formaldehydových konstantní lepivost v čase, avšak jsou náchylná na vyšší teploty. U kluzáků se ale neočekává extrémní ohřev povrchu, tudíž je lze použít. [24]

Ke každému lepidlu je třeba použít výrobcem předepsané tvrdidlo v odpovídajícím poměru, aby byly zaručeny správné vlastnosti lepidla. Např. Aerodux 185 se míchá s tvrdidlem HRP 150 nebo HRP 155 v poměru 5:1. [23] Celý proces údržby nebo opravy překližkového křídla nebo trupu je časově i technologicky náročnější oproti plátěným kluzákům.

4.2.1 Údržba překližkového potahu

V případě renovace kluzáku nebo jeho generální opravy je nutné nejprve odstranit starý potah. To v případě překližky znamená sejmutí z křídla nebo trupu takovým způsobem, aby v žádném případě nedošlo k poškození konstrukce kluzáku pod ní. Standardně se tedy překližka vždy vyřízne v prostorech mezi žebry v křídlech nebo mezi přepážkami a podélníky v trupu. Na zbylých místech je nutné potah šetrně obrousit včetně lepidla pod ním.

Po kontrole nebo opravě konstrukce kluzáku může začít opětovné potažení. Dřevěná překližka se však vyrábí a prodává v podobě rovných desek určitých rozměrů. Je proto nutné překližce dát požadovaný tvar před jejím položením a přilepením na kluzák. To lze nejlépe provést zhotovením formy podobné křídlu nebo trupu. Použít lze leccos a každému vyhovuje jiný způsob. Na vytvořené formě je poté překližku nutné šetrně ohnout do požadovaného tvaru. Ohýbání se provádí pomocí jejího napařování a zahřívání. Dřevěná vlákna změknou a

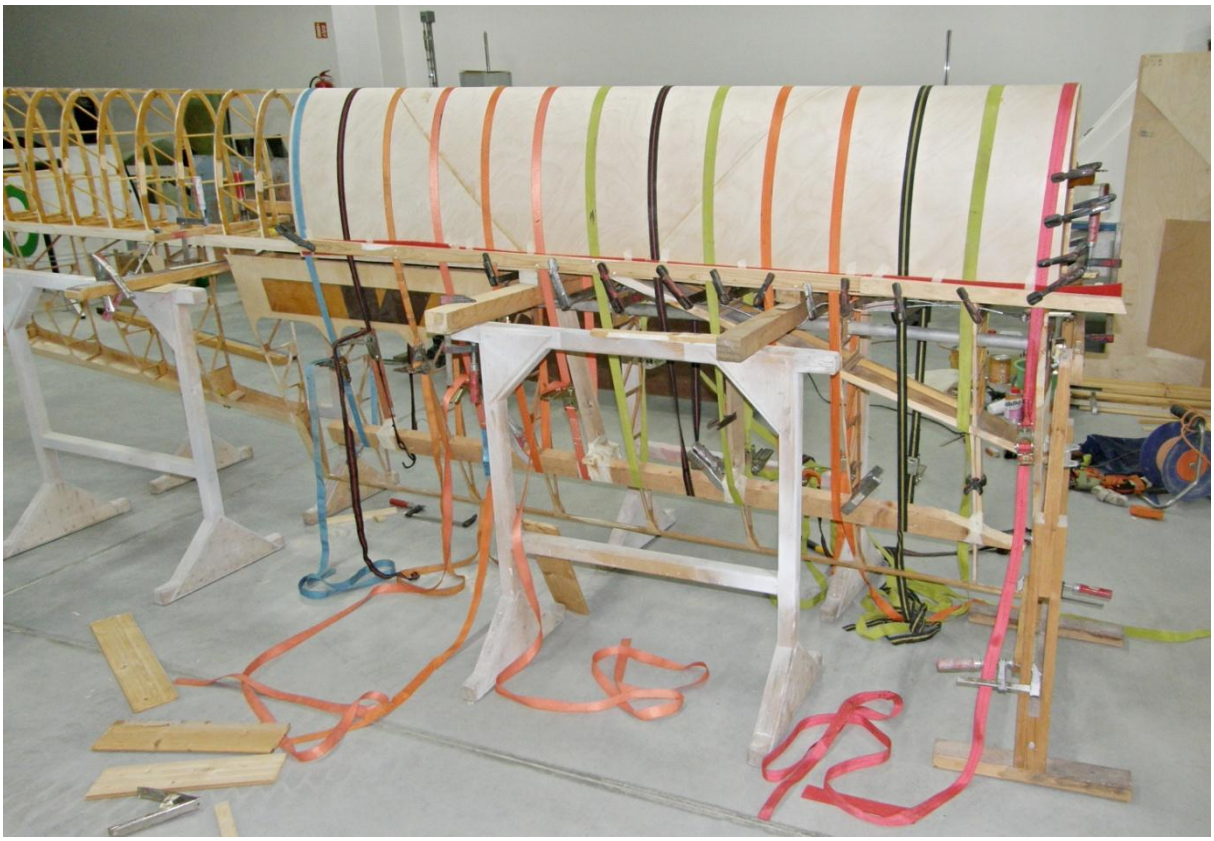
lze je postupně a bez poškození ohnout. Celý proces ohýbání trvá řádově 2 až 3 dny. V případě rychlé změny tvaru překližky by vlákna popraskala a překližka by se znehodnotila.

Následuje lepení překližky na kluzák. Nejprve je nanesena vrstva lepidla na konstrukci i samotnou překližku. Překližka se poté umístí a je nutné ji co nejdříve a symetricky připevnit a zajistit tlakem. Doba mezi nanesením lepidla a aplikací tlaku by měla být co nejkratší. Symetrické připevnění je důležité, aby nedošlo ke zvlnění potahu. Překližka by měla být pod tlakem minimálně po dobu zpracovatelnosti lepidla, která je dána výrobcem lepidla a závisí rovněž na jeho teplotě.

Tabulka 6. Minimální časy aplikace tlaku při lepení lepidlem Aerodux 185 [23]

Teplota lepidla [°C]	10	15	20	25	30	40	50
Doba aplikace tlaku [min]	720	360	240	180	135	60	30

Obrázek 18. Nanášení lepidla na překližku před jejím nalepením na křídlo kluzáku Z-24 Krajánek (foto Jiří Leník)



Obrázek 19. Symetricky upevněný potah z překližky na křídle kluzáku Z-24 Krajánek (foto Jiří Leník)

Po přilepení překližky se pokračuje nanesením plnicího laku, který vyplní spáry v překližce a vytvoří jednotný a hladný povrch. Poté je možno nanést barevný lak podle libosti majitele či provozovatele kluzáku.

4.2.2 Oprava otvoru v překližkovém potahu

Velmi zajímavý postup se uplatňuje v případě lokálního poškození překližkového potahu. Prasknutí či proražení potahu se stává velmi často například při manipulaci s kluzákem na zemi nebo během přistání do terénu. Celá oprava vyžaduje přesnou a pečlivou práci.

Nejprve je třeba určit postup opravy na základě vážnosti poškození. V případě malé praskliny nebo díry daleko od žebra v křídle nebo přepážky trupu stačí symetricky vyříznout okolní překližku. Je-li poškození většího rozsahu nebo blízko podpůrné části konstrukce, je nutné odstranit znehodnocenou překližku až k žebru nebo přepážce tak, aby zůstal pouze nepoškozený potah. V každém případě je nutné postupovat s dostatečnou opatrností.

Obrázek 20. Detail poškozené překližky na křídle kluzáku Z-24 Krajánek (foto Jiří Leník)

Po odstranění poškozené překližky se obrousí hrany výřezu do úkosu tak, aby byly symetricky odhaleny jednotlivé vrstvy dřevěného potahu. Vybroušený úkos by měl mít sklon 1:15 až 1:20. To znamená, že v překližce o tloušťce 1 mm by měla být délka úkosu 15 až 20 mm. Z překližky totožné s tou, která je opravována se vyrobí záplata stejného tvaru, velikosti i sklonu úkosu. Po uhlazení spojů a nanesení lepidla se záplata umístí na místo poškození. Je nutné vždy dbát na to, aby byla dřevěná vlákna orientována ve stejném směru na záplatě i okolní překližce. Po vytuhnutí lepidla se místo zbrousí tak, aby byly odstraněny zbytky lepidla a nečistoty. Nakonec je možné na místo nanést plnící a finální lak. Dobře opravené poškození po sobě nezanechá téměř nebo vůbec žádné znaky na povrchu kluzáku.

Obrázek 21. Správně obroušené hrany místa poškození. Je vidět všech pět vrstev překližky (foto Jiří Leník)

Obrázek 22. Vyrobená záplata před nalepením do otvoru na obrázku 21. Zobrazená strana bude umístěna směrem dovnitř potahu tak, aby pasovala na okolní vrstvy překližky (foto Jiří Leník)

Obrázek 23. Opravené poškození před nanesením laku a barvy. Léta překližky jsou správně orientována stejným směrem na záplatě i okolním potahu (foto Jiří Leník)

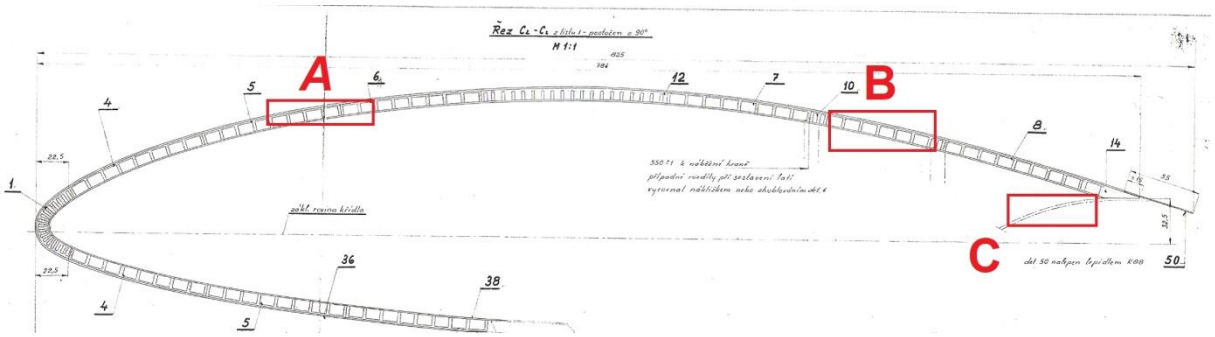
4.3 Údržba kluzáků se sendvičovým potahem

Křídlo se sendvičovým potahem se u moderních kluzáků vyskytuje stále častěji. Jedná se o značně tuhou konstrukci s velkou odolností proti rázům i vnějším vlivům, která téměř vylučuje možnost poškození opravitelného uživatelem. Na druhou stranu se sendvičový potah vyznačuje obtížnou údržbou, opravitelností i možností křídlo uvnitř zkontrolovat. Právě tento problém je v současnosti řešen při renovaci kluzáku L-21 Spartak registrace OK-6703 na letišti ve Slaném. Tento kluzák byl po více než 40 let uskladněn v depozitu a nyní je nutné v rámci jeho renovace a uschopnění provést kontrolu stavu konstrukce uvnitř křídla. Samotný sendvičový potah křídla je z vnější strany zcela v pořádku a tvoří de facto překážku, přes kterou je nutné se při této kontrole dostat. Na toto téma jsem s majitelem a hlavním renovátorem kluzáku, panem Zdeňkem Kropáčem, rozebíral několik možných řešení.

Prvním z možných řešení se ukazuje provést na vybraných místech řezy do potahu a poté provést kontrolu a zdokumentování stavu konstrukce pod potahem. Vyříznutý sendvič ze tří míst, rozmístěných rovnoměrně po délce křídla, bude také nutné podrobit silové trhací zkoušce. Každý výřez bude zkoušen dvakrát – celkem bude tedy provedeno šest zkoušek. Zde je nutné, aby potah vyhověl.

Další možností je použití ultrazvuku pro kontrolu vnitřku křídla. Tento postup by však byl nejen technologicky náročný, ale ultrazvuk nedokáže rozeznat kvalitu dřeva a jeho případné znehodnocení.

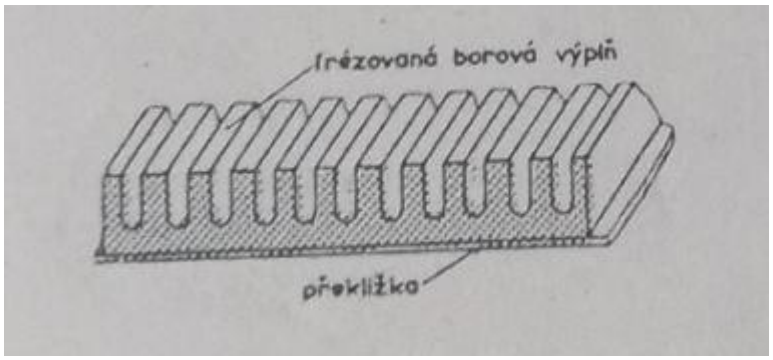
Třetí možností je získat přístup dovnitř křídla přes jeho odtokovou hranu. Nejsnazší přístup by byl skrze stěnu mezi křidélkem, popř. vztlakovou klapkou a samotným křídlem. Tato stěna je navíc z bukové překližky, kterou by bylo snazší opravit. Toto řešení je také podporováno faktem, že bude každopádně nutné provést renovaci táhel a lanek řízení, která se v odtokové hraně nachází. Rovněž dojde k demontování kabelů elektrického vedení pro osvětlení konců křídel, které bylo na Spartaku původně instalováno s cílem létat v noci. Proto se právě tato volba vstupu do sendvičového křídla ukazuje jako nejlepší. Avšak ani tento postup zcela neřeší náš problém. Jednak bude od odtokové hrany zhoršený dosah na vnitřní stranu náběžné hrany křídla a také bude stejně nutné řezy v křídle provést za účelem trhací zkoušky sendvičového potahu. Nejpravděpodobněji tedy dojde ke kombinaci prvního a třetího ze zmíněných postupů podobně, jak je znázorněno na obrázku č. 24.



Obrázek 24. Plánovaná místa vstupu do sendvičového křídla kluzáku L-21 Spartak (technická dokumentace kluzáku L-21 Spartak)

Na obrázku č. 24 jsou v profilu zobrazena možná místa, kterými se renovátoři chtějí do křídla podívat. V sekci profilu „A“ nebo „B“ je plánováno provést několik řezů rovnoměrně rozmístěných podél celého rozpětí křídla. S největší pravděpodobností bude proveden pouze řez „A“ a řez „B“ zůstane jako záložní postup. Toto je však zatím pouze ve fázi rozhodování. Díky danému řezu bude umožněn přístup do křídla a vyříznutý potah bude možné použít na pevnostní trhací zkoušku. Písmeno „C“ označuje překližkovou stěnu mezi křídlem a vztlakovou klapkou. Zde bude pravděpodobně odstraněna stěna po celé délce rozpětí, aby bylo možné zkontrolovat prostor mezi všemi žebry a současně opravit soustavu řízení v křídle.

V případě nálezu poškození nebo znehodnocení bude nutné křídlo otevřít a provést opravu. V krajním případě by byli renovátoři nuceni uvažovat o výrobě zcela nového křídla, čímž by ale kluzák ztratil historickou hodnotu. Při vyhovujícím nálezu lze na ÚCL doložit letuschopný stav kluzáku a řezy v křídle opravit. Postup opravy řezů v sendvičovém potahu (v místech „A“ a „B“ na obrázku č. 24) bude rozebrán v následující podkapitole na příkladu opravy poškozeného křídla ASW-15, které má rovněž sendvičový potah. Hlavní rozdíl mezi kluzáky ASW-15 a L-21 je v použitých materiálech sendviče. Na Spartaku je sendvič tvořen dvěma vrstvami diagonálně kladené překližky vyplněnými frézovanými lištami z borového dřeva. V případě modernějšího ASW-15 je potah křídla vyroben z laminátu a vyplněný balsovým dřevem. Postup opravy je však obdobný u obou kluzáků.



Obrázek 25. Struktura frézované borové výplně křídla kluzáku Spartak [14]

4.3.1 Oprava otvoru v sendvičovém křídle

Podobně jako při opravě překližkového křídla je nejprve nutné vyříznout poškozený potah. To se provádí nejlépe ostrým nožem nebo tzv. knejpem. Nejprve se odstraní horní potah překližky nebo laminátu. Poté se vyřízne balsové nebo pěnové jádro potahu takovým způsobem, aby nedošlo k odloupnutí jádra od překližky nebo laminátu v okolí řezu. Nakonec se podobně vyřízne i vnitřní vrstva potahu. Otvor se upraví tak, aby zaoblení okrajů bylo co největší. Nejlepší tvar otvoru je elipsa. Tím je poškozené místo připraveno k procesu opravy.

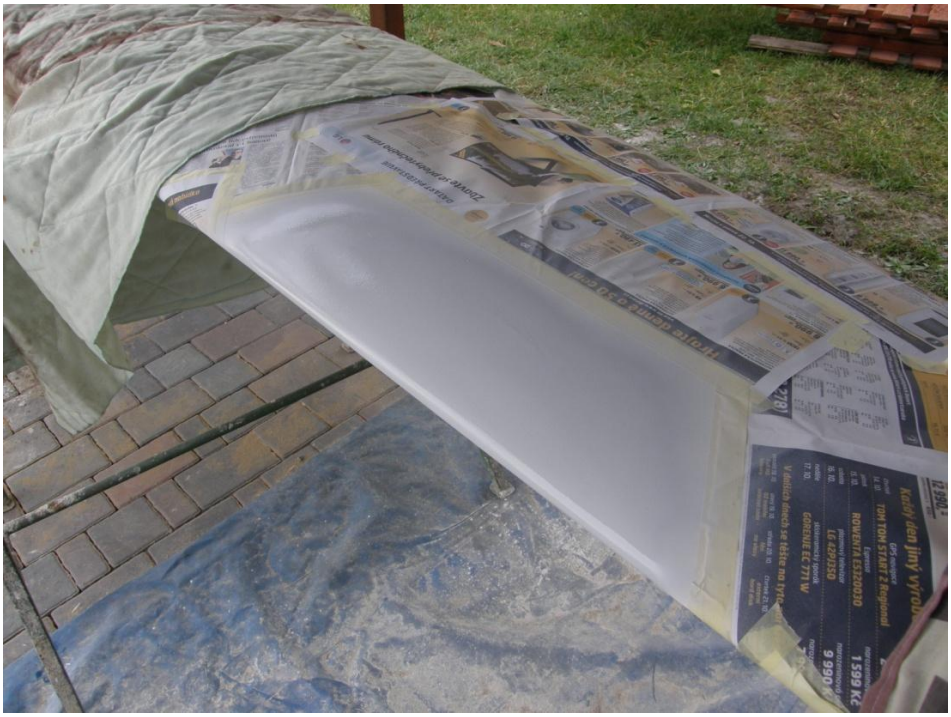
Obrázek 26. Detail otvoru v sendvičovém potahu křídla kluzáku ASW-15 (foto Jiří Leník)

Oprava otvoru začíná jeho vytvarováním do co nejvíce zaobleného tvaru podobně, jako při opravě otvoru v překližkovém potahu. Pokračuje se zacelením vnitřní vrstvy sendviče. V případě překližky se vyrobí a instaluje záplata stejným způsobem, jako je popsáno v podkapitole 4.2.1 této práce. V případě laminátového povrchu je nejprve nutné v křídle vytvořit a upevnit podklad, na kterém bude možné vytvořit vrstvu laminátu. Ideální je použití tuhého, avšak co možná nejlehčího, podkladu neboť tuto podložku již nebude možné po opravě z křídla vyjmout. Na podložku je vhodným materiálem tenká překližka, u zakřivených ploch lze vybrousit podklad z bloku pěnového polystyrenu. Podložky by měly být přibližně o 25 až 50 mm větší než otvor. Laminování probíhá klasickým způsobem – použitím epoxidové pryskyřice a skelné tkaniny.

Obrázek 27. Vyříznuté a obroušené místo poškození s připravenou polystyrenovou podložkou pro první vrstvu potahu (foto Jiří Leník)

Dále se pokračuje vyplněním balsového nebo pěnového jádra sendviče. Výplň musí být vytvarovaná podle opravovaného místa. Eventuelně lze použít výplň, které byla z křídla vyjmuta při vyřezávání. Podmínkou však je její nepoškozený stav. K lepení výplně se běžně používá lepidlo Epoxy 1200. Třetí fází je oprava vnějšího povrchu potahu. V případě překližky se opět použije postup z kapitoly 4.2.1. Je nutné dbát na to, aby směr let vnitřní i vnější záplaty souhlasil se směrem let vrstvy, která je opravována. U laminátových kluzáků již není nutné tvořit podložku pro laminát, neboť nyní tak poslouží jádro sendviče. Proces opravy je zakončen nanesením plnicího laku, popř. barvy.

Obrázek 28. Křídlo po kluzáku ASW-15 po vytvoření spodní vrstvy laminátu a vyplnění jádra balsovým dřevem (foto Jiří Leník)



Obrázek 29. Opravené křídlo po nanesení laku (foto Jiří Leník)

Závěr

Úlohou této bakalářské práce byl popis a zhodnocení provozu a údržby československých historických kluzáků létajících u nás. Československé historické kluzáky mají na našem nebi stále plnohodnotné místo. Jsou využívány mnoha tuzemskými aerokluby nejen k předváděcím letům na leteckých dnech, ale také ke sportovnímu výcviku mladých pilotů, pro které představují ideální mezistupeň během přechodu z pomalých cvičných dvoumístných kluzáků na moderní výkonné stroje. Právě pro tento účel byl vypracován popis a srovnání letových vlastností z pohledu dnešních letců, kteří jsou již zvyklí na mnohem výkonnější kluzáky.

V současnosti jsou prakticky všechny historické kluzáky provozovány v kategorii Experimental, což přináší velkou řadu omezení, která musí jejich provozovatelé dobře znát. Právě proto jsem za pomoci dostupných materiálů a provozních příruček vypracoval přehledný seznam těchto omezení, která je nutno dodržovat.

Co se týče leteckých soutěží, historické kluzáky rozhodně nepatří do „starého železa“. Svými letovými vlastnostmi se mnohdy vyrovnají moderním kluzákům, oproti kterým mají navíc výhodnější koeficienty (indexy) pro výpočet bodového ohodnocení. V klubové třídě se lze s těmito kluzáky stále účastnit i velmi prestižních mistrovství, kromě kterých se pravidelně pořádají i soutěže menšího rozsahu určené přímo pro historické kluzáky.

S ohledem na nutnost provádění pravidelné údržby, do které mimo jiné patří generální opravy kluzáků, jsem vytvořil podrobné srovnání druhů údržby podle typu potahu kluzáku. Každý druh opravy byl důkladně popsán a doplněn o fotografické návody díky, které mnoha majitelům a provozovatelům usnadní provádět tyto opravy za dohledu certifikovaného technika svépomocí. Tím lze výrazně snížit náklady na celou údržbu. Z hlediska ekonomického je však každý jednotlivě zmíněný postup individuální a toto téma může být námětem na pokračování do diplomové práce.

Nakonec své práce jsem s panem Zdeňkem Kropáčem vypracoval předběžný návrh renovace křídel se sendvičovým potahem kluzáku L-21 Spartak registrace OK-6703. Tento kluzák čeká na svou renovaci v hangáru na letišti ve Slaném, kterou povede právě pan Kropáč. Spartak je mezi československými kluzáky znám svou zcela výjimečnou konstrukcí tvořenou dřevěným sendvičem. Právě sendvičový potah bude při renovaci technologicky nejsložitější opravit. Proto je v práci navrženo několik postupů, z nichž bude vhodné provést kombinaci několika z nich.

Z praktického hlediska může být tato práce využita nejen leteckými nadšenci, ale i piloty nebo aerokluby při výběru historického kluzáku pro svoji leteckou činnost. Pokud některý aeroklub nebo soukromá osoba daný historický kluzák vlastní, tato práce poskytne stručný přehled faktů o provozu a údržbě, které je nutné i vhodné znát.

I přes nízký počet některých typů v provozu si aerokluby navzájem kluzáky pronajímají a poskytují na ně přeškolení s instruktorem. Již zmíněnou výjimku tvoří, z probíraných kluzáků nejpočetnější, typ VT-116 Orlík II, který je i dnes cenově snadno dostupný. VT-116 nabízí výborné letové vlastnosti vhodné pro začátečníky i pro pokročilé letce. Na tomto typu lze létat i dlouhé výkonnostní přelety. Jedním z nepřehlédnutelných zjištění při psaní této práce je také fakt, že vzhledem k zanedbatelnému počtu Pionýrů a Kmotrů nemají české aerokluby, s výjimkou několika kluzáků Blaník a Superblaník, k dispozici žádný plnohodnotný cvičný kluzák tuzemské výroby. Tuto funkci tak musí převážně zajišťovat kluzáky ze zahraničí, zejména pak z Německa.

Závěrem lze dodat, že vývoj letecké techniky půjde vpřed kluzáky nevyjímaje. Historické kluzáky budou stárnout a časem se budou jejich počty vlivem nehod i opotřebování snižovat. Nikdo však přesně neví, kolik starých kluzáků je stále uskladněných z dob totality ve stodolách a hangárech, které čekají na svou generální opravu a uvedení do provozu. Dokud tu budou piloti a letečtí nadšenci, kteří o tuto techniku budou pečovat, tyto kluzáky bude stále možné na obloze vidět.

Věřím, že veškeré poznatky získané při tvorbě bakalářské práce využiji v budoucnosti ve svém profesionálním i sportovním létání.

Použité zdroje

Literatura

[1] BRSKOVSKÝ, Jan. Monografie – Zlín Z-24/LG-24 Krajánek, 1. část. *Letectví a kosmonautika: Monografie*. 1988, č. 4, s. 150-152. ISSN 0024-1156.

[2] BRSKOVSKÝ, Jan. Monografie – Zlín Z-24/LG-24 Krajánek, 2. část. *Letectví a kosmonautika: Monografie*. 1988, č. 5, s. 190-192. ISSN 0024-1156.

[3] BRSKOVSKÝ, Jan. Monografie - XLG-30/LG-130 Kmotr, 1. část. *Letectví a kosmonautika*. 1983, č. 3, s. 112-114. ISSN 0024-1156.

[4] BRSKOVSKÝ, Jan. Monografie - XLG-30/LG-130 Kmotr, 2. část. *Letectví a kosmonautika*. 1983, č. 4, s. 152-154. ISSN 0024-1156.

[5] BRSKOVSKÝ, Jan. Letadla našich muzeí - Šestnáctky stárnou – VT-16 Orlík. *Letectví a kosmonautika*. 1984, č. 10, s. 377-379. ISSN 0024-1156.

[6] BRSKOVSKÝ, Jan. Monografie - LF-109 Pionýr, 1. část. *Letectví a kosmonautika*. 1983, č. 16, s. 632-634. ISSN 0024-1156.

[7] BRSKOVSKÝ, Jan. Monografie - LF-109 Pionýr, 2. část. *Letectví a kosmonautika*. 1983, č. 17, s. 672-674. ISSN 0024-1156.

[8] BRSKOVSKÝ, Jan. Monografie - LF-109 Pionýr, 3. část. *Letectví a kosmonautika*. 1983, č. 18, s. 712-714. ISSN 0024-1156.

[9] BRSKOVSKÝ, Jan. VSM-40 / VT-100 Démant, 1. část. *Letectví a kosmonautika*. 1985, č. 4, s. 150-152. ISSN 0024-1156.

[10] BRSKOVSKÝ, Jan. VSM-40 / VT-100 Démant, 2. část. *Letectví a kosmonautika*. 1985, č. 5, s. 190-192. ISSN 0024-1156.

[11] BRSKOVSKÝ, Jan. VSM-40 / VT-100 Démant, 3. část. *Letectví a kosmonautika*. 1985, č. 6, s. 230-232. ISSN 0024-1156.

[12] BRSKOVSKÝ, Jan. Z-25 Šohaj a Z-125 (LG-125) Šohaj 2. *Letectví a kosmonautika*. 1982, č. 6, s. 151-155. ISSN 0024-1156.

[13] BRSKOVSKÝ, Jan. VT-116 Orlík II. *Modelář*. 1984, č. 2, s. 50. ISSN 1214-7842

[14] KUBÁSEK, Miroslav a Ivan PETROVSKÝ. Současný stav a problémy vysokovýkonných větroňů. *Křídla vlasti*. 1958, č. 12, s. 372. ISSN 0450-9315.

[15] MARCOL, Ladislav. Z-24 Krajánek. *Modelář*. 1976, č. 4, s. 20-22. ISSN 1214-7842.

[16] MATĚJČEK, Jiří. LF-107 Luňák. *Modelář*. 1975, č. 11, s. 22. ISSN 1214-7842

[17] VEJVODA, Ladislav a Jan PLACHÝ. *Větroně na československém a českém nebi*. Cheb: Svět křídel, 2009. Svět křídel. ISBN 978-80-86808-64-2.

Internetové zdroje

[18] Aeroklub České republiky. *Pravidla celostátní plachtařské soutěže CPS-Online*. [online]. 2013-01-01 [cit. 2019-08-08].
Dostupné z: https://cloud.aecr.cz/index.php/s/nP9ORHZ9esC8DiD#pdfviewer

[19] Aeroklub České republiky. *Soutěžní řád AeČR*. Bezmotorové létání [online]. 2014-01-01 [cit. 2019-08-08].
Dostupné z: https://cloud.aecr.cz/index.php/s/YCiVnaeqZHX44wo#pdfviewer

[20] BROŽEK, Jiří. *Aeroklub Chotěboř: Vývoj bezmotorového létání v Československu* [online]. Aeroklub Chotěboř, ©2008 [cit. 2019-08-22]. Dostupné z: http://www.akchotebor.cz/vyvoj-bezmotoroveho-letani-v-ceskoslovensku/

[21] Citace. In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Letadlo* [online]. ©2019, datum poslední revize 22. 06. 2019 [cit. 2019-08-22].
Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Letadlo

[22] Citace. In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Orličan VSO-10 Gradient* [online]. ©2019, datum poslední revize 29. 07. 2019 [cit. 2019-08-05].
Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Orli%C4%8Dan_VSO-10_Gradient&oldid=17517835

[23] Dynea. *Aerodux 185: Technical Data Sheet* [online]. 05-2014, [cit. 2019-08-01].
Dostupné z:
https://www.bijlard.com/upload/producten_pdf_1/3024_DyneaAerodux185docblad-EN.pdf

[24] *Elektronická učebnice*: Syntetická lepidla - reaktoplastická - polykondenzační [online]. [cit. 2019-07-30]. Dostupné z: https://eluc.kr-olomoucky.cz/terms/148

[25] Fédération Aéronautique Internationale. *Sportovní řád FAI*. [online]. 2015-10-01 [cit. 2019-08-08].
Dostupné z: https://cloud.aecr.cz/index.php/s/4sj04Y8ZFiXqkXn#pdfviewer

[26] Odborná sportovní komise pro bezmotorové létání AeČR. *Indexový list CZIL* [online]. 2019-04-07, [cit. 2019-08-15]. Dostupné z: http://www.lkka.cz/sport/pk_aecr.htm

[27] *Plachtění: Historie plachtění* [online]. [cit. 2019-08-22]. Dostupné z: http://vrydl.sweb.cz/historie.html

[28] *Plachtění: Jak se s tím létá* [online]. [cit. 2019-08-22]. Dostupné z: http://vrydl.sweb.cz/jaxe.htm#lunak

[29] *POTK: Plachtařský oldtimer klub, Kdo jsme* [online]. ©2017 [cit. 2019-07-18]. Dostupné z: http://www.potk.info/index.php/cs/

[30] SEMLER, Jindřich. *Aeroklub Plzeň-Letkov: Plachtění v DOSLETU a Svazarmu* [online]. ©2019 [cit. 2019-08-22].
Dostupné z: https://akletkov.cz/historie/vzpominky-clenu/plachteni-v-dosletu-svazarmu/

[31] *Vintage Glider Club: About us* [online]. ©2016 [cit. 2019-07-18]. Dostupné z: https://www.vintagegliderclub.org/about-us

[32] *Úřad pro civilní letectví*: Vyhledávání v leteckém rejstříku [online]. Praha, ©2011 [cit. 2019-08-15]. Dostupné z: http://portal.caa.cz/letecky-rejstrik

Seznam obrázků

Obrázek 1. Kluzák Z-24 Krajánek
Obrázek 2. Kluzák LG-130 Kmotr
Obrázek 3. Kluzák LF-109 Pionýr
Obrázek 4. Kluzák LF-107 Luňák
Obrázek 5. Kluzák LG-125 Šohaj 2
Obrázek 6. Kluzák LG-425 Šohaj 3
Obrázek 7. Kluzák VT-16 Orlík (v popředí) ve skupině se třemi VT-116
Obrázek 8. Kluzák VT-116 Orlík II
Obrázek 9. Kluzák L-21 Spartak
Obrázek 10. Kluzák VSM-40 Démant
Obrázek 11. Podélně kladená překližka před nalepením na náběžnou hranu křídla kluzáku Grunau Baby Gb2
Obrázek 12. Diagonálně kladená překližka před nalepením na náběžnou hranu kluzáku Z-24 Krajánek
Obrázek 13. Křídlo kluzáku LG-125 po odstranění plátna a lepidla, na kterém probíhá oprava odtokové hrany
Obrázek 14. Detail našití plátna na žebra křídla
Obrázek 15. Lepení potahu na horní polovinu křídla
Obrázek 16. Návod na správné potažení trupu příhradové konstrukce
Obrázek 17. Nanášení finálního laku na potažené křídlo
Obrázek 18. Nanášení lepidla na překližku před jejím nalepením na křídlo kluzáku Z-24 Krajánek
Obrázek 19. Symetricky upevněný potah z překližky na křídle kluzáku Z-24 Krajánek
Obrázek 20. Detail poškozené překližky na křídle kluzáku Z-24 Krajánek
Obrázek 21. Správně obroušené hrany místa poškození. Je vidět všech pět vrstev překližky
Obrázek 22. Vyrobená záplata před nalepením do otvoru na obrázku 21. Zobrazená strana bude umístěna směrem dovnitř potahu tak, aby pasovala na okolní vrstvy překližky
Obrázek 23. Opravené poškození před nanesením laku a barvy. Léta překližky jsou správně orientována stejným směrem na záplatě i okolním potahu
Obrázek 24. Plánovaná místa vstupu do sendvičového křídla kluzáku L-21 Spartak

Obrázek 25. Struktura frézované borové výplně křídla kluzáku Spartak
Obrázek 26. Detail otvoru v sendvičovém potahu křídla kluzáku ASW-15
Obrázek 27. Vyříznuté a obroušené místo poškození s připravenou polystyrenovou podložkou pro první vrstvu potahu
Obrázek 28. Křídlo po kluzáku ASW-15 po vytvoření spodní vrstvy laminátu a vyplnění jádra balsovým dřevem
Obrázek 29. Opravené křídlo po nanesení laku

Seznam tabulek

Tabulka 1. Technické údaje jednotlivých podtypů kluzáku Šohaj
Tabulka 2. Omezení maximálních rychlostí letu pro vybrané kluzáky
Tabulka 3. Hodnoty indexů historických kluzáků používané v CPS
Tabulka 4. Hodnoty indexů používaných v CPS pro vybrané moderní laminátové kluzáky
Tabulka 5. Hodnoty indexů kluzáků Démant a Spartak pro soutěže jiné než CPS
Tabulka 6. Minimální časy aplikace tlaku při lepení lepidlem Aerodux 185