

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

POROVNÁNÍ PROVOZNÍCH, TECHNICKÝCH A EKONOMICKÝCH PARAMETRŮ VLEČNÝCH LETOUNŮ.

THE COMPARISON OF OPERATIONAL, TECHNICAL AND ECONOMICAL CHARACTERISTICS OF
TOWING AIRCRAFT.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN SLOVÁČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL IMRIŠ, Ph.D.

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství
Letecký ústav
Letecký ústav Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Slováček

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Profesionální pilot (3708R030)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Porovnání provozních, technických a ekonomických parametrů vlečných letounů.

v anglickém jazyce:

**The comparison of operational, technical and economical characteristics of
towing aircraft.**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Porovnání a zhodnocení provozních možností vlečných letounů na základě provozních, technických a ekonomických parametrů jednotlivých letounů a konkrétních provozních zkušeností pilotů a provozovatelů.

Cíle bakalářské práce:

Na základě analýzy provozních, technických a ekonomických parametrů jednotlivých letounů určit nejvhodnější typ vlečného letounu pro provozování v podmínkách České republiky.

Seznam odborné literatury:

- Technická dokumentace a provozní příručky letounů,
- Skripta LÚ FSI VUT v Brně pro přípravu ATPL,
- Bachmann, P.: Ein- und zweimotorige Flugzeuge, Motorbuch Verlag Stuttgart 2003.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Imriš, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010. V
Brně, dne 20.11.2009

L.S.

prof. Ing. Antonín Pištěk, CSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Anotace

Cílem této bakalářské práce je porovnat parametry vlečných letounů na základě analýzy provozních, technických a ekonomických parametrů. Obsahuje rozbor jednotlivých parametrů a popis vlastností letounů z pohledu využití pro vlečení. Výsledkem této práce je vyhodnocení nejvhodnějšího letounu pro účel vlekání.

Anotation

The objective of this bachelor thesis is compares the towing aircraft based on analyse of operational, technical and economic parameters. Contains study of particual parameters and description of the charakteriscit in terms of air-towing. The outcome of the thesis is evaluation most proper aircraft used to air-towing.

KLÍČOVÁ SLOVA

aerovlek, vlečný letoun, kluzák, vlečné zařízení, transparent

KEYWORDS

air-towing, towing aircraft, glider, towing equipment, banner

Bibliografická citace mé práce

SLOVÁČEK, J. Porovnání provozních, technických a ekonomických parametrů vlečných letounů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 71 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Imriš, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem byl seznámen s předpisy pro vypracování bakalářské práce a že jsem celou bakalářskou práci, včetně příloh, vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího bakalářské práce Ing. Pavla Imříše, Ph.D.

28. května 2010

.....
Jan Slováček

PODĚKOVÁNÍ

Prostřednictvím několika řádků bych chtěl poděkovat všem, kteří mi poskytovali informace pro vypracování této práce. Zejména pak panu Ing. Pavlu Imřišovi, Ph.D. za odborný dohled, cenné rady a připomínky a v neposlední řadě pracovníkům Leteckého ústavu FSI VUT v Brně.

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Vlekání	9
2.1	Pravidla pro vlekání.....	9
2.2	Výcvik.....	10
2.2.1	PPL, CPL	10
2.2.2	TOW – (TOWing).....	10
3	Historie vlečných letounů v ČR.	11
3.1	Počátky	11
3.2	50. – 80. léta	11
3.3	Od 90. let	13
4	Současné požadavky na vlečné letouny	14
4.1	Požadavky na výkonnost	14
4.1.1	Vzlet	14
4.1.2	Stoupání	16
4.1.3	Cestovní let	18
4.1.4	Kroužení.....	18
4.1.5	Klesání	18
4.1.6	Přistání	18
4.2	Požadavky na konstrukci	18
4.2.1	Konstrukce trupu.....	18
4.2.2	Okna pilotní kabiny.....	19
4.2.3	Křídlo	19
4.2.4	Ocasní plochy.....	20
4.2.5	Podvozek.....	20
4.2.6	Pohonná jednotka	20
4.2.7	Vlečné zařízení.....	20
4.3	Požadavky na bezpečnost	21
4.3.1	Zařízení pro kontrolu letu	22
4.3.2	Zařízení pro přerušení vleku	22
4.3.3	Uzpůsobení letounu pro opuštění padákem v nouzi	23
4.3.4	Pojistka vlečného lana.....	23
4.4	Požadavky na ekonomiku provozu.....	23
4.4.1	Pořizovací cena letounu a jeho životnost	24
4.4.2	Limitované celky s omezenou životností.....	25
4.4.3	Údržba letounu	25
4.4.4	Cena pojistek a ostatních fixních nákladů.....	26
4.4.5	Cena, spotřeba paliva a provozních kapalin letounu.....	27
4.4.6	Roční nálet letových hodin	28

4.4.7	Výška / cena	31
5	Letouny používané pro vlečení.....	31
5.1	Letouny používané ve světě.....	31
5.1.1	Piper PA-25 Pawnee	31
5.1.2	Piper PA-18 Super Cub.....	32
5.1.3	Bellanca Citabria.....	33
5.1.4	Pik 27	34
5.1.5	PZL-104 Wilga	35
5.1.6	Socata Rallye.....	36
5.2	Letouny používané v ČR	36
5.2.1	Zlin Z-226MS	37
5.2.2	Zlin Z-37 / Z-137T	38
5.2.3	Maule M-7.....	39
5.2.4	Zlin Z-142	40
5.2.5	Zlin Z-143L.....	40
5.3	Sportovní létající zařízení.....	41
5.3.1	WT 9 Dynamic.....	42
6	Srovnání vlečných letounů	42
6.1	Srovnání výkonnostní	43
6.2	Srovnání ekonomické.....	44
7	Závěr	46
8	Seznam použitých zdrojů	47
8.1	Literatura.....	47
8.2	Internetové odkazy.....	47
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	48
9.1	Seznam použitých zkratk.....	48
9.2	Seznam použitých symbolů	48
10	Přílohy	49
10.1	Seznam příloh.....	49
10.1.1	Příloha č. 1 Výcviková metodika TOW z AK-MOT.	50
10.1.2	Příloha č. 2 Předpis L2 hlava Q – pravidla pro vlečení.	54
10.1.3	Příloha č. 3 Seznam limitovaných celků a povinné údržby vzorového vlečného letounu.....	60
10.1.4	Příloha č. 4 Letová příručka vzorového letounu - vlečení.	65
10.1.5	Příloha č. 5 Graf průměrného stoupání v závislosti na hmotnosti vlečeného kluzáku vlečného letounu Pik 27.	71

1 Úvod

Snaha o vlekání transparentů, kluzáků a jiných předmětů přichází již od počátků letectví, první aerovlek byl proveden německým pilotem Espenlaubem v roce 1927.

K většímu zájmu o vlečné letouny došlo až po druhé světové válce, v době rozvoje plachtařského, leteckého sportu ve světě tak i v České Republice.

Do roku 1989 bylo sportovní létání v ČR provozováno výhradně pod aeroklubem Svazarmu, organizací fungující pod záštitou armády. Tento fakt se projevil ve flotile letounů využívaných pro vlekání, aerokluby byly vybaveny téměř výhradně českými letouny Zlin, řady Trenér a poté i řadou Z40, stejnými letouny, jaké používala armáda pro cvičení svých pilotů. Letouny řady Z40, přicházející do aeroklubů v 70. a 80. letech, nejsou pro vlekání příliš vhodné a mnoho vlečných letounů řady Trenér v této době dosluhuje, vzniká poptávka po nových vlečných letounech. Tento fakt navíc podporuje rozvoj plachtění a změna požadavků kladených na vlečné letouny jak v oblasti výkonnosti, bezpečnosti, konstrukce, tak i v oblasti ekonomiky provozu po roce 1989.

Zhodnocení všech těchto požadavků a jejich vzájemné provázanosti dělá z výběru vlečného letounu nelehký úkol, který se budu snažit v této práci zjednodušit a objektivně navrhnout provozovatelům v ČR, jakou cestou se při nákupu nového vlečného letounu vydat.

Abych mohl provést porovnání letadel, musel jsem získat kompletní informace o porovnávaných letounech a požadavcích na ně kladených z hlediska vlekání, a poté tyto požadavky a informace vyhodnotit a vyvodit závěr své práce.

2 Vlekání

2.1 Pravidla pro vlekání

Pravidla pro vlečení jsou uvedeny v předpise L2, doplňku Q – české obdoby Annexu 2 Chicagské úmluvy.

Pravidla kladou technické a bezpečnostní požadavky na letouny, na výcvik a provozní postupy velících pilotů při vlekání.

Tato pravidla mají tudíž vliv na ekonomiku a provoz vlečných letounů, na výběr vlečného letounu, a proto je ve své práci uvádím.

- Vlečení (dále aerovlek nebo vlek) je let, při kterém motorové letadlo, případně sportovní létající zařízení – ultralehký letoun řízený aerodynamickými prostředky (ULL), vleče kluzák/kluzáky za účelem vzletu a následného stoupání do výšky a prostoru vhodného pro zamýšlenou činnost kluzáku nebo jeho přepravy do místa plánovaného přistání, které je jiné než letiště vzletu. Vlečení je také let, při kterém letadlo vleče transparent.
- K aerovlekům musí být použito pouze k tomuto účelu schválené letadlo, vybavené schváleným vlečným zařízením, zpětným zrcátkem a musí být použito vlečné lano stanovené délky dle ust. 2.5, s nejméně jednou mechanickou pojistkou o stanovené pevnosti. K aerovlekům může být použito i k tomuto účelu schválený ULL. Velitel letadla musí aerovleky provádět v souladu s postupy a omezeními uvedenými v letové příručce použitého letadla a při dodržení následujících ustanovení tohoto Doplňku.
- Velitel vlečného letadla musí být držitelem kvalifikace TOW (aerovleky). Pro aerovleky z ploch, které nejsou letištěm, musí splnit další podmínky.
- Provozovatel vlečného letadla je oprávněn stanovit povinnost vybavení záchranným padákem, je-li to technicky možné, nebo u ULL záchranným systémem, s jehož používáním musí být pilot předem řádně seznámen.
- Velitel vlečného letadla se musí seznámit s omezeními vlečeného kluzáku, uvedenými v jeho letové příručce a případně se seznámit s metodikou vzletu vlečeného kluzáku. Po celou dobu, od okamžiku rozjezdu za účelem vzletu až do okamžiku vypnutí kluzáku, je velitel vlečného letadla odpovědný za bezpečné provedení celého aerovleku a za dodržování pravidel létání, a to i za velitele kluzáku. Velitel kluzáku je odpovědný za bezpečné řízení kluzáku ve vleku.^{1*}

¹ * Srov. Česká republika. Letecký předpis : L-2 pravidla létání. In ICAO Annex (L). 2008, 2, s. 86. Dostupný také z WWW: <lis.rlp.cz>.

2.2 Výcvik

2.2.1 PPL, CPL

Průkaz způsobilosti soukromého pilota je základní licence opravňující k létání na motorových letounech.

Tento průkaz opravňuje vykonávat jakýkoliv let, ne však za úplatu, na letounu do maximální vzletové hmotnosti 5 700 kg. K získání této licence je zapotřebí nalétat minimálně 45 letových hodin, z toho minimálně 25 ve dvojím řízení a minimálně 10 hodin sólo letů, jeden sólo přelet o minimální délce trati 150 km se dvěma úplnými přistáními na letišti jiném, než je letiště vzletu.

Podmínka ne však za úplatu znamená, že si nesmíte vzít peníze za práci pilota, smíte však se s někým podílet na ceně za letovou hodinu. To znemožňuje provozovateli létat aerovleky jako leteckou práci a s tím spojenou možnost výdělku za provedení aerovlek a odečtení spotřební daně z ceny paliva. Této nemožnosti lze předejít, pokud provozovatel bude do funkce velícího pilota dosazovat piloty s kvalifikací obchodního pilota letounů (CPL - Commercial Pilot Licence), která držitele opravňuje k provádění komerčních letů a leteckých prací.

2.2.2 TOW – (TOWing)

Každý pilot provádějící vleky musí být držitelem kvalifikace TOW a vlastnit oprávnění pro aerovleky na daném typu letounu. Získání kvalifikace dle předpisu L2 je popsáno v prováděcí směrnici vydané ÚCL (Úřad pro civilní letectví v Praze). Metodiku pro získání kvalifikace TOW vypracoval Aeroklub České republiky v metodice AK-MOT.

Dle AK-MOT může být do výcviku pilota vlekaře zařazen pouze pilot vlastní pilotní kvalifikaci pro danou třídní kvalifikaci letounu, nalétáno alespoň 60 hodin na letounech a z toho 10 hodin na typu, na kterém bude provádět výcvik.

Vlastní výcvik obsahuje pozemní přípravu s instruktorem motorových letounů a poté vlastní lety, přičemž vlečený kluzák musí řídit instruktor kluzáků. Tento výcvik obsahuje 4 starty a 1 letovou hodinu. Poté provede pilot patnáctiminutový přezkoušecí vlek pod dohledem inspektora, a tudíž je mu přiznána kvalifikace TOW.

Získání oprávnění pro aerovleky na jiném typu letounu obsahuje jeden 15 minutový let pod dohledem instruktora kluzáků.

Po nalétání 10 hodin na aerovlecích lze získat oprávnění pro vícevleky a aerovleky z polí. Rozsah přeškolovacích letů je uveden v AK-MOT.

Všechny uvedené časy jsou minimální a pokračovat v další úloze lze až po zvládnutí úlohy.

3 Historie vlečných letounů v ČR.

3.1 Počátky

Snaha o vlekání transparentů, kluzáků a jiných předmětů přichází z počátku letectví. První aerovlek byl proveden německým pilotem Espenlaubem v již roce 1927.

Výroba a vývoj vlečných letounů je závislá na poptávce po vlekání, v době před druhou světovou válkou docházelo teprve k objevování možností bezmotorového létání, přičemž k vzletu se nejčastěji používaly napnuté gumové svazky a podobné systémy. Vleky transparentů také nebyly rozšířené a tak roli vlečných letounů zastávaly letouny cvičné a vojenské, u kterých byla provedena zástavba vlečného zařízení.

3.2 50. – 80. léta

Jak již bylo řečeno, vývoj a poptávka po vlečných letounech je závislá na bezmotorovém létání, které v 50. a 60. letech zažívalo rychlý rozvoj. Tomuto rozvoji napomohlo zkonstruování legendárního českého cvičného školního kluzáku L-13 Blaník, který se ve své modifikaci vyrábí do dnešní doby, a kterého bylo celkem vyrobeno a prodáno po celém světě více než 2.500 kusů.

Další dva faktory ovlivňující vlečné letouny jsou politická uzavřenost českého trhu vůči západním výrobkům a také fakt, že téměř jediným provozovatelem sportovního letectví v ČR vlečných letounů, v této době byla vojenská organizace aeroklub Svazarmu. To způsobilo, že letouny používané k vlekání v tomto období jsou téměř výhradně české, polské nebo ruské výroby a primárně zkonstruované k základnímu výcviku a výcviku vyšší a vysoké pilotáže pro armádu nebo jako zemědělské letouny.

Ačkoliv první prototyp Z-26 z řady Trenérů vyráběných v Otrokovicích, který vzlétl již 20. října 1947, je řada Trenérů dodnes nosným typem vlečných letounů používaných v aeroklubech v ČR. Z-26 se tak stal základem pro další vývojové stupně velice známých a úspěšných cvičných, akrobatických, vlečných letounů. Vývoj řady Trenérů obsahoval zvyšování výkonnostních charakteristik, zabudovávání výkonnějších pohonných jednotek, hlavního zatahovacího podvozku, novější avioniky a skončil v roce 1977 typem Z-726.



Obr. 3-1 Zlin Z-226MS

V šedesátých letech se objevila potřeba nového cvičného letounu se sedadly žáka a instruktora umístěnými vedle sebe. V roce 1967 tak vznikl v otrokovickém Moravanu nový letoun, označovaný jako Zlin Z-42, ze kterého se postupnou modernizací vyvinuly další verze, jako například Z-142, Z-43, a v 90. letech Z-242 a Z-143. Tyto letouny však nedosahují výkonnosti předcházejících Trenérů z důvodu nižší aerodynamické čistoty, a proto se často používají jako záložní vlečné letouny, resp. jako universální, víceúčelové letouny, pokud jde o čtyřmístné Z-43 a Z-143.

Pro vlekání se v menší míře také užívaly zemědělské letouny Z-37 Čmelák, jeho turbovrtulová verze Z37T Turbočmelák a letouny L60 Brygadýr, polský PZL-104 Wilga. S těmito letouny se bylo možno nejčastěji setkat na závodech kluzáků a také při provádění vleků z polí a vícevleků kluzáků.



Obr. 3-2 Vlevo: Z-37 Čmelák, vpravo: L-60 Brygadýr.

3.3 Od 90. let

V roce 1989 se objevila možnost nákupu západních technologií, leteckých komponentů a celých letounů.

Tento fakt se projevil jak u výrobců letounů, vznikem nových typů a modifikací využívající výkonnější americké motory (např. vznik Zlinu Z-242 a Z-143L), tak nákupem vlečných letounů západních výrobců. Nadále však nosným typem vlečných letounů v ČR je řada Trenér otrokovických Zlinů.

Velký význam má také změna legislativy a integrace do leteckých organizací, jako jsou JAA, EASA, vytvářející letecké předpisy. Tyto předpisy udávají přísnější standardy bezpečnosti a kladou větší nároky na údržbu, tím i zdražují výslednou cenu letové hodiny.

Mezi změny legislativy lze zařadit i vznik nové kategorie letadel – sportovních létajících zařízení, letadel s nízkou maximální vzletovou hmotností, které nemusí splňovat přísné limity kladené na konstrukci, certifikaci a údržbu, jak je tomu u klasických vlečných letounů.

Dnes, v roce 2010, začínají mnozí provozovatelé nahrazovat klasické vlečné letouny sportovními létajícími zařízeními, které kvůli nižší spotřebě paliva, moderní konstrukci a méně náročné údržbě dosahují nižších nákladů na letovou hodinu. To, zda-li životnost těchto strojů bude při provádění aerovleků dostatečná, stejně tak jako snížené nároky na údržbu přinesou dostatečnou bezpečnost, ukáže až čas.

4 Současné požadavky na vlečné letouny

Na současné vlečné letouny je kladeno několik rozdílných požadavků než na letouny používané v ostatních odvětvích letectví. Některé tyto požadavky jsou dány předpisem, jiné nároky provozovatelů a dají se začlenit podle zaměření do několika skupin.

V této práci jsem požadavky rozdělil na čtyři základní skupiny:

- požadavky na výkonnost
- požadavky na konstrukci
- požadavky na bezpečnost
- požadavky na ekonomiku provozu

Jednotlivé požadavky jsou zatíženy interakcí s požadavky jinými, tudíž při změně jednoho požadavku dochází ke změně požadavku jiného.

4.1 Požadavky na výkonnost

Vlečné letouny musí mít dostatečnou výkonnost pro zajištění bezpečného provedení všech fází letu, obzvláště pro samotný vzlet a stoupání při dodržení bezpečných výšek nad překážkami.

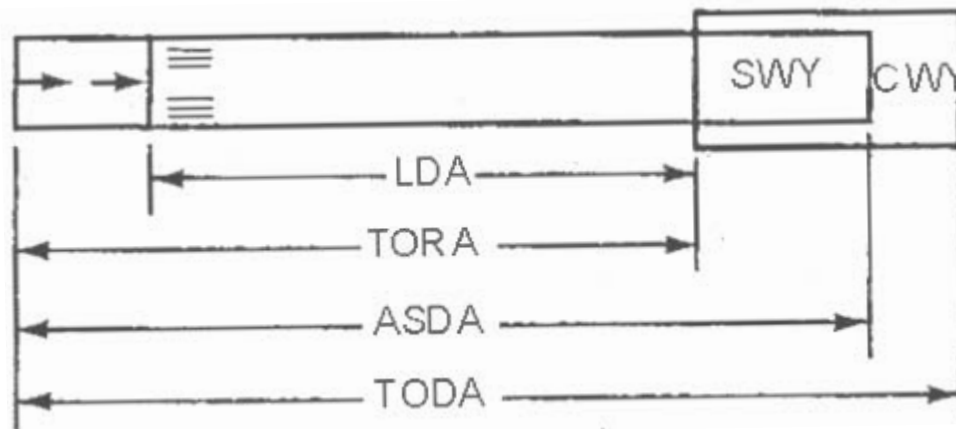
Při výběru letounu musí být brány v úvahu parametry letiště nebo pole, na kterém bude provozovatel vleky provádět, převažující meteorologické podmínky v dané oblasti, které ovlivňují jak výkonnostní charakteristiky letounu, tak výkon pohonné jednotky, ale i tah, který musí předat vlečný letoun vlečenému kluzáku, neboť jeho výkonnostní charakteristiky jsou meteorologickými prvky rovněž ovlivněny. Dále by měl provozovatel při výběru vlečného letounu uvážit hmotnosti a aerodynamické charakteristiky kluzáků nebo vlečných transparentů, které má v úmyslu vlekat.

4.1.1 Vzlet

Při provádění bezpečného vzletu musí být bráno v úvahu několik parametrů:

o Parametry letiště

- zpevněná / nezpevněná (travnatá) RWY
- vyhlášené délky: TORA, TODA, ASDA (Obr. 4-1)
- sklon dráhy
- stav RWY – kontaminace vodními částicemi, nerovnosti, výška porostu u travnatých RWY
- směr RWY
- únosnost dráhy



Obr. 4-1 Vyhlášené délky vzletu a přistání

- o Meteorologické podmínky
 - hustota vzduchu – tlak, teplota a výška
 - směr a rychlost větru
 - meteorologické jevy
- o Charakteristiky kluzáku
 - vzletová hmotnost
 - aerodynamická jemnost
 - vzletová rychlost
- o Charakteristiky vlečného letounu
 - vzletová hmotnost
 - aerodynamická jemnost
 - výkon a účinnost pohonného ústrojí
 - vzletová rychlost

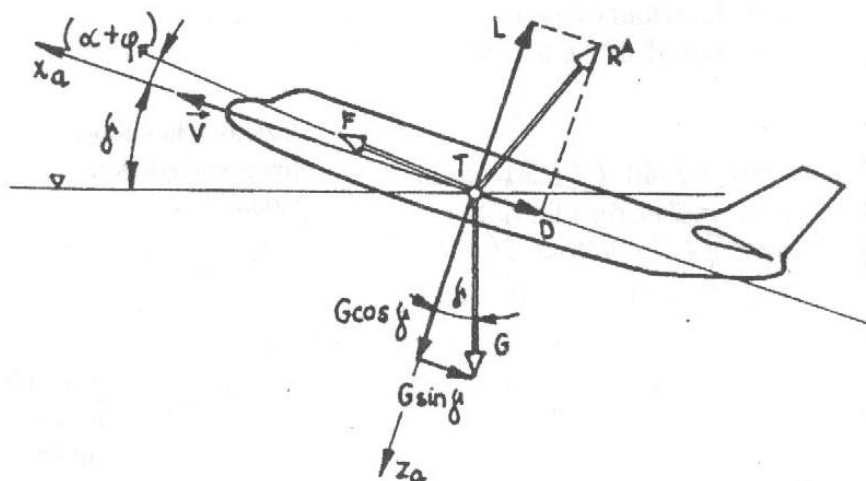
Grafy zhodnocující parametry pro vzlet jsou uvedeny v letové příručce daného letounu. Tyto grafy však nezahrnují bezpečnostní koeficienty a tah předávaný vlečenému kluzáku, transparentu. Je tedy nutné výsledky zjištěné z grafu přepočítat.

U vlečných letounů je požadavek na nízkou vzletovou rychlost, vzletová rychlost většiny kluzáků je v rozmezí 50-80 km/h. Pro pilota kluzáku je nesnadné letět při vzletu aerovlekem vysokou rychlostí nízko nad zemským povrchem. Pokud by pilot kluzáku při vzletu provedl let ve větší výšce, dojde k nadzvedávání zadní části vlečného letounu, což může vést až k letecké nehodě.

4.1.2 Stoupání

Na požadavek stoupavosti je kladen u vlečných letounů velký důraz, zajišťuje nám bezpečný výškový rozestup od překážek a umožňuje dostat vlečený kluzák do stanovené výšky co nejrychleji, což má vliv i na ekonomické a provozní parametry.

Pokud budeme uvažovat stoupání jako symetrický přímočarý let ve vertikální rovině bez vybočení a kladném sklonu dráhy letu (kladném úhlu stoupání, $\gamma > 0$), můžeme znázornit a vyjádřit síly působící na letoun na následujícím obrázku (Obr 4-2)



Obr. 4-2 Síly působící na letoun v ustáleném stoupavém letu.

Pro malé úhly náběhu je možné rovnice rovnováhy v uvažovaném ustáleném stoupavém letu zapsat ve zjednodušeném tvaru:

$$F = D + G \times \sin \gamma$$

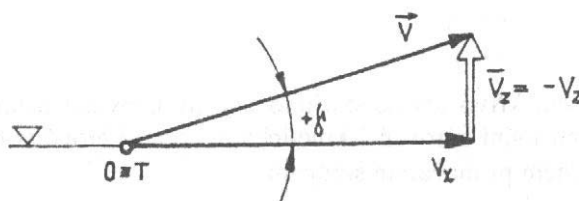
$$L = G \times \cos \gamma$$

Uvážíme-li také vztahy pro výpočet výsledné vztlakové síly a odporu,

$$L = C_L \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

$$D = C_D \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

pak lze z těchto vztahů určit, při jakých parametrech bude mít letoun největší stoupací rychlost, vertikální složku rychlosti letu letounu (V_z).



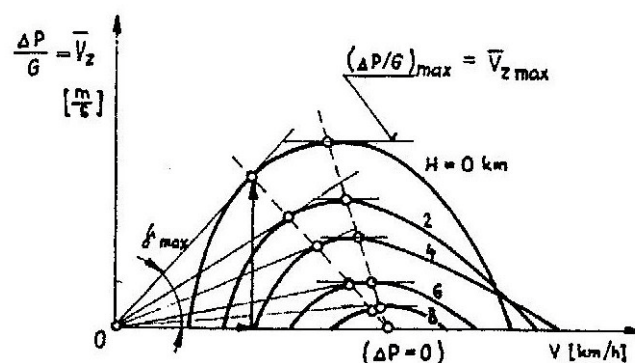
Obr. 4-3 Vztah mezi rychlostí letu (V), horizontální a vertikální složkou rychlosti (V_x a V_z) a úhlem stoupání (γ).

Letoun tedy bude mít největší stoupací rychlost, pokud rozdíl vztlaku (L) a gravitační síly působící na letoun (G) bude co nejvyšší. Toho lze docílit za daných meteorologických podmínek snížením hmotnosti letounu (negativní vliv na cenu letounu při zachování pevnosti konstrukce) nebo zvýšením vztlaku. Vyjdeme-li ze vztahu pro výpočet vztlakové síly, zjistíme, že zvýšení vztlaku je možné, pokud zvýšíme součinitel vztlaku (C_L) – zvýšením úhlu náběhu nebo zakřivení profilu, zvýšení rychlosti letu nebo plochy křidel. Zvýšení úhlu náběhu je možné pouze do dosažení kritického úhlu náběhu, poté by nastal pád. Zvyšování úhlu náběhu rovněž přináší zvýšení odporu, stejně tak jako zvyšování rychlosti letu, zakřivení profilu a zvětšení plochy křidel (navíc přináší i zvýšení hmotnosti). Pro překonání zvýšeného odporu je nutno použít výkonnější pohonnou jednotku, s čímž je spojena vyšší spotřeba pohonných hmot, nutnost pevnější konstrukce a tím i vyšší hmotnost celého letounu.

Obecně lze tedy říci, že letoun dosáhne vysoké stoupavosti, pokud:

- bude mít nízkou hmotnost.
- bude aerodynamicky jemný.
- bude mít výkonnou pohonnou jednotku.

Na stoupavost mají vliv i meteorologické podmínky, obzvláště hustota vzduchu. Hustota vzduchu je přímo úměrná tlaku vzduchu a nepřímo úměrná teplotě a plynové konstantě vzduchu. Hustota obecně klesá s výškou a má vliv na vztlak, odpor, rychlostní charakteristiky a výkon pohonné jednotky. Obr. 4-4 zobrazuje průběh rychlosti stoupání a úhlu stoupání na rychlosti a výšce letu – hustotě vzduchu.



Obr. 4-4 Závislost stoupací rychlosti na výšce a rychlosti letu.

Budeme-li zvyšovat výšku letu postupně, bude klesat stoupací rychlost, až dosáhneme bodu, u kterého bude maximální rychlost vodorovného letu rovna rychlosti stoupací a rychlosti pádové – dosáhneme maximálního dostupu letounu. Při charakteristickém provozu vlečných letounů maximálního dostupu není využíváno, ale úbytek stoupací rychlosti s výškou je při vlecích znatelný. Při vlecích do vysokých nadmořských výšek (např. při vlečení do podmínek dlouhé vlny) je dobré mít letadlo vybavené motorem s turbokompresorem.

Všechny výše rozvedené parametry neplatí pouze pro vlečné letouny, ale i kluzáky s tím, že dopřednou složku síly (F) odebírají vlečnému letounu za pomoci vlečného lana, snižují výkonnost vlečného letounu.

Nejvyšší stoupavosti dosahují pístové letouny při rychlosti, kdy podíl součinitele vztlaku k součiniteli odporu je nejvyšší ($C_L / C_D = \max.$). U kluzáků je tento let znám jako let, při které uletí nejdelší vzdálenost za jednotku výšky, let při nejmenším odporu. Tyto rychlosti se u vlečných letounů a kluzáků mohou značně lišit a tím značně snížit výkonnost celého vleku. Tento fakt by měl být brán v úvahu při výběru vlečného letounu, obzvláště pokud provozovatel plánuje vlekat historické kluzáky. V případě použití moderních víceúčelových vlečných letounů může rozdíl optimálních rychlostí činit až 80 km/h.

4.1.3 Cestovní let

Na cestovní let nejsou kladeny u vlečných letounů zvláštní požadavky.

4.1.4 Kroužení

Obvykle dochází k odpojení kluzáku při ustředění v termickém stoupavém proudu. Tento stoupavý proud má kruhový průřez, proto je vhodné mít vlečný letoun s dobrými letovými vlastnostmi v kroužení na nízkých rychlostech.

4.1.5 Klesání

Pro letouny s pístovými motory je vhodné mít letoun vybaven prostředky pro zvýšení aerodynamického odporu (klesání na zvýšeném výkonu motoru) nebo klapkou pro regulaci průtoku vzduchu proudícího kolem motoru. Tyto prostředky umožňují intenzivní klesání bez podchlazování pístového vzduchem chlazeného motoru.

4.1.6 Přistání

Je vhodné, aby vlečný letoun měl krátkou potřebnou délku pro přistání, umožňující mu přistát na krátkých letištích s vlečným lanem při dodržení bezpečnostního rozestupu lana od překážek.

4.2 Požadavky na konstrukci

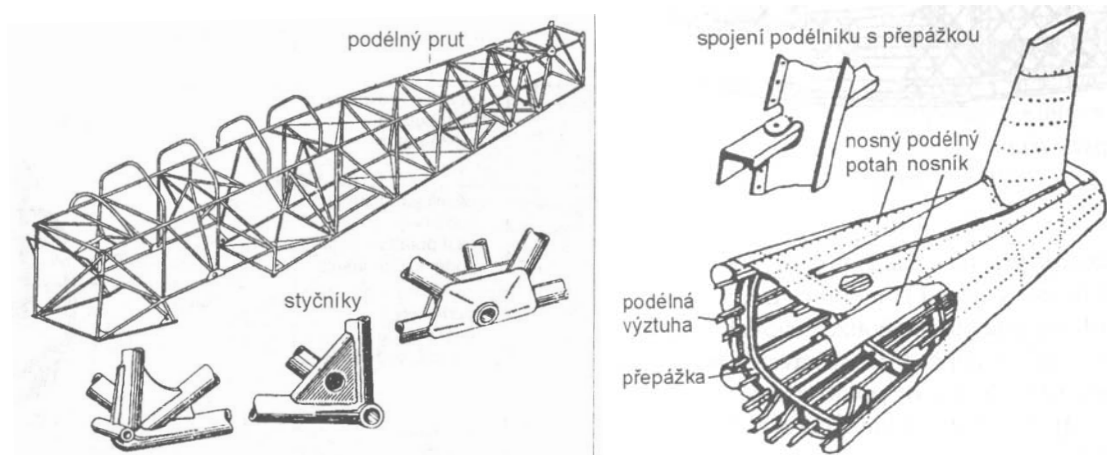
Vlečný letoun musí být zkonstruován tak, aby plnil výše uvedené požadavky na výkonnost, ale také požadavky na bezpečnost a ekonomiku provozu.

Co se týče zatížení, konstrukce vlečných letounů musí na rozdíl od ostatních letounů přenášet i tahové zatížení přenášené vlečným lanem od kluzáku.

4.2.1 Konstrukce trupu

U vlečných letounů se obvykle používají trupy s nenosným potahem, prutové konstrukce nebo nosníková poloskořepina, kde nosný potah zajišťuje přenos krutu.

Tyto typy konstrukce dobře přenášejí všechny typy zatížení od vlečného zařízení.



Obr. 4-5 Vlevo: prutová konstrukce trupu, vpravo: nosníková poloskořepinová konstrukce trupu.

4.2.2 Okna pilotní kabiny

Dobrý výhled z pilotní kabiny vlečných letounů, létajících za VFR (Visual Flight Rules) do prostoru s vysokou hustotou provozu, je nutný. Kabina by proto měla být bohatě prosklená a to i nad hlavou pilota (to umožňuje kontrolu rozestupů od kluzáků při vleku v termickém stoupavém proudu).



Obr. 4-6 Bohaté prosklení vlečného letounu Z-226MS.

4.2.3 Křídlo

U vlečných letounů se používá jak hornoplošného, tak dolnoplošného uspořádání křídla obvykle křídla poloskořepinové konstrukce. Křídlo vlečného letounu by mělo být zkonstruováno tak, aby docházelo k odtržení proudnic nejdříve v oblasti nezasahující řídicí prvky klonění.

Vlečné letouny bývají vybaveny prostředky pro zvýšení vztlaku z důvodu snížení vzletové a přistávací rychlosti.

4.2.4 Ocasní plochy

U vlečných letounů se nejčastěji používá klasické uspořádání ocasních ploch.

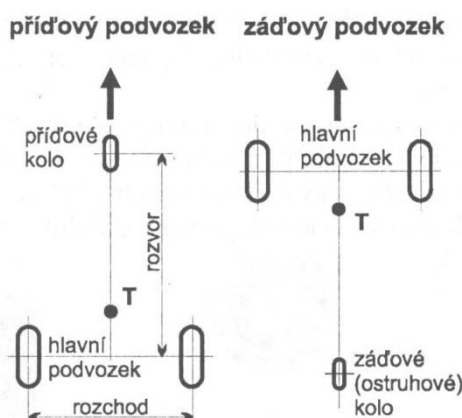
4.2.5 Podvozek

Používá se jak podvozek s předovým kolem, tak podvozek se zádovým kolem.

Výhoda koncepce s předovým kolem spočívá v lepším výhledu s přirozenou polohou při pojíždění a startu. Při přistání se letoun klopí na předový podvozek, a proto je možné intenzivněji brzdit, nehrozí překlacení na před. Předový podvozek je také lépe stabilní ve směru a je lépe veden do zatáčky.

Výhoda zádového uspořádání je zejména menší hmotnost. Letoun má po dosednutí větší odpor, tím není nutné tak intenzivně využívat brzdy.

Podvozek by měl odolávat zvýšenému namáhání a dostatečně tlumit rázy, vznikající při přistání na nerovné, nezpevněné dráhy.



Obr. 4-7 Typy používaných podvozků.

4.2.6 Pohonná jednotka

Nejpoužívanější pohonnou jednotkou u vlečných letounů jsou pístové motory v kombinaci s pevnou nebo stavitelnou vrtulí. Ty mají dostatečný výkon pro použití ve vlečných letounech a ve srovnání s turbovrtulovými motory mají nižší provozní náklady, jsou méně technicky náročné.

Turbovrtulové motory ve srovnání s pístovými vynikají nižší hmotností, dosahují větších výkonů (tahu) a nemají problémy s podchlazováním při rychlém sestupu na snížený výkon motoru.

4.2.7 Vlečné zařízení

Vlečné zařízení je certifikovaný výrobek na určitý typ letounu, který umožňuje bezpečné připojení vlečného lana k letounu. Vlečné zařízení je zkonstruováno tak, aby

přenášelo zatížení od vlečného lana do konstrukce trupu vlečného letounu, aniž by docházelo k poškození této konstrukce.

Nejrozšířenějším systémem vlečného zařízení je konstrukce umístěná v ocasní části letounu umožňující uchycení oka vlečného lana.

Dalším používaným systémem je naviják vlečného lana. Elektrický naviják umístěný v trupu vlečného letounu umožňuje navíjení a odvíjení vlečného ocelového lanka. Ocelové lanko, jehož konec je opatřen kroužkem pro uchycení v kluzáku nebo transparentu, je vyvedeno z trupu v ocasní části letounu. Tento systém umožňuje pilotovi vlečného letounu lano před přistáním navinout, tím zvýšit bezpečnost a zkrátit délku přistání.



Obr. 4-8 Naviják vlečného lana na letounu Z-143L.



Obr. 4-9 Vlečné zařízení letounu Z-226MS.

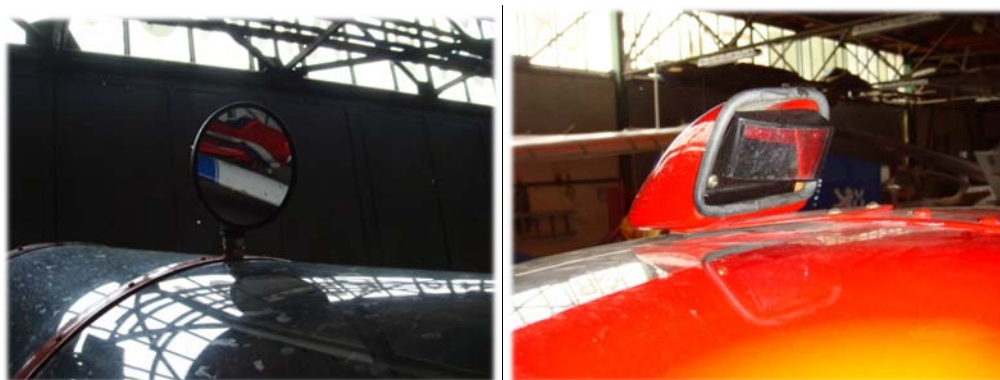
4.3 Požadavky na bezpečnost

Pro zajištění dostatečné bezpečnosti při vlekání musí být vlečné letouny vybaveny speciálním příslušenstvím pro kontrolu a přerušení vleku. Měli by také splňovat požadavky na pevnost konstrukce a obnovení říditelnosti z neobvyklých poloh.

4.3.1 Zařízení pro kontrolu letu

Předpisem L2 je dáno, že každý vlečný letoun musí být vybaven zpětným zrcátkem. Toto je umístěno v zorném poli pilota a umožňuje mu kontrolovat, zda vlek probíhá v rámci bezpečnosti a postupů daných pro provádění vleků. Toto zpětné zrcátko bývá u nejmodernějších letounů nahrazeno kamerou, která zobrazuje na MFD (Multi Function Display) obraz vleku.

Pokud by pilot zpozoroval ve zpětném zrcátku, na display nestandardní, nebezpečný průběh vleku, musí vlek přerušit.



Obr. 4-10 Zpětná zrcátka pro kontrolu aerovleku.

4.3.2 Zařízení pro přerušení vleku

Nutnost vybavení vlečného letouny prostředkem pro přerušení vzletu je také dáno předpisem L2.

Toto zařízení umožňuje pilotovi vlečného letounu při jakémkoliv nestandardním průběhu vleku nebo nebezpečné situaci (ztráta tahu pohonné jednotky, nezvládnutí vleku pilotem kluzáku) přerušit vlek. Také umožňuje odhození vlečného lana, transparentu před přistáním, pokud přistání s vlečným lanem není možné nebo bezpečné. Způsob přerušení je závislý na typu vlečného zařízení. Pokud je použito vlečného háčku, dojde při přerušení k odklopení tohoto háčku a uvolnění lana. Při použití navijáku vlečného lana jsou na výstupu lana z trupu umístěny nůžky, které vlečné lano ustříhnou. Oba tyto systémy jsou ovládány z pilotní kabiny.



Obr. 4-11 Zařízení pro přerušení aerovleku letounu Z-143L.

4.3.3 Uzpůsobení letounu pro opuštění padákem v nouzi

Při všech vlecích do oblasti termického stoupání, místa výskytu velkého počtu letadel v malém prostoru, by měli být piloti vybaveni pilotním padákem - letoun musí být uzpůsoben pro opuštění za letu při nouzových situacích.



Obr. 4-12 Ovladače systému odhazování kabiny.

4.3.4 Pojistka vlečného lana

Vlečné lano musí být opatřeno trhací pojistkou, které v případě překročení předepsané síly na vlečném laně rozpojí vlek. Hodnota síly této pojistky je uvedena v letové příručce vlečného letounu i kluzáku. Vždy musí být použita pojistka s menší hodnotou, aby nedošlo k porušení konstrukce kluzáku nebo vlečného letounu.

4.4 Požadavky na ekonomiku provozu

Účelem vlečného letounu je uvést bezpečně kluzák do určité výšky ve stoupavém proudu nebo provést převlek kluzáku na jiné místo. Službou vykonávanou vlečným letounem může také být provedení reklamy za pomoci vlečeného transparentu. Jak pilot kluzáku, tak reklamovaná firma bude tuto službu chtít provést za co nejnižší částku, požadavek na ekonomiku provozu vlečného letounu je určující faktor při výběru vlečného letounu.

Provozovatelé vlečných letounů tyto služby prodávají za náhradu vyjádřenou v ceně za letovou hodinu nebo v ceně za výšku poskytnutou kluzáku.

Při určování výše uvedených cen by mělo být bráno v úvahu:

- pořizovací cena letounu a jeho životnost
- limitované celky s omezenou životností
- údržba letounu
- cena pojistek a ostatních fixních nákladů
- cena, spotřeba paliva a provozních kapalin letounu
- roční nálet hodin letounu

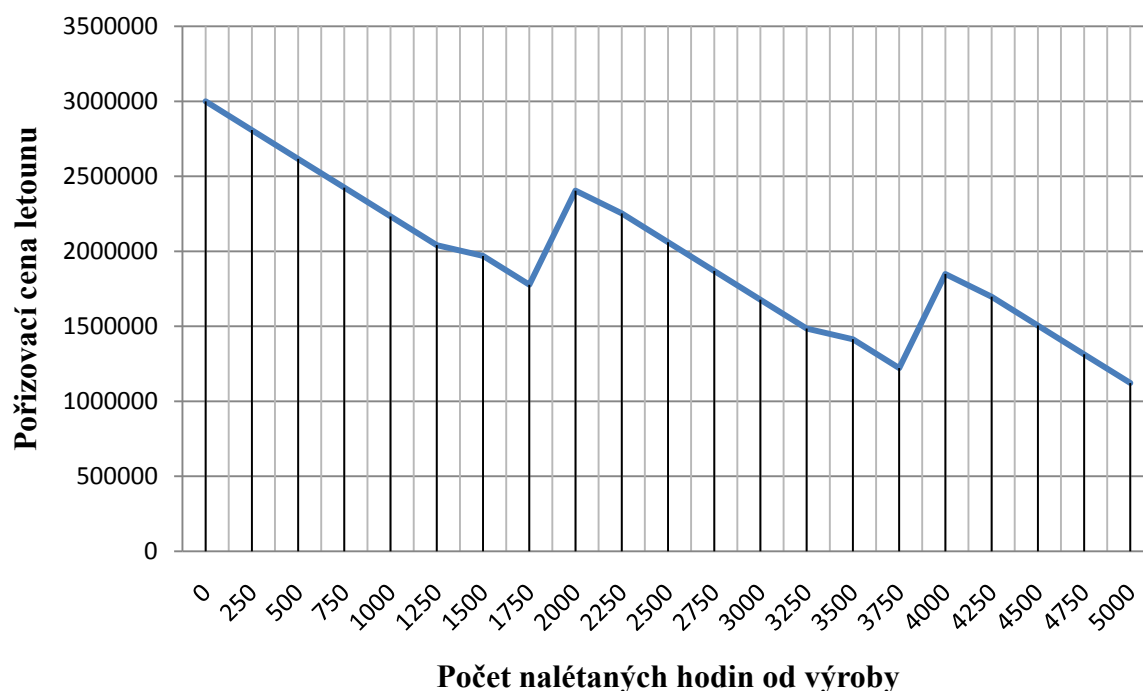
Pro demonstraci způsobu tvoření a průběhů cen letových hodin v závislosti na dalších parametrech budu používat vzorový letoun.

Aby vzorový letoun co nejvíce reprezentoval skutečnost, je osazen nejpoužívanějšími komponenty a bude mít standardní životnost těchto dílů i celého vlečného letounu.

4.4.1 Pořizovací cena letounu a jeho životnost

Pořizovací cena je jeden z klíčových parametrů výběru vlečného letounu. Cena nákupu musí být porovnávána se zbývajícím životností letounu a rozpočítána do ceny jednotlivé letové hodiny. Pořizovací cena letounu však nezáleží jen na zbývajícím životnosti celého draku, ale také na stáří a počtu nalétaných hodin jednotlivých celků s omezenou životností (motoru, vrtule, podvozků, hadic aj.).

Vzorový letoun má pořizovací cenu 3.000.000,- Kč a všechny celky s omezenou životností jsou nové.



Graf 4-1 Závislost pořizovací ceny vzorového letounu na stáří a počtu nalétaných hodin celků s omezenou životností.

Výše uvedený graf 4-1 je optimalizován pro roční nálet hodin k dobové životnosti omezených celků. Pokud by byl roční nálet nižší, dojde k dobovému propadnutí životnosti omezeného celku a tím zhoršení ekonomiky provozu, snížení ceny letounu.

4.4.2 Limitované celky s omezenou životností

Ne jenom drak letadla, ale i komponenty (motor, vrtule, hadice, baterie, avionika, podvozkové nohy, atd.) mají omezenou životnost. Ta je uvedena v příručce údržby v části limitovaných celků s omezenou životností. Životnost je obvykle omezena stářím a počtem letových hodin, někdy také počtem cyklů.

Po dosažení jednoho z omezení životnosti limitovaného celku je nutné tento celek vyměnit nebo provést generální opravu. Provedení opravy nebo výměny je finančně náročné, musí být započítáno do ceny letové hodiny.

V následující tabulce *Tab. 4-2* jsou uvedené životnosti vzorového letounu a ceny těchto prvků.

Limitovaný prvek		Životnost	Cena v Kč
Drak	Zlin	6000 / 12000 letových hodin	
Motor	Lycoming AEIO-540	2000 letových hodin / 12 let	630 000 (GO)
Vrtule + regulátor	MT Propeller MT9	1500 letových hodin / 6 let	78 000 (GO)
Hadice		5 let	20 000
Hadice		bez limitované životnosti	120 000
Podvozek hlavní		2000 letových hodin / 6000 startů	75 000
Příďový podvozek		5000 letových hodin / 15000 startů	130 000
Baterie		5 let	12 000

Tab. 4-2 Seznam limitovaných celků s omezenou životností vzorového letounu

Vzorový letoun je vybaven celosvětově nejrozšířenějším americkým šestiválcovým pístovým motorem Lycoming se zdvihovým objemem 9 l, třilistou dřevěno-kompozitovou vrtulí MT propeler, konfigurací odpovídající mnohým vlečným letounům.

Z výše uvedené tabulky je patrné, že největší finanční zátěž na letovou hodinu způsobuje generální oprava motoru a vrtule, je důležité optimalizovat jejich dobovou životnost s počtem nalétaných hodin za rok. Optimalizace životnosti motoru v tomto případě by znamenala nalétat minimálně 167 hodin, u vrtule by to bylo 250 hodin ročně. Pokud provozovatel nenalétá na letounu stanovené hodiny během dobové životnosti prvku, projeví se to negativně na výsledné ceně letové hodiny.

4.4.3 Údržba letounu

Parametrem výrazně ovlivňujícím provozní náklady letounu je povinná údržba. Seznam povinné údržby je uveden v servisním manuálu každého letounu, který je aktualizován servisními bulletiny a schválen úřadem pro civilní letectví. Při nedodržení předepsané údržby letoun ztrácí letovou způsobilost.

Rozsah prováděných prací se může u jednotlivých typů i konkrétních letounů výrazně odlišovat – je jedním z hlavních hledisek při výběru vlečného letounu.

Následující tabulka, Tab. 4-3, uvádí seznam údržby prováděné na vzorovém letounu.

Typ prohlídky		Obnova	Cena v Kč
Draku	roční	ročně	42000
	100 hodinová	po 100 letových hodinách od roční prohlídky	36000
	500 hodinová	při 500, 1500, 2500... letových hodinách	20000
	1000 hodinová	při 1000, 2000, 3000... letových hodinách	90000
Motoru	25 hodinová	prvních 25 letových hodin po GO motoru	6000
	50 hodinová	50 letových hodin	6000
Komponenty	XPDR	2 roky	6000
	letové přístroje	3500h MTBF	dle stavu
	pneu	8 let / dle stavu	16000

Tab. 4-3 Seznam povinné údržby vzorového letounu.

Z výše uvedené tabulky vyplívají další fixní, roční náklady na provoz letounu, které zdražují letovou hodinu při nízkém náletu.

Údržba letových přístrojů je uvedena v době mezi selháním (Mean Time Between Failure), po této době je přístroj nutno prohlédnout a určit rozsah opravy.

V cenách nejsou zahrnuty vícepráce, nalezené závady nad rámec prohlídek.

4.4.4 Cena pojistek a ostatních fixních nákladů

Každé provozované letadlo musí mít uzavřené zákonné ručení za škody, způsobené provozem letadla vůči druhým osobám. Cena tohoto pojištění bývá pro letouny s hmotností do 7600kg fixní – 5500 Kč. Dále je letoun možné pojistit komplexně – proti odcizení, zničením přírodním živlem a pro případ havárie. Pojišťovny si za něj účtují okolo 1,3% pojistné ceny letounu ročně. V případě, že vlečný letoun je víceúčelový a je provozován i pro lety s cizí osobou na palubě, je nutné mít uzavřené pojištění sedadel.

Při provozu letounu je také nutné platit poplatek za používání radiostanice, poplatky ÚCL, servisní bulletiny a zpracování a vystavení systému řízené údržby – CAMO.

	obnova	cena v Kč
zákonné pojištění	roční	5500
havarijní pojištění	roční	62000
pojištění sedadel	roční	22000
rádio	roční	1200
ÚCL	roční	1000
CAMO	roční	6000
Bulletiny	roční	500

Tab. 4-4 Seznam ročních fixních nákladů vzorového letounu.

4.4.5 Cena, spotřeba paliva a provozních kapalin letounu

Při výpočtu ceny letové hodiny je třeba přihlédnout k ceně a spotřebě paliva a provozních kapalin. U vlečných letounů je nutné brát v úvahu, že velká část vleku probíhá na maximální trvalý výkon pohonné jednotky, čemuž odpovídá i spotřeba pohonných hmot. Dále je nutné zahrnout spotřebu oleje.

Nejrozšířenějším druhem paliva používaným pro vlečné letouny je AVGAS 100LL (AViation GASoline). Některé letouny jsou uzpůsobeny a schváleny pro použití automobilového benzínu. Motory turbovrtulových letounů spalují letecký petrolej.

V ČR je možné provádět aerovleky jako leteckou práci s možností používání leteckého paliva AVGAS a leteckého kerosenu. Při těchto letech však musí provozovatel zajistit splnění požadavků předpisu L6, provozní postupy a letoun musí pilotovat obchodní pilot letounů. Po splnění těchto požadavků může provozovatel používat palivo bez spotřební daně.

Produkt	Cena bez spotřební daně v Kč bez DPH na 1l	Spotřební daň v Kč na 1l	Celková cena s 20% DPH na 1l
AVGAS 100LL	24,89	13,71	46,32
Letecký petrolej	15	10,95	31,14
Automobilový benzín			32,3
Olej Aeroshell pro pístové motory			214

Tab. 4-5 Ceny paliv a provozních kapalin k 15. 5. 2010

Nastavení přípusti	Otáčky vrtule / min.	Spotřeba paliva v l / h
Maximální trvalý výkon 100 % MC	2400	74
75% MC	2200	53
65% MC	2000	38

Tab. 4-6 Spotřeba paliva vzorového vlečného letounu

4.4.6 Roční nálet letových hodin

Výše uvedené náklady lze rozdělit na ročně fixní, náklady nezávislé na ročním náletu a náklady závislé na ročním náletu.

Ročně fixní náklady jsou náklady spojené s administrativou, pojištěním, údržbou a výměnou komponentů, které jsou nezávislé na počtu nalétaných hodin, přistání. Pro snížení cenového zatížení letové hodiny těmito náklady je vhodný co největší roční nálet hodin.

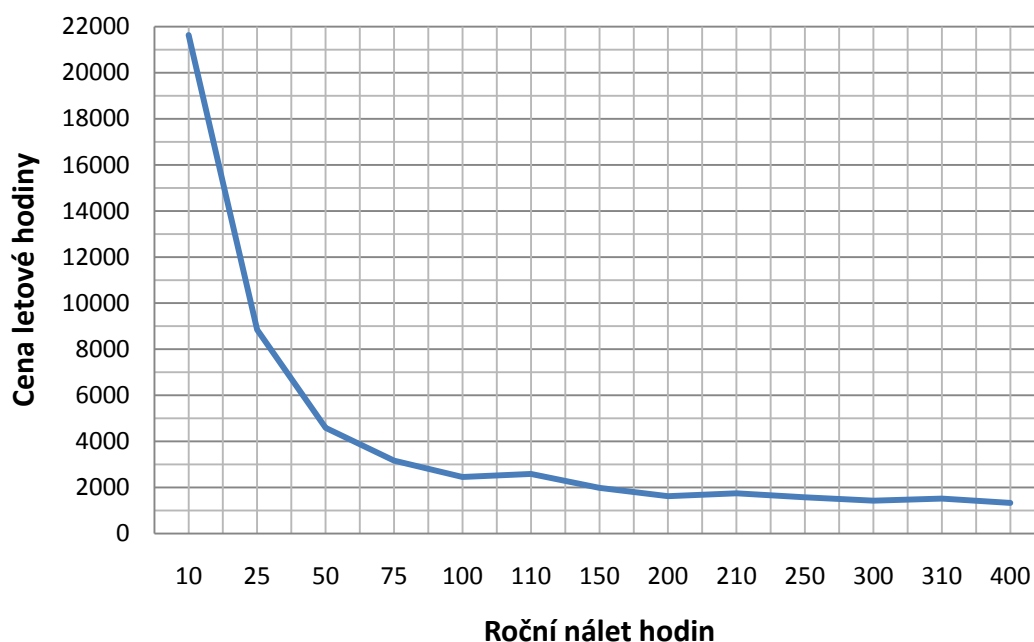
Náklady nezávislé na ročním náletu jsou náklady, které neovlivňují cenu letové hodiny z pohledu ročního náletu hodin. Tyto náklady mají fixní cenu na jednu letovou hodinu z důvodu neomezené dobové životnosti komponentů nebo dobové platnosti údržby.

Náklady závislé na ročním náletu jsou náklady způsobené komponenty nebo údržbou, které jsou omezeny jak počtem letových hodin, tak dobovou životností, platností údržby. U těchto nákladů lze spočítat minimální roční nálet letových hodin pro optimalizování nákladů. Například pokud životnost motoru je 2000 letových hodin a 12 let je minimální optimalizovaný roční nálet hodin cca $167(2000 / 12 = 167)$. Při překročení minimálního optimalizovaného náletu hodin je cena do letové hodiny konstantní. Pokud by nedošlo k nalétání minimálního optimalizovaného počtu letových hodin, cena do letové hodiny by byla vypočítána jako podíl dobové životnosti motoru a ceny motoru – se snižováním počtu ročně nalétaných hodin by stoupala cena letové hodiny.

Tabulka 4-7 uvádí roční náklady a ceny letové hodiny vzorového letounu při náletu 200 letových hodin ročně. Roční nálet 200 letových hodin je u vzorového letounu nad minimálním optimálním náletem hodin pro motor, životnost motoru bude vybrána počtem letových hodin a nebude zvyšovat nadměrně cenu letové hodiny. V případě životnosti vrtule je nálet 200 hodin ročně nízký, nižší než minimální optimální nálet, a životnost vrtule bude ukončena dobově, zatíží cenu letové hodiny více než při optimálním náletu.

Náklady		Obnova	Cena v Kč	Min. optim. nálet hodin	Cena na 1 l.h. v Kč	Cena ročně v Kč, při náletu 200h
Fixní roční	zákonné pojištění	roční	5500			5500
	havarijní pojištění	roční	62000			62000
	pojištění sedadel	roční	22000			22000
	rádio	roční	1200			1200
	ÚCL	roční	1000			1000
	CAMO	roční	6000			6000
	Bulletiny	roční	500			500
	roční prohlídka	roční	42000			42000
	XPDR	2 roky	6000			3000
	pneu	8 let	16000			2000
	baterie	5 let	12000			2400
Náklady nezávislé na ročním náletu	100 h prohlídka draku	100 l.h.	36000		360	36000
	500 h prohlídka draku	500 l.h.	20000		40	8000
	1000 h prohlídka draku	1000 l.h.	90000		90	18000
	50 h prohlídka motoru	50 l.h.	6000		120	24000
	100h prohlídka vrtule	100 l.h.	1200		12	2400
	podvozek hlavní	2000 l.h.	75000		37,5	7500
	podvozek příďový	5000 l.h.	130000		26	5200
Náklady závislé na ročním náletu	GO motoru	2000 l.h. / 12 let	630000	167	315	
	GO vrtule	1500 l.h. / 6 let	78000	250		13000
Roční náklady při náletu 200 h						324700
Náklady na l.h.(letovou hodinu) při náletu 200 h ročně bez paliva						1623,5

Tab. 4-7 Náklady a výpočet ceny letové hodiny bez paliva vzorového vlečného letounu při náletu 200 hodin ročně.



Graf 4.8 Vliv nalétaných hodin na cenu letové hodiny bez paliva.

Z výše uvedeného grafu 4.8 je patrné, že cena letové hodiny vzorového letounu klesá s počtem nalétaných hodin. Pokles je způsoben výše uvedenými ročními fixními náklady a náklady závislými na ročním náletem. Tento pokles je obvyklý u všech současných letounů a měl by být brán při výběru vlečného letounu, obzvláště provozovatelé s ročním náletem na vlecích do 100h. Tito provozovatelé by měli uvažovat o pořízení univerzálního vlečného letounu, sloužícího i pro výcvik, turistické lety, fotolety.

Náklady na pořízení letounu v Kč	3 000 000 / 12000	250
Cena letové hodiny bez paliva a nákladů na pořízení letounu v Kč při náletem 200 letových hodin		1623,5
Cena paliva na letovou hodinu v Kč	24,9 * 55	1370
Celková cena letové hodiny		3242,5 Kč

Tab. 4-9 Celková cena letové hodiny.

Pro určení celkové ceny letové hodiny vzorového letounu je k suché ceně uvedené v tabulce třeba připočíst pořizovací cenu vlečného letounu, podělenou zbývajícím životností letounu, spotřebu paliva při určitém druhu provozu a jeho aktuální cenu, dřívější výměnu podvozků při aerovlekovém provozu (krátké lety), cenu za opravu po opotřebení částí nezahrnutých v servisním manuálu, poškození letounu. Ceny uvedené v tabulce 4-7,4-8,4-9 jsou bez DPH a ceny paliva bez spotřební daně.

4.4.7 Výška / cena.

Vlečné letouny bývají ekonomicky posuzovány podle ceny, za kterou vlečný letoun vytáhne kluzák do určité výšky, a poté přistane. Při tvoření této ceny je třeba uvážit výkonnostních charakteristik vlečného letounu (jak pro stoupání, tak i klesání), délku letu a celkovou cenu letové hodiny.

5 Letouny používané pro vlekání

- letouny používané ve světě
- letouny používané v ČR
- sportovní létající zařízení

5.1 Letouny používané ve světě

Světově nejrozšířenějšími vlečnými letouny jsou americké letouny Piper PA-25 Pawnee, který se používá napříč kontinenty, od Ameriky přes Afriku, až po Austrálii. V řadě zemí s vlastním rozvinutým leteckým průmyslem se používají vlečné letouny tuzemské výroby. Mezi takovéto země patří například Francie, Německo, Rakousko, ČR, Rusko, Itálie, Velká Británie a mnoho dalších.

Jednoúčelové:

- Piper PA-25-150 Pawnee
- Piper PA-18
- Bellanca Citabria
- Pik 27

Víceúčelové:

- Maule M-7
- Cessna C172FR
- PZL-104 Wilga
- Socata Rallye

5.1.1 Piper PA-25 Pawnee

Piper PA-25 B Pawnee je světově nejrozšířenějším vlečným letounem, zkonstruovaný Frederickem Weickem, pro zemědělské účely. Americkou firmou Piper bylo v letech 1959 – 1982 vyrobeno více než 5200 těchto letounů. V roce 1998 odkoupila kompletní licenci na výrobu a údržbu argentinská firma Laviasa aviación, která produkuje tyto letouny v modernizované podobě do dnešních dnů. Letoun je jednomotorový dolnoplošník, jednoduché příhradové konstrukce potažené nenosným,

částečně plátěným potahem, poháněný americkým šestiválcovým pístovým motorem Lycoming O-540 o výkonu 175 kW. Úzký trup letounu je vybaven klasickým podvozkem s ostruhovým kolem, který je přizpůsobený pro provoz z nezpevněných letišť a polí. Letoun je díky své vysoké výkonnosti, silné pohonné jednotce schopen vleku moderních kluzáků s vysokou vzletovou hmotností a také rozměrných transparentů. To se však negativně projeví v ekonomice provozu. Letoun je díky své jednoúčelovosti a parametrům (letoun pojme pouze pilota) vhodný pro provozovatele s velkým náletem na vlecích – velké aerokluby, závody v bezmotorovém létání.

Pořizovací cena¹ letounů vyrobených na začátku 80. let se pohybuje v závislosti na náletu a stavu letounu v rozmezí od 650 000 Kč do 1600 000 Kč. Cena letové hodiny nelze přesně určit z důvodu nezkušenosti s provozem tohoto letounu v ČR.



Obr. 5-1 Piper Pawnee při vleku kluzáku na mistrovství světa v bezmotorovém létání 2009.

Kapacita	1
Rozpětí křídel	11.02 m
Délka	7.55 m
Plocha křídel	17 m ²
Prázdná hmotnost	662 kg
Maximální vzletová hmotnost	1 317 kg
Výkon motoru	175 kW
Spotřeba paliva	60 l/h
Rychlost stoupání	7,6 m*s ⁻²

Tab. 5-1 Základní charakteristiky letounu PA-25 Pawnee.

5.1.2 Piper PA-18 Super Cub

Tento jednomotorový, hornoplošný, dvousedadlový letoun byl zkonstruován v roce 1949 jako výkonnější zástupce legendárního Piperu J3 Cubs. Do roku 1994, kdy byla produkce tohoto letounu ukončena, bylo vyrobeno přes 9000 kusů těchto letounů.

Tento letoun je celosvětově znám pro svou jednoduchou konstrukci s nenosným potahem, nízkou vzletovou rychlostí, krátkým vzletem a přistáním, nezákladními letovými vlastnostmi. Piper je vybaven americkým pístovým čtyřválcovým plochým motorem Lycoming O-320 o zdvihovém objemu 6 l, vztlakovými klapkami a tříkolovým klasickým podvozkem se záďovým kolem a výkonem 112 kW.

Letoun je i přes svou konstrukční zastaralost vhodný pro vlečení kluzáku standardní, klubové třídy a menších transparentů. To je podporováno nízkými náklady na údržbu a provoz.

Pořizovací cenu¹ těchto letounů zvyšuje "legendárnost" tohoto stroje, pohybuje se v rozmezí 750 000 Kč až po 2 400 000 Kč u novějších kusů. Cena letové hodiny ve světě se pohybuje okolo 2 500 Kč na letovou hodinu.



Obr. 5-2 Piper PA-18 Super Cub.

Kapacita	1+1
Rozpětí křídel	10,73 m
Délka	6,88 m
Plocha křídel	16,58 m ²
Prázdná hmotnost	422 kg
Maximální vzletová hmotnost	794 kg
Výkon motoru	112 kW
Spotřeba paliva	35 l/h
Rychlost stoupání	5,8 m*s ⁻²
Pádová rychlost	69 km/h

Tab. 5-2 Základní charakteristiky letounu PA-18 Super Cub.

5.1.3 Bellanca Citabria

Bellanca Citabria je lehký, dvousedadlový, letoun vybavený klasickým podvozkem se záďovým kolem vyráběný v USA od roku 1964. Letounů vhodných pro vlečení a základní výcvik akrobacie bylo vyrobeno přes 5 000 kusů a v podobě modernější Bellancy Scout jsou vyráběny dodnes.

Letoun má hliníkovou konstrukci draku, potaženou nenosným potahem z tkaniny. Je vybaven americkým čtyřválcovým pístovým plochým motorem Lycoming O-320-B2B o zdvihovém objemu 6 l a výkonu 120 (134) kW. Křídlo hornoplošného uspořádání je podepíráno vzpěrami.

Letoun je díky své výkonové charakteristice určen k vlečení kluzáků světové třídy a rozměrných transparentů při zachování ekonomiky provozu. Výhodou tohoto letounu může být i zlepšení ekonomiky provozu z důvodu navýšení ročního náletu při výcviku akrobacie a základního výcviku.

Cena¹ těchto v Evropě hojně rozšířených letounů se pohybuje mezi 700 000 Kč a 1 300 000 Kč, podle náletu, stáří a výbavy. Cena letové hodiny nelze přesně určit z důvodu nezkušenosti s provozem tohoto letounu v ČR.



Obr. 5-3 Bellanca Citabria.

Kapacita	1+1
Rozpětí křídel	10,2 m
Délka	6,9 m
Plocha křídel	15,3 m ²
Prázdná hmotnost	503 kg
Maximální vzletová hmotnost	748 kg
Výkon motoru	120 (134) kW
Spotřeba paliva	38 l/h
Rychlost stoupání	5,69 m*s ⁻²
Pádová rychlost	82 km/h

Tab. 5-3 Základní charakteristiky letounu Bellanca Citabria.

5.1.4 Pik 27

Pik 27 je nejnovějším zástupcem vlečných letounů, jde o finský, jednomístný letoun zkonstruovaný leteckým klubem při technické universitě v Helsinkách přímo pro vlečení kluzáků volné třídy. Letoun byl představen široké veřejnosti na mistrovství světa juniorů v bezmotorovém létání v roce 2009 a ukázal, že jde o velice výkonný letoun s dobrou ekonomikou provozu, vysokou úrovní bezpečnosti.

Lehká konstrukce letnou umožnila instalaci upraveného přeplňovaného motoru Rotax 914 s výkonem pouze 86 kW při zachování dostatečné výkonnosti. Výhodou tohoto motoru je, že výkon 86 kW je díky turbokompresoru schopen udržet až do letové hladiny FL150, nízká spotřeba paliva a fakt, že vodou chlazený motor není tolik ohrožen při rychlém sestupu letounu na stažený plyn, jako je tomu u motorů vzduchem chlazených.

Trup je příhradové konstrukce a je potažen plátnem, křídlo vyrobeno z kompozitních materiálů – nosník z uhlíkové tkaniny, potah z tkaniny skelné. Podvozek je klasické koncepce se zádovým kolem, konstrukce hlavního podvozku je převzata z Cessny 172, což zajišťuje dostatečnou odolnost vůči tvrdým přistáním. Vrtule je pevná, optimalizovaná pro provoz v nízkých rychlostech.

Tento letoun zatím není v sériové výrobě, a proto není možné uvést pořizovací cenu ani cenu letové hodiny. Pokud dojde k certifikaci je možné, že dojde k celosvětovému rozšíření tohoto letounu.

Kapacita	1	Výkon motoru	86 kW
Rozpětí křídel	9,1 m	Spotřeba paliva	22 l/h
Délka	6,1 m	Rychlost stoupání	5,9 m*s ⁻²
Prázdná hmotnost	410 kg	Pádová rychlost	81 km/h
Maximální vzletová hmotnost	595 kg		

Tab. 5-4 Základní charakteristiky letounu Pik 27.



Obr. 5-4 Pik 27

5.1.5 PZL-104 Wilga

Wilga je letoun polské výroby koncepce STOL (Short Takeoff and Landing) vyráběný od roku 1962 v modifikacích do dnešních dnů. Tento typ patří k letounům víceúčelovým, slouží jak pro vlečení kluzáků, transparentů, tak k vysazování parašutistů.

Jde o jednomotorový hornoplošník s kabinou pro pilota a 3 pasažéry, vybavený ruským hvězdicovitým motorem Ivchenko AI-14R o výkonu 194 – 206 kW. Křídlo i trup je celokovové poloskořepinové konstrukce. Podvozek klasické, zadokolové koncepce s účinným odpružením pro přistání na nezpevněných plochách.

Letoun, díky silné pohonné jednotce a koncepci křídla dosahuje vysoké stoupavosti a nízké pádové rychlosti, je vhodný pro vlečení všech typů kluzáků a rozměrných transparentů. Tato vysoká výkonnost, společně se značnou vzletovou hmotností způsobuje vysoké náklady na letovou hodinu.

V roce 2005 byla představena verze Wilga 2000 s pozměněnou aerodynamikou a zastavěným americkým plochým pístovým motorem Lycoming IO-540 o zdvihovém objemu 9 l a výkonu 223 kW.



Obr. 5-5 PZL-104M Wilga 2000.

Kapacita	1+3
Rozpětí křídel	11,12 m
Délka	8,10 m
Plocha křídel	15,5 m ²
Prázdná hmotnost	900 kg
Maximální vzletová hmotnost	1300 kg
Výkon motoru	194 - 223 kW
Spotřeba paliva	80 l/h
Rychlost stoupání	9,2 m*s ⁻²
Pádová rychlost	79 km/h

Tab. 5-5 Základní charakteristiky letounu PZL-104M Wilga.

5.1.6 Socata Rallye

Je čtyřmístný dolnoplošník vyráběný ve Francii od roku 1959. V roce 1970 tento letoun se začal licenčně vyrábět i v Polsku jako PZL Koliber. Celkově bylo vyrobeno okolo 3300 těchto víceúčelových letounů, sloužících k základnímu a pokračovacímu výcviku, vlečení kluzáků a letů navigačním.

Letoun je celokovové konstrukce s pevným podvozkem příďového typu, který přináší dobrý výhled z kabiny. K vlečení se používá varianta osazena americký šestiválcovým plochým motorem Lycoming O-540 o zdvihovém objemu 9 l a výkonu 175 kW. Tento motor dává letounu dobrou výkonnost za zvýšené náklady, spojené se spotřebou paliva při vleku okolo 60 l. Toto letadlo je vhodné pro provozovatele, kteří provádí kromě vleků také jiné letecké činnosti.

Pořizovací cena¹ 175kW verze s vlečným zařízením se pohybuje v rozmezí 770 000 – 1 800 000 Kč, podle stáří stavu a výbavy.



Obr. 5-6 Socata Rallye 235.

Kapacita	1+3
Rozpětí křídel	9,74 m
Délka	7,44 m
Plocha křídel	13,3 m ²
Prázdná hmotnost	620 kg
Maximální vzletová hmotnost	1150 kg
Výkon motoru	175 kW
Spotřeba paliva	60 l/h
Rychlost stoupání	5,2 m*s ⁻²
Pádová rychlost	92 km/h

Tab. 5-6 Základní charakteristiky letounu Socata Rallye 235.

5.2 Letouny používané v ČR

V České Republice jsou nejpoužívanějšími vlečnými letouny typu Trenér, vyráběných od padesátých let 20. století zlínskou firmou Moravan. Kromě dalších letounů vyráběných českým leteckým průmyslem létají v ČR i vlečná letadla cizích výrobců.

Jednoúčelové:

- Zlin Z-226MS
- Z37 / Z-137T

Víceúčelové:

- Maule M-7
- Zlin Z-142
- Zlin Z-143L

5.2.1 Zlin Z-226MS

Letoun Z-226MS je třetí vývojovou verzí českých letounů řady Z-26 (Trenér) vyráběných otrokovickým Moravanem. Tato verze Trenéru je pro vlečení nejvhodnější z důvodu největšího poměru výkon / hmotnost, protože není vybavena zatahovatelným podvozkem, jako je tomu u verzí vyšších. Úbytek odporu při zatažení podvozku nevyrovná při nízkých aerovlekových rychlostech zvýšení hmotnosti způsobené zástavbou zatahovacího podvozku. Pevný podvozek navíc lépe odolává nerovnému povrchu nezpevněných ploch a znemožňuje komplikace spojené s přistáním bez vysunutého podvozku.

Z-226 Trenér je jednomotorový, dvoumístný, samonosný dolnoplošník s pevným podvozkem a ostruhou. Křídlo je celokovové konstrukce s hlavním a pomocným nosníkem. Křídélka jsou celokovová, jejich potah je pro zvýšení tuhosti opatřen prolisy. Celokovové vztlakové klapky se vyklápějí mechanicky ze spodního obrysu profilu křídla. Křídlo je aerodynamicky i geometricky zkříženo. Na spodní straně křidélek je umístěno aerodynamické odlehčení. Trup příhradové konstrukce je svařen z ocelových trubek. Horní část trupu, boky v přední části a spodní část trupu až za křídlo jsou kryty odnímatelnými plechy. Zbytek je potažen plátnem přes pomocnou karoserii z dřevěných lišt. Kryt kabiny je od pevného štítu odsouvatelný dozadu. U vlečných verzí tohoto letounu je z důvodu snížení hmotnosti osazeno řízením a přístroji pouze zadní pilotní sedadlo. Ocasní plochy jsou kovové konstrukce. Kýlová plocha a stabilizátor jsou potaženy plechem, kormidla duralové konstrukce jsou potažena plátnem. Na výškovce je vyvažovací ploška, ovládaná z kabiny. Směrovka má plošku pevnou. Profil ocasních ploch je souměrný. Přistávací zařízení tvoří dvojkolý podvozek a řiditelná ostruha s možností volného otáčení kolem svislé osy. Podvozek i ostruha je vybavena olejopneumatickými tlumiči. Hlavní podvozková kola mají mechanické brzdy.

Motorovou skupinu tvoří invertní šestiválcový, vzduchem chlazený motor M137 o výkonu 128 kW (180 k) při 2750/min a automaticky stavitelná vrtule. Palivová soustava obsahuje dvě hlavní křídlové palivové nádrže (2 x 35 litrů) a malou spádovou nádrž (7 litrů). Sběrná nádrž je umístěna dole v trupu (3,5 litrů).

Díky vysokému výkonu pohonné jednotky, relativně nízké hmotnosti a dobrým aerodynamickým vlastnostem je tento letoun velice dobrým vlečným letounem. V neprospěch tohoto letounu hovoří nízká zbývající životnost těchto strojů, jejichž prodlužování je finančně náročné a také špatný výhled z kabiny při pojiždění způsobený umístěním pilotního sedadla a typem podvozku.

Pořizovací cena těchto letounů se pohybuje v rozmezí 700 000 až 2 000 000 Kč, podle stáří, náletu a stavu. Cena letové hodiny se v ČR pohybuje v rozmezí od 3600 do 5000 Kč/h.



Obr. 5-7 Zlin Z-226MS

Kapacita	1+1
Rozpětí křídel	10,28 m
Délka	7,83 m
Plocha křídel	14,9 m ²
Prázdná hmotnost	635 kg
Maximální vzletová hmotnost	890 kg
Výkon motoru	128 kW
Spotřeba paliva	50 l/h
Rychlost stoupání	6,3 m*s ⁻²
Pádová rychlost	78 km/h

Tab. 5-7 Základní charakteristiky letounu Z-226MS.

5.2.2 Zlin Z-37 / Z-137T

Let Z-37 Čmelák je československý, resp. český jednomotorový dolnoplošník, vyvinutý jako zemědělský letoun, který však slouží i jako vlečný. Letoun byl vyvinut a v kooperaci firem Let Kunovice a Moravan Otrokovice. Letoun se začal sériově vyrábět od roku 1965 a jeho výroba v různých verzích trvala až do roku 1984, celkem bylo vyrobeno 713 kusů.

Z-37 je samonosný dolnoplošník s celokovovým křídlem, trupem svařeným z ocelových trubek potaženým tkaninou. Podvozek je ostruhového typu s širokým rozchodem a velkou výškou hlavních noh, umožňující letounu operovat i z polí. Křídlo je třídílné. Obdélníkový centroplán je dvounosníkový, spojený s trupem šesti závěsy. K centroplánu jsou zavěšena lichoběžníková vnější křídla, opatřená na náběžné hraně vnějších částí pevnými sloty. Křídlo je vybaveno velmi účinnými dvojštěrbinovými vztlakovými klapkami. Maximální výchylka klapky v poloze pro přistání je 50°.

Pohonné ústrojí Z-37 tvoří devítiválcový hvězdicový, vzduchem chlazený, přeplňovaný motor Walther M 462RF o výkonu 235kW.

Modifikovaná verze Z-137T je vybavena turbovrtulovou pohonnou jednotkou Walter M-601Z o výkonu 360 (382) kW a má i pozměněnou konstrukci. Tento druh motoru netrpí podchlazováním při sestupu, ale má omezenou životnost počtem cyklů.

Obě varianty Čmeláku jsou vysoce výkonné, umožňují vlekaní kluzáků všech velikostí a kategorií. Za letounem Z-137T byl proveden světový rekord v počtu vlečených kluzáků.

Díky vysoké ceně letové hodiny je použití těchto letounů, jako vlečných je téměř omezeno jen na závody v bezmotorovém létání, kde je využita efektivita těchto letounů.

Pořizovací cena verze Z-37 je v rozmezí 600 000 až 1 200 000 Kč a Z-137T 1 000 000 až 2 000 000 Kč. Cena letové hodiny verze Z-37 je 5000 – 6500 Kč.



Obr. 5-8 Z-137 Agro Turbo

	Z37	Z137T
Kapacita	1	1
Rozpětí křídel	12,22 m	13,63 m
Délka	8,55 m	10,46 m
Plocha křídel	23,80 m ²	26,69 m ²
Prázdná hmotnost	985 kg	1 250 kg
Maximální vzletová hmotnost	1850 kg	2 525 kg
Výkon motoru	232 kW	382kW
Spotřeba paliva	80 l/h	280kg/h
Rychlost stoupání	7,2 m*s ⁻²	13 m*s ⁻²
Pádová rychlost	81 km/h	

Tab. 5-8 Základní charakteristiky letounů Z-37 a Z-137T.

5.2.3 Maule M-7

Maule M-7 je víceúčelový pětímístný letoun zkonstruovaný v USA a používán pro vlečení kluzáků, transparentů, vysazování parašutistů a také vyhlídkovým letům.

Tento letoun je nesamonosný hornoplošník s kovovým křídlem a trupem potaženým nenosným potahem, plátnem. Letoun je možné vybavit jak podvozkem s předovým, tak se zadovým kolem. Křídlo je opatřeno rozměrnou klapkou, která lze pro cestovní režim přestavět i do negativní polohy.

Pohonnou jednotku tohoto letounu tvoří americký, šestiválcový, vzduchem chlazený, pístový motor Lycoming O-540 o výkonu 175kW . Letoun je také možné vybavit turbovrtulovou pohonnou jednotkou Allison 250o výkonu 313 kW.

Tento letoun je populární díky své vysoké výkonnosti a univerzálnosti.

Pořizovací cena¹ nového letounu s pístovou pohonnou jednotkou je 4 mil. Kč, s turbovrtulovou pohonnou jednotkou je 17 mil. Kč. Letouny s pístovým motorem vyrobené v 80. letech lze pořídit za cenu 1 200 000 Kč. Cena letové hodiny v ČR se pohybuje okolo 5 500 Kč na letovou hodinu.



Obr. 5-9 Maule M-7 235

Kapacita	1+4
Rozpětí křídel	10,21 m
Délka	7,16 m
Plocha křídel	16,6 m ²
Prázdná hmotnost	685 kg
Maximální vzletová hmotnost	1,134 kg
Výkon motoru	175 kW
Spotřeba paliva	60 l/h
Rychlost stoupání	7,2 m*s ⁻²
Pádová rychlost	66 km/h

Tab. 5-9 Základní charakteristiky letounu Maule M-7 235.

5.2.4 Zlin Z-142

Letoun Z-142 je jednomotorový dolnokřídový jednoplošník, který je vybaven čtyřdobým, pístovým, vzduchem chlazeným, šestiválcovým, řadovým, leteckým motorem M337 AK o startovním výkonu 154 kW (210 k), dvoulistou za letu stavitelnou vrtulí stálých předvolených otáček typu V 500 A a příďovým pevným podvozkem. Letoun je dvoumístný s uspořádáním sedadel vedle sebe. Trup je smíšené konstrukce, nosná část trupu je svařena z ocelových trubek a je kryta karosérií ze skelných laminátů a plechových krytů. Zadní část trupu je duralová poloskořepina. Kabina umožňuje dobrý výhled, odsouvá se směrem dopředu. Křídlo je celokovové, jednonosníkové, obdélníkové s negativním šípem, vybavené jednošterbinovými klapkami a křídélky. Ocasní plochy včetně kormidel jsou celokovové, kormidla částečně hmotově vyvážená. Letoun je vybaven podvozkem příďového typu.

Motor je bez reduktoru, má plnicí kompresor a je způsobilý pro akrobacii. Vrtule V 500 A je hydraulicky stavitelná. Palivová soustava obsahuje dvě hlavní nádrže (2 x 65 litrů), umístěné v náběžné části křídel, a dvě nádrže na koncích křídel (2 x 50 litrů). Dále je v centroplánu akro-nádrž (5 litrů) v systému levé palivové větve.

Tento letoun byl zkonstruován pro základní výcvik a nácvik akrobacie, jeho aerodynamické charakteristiky neodpovídají potřebám vlečného letounu, čímž je zasažena výkonnost, obzvláště při vlečení výcvikových kluzáků za vysokých teplot.

Pořizovací cena letounu se pohybuje v rozmezí 500 000 – 1 700 000 Kč. Cena letové hodiny v ČR se pohybuje okolo 4 000 Kč na letovou hodinu.



Obr. 5-10 Zlin Z-142

Kapacita	1+1
Rozpětí křídel	9,16 m
Délka	7,33 m
Plocha křídel	13,3 m ²
Prázdná hmotnost	730 kg
Maximální vzletová hmotnost	1090 kg
Výkon motoru	156 kW
Spotřeba paliva	55 l/h
Rychlost stoupání	5,4 m*s ⁻²
Pádová rychlost	91 km/h

Tab. 5-10 Základní charakteristiky letounu Zlin Z-142.

5.2.5 Zlin Z-143L

Z-143L je český, čtyřmístný, dolnokřídový, jednomotorový, samonosný jednoplošník celokovové konstrukce se sedadly uspořádanými 2+2 a pevným příďovým tříkolovým podvozkem, je osazen americkým leteckým pístovým

šestiválcovým motorem Textron Lycoming o zdvihovém objemu 9 l a německou třílistou hydraulicky stavitelnou vrtulí firmy MT Propellers.

Letoun vznikl v roce 1994 jako nástupce letounu Z-43 a má podstatnou část konstrukce shodnou s výše uvedeným letounem Z-142. Z-143 je oproti Z-142 čtyřmístný, aerodynamicky čistější a vybaven výkonnější pohonnou jednotkou a moderní avionikou.

Zlin Z-143L je universální letoun a není zkonstruován jako vlečný, jeho dobrá výkonnost je způsobena silnou pohonnou jednotkou s vysokou spotřebou paliva. Zvýšená spotřeba paliva může být ekonomicky kompenzována nárůstem ročního náletu při provádění jiných letových aktivit s tímto víceúčelovým letounem.

Pořizovací cena¹ tohoto nového letounu je stanovena se základní výbavou na 7 mil. Kč, létaného letounu v rozmezí 5 mil. Kč do 2,5 mil. Kč s životností 6 000 letových hodin, s možností prodloužení až na 18 000 letových hodin. Cena letové hodiny se v ČR pohybuje v rozmezí 4000 – 6500 Kč na letovou hodinu.



Obr. 5-11 Zlin Z-143L

Kapacita	1+3
Rozpětí křídel	10,14 m
Délka	7,58 m
Plocha křídel	15,1 m ²
Prázdná hmotnost	855 kg
Maximální vzletová hmotnost	1350 kg
Výkon motoru	175 kW
Spotřeba paliva	60 l/h
Rychlost stoupání	7,4 m*s ⁻²
Pádová rychlost	94 km/h

Tab. 5-11 Základní charakteristiky letounu Zlin Z-143L.

5.3 Sportovní létající zařízení

Se stále vzrůstající cenou leteckého paliva ve spojení s vysokou spotřebou klasických letounů, a také zvyšující se náročnosti a ceny údržby těchto letounů, se stává cena letové hodiny neúnosně vysoká.

Někteří provozovatelé při výběru vlečného letounu sáhly po letounech z kategorie sportovních létajících zařízení o vzletové hmotnosti do 450 kg (+25 kg záchranné zařízení). Tyto letouny díky své lehké konstrukci dosahují dobré výkonnosti i při použití slabších pohonných jednotek, mají nižší spotřebu. Sportovní létající zařízení nemusí splňovat tak přísné nároky na konstrukci (předpis CS-23) a údržbu, jako letouny všeobecného letectví, což se také projeví v ceně letové hodiny.

Nejznámějším vlečným, sportovním létajícím zařízením je slovenský WT 9 Dynamic.

5.3.1 WT 9 Dynamic

WT 9 Dynamic je dvoumístné ultralehké letadlo, vyráběné slovenskou společností Aerospool. Tento ultralehký letoun je oblíbený pro svou pokrokovou konstrukci ze sendvičové skořepiny a užitím uhlíkových kompozitů. Tento ultralehký letoun prošel aeroelastickými zkouškami a kompletní certifikaci, což zvyšuje jeho bezpečnost.

Trup letounu a ocasní plochy jsou tvořeny z kompozitních materiálů s hlavním podílem uhlíkové tkaniny. Křídla jsou také tvořeny kompozitními materiály. Podvozek s příďovým kolem je na přání zákazníka pevný nebo hydraulicky zatahovatelný.

Letoun je osazen pístovým čtyřválcovým motorem Rotax 912 ULS o výkonu 73,5 Kw.

Letové vlastnosti tohoto ultralehkého letouny byly ověřeny při letových testech a také při vlečení na závodech v bezmotorovém létání. Závěrem bylo že, Dynamic je vhodný jako vlečný letoun vyjma případu základního výcviku na kluzácích a také vleků do dlouhé vlny za horami.

Pořizovací cena¹ nového ultralehkého letounu s vybavením pro aerovleky je 1 650 000 Kč. Cena letové hodiny v ČR se pohybuje okolo 2300 – 3300 Kč.



Obr. 5-12 WT 9 Dynamic

Kapacita	1+1
Rozpětí křídel	9 m
Délka	6,4 m
Plocha křídel	10,3 m ²
Prázdná hmotnost	280 kg
Maximální vzletová hmotnost	475 kg
Výkon motoru	73,5 kW
Spotřeba paliva	18 l/h
Rychlost stoupání	7 m*s ⁻²
Pádová rychlost	65 km/h

Tab. 5-11 Základní charakteristiky WT 9 Dynamic.

6 Srovnání vlečných letounů

Letové výkony a parametry výše uvedených letounů jsou srovnány ve dvou základních pohledech:

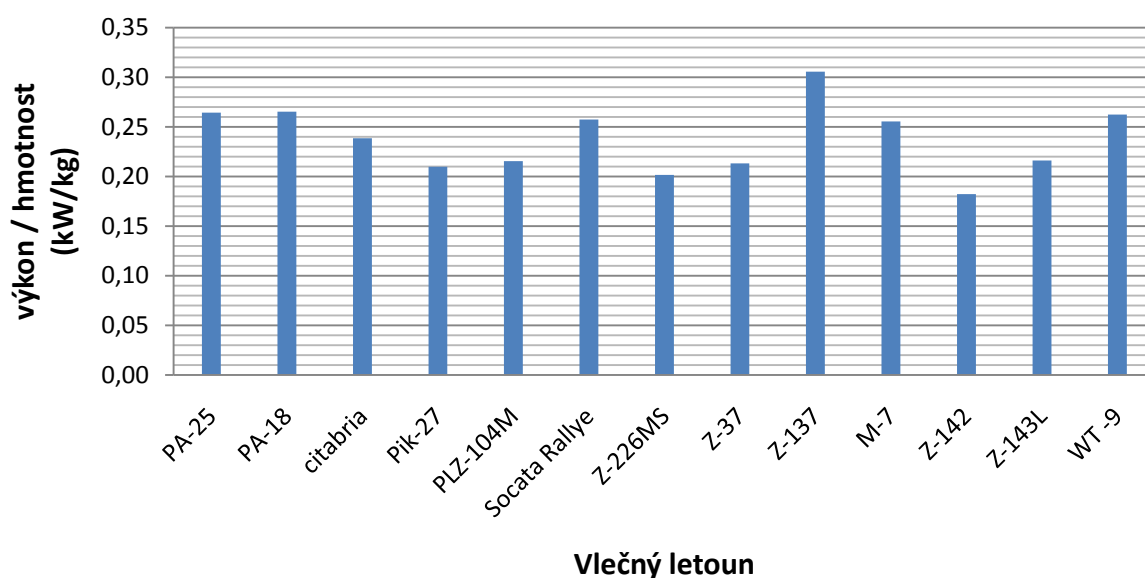
- výkonnostní
- ekonomický

¹Ceny v Kč jsou přepočítány z amerického Dolaru v kurzu 1 \$ = 20,6 Kč

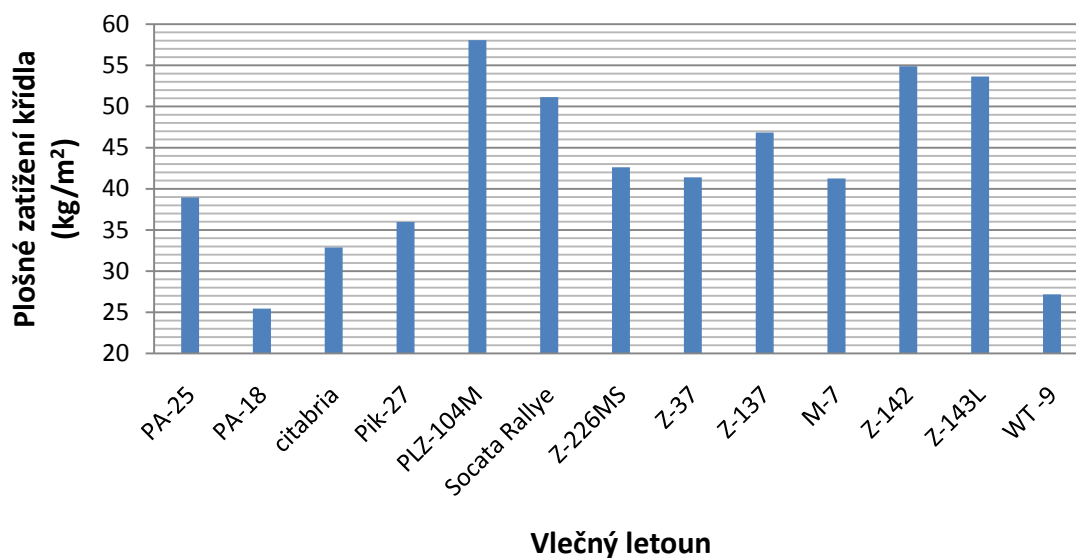
6.1 Srovnání výkonnosti

Výkonnostní srovnání je provedeno za pomoci grafického zobrazení parametrů:

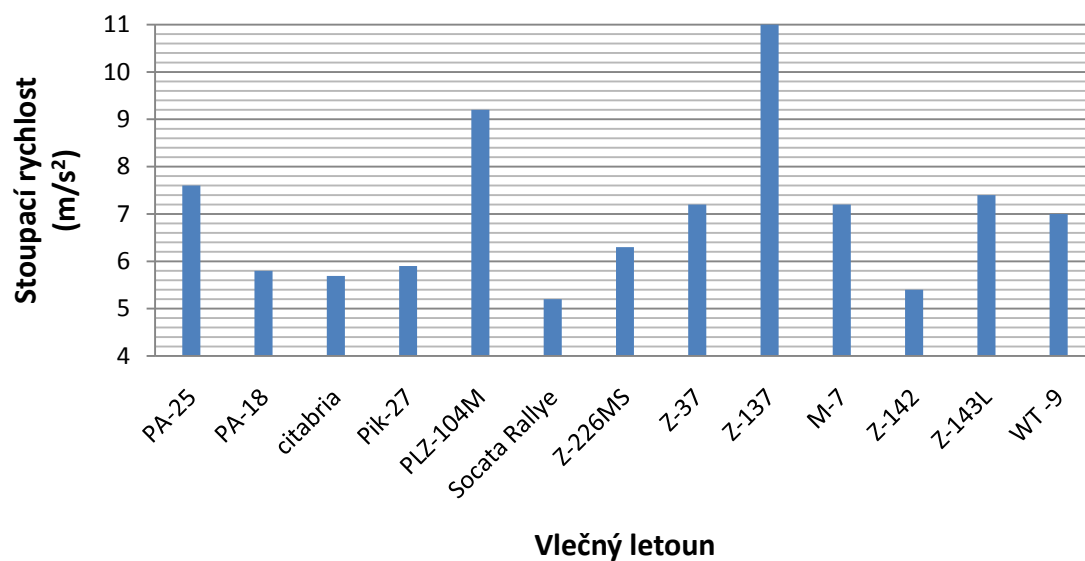
- Graf výkon motoru / prázdná hmotnost
- Graf plošného zatížení křídla
- Graf průměrné stoupavosti
- Graf minimálních rychlostí



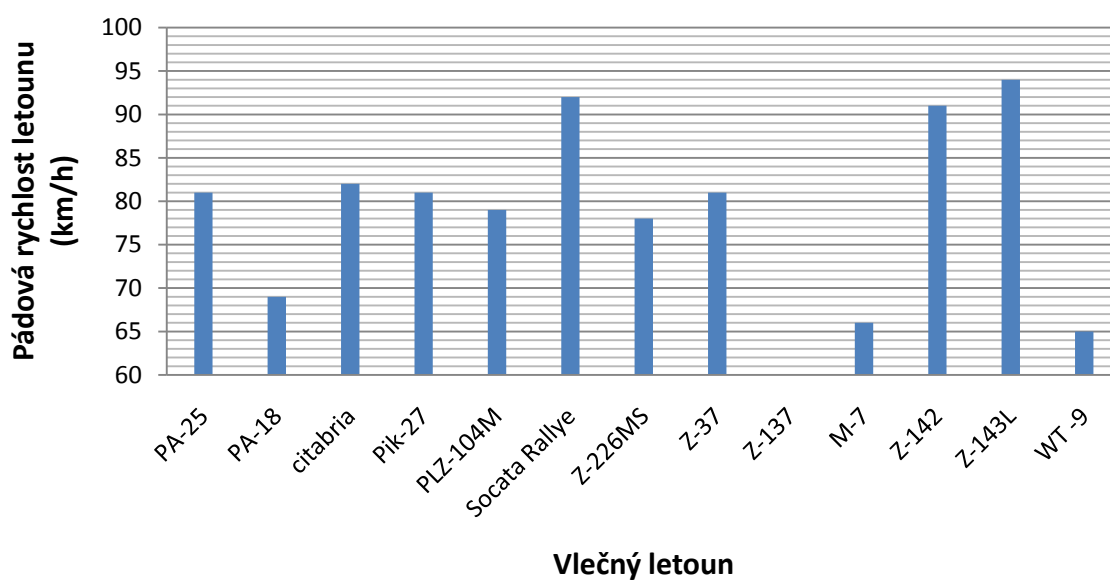
Graf 6-1 Výkon pohonné jednotky k prázdné hmotnosti letounu.



Graf 6-2 Plošné zatížení křídla vlečných letounů.



Graf 6-3 Průměrná stoupací rychlost letounu.

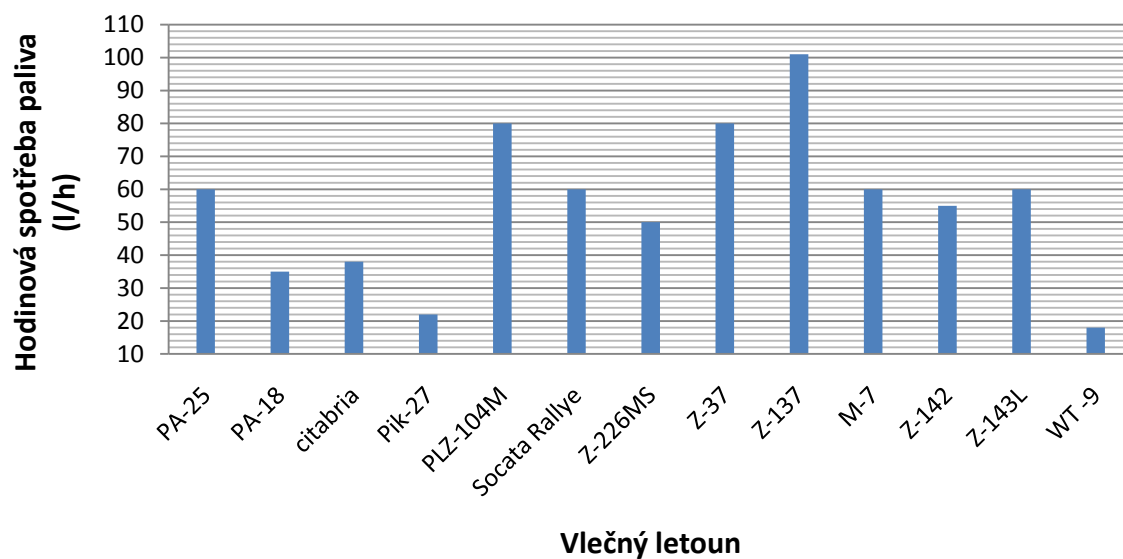


Graf 6-4 Pádové rychlosti letounů ve vzletové konfiguraci.

6.2 Srovnání ekonomické

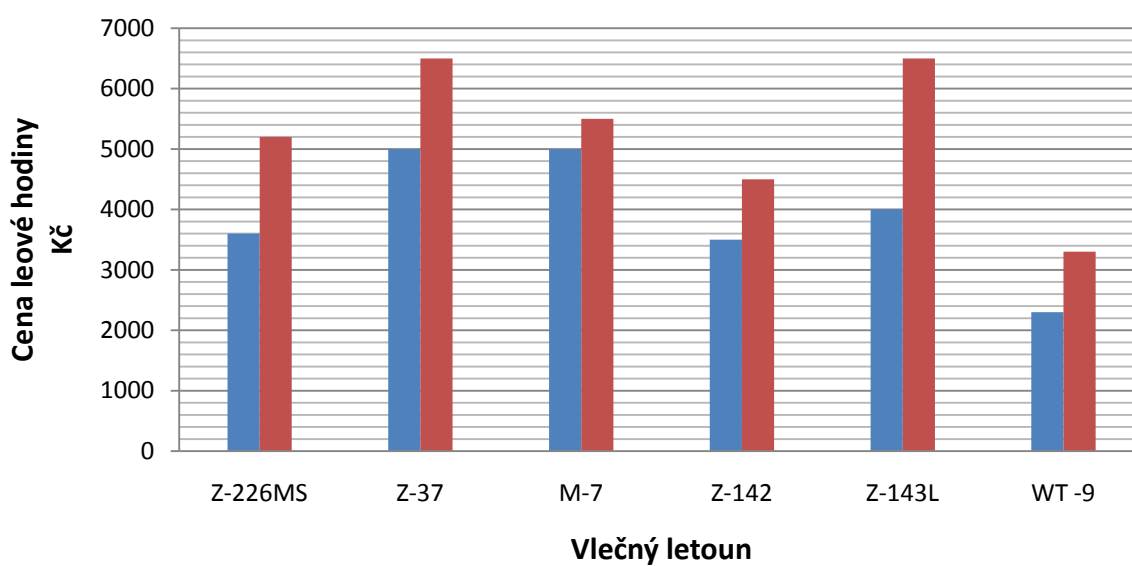
Ekonomické srovnání je provedeno za pomoci grafického zobrazení parametrů:

- Hodinová spotřeba paliva
- Cena letové hodiny v ČR



Graf 6-5 Hodinová spotřeba paliva.

V grafu 6-5 je u letounu Z-137 uvedena spotřeba přepočtena podle ceny leteckého petroleje k ceně leteckého benzínu podle aktuální ceny.



Graf 6-7 Ceny letových hodin vlečných letounů.

7 Závěr

Po kompletním prozkoumání problematiky výběru vlečného letounu jsem došel k závěru, že neexistuje optimální vlečný letoun, tak aby vyhovoval požadavkům všech provozovatelů. Každý provozovatel si musí vybrat vlečný letoun podle svých požadavků, obzvláště podle ročního náletu hodin, druhu vlekaných kluzáků, transparentů, intenzity provozu a finančních možností provozovatelů.

V současné době se začínají klasické vlečné letouny nahrazovat sportovními létajícími zařízeními, které nepodléhají tak složité certifikaci a údržbě jako klasické vlečné letouny. "Ultralighty" konkurují vlečným letounům svou nižší spotřebou paliva a relativně nižší pořizovací cenou nových strojů. To, zda-li životnost těchto strojů bude při provádění aerovleků dostačující, stejně tak jako snížené nároky na údržbu přinesou dostatečnou bezpečnost, ukáže až čas.

8 Seznam použitých zdrojů

8.1 Literatura

- [1] DANĚK, Vladimír. Výkonnost : 03200. vyd. 1. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2006. 145 s. ISBN 80-7204-446-X.
- [2] DANĚK, Vladimír; FILAKOVSKÝ, Karol. Základy letu : 081 00. vyd. 1. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2006. 315 s. ISBN 80-7204-449-4.
- [3] DONALD, David. The complete encyclopedia of world aircraft. vyd.1. London : Orbis publishing Ltd., 1998. 929 s.
- [4] CHMELÍK, Jakub. Hmotnost a vyvážení : 031 00. vyd. 1. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2006. 97 s. ISBN 80-7204-438-9.
- [5] SLAVÍK, Svatomír. Drak a systémy, nouzové vybavení letounů : 021 01 a 021 04. vyd. 1. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2006. 373 s. ISBN 80-7204-437-0.
- [6] AK-MOT : Osnovy výcviku na letounech AK-MOT. vyd. 1. [s.l.] : [s.n.], 2004. 61 s.
- [7] Česká republika. Letecký předpis : L-2 pravidla létání. In ICAO Annex (L). 2008, 2, s. 86. Dostupný také z WWW: <lis.rlp.cz>.
- [8] Letová příručka : Z 143-L. vyd.12. Otrokovice : [s.n.], 1994. 284 s.
- [9] Letová příručka : Z 226MS. vyd.6. Otrokovice : [s.n.], 1958. 98 s.
- [10] Letová příručka : Z 142. vyd.2. Otrokovice : [s.n.], 1982. 143 s.
- [11] Letová příručka : Z 37. vyd.3. Otrokovice : [s.n.], 1978. 156 s.
- [12] Letová příručka : Maule M-7. vyd.2. Moultrie : [s.n.], 2004. 196 s.
- [13] Maintenance manual : Z 143L. vyd.2. Otrokovice : [s.n.], 1994. 490 s.

8.2 Internetové odkazy

- [14] Wikipedia.org [online]. 2010 [cit. 2010-05-02]. Piper PA-25 Pawnee. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Piper_PA-25_Pawnee>.
- [15] Wikipedia.org [online]. 2010 [cit. 2010-04-24]. PA-18. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Piper_PA-18>.
- [16] Wikipedia.org [online]. 2010 [cit. 2010-04-20]. American Champion Citabria. Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Citabria>>.
- [17] Windcraft.fi [online]. 2010 [cit. 2010-03-26]. Pik 27. Dostupné z WWW: <<http://www.windcraft.fi/pik27/welcome.htm>>.
- [18] Wikipedia.org [online]. 2010 [cit. 2010-04-10]. Socata Rallye. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Socata_Rallye>.
- [19] GlobalPlaneSearch.com [online]. 2010 [cit. 2010-05-10]. Ceny letounů. Dostupné z WWW: <<http://www.globalplanesearch.com>>.

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

9.1 Seznam použitých zkratk

Zkratky	Anglický význam	Český význam
ASDA	accelerate-stop distance available	použitelná délka pro přerušný vzlet
AVGAS	aviation gasoline	letecký benzín
CPL	comercial pilot licence	průkaz způsobilosti obchodního pilota letounů
ČR		Česká republika
DPH		daň z přidané hodnoty
EASA	european aviation safety agency	evropská agentura pro bezpečnost letectví
FL	flight level	letová hladina
GO	general overhaul	generální oprava
JAA	joint aviation authorities	sdílené letecké úřady
l. h.	flight hour	letová hodina
MFD	multi-function display	víceúčelový display
MTBF	mean time between failure	střední doba mezi selháním
PPL	personal pilot licence	průkaz způsobilosti osobního pilota letounů
RWY	runway	vzletová a přistávací dráha
TODA	take-off distance available	použitelná délka pro vzlet
TORA	take-off run available	použitelná délka pro rozjezd
TOW	towing	vlekání
ÚCL	civil aviation authority	úřad pro civilní letectví
ULL	ultralight aircraft	ultralehký letoun
USA	United States of America	Spojené státy americké
VFR	visual flight rules	pravidla pro let za viditelnosti
XPDR	transponder	odpovídač sekundárního radaru

9.2 Seznam použitých symbolů

symbol	význam	symbol	význam
γ	sklon dráhy letu - úhel stoupání	C_D	součinitel odporu
L	lift - vztlak	ρ	hustota vzduchu
D	drag - odpor	S	plocha
α	úhel náběhu	V_z	vertikální složka rychlosti letu
T	těžiště	V_x	horizontální složka rychlosti letu
G	tíhová síla	H	nadmořská výška
R	výsledná aerodynamická síla	dP	přebytek výkonu
V	vektor rychlosti letu	l.h.	letová hodina
F	vektor tahu pohonné jednotky	l/h	spotřeba v litrech za hodinu
C_L	součinitel vztlaku	ostatní symboly použity dle SI	

10 Přílohy

10.1 Seznam příloh

1. Výcviková metodika TOW z AK-MOT
2. Předpis L2 hlava Q – pravidla pro vlečení
3. Seznam limitovaných celků a povinné údržby vzorového vlečného letounu
4. Letová příručka vzorového letounu - vlekání
5. Graf průměrného stoupání v závislosti na hmotnosti vlečeného kluzáku vlečného letounu Pik 27

10.1.1 Příloha č. 1 Výcviková metodika TOW z AK-MOT.

AK-MOT

Vydání 2004

ÚLOHA X. ZÍSKÁNÍ KVALIFIKACE PRO AEROVLEKY ZÍSKÁNÍ OPRÁVNĚNÍ PRO AEROVLEKY Z POLÍ

METODICKÉ POKYNY

- 1) Do výcviku dle cv. 100a - 102P může být zařazen pilot, který:
 - splnil úlohu č. III,
 - má nalétáno nejméně 60 letových hodin na letounech a 10 hodin na typu s nímž bude provádět aerovleky (5 hodin jako velitel).
- 2) Velitelem kluzáku musí být pilot kluzáků s kvalifikací instruktora.
- 3) Přezkoušení dle cv. 102P provádí examinátor, který pilotuje kluzák.
- 4) Do výcviku dle cv. 103P může být zařazen pilot s kvalifikací "pro aerovleky", který na typu splnil úlohu VII.
- 5) Přezkoušení dle cv. 103P provádí inspektor kluzáků, který pilotuje kluzák.
- 6) Oprávnění pro vícevleky získávají piloti s kvalifikací "pro aerovleky" po provedení vícevleku pod dozorem pilota inspektora letounů. Pilot musí mít nalétáno při aerovlecích minimálně 5 hodin.
- 7) Vícevleky je možné provádět s letouny vyhovujícími pro vícevleky a k tomuto účelu schválenými.
- 8) Do výcviku dle cv. 104a - 107P nebo 108a - 109P může být zařazen pilot s kvalifikací "pro aerovleky", který má nalétáno:
 - min. 30 hodin jako vlekař,
 - min. 10 hodin na typu, se kterým bude provádět aerovleky z polí a z pracovních letišť pro letecké práce se zpevněnými VPD.
- 9) Přezkoušení dle cv. 107P a 109P provádí inspektor letounů s oprávněním pro aerovleky z pole.
- 10) Oprávnění pro aerovleky z polí na jiném typu získává pilot, který má:
 - oprávnění pro aerovleky z polí,
 - na typu má nalétáno min. 10 hodin a splnil na něm cv. 103P.
- 11) Obsah teoretické výuky je uveden v rámcové osnově - V.2.

Číslo cvič.	Obsah	Dvojí		Samostatně	
		letů	hodin	letů	hodin
100a	Pozemní příprava				
100	Samostatné lety k nácviku aerovleků a odhozu vlečného lana			3	0,45
101	Samostatné lety k nácviku sestupu s kluzákem ve vleku			1	0,15
102 P	Přezkoušení pro získání kvalifikace pro aerovleky			1	0,15
Oprávnění pro aerovleky na jiném typu letounu					
103 P	Přezkoušení pro získání oprávnění pro aerovleky na jiném typu letounu			1	0,15
Oprávnění pro aerovleky z polí					
104a	Pozemní příprava				
104	Samostatné lety po okruhu s přistáním do omezeného prostoru na letišti			3	0,15
105	Samostatné lety po okruhu s přistáním na nouzovou plochu mimo letiště			5	0,30
106	Samostatné lety k nácviku aerovleků ze zkrácené plochy na letišti			5	0,30
107 P	Přezkoušení k získání oprávnění pro aerovleky z polí			2	0,20
Oprávnění pro aerovleky z pracovních letišť se zpevněnou VPD					
108a	Pozemní příprava				
108	Lety po okruhu s přistáním na pracovním letišti se zpevněnou VPD	3	0,15		
109	Přezkoušení k získání oprávnění pro aerovleky z pracovních letišť se zpevněnou VPD			1	0,10

Číslo cvič.	Obsah
100a	<u>Seznámit pilota s metodikou a technikou pilotáže provádění aerovleků, zásadami bezpečnosti a činnosti při zvláštních případech za letu:</u> - konstrukce a použití vlečného zařízení letounu, - technické údaje a omezení kluzáků,

Číslo cvič.	Obsah
100	- směrnice, vztahující se k aerovlekům, - činnost při přípravě k letu, vzletu, stoupání, provádění zatáček, klesání s kluzákem ve vleku, vypnutí kluzáku, shoení lana, přistání s lanem, - řešení zvláštních případů za letu, - nalétnutí stoupavých proudů a jejich využívání, - přípravy před převlekem kluzáků, signály. <u>Naučit pilota provádět vzlet, stoupání a zatáčky s kluzákem ve vleku a manévru pro odhoz vlečného lana:</u> - min. výška 50 - 500 m AAL, - stoupání, - zatáčky o náklonu 15 - 45°, - let kluzáku ve vrtulovém víru, vybočení kluzáku, uvolnění a napnutí vlečného lana kluzákem (podle předem stanoveného plánu), vypnutí kluzáku, - klesání letounu s vlečným lanem po 4. zatáčce upravit tak, aby v místě předpokládaného odhozu vlečného lana byla dosažena výška 50 m, odhodit lano, stoupat do výšky 150 m, malý okruh ve 150 m.
101	<u>Naučit pilota provádění sestupu s kluzákem ve vleku:</u> - min výška 300 - 600 m AAL, - stoupání do výšky 600 m, - z ustáleného vodorovného letu pozvolna převést letoun do klesání s vertikální rychlostí 2 m/sec., po dosažení výšky 300 m převést letoun do horizontálního letu, - opakovaně provést stoupání do 600 m a klesání do 300 m, vypnutí kluzáku, přistání s lanem.
102 P	<u>Přezkoušet pilota k získání kvalifikace pro aerovleky:</u> - min. výška 600 m, 300 m, 50 m AAL, - vzlet, stoupání do výšky 600 m, ustálení vodorovného letu 2 min., - klesání s vertikální rychlostí 2 m/sec. do výšky 300 m, ustálení vodorovného letu 2 min.,

Číslo cvič.	Obsah
	- opakovaně stoupat do 600 m, ustálit let 2 min., klesání 2 m/sec. do výšky 300 m a do 2 minut vypnout kluzák v prostoru 3 okružové zatáčky, - shovení lana, okruh ve výšce 150 m.
103P	<u>Přezkoušet pilota k získání oprávnění pro aerovleky na jiném typu letounu:</u> - min. výška 600 m, 300 m, 50 m AAL, - náplň cvičení shodná se cv. 102P.
104a	<u>Seznámit pilota se zásadami pro provádění aerovleků z polí:</u> - směrnice a metodika, vztahující se k vlekům z polí, - způsob provádění rozpočtu na přistání a přistání do omezeného prostoru, - výběr ploch pro přistání, - zásady bezpečnosti a provedení vzletu kluzáku z nouzové plochy. <u>Naučit pilota provádět let po okruhu ve výšce 150 m a přistání do omezeného prostoru na letišti:</u>
104	- min. výška 150 m AAL, - vzlet, stoupání, let po okruhu ve výšce 150 m, průlet nad plochou (min. 10 m), přistání, - omezený prostor o délce 400 m, - rozpočet na přistání s motorem, pracujícím na zvýšený volnoběh, dosednutí okamžitě po průletu prahu omezeného prostoru.
105	<u>Naučit pilota provádět let po okruhu ve výšce 150 m s přistáním na nouzovou plochu mimo letiště:</u> - min. výška 150 m AGL, - náplň cvičení shodná se cv. 104.
106	<u>Naučit pilota provádět vzlet s kluzákem ve vleku za zkrácené plochy, vyznačené na letišti:</u> - min. výška 200 m AAL,

10.1.2 Příloha č. 2 Předpis L2 hlava Q – pravidla pro vlečení.

DOPLNĚK Q

PŘEDPIS L 2

ČR:

DOPLNĚK Q – PRAVIDLA PRO VLEČENÍ
(Poznámka. – Viz Hlava 3, ust. 3.1.5)

1. Definice

Vlečení (dále aerovlek nebo vlek) je let, při kterém motorové letadlo, případně sportovní létající zařízení – ultralehký letoun řízený aerodynamickými prostředky (ULL), vleče kluzák/kluzáky za účelem vzletu a následného stoupání do výšky a prostoru, vhodného pro zamýšlenou činnost kluzáku nebo jeho přepravy do místa plánovaného přistání, které je jiné než letiště vzletu. Vlečení je také let, při kterém letadlo vleče transparent.

Poznámka 1: ULL je letoun, jehož spolehlivost (vč. pohonné jednotky) nebyla prokázána v rozsahu jako u letounů podléhajících schválení příslušným leteckým úřadem.

Poznámka 2: Aerovleky prováděné ULL se nepovažují za letecké práce a nemohou být realizovány za účelem zisku, ale toliko za úhradu nákladů spojených s jejich provedením.

2. Aerovleky – obecně

2.1 K aerovlekům musí být použito pouze k tomuto účelu schválené letadlo vybavené schváleným vlečným zařízením, zpětným zrcátkem a musí být použito vlečné lano stanovené délky dle ust. 2.5, s nejméně jednou mechanickou pojistkou o stanovené pevnosti. K aerovlekům může být použit i k tomuto účelu schválený ULL. Velitel letadla musí aerovleky provádět v souladu s postupy a omezeními uvedenými v letové příručce použitého letadla a při dodržení následujících ustanovení tohoto Doplněku.

Poznámka: Při schvalování ULL používaných k aerovlekům se postupuje v souladu se schválenými postupy pověřené osoby.

2.2 Velitel vlečného letadla musí být držitelem kvalifikace TOW (aerovleky). Pro aerovleky z ploch, které nejsou letištěm, musí splnit další podmínky uvedené v ust. 3.16.

2.3 Velitel kluzáku musí mít pro provádění vícevleků nebo pro provádění vleků z ploch, které nejsou letištěm dle ust. 3.16.4, zapsáno v zápisníku letů oprávnění na základě absolvování výcviku dle schválené osnovy.

2.4 Provozovatel vlečného letadla je oprávněn stanovit povinnost vybavení záchranným padákem, je-li to technicky možné, nebo u ULL záchranným systémem, s jehož používáním musí být pilot předem řádně seznámen. Letová posádka kluzáku a případně cestující musí být při vlecích

prováděných ve výšce větší než 1000 ft / 300 m AGL vždy vybaveni záchrannými padáky. Všechny osoby na palubě vlečného letadla nebo kluzáku, pro které platí povinnost vybavení záchrannými padáky, musí mít v průběhu celého letu tyto záchranné padáky řádně připevněny k tělu za účelem pohotového použití v případě nouze a musí být s jejich používáním předem řádně seznámeny.

2.5 Délky vlečných lan

minimální délka jednoduchého lana pro vlek z letiště	40 m
minimální vzdálenost vzdálenějšího konce kratšího lana od zádě vlečného letadla u dvojvlekových lan	25 m
maximální délka nástavce lan u dvojvlekových lan (je-li použit)	5 m
minimální rozdíl délky lan u dvojvlekového lana	20 m
minimální délka lana pro vlek z kratších ploch které nejsou letištěm ve smyslu ust. 3.16.4	25 m
minimální délka lana pro vlek transparentu	20 m

3. Vleky kluzáků

3.1 Před vzletem musí být vlečné letadlo i kluzák postaveny do osy vzletu.

3.2 Při dvojvleku se kluzák na kratším laně staví blíže k prodloužené ose vlečného letadla než kluzák na delším laně, ne však přímo do osy. Osy obou kluzáků musí být rovnoběžné s osou vzletu. Vlečné lano nesmí procházet pod výškovým kormidlem předního kluzáku, musí být vzdáleno od okrajového oblouku jeho vodorovné ocasní plochy minimálně 0,5 m. Při boční složce větru vůči ose vzletu se na návětrnou stranu staví kluzák na kratším laně.

3.3 Při vzletu musí pomocník přidržovat křídlo kluzáku v poloze vhodné pro počáteční rozjezd dle pokynů pilota kluzáku. Pomocník kluzák doprovází při počátečním rozjezdu. Vzlet s křídlem kluzáku na zemi je možno provést pouze při vleku jednoho kluzáku a to v případě, že pilot kluzáku je o tomto způsobu vzletu řádně poučen letovým instruktorem. Při dvojvlecích musejí pomocníci přidržovat vnější křídla vždy. Pomocník musí být osoba řádně poučená. Nejedná-li se o pilota nebo alespoň žáka kluzáků,

PŘEDPIS L 2

DOPLNĚK Q

určeného pro tuto činnost osobou odpovědnou za provoz letiště nebo osobou odpovědnou za provoz u provozovatele letadla, odpovídá za jeho poučení pilot kluzáku. Poučení pomocníka musí zahrnovat seznámení se signály při aerovlekovém vzletu a jeho činností při vzletu, aby nedošlo při rozjezdu k případnému vychýlení kluzáku z osy vzletu.

3.4 Vlečné lano se zapíná nejdříve k vlečnému letadlu a ke kluzáku až na pokyn jeho pilota. Signalizátor od okamžiku připojování vlečného lana ke kluzáku signalizuje „stůj“. Po vydání pokynu pilota kluzáku (zvednutou rukou) pomocník u křídla zvedne křídlo do polohy pro rozjezd a zvednutou rukou dá znamení signalizátorovi. Signalizátor, stojící v zorném poli velitele vlečného letadla, ale v bezpečné vzdálenosti od předpokládané trasy okrajového oblouku křídla kluzáku/kluzáků při rozjezdu, dává pokyn veliteli vlečného letadla k napínání vlečného lana. Po plném napnutí vlečného lana (u dvojvleků všech lan) použije signál „příprava ke vzletu“, vizuálně ověří, zda se žádné letadlo nenachází před přistáním, zda je volný prostor pro vzlet a zda nejsou viditelné závady na kluzáku. Poté vydá pokyn ke vzletu signálem „vzlet povolen“. V případě, že pilot kluzáku vypne vlečné lano, nebo zjistí-li jakoukoli závadu bránící bezpečnému vzletu, signalizátor použije signál „stůj / zákaz vzletu“. Pakliže je na daném letišti poskytována služba ATC nebo AFIS, mají pokyny či informace těchto služeb přednost před pokynem ke vzletu vydaným signalizátorem, s výjimkou signálu „stůj/zákaz vzletu“. Funkci signalizátora musí vykonávat osoba řádně poučená provozovatelem letiště nebo provozovatelem letadla a znalá signálů uvedených v ustanovení 3.5 a povinností uvedených v tomto ustanovení.

3.5 Signály používané při vzletech aerovleku

Při vzletu v aerovleku se musí použít některý z níže uvedených způsobů signalizace. Manuální signalizace dle ust. 3.5.1 se musí použít při samostatných letech pilotních žáků kluzáků.

3.5.1 Manuální signalizace

SIGNÁL	ZPŮSOB SIGNALIZACE
STŮJ nebo ZÁKAZ VZLETU	Vztyčený červený praporek, bílý praporek u pravé nohy
POJÍŽDĚJ nebo NAPÍNEJ LANO	Vztyčený červený praporek, mávání bílým praporkem v úrovni pasu
LANO NAPNUTO	Vztyčený bílý praporek, červený praporek u levé nohy
VZLET POVOLEN	Mávnutí bílým praporkem ve směru vzletu, červený praporek u levé nohy

Výše popsané signály vydává signalizátor pomocí praporků držných v rukou. Červený praporek se drží v levé a bílý v pravé ruce. Doporučené rozměry

praporků jsou 50 x 50 cm. Výjimečně lze použít signalizaci rukama bez praporků.

3.5 Signalizace pomocí radiového spojení

Jako signály veliteli vlečného letadla se používají pouze fráze „stůj“, „napínej“ a „napnuto“, vydávané pozemní radiostanicí nebo pilotem kluzáku palubní radiostanicí.

3.6 Velitel vlečného letadla se musí seznámit s omezeními vlečného kluzáku, uvedenými v jeho letové příručce a případně se seznámit s metodikou vzletu vlečného kluzáku. Po celou dobu od okamžiku rozjezdu za účelem vzletu až do okamžiku vypnutí kluzáku je velitel vlečného letadla odpovědný za bezpečné provedení celého aerovleku a za dodržování pravidel létání, a to i za velitele kluzáku. Velitel kluzáku je odpovědný za bezpečné řízení kluzáku ve vleku.

3.7 Velitel vlečného letadla s kluzákem ve vleku může vlétnout do stoupavého proudu, ve kterém krouží jiný kluzák/kluzáky, pouze ve stejném smyslu kroužení. Nad kroužící kluzák může vlétnout pouze v případě výškového rozestupu většího než 1000 ft (300 m) ve stejném smyslu kroužení. Velitel vlečného letadla musí neustále sledovat okolní kluzáky. Dojde-li k nebezpečnému přiblížení k ostatním kluzákům, musí ihned stoupavý proud opustit. V žádném případě nesmí velitel vlečného letadla ve snaze vlečený kluzák ustřídit vytvořit nebezpečnou situaci pro ostatní kluzáky. Toto však nezabývá piloty ostatních kluzáků povinností sledovat ostatní letadla a v případě vzniku nebezpečné situace stoupavý proud opustit.

Poznámka: Pro účely tohoto ustanovení je nutno za „kluzák“ považovat jakékoli letadlo a jakékoli sportovní létající zařízení, kroužící ve stoupavém proudu.

3.8 Velitel vlečného letadla musí provádět všechny manévry během letu (manipulace s přípustí motoru, změny směru nebo výšky letu) plynule tak, aby na ně pilot kluzáku mohl včas a bezpečně reagovat. Vlek provádí do prostoru a výšky, stanovených pilotem kluzáku nebo v případě pilotního žáka jeho instruktorem.

3.9 Signál k vypnutí dává velitel vlečného letadla zřetelným střídavým nakláněním letadla kolem podélné osy letadla. Pilot kluzáku se může vypnout i na základě svého rozhodnutí. Sestup může velitel vlečného letadla zahájit až když se bezpečně přesvědčí, že je kluzák vypnut. Přistávat s kluzákem ve vleku je zakázáno kromě případů nouze, když nejde vypnout vlečné lano u vlečného letadla ani u kluzáku.

3.10 Při dvojvleku vypíná lano jako první pilot kluzáku letícího na delším laně. Po vypnutí provede zatáčku na svou stranu.

3.11 Velitel vlečného letadla nesmí při sestupu s lanem provádět prudké změny směru a výšky letu. Provádění akrobatických prvků s lanem je zakázáno. Velitel letadla musí při sestupu sledovat okolní provoz (včetně parašutistů) za účelem zamezení nebezpečného sblížení s ostatním provozem a nesmí křížovat vertikálně nebo

25.9.2008

Změna č. 4/ČR

Dopl. Q - 2

DOPLNĚK Q

PŘEDPIS L 2

horizontálně trasu provozovaného letištního okruhu v jeho výšce.

3.12 Velitel letadla odhazuje vlečné lano do volného prostoru letiště z výšky 160 ft / 50 m. Nálet za účelem shzení lana může provádět výhradně ve směru RWY, předal-li informaci o tomto úmyslu ATC nebo AFIS (je-li poskytována) a podle vydaných pokynů nebo informací. Lano musí být z provozní plochy letiště co nejdříve odstraněno. Přistávat s vlečným lanem je možno za předpokladu, že volný konec lana se poprvé dotkne země nejdříve až v pásu před prahem RWY, na kterou je prováděno přistání a není-li přistání s lanem provozovatelem letiště zakázáno. Nad všemi přírodními i umělými překážkami, včetně osob a zvířat musí být konec lana v minimální výšce 10 m. Za překážku vysokou 5 m se pro toto i další ustanovení tohoto doplňku rozumí jakékoli neuzavřená komunikace (silnice, cesty, železniční dráhy, vodní toky atd.) či přístupné účelové plochy (parkoviště, hřiště, vodní plochy atd.).

3.13 Pojždění s lanem musí velitel letadla provádět tak, aby se lano pohybovalo kolem překážek a osob v bezpečné vzdálenosti. V případě i krátkodobého odstavení letadla s připojeným lanem v prostoru kudy mohou pojíždět letadla nebo jiné mobilní prostředky, musí být lano přitaženo k letadlu do maximální vzdálenosti 5 m od vlečného zařízení, a to tak, aby se na lanu nevytvořily smyčky.

3.14 Přelety s kluzákem/kluzáky ve vleku musí být prováděny v minimální výšce 1000 ft / 300 m nad zemí, pokud ATC nestanoví jinak. Pro lety nad hustě zastavěnými místy platí ustanovení 4.6 a 3.1.2 Předpisu L 2 Pravidla létání.

3.15 Velitel vlečného letadla při přechodu do klesání musí velmi pozvolna snižovat výkon motoru při současném převádění letadla do mírného klesání při stále rychlosti letu. Klesavý let s kluzákem ve vleku musí být prováděn při stále rychlosti. Pilot kluzáku musí udržovat svoji polohu za vlečným letadlem a s použitím vzdušných brzd udržovat vlečné lano v napnutém stavu. Dojde-li k prověšení vlečného lana, musí pilot kluzáku zamezit případnému prudkému napnutí lana mírným vybočením do strany a po napnutí lana opět vrátit kluzák do původní polohy za vlečné letadlo.

3.16 Vleky z ploch, které nejsou letištěm

3.16.1 Vleky kluzáků z ploch, které nejsou letištěm, lze provádět pouze jako letecké práce ve smyslu platných právních předpisů a za předpokladu, že využití takovýchto ploch je součástí Úřadem vydaného povolení k provádění leteckých prací.

3.16.2 Vzlety kluzáků za letadlem z ploch, které nejsou letištěm, mohou provádět pouze piloti kluzáků, pilotní žáci ve výcviku pouze s instruktorem.

3.16.3 Aerovleky z udržovaných ploch, určených pro vzlety a přistání (tzv. záložních vojenských ploch, schválených ploch pro SLZ) o minimálních rozměrech 700 x 35 m může provést velitel letadla se zkušeností minimálně 50 hodin letové doby při aerovlecích, z toho minimálně 10 hodin letové doby při aerovlecích na použitém typu letadla,

pokud provozovatel letadla nestanovil podmínky přísnější. Typ vlečného letadla není omezen.

3.16.4 Aerovleky z ploch, které nejsou letištěm, o minimálních rozměrech 550 x 35 m může provést velitel letadla, který má kvalifikaci TOW i kvalifikaci WRK, nebo má kvalifikaci TOW a oprávnění pro tyto lety s konkrétním typem letadla zapsáno v zápisníku letů na základě výcviku dle schválené osnovy. K těmto vlekům musí být použito vhodné letadlo (např. Z-37, Z-37T, L-60), které k tomuto účelu určil provozovatel letadla. Provádět dvojvleky z takovýchto ploch je zakázáno.

3.16.5 Za posouzení vhodnosti plochy, která není letištěm, odpovídá velitel kluzáku. Informaci o rozměrech a stavu plochy, překážkách ve směru přiblížení, vzletu a v blízkosti plochy, směru a rychlosti větru musí velitel kluzáku předat veliteli vlečného letadla pomocí radiostanice při přiletu k této ploše. Velitel letadla před přistáním provede obhlídku plochy dle metodiky pro bezpečnostní přistání z minimální výšky 20 m nad zemí a minimálně 10 m nad překážkami. V případě, že vlečné letadlo má ve vleku vlečné lano, nesmí být volný konec lana pod uvedenými minimálními výškami. Přistávání na takovéto plochy s lanem je zakázáno. Velitel vlečného letadla má právo, po zhodnocení plochy za letu, rozhodnout s konečnou platností o přistání. Nesmí však přistát proti zákazu přistání, který mu byl pilotem kluzáku oznámen pomocí radiostanice nebo signalizován máváním pažemi do křížení nad hlavou. Místo a směr přistání vytýčí pilot kluzáku pomocí plachet (tzv. „T“), nebo pomocí kluzáku postaveného přední částí do směru přistání tak, aby netvořil překážku pro přistávající letadlo, nebo jiným domluveným způsobem. Není-li domluveno jinak, velitel letadla přistává vpravo od takového vyznačení.

3.16.6 Velitel vlečného letadla odpovídá před vzletem za celkové zhodnocení situace pro vzlet na základě posouzení délky, šířky, sklonu a únosnosti povrchu, hmotnosti vlečeného kluzáku a vlečného letadla, směru a rychlosti větru, teploty vzduchu, překážek ve směru vzletu apod.

3.16.7 Za poučení osob na ploše, včetně případného pomocníka u křídla kluzáku, odpovídá pilot kluzáku. Informaci o napínání a napnutí vlečného lana dává veliteli vlečného letadla pilot kluzáku radiostanicí. Není-li to možné, dává signál pomocník u křídla zdvižením ruky po dobu napínání a mávnutím ve směru vzletu po napnutí.

3.17 Nouzové případy při vlečení kluzáků

3.17.1 Dojde-li ve fázi od počátku rozjezdu do nadzvednutí vlečného letadla od země k úmyslnému nebo neúmyslnému vypnutí vlečného lana od kluzáku nebo od vlečného letadla, musí být provedeny postupy k zabránění nárazu kluzáku do vlečného letadla. Pakliže je zbývající délka RWY/plochy dostatečná pro přerušení vzletu, snižuje velitel vlečného letadla po dostatečné časové prodlevě pozvolna rychlost a mírně vybočí, pokud je to možné, z původního směru vzletu do prostoru bez překážek. Pilot kluzáku ihned zahájí činnost pro bezpečné zastavení nebo případně přistání s použitím plného vysunutí vzdušných brzd a následně mechanické

PŘEDPIS L 2

DOPLNĚK Q

brzdy podvozku, sleduje vlečné letadlo a pokud je to možné, vybočí z původního směru do volného prostoru. V případě, že nelze odvrátit jinak srážku s vlečným letadlem, musí vybočit za pomoci položení křídla na zem. Pakliže je po vypnutí vlečného lana zbývající délka RWY/plochy pro bezpečné pozvolné přerušení vzletu nedostatečná, pokračuje velitel vlečného letadla ve vzletu a kluzák provede přistání bez nebezpečí srážky s vlečným letadlem a využije výše popsaných postupů pro zabránění srážky s překážkami na konci RWY/plochy (naviják, porost za letištěm apod.).

3.17.2 Dojde-li ve fázi od počátku rozjezdu do nadzvednutí vlečného letadla od země k ztrátě tahu pohonné jednotky a tím k neovlivnitelnému snižování rychlosti, nebo k jiné závadě bránící pokračování ve vzletu, vybočí plynule velitel vlečného letadla co nejdříve do volného prostoru, aby tím vytvořil prostor pro kluzák. Velitel kluzáku postupuje obdobně jak je uvedeno v ust. 3.17.1. Vlečné lano musí vypnout neprodleně jak velitel vlečného letadla tak pilot kluzáku.

3.17.3 Dojde-li k vypnutí vlečného lana po nadzvednutí vlečného letadla od země, pokračuje velitel vlečného letadla ve vzletu a pilot kluzáku provede vynucené přistání na zbývající část letiště nebo do terénu. Provést přistání na letiště proti směru vzletu může pouze za předpokladu, že výška nad zemí a překážkami, směr a rychlost větru, výkonnostní parametry kluzáku a aktuální rychlost letu umožní srovnat příčný náklon před přistáním v minimální výšce 25 m nad zemí. V případě boční složky větru by zatáčka měla být provedena proti větru.

3.17.4 Dojde-li ke ztrátě tahu pohonné jednotky nebo k jiné závadě bránící pokračování v letu až ve fázi po nadzvednutí vlečného letadla od země, vypne velitel vlečného letadla ihned vlečné lano a s ohledem na povahu závady provede vynucené přistání. Je-li to možné (nejde o úplnou ztrátu tahu pohonné jednotky a letadlo je ovladatelné) a vzhledem k situaci vhodné, nasměruje letadlo před vypnutím kluzáku k letišti. Pilot kluzáku řeší situaci dle výšky a prostoru, ve kterém k vypnutí došlo.

3.17.5 Vynucené přistání vlečného letadla nebo kluzáku s lanem je kromě případů krajní nouze zakázáno. Zůstane-li vlečné lano zapnuté u kluzáku a je-li výška letu dostatečná, zalétne pilot kluzáku nad letiště, vlečné lano odhodí do volné části letiště a provede přistání. V případě nutnosti odhodit vlečné lano mimo letiště, případně až před přistáním, musí pilot kluzáku zvolit takové místo a výšku letu, aby nedošlo k ohrožení osob a majetku na zemi a při letu s visícím lanem byla dodržena minimální výška konce vlečného lana nad překážkami uvedená v ust. 3.12.

3.17.6 V případě, že pilot kluzáku nevypne ani po opakovaném znamení vlečné lano, doletí velitel vlečného letadla s kluzákem nad letiště a tam kluzák vypne. Pilot kluzáku se nad volným prostorem letiště pokusí visící lano vypnout. Nepodaří-li se lano ani po opakovaných pokusech vypnout, přistává pilot kluzáku s visícím lanem při dodržení bezpečné výšky volného konce lana nad překážkami (včetně porostu před letištěm). Let s visícím lanem a přiblížení na přistání až do výšky nad zemí cca 1,5 m by mělo být provedeno rychlostí o cca 10 – 20 km/h vyšší než je

rychlost stanovená letovou příručkou daného typu kluzáku.

3.17.7 V případě vzniku nouzové situace, kdy po opakovaných pokusech nejde vlečné lano vypnout ani u vlečného letadla ani u kluzáku, musí se pilot kluzáku pokusit přetřhnout lano mechanickým namáháním. V krajním případě musí být provedeno přistání s kluzákem ve vleku. Velitel vlečného letadla provede pozvolný sestup (viz ust. 3.15) a přiblížení na přistání s ohledem na možnosti kluzáku sledovat bezpečně dráhu letu. Pilot kluzáku musí vlečné letadlo pozorně sledovat a za pomoci vzdušných brzd udržovat napnuté lano. Velitel vlečného letadla musí po přistání za použití připuštěné motorové jednotky snižovat rychlost dojezdu pozvolně, aby zabránil přiblížování kluzáku k letadlu. Za tímto účelem musí přistát tak, aby využitelná délka RWY byla dostačující pro prodloužený dojezd. Je-li dané letiště pro řešení takovéto nouzové situace z hlediska překážek v prostoru přiblížení na přistání a délky RWY nevyhovující, měl by velitel vlečného letadla zvolit pro přistání jiné vhodné letiště. Pilot kluzáku musí po přistání použít intenzivně mechanickou brzdu podvozku a plně vychýlkou vzdušných brzd k zamezení přiblížování kluzáku k vlečnému letadlu a přejetí vlečného lana.

3.17.8 Nezládne-li pilot kluzáku vzlet ve fázi do nadzvednutí vlečného letadla od země (způsobí nebezpečné vybočení), musí vypnout vlečné lano. Stejně vyřeší nebezpečnou situaci i velitel vlečného letadla sám, pakliže pilot kluzáku včas nevypne vlečné lano. Dále oba řeší nastalou situaci jak je uvedeno v ust. 3.17.1.

3.17.9 V případě, že se pilotovi kluzáku nepodaří v průběhu horizontálního nebo klesavého letu ve vleku, např. při letu v turbulenci, zabránit výraznému provedení vlečného lana ani použitím vzdušných brzd nebo mírným vybočením s následným návratem do původní polohy po jeho napnutí a hrozí-li nebezpečné sblížení nebo dokonce předletnutí vlečného letadla, musí vypnout vlečné lano. Vypnout vlečné lano musí i v případě, že není schopen bezpečně udržet polohu kluzáku za vlečným letadlem (např. při ustředování ve stoupavém proudu). Následně pilot kluzáku postupuje dle konkrétních podmínek, a to buď využitím stoupavých proudů nebo nouzovým přistáním na nejbližším letišti nebo na vhodné ploše v terénu.

3.17.10 V případě vzniku jakékoli neřešitelné havarijní situace při vleku jsou posádky vlečného letadla i kluzáku včetně cestujících oprávněny použít záchranný padák, pakliže výška umožňuje jeho použití. Před opuštěním kabiny musí velitel vlečného letadla i kluzáku, pokud je to možné, vypnout vlečné lano a nasměrovat letadlo do prostoru, kde jeho pád nezpůsobí ohrožení osob a majetku na zemi.

3.17.11 Pokud to nouzová situace dovolí, jsou posádky povinny využívat radiového spojení jak mezi sebou, tak i s příslušným stanovištěm ATC nebo AFIS k předání informací o vzniklé nouzové situaci a o svých rozhodnutích a úmyslech jak ji budou řešit.

3.18 Provádění více než dvojvléků kluzáků podléhá schválení Úřadu na základě žádosti a navržené metodiky.

DOPLNĚK Q

PŘEDPIS L 2

4. Vleky transparentů

4.1 Pro vleky transparentů platí obdobně též ust. 3.16.1. Způsobilost letadla pro vleky, kvalifikace jeho velitele a délka vlečného lana viz ust. 2. Velitel vlečného letadla musí být dále řádně seznámen se zvláštnostmi této činnosti se zaměřením na přípravu transparentu, jeho rozvinutí, způsob vzletu, vliv vlečeného transparentu na řízení a výkony letadla a řešení nouzových případů za letu.

4.2 Velitel letadla je povinen před vzletem zkontrolovat transparent, jeho stav a správné zavěšení.

4.3 Vzlet je možno provést buď s transparentem rozvinutým a připojeným k vlečnému letadlu již na zemi nebo vzlet provést s kotvou připojenou na vlečném laně, na kterou se transparent zachycuje až následně při jejím vlečení ve vhodné výšce mezi brankou, kde je vlečné lano transparentu zavěšeno. Velitel vlečného letadla může být o výšce vlečené kotvy při přibližování k brance informován prostřednictvím radiostanice ze země. Branka musí být na provozní ploše jen po dobu nezbytně nutnou.

4.4 Při letech s transparentem musí být dodrženy minimální výšky letu podle ustanovení 4.6 a 3.1.2 Předpisu L 2 Pravidla létání. Velitel letadla musí při stoupání, vlastním letu, při klesání a přiblížení na odhoz transparentu dbát zvýšené opatrnosti s ohledem na ostatní letový provoz.

4.5 Velitel letadla odhazuje transparent do volného prostoru letiště z výšky 160 ft / 50 m. Transparent musí být v co nejkratší době z provozní plochy odstraněn.

4.6 Nouzové případy při vlečení transparentů

4.6.1 Při jakémkoli nenormálním průběhu rozjezdu je nutno rozjezd okamžitě přerušit a transparent odhodit.

4.6.2 Dojde-li k ztrátě výkonu pohonné jednotky při rozjezdu nebo počátečním stoupání, musí velitel letadla transparent ihned odhodit a řešit vzniklou situaci dle okolností.

4.6.3 Dojde-li při letu k přetržení některého lana závěsu, roztočení transparentu, ztrátě stability transparentu, jeho roztrhání nebo ztrátě závaží, musí velitel letadla rozhodnout o dalším pokračování letu s ohledem na bezpečnost dalšího letu a možnost samovolného utržení transparentu a jeho pádu na zem.

4.6.4 V případě, že se velitel letadla rozhodne v jakémkoli nouzovém případě transparent odhodit mimo letiště, musí jej odhodit nad místem, kde nedojde k ohrožení osob a majetku na zemi ani ostatních případných letadel nebo všech druhů sportovních létajících zařízení vyskytujících se v tomto prostoru.

5. Aerovleky prováděné pomocí ULL

5.1 Pro aerovleky kluzáků prováděné pomocí ULL platí všechna ustanovení tohoto Doplnku, pokud v ust. 5 není stanoveno jinak.

Poznámka: Vlečení sportovních létajících zařízení jinými sportovními létajícími zařízeními se řídí zvláštními předpisy.

5.2 Omezení

5.2.1 Pro každý ULL schválený pro aerovleky musí být v Letové příručce daného ULL nebo rovnocenném dokumentu stanoveno:

- a) maximální vzletová hmotnost kluzáku, který může vléct;
- b) rozsah rychlostí v aerovleku (minimálně nejnižší bezpečnou rychlost v aerovleku);
- c) hodnota tahové pojistky vlečného lana.

Každý ULL schválený pro aerovleky je pro vleky schválen pověřenou osobou. Každý let ve vleku za ULL je proveden na vlastní nebezpečí všech osob na palubě kluzáku. O této skutečnosti musí velitel kluzáku před vzletem nebo sérií vzletů ve vleku za ULL poučit všechny osoby na palubě kluzáku.

5.2.2 Při vleku nesmí být na palubě ULL jiná osoba než velitel ULL.

5.2.3 Vlek prováděný pomocí ULL do vlnového proudění je zakázán. V případě neplánovaného vstupu do oblasti vlnového proudění musí velitel ULL tento prostor co nejrychleji opustit.

5.2.4 Vlek více než jednoho kluzáku prováděný pomocí ULL je zakázán.

5.2.5 Vleky transparentů prováděné prostřednictvím ULL jsou zakázány.

5.2.6 Vleky kluzáku s křídlem na zemi (bez pomocníka) za ULL jsou zakázány.

5.2.7 Vleky kluzáku z terénu prováděné prostřednictvím ULL jsou zakázány.

5.2.8 V případě, že se pilotovi kluzáku nedaří udržet správnou trajektorii letu za vlečným ULL, musí včas vypnout vlečné lano.

5.2.9 Nouzové postupy, uvedené v ust. 3.17 tohoto Doplnku, se doplňují o povinnost pilota kluzáku bezprostředně reagovat na použití záchranného systému ULL v kritické situaci za účelem zabránění střetu s pádákem záchranného systému.

5.2.10 Každý pilot kluzáku musí být před prvním vzletem ve vleku za ULL řádně poučen osobou s kvalifikací instruktora kluzáků a se zkušenostmi z vleků za ULL o zvláštnostech takového vzletu se zaměřením na vliv kluzáku na ULL ve všech fázích letu z hlediska poměru hmotnosti kluzáku vůči vlečnému ULL a na možnost vysazení pohonné jednotky ve všech fázích letu.

PŘEDPIS L 2

DOPLNĚK Q

5.2.11 Při každém letu ve vleku za ULL musí být kluzák vybaven štítkem umístěným na místě viditelném pro každou osobu na palubě kluzáku s jasně čitelným textem: „Provedení aerovleku za SLZ je na vlastní nebezpečí osob na palubě tohoto kluzáku. SLZ nepodléhá schválení ÚCL.“

5.2.12 Aerovleky z udržovaných ploch určených pro vzlety a přistání (tzv. záložních

vojenských ploch, schválených ploch pro SLZ) o minimálních rozměrech 550 x 35 m se smí provádět pouze po vynucených přistáních. Takové aerovleky může provést jen velitel ULL se zkušeností minimálně 50 vzletů a přistání při aerovlecích, z toho minimálně 25 vzletů a přistání při aerovlecích na použitém typu ULL, pokud provozovatel ULL nestanovil podmínky přísnější.

ZÁMĚRNĚ NEPOUŽITO

10.1.3 Příloha č. 3 Seznam limitovaných celků a povinné údržby vzorového vlečného letounu.

**Z 143 L**
AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL

LIST OF PARTS TO BE OVERHAULED

The parts listed in the table should after stated limits undergo overhaul.

Item	Overhaul after	Notes
Engine	According to engine manufacturer	
Engine aggregates	Together with engine	
Magnetoes	According to engine manufacturer	
Propeller	According to propeller manufacturer	
Propeller governor	According to propeller governor manufacturer	

NOTE
The manufacturer specifications are issued in pertinent manuals, bulletines, and service instructions.

Revision No. 10
Page 04 - 2
2007-11-20

04-10-00

EFFECTIVITY:
All

Z 143 L**AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL****LIST OF PARTS WITH LIMITED LIFE TIME**

The parts listed in the table are of limited life time.

Item	Life time limits	Notes
Airframe	6,000 flight hours	
Main landing gear legs: Z 43.5100-00.09 (port) Z 43.5100-00.10 (starboard)	6,000 landings	In case the number of landings is not registered the life time is limited to 2,000 flight hours
Bolts of main landing gear suspensions Z 143.5100-00.08 (Ø 12 f8) Z 143.5100-00.13 (Ø 12.1 f8) Z 143.5100-00.14 (Ø 12.2 f8) Z 143.5100-00.17 (Ø 12.3 f8) Z 143.5100-00.18 (Ø 12.4 f8)	6,000 landings	In case the number of landings is not registered the life time is limited to 2,000 flight hours
Nose landing gear (without nose wheel)	15,000 landings	In case the number of landings is not registered the life time is limited to 5,000 flight hours

EFFECTIVITY:

All

04-20-00page 04-3
1998-06-30



Z 143 L

AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL

SCHEDULED PART REPLACEMENT

The parts listed in the table should be replaced at the date of expiry.

Item	Time of operation	Notes
Rubber hoses with jackets (in engine compartment only): a) fuel and oil hoses; b) 1 pcs of hose of fuel pressure measurement c) 1 pcs of hose of oil pressure measurement.	10 years	The hoses with jackets are provided with MoN marks. It is possible to use AEROQUIP hoses with unlimited life time instead of rubber hoses. These hoses are without jackets and are provided with shield and AEROQUIP - AE marking.
Red rubber hoses of airplane fuel system.		Only in airplane with FACET fuel pump - up to airplane production No. 0014.
Red rubber hoses of airplane brake system.		It is possible to use AEROQUIP hoses with unlimited life time instead of rubber hoses. These hoses are provided with metal shielding and AEROQUIP placard.
Green rubber oil hoses without jackets in engine compartment.	15 years	
Red rubber hoses of main fuel tank venting.		
Two red rubber hoses of engine manifold pressure measurement.		
Green rubber hoses of pitot-static system.		It is possible to use transparent silicone hoses of unlimited life time instead of rubber hoses.
Green rubber hoses of vacuum system.		
Emergency batteries.	6 years	
Batteries a) ELT E-01 b) ELT remote control: - Li-ion - Alkaline.	2 years 8 years 4 years	According to battery manufacturer.
POINTER 3,000 ELT battery.	3 years	According to manufacturer data.

Revision No. 3
page 05 - 2
2001-04-13

05-10-00

PLATNOST:
All

Z 143 L**AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL****SCHEDULED MAINTENANCE****AIRPLANE MAINTENANCE**

The airplane maintenance is based upon carrying out following inspections:

- 1) Pre-flight inspection (Z 143L Airplane Flight Manual, Section 4);
- 2) Inspections carried out after the first 25 and 50 flight hours;
 - a) Engine inspection and its installation after the first 25 flight hours since the time of new/overhauled engine installation to airplane according to checklist INSPECTION AFTER FIRST 25 FLIGHT HOURS / PERIODIC INSPECTION AFTER 50 FLIGHT HOURS.
 - b) Airframe inspection after the first 50 flight hours since the use of airplane in operation according to checklist INSPECTION AFTER FIRST 50 FLIGHT HOURS and the checklist INSPECTION AFTER FIRST 25 FLIGHT HOURS / PERIODIC INSPECTION AFTER FIRST 50 FLIGHT HOURS.
- 3) Periodic inspections
 - a) 50 hrs Inspection - Scheduled maintenance check at 50 flight hours intervals. The works are within the scope issued in the checklist INSPECTION AFTER FIRST 25 FLIGHT HOURS / PERIODIC INSPECTION AFTER 50 FLIGHT HOURS.
 - b) 100 hrs Inspection - Scheduled maintenance check made at 100 flight hours intervals within the scope issued in checklist PERIODIC INSPECTION AFTER 100 FLIGHT HOURS AND AFTER 1 YEAR OPERATION, column "Flight Hours".

NOTE

During 100hrs inspection even 50 hrs inspection issued in point a) should be carried out.

- c) Annual inspection - Scheduled maintenance check at 12 months intervals within the scope issued in the checklist PERIODIC INSPECTION AFTER 100 FLIGHT HOURS AND AFTER 1 YEAR OPERATION, column "Calendar Period". Annual inspection is considered the 100 hrs inspection. The date of its completion is simultaneously the beginning of new 12 month period and simultaneously the beginning of interval of 100 hrs periodic inspection.

NOTE

During annual inspection even 50 hours inspection issued in point a) should be carried out.

- d) Special Works - in the intervals according to the checklist PERIODIC INSPECTION AFTER 100 FLIGHT HOURS AND AFTER 1 YEAR OPERATION, column "Flight Hours - spec." and "Calendar Period". Carry out special works during next 100 hrs, or annual inspection.

INSPECTION CHECKLISTS

All the inspections mentioned in this chapter are made out in form of checklists.

First column of each checklist table contains number of this manual chapter containing the information and advises on recommended procedures.

The actions prescribed for each 100 hrs or annual inspection are in pertinent column of the checklist tables marked with ring. These works are widened for special works carried out in periods issued in column "spec.".

EFFECTIVITY:

All

05-22-00

page 05-15
1998-06-30



Z 143 L

AIRPLANE MAINTENANCE MANUAL

ALLOWANCE

CAUTION

THE ALLOWANCES DETERMINED FOR INTERVALS BETWEEN INSPECTIONS SHOULD NEVER BE CUMULATED TO DETERMINE THE DATE OF INSPECTION – See NOTE.

1. The allowance according to number of flight hrs.

Flight hrs	25	50	100
Allowance	+5	+5	+5

The above issued allowances may be applied only after the finished flight the beginning of which started before the prescribed period of inspection had been reached. It is also applicable if it is necessary to fly to the location of inspection execution. The inspections may be carried out in advance.

NOTE

The 100 hrs inspections should be completed after 105 flight hours (i.e. 100+5 hrs) at the latest since the last 100 hrs or annual inspection. Time of operation by which the 100 hrs interval was exceeded, must be included into the interval for another 100 hrs inspection. 5 hrs allowance must not be used for putting-off the next 100 hrs inspection.

2. The Allowance Applied at Annual Inspections

The annual inspection should be completed after 12 month at the latest since the last annual inspection with the possibility to use the whole month for carrying the inspection out.

Example:

- annual inspection was completed January 10th, 1998;
- the next annual inspection should be completed until January 31th, 1999 at the latest.

The annual inspection may be carried out sooner.

3. The Allowance Applied for Special Works

a) Flight hrs	400	500	1000	1500	2000	3000	6000
Allowance	+20	+20	+30	+30	+40	+40	+50

- b) the calendar period (number of years of operation) of issued special works is maximum.

Special works may be carried out sooner.

DEFINITIONS

- 1) The term "make outer appearance check" means:

- Detection of corrosion;
- Visual detection of cracks; (*)
- Detection of failures and deformations;
- Check of proper joint locking;
- Detection of loosed or defective rivets;
- Check of proper bolt tightening;
- Check of intactness of insulation of electric cables;
- Check of intactness of hoses and their jackets;
- Check of play in bearings and hinges.

*Recommendation

The magnifying glass used for crack detection should be of 4x power.

- 2) The term "check serviceability" means turning the instrument or system to operation and verifying the system/instrument serviceability.

10.1.4 Příloha č. 4 Letová příručka vzorového letounu - vlečení.

Moravan Aviation Ltd.
Otrokovice

Doc. No. 005.012

Z 143 L
Flight Manual

SUPPLEMENT No. 3

1. GENERAL

The towing equipment drawing No.: Z 143.8400 may optionally be installed on the Z 143 L airplane for glider or banner towing.

2. OPERATING LIMITATIONS2.1 GLIDER TOWING

(1) The limitations stated for Category N (Normal) must be complied with during glider towing.

(2) The take-off weight of the glider must not exceed 700 kg (1543 lbs).

NOTE: Simultaneous two gliders towing is approved on condition the sum of both gliders take-off weight does not exceed 700 kg (1543 lbs).

(3) Maximum take-off weight of the Z 143 L airplane must not exceed 1350 kg (2976 lbs).

(4) Maximum load on the tow-rope must not exceed 4900 N (1100 lbs).

CAUTION:

IF THE TENSILE STRENGTH OF THE TOW-ROPE EXCEEDS 4900 N (1100 lbs) THE WEAK-LINK OF THE ULTIMATE STRENGTH 4900 N (1100 lbs) MUST BE INSTALLED BETWEEN THE ROPE AND TOW-HOOK.

(5) Minimum demonstrated towing airspeed is 115 km/h (62 knots) IAS.

(6) Maximum towing airspeed is 180 km/h (97 knots) IAS.

2.16.2 Placards Located on the Aircraft outside

TOWLINE MUST BE PROVIDED WITH 4.9 kN (1100 lbf) WEAK - LINK,
IF MAXIMUM TOWLINE STRENGTH EXCEEDS 4.9 kN (1100 lbf)

This placard is located on the lower strut of the towing gear behind the fuselage rear part.

Revision No.1
Oct 18,1999

CAA approved

3 of 8

Z 143 L

Flight Manual

Doc. No. 005.012

Moravan Aviation Ltd.
Otrokovice

SUPPLEMENT No. 3

3. EMERGENCY PROCEDURES

3.1 ENGINE FAILURE

- (1) Tow-hook release - PULL, RELEASE THE EXTERNAL handle LOAD
- (2) Continue emergency procedures according to the basic Airplane Flight Manual Section 3.1 and 3.2, 3.3 respectively.

3.2 OTHER KINDS OF EMERGENCY

- (1) Tow-hook release - PULL, RELEASE THE EXTERNAL handle LOAD ACCORDING TO PILOT'S DECISION AND EVALUATION OF THE PARTICULAR CONDITIONS.
- (2) Continue emergency procedures according to the basic Airplane Flight Manual.

4. NORMAL PROCEDURES

- (1) Take-off - ACCORDING TO SECTION 4.8 OF THE BASIC AIRPLANE FLIGHT MANUAL.
- (2) Climb - ACCORDING TO SECTION 4.9 OF THE BASIC AIRPLANE FLIGHT MANUAL.
Climb speed - 130 km/h (70 knots) ACCORDING TO THE TYPE OF EXTERNAL LOAD.

NOTE: Climbing speed reduce by 5 km/h (3 knots) for each 1000 m (3280 ft) altitude or according to the type of external load.

- (3) Cruising speed - ACCORDING TO THE TYPE OF EXTERNAL LOAD.

4 of 8

CAI Prague approved

Jun 1, 1995

Moravan Aviation Ltd.
Otrokovice

Doc. No. 005.012

Z 143 L
Flight Manual

SUPPLEMENT No. 3

- (4) Descent - ACCORDING TO THE TYPE OF EXTERNAL LOAD OR AFTER EXTERNAL LOAD RELEASE CONTINUE ACCORDING TO SECTION 4.11 OF THE BASIC AIRPLANE FLIGHT MANUAL.
- (5) Tow-rope release - IF SAFE LANDING WITH TOW-ROPE IS NOT POSSIBLE (OBSTACLES ON APPROACH, SHORT STRIP ETC.) RELEASE THE ROPE OVER THE PROPER SITE AND IN SAFE HEIGHT.
- (6) Approach and landing - ACCORDING TO SECTION 4.12 AND 4.13 OF THE BASIC AIRPLANE FLIGHT MANUAL.

CAUTION: WHEN LANDING WITH TOW-ROPE BE AWARE OF THE TOW-ROPE NOT TO HIT OBSTACLES OVERFLOWN.

5. P E R F O R M A N C E (COMPLEMENTARY MANUFACTURER'S DATA)

Although this airplane is not designed as a special tow-plane, the performance is sufficient for towing gliders of banners on condition the appropriate limitations are followed. The real performance depends the external load characteristics (type of glider etc.), airplane and glider take-off weight, pilot's technique, etc.

The following table shows the principal performance at the take-off weight of airplane 1350 kg (2976 lbs) when towing glider of take-off weight 500 kg (1100 lbs) and 700 kg (1543 lbs).

Jun 1, 1995

CAI Prague approved

5 of 8

Z 143 L

Flight Manual

Doc. No. 005.012

Moravan Aviation Ltd.
Otrokovice

SUPPLEMENT No. 3

P E R F O R M A N C E T A B L E

Item	Unit	Value	
Airplane weight	kg	1350	
	lbs	2976	
Glider weight	kg	500	700
	lbs	1100	1543
Take-off run	m	500	720
	ft	1640	2360
Average vertical speed	m/s	2,1	1,7
	ft/min.	430	335
Average time to climb from H = 0 ISA to H = 1000 m (3048 ft) ISA	min.	7,8	10,6

7. D E S C R I P T I O N O F A I R P L A N E A N D
I T S S Y S T E M S

The towing equipment is delivered as option and consists of the tow-hook, tow-hook release control, rear view mirror and the tow-rope weak-link. The tow-hook is installed on the structure under the horizontal tail unit and is cable controlled from pilot's compartment. Pulling the yellow handle (located in cockpit on the left side of the central panel) the tow-rope is released.

Moravan Aviation Ltd.
Otrokovice

Doc. No. 005.012

Z 143 L
Flight Manual

SUPPLEMENT No. 3

The weak-link which breaks if the tow-rope tensile strength exceed 4900 N (1100 lbs) is the integral part of the towing system. The weak-link is located in the bushing and provided with rings on both sides. One ring is attached to the tow-hook and the other to the tow-rope.

For the towing system scheme see figure No.: 1.

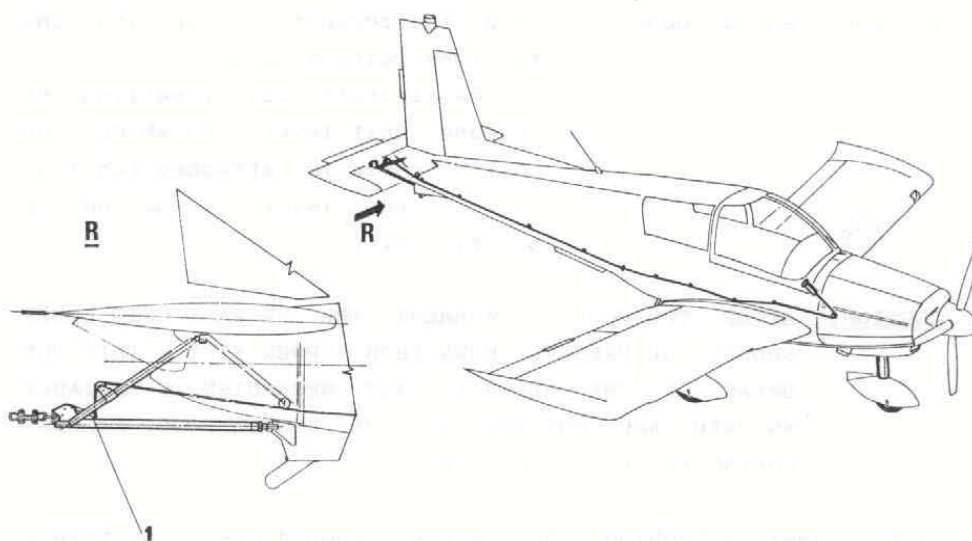


Figure No.: 1 - Towing Equipment Scheme

TOWING CABLE RELEASE

This placard is located on the central panel (close to towing cable release handle).

Jun 1, 1995

CAI Prague approved

7 of 8

Z 143 L

Flight Manual

Doc. No. 005.012

Moravian Aviation Ltd.
Otrokovice

SUPPLEMENT No. 3

Tow-rope attachment:

- a) The tow-rope end provided with the weak-link should always be attached to towing aircraft.
- b) Upon opening of the tow-hook the weak-link ring of the tow-rope is inserted into the spot under the hook and tow hook is closed.

The hook can be opened - from the cockpit by pulling the tow-rope release handle
- at the aircraft tail by pulling the release unit lever, to which the control cable is attached (on fig. No.: 1 the lever is marked on position "1")

CAUTION: AFTER TOW-ROPE ATTACHMENT THE RELEASE UNIT LEVER SHOULD BE PRESSED DOWN FROM UPPER SIDE - THIS THE BREAK OF THE RELEASE UNIT MECHANISM IS RELIABLY ENSURED AND POSSIBILITY OF SPONTANEOUS RELEASE DURING FLIGHT IS PRECLUDED.

- c) Personnel attaching the tow-rope should check by triple pulling of the tow-rope the attachment correctness.

10.1.5 Příloha č. 5 Graf průměrného stoupání v závislosti na hmotnosti vlečeného kluzáku vlečného letounu Pik 27.

