

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2025

ADAM TOMAN

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Výběr vhodného akrobatického kluzáku pro po-
třeby Aeroklubu Žamberk**

Adam Toman

Bakalářská práce
2025

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Adam Toman**
Osobní číslo: **D22191**
Studijní program: **B0716P040001 Technika, technologie a řízení letecké dopravy**
Téma práce: **Výběr vhodného akrobatického kluzáku pro potřeby Aeroklubu Žamberk**
Zadávající katedra: **Katedra letecké dopravy**

Zásady pro vypracování

V bakalářské práci bude řešen výběr vhodného akrobatického kluzáku pro potřeby Aeroklubu Žamberk. Bakalářská práce bude obsahovat:

- představení akrobatického létání a kluzáků,
- současný stav letky v Aeroklubu Žamberk a jeho požadavky na kluzák,
- posouzení návrhů kluzáků s kritérii,
- vyhodnocení návrhů.

Rozsah pracovní zprávy: **35-45**
Rozsah grafických prací: **3-5**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Dle pokynů vedoucí práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Hana Císařová, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **24. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **4. srpna 2025**

L.S.

doc. Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.
děkan

Ing. Michaela Ledvinová, Ph.D.
pověřená vedením katedry

V Pardubicích dne 25. února 2025

Prohlašuji:

Práci s názvem Výběr vhodného akrobatického kluzáku pro potřeby Aeroklubu Žamberk jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro zveřejňování závěrečných prací a jejich základní jednotnou formální úpravu, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 4. 8. 2025

Adam Toman

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. Haně Císařové, Ph.D., za pomoc a užitečné rady v průběhu tvorby práce. Můj vděk také patří všem respondentům mých dotazníků a kolegům z Aeroklubu Žamberk.

Anotace

Tato práce popisuje historii akrobatického létání, jeho výcvik a typy akrobatických kluzáků. Práce je zaměřena na otázku rozvoje flotily Aeroklubu Žamberk v oblasti akrobatického výcviku na kluzácích. Analyzuje a vyhodnocuje tu nejlepší variantu z nabízených možností kluzáků na aktuálním trhu vzhledem k zvoleným kritériím.

Klíčová slova

bezmotorová akrobacie; akrobatický kluzák; Aeroklub Žamberk; letecký výcvik

Title

Selection of suitable aerobatic glider for Aeroclub Žamberk

Annotation

This thesis describes the history of aerobatic flying, its training, and types of aerobatic gliders. It focuses on the development of the Žamberk Aeroclub's fleet in the field of glider aerobatic training. It analyzes and evaluates the most suitable option among the currently available sailplanes on the market, based on predefined selection criteria.

Keywords

glider aerobatics; aerobatic sailplane; Žamberk Aeroclub; flight training

Obsah

Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
Seznam zkratk	11
Úvod.....	12
1 Bezmotorové akrobatické létání	14
1.1 Historie letecké akrobacie ve světě.....	14
1.2 Akrobacie v Československu	15
1.3 Uzemnění L-13 Blaník	16
2 Výcvik bezmotorové akrobacie	17
2.1 Výcvik vyšší pilotáže	17
2.2 Výcvik vysoké pilotáže	18
3 Certifikace kluzáků	19
3.1 Kategorie Utility.....	19
3.2 Kategorie Aerobatic.....	20
3.3 Stanovení kategorie certifikace pro akrobatický výcvik	20
4 Aeroklub Žamberk	22
4.1 Historie.....	22
4.2 Současný stav	23
4.2.1 Stav letecké techniky.....	24
5 Varianty kluzáků.....	26
5.1 ASK-21	26
5.2 DG-1001	29
5.3 SZD-54-2 Perkoz	31
5.4 MDM-1 Fox	34
6 Výběr kluzáku – multikriteriální analýza.....	37
6.1 Definování kritérií a určení jejich preferencí	37

6.2	Získání vah kritérií.....	41
6.3	Vytvoření kriteriální matice.....	42
6.4	Vyhodnocení MKA	44
6.5	Finální vyhodnocení.....	44
	Závěr.....	46
	Seznam použitých informačních zdrojů.....	47

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: ASK-21.....	27
Obrázek č. 2: DG-1001 Club neo.....	29
Obrázek č. 3: SZD-54-2 Perkoz.....	32
Obrázek č. 4: MDM-1 Fox.....	34

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Letecká technika AKZM	25
Tabulka č. 2: Technické parametry kluzáku ASK-21	28
Tabulka č. 3: Technické parametry kluzáku DG-1001	31
Tabulka č. 4: Technické parametry kluzáku SZD-52-2 Perkoz	33
Tabulka č. 5: Technické parametry kluzáku MDM-1 Fox	36
Tabulka č. 6: Dotazník	38
Tabulka č. 7: Výsledky dotazníku Akrobatický výcvik	39
Tabulka č. 8: Výsledky dotazníku Plachtařský výcvik	40
Tabulka č. 9: Váhy kritérií	41
Tabulka č. 10: Základní kriteriální matice	42
Tabulka č. 11: Upravená kriteriální matice na maximalizační kritéria	43
Tabulka č. 12: Normalizovaná kriteriální matice	43
Tabulka č. 13: Hodnoty užitku variant kluzáků	44

Seznam zkratek

AKZM	Aeroklub Žamberk
DOSLET	Dobrovolný svaz lidového letectví
EASA	European Union Aviation Safety Agency
GA	General Aviation
GLD	Glider
MKA	Multikriteriální analýza
SVAZARM	Svaz pro spolupráci s armádou
TMG	Touring Motor Glider

Úvod

Bezmotorové létání všeobecně představuje významnou součást letecké činnosti nejenom v Aeroklubu Žamberk, ale v celé České republice, a to jak z pohledu sportovního využití, tak výcviku a soutěžní reprezentace. Jedním ze specifických směrů plachtařství je letecká bezmotorová akrobacie, která klade vysoké nároky na pilotní dovednosti i na technické vlastnosti používaných kluzáků. Právě v tomto odvětví v poslední době aeroklub zaznamenává rostoucí zájem o akrobatický výcvik nejen z pozice stálých členů, ale i lidí z ostatních leteckých spolků. Ambice provozovat akrobatický kluzák na žambereckém nebi vyžaduje výběr vhodného typu letadla pro tuto činnost, který musí být pečlivě promyšlen a založen na komplexním posouzení technických, provozních a ekonomických aspektů.

Tato práce vychází z mých vlastních zkušeností, jelikož se aktivně věnuji letecké bezmotorové akrobacii a mám tak určitý náhled do praktických potřeb spojených s výběrem vhodného kluzáku pro tuto činnost. V rámci Aeroklubu Žamberk (AKZM) v současnosti chybí větroň, který by byl uzpůsoben pro systematický akrobatický výcvik, což do určité míry omezuje další rozvoj této disciplíny. Proto jsem se rozhodl zaměřit svou bakalářskou práci právě na výběr vhodného typu akrobatického kluzáku, který by nejen rozšířil stávající flotilu, ale zároveň umožnil jak výcvik v oblasti akrobacie, tak i univerzální využití pro běžnou plachtařskou činnost aeroklubu.

Cílem bakalářské práce je tedy vybrat nejvhodnější akrobatický kluzák, který by doplnil stávající flotilu AKZM a umožnil efektivní využití pro akrobatickou i plachtařskou činnost. K výběru kluzáku z nabízených variant byla zvolena metoda multikriteriální analýzy. Vzhledem k různorodým požadavkům členů aeroklubu bylo nutné definovat hodnotící kritéria, jež jsou pro vyhodnocení klíčová, stanovit jejich preference a na základě nich určit kluzák s největší hodnotou užitku.

Bakalářská práce ve své první kapitole shrnuje historii bezmotorového akrobatického létání, a to jak v zahraničí, tak na našem území. Druhá kapitola popisuje náplň výcviku bezmotorové akrobacie. Třetí kapitola specifikuje certifikační kategorie kluzáků a uvádí jejich parametry. Další kapitola se věnuje historii Aeroklubu Žamberk a podává přehled jeho současného stavu a aktivit. Pátá kapitola následně představuje charakteristiky

čtyř typů kluzáků, které jsou nyní dostupné na trhu a jsou vhodné pro akrobatický výcvik. Šestá kapitola pak z těchto čtyř kluzáků na základě multikriteriální analýzy vybírá ten nejvhodnější pro potřeby Aeroklubu Žamberk.

Tato bakalářská práce může v budoucnu Aeroklubu Žamberk posloužit jako podklad pro kvalifikované rozhodnutí při výběru nového kluzáku do flotily a přispět tak k úspěšné investici.

1 Bezmotorové akrobatické létání

Bezmotorová akrobacie představuje specifickou a vysoce náročnou disciplínu sportovního letectví, která kombinuje přesnou pilotáž se schopností ovládat kluzák v extrémních letových režimech. Na rozdíl od motorové akrobacie je veškerý let realizován bez podpory motoru, což klade vysoké nároky na pilotovu prostorovou orientaci spojenou s dobře naplánovaným výškovým rozpočtem. Tato forma létání má v České republice dlouholetou tradici a je uznávána nejen jako sportovní disciplína, ale také jako důležitý prvek v rozvoji pilotních dovedností.

1.1 Historie letecké akrobacie ve světě

Zrod letecké akrobacie sahá až k počátkům samotného letectví. Bratři Wrightovi, inspirováni kluzákem Otty Lilienthala, se svým letounem Flyer I v roce 1903 prokázali možnost řízeného letu a pro demonstraci svých strojů v roce 1910 založili kaskadérskou skupinu The Wright Flyers. První odvážné manévry, jako strmé zatáčky a spirály, se staly součástí leteckých show (15).

První let vzhůru nohama provedl podle historických záznamů ruský pilot Petr Něstěrov v roce 1913 na letounu Nieuport IV. Stejný manévr o několik dní později zopakoval francouzský pilot Adolphe Pégoud, který se stal jedním z prvních leteckých akrobatů. Pégoud také předvedl první řízenou vývrtku a byl prvním pilotem, který při nouzovém opuštění letadla použil padák (20, s. 9–10).

Během první světové války se akrobacie stala klíčovou součástí leteckého boje, neboť neobvyklé a rychlé manévry poskytovaly pilotům výhodu jak při útoku, tak při úniku před protivníkem. V meziválečném období se akrobaté snažili o neobvyklé rekordy, jako byl například výkon Charlese W. Holmana, který v roce 1928 provedl 1 433 přemetů za sebou (20, s. 11–22).

Versailleská smlouva po roce 1919 omezila Německu vývoj vojenského letectví, což vedlo k rozvoji bezmotorové akrobacie. Bezmotorová akrobacie byla demonstrována s kluzákem DFS Habicht v roce 1936 na olympijských hrách v Berlíně. Po druhé světové válce se akrobacie na kluzácích stala součástí leteckých dnů. V roce 1984 proběhl v Německu první evropský šampionát a o rok později hostilo Rakousko první mistrovství světa (21).

1.2 Akrobacie v Československu

Průkopníkem letectví v Československu byl pardubický rodák Ing. Jan Kašpar, který 13. května 1911 přeletěl trasu Pardubice–Praha. Nebyl však jediným nadšencem aviatiky u nás – kromě jeho bratrance Evžena Čiháka či konstruktéra Metoděje Vlacha mezi ně patřila i první česká pilotka Božena Láglerová.

Díky podpoře Ministerstva národní obrany a výrobě kvalitních letadel domácí značky Avia se akrobatické létání v ČSR značně rozvíjelo. Kromě Františka Malkovského, jenž soutěžil v roce 1927 na II. mezinárodním leteckém mítinku ve švýcarském Curychu, se do historie zapsala také akrobatická legenda František Novák. Ten se stal roku 1935 úplně prvním mistrem ČSR a o dva roky později zvítězil také na IV. mezinárodním leteckém mítinku (20, s. 13–21).

Po druhé světové válce se akrobacie v ČSR nadále rozvíjela. V roce 1960 se v Bratislavě konalo dokonce první mistrovství světa v letecké akrobacii, kde Ladislav Bezák získal titul mistra světa. Mezi další úspěšné akrobaty patřil Ivan Tuček a dvojnásobný mistr světa Petr Jirmus (20).

Významným mezníkem v bezmotorové akrobacii byl vývoj kluzáku LF-107 Luňák v roce 1948, který sloužil k výcviku pilotů jak v rámci pokračovacího plachtařského výcviku, tak i k výcviku akrobacie (6). Dalším důležitým kluzákem byl L-13 Blaník z roku 1956, který umožnil bezpečnější akrobatický výcvik vzhledem ke svému dvou-sedačkovému provedení. V roce 1997 vznikla vylepšená verze tohoto kluzáku s typovým označením L-13 AC, kde kratší křídlo umožnilo lepší obratnost a rychlejší provádění manévru (17).

Letecká bezmotorová akrobacie se v průběhu desetiletí dále rozvíjela. Dnes již však čeští piloti tradičně trénují a závodí na kluzácích polské výroby, MDM1 Fox a Swift S1, nebo na německých ASK-21. Jen v málo aeroklubech České republiky se provozuje bezmotorová akrobacie na kluzácích domácí výroby. V provozu je tak pouze hrstka exemplářů akrobatických Blaníků L-13 AC a Luňáků LF-107.

1.3 Uzemnění L-13 Blaník

Po mnoho let sloužil v aeroklubech historicky známý kluzák L-13 Blaník, který zajišťoval funkci větroně určeného pro plachtařský výcvik. *„Původní větroň L-13 byl konstruován a certifikován podle německých předpisů BVF a britských BCAR a podle nich může být větroň školní i akrobatický“* (17).

Po nehodě kluzáku v roce 2010 poblíž rakouského letiště Glainach-Ferlach Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví (EASA) zakázala s Blaníky akrobacii a následně i jejich provoz podmínila finančně náročnou úpravou konstrukce. Tímto řada aeroklubů, včetně AKZM, přišla o multifunkční stroje schopné obstarat velký rozsah plachtařských činností, kromě jiného i výcvik akrobacie.

2 Výcvik bezmotorové akrobacie

Aeroklub Žamberk má za cíl najít takový kluzák, jenž by splňoval alespoň minimální požadavky pro výuku bezmotorové akrobacie. Následující kapitola představuje, jaké náležitosti má tento akrobatický výcvik.

Akrobacie je významnou součástí rozvoje pilotních schopností a rozděluje se na motorovou a bezmotorovou. Výcvik bezmotorové akrobacie je dále rozdělen do dvou kategorií dle obtížnosti, a to na výcvik vyšší pilotáže, představující základní výcvik akrobacie, a výcvik vysoké pilotáže, který navazuje na předešlou kategorii a rozšiřuje schopnosti pilota o složitější a autorotační manévry. Obsah cvičení obou výcviků zahrnuje lety jak ve dvojím řízení, tak i samostatné sólo lety (1, s. 44–51). Výcvik je proto nutné provádět na dvoumístném kluzáku s dvojím řízením tak, aby mohl instruktor za letu prakticky demonstrovat letové úlohy a zajišťovat bezpečný průběh cvičených manévru.

2.1 Výcvik vyšší pilotáže

Výcvik vyšší pilotáže představuje vstupní fázi bezmotorové letecké akrobacie. Cílem tohoto výcviku je osvojit si základní akrobatické manévry, které umožní bezpečné zvládnutí letounu v nestandardních letových režimech a zároveň položí základy pro další možné akrobatické zdokonalování.

Podle dokumentu Program výcviku na kluzácích (1, s. 46–48) jsou v rámci této fáze definovány základní akrobatické prvky, které by měl pilot během výcviku zvládnout. Konkrétně se jedná o manévry, jako jsou svíčky, ostré zatáčky, souvraty, přemety a výkruty. Tyto prvky rozvíjejí schopnosti pilota v oblasti prostorové orientace, kladou důraz na koordinaci řízení a schopnosti pracovat s přetížením.

Je důležité zdůraznit, že vývrтка není součástí akrobatického výcviku, jelikož se jedná o prvek, který je již běžně obsažen ve výuce základního plachtařského výcviku, kde se pilot učí jak správnému uvedení do vývrčky, tak jejímu bezpečnému vybrání (1, s. 18–19).

Osnova výcviku vyšší pilotáže je navržena v souladu s požadavky soutěžní akrobacie v kategoriích Basic a Sportsman a její absolvování tak vytváří předpoklady pro případné zapojení pilota do těchto soutěžních kategorií. Uvedený výcvik je základním stavebním kamenem pro rozvoj pokročilých akrobatických dovedností.

2.2 Výcvik vysoké pilotáže

Tento výcvik tvoří pokročilou fázi bezmotorové letecké akrobacie a navazuje na předchozí výcvik vyšší pilotáže. Jeho hlavním cílem je prohloubení akrobatických schopností pilota prostřednictvím zvládnutí technicky i fyzicky náročnějších manévru, které vyžadují vyšší míru přesnosti, prostorové orientace a komplexní koordinaci řízení.

Podle dokumentu Program výcviku na kluzácích zahrnuje tato fáze výcviku složitější akrobatické prvky, které se běžně vyskytují v soutěžních akrobatických sestavách vyšších kategorií. Jedná se především o následující manévry: výkruty na doby, zatáčky v letu na zádech, autorotační manévry, jako je zádová vývrtka a kopané tažené a tlačené výkruty (1, s. 49–51).

Tento výcvik navazuje na soutěžní požadavky vyšších kategorií Intermediate, Advanced a nejnáročnější kategorie Unlimited. Výcvik umožňuje pilotovi bezpečně provádět složité sestavy, které překračují rámec základní letecké akrobacie.

3 Certifikace kluzáků

Pro zajištění výcviku bezmotorové akrobacie je nezbytné vybírat takové kluzáky, jejichž certifikace umožňuje provádění příslušných akrobatických manévrů. Tato kapitola popisuje základní kategorie certifikací a stanovuje, kterou z nich musí vybrané varianty kluzáků splňovat.

Vývoj bezmotorových kluzáků prošel od svých počátků v první polovině 20. století výraznými změnami, a to nejen z hlediska konstrukčních materiálů a aerodynamiky, ale i z pohledu certifikačních a provozních požadavků. Zatímco první konstrukce byly navrhovány především pro klouzavý let a základní výcvik, s rozvojem letecké akrobacie vznikla potřeba specializovaných strojů, které by bezpečně zvládaly opakovaná zatížení při dynamických manévrech.

Ačkoli mohou akrobatické a neakrobatické kluzáky na první pohled působit vizuálně velmi podobně, zásadní rozdíl mezi nimi spočívá v odlišném konstrukčním dimenzování a odpovídajících technických parametrech. Klíčovým dokumentem upravujícím konstrukci, pevnost a provozní způsobilost větroňů je Certifikační specifikace pro větroně a motorové větroně CS-22 (9) vydaný organizací EASA. Tento dokument stanovuje závazné požadavky na pevnostní charakteristiky, letové vlastnosti a bezpečnostní limity větroňů v různých provozních režimech.

Dokument mimo jiné definuje dvě základní kategorie certifikace kluzáků podle účelu jejich použití a provozního zatížení, a to kategorii Utility a kategorii Aerobatic. Obě kategorie podléhají maximální prázdné hmotnosti kluzáku 750 kg, pro kluzáky vybavené motorovou jednotkou je tato hodnota navýšena na 850 kg.

3.1 Kategorie Utility

Kategorie Utility je jednou ze základních certifikačních kategorií definovaných v předpisu CS-22. Tato kategorie zahrnuje kluzáky určené primárně pro běžné plachtařské činnosti, tedy pro základní výcvik, kondiční létání a sportovní plachtění bez výrazně dynamických manévrů.

I když je hlavním účelem těchto kluzáků standardní provoz, některé typy mohou být v rámci certifikace schváleny i pro provádění základních akrobatických prvků, jimiž mohou být vývrtky, líné osmičky, svíčky, ostré zatáčky, souvraty a přemety.

Tyto prvky ale nejsou automaticky povoleny u každého kluzáku spadajícího do této kategorie – jejich provádění musí být výslovně schváleno v letové příručce konkrétního typu letounu, přičemž každý výrobce stanovuje vlastní omezení v závislosti na konstrukčním návrhu.

Z hlediska pevnostní certifikace je kategorie Utility omezena na maximální kladné přetížení +5,3 g a maximální záporné přetížení -2,65 g. Tato konstrukční pevnost sice umožňuje létat některé ze základních akrobatických prvků, není však vhodná pro intenzivní akrobatický výcvik nebo soutěžní akrobacii, kde dochází k opakovanému působení vysokých přetížení a kde je požadována větší konstrukční rezerva. V praxi se Utility kluzáky využívají převážně v aeroklubech pro výcvik začátečníků a běžnou plachtařskou činnost.

3.2 Kategorie Aerobatic

Větroně spadající do kategorie Aerobatic představují certifikačně i konstrukčně nejnáročnější kategorii kluzáků. Jejím hlavním účelem je umožnit bezpečné provádění pokročilých akrobatických manévru, a to opakovaně a s vysokou mírou zatížení konstrukce.

V rámci kategorie Aerobatic mají větroně povolené akrobatické manévry nad rámec manévru v kategorii Utility, přičemž konkrétní akrobatické prvky jsou schváleny v letové příručce kluzáku.

Standardní konstrukční limity pro tuto kategorii jsou stanoveny na kladné přetížení +7 g a záporné přetížení -5 g. Tyto hodnoty však představují maximální certifikační limity. Výrobce může z důvodu prodloužení životnosti konstrukce nebo zvýšení provozní bezpečnosti stanovit nižší provozní limity, které jsou pak uvedeny v letové příručce kluzáku.

3.3 Stanovení kategorie certifikace pro akrobatický výcvik

S ohledem na požadované manévry, které jsou součástí základního akrobatického výcviku, viz kapitola Výcvik bezmotorové akrobacie, je nezbytné, aby kluzák použitý k tomuto účelu měl v certifikaci výslovně povolené následující akrobatické prvky: svíčky, ostré zatáčky, souvraty, přemety a výkruty.

Ačkoli některé typy kluzáků v kategorii Utility umožňují provádění části těchto manévrů, prvek výkrut je v této kategorii zakázán. Výkrut je přitom jedním ze základních akrobatických manévrů obsažených v osnově výcviku vyšší pilotáže. Z tohoto důvodu je pro účely výcviku bezmotorové akrobacie nezbytné vybírat výhradně kluzáky certifikované v kategorii Aerobatic.

4 Aeroklub Žamberk

Tato kapitola pojednává o historii Aeroklubu Žamberk, současném stavu jeho členské základny, provozních podmínkách a stavu dostupné letecké techniky.

4.1 Historie

Historii Aeroklubu Žamberk od počátků až do roku 2005 shrnuje kniha Almanach Aeroklubu Žamberk (13), ze které jsou pro tuto podkapitolu čerpány informace.

Letecká činnost v Žamberku, měste rozkládajícím se v podhůří Orlických hor, má své kořeny již ve 20. letech 20. století. První známá akce spojená s letectvím se uskutečnila v roce 1928, kdy místní odbočka Svazu slovanského důstojnictva uspořádala letecký den na loukách pod Černým lesem.

Samotné počátky organizované plachtařské činnosti však spadají až do roku 1937, kdy vznikla Místní skupina plachtového odboru Masarykovy letecké ligy. Členové této skupiny začali létat na dřevěném kluzáku Skaut Standard ze svahu v Dlouhoňovicích. Činnost byla násilně přerušena v době druhé světové války, kdy nacistické úřady kluzák zabavily a předaly ho organizaci Hitlerjugend. Přesto se členové spolku dále scházeli a věnovali se modelářství a teoretické přípravě v utajení.

Po válce byla v roce 1945 činnost obnovena pod hlavičkou Českého národního aeroklubu. V prvních poválečných letech se podařilo získat kluzáky Grunau Baby II a SG-38, které pocházely z německé výroby. V roce 1946 byl letový park rozšířen o dvě motorová letadla Piper Cub. Vzhledem k rostoucímu rozsahu letecké činnosti přestaly dosavadní plochy pro vzlety postačovat, a tak se přistoupilo k výstavbě nového letiště, kde byl oficiální provoz zahájen dne 21. září 1947 během tzv. Velkého leteckého dne. Letiště bylo vybaveno třemi travnatými dráhami a v následujících dvou letech byl dokončen také hangár, který je využíván dodnes.

V průběhu 50. let došlo k reorganizaci tehdejšího aeroklubového systému. Aeroklub Žamberk byl nejprve začleněn pod DOSLET (Dobrovolný svaz lidového letectví), později pod SVAZARM (Svaz pro spolupráci s armádou). Díky státní podpoře, zahrnující například bezplatné dodávky letadel, se stalo létání široce dostupné a výcvik pokračoval velmi úspěšně.

V roce 1962 aeroklub zaznamenal také první významné ocenění na poli akrobacie. Motorový pilot Josef Jindra vybojoval v krajském leteckém víceboji, jenž kromě navigačního letu a přesnosti přistání obsahoval právě i akrobacii, zlatou medaili. Po úspěchu však přišla hořká rána, když bylo rozhodnutím krajského vedení SVAZARMu letiště v Žamberku předáno armádě z tzv. strategických důvodů. Veškeré technické vybavení bylo převedeno na Aeroklub Ústí nad Orlicí a hangár byl devět let využíván jako vojenský sklad. V této době byli členové žamberského aeroklubu nuceni létat z jiných letišť, zejména v Ústí nad Orlicí nebo Novém Městě nad Metují.

Provoz v Žamberku se podařilo obnovit až v roce 1971, kdy byla zprovozněna dráha, která slouží dodnes. Zbytek letištní plochy však byl znehodnocen nebo jinak zdevastován. Od tohoto okamžiku činnost aeroklubu pokračovala bez přerušení a s dobrými výsledky.

Rok 1990 znamenal další důležitý milník v historii aeroklubu – zánik organizace SVAZARM. Veškerý majetek Aeroklubu Žamberk, jakožto základní organizace SVAZARMu, byl formálně převeden na jeho nástupce – občanské sdružení Aeroklub Žamberk – čímž se organizace stala plně nezávislým a samostatně hospodařícím subjektem. Od tohoto okamžiku přestal být letecký provoz dotován státem.

4.2 Současný stav

Aeroklub Žamberk je jeden z menších aeroklubů v České republice. Aktuální stav jeho členské základny činí celkem 46 členů. Většinu členů tvoří piloti s licencí Glider (GLD). Jeden ze členů je aktivním bezmotorovým akrobatickým instruktorem a závodníkem v této disciplíně. Další dva členové v nedávné minulosti reprezentovali aeroklub na Mistrovstvích České republiky i na Mistrovství světa. Aeroklub však zaznamenává znamenité výsledky i na poli výkonnostního plachtění a navigačních závodů.

Aeroklub doposud provozuje akrobatický výcvik pro vlastní členy a zájemce z jiných leteckých spolků na kluzáku ASK-21. Tento kluzák si však půjčuje od Aeroklubu České republiky, a to vždy pouze na dva až tři týdny, během kterých probíhá akrobatický kemp.

Kromě akrobatického kempu patří mezi tradiční události pořádané na letišti v Žamberku Airshow Žamberk, kde je mezi rozmanitými leteckými exhibicemi prezentována i bezmotorová akrobacie. Aeroklub hostí již několik let dětský příměstský modelářský

tábor a plachtařské soustředění Aeroklubu Chrudim. K tomu bude tento rok organizovat již druhý ročník navigačního poháru Petra Tučka. Po celý rok aeroklub pořádá exkurze pro školky a školy, skautské tábory a veřejnost.

Co se týče nemovitého majetku, AKZM disponuje jen jednou budovou, která je rozdělena na prostor kanceláří a kluboven se sociálními zařízeními, samotným hangárem, garáží a zámečnickou dílnou. Na letišti se vedle ní nachází další dvě budovy s hangáry soukromníků, třetí budova soukromníka je ve výstavbě.

Severně od budovy AKZM se rozkládá travnatá plocha o rozměrech 725 metrů a 100 metrů pro přistávací dráhy s magnetickým kurzem 134° a 314°. Nadmořská výška letiště činí 429 metrů a celý areál se rozkládá jihovýchodně od města Žamberk (19).

Aeroklub využívá svůj hangár především pro parkování své vlastní techniky, která je blíže popsána v následující podkapitole, nicméně pro získání dalších finančních zdrojů pronajímá volná místa v hangáru soukromníkům pro jejich vlastní letouny a kluzáky.

4.2.1 Stav letecké techniky

Letecký park Aeroklubu Žamberk se během své dlouholeté existence průběžně měnil a vyvíjel v souladu s potřebami klubu. K zásadním milníkům patří například nedávný prodej letounu Zlín Z-43, který dlouhodobě sloužil k seznamovacím letům pro veřejnost, a jeho nahrazení modernější Cessnou 182.

Aktuální stav letecké techniky AKZM představuje Tabulka č. 1, kde GA je zkratkou pro General Aviation (Všeobecné letectví), TMG pro Touring Motor Glider (Turistický motorový kluzák) a GLD pro Glider (Kluzák).

Tabulka č. 1: Letecká technika AKZM

Letouny GA	Cessna 182	Určen na vyhlídkové lety pro 1-3 pasažéry, do budoucna náhrada za aktuální vlečné letadlo.
	Zlin Z 226 MS Trenér	Aktuální vlečné letadlo.
TMG	L-13 SE Vivat	Určen na vyhlídkové lety pro jednoho pasažéra.
GLD	L-13 A Blaník	Pro základní plachtařský výcvik, kondiční, přezkušovací a vyhlídkové lety.
	VT-116 Orlik II	Stanovený jako první přeškolující typ z kluzáku L-13 A.
	VSO-10 Gradient	Pro sportovní a rekreační činnost.
	Cirrus standart 75	Pro sportovní a rekreační činnost. Aktuálně nejvýkonnější kluzák flotily.

Zdroj: Interní dokument AKZM

Kluzáky VT-116 Orlik II, VSO-10 Gradient a Cirrus standart 75 jsou jednomístné, proto nemohou sloužit pro výcvik akrobacie. Kluzák L-13 A a turistický motorový kluzák L-13 SE dvoumístné jsou, nicméně oba spadají do kategorie Utility. Z tabulky plyne, že v aktuální flotile AKZM se nenachází žádný kluzák, který by mohl být využíván pro akrobatický výcvik.

Aeroklub dále disponuje dvěma navijáky Herkules H3 a H4 sloužící jako ekonomicky dostupnější prostředek pro vzlet kluzáku oproti vlečnému letadlu. Navijáky AKZM používá převážně pro základní plachtařský výcvik, ale i pro kondiční a rekreační létání členů. Naviják H3 je nyní využíván jako primární a H4 jako rezervní.

V prostorách AKZM jsou uskladněni i dva neletuschopní Blaníci L-13 A, kteří byli uzemněni kvůli nehodě zmiňované v podkapitole 1.3. Finančně náročná rekonstrukce doposud nedovolila tyto Blaníky znova uschopnit a uvést do provozu.

5 Varianty kluzáků

Současný letecký trh nabízí širokou škálu dvoumístných kluzáků, které se od sebe liší nejen technickými parametry, ale především účelem, pro který byly konstruovány. Některé modely jsou optimalizovány pro základní plachtařský výcvik, jiné pro sportovní létání, a jen omezený počet kluzáků je navržen speciálně pro výcvik bezmotorové akrobacie.

Tato kapitola představuje čtyři dvoumístné kluzáky, které splňují požadavek certifikace v kategorii Aerobatic dle předpisu CS-22 a jsou v současnosti reálně dostupné na evropském trhu, čímž tvoří úplnou nabídku v této kategorii. U každého z těchto kluzáků jsou dále uvedeny klíčové vlastnosti, výhody i případná omezení z hlediska jejich praktického nasazení při akrobatickém výcviku i dalších formách leteckých aktivit.

5.1 ASK-21

ASK-21 je dvoumístný celokompozitový kluzák vyráběný německou firmou Alexander Schleicher GmbH & Co. Tento typ je hojně rozšířený nejen v České republice, ale i v zahraničí a je považován za jeden z nejvhodnějších školních kluzáků pro základní i pokročilý výcvik včetně základní akrobacie. Jeho popularita je dána především univerzálností, odolnou konstrukcí, snadnou ovladatelností a dlouhou životností.

Středoplošník s uspořádáním ocasních ploch do „T“ je vybaven pevným, hydraulicky brzděným hlavním kolem s předním pevným kolečkem pro tlumení nárazu a výsuvnými brzdícími štíty na horní straně křídla (11). Kluzák ASK-21 vidíme na Obrázku č. 1.



Obrázek č. 1: ASK-21

Zdroj: Štěpán Ručka, Airshow Žamberk 2024

Výroba tohoto kluzáku začala již v roce 1979 a pokračovala až do roku 2018, kdy modelový typ ASK-21 byl nahrazen typem ASK-21 B. Novější verze se od svého předchůdce radikálně neliší. Nabízí především inovativnější vzhled palubních desek, automatické připojení táhel ovládacích prvků a elegantnější způsob zapojení ocasního závaží, jež redukuje aerodynamický odpor. Technické parametry zůstávají stejné u obou verzí. Kromě ASK-21 a ASK-21 B existuje i varianta se spalovacím motorem s výsuvnou nestavitelnou vrtulí ASK-21 MI (11).

ASK-21 je certifikováno jak pro kategorii Utility, tak i pro kategorii Aerobatic, pro kterou je nutné další minimální vybavení, jež zahrnuje akcelerometr, poutka na pedálech nožního řízení, padáky a pětibodové bezpečnostní pásy. Výuku vývrtek ve všech možných váhových obsazeních kluzáku zabezpečuje odnímatelné závaží v ocasní části (3).

Povolené akrobatické manévry korespondují s manévry v rámci základního akrobatického výcviku popsaných v podkapitole Výcvik vyšší pilotáže a z autorotačních prvků má kluzák povolenou vývrtku (3). Tabulka č. 2 představuje technické parametry pro tento kluzák.

Tabulka č. 2: Technické parametry kluzáku ASK-21

Tehnické parametry kluzáku: ASK-21	
Rozpětí křídel	17 m
Plocha křídel	17,95 m ²
Štíhlost křídla	16,1
Délka trupu	8,35 m
Výška na ocasní části	1,55 m
Prázdná hmotnost	360 kg
Maximální vzletová hmotnost	600 kg
Maximální hmotnost posádky s padáky	2x 110kg
Minimální plošné zatížení	24,5 kg/m ²
Maximální plošné zatížení	33 kg/m ²
Užitečné zatížení (max.)	2 × 110 kg
Maximální rychlost	280 km/h
Minimální klesání	0,65 m/s
Nejlepší klouzavost	34
Maximální povolený násobek	+6,5/-4,0 g

Zdroj: (3)

Aeroklub Žamberk má s tímto typem kluzáku již praktické zkušenosti, neboť jej pravidelně využívá prostřednictvím zápůjčky od Aeroklubu České republiky. Kluzák je na žamberském letišti používán k výcviku zájemců o leteckou bezmotorovou akrobacii i ke kondičním akrobatickým letům akrobatických pilotů, a to jak pro vlastní členy aeroklubu, tak i pro zájemce z řad jiných leteckých spolků.

Výrobce nabízí speciální modifikaci kluzáku pro handicapované osoby na vozíku, což by mohlo otevřít nové možnosti financování a uplatnění kluzáku. Příplatková verze nabízí dodatečnou instalaci ruční páky pro ovládání směrového řízení (2).

5.2 DG-1001

Dvoulístný kompozitový kluzák s modelovým označením DG-1000S představil v roce 1998 DG Flugzeugbau jako nástupce cvičného a výkonnostního kluzáku DG-505. Aktuálně dostupný model s obchodním označením DG-1001 Club neo, viz Obrázek č. 2, je opatřen odpruženým pevným hlavním podvozkem s ocasním a předovým pevným kolem. Do konvenčního uspořádání ocasních ploch do „T“ je možnost integrovat vodní nádrž či box pro balast. Středoplošník s výsuvnými brzdícími štíty na horní straně křídla a možností instalace vodních nádrží uvnitř křídel, byl vyráběn ve čtyřech různých konfiguracích konců křídel:

- a) nástavec pro 20metrové rozpětí s winglety;
- b) nástavec pro 18metrové rozpětí s winglety;
- c) koncové zaslepující desky pro 17,2metrové rozpětí;
- d) nástavec pro 18metrové rozpětí bez wingletů (10).

DG-1001 Club neo je certifikován v obou kategoriích Utility a Aerobatic, avšak pro kategorii Aerobatic musí být kluzák vybaven nástavci křídel ve variantách C nebo D a kromě základního vybavení i minimálně jedním akcelerometrem. Výrobce aktuálně nabízí základní verzi kluzáku v konfiguraci B, přičemž uživatel má možnost dodatečného pořízení vyměnitelných koncových částí křídla ve variantách A a C.



Obrázek č. 2: DG-1001 Club neo

Zdroj: www.dg-aviation.de [cit. 2025-07-02]

Kromě bezmotorové varianty je kluzák DG-1001 dostupný také ve třech verzích certifikovaných jako motorové kluzáky. Dva z těchto modelů jsou vybaveny spalovacím motorem s výsuvnou vrtulí umístěnou v horní části trupu. Třetí varianta využívá inovativní a ekologický elektrický pohon. Elektromotor je u tohoto provedení integrován v přídi trupu a je spojen se sklápěcí vrtulí, která se po zastavení skládá do profilu přídě, čímž zajišťuje minimální aerodynamický odpor během klouzavého letu.

Podle letové příručky (8) má kluzák povolené akrobatické manévry korespondující s manévry v rámci základního akrobatického výcviku popsaných v podkapitole Výcvik vyšší pilotáže. Příručka navíc povoluje i vývrtku, tažené kopané půl-výkruty s půl-přemetem a tlačené kopané půl-výkruty z letu na zádech do normálního letu.

Technické parametry kluzáku uvádí Tabulka č. 3, jež je rozdělena pro typy zakončení křídel B a C.

Tabulka č. 3: Technické parametry kluzáku DG-1001

Technické parametry kluzáku: DG-1000S		
Rozpětí křídel	17.2 m	18 m
Plocha křídel	16,3 m ²	16,72 m ²
Štíhlost křídla	18,15	19,38
Délka trupu	8,57 m	
Výška na ocasní části	1,8 m	
Prázdná hmotnost	407 kg	411 kg
Maximální vzletová hmotnost	750 kg (pro cat. A 630 kg)	
Maximální hmotnost posádky s padáky	Pro cat. A 2x 105kg	
Minimální plošné zatížení	29,9 kg/m ²	29,4 kg/m ²
Maximální plošné zatížení	46,0 kg/m ²	44,9 kg/m ²
Maximální rychlost	270 km/h	
Nejlepší klouzavost	40,5	42 (s winglety 42,5)
Maximální povolený násobek	+5,3/-2,65 g (pro cat. A +7/-5 g)	

Zdroj: (8)

U kluzáku DG-1001, obdobně jako u typu ASK-21, existuje možnost úpravy řízení na plně ruční ovládání, které umožňuje provoz i osobám s tělesným handicapem (7).

5.3 SZD-54-2 Perkoz

Dvoumístný kluzák SZD-54-2 Perkoz vytvořený polskou firmou Allstar PZL Glider je jedním z dalších univerzálních letadel určených pro základní plachtařský výcvik, výkonnostní plachtění i bezmotorovou akrobacii. Tento typ kluzáku je zobrazen na Obrázku č. 3.

Kompozitový středoplošník, s pevným hlavním kolem, předovým a pomocným ocasním kolečkem je vybaven výsuvnými brzdícími štíty na horní straně křídla a disponuje klasickým uspořádáním ocasních ploch (12).



Obrázek č. 3: SZD-54-2 Perkoz

Zdroj: www.dlapilota.pl [cit. 2025-07-02]

Výrobce opět nabízí různé varianty nastavců zakončení křídel:

- a) nástavec pro 20metrové rozpětí s winglety a kolečky;
- b) nástavec pro 17,5metrové rozpětí s winglety a kolečky;
- c) nástavec pro 17,5metrové rozpětí bez wingleťů a koleček (12).

SZD-54-2 Perkoz je certifikován v obou kategoriích Utility a Aerobatic. Pro splnění podmínek kategorie Aerobatic musí být nainstalované nástavce konců křídel varianty C. Požadavky na minimální vybavení kluzáku pro tuto kategorii se nijak neliší od požadavků pro kategorii Utility. I zde jsou nutností například pětibodové upínací pásy a akcelerometr (12).

Letová příručka kluzáku (4) kromě technických parametrů, viz Tabulka č. 4, představuje povolené akrobatické prvky. Vedle prvků zmíněných v podkapitole Výcvik vyšší pilotáže má kluzák povoleny i vývrtky, záporné (negativní) vývrtky, záporné (negativní) přemety, pády, tažené a tlačené kopané výkruty v rovném letu, sestupném letu a sestupném vertikálním letu.

Tabulka č. 4: Technické parametry kluzáku SZD-52-2 Perkoz

Technické parametry kluzáku: SZD 54-2 Perkoz	
Rozpětí křídel	17,5 m
Plocha křídel	16,36 m ²
Štíhlost křídla	18,7
Délka trupu	8,44 m
Výška na ocasní části	2,05 m
Prázdná hmotnost	375 kg
Maximální vzletová hmotnost	615 kg (pro cat. A 590 kg)
Maximální hmotnost posádky s padáky	pro cat. A 190kg (max na jedno sedadlo 110kg)
Minimální plošné zatížení	28,1 kg/m ²
Maximální plošné zatížení	36,1 kg/m ²
Maximální rychlost	269 km/h
Nejlepší klouzavost	1:37 (s winglety 1:38)
Maximální povolený násobek	+5,3/-2,65 g (pro cat. A +7/-5 g)

Zdroj: (4)

Stejně jako u ASK-21 a DG-1001 je i zde možnost přikoupit modifikaci pro pouze ruční řízení, konkrétně do přední pilotní části, a tím umožnit řízení letadla handicapovaným osobám (5).

5.4 MDM-1 Fox

Plně akrobatický dvousedadlový speciál MDM-1 Fox, viz Obrázek č. 4, byl vyvinut v první polovině 90. let 20. století polskou leteckou společností Margański & Myśłowski Zakłady Lotnicze. Primárním záměrem vývoje tohoto typu bylo vytvoření kluzáku, který bude splňovat vysoké požadavky jak pro pokročilý výcvik akrobacie ve dvojím řízení, tak i pro samotnou soutěžní akrobacii v nejvyšších kategoriích. Díky tomu si kluzák získal oblibu u řady špičkových akrobatických týmů a institucí zaměřených na sportovní letectví.



Obrázek č. 4: MDM-1 Fox

Zdroj: vlastní fotografie, Mladá Boleslav 2019

MDM-1 Fox je kompozitový středoplošník s pevným hlavním podvozkem doplněným o ocasní kolečko. Ocasní plochy jsou konvenčního uspořádání, přičemž směrovka s kýlovkou mají výrazně protáhlý tvar po směru letu. Kluzák je vybaven výsuvnými aerodynamickými brzdícími štíty, umístěnými na horní straně křídel, které zajišťují dostatečné zpomalení při přiblížení a přistání, aniž by docházelo ke ztrátě stability. Konstrukce křídla s nulovým vzepětím přispívá k tomu, že se letové vlastnosti kluzáku mezi přímým letem a letem na zádech prakticky neliší (18).

MDM-1 díky svým designovým rysům úzce připomíná lišku – fox. Relativně malá štíhlost křídla je typickým znakem pro akrobatické kluzáky a odlišuje je od větroňů optimalizovaných pro výkonnostní plachtění. Díky tomu Fox nabízí velmi vysokou obratnost ve všech osách a rychlejší odezvu kormidel. O dalším nepřehlédnutelném znamení, že se jedná o akrobatický stroj, svědčí i vyhraněný prostor pro nákres akrobatické sestavy na přední palubní desce mezi přístroji.

V průběhu výroby byla vyvinuta i varianta Fox P, která umožňovala osazení prodlužovacími nástavci křidel. Tato verze byla navržena pro zlepšení klouzavosti a pádových vlastností, což se pozitivně projevilo zejména při tréninkových letech s méně zkušenými piloty. Další zajímavou konstrukční odchylkou byl Solo-Fox, jednomístná verze založená na standardním trupu Foxe, do jehož zadního prostoru byl vsazen odpružený podvozek, což umožňovalo lepší rozložení hmotnosti a zlepšení přistávacích vlastností (18).

Kluzák je certifikován pouze v kategorii Aerobatic a vzhledem ke svému velkému povolenému maximálnímu násobku, viz Tabulka č. 5, dokáže obstarat takřka všechny létané akrobatické manévry v rámci bezmotorové akrobacie. Konkrétní povolené manévry dle letové příručky korespondují s povolenými manévry kluzáku SZD 54-2 Perkocz.

Tabulka č. 5: Technické parametry kluzáku MDM-1 Fox

Technické parametry kluzáku: MDM-1 Fox	
Rozpětí křídel	14 m
Plocha křídel	12,34 m ²
Štíhlost křídla	15,88
Délka trupu	7,38 m
Výška na ocasní části	2,25 m
Prázdná hmotnost	350 kg
Maximální vzletová hmotnost	530 kg
Maximální hmotnost posádky s padáky	180kg (max na jedno sedadlo 110kg)
Minimální plošné zatížení	33,6 kg/m ²
Maximální plošné zatížení	42,5 kg/m ²
Maximální rychlost	282 km/h
Nejlepší klouzavost	1:26
Maximální povolený násobek	+9/-6 g

Zdroj: (16)

Vzhledem k uvedeným parametrům a konstrukčním vlastnostem je MDM-1 Fox jedním z mála kluzáků schopných zajistit výcvik i soutěžní lety na nejvyšší úrovni. Důkazem toho je fakt, že v České republice se Foxové využívají pro výcvik bezmotorové akrobacie v akrobatických centrech a zároveň plní i úlohu reprezentačního stroje na mezinárodních závodech.

6 Výběr kluzáku – multikriteriální analýza

Pořízení nového kluzáku do flotily AKZM je značným finančním zásahem do rozpočtu klubu, proto by měl být výběr té nejlepší varianty podmíněn věcnou analýzou. Jednodušší model vyhodnocení založený pouze na jednom hodnoticím kritériu by sice poskytl konkrétní výsledek, ten by však nemusel odpovídat realitě. Důvodem je nedostatečná komplexnost takového přístupu. Například posouzení variant výhradně podle pořizovací ceny může vést k výběru, který neodpovídá skutečným potřebám, pro něž byl kluzák pořizován. K výběru kluzáku z nabízených variant byla proto zvolena metoda multikriteriální analýzy (MKA), a to konkrétně výpočet kompromisní varianty, která díky svému komplexnímu přístupu umožňuje vyhodnotit alternativy na základě více kritérií současně.

Postup analýzy je následující:

1. definování variant (jsou již definované v předcházející kapitole);
2. definování kritérií a určení jejich preferencí;
3. získání vah kritérií;
4. vytvoření kritériální matice;
5. vyhodnocení.

6.1 Definování kritérií a určení jejich preferencí

Definování kritérií je jedním ze základních kroků multikriteriální analýzy a jejich volba by měla reflektovat potřeby AKZM. Vycházím zde ze svých dlouholetých zkušeností jako člen Aeroklubu Žamberk, díky čemuž jsem obeznámen s převládajícími preferencemi členů aeroklubu, a zároveň z praxe s provozem kluzáků v akrobatickém provozu. Proto se jakožto autor práce stavím do pozice rozhodovatele těchto kritérií.

Základním a zároveň nejvýznamnějším kritériem při výběru kluzáku je cena. Cílem je zvolit takový typ kluzáku, jehož **pořizovací cena** bude co možná nejnižší, a tím minimalizovat finanční zátěž pro AKZM. Aeroklub má požadavek zakoupit kluzák zcela nový a nelítaný, neboť v tomto ohledu chce předejít případným skrytým vadám, které by se mohly v provozu s olétaným kluzákem objevit, a zároveň disponovat co největším počtem dostupných letových hodin kluzáku pro co nejdelší možné využití v provozu.

Dalším důležitým kritériem je **vhodnost pro akrobatický výcvik**. Letové a uživatelské vlastnosti variant kluzáků v oblasti výuky akrobacie se mohou v tomto ohledu lišit,

proto je žádané vybrat takový kluzák, jenž by byl pro akrobatický výcvik nejvhodnější. Vyhodnocení vhodnosti variant pro akrobatický výcvik bylo založeno na dotazníkovém šetření. Byli osloveni čtyři instruktoři, kteří mají zkušenosti s výcvikem bezmotorové letecké akrobacie jak z běžných aeroklubů, tak z akrobatických center napříč Českou republikou. Dotazník byl respondentům zaslán prostřednictvím e-mailu, ve kterém byl vůči nim vznesen požadavek: „Ohodnoťte prosím každý z uvedených kluzáků na škále od 0 (zcela nevhodný) do 10 (zcela vhodný) podle jejich použitelnosti pro základní akrobatický výcvik na základě Vašich zkušeností s daným typem.“ Své hodnocení instruktoři zaznamenávali do Tabulky č. 6.

Tabulka č. 6: Dotazník

Kluzák	Hodnocení
ASK-21	
DG-1001	
SZD-54	
MDM-1 Fox	

Zdroj: vlastní zpracování

Škála od 0 do 10 byla zvolena pro jemnější a přesnější rozlišení názorů instruktorů, přičemž hodnota 0 umožňuje jednoznačně vyjádřit nevhodnost varianty. Odpovědi instruktoři odeslali e-mailem nazpět.

Výsledek dotazníkového šetření představuje Tabulka č. 7, ve které jsou zaznamenány odpovědi instruktorů, ze kterých se následně vypočetl aritmetický průměr, který představuje celkové hodnocení vhodnosti pro akrobatický výcvik, se kterým se dále v analýze pracuje.

Tabulka č. 7: Výsledky dotazníku Akrobatický výcvik

Kluzák	Instruktor 1.	Instruktor 2.	Instruktor 3.	Instruktor 4.	Celkové hodnocení
ASK-21	8	8	7	9	8
DG-1001	6	6	6	7	6,25
SZD-54	9	10	8	8	8,75
MDM-1 Fox	7	4	3	5	4,75

Zdroj: vlastní zpracování

Dvousedadlové kluzáky aeroklub aktuálně využívá pro základní výcvik pilotů, sportovní plachtařské létání členů a seznamovací lety pro veřejnost. Všechny tyto činnosti AKZM provozuje na kluzáku L-13A Blaník. Nový dvousedadlový kluzák ve flotile by měl stávajícího Blaníka doplnit, poskytnout rezervu při indispozici či v budoucnu úplně kluzák nahradit. Tento požadavek přináší další kritéria, kterými jsou **vhodnost pro základní plachtařský výcvik a nejlepší klouzavost**, která je důležitým parametrem pro sportovní plachtařskou činnost, neboť vyjadřuje, kolik metrů kluzák urazí vodorovně (dopředu) při ztrátě jednoho metru výšky, za ideálních podmínek a při optimální rychlosti.

Vyhodnocení vhodnosti pro základní plachtařský výcvik bylo stejně jako u kritéria vhodnost pro akrobatický výcvik založeno na dotazníkovém šetření, v rámci kterého byli osloveni čtyři instruktoři, kteří mají zkušenosti se základním plachtařským výcvikem na daných typech kluzáků z organizací a spolků napříč Českou republikou.

Dotazník byl respondentům zaslán prostřednictvím e-mailu, ve kterém byl vůči nim vznesen požadavek: „Ohodnoťte prosím každý z uvedených kluzáků na škále od 0 (zcela nevhodný) do 10 (zcela vhodný) podle jejich použitelnosti pro základní plachtařský výcvik na základě Vašich zkušeností s daným typem.“ Své hodnocení instruktoři zaznamenali do tabulky, která je totožná s Tabulkou č. 6. Škála hodnocení pro tento dotazník zůstala rovněž beze změny. Odpovědi instruktorů, zasláné e-mailem nazpět, shrnuje Tabulka č. 8, kde celkové hodnocení pro určení vhodnosti pro základní plachtařský výcvik bylo získáno aritmetickým průměrem všech odpovědí.

Tabulka č. 8: Výsledky dotazníku Plachtařský výcvik

Kluzák	Instruktor 1.	Instruktor 2.	Instruktor 3.	Instruktor 4.	Celkové hodnocení
ASK-21	9	8	10	9	9
DG-1001	8	6	6	7	6,75
SZD-54	6	10	8	8	8
MDM-1 Fox	0	0	2	0	0,5

Zdroj: vlastní zpracování

Z hlediska výcviku akrobacie ve dvojím řízení je žádoucí, aby konstrukce kluzáku umožňovala co nejvyšší povolené zatížení obou sedadel, a to při současném zachování kompaktních rozměrů kluzáku vzhledem k prostorovým omezením kapacity hangáru. Váhová variabilita pilotů a instruktorů se v praxi opakovaně ukazuje jako potenciální problém, zejména v případech, kdy hmotnost posádky přesahuje konstrukční limity konkrétního typu kluzáku. Tato kritéria jsou vyjádřena na základě parametrů **maximální povolená hmotnost posádky s padáky a rozpětí křídel**.

Schopnost kluzáku disponovat kvalitními akrobatickými parametry umožňuje realizovat akrobatický výcvik ve výrazně širším rozsahu než pouze na úrovni základního akrobatického výcviku. Je žádoucí především větší množství povolených akrobatických manévrů. Takový kluzák otevírá možnost účasti na akrobatických soutěžích ve více výkonnostních kategoriích, čímž se zvyšuje jeho univerzálnost a přínos pro rozvoj akrobatické činnosti v rámci aeroklubu. Proto dalším kritériem je **počet povolených akrobatických figur**.

Aeroklub Žamberk má za cíl najít ze čtyř dostupných variant kluzáků dvě nejlépe hodnocené na základě MKA a z nich pak ve finální fázi vyhodnocení určit vítěze na základě pořizovací ceny kluzáku. U zbylých kritérií rozhodovatel určil jejich preference, díky čemuž můžeme kritéria seřadit od nejméně k nejvíce důležitému následovně:

- f₁) počet povolených akrobatických figur;
- f₂) rozpětí křídel;
- f₃) maximální povolená hmotnost posádky s padáky;
- f₄) nejlepší klouzavost;

f₅) vhodnost pro základní plachtařský výcvik;

f₆) vhodnost pro akrobatický výcvik.

U kritérií f₁, f₃, f₄, f₅ a f₆ je žádoucí co největší hodnota kritéria, proto se jedná o kritéria maximalizační. Naopak pro kritérium f₂ je nejnižší hodnota ta nejlepší, proto v tomto případě hovoříme o kritériu minimalizačním.

Ze seřazení kritérií podle jejich důležitosti se bude následně vycházet při stanovení jejich vah.

6.2 Získání vah kritérií

Důležitost jednotlivých kritérií je vyjádřena pomocí jejich vah, přičemž pro stanovení těchto vah existuje celá řada metod. V tomto případě byly váhy určeny metodou pořadí, která svým principem minimalizuje subjektivní vliv rozhodovatele.

„Uspořádaným kritériím jsou přiřazena čísla (body) k, k – 1, ..., 1. Nejdůležitějšímu kritériu je přiřazeno číslo k (počet kritérií), druhému nejdůležitějšímu číslu k – 1, až nejméně důležitému kritériu číslo 1. Obecně je i-tému kritériu přiřazeno číslo b_i. Váha i-tého kritéria se vypočte podle vzorce“ (14, s. 51)

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i}, \quad i = 1, 2, \dots, k. \quad [1]$$

Podle vzorce [1] získáme následující hodnoty vah pro jednotlivá kritéria, které představuje Tabulka č. 9.

Tabulka č. 9: Váhy kritérií

f ₁) počet povolených akrobatických figur	v ₁ = 0,05
f ₂) rozpětí křídel	v ₂ = 0,09
f ₃) maximální povolená hmotnost posádky s padáky	v ₃ = 0,14
f ₄) nejlepší klouzavost	v ₄ = 0,19
f ₅) vhodnost pro základní plachtařský výcvik	v ₅ = 0,24
f ₆) vhodnost pro akrobatický výcvik	v ₆ = 0,29

Zdroj: vlastní zpracování

6.3 Vytvoření kriteriální matice

Kriteriální matice je schéma, které se používá k porovnání různých variant s ohledem na daná kritéria. V podstatě se jedná o tabulku, jejíž záhlaví pro sloupce představuje kritéria a záhlaví pro řádky jednotlivé varianty.

Data pro kritérium f_1 se nachází v popisu každé varianty v odstavci zabývající se povolenými manévry. Pro kritéria f_2 , f_3 , a f_4 jsou data čerpána z Tabulek č. 2, č. 3, č. 4 a č. 5. Data kritérií f_5 a f_6 představují celkové hodnocení z Tabulek č. 7 a č. 8. Kriteriální matici v základní formě představuje Tabulka č. 10.

Tabulka č. 10: Základní kriteriální matice

	f_1 (max)	f_2 (min)	f_3 (max)	f_4 (max)	f_5 (max)	f_6 (max)
ASK-21	7	17	220	34	9	8
DG-1001	9	17,2	210	42,5	6,25	6,25
SZD-54-2	12	17,5	190	38	8	8,75
MDM-1	12	14	180	26	0,5	4,75

Zdroj: vlastní zpracování

Aby byla kritéria porovnatelná, převedeme je všechna na kritéria maximalizační podle principu popsaném v (14, s. 88–89). Pro minimalizační kritérium f_2 určíme nejhorší hodnotu, tedy 17,5, a od této hodnoty postupně odečteme hodnoty daných variant. Takovým převodem získáme informace o tom, o kolik je každá varianta lepší než ta nejhorší, a tím lze kritérium přepsat z minimalizačního kritéria do podoby maximalizačního (14, s. 89). Upravenou kriteriální matici představuje Tabulka č. 11.

Tabulka č. 11: Upravená kritériální matice na maximalizační kritéria

	f₁ (max)	f₂ (max)	f₃ (max)	f₄ (max)	f₅ (max)	f₆ (max)
ASK-21	7	0,5	220	34	9	8
DG-1001	9	0,3	210	42,5	6,25	6,25
SZD-54-2	12	0	190	38	8	8,75
MDM-1	12	3,5	180	26	0,5	4,75

Zdroj: vlastní zpracování

Pro přímé porovnávání hodnot všech kritérií je dále nutná transformace matice na normalizované hodnoty. „Vytvoříme normalizovanou kritériální matici $R = (r_{ij})$, jejíž prvky získáme z kritériální matice $Y = (y_{ij})$ pomocí transformačního vzorce“ (14, s. 87)

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad [2]$$

Transformační vzorec [2] předpokládá lineární průběh vypočítaných hodnot, přičemž r_{ij} je normalizovaná hodnota, y_{ij} je hodnota i -té varianty pro j -té kritérium v Tabulce č. 11, D_j je minimální hodnota v daném kritériu a H_j maximální hodnota v kritériu. Výsledné normalizované hodnoty představuje Tabulka č. 12.

Tabulka č. 12: Normalizovaná kritériální matice

	f₁ (max)	f₂ (max)	f₃ (max)	f₄ (max)	f₅ (max)	f₆ (max)
ASK-21	0	0,14	1	0,49	1	0,81
DG-1001	0,4	0,09	0,75	1	0,68	0,38
SZD-54-2	1	0	0,25	0,73	0,88	1
MDM-1	1	1	0	0	0	0

Zdroj: vlastní zpracování

Takto upravenou kritériální matici použijeme pro vyhodnocení MKA.

6.4 Vyhodnocení MKA

Nyní vypočítáme hodnotu funkce užitku u pro danou variantu a_i podle vzorce

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j r_{ij}, \quad [3]$$

přičemž hodnotu v_j čerpáme z Tabulky č. 9, hodnotu r_{ij} z Tabulky č. 12.

Ze vzorce [3] vyplývají hodnoty, jež určují celkové výsledné hodnoty užitku variant, viz Tabulka č. 13.

Tabulka č. 13: Hodnoty užitku variant kluzáků

Kluzák	$u(a_i)$
ASK-21	0,72
DG-1001	0,6
SZD-54-2	0,72
MDM-1	0,14

Zdroj: vlastní zpracování

Dvě varianty, které dosáhnou nejvyšších hodnot užitku, jsou vybrány jako nejlepší. Dle Tabulky č. 13 se jedná o kluzáky ASK-21 a SZD-54-2, které mají stejné maximální hodnoty užitku. Tyto kluzáky postupují do finální fáze analýzy, která vyhodnotí vítěze na základě pořizovací ceny kluzáků.

6.5 Finální vyhodnocení

Finální výběr kluzáku je založen na kritériu pořizovací ceny obou kluzáků, které do této fáze analýzy postoupily. Jedná se o minimalizační kritérium, proto je cílem vybrat takový kluzák, který svoji pořizovací cenu bude mít co nejnižší. Výsledek určíme metodou přímého porovnání ceny kluzáků ze zdrojů (2) a (5).

Uvedené pořizovací ceny kluzáků nezahrnují náklady, které by byly u obou variant přibližně shodné, a proto nebyly do porovnání zahrnuty. Konkrétně se jedná o základní a volitelné přístrojové vybavení, náklady spojené s dopravou kluzáků do České repub-

liky, administrační a registrační poplatky spojené s uvedením do provozu a také pořízení vlastního transportního přívěsu, který je nezbytný pro přepravu kluzáku mimo letiště.

Kluzák ASK-21 je v současnosti vyráběn výhradně v modernizované verzi označované jako ASK-21B. Na základě přímé poptávky (2) u výrobce, společnosti Alexander Schleicher GmbH & Co. Segelflugzeugbau, ke dni 27. 2. 2025 činí cena nového kluzáku v základní konfiguraci 135 000,00 EUR, což představuje při kurzu jednoho eura 24,625 Kč částku 3 324 375,00 Kč.

Na poptání firmy Allstar PZL Glider Sp. z o. o. (5) činí cena nového kluzáku SZD-54-2 Perkoz v základní verzi bez přístrojového vybavení 118 600,00 EUR. K ceně je nutné přičíst extra náklad spojený s koncovými nástavci pro 17,5metrové rozpětí s winglety a kolečky v hodnotě 2 450,00 EUR pro zachování nejlepší klouzavosti 38. Celková cena ke dni 14. 3. 2025 činí 121 050,00 EUR, což představuje při kurzu jednoho eura 24,625 Kč částku 2 980 856,25 Kč.

Ze zjištěných pořizovacích cen kluzáků vyplývá, že kluzák SZD-54-2 Perkoz je oproti ASK-21 o 343 518,75 Kč levnější, tedy zhruba o 10,3 %, a proto je SZD-54-2 Perkoz vybrán jako nejvhodnější varianta pro Aeroklub Žamberk.

Závěr

Tato bakalářská práce v první kapitole představuje historii akrobatického létání. V následující kapitole je popsána náplň akrobatického bezmotorového výcviku. Třetí kapitola podává přehled kategorií kluzáků včetně jejich parametrů. Další kapitola popisuje vývoj Aeroklubu Žamberk od jeho počátků až po jeho současný stav.

Dále se bakalářská práce zaměřuje na splnění svého hlavního cíle. Cílem bylo najít kluzák, který by doplnil stávající flotilu AKZM a umožnil provoz primárně v oblasti výcviku bezmotorové akrobacie, zároveň však disponoval i jinými provozními schopnostmi v rámci aeroklubové činnosti. Pátá kapitola představuje všechny čtyři varianty kluzáků pro akrobatický výcvik, které jsou nyní dostupné na trhu.

Výběr kluzáku byl založen na nalezení dvou nejlepších variant na základě multikriteriální analýzy, kde kritéria reflektují potřeby Aeroklubu Žamberk, které byly založeny na kombinaci objektivních technických a provozních faktorů a subjektivních zkušeností instruktorů.

Do finálního výběru postoupily dva typy kluzáků, ASK-21 a SZD-54-2 Perkoz, které dosáhly shodných maximálních hodnot užitku v rámci multikriteriální analýzy. Díky přímému porovnání pořizovací ceny těchto kluzáků vyšla jako nejlepší varianta SZD-54-2 Perkoz.

Tato bakalářská práce by měla do budoucna posloužit Aeroklubu Žamberk jako rozhodující prvek při nákupu nového kluzáku do flotily.

Seznam použitých informačních zdrojů

- [1] Aeroklub České republiky z. s. *Program výcviku na kluzácích*. Verze 3. Praha: Aeroklub České republiky z. s., 2020.
- [2] Alexander Schleicher GmbH & Co. *Cenová nabídka kluzáku ASK 21 B pro Aeroklub Žamberk*. Osobní e-mailová komunikace. Poppenhausen, 27. 2. 2025. Nepublikovaný dokument.
- [3] Alexander Schleicher GmbH & Co. *Flight Manual for the sailplane model ASK 21*. Issue April 1980. Poppenhausen: Alexander Schleicher GmbH & Co., 1980.
- [4] Allstar PZL Glider Sp. z o.o. *Flight Manual for a sailplane SZD-54-2 "Perkoz"*. Doc. No. 542.4.01, Issue II, April 2014, Revision No. 2, May 2017. Bielsko-Biala: Allstar PZL Glider, 2017.
- [5] Allstar PZL Glider Sp. z o.o. *Price list 2025 – Glider SZD-54-2 PERKOZ*. Bielsko-Biala: Allstar PZL Glider, 2025. Nepublikovaný dokument.
- [6] BRŠKOVSKÝ, Jan. *LF-107*. Část II. Letectví+kosmonautika. 1981, roč. LVII, č. 5, s. 191–193. ISSN 0024-1156.
- [7] DG Aviation GmbH. *Cenová nabídka kluzáku DG-1001Club neo pro Aeroklub Žamberk*. Osobní e-mailová komunikace. Bruchsal, 14. 3. 2025. Nepublikovaný dokument.
- [8] DG Flugzeugbau GmbH. *Flight Manual for the sailplane DG-1000S*, issued March 2002. Bruchsal: DG Flugzeugbau GmbH, 2002.
- [9] EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY. *Certification Specifications for Sailplanes and Powered Sailplanes (CS-22)*. Amendment 2. Cologne: EASA, 2009. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu>
- [10] EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY. *Type-Certificate Data Sheet No. EASA.A.072 for DG-1000*. Cologne: EASA, [cit. 2025-07-02]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/type-certificates/easaa072>
- [11] EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY. *Type-Certificate Data Sheet No. EASA.A.221 for ASK 21*. Cologne: EASA, [cit. 2025-07-02]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/type-certificates/easaa221>
- [12] EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY. *Type-Certificate Data Sheet No. EASA.A.574 for SZD-54 "Perkoz"*. Cologne: EASA, [cit. 2025-07-02]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/type-certificates/easaa574>

- [13] Exler, Josef et al. *Almanach Aeroklubu Žamberk*. Žamberk: Aeroklub Žamberk, 2005. Vydáno při příležitosti 12. národního sletu Plachtařského old timer klubu. Tisk Tiskárna Jedlička.
- [14] FIALA, Petr a VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE. FAKULTA INFORMATIKY A STATISTIKY. *Modely a metody rozhodování*. 2013.
- [15] *History of aerobatics* [online]. Wings Over Camarillo, [cit. 2025-07-16]. Dostupné z: <https://wingsovercamarillo.com/history-of-aerobatics/>
- [16] Margański & Mysłowski Zakłady Lotnicze. *Flight Manual MDM-1 "Fox"*. Issue III, October 1996. Bielsko-Biała: Margański & Mysłowski, 1996.
- [17] ORLITA, Jiří. *Blaník – legenda českého nebe* [online]. [s. d.] [cit. 2025-07-16]. Dostupné z: <https://www.orlita.net/blanik/>
- [18] PÁTEK, Z., KOLMANN, P. *Zahraniční větroně se značkou OK*. Svět křídel, Cheb, 2015. ISBN 978-80-87567-76-0.
- [19] Řízení letového provozu České republiky. *Letiště Žamberk (LKZM)*. VFR Manual – AIM ČR [online]. [cit. 2025-07-02]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/lkzm_text_cz.html
- [20] ŠÁRA, Jan F. a KOBRLE, Jiří. *Vzdušné opojení*. Cheb: Svět křídel, 1995. ISBN 80-85280-34-5.
- [21] *Wings of Wasserkuppe* [online]. Glider-pilot.co.uk, [cit. 2025-07-16]. Dostupné z: <http://glider-pilot.co.uk/Wings%20of%20%20Wasserkuppe/Wings%20of%20%20Wasserkuppe.htm>