



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN SKLÁDACÍ SEDAČKY DO KOKPITU LETADLA

DESIGN OF A FOLDING SEAT FOR AN AIRCRAFT COCKPIT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Magdaléna Karásková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

BRNO 2025

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování
Studentka: **Magdaléna Karásková**
Studijní program: Průmyslový design ve strojírenství
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. Dana Rubínová, Ph.D.**
Akademický rok: 2025/26

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:

Design skládací sedačky do kokpitu letadla

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Skládací sedačky „jump seat“ slouží palubnímu personálu k bezpečnému usazení a připoutání během vzletu a přistání. Sedačky jsou skládací, aby po sklopení nezabíraly prostor posádky ani cestujícím a jsou pevně připevněny ke stěně kokpitu. Hlavní důraz u stávajících modelů je kladen na splnění přísných hygienických a bezpečnostních norem.

Typ práce: vývojová – designérská

Cíle bakalářské práce:

Cílem je návrh designu skládací sedačky pro palubní posádku do kokpitu letadel. Sedadlo bude vybaveno 3– nebo 4–bodovými pásy a bude vyrobeno z lehkých a odolných materiálů odolných proti ohni.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- sjednocení designu sedadla s estetikou interiéru,
- navržení jednoduchého a odolného sklápěcího mechanismu,
- zajištění ergonomického komfortu při sezení a manipulaci s bezpečnostními pásy,
- zohlednění aktuálně platných bezpečnostních certifikací a norem.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<https://www.ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukonceni/>

Seznam doporučené literatury:

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1-58115-312-0.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL. Industrial design. Praha: Slovart, c2003. ISBN 3-8228-2426-7.

LIDWELL, William, Kritina HOLDEN a Jill BUTLER. Universal principles of design: 100 ways to enhance usability, influence perception, increase appeal, make better design decisions, and teach through design. Beverly: Rockport Publishers, 2003. ISBN 1-59253-007-9.

LORKO, Martin a Zuzana JAMBRICHOVÁ. Ergonómia. Prešov: Technická univerzita v Košiciach, 1998. ISBN 80-7099-392-8.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2025/26

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem skládací sedačky do kokpitu letadla, s důrazem na funkčnost, ergonomii a pohodlnost v souladu s ergonomickými normami a legislativními požadavky. Hlavním cílem bylo vytvoření konceptu skládací sedačky, který bude bezpečný, pohodlný a možný zakomponovat do již stávajícího kokpitu letounu Boeing 737NG a Boeing 737 MAX. Design se zaměřuje na zjednodušení mechanismu skládání a intuitivnost celkového ovládání sedačky. Dále se tato práce zabývá výběrem vhodných materiálů. V rámci návrhu vznikla varianta, která koresponduje s interiéry stávajících kokpitů.

KLÍČOVÁ SLOVA

kokpitová skládací sedačka, kokpit letadla, jumpseat, design, koncept

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on the design of folding seat for the aircraft cockpit, with an emphasis on functionality, ergonomics and comfort in accordance with ergonomic standards and legislative requirements. The main goal was to create a folding seat concept that would be safe, comfortable and possible to incorporate into the existing cockpit of the Boeing 737NG and Boeing 737 MAX aircrafts. The design focuses on simplifying the folding mechanism and the intuitiveness of the overall seat control. This thesis also deals with the selection of suitable materials. As part of the design, a variant was created that corresponds to the interior of the existing cockpits.

KEYWORDS

cockpit folding seat, aircraft cockpit, jumpseat, design, concept

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KARÁSKOVÁ, Magdaléna. *Design skládací sedačky do kokpitu letadla*. Online, bakalářská práce. Dana RUBÍNOVÁ (vedoucí práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2026. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/173837>. [cit. 2026-05-20].

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě bych chtěla poděkovat paní Ing. Daně Rubínové, Ph.D. za konzultování a vedení mé bakalářské práce. Poděkování také patří panu doc. Ing. Jaroslavovi Juračkovi Ph.D. a všem externím konzultantům z firem Smartwings, a.s., Czech Airlines Technics a.s. a JOB AIR Technic a.s., kteří byli ochotní mi poskytnout odborné informace. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině a přátelům, kteří mi byli podporou

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně, pod odborným vedením Ing. Dany Rubínové, Ph.D. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
2.1	Designérská analýza	14
2.1.1	Historický vývoj	14
2.1.2	Současné produkty	16
2.1.3	Další varianty třetí kokpitové sedačky	23
2.2	Technická analýza	25
2.2.1	Umístění a prostor	25
2.2.2	Ergonomie	28
2.2.3	Komponenty	30
2.2.4	Materiály	35
2.2.5	Výroba, montáž a údržba	36
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	40
3.1	Analýza problému	40
3.2	Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	40
3.3	Cíl práce	43
3.4	Cílová skupina	44
3.5	Základní parametry a legislativní omezení	44
3.6	Použité výrobní technologie, možný trh a cena	45
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	46
4.1	Varianta 1	47
4.2	Varianta 2	48
4.3	Varianta 3	49
4.4	Zhodnocení variant	50
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	53
5.1	Vývoj tvarování	53
5.1.1	Vývoj tvarování sedadla	54
5.1.2	Vývoj tvarování opěrky zad	55
5.1.3	Vývoj tvarování opěrky hlavy	57
5.2	Finální tvarové řešení	58

5.2.1	Sedadlo	59
5.2.2	Opěrka zad	60
5.2.3	Opěrka hlavy	62
6	KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	63
6.1	Popis	63
6.2	Rozměrové řešení	63
6.3	Vnitřní mechanismy a komponenty	65
6.3.1	Mechanismus rozložení sedačky	65
6.3.2	Mechanismus zafixování opěrky hlavy	67
6.3.3	Mechanismus zajištění opěrky zad	68
6.3.4	Pásy	69
6.4	Materiálové řešení	70
6.5	Technologie	70
6.6	Ergonomie	71
6.6.1	Sedadlo	72
6.6.2	Opěrka zad	74
6.6.3	Opěrka hlavy	75
6.6.4	Ovladače	76
6.6.5	Další ergonomické požadavky	78
6.7	Bezpečnost a hygiena	78
6.8	Udržitelnost	79
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	80
7.1	Barevné řešení	80
7.1.1	Finální barevné řešení	80
7.1.2	Alternativní barevné řešení	81
7.2	Grafické řešení	81
7.2.1	Název	81
7.2.2	Logotyp	82
7.2.3	Umístění logotypu	82
7.2.4	Značení	84
8	DISKUZE	86
8.1	Psychologická funkce	86
8.2	Sociální funkce	86
8.3	Ekonomická funkce	86

8.4	Marketingová analýza	87
8.5	Cílová skupina	87
8.6	Cena výrobku	88
9	ZÁVĚR	89
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	91
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	95
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	96
13	SEZNAM TABULEK	100
14	SEZNAM PŘÍLOH	101

1 ÚVOD

Kokpit letounu je místem, kterému piloti říkají „kancelář v nebesích“. Každý pilot ve své „kanceláři“ zastává jednu pracovní pozici, pilot letící a pilot monitorující. Ale stejně jako v normální kanceláři, tak i piloti v jejich „kanceláři v nebesích“ musí být kontrolováni, zda plní jejich pracovní náplň správně a podle předpisů. K tomu, aby se tyto kontroly daly provádět, je zapotřebí aby v prostoru kokpitu byl třetí člověk, auditor. Ten však musí, stejně jako piloti, být usazen po celou dobu letu. K tomu se využívá kokpitová skládací sedačka neboli hovorově „jumpseat“. Tato sedačka však není využívána pouze auditory, ale celou škálou různých uživatelů, kteří na ní sedí po celou dobu letu. Všichni uživatelé této sedačky však nejsou stálými členy posádky, proto není zapotřebí, aby sedačka byla fixně instalována. Právě proto se u menších letounů, s malým kokpitovým prostorem, používá skládací sedačka, která, jak už z názvu vyplívá, je skládací a je možné jí v kokpitu uschovat.

Kokpitová skládací sedačka je jedním z komponentů interiéru kokpitu, o kterém valná většina lidí neví, i když se nachází na každém komerčním letounu, který je v dnešní době v provozu. Většina komerčních letounů leteckých společností byla vyrobena v průběhu 20. století, přičemž u kokpitových skládacích sedaček, stejně jako u designu interiéru celého kokpitu, nedošlo k žádným změnám. Jejich design se tedy dá nazvat „dobovým“. V ostatních oblastech letounu se většina výrobců letounů vývojem zabývá, což vytváří velký kontrast mezi technologiemi.

Letectví je založené na bezpečnosti, která je podpořená legislativou. Na kokpitovou skládací sedačku se tato legislativa také vztahuje, ale spíše v podobě doporučení. Proto některé modely, které jsou v provozu, nevyhovují ergonomickým normám. Nepohodlnost sedačky je velkým problémem, kterým se však výrobci sedačky a letounu v dnešní době nezabývají.

Tématem této bakalářské práce je návrh kokpitové skládací sedačky, která bude vyhovovat požadavkům letecké legislativy a ergonomickým normám. Cílem je vytvořit návrh sedačky, který bude funkční a ergonomický, a také poskytne maximální možnou pohodlnost a bezpečnost v souladu s legislativními požadavky. Finální návrh řešení bude vycházet z přehledu stávajících modelů, který bude podpořen poznatky z oficiální neveřejné dokumentace, a poznatků oblasti ergonomie, výrobní technologie a průmyslového designu, které budou aplikované při zpracovávání návrhu.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

V kapitole o přehledu současného stavu poznání jsem se zaměřila na designérskou a technickou analýzu, ve kterých jsem posuzovala a následně se i zaměřila na technologické aspekty jednotlivých modelů. Řešené jsou čtyři modely kokpitových skládacích sedaček, které jsou instalované na letounech využívaných většinou nízkonákladových leteckých společnostmi.[1][2]

Informace, které se v rešeršní části vyskytují, jsou z většiny převzaté z oficiální dokumentace pro údržbu, která není veřejně publikovaná. Dále bych chtěla upozornit na použití pravé a levé stany. V letecké terminologii se strany letounu označují z pohledu ve směru letu, podobně jako u jiných dopravních prostředků.

2.1 Designérská analýza

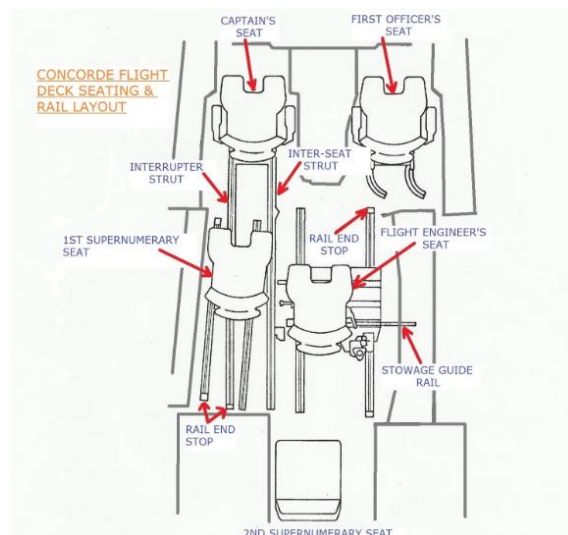
V rámci designérské analýzy jsem se zaměřila na historický vývoj a také současně používané modely sedaček. Především jsem se soustředila na čtyři stávající modely.

2.1.1 Historický vývoj

V letecké historii se můžeme setkat s různými konfiguracemi kokpitů, a to hlavně z důvodu rozložení posádky, která se v průběhu dějin skládala z různých pozic. Piloti tedy nebyli jediní, kteří se za dveřmi kokpitu nacházeli. S kapitánem a prvním důstojníkem seděli palubní inženýr, navigátor, radista, a když bylo potřeba na dlouhých a zámořských letech, tak i třetí záložní pilot. Každý člen posádky musel mít své vyhrazené místo a svou vlastní sedačku. Záložní pilot, protože nebyl hlavním členem posádky, seděl na skládací sedačce, která byla uložena stranou.[3]



Obr. 2-1: Kokpit – Boeing 747-200 [4]



Obr. 2-2: Rozložení sedaček – Concorde [5]

V padesátých letech dvacátého století se přístrojové vybavení komerčních letounů začalo měnit z analogového na digitální, díky zabudování sofistikovaného palubního počítače, komplexních systémů letadla a nově vznikajících radionavigačních prostředků. Vznikl tak takzvaný „glass cockpit“, což referuje k modernímu vzhledu kokpitu, kde na palubní desce jsou nainstalované namísto analogových přístrojů digitální displeje.[6]

Díky těmto technologickým inovacím už nebylo třeba mít v posádce vyhrazené členy pro radionavigaci a kontrolu systémů letadla, protože pilot byl schopen veškeré informace najít na palubním displeji. Jako první komerční letoun, který byl sestaven v konfiguraci dvoučlenné posádky, tedy kapitána a prvního důstojníka, byl Airbus A310 v roce 1983. V kokpitu však byla zachována i třetí skládací sedačka, právě pro třetího záložního pilota.[7]



Obr. 2-3: Kokpit – Airbus A310 [8]

Od vzniku dvoučlenné konfigurace kokpitu se s tří a více člennou posádkou setkáme pouze u vojenských letounů, kteří stále mají palubního inženýra, radistu a navigátora.

2.1.2 Současné produkty

Boeing 737NG a Boeing 737 MAX



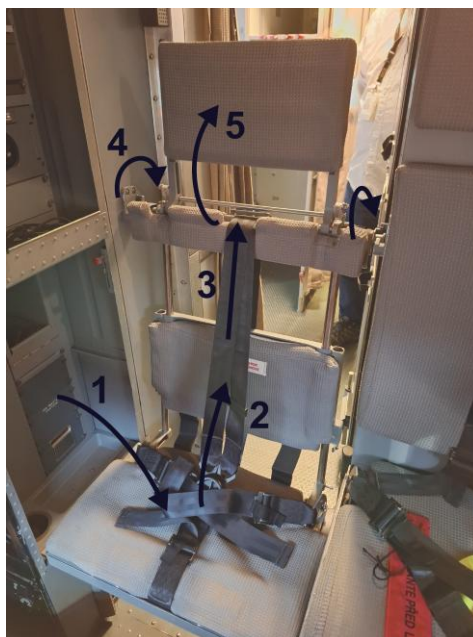
Obr. 2-4: Fotografie skládací sedačky – Boeing 737NG

Začínám s kokpitovou skládací sedačkou od společnosti AMI Industries Inc., a UTC Aerospace Systems Company, která je využívána na letounech Boeing modelu 737NG a 737 MAX. Osobně jsem viděla tento typ sedačky na typech třetí generace neboli Next Generation (NG), tedy typech 737-600, 737-700, 737-800 a 737-900, a poté na všech typech 737 MAX.[9][10][11]

Základní parametry sedačky[12]:

- Výška: 956 mm
- Šířka: 553,72 mm
- Délka: 343,15 mm
- Hmotnost: 11,25 kg
- Typ pásů: Pětibodový
- Posazení v kokpitu: ve dveřích
- Uložení: Kloubově na pravé straně kokpitu

Už na první pohled je u této sedačky zřejmé, že při navrhování se více dbalo na funkčnost než na estetičnost a design. Z pohledu uživatele je tento design neintuitivní a z mé zkušenosti i velmi těžký na ovládání. Co také chybí jsou jednoduché instrukce ve formě značek.



Obr. 2-5: Popis obrázku mechanismu – Boeing 737NG

Pro přiblížení, jednoduše popíši mechanismus rozkládání. Sedačka je uložena ve stěně na pravé straně uličky za dveřmi kokpitu. Při rozkládání se musí sedačka z uloženého místa vyklopit do celé uličky, kde se poté sedadlo opře na druhé straně o zarážku, připevněnou na konstrukci vedlejší sedačky, která je v kokpitu (1). Dále se musí opěradlo zad odklopit (2) a jeho horní část se musí vysunout (3) a zaháknout o háčky na obou stranách uličky (4). Posledním krokem je zvednutí opěrky hlavy, která se sama zafixuje (5).

Celý mechanismus, který i když je tvořený snadnými komponenty, se zasekává a není plynulý, což v případě této sedačky je velký problém z hlediska bezpečnosti či případné evakuace. Největší problém dělají pásy, které i když jsou nainstalované s mechanismem vysouvání, při skládání nejsou zcela zasunuté a většina délky je volně venku. To způsobuje další komplikace ve skládání sedačky, protože pokud nejsou správně složeny, tak se sedačka nesloží do úschovného prostoru.

Dalším velkým negativem je nepohodlnost, která vychází z nedostatku polstrování sedadla a opěradel, a také z malého prostoru na nohy. Malý prostor na nohy je však zapříčiněný rozložením kokpitu. Tato nepohodlnost se obzvlášť projeví při letech, které trvají více než 3 hodiny. Pozitivně všech hodnotím ergonomičnost zadního opěradla, které je o pár stupňů nakloněno dozadu.



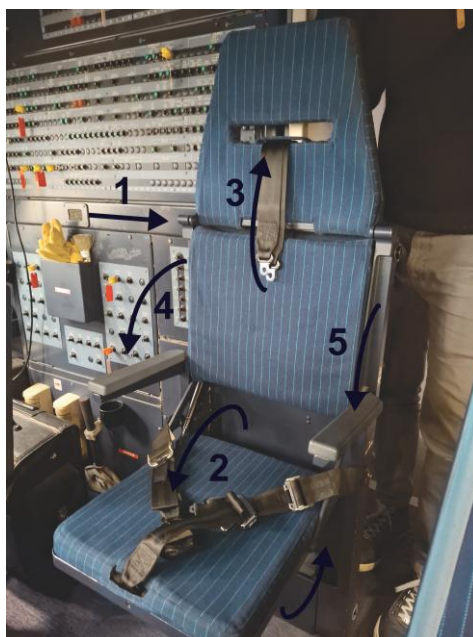
Obr. 2-6: Fotografie skládací sedačky – Airbus A320

Dalším příkladem používané kokpitové skládací sedačky je model sedačky od společnosti Safran Seats France, využívané v letounech Airbus, a to přesněji rodiny A320. Pod tuto rodinu patří typy A318, A319, A320, A321 a jejich „Neo“ varianty.[13] Mezi variantami jsou menší rozdíly i v rozměrech observační sedačky, přesněji v jejich hmotnostech, a proto budu popisovat pouze sedačku přímo z typu A320, protože s tou jsem byla v přímém kontaktu.

Základní parametry sedačky[14]:

- Výška: 1339 mm
- Šířka: 580 mm
- Délka: 475 mm
- Hmotnost: 17,42 kg
- Typ pásů: Pětibodový
- Posazení v kokpitu: ve dveřích
- Uložení: Posuvný na pravé straně

Vzhledově sedačka nevypadá nijak nepěkně, ale stále je jasné, že se dbalo více na funkčnost, což v tomto případě nehodnotím negativně. Z mé zkušenosti je sedačka dosti intuitivní, ale má mnoho prvků, se kterými se pracuje. I přesto člověk, který nikdy na tuto sedačku nepoužil, jí uměl rozložit bez předem daných instrukcí. Napomáhají tomu do jisté míry i menší značky, které ale spíše popisují zamknutí komponentů, a i celé sedačky na místě.

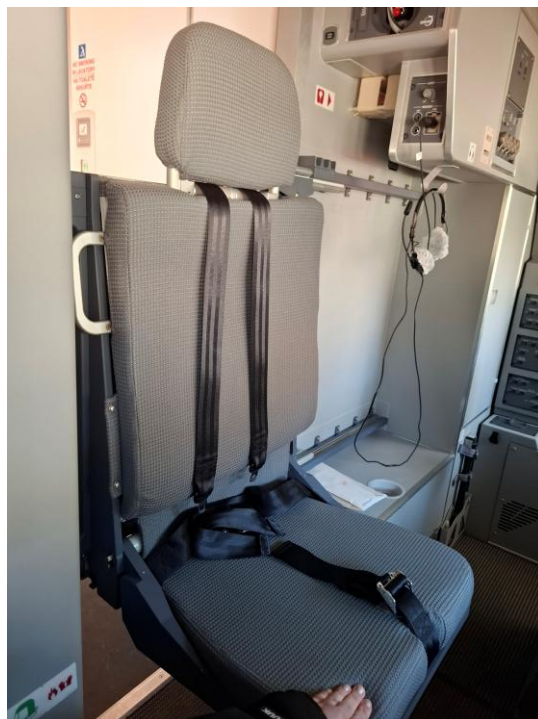


Obr. 2-7: Popis obrázku mechanismu – Airbus A320

Mechanismus rozkládání funguje tak, že sedačka, která je uložena na pravé straně kokpitu se pomocí páčky odblokuje a na kolejnicích se vysune směrem doleva, kde se následně znovu musí zablokovat (1). Po vysunutí se sklopí sedadlo (2) a odklopí opěratko hlavy (3). Následně se dají sklopit obě područky (4;5).

Mechanismus této sedačky není složitý, ale není ani nejjednodušší. Plynulost sedačky není problém a z bezpečnostního hlediska také nevidím žádná velká negativa. Sedačka v rozloženém stavu není přes celou uličku, díky rozložení kokpitu, a dá se zasunout na své úschovné místo i v neúplně složeném stavu. Při úplném složení sedačky ale může docházet ke komplikaci s pásy, a to hlavně s dolní trojicí pásů, které se musí složit přesně, jinak se sedadlo nesklopí. Horní dva pásy se mohou vytahovat, takže se automaticky zasunou po otevření pásu. Tato sedačka má přímo v konstrukci zabudované místo pro záchranou vestu, a to v rámu pod sedadlem.

Dále se chci zaměřit na pohodlnost, na kterou očividně při navrhování dbaly. Sedadlo, opěrka zad a opěrka hlavy jsou plně polstrované a sedačka také disponuje sklopitelnými područkami. Z ergonomického pohledu však hodnotím negativně ergonomii zadního opěradla, které je instalované pod úhlem 90 °, a to kvůli kolejnicím, na kterých je sedačka připevněna ke stěně kokpitu.



Obr. 2-8: Fotografie skládací sedačky – Airbus A220

Další kokpitová skládací sedačka je také na letounech Airbus, ale na typech A220. Tato sedačka je od společnosti Safran Seats USA LLC.

Základní parametry sedačky[15]:

- Výška: 985,8 mm
- Šířka: 606,6 mm
- Délka: 552,7 mm
- Hmotnost: 27,21 kg
- Typ pásů: Pětibodový
- Posazení v kokpitu: ve dveřích
- Uložení: Posuvný na levé straně

Design této sedačky je velmi estetický, přesto stále funkční. Je intuitivní a snadno ovladatelný do takové míry, že bych řekla, že jí dokáže rozložit každý. Sedačka nedisponuje značkami, ale v tomto případě, z mého pohledu, nejsou nutné.



Obr. 2-9: Popis obrázku mechanismu – Airbus A220

Mechanismus rozkládání funguje tak, že sedačka se z levé strany kokpitu, kde je uložena, po kolejnicích posune pomocí ucha do prostoru mezi dveře, kde se na druhé straně uzamkne do zámku, který je nainstalovaný na pravé straně dveří (1). Následně se sklopí sedadlo, které ve sklopené poloze drží pouze když je zatížené (2).

Mechanismus je jednoduchý na ovládání, ale složitější v rámci komponentů. Plynulost rozkládání u tohoto modelu závisí na pravidelnosti používání a z mé zkušenosti i do jisté míry na teplotě. Při nižších teplotách a po dlouhé době bez použití je sedačka zatuhlá a je nutné vynaložení větší síly. Sedačka je rychle skládatelná, a to nejen díky jejímu mechanismu ale i díky skladování pásů. Horní dva pásy se dají snadno vytáhnout a zatahují se automaticky. Dolní tři pásy jsou volné, ale díky menšímu prostoru za sklopným sedadlem a měkkému polstrování, zapadnou a není potřeba, aby byly uklizené správně, což z bezpečnostního hlediska hodnotím velmi pozitivně.

Pohodlnost je dalším pozitivem, které tato sedačka má, díky důkladnému polstrování sedadla, opěrky zad a opěrky hlavy. Dá se však vytknout, stejně jako na modelu na letounech A320, neideální poloha opěrky zad, která je také instalovaná pod úhlem 90°, a to ze stejného důvodu jako u již zmíněného modelu.



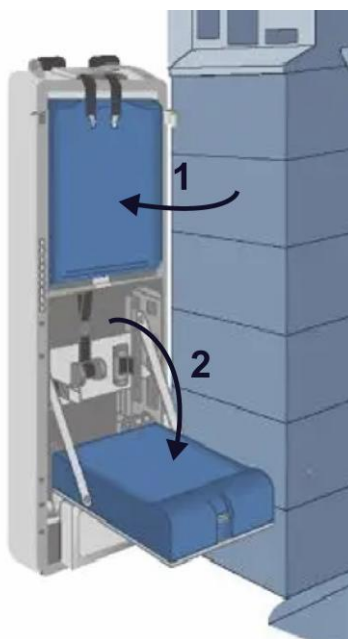
Obr. 2-10: Fotografie skládací sedačky – ATR 42-600 [16]

Jako poslední příklad používané kokpitové skládací sedačky je model od společnosti Zodiac Aerospace, která se nachází na letounech ATR. Stejný model by se měl používat na obou typech letounu ATR, tedy na ATR 42-600 a ATR 72-600.[17] Bohužel k tomuto modelu jsem se osobně nedostala, informace jsem získala od kolegů, kteří s touto sedačkou mají zkušenosti a technické dokumentace.

Základní parametry sedačky[18]:

- Výška: 1150 mm
- Šířka: cca 425 mm
- Délka: 498 mm
- Hmotnost: 12,79 kg
- Typ pásů: Pěti bodový
- Posazení v kokpitu: ve dveřích
- Uložení: Levá strana uličky kokpitu

Design sedačky je více funkční než estetický. Uživatelsky je neintuitivní a ovládání je těžké, a to hlavně kvůli tuhosti a neplynulosti. Na sedačce chybí značky, které by člověka navedly při rozkládání. Přítomné je pouze označení zámku sedačky.



Obr. 2-11: Popis obrázku mechanismu – ATR 72-600 [19]

Rozkládání funguje tak, že uložená sedačka na levé straně kokpitu se odjistí a poté se otevře s levou částí dveří, kde se pomocí páčky uzamkne v zámku, který je na pravé straně (1). Sedadlo se následně sklopí a po odlehčení zase zaklopí (2).

Mechanismus je složený z jednoduchých komponentů je ale podle zkušeností lidí, kteří s touto sedačkou přišli do styku, je do jisté míry poruchový. Sedačka má totiž zabudovanou bezpečnostní funkcionalitu pro případ, že by se osoba, která na ní sedí, dostala do bezvědomí. V takovém případě lze sedačku vyklopit a osobu na ní sedící vyprostit. Díky této funkcionalitě se však stává, že se sedačka samovolně odjistí, a může někoho zranit. Všechny pásy, které jsou instalované v určité délce u tohoto modelu nevytváří problém při skládání. V konstrukci sedačky je zabudované místo, ve kterém je uschovávána záchranná vesta.

Uživatelé hodnotí pohodlnost spíše negativně, a to především z důvodu tvrdosti opěrky zad. Opěrka hlavy na modelu chybí úplně, což je velký bezpečnostní problém. Dalším diskomfortem je úhel, ve kterém je opěrka zad instalována. Stejně jako u dvou předchozích modelů, je úhel opěrky zad 90 °.

2.1.3 Další varianty třetí kokpitové sedačky

Pro úplnost uvádím, že v rámci větších kokpitů není nutné mít třetí kokpitovou sedačku ve skládací formě. V těchto případech se používají dva typy sedaček. Ty, které jsou pevně instalované na zadní stěně kokpitu a mají pouze sklopné sedadlo a ty, které jsou podobné, neli stejné jako sedačky pilota, umístěné v prostoru kokpitu.

Typ třetí kokpitové sedačky, která má pouze sklopné sedadlo, můžeme najít např. na letounech Boeing 777 a Boeing 787 Dreamliner.



Obr. 2-12: Třetí kokpitová sedačka Boeing 777 [20]



Obr. 2-13: Třetí kokpitová sedačka Boeing 787 Dreamliner [21]

Typ třetí kokpitové sedačky, která je umístěna v prostoru, můžeme najít např. na letounech Boeing 767 anebo Airbus A380.



Obr. 2-14: Třetí kokpitová sedačka Boeing 767 [22]



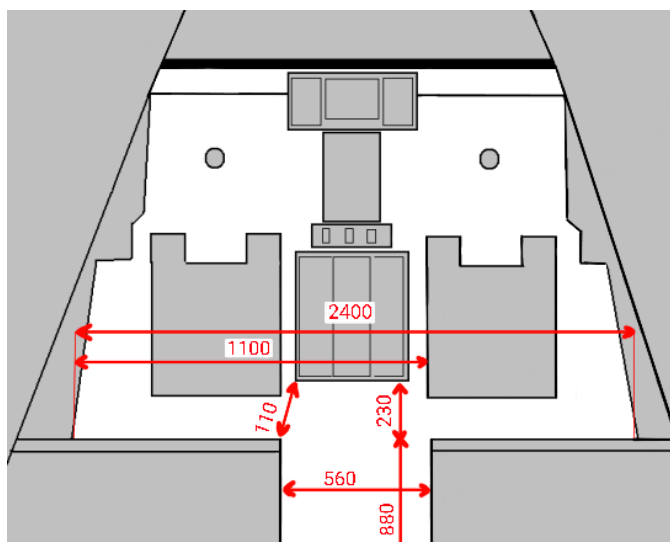
Obr. 2-15: Třetí kokpitová sedačka Airbus A380 [23]

2.2 Technická analýza

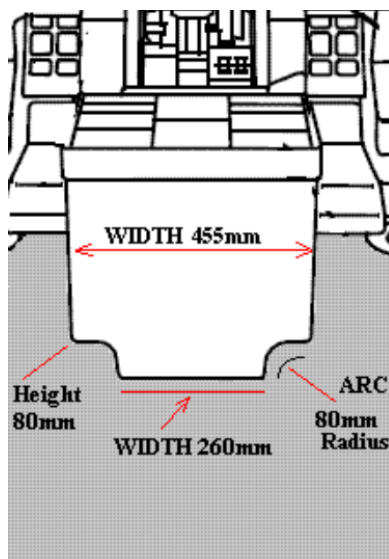
V technické analýze se zaměřuji na problematiku kokpitových skládacích sedaček více dopodrobna a zejména z technického hlediska.

2.2.1 Umístění a prostor

V rámci umístění a prostoru se zaměřuji hlavně na prostory kokpitu letounů Boeing 737NG a Boeing 737 MAX, protože právě u sedaček těchto letounů je největší problém.

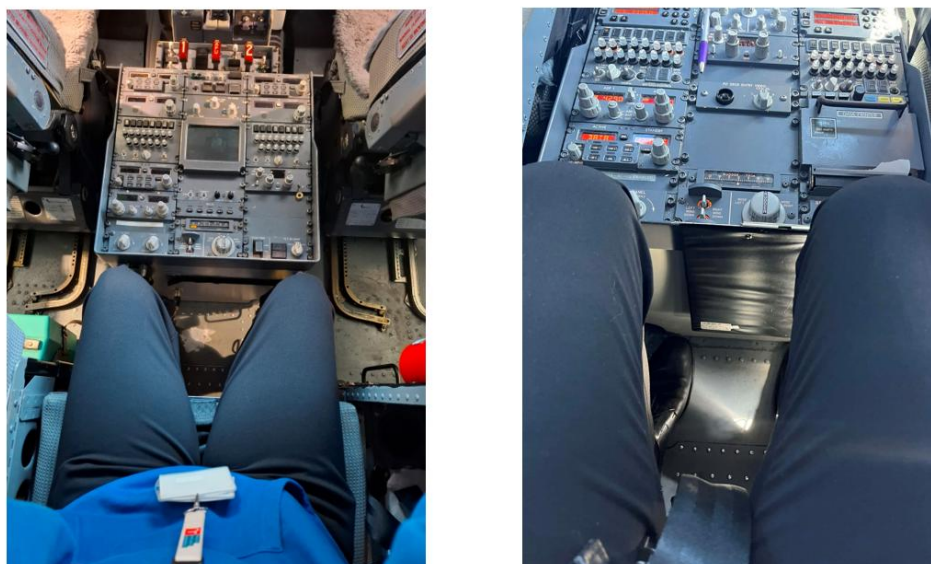


Obr. 2-16: Schéma kokpitu Boeing 737NG s rozměry (mm)



Obr. 2-17: Schéma a rozměry zadního elektronického panelu [24]

Už při řešení celkového prostoru je zřejmé, že prostor je minimální. Nejvyšší manipulační výška kokpitu je 1690 mm a postupně se snižuje pod úhlem 25 ° ve směru letu. Plocha uličky, ve které je sedačka umístěna má rozměr přibližně 560 x 880 mm, s tím že sedadlo rozložené sedačky je od kokpitových dveří vzdáleno 250 mm a 230 mm od zadního elektronického panelu, což vytváří velmi malý prostor na nohy pro sedícího uživatele. Prostor je rozšířen o výseče, které má zdaní elektronický panel po obou stranách u podlahy kokpitu. Do těchto výsečí může uživatel zasunout nohy, a tak mít kolena v úhlu 90 °.



Obr. 2-18: Fotografie prostoru na nohy – Boeing 737NG (Ž 169 cm; M 186 cm)



Obr. 2-19: Fotografie uložení nohou – Boeing 737NG

Prostor, ve kterém se uživatel musí následně pohybovat při rozkládání a skládání sedačky anebo pro případné vyhnutí se s pilotem, má rozměr přibližně 2400 x 230 mm, s tím že při případném vyhýbání se, se prostor ještě zmenší díky posunutí pilotní sedačky na 1100 x 230 mm. Proto je běžné, že si uživatel musí sednout na čtvrtou kokpitovou sedačku, která je v těchto letounech také umístěna.



Obr. 2-20: Fotografie manipulačního prostoru – Boeing 737NG

Úložný prostor sedačky se nachází na pravé straně kokpitové uličky a je přibližně v rozměrech 620 x 350 x 180 mm a nachází se ve vzdálenosti 660 mm od kokpitových dveří.[24][25]



Obr. 2-21: Fotografie úložného prostoru se složenou sedačkou – Boeing 737NG

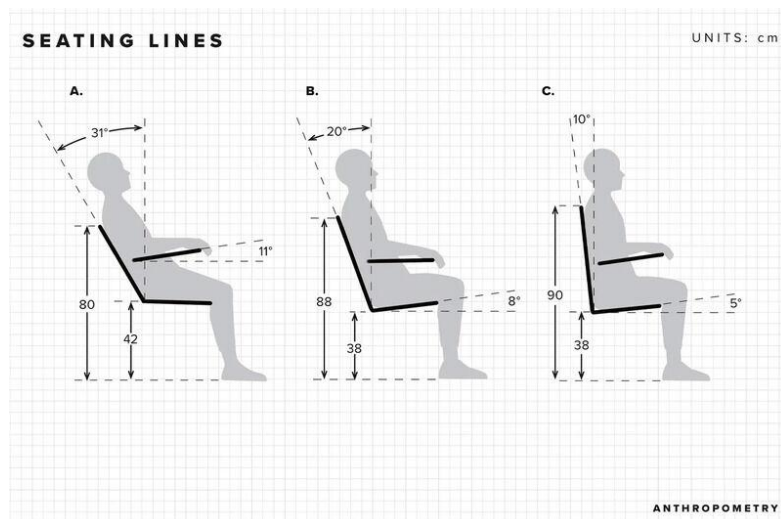
2.2.2 Ergonomie

Ergonomie v letectví je velkým problémem už od jeho vzniku. Vždy se hledělo na zakomponování všech ovládacích prvků, ale ne na pohodlí člověka ovládajícího dané prvky. V průběhu let se ergonomie začala řešit více, i když nedostatečně a pouze na některých místech. Letecké sedačky jsou právě jedním z míst, kde se na ergonomii začalo v průběhu vývoje letadel dbát, tedy hlavně u sedaček pilotních a pasažérských.

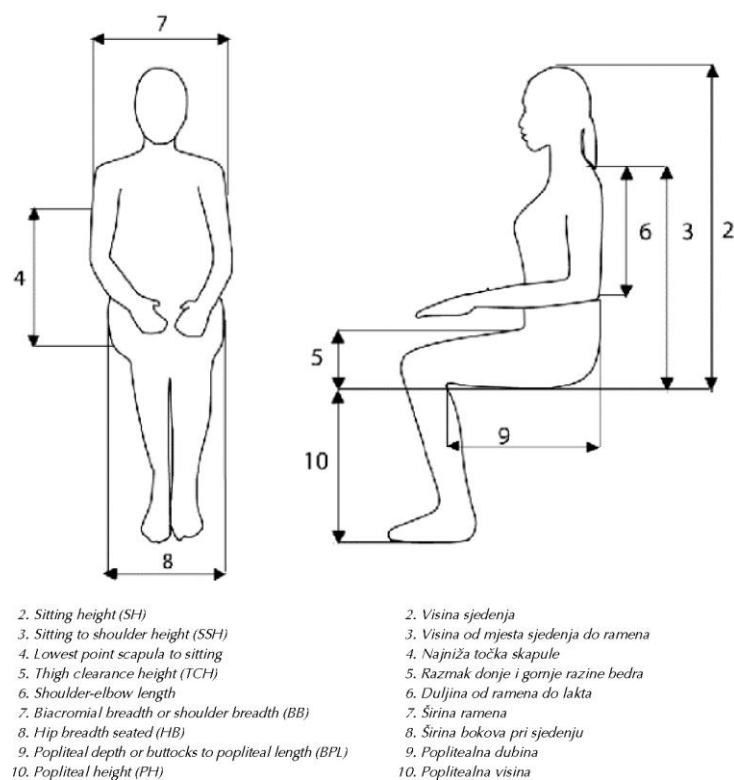
Díky změně pohledu na ergonomii a rizika, které nepřizpůsobené pracovní prostředí v letadle přináší, vznikly standardizační normy. Nejdůležitější normou pro sedačky posádky je norma **SAE AS290A**, která však stanovuje, že v rámci limitací designu kokpitu není praktické požadavky pilotních sedaček aplikovat na kokpitovou skládací sedačku. Stanovuje však, že by u skládací sedačky měl být kladen důraz na pohodlí a bezpečnost.

Norma **SAE AS8049B** mluví o standardizaci sedaček civilních vrtulníků, přepravních letounů a letounů všeobecného letectví. V této normě jsou stanovené požadavky závislé na předpisu 14 CFR 25, stanovující požadavky letecké konstrukce. Letecké sedačky jsou konstruované a testované na 50 percentil mužské výšky a hmotnosti 80 kg, což odpovídá průměru, se kterým se v celém leteckém průmyslu počítá.

Normy pro letecké sedačky převážně stanovují požadavky konstrukce na přetížení a zátěže, poté až rozměrové požadavky. Bohužel rozměrové požadavky se nevztahují na kokpitovou skládací sedačku, a proto vycházím z normy **ČSN ISO 24496**, která stanovuje metodu pro zjištění rozměrů kancelářské židle.



Obr. 2-22: Schéma sklonu opěrký zad [26]



Obr. 2-23: Schéma rozměrů sedící postavy [27]

	Mean	Standard Deviation	5 th Percentile	50 th Percentile	95 th Percentile
Height	174.8	9.7	158.8	172.5	190.8
PH	42.8	3.8	36.6	41.4	49.0
SH	84.9	4.9	76.9	83.5	93.0
Knee Height	56.9	3.1	51.2	54.4	61.5
Elbow –Elbow Breadth	48.8	9.3	33.7	46.0	64.0
Eye Sitting Height	76.2	5.5	67.2	74.5	85.2
Buttocks Knee Length	63.0	2.8	58.4	62.1	67.7
BPL	52.6	5.0	44.4	51.1	60.8
TCH	14.4	1.5	11.9	14.1	16.9
HB	37.7	5.3	29.0	36.4	46.4
BB	47.6	8.6	33.5	46.1	61.8

Tab. 2-1: Tabulka rozměrů sedící osoby [27]

	Mean	Standard Deviation	5 th Percentile	50 th Percentile	95 th Percentile
Seat Height	39.4	1.6	36.8	39.3	42.0
Seat Depth	40.0	3.3	34.6	39.3	45.4
Seat Breadth	36.8	1.2	34.8	36.8	39.8
Back Rest Height	40.8	1.4	38.0	40.5	42.6

Tab. 2-2: Tabulka rozměrů sedačky [27]

2.2.3 Komponenty



Obr. 2-24: Obrázek rozložení komponentů sedačky [28]

Kokpitová skládací sedačka by měla být složená ze základních komponentů, které se dají najít i na jiných formách sedaček či židlí. Těmito komponenty myslím sadadlo, opěrky zad a hlavy, pásy a pokud je možné, tak i područky. U některých modelů se vyskytují i rámy, které poskytují úložný prostor.

Sedadlo

Sedadlo sedačky je z většiny tvořené ze tří hlavních komponentů.

Jedná se o kovovou konstrukci, která je složená z nosného bloku a vnitřního plátu, spojených pomocí šroubů, pásů, které jsou nainstalované na kovové konstrukci, a následně polstrování. Polstrování je většinou instalované pomocí suchého zipu na vnitřním plátu, což umožňuje lehkou demontáž.

Opěrky zad a hlavy

Konstrukce opěrek je podobná jako konstrukce sedadla, tedy je tvořená sestavenou kovovou konstrukcí a polstrováním, které je instalované pomocí suchých zipů na plát kovové konstrukce.

U některých modelů je opěrka zad rozdělená na dvě části, kde jedna sedí ve výšce beder a druhá ve výšce ramen.

Pásky

Pásky využívané na všech sedačkách nacházejících se v kokpitu letadla musí být pětibodové, certifikované a musí splňovat požadavky stanovené Federal Aviation Administration (FAA) a European Union Aviation Safety Agency (EASA). Pětibodové pásky jsou nutné z důvodu případné nouzové situace, protože pátý pás, instalovaný mezi nohama, brání uživateli sedačky v případném sesunutí se pod pásky, které mu drží klín. Pilotům tak pásky umožňují pilotovat letoun i v nouzových situacích. Pro uživatele skládací sedačky tyto pásky slouží pouze jako bezpečnostní prvek. [29][30][31]

Mechanismy

Spojovací komponenty

Hlavními spojovacími komponenty, které se používají při kompletaci komponentů, instalování komponentů do jednoho celku a instalaci sedačky do kokpitů letadla, jsou standardizované šrouby, podložky a matice.

V případě polstrování je zejména používán suchý zip, který je z jedné části instalován na kovové konstrukci a z druhé části na spodní straně polstrování.

Pohybové mechanismy

Rozkládání a skládání sedačky je možné pomocí pohybových mechanismů, které se na sedačce nachází. Každá sedačka má pro každý komponent využitý jiný mechanismus, který je pro danou část sedačky nejvýhodnější. Proto je výběr pohybových mechanismů pestrý.

Mechanismy se liší i u různých modelů sedaček, takže je možné, že jeden mechanismus, který je využit na jednom modelu, na druhém využít vůbec není.

- **Boeing 737NG a Boeing 737 MAX** – Sedačka v úložném prostoru je zajištěna pomocí jednoduché zarážky. Pro vyklopení sedačky z úschovného prostoru se využívá pianový pant. Vyklopené sedadlo je opřeno o dva kovové úhelníky s kontakty. Opěrka zad se odklopí pomocí výklopného mechanismu a následně se vysune na kovových trubkách, které ve vysunuté pozici drží pouze, když je opěrka zad zachycena o dva postranní kotvící body na obou stranách uličky. Aby se nechtěně opěrka zad neuvolnila, je zezadu ve výši ramen mechanismus tvořen z kovové tyče se dvěma háčky na obou stranách, který zabraňuje uvolnění horní části opěrky zad. Opěrka hlavy se následně odklopí pomocí páky přes pružinku. Horní dva pásy, které jsou vytahovací, používají navíjecí mechanismus, uložený v sedadle sedačky.[12]



Obr. 2-25: Fotografie mechanismů – Boeing 737NG

- **Airbus A320** – Celá sedačka je uložena na posuvných tyčích, po kterých se vysouvá. Na začátku a na konci možného posunutí se uzamkne pomocí háků, které se zachytí za komponent držící posuvné tyče. Tyto háky se při pohybu nadzvedávají přes lanka napojená na páčku. Sedadlo sedačky se vyklopí pomocí dvou ramen a pružinového válce, který se při vysunutí sedačky zamkne a udrží sedačku v nutné pozici. Opěrka hlavy je odklopená a zamknutá pomocí mechanismu s pružinkou a obě područky využívají sklopný mechanismus. Navíjecí mechanismus horních pásů je uložen v horní části opěrky zad.[14]



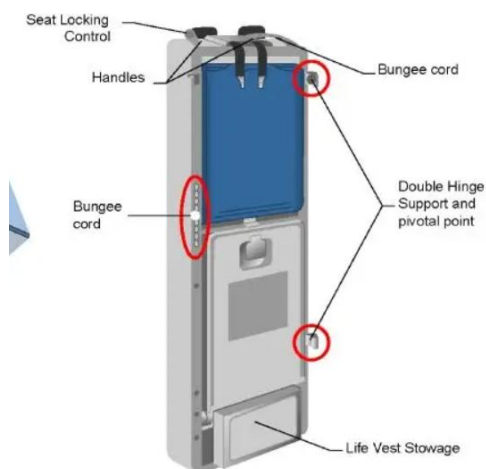
Obr. 2-26: Fotografie mechanismů – Airbus A320

- **Airbus A220** – Uložená sedačka je zajištěna pomocí sklopené zarážky, která zabraňuje samovolnému pohybu sedačky. Konstrukce sedačky je upevněná na kolejnicích, po kterých se vysouvá do prostoru mezi dveřmi kokpitu. Na pravé straně kokpitu, ke které se sedačka posouvá, je zamykací systém, který funguje formou dvou pák s písty a rotačním elementem. Na koncích pák jsou připevněné dva písty, které se při zamykání stlačí a zapadnou do otvorů přípojovacích dílů na straně sedačky. Rotační element uprostřed zamykacího mechanismu slouží pro odemknutí tohoto zámku, kdy po otočení se obě ramena i s písty vysunou z přípojovacích dílů. Pružinový mechanismus sedadla funguje tak, že sedadlo je vždy ve vertikální poloze, dokud není zatíženo. Mechanismus pásů je navíjecí a je uložen uprostřed opěrky zad.[15]



Obr. 2-27: Fotografie mechanismů – Airbus A220

- **ATR 42-600 a ATR 72-600** – Sedačka uložená na straně chodbičky kokpitu se otevře do prostoru dveří pomocí dvou pantů. Na pravé straně kokpitové uličky se sedačka uzamkne do zámků. Zámek sedačky funguje na principu pružinového mechanismu přípojovacího dílu, který se stlačí při dotyku se statickou částí zámku na straně uličky, a následně se zpět vysune po zarovnání s dírou zámku. Sedačka se odblokuje pomocí posunovače. Sedadlo sedačky funguje pomocí pružinového mechanismu, který drží ve sklopené pozici po zatížení. [18]



Obr. 2-1: Schéma mechanismů – ATR 72-600 [19]

Ovladače

Ovladače, používané u skládacích sedaček jsou z valné většiny stejné. Jedná se o páky a ucha.

- **Boeing 737NG a Boeing 737 MAX** – U modelu sedačky na letounech Boeing 737NG a Boeing 737 MAX se setkáme s páčkou pro sklopení opěrky hlavy a menším uchem, které se obchvatem zvedne pro odjištění zafixované opěrky zad. Zajištění složené sedačky se ovládá pomocí menší páčky.



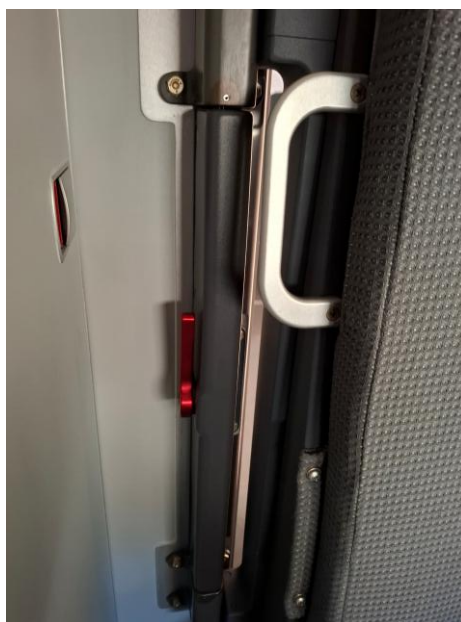
Obr. 2-28: Fotografie ovladačů – Boeing 737NG

- **Airbus A320** – Na letounech Airbus A320 se setkáme s dvěma páčkami, které fungují jako ovladače zámků sedačky.



Obr. 2-29: Fotografie ovladačů – Airbus A320

- **Airbus A220** – Na letounech Airbus A220 je použita páčka pro ovládání mechanismu zámku a ucho pro manipulaci se sedačkou.



Obr. 2-30: Fotografie ovladačů – Airbus A220

- **ATR 42-600 a ATR 72-600** – Sedačky letounů ATR 42-600 a ATR 72-600 disponují posunovačem ovládající mechanismus zámku, a dvěma uchy, které využíváme při pohybu se sedačkou.



Obr. 2-31: Schéma ovladačů – ATR 72-600 [32]

2.2.4 Materiály

Nosná konstrukce, komponenty mechanismu a upevnění

Pro výrobu jednotlivých částí kokpitové skládací sedačky jsou využívány materiály, které jsou v letectví běžné. Letecké materiály musí být FAA a EASA certifikované a jejich volba závisí na využití, namáhání a hmotnosti.[33][34]

Základními materiály využívanými v letectví jsou: ocel, titanové a hliníkové slitiny, kompozity s uhlíkovými či skelnými vlákny a polymery jako PEI, PEEK nebo PPS. Nově se také experimentuje s využitím lithia (Li) a Scalmalloy, což je slitina hliníku, hořčíku a skandiumu (Al-Mg-Sc).[35][36][37]

Z těchto materiálů jsou vyrobené části nosné konstrukce sedačky a také komponenty mechanismů a upevnění.

Polstrování a potahové materiály

Textily a polstrování v letectví jsou důkladně hlídány zejména z pohledu bezpečnosti. Všechny textil, který je na letadle použit, musí splňovat bezpečnostní požadavky požární ochrany, tedy musí být do jisté míry ohnivzdorný, také však musí být odolný proti oděru, protržení, namáhání a chemickým vlivům. U polstrování se dále požaduje, aby bylo do jisté míry plovoucí a aby bylo možné jeho sundání bez pomoci náradí. Tyto požadavky také stanovuje FAA a EASA.[38][39]

Nejpoužívanější textilie, používané na potahy, jsou vyrobené ze směsi vlny a nylonu. Dále se také používají syntetické kůže (většinou na područkách a opěrkách zad a hlavy) a tkanina TREVIRA CS, která je vyrobena z polyesterového vlákna.[40][41]

Polstrování sedaček je převážně vyrobeno ze dvou druhů pěn: polyethylenové pěny, polyuretanové pěny a jejich kombinací. Polyethylenové pěny se využívají, protože neabsorbují vodu, a tedy dokáží plovat na hladině vody. Polyuretanové pěny se používají pro svou měkkost, což dodá polstrování pohodlnost.[39]

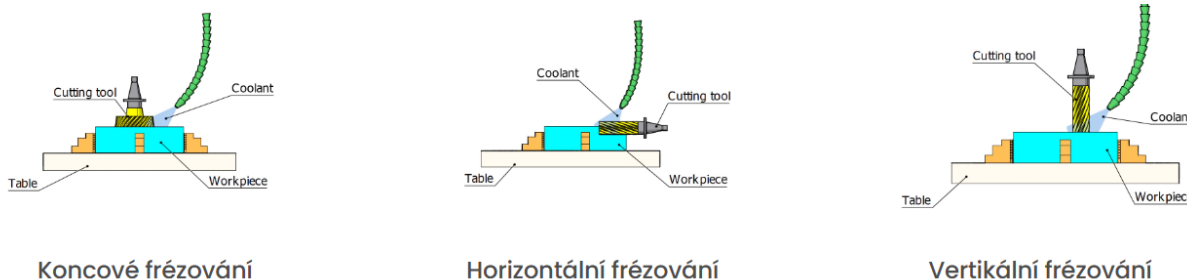
2.2.5 Výroba, montáž a údržba

Výroba

Výroba a požadavky komponentů kokpitové skládací sedačky jsou popsány ve stavebním předpisu, v sekci požadavků konstrukce, který vydává pro Evropu EASA, a pro Ameriku FAA, následně se výrobce musí řídit předpisem stanovujícím jeho povinnosti v rámci dat o designu a prohlášení o shodě. Design jednotlivých komponentů je následně certifikován.[42][43][44]

Nosná konstrukce

Nosná konstrukce je převážně tvořena kovovými komponenty, které se vyrábí běžnými technologiemi používanými u kovových komponentů v letectví. U robustnějších komponentů, jako je hlavní komponent sedadla, je používané CNC frézování a následné vrtání, v případě nutnosti děr na šrouby. Plechy, které jsou použité, se řezou laserem a následně se ohýbají.[45]



Obr. 2-32: Schémata CNC frézování [46]

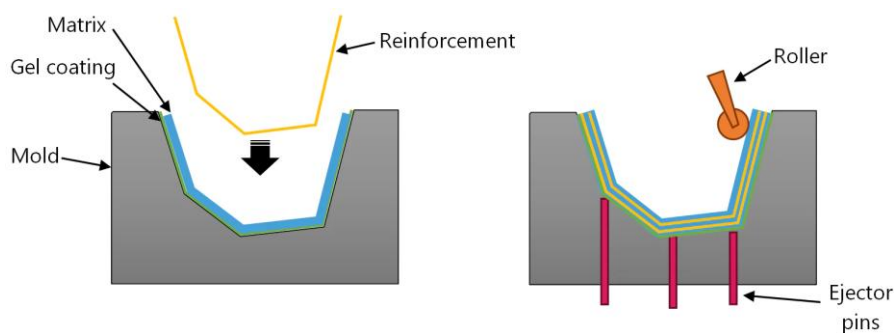
Skořepina sedačky

Termoplasty jsou používané pro komponenty, které se instalují jako skořepina sedaček. Tyto komponenty jsou vyráběné pomocí technologie lisování, ve které se granulát termoplastu vloží do formy, následně se zahřeje do plastického stavu a pod tlakem uzavírání formy se díl vytvrdí v požadovaném tvaru.[47]



Obr. 2-33: Plnění drtí PET [47]

Podobně jako termoplasty, kompozity se z pravidla používají jako skořepina sedaček. Technologie používané pro výrobu kompozitních komponentů jsou ruční pokládání prepregované tkaniny, která se následně vytvrzuje v autoklávu, vakuová infuze, vstřikování a nastřikování do formy, nebo lisování.[48][49]



Obr. 2-34: Schéma ručního pokládání kompozitu [48]

Polstrování a potahové materiály

Polstrování je vyráběno z pěny, které se standartně řezou pomocí CNC stroje a formují do požadovaného tvaru. Nařezané pěny se mohou vrstvit pro dosažení požadovaných vlastností.

Mezi polstrováním a potahovým materiálem se instaluje protipožární vrstva, která zabraňuje šíření plamenů. Přes polstrování a požární vrstvu se následně instaluje potah, který je k polstrování přilepen či zapošíť.[50]

Posledním krokem při výrobě polstrování je následná instalace suchého zipu, který drží polstrování na kovové konstrukci.



Obr. 2-35: Výroba polstrování letecké sedačky [50]

Montáž

Sedačka se následně zkompletuje z vyrobených částí a pošle se již hotová na montážní linku přímo do továrny, kde se nainstaluje do kokpitu letounu, tak aby splňovala veškeré konfigurační požadavky stanovené testováním. Instalace do letounu může proběhnout pouze po získání povolení pro instalaci od FAA a EASA, které stanovují požadované aspekty kvality.[51][52][53]

Údržba

Údržba sedačky se provádí jednou ročně anebo po nahlášení problému. Provádí se podle stanoveného postupu, který je napsán v manuálu údržby komponentu CMM (Component Maintenance Manual) vystaveného výrobcem sedačky. Údržba se podle tohoto manuálu provádí v několika krocích.

Jako první je vizuální inspekce, kde se hledají na viditelná poškození. Dále se provádí testování, ve kterém se testují pohyblivé části a mechanismy. Následně jednotlivé části sedačky mají stanovený postup demontáže, čištění a poté zpětné montáže. V případě nutnosti výměny komponentů, je v manuálu popsán i postup výměny.[12][14][15][18]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Již několik let pracuji pro leteckou společnost Smartwings, a.s., a díky tomu jsem měla tu čest se podívat do kokpitů letounů a mohla si vyzkoušet sezení na skládacích sedačkách, v některých případech i po dobu celého letu. Má zkušenost je hlavně s modelem sedačky na letounech Boeing 737NG a Boeing 737 MAX, protože tyto typy měla naše společnost v letce. V posledním roce se letka naší společnosti rozrostla o další dva typy, a to o Airbus A320 a A220. Se sedačkami u letounů výrobce Airbus mám zkušenost pouze na zemi, ale i přesto mohu říci, že ani jejich designy nejsou dokonalé.

Myslím si, že znalost problémů z praxe je u tohoto typu designu velmi důležitá, a proto ráda využiji zkušenosti, které jsem za několik let působení v naší letecké společnosti získala.

Hlavními problémy jsou:

- **Prostor** – Jedním z nejhlavnějších problémů celého kokpitu letounů Boeing 737NG a Boeing 737 MAX je velmi omezený prostor.
- **Mechanismus** – Mechanismus sedačky je složitý, těžký na ovládání anebo je neintuitivní. Velmi se zasekává nebo je zapotřebí vynaložení větší síly.
- **Pásy** – Ukládání pásů je velký problém při skládání sedačky a může vytvářet velké bezpečnostní riziko.
- **Polstrování** – Polstrování na sedačce je nedostatečné anebo úplně chybí.
- **Vzhled** – I když je v tomto případě vzhled až posledním problémem, je důležité se na něj zaměřit. Většina těchto sedaček nevypadá přívětivě.

3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

Po průzkumu trhu a vytvoření designérské a technické analýzy jsem se s problematikou skládacích kokpitových sedaček seznámila do takové míry, že jsem byla schopná analyzovat jejich pozitivní a negativní aspekty. Pozitiva a negativa označuji dále v analýze znaménky + a –, případně jejich kombinací, vždy před popisem.

Tyto aspekty jsem si u jednotlivých modelů vypsala pro následné porovnání:

Boeing 737NG a Boeing 737 MAX

- **Vzhled** – Vzhledově tento model strádá.
- ± **Ergonomie** – Z Ergonomického hlediska je tento model v mnoha aspektech nevyhovující. Plusem však je naklonění opěrky zad o 6 ° směrem dozadu.

- **Pohodlnost** – Z uživatelského hlediska je model velmi nepohodlný, a to především pro téměř neznatelné polstrování.
- **Ovládání** – Ovládání modelu je náročné, a to z mnoha důvodů. Zadrhává se, špatně se skládá v malém prostoru, obsahuje mnoho ovládacích prvků.
- **Pásy** – Pásy jako takové problémem nejsou, ale jejich uložení a skládání je. Protože sedačka nemá místo, kam by se pásy při skládání mohly uložit, zůstávají na sedadle volně ležet a při skládání se mohou pohybovat. Díky tomu vznikají otláčeniny v polstrování, kterého už již tak málo.
- + **Mechanismus** – Z konstrukčního pohledu tento model kokpitové skládací sedačky využívá velmi jednoduché výklopné a pružinové mechanismy.

Airbus A320 Family

- ± **Vzhled** – Sedačka je vzhledná, ale může působit strnule.
- ± **Ergonomie** – Z ergonomického hlediska je tento model v mnohém dostačující, strádá však na poloze zádové opěrky, která je pod úhlem 90 °.
- + **Pohodlnost** – Pohodlnost sedačky je dostatečná. Pomáhají tomu i područky, kterými tento model disponuje.
- **Ovládání** – Ovládání tohoto modelu je složité, a to hlavně kvůli mnoha ovládacím prvkům.
- ± **Pásy** – U spodních pásů je menší problém se skládáním, protože dokáží zapadnout za sedadlo a zaseknout tak jeho skládání.
- ± **Mechanismus** – Posuvný mechanismus sedačky je jednoduchý. Mechanismus sedadla je následně složitější.

Airbus A220

- + **Vzhled** – Vzhled sedačky je sympatický.
- ± **Ergonomie** – Ergonomie sedačky je z mnoha aspektů velmi dobrá až na opěrku zad, která je pod úhlem 90 °.
- + **Pohodlnost** – Z uživatelského hlediska je model pohodlný, díky polstrování.
- **Ovládání** – Při manipulaci s tímto modelem je nutné vynaložit větší sílu. Při dlouhém nepoužívání a při nízkých teplotách je ovládání velmi tuhé.
- + **Pásy** – Pásy u tohoto modelu mají své úložné místo, proto nevznikají problémy při skládání, protože do něho snadno zapadnou.
- ± **Mechanismus** – Mechanismus sedačky je do jisté míry jednoduchý s použitím kolejnic. Složitější je pak sklápěcí mechanismus sedadla, které je nutno zatížit.

ATR 42-600 a ATR 72-600

- **Vzhled** – Vzhled sedačky není nijak zajímavý, spíše působí na uživatele negativně.

- **Ergonomie** – Ergonomie tohoto modelu není dobrá. Opěrka zad je pod úhlem 90 °, bederní část zad se nemá o co opřít a také chybí opěrka hlavy.
- **Pohodlnost** – Z pohledu pohodlnosti je tento model nevyhovující. Polstrování je minimální, a jak již bylo řečeno, ve výšce beder je volný prostor.
- **Ovládání** – Ovládání sedačky je neintuitivní a pro uživatele dost složité.
- + **Pásy** – Pásy u tohoto modelu jsou všechny vysouvací, proto nedochází k jejich vypadávání ze sedačky či zasekávání skládání sedačky.
- + **Mechanismus** – Mechanismus tohoto modelu je jednoduchý, protože využívá pouze panty.

	Vzhled	Ergonomie	Pohodlnost	Ovládání	Pásy	Mechanismus	+/-
Boeing 737NG / Boeing 737 MAX	-	±	-	-	-	+	- 4,5
Airbus A320 Family	±	±	+	-	±	±	+ 3
Airbus A220	+	±	+	-	+	±	+ 4
ATR 42-600 / ATR 72-600	-	-	-	-	+	+	- 4
Bodování	-	- 1	±	+/- 0,5	+	+ 1	

Tab. 3-1: Tabulka porovnání stávajících modelů

Z tohoto seznamu pozitivních a negativních bodů každého modelu jsem vytvořila graf, ze kterého lze vyčíst, která sedačka je v jakém aspektu nejlepší.

Nejlépe zhodnocená byla sedačka letounu Airbus A220. Velmi pozitivně byla hodnocená v aspektech pohodlnosti, vzhledu a procování s uložení pásů. Z pohledu ergonomie a mechanismu tento model však byl hodnocen hůře. Nejhorší hodnocené na tomto modelu bylo ovládání, které je většinou tuhé a je u něho potřeba vynaložení větší síly.

Naopak nejhorší byla hodnocená sedačka byla z letounů ATR 42-600 a ATR 72-600. Oproti ostatním modelům, a hlavně oproti nejlépe hodnocenému modelu, strádala hlavně v ergonomii, a to z důvodu absence opěrky hlavy a opěrky beder. Dále má velmi negativně hodnocený vzhled, ovládání a pohodlnost, což jsou ale problémy, které mají i ostatní modely.

V rámci technické analýzy jsem se seznámila s technickým provedením stávajících produktů, a to z pohledu materiálů, výrobních technologií a legislativních, konstrukčních a ergonomických požadavků.

Z poznatků, které jsem uvedla v kapitole 2.2 Technická analýza, vyplývá, že kokpitové skládací sedačky, i když nutně musí splňovat legislativní požadavky, nemají stanovené ani parametry ergonomické, ani nejsou dány žádné parametry pro pohodlí uživatele. Absence těchto parametrů dává jednotlivým leteckým konstrukčním společnostem velkou svobodu v designovém zpracování, což se odráží v jejich různorodém přístupu k tomuto produktu.

Dále jsem se v kapitole 2.2 Technická analýza zmiňovala o možném materiálovém řešení kokpitové skládací sedačky. Po porovnání všech zmíněných materiálů s materiály použitými přímo na modelech uvedených v rešerši, jsem zjistila, že nejvíce používanými materiály jsou ocel, hliníkové a titanové slitiny.

3.3 Cíl práce

Hlavním cílem této práce je vytvoření návrhu kokpitové skládací sedačky, s umístěním v kokpitech letounů Boeing 737NG a Boeing 737 MAX, který bude dbát na funkčnost, ergonomii a vázané požadavky stanovené legislativou.

Dalšími cíli, na které se chci zaměřuji, jsou:

- **Celkový vzhled sedačky** – Design by měl být pro uživatele přívětivý, ale stále by měl dbát na rozměry úložného prostoru a možných mechanismů.
- **Důraz na ergonomii** – Návrh vhodné ergonomie sedačky, jejího rozkládání a skládání, který bude respektovat omezené prostorové možnosti kokpitu.
- **Pracování s prostorem a rozměry** – Vhodně pracovat s velmi omezeným a neměnným prostorem kokpitu, zahrnující i úložný prostor sedačky.
- **Jednoduché a intuitivní ovládání** – Nejlépe by bylo ovládat sedačku s vynaložením malé síly.
- **Výběr vhodných mechanismů** – Volba nejvhodnějších mechanismů pro daný typ skládání sedačky a požadovaného nastavování jednotlivých komponent.
- **Pohodlnost sedačky** – Pohodlnost sedačky je důležitá zejména při dlouhých letech.
- **Návrh materiálového řešení** – Výběr materiálů, které splňují požadavky předpisů a protipožárních norem.
- **Ohled na bezpečnost** – Dbát na bezpečnost uživatele bezpečnostními pásy a respektováním příslušných předpisů a norem.

3.4 Cílová skupina

Do cílové skupiny uživatelů používající kokpitové skládací sedačky patří zejména letoví examinační, externí a interní auditoři, piloti mimo službu nebo v tréninku, mechanici či jiní zaměstnanci leteckých společností. Do skupiny uživatelů však spadají i civilní osoby, které pro let schválil kapitán a security oddělení letecké společnosti. Mohou to být i rodinní příslušníci nebo přátelé posádky letadla. Proto musí být sedačka uzpůsobena velké škále uživatelů.[54]

Musíme však do cílové skupiny zahrnout i personál údržby. Jejich práce spočívá v čištění a výměně komponentů sedačky, čímž mohou nepřímo ovlivnit její životnost. Proto by měl celý design umožnit přístupnost příslušných komponent a současně zohlednit jejich snadnou servisovatelnost.

3.5 Základní parametry a legislativní omezení

Základní parametry

Hlavním parametrem sedačky je schopnost skládání a rozkládání, což je umožněno pohybovými mechanismy. Sedačka musí obsahovat sedadlo, opěrku zad, opěrku hlavy a pásy. Pásy, podle legislativních požadavků, musí být pěti bodové s třemi pásy na sedadle, držící klín a dvěma pásy přes ramena.

Rozměry sedačky jsou omezené prostorem kokpitu, proto nemůžou být příliš odlišné od stávajícího modelu na letounech Boeing 737NG a Boeing 737 MAX. Rozměry složené sedačky by měly tedy být maximálně 554 x 350 x 180 mm a v rozložené poloze 960 x 554 x 350 mm.

Legislativní omezení

Legislativa je v letectví velkým tématem, a to hlavně z důvodu bezpečnosti. Bezpečnost letecké dopravy nevychází pouze z certifikování personálu, bezpečnostních opatření v rámci nelegálních činů, rozsáhlého řízení letového provozu, ale také přímo z výroby.

Výroba je striktně řízena a musí splňovat všechny požadavky stanovené vyššími autoritami. V rámci evropského trhu a provozu jsou těmito autoritami již zmíněné FAA a EASA, které stanovují veškeré požadavky letecké konstrukce v předpisech **14 CFR Part 25** a **CS-25**.

Dalšími důležitými legislativami jsou:

- Předpis **Commission Regulation (EU) No 748/2012** stanovující certifikaci letové způsobilosti, enviromentální certifikaci a certifikaci designových a výrobních organizací letounů a jiných leteckých komponentů a doplňků.
- Předpis **Regulation (EU) 2018/1139 of the European Parliament and of the Council** stanovující základní pravidla v oboru civilního letectví, zakládající European Union Aviation Safety Agency (EASA) a pozměňující již existující předpisy.
- Norma **AS9100D**, vycházející z normy ISO 9001 a stanovující požadavky systému kvality.

V legislativách je dále řečeno, že informace o sedačce by měly být přístupné posádce a personálu údržby ve formách Handbook (manuál použití) pro posádku a údržbu, výkladových materiálů a dokumentů CMM.

3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena

Použité výrobní technologie jsou již zmíněny v kapitole 2.2.5 Výroba, montáž a údržba.

Za možný trh se považují výrobci komerčních letounů, kteří sedačky montují do letounů, a následně provozní společnosti, které se starají o letovou způsobilost.

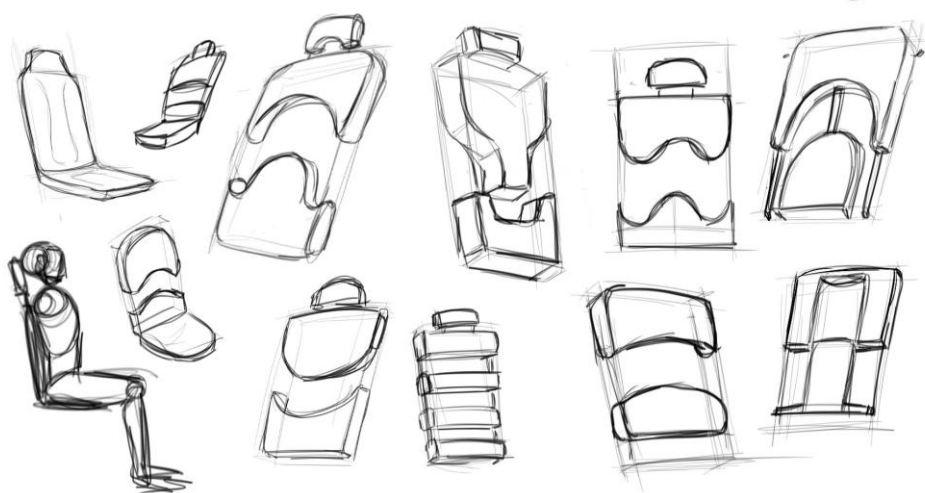
Celková cena kokpitové skládací sedačky se odvíjí od použitých dílů, jako u většiny letecké konstrukce. Z pohledu leteckého výrobce je cena celé sedačky důležitá, ale z pohledu leteckých společností a společností provádějící údržbu letounů je důležitější cena jednotlivých komponentů sedačky.

Přibližná cena jedné skládací kopitové sedačky letounu Boeing 737NG je 38 500 USD, což je v přepočtu zhruba 800 000 Kč. Cena se skládá ze sestav jednotlivých komponentů (viz. Tab. 3-1) a spojovacích prvků, které mohou být v rozmezí 3 USD do 1 000 USD za kus.

Komponent	Cena / 1kus (USD)	Cena / 1kus (Kč)
Čalounění – opěrka hlavy	849	17 729
Čalounění – opěrka zad (ramena)	1 062	22 177
Čalounění – opěrka zad (bedra) a sedadla	2 436	50 870
Pásy	2 305	48 134
Sestava opěrky hlavy	4 778	99 778
Sestava opěrky zad (bedra i ramena)	12 865	268 657
Sestava sedadla	9 078	189 574
Vrchní plát sedadla	210	4 385
	33 583	701 304

Tab. 3-2 : Tabulka cen komponentů skládací sedačky letounu Boeing 737NG

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU



Obr. 4-1: První skici skládací kokpitové sedačky

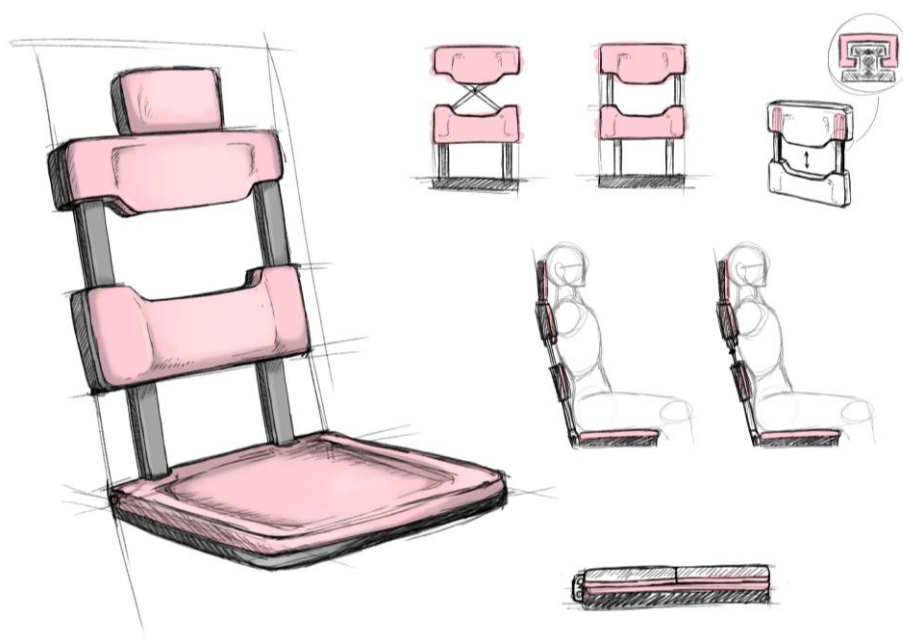
Po provedení analýzy současných produktů a analýzy technických aspektů jsem dospěla k finálnímu cíli, ve kterém jsem si stanovila požadavky pro můj design. Se stanovenými požadavky jsem začala na tvorbě variant.

Z mého pohledu dává větší smysl se nejdříve zaměřit na mechanismus, díky kterému se kokpitová skládací sedačka bude rozkládat, a až poté na její tvarové zpracování. Mechanismus rozkládání a tvar jsou důležitými aspekty designu skládací sedačky, ale bez navrhnutí skládacího mechanismu nevíme, jak by do sebe měly jednotlivé části sedačky tvarově zapadat. Protože pracuji s velmi omezeným prostorem, nejen v rámci uložení ale i v rozložení, je mechanismus skládání prioritní.

V rámci návrhu mechanismů rozkládání jsem se inspirovala u současných kokpitových skládacích sedaček a u skládacích židlí. Chtěla jsem, aby mechanismus nebyl složitý na ovládání, byl dostatečně intuitivní, ale také aby nebyl tvořen složitými komponenty. Proto jsem pracovala spíše s jednoduchými mechanickými pohybovými mechanismy.

Všechny varianty pracují se stejným typem uložení a zakotvení, proto jsem se rozhodla zachovat i systém vyklápění ze strany kokpitové uličky a mechanismus zakotvení. Z tohoto důvodu jsem se přímo zaměřila na řešení skládání opěrek.

4.1 Varianta 1

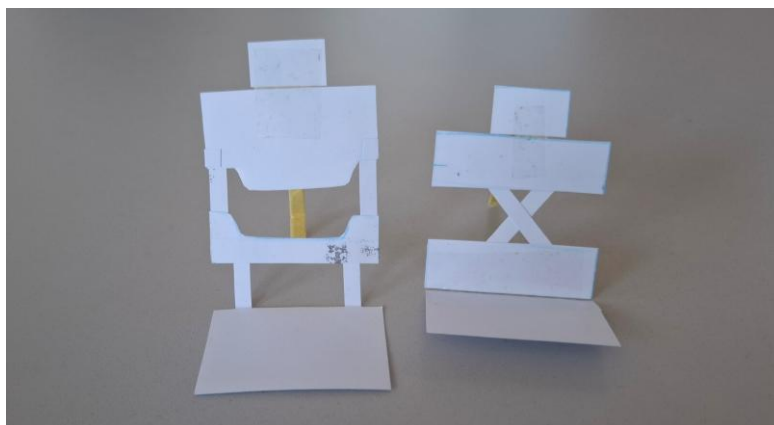


Obr. 4-2: Skica varianty 1

První varianta pracuje již se zažitým mechanismem kokpitové skládací sedačky letounů Boeing 737NG a 737 MAX s menšími rozdíly.

Hlavním komponentem mechanismu jsou kolejnice, po kterých by se vytahovaly části opěrky zad. Jeden pár kolejnic by byl nainstalován mezi sedadlem, přesněji mezi odklopným mechanismem opěrky zad a bederní částí opěrky, a druhý pár by byl nainstalován mezi bederní a ramenní částí opěrky zad. Po těchto kolejnicích by se obě části opěrky posouvaly a ve vytažené pozici by zůstali díky zakotvení na kotvách po stranách uličky. Opěrka hlavy by se sklápěla do zadní části opěrky ramen.

Menší pod-variantou bylo využití nůžkového mechanismu pro dosažení prostoru mezi bederní a ramenní částí opěrky.



Obr. 4-3: Fotografie papírového modelu varianty 1

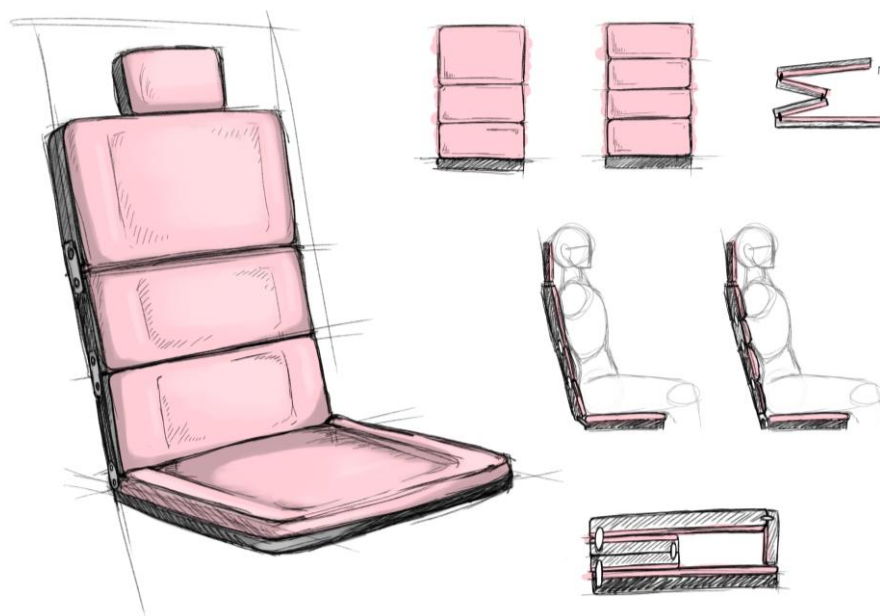
Výhody a nevýhody těchto dvou pod-variant:

- **Tloušťka složené sedačky** – V aspektu tloušťky složené sedačky vyhovují obě pod-varianty, protože části opěrky zad do sebe tvarově zapadají.
- **Pohodlí** – Pod-varianta pracující s nůžkovým mechanismem požadavkům na pohodlí nevyhovuje právě kvůli odkrytému mechanismu, který je v úrovni zad.
- **Ergonomie** – Z ergonomického pohledu je první pod-varianta lepší. Tvary částí opěrek nejsou tak omezené, jak u nůžkového mechanismu.

Pod-varianta druhá, tedy ta s nůžkovým mechanismem, byl zavržena z mnoha důvodů. Hlavním důvodem však bylo nepohodlí, které by vznikalo při opření.

Jako Variantu 1 tedy volím výsuvný mechanismus využívající kolejniče.

4.2 Varianta 2

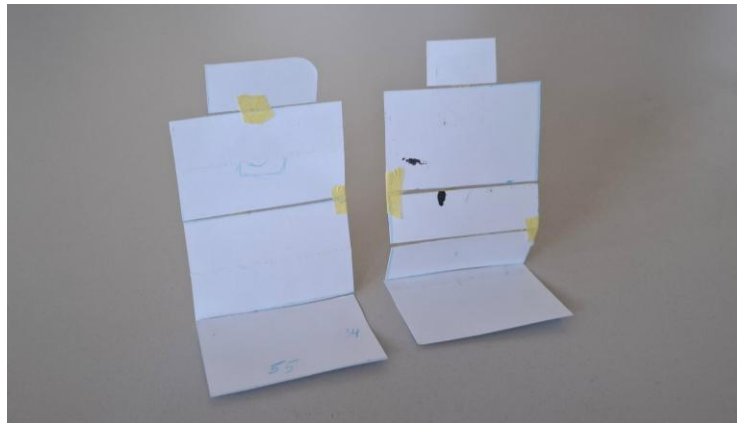


Obr. 4-4: Skica varianty 2

Varianta druhá byla inspirovaná harmonikou a jejím skládáním.

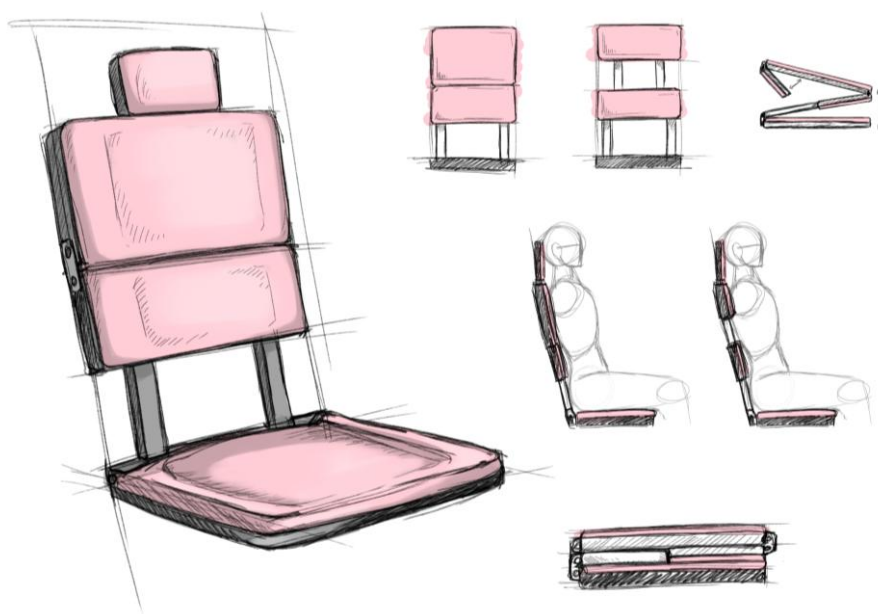
Opěrka zad by byla rozdělená do tří částí, které by se následně na sebe poskládaly jako harmonika. Bederní část opěrky by byla rozdělená do dvou segmentů a ramenní by zůstala v jednom, tak bychom dospěli, při složení, k menšímu prostoru, do kterého by se mohla uložit sklopená opěrka hlavy a poté i pásy.

U této varianty jsem pracovala s jednou další pod-variantou, které ale byla hned zavržená. Jednalo se o pod-variantu s rozdělenou ramenní částí opěrky. Ramenní část byla stejně jako bederní rozdělená na dvě poloviny. Po zpracování pracovního modelu této pod-varianty jsem zjistila, že jiný realistický způsob skládání než ten, který je u hlavní varianty, není. Proto tato pod-varianta byla zavrhnuta.



Obr. 4-5: Fotografie papírového modelu varianty 2

4.3 Varianta 3

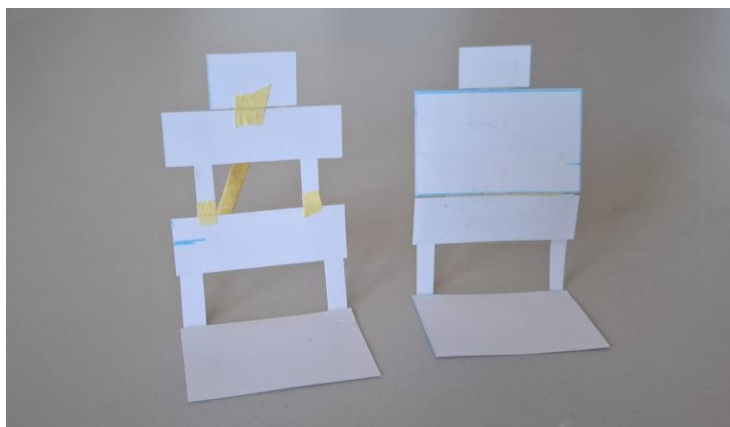


Obr. 4-6: Skica varianty 3

Varianta třetí je do jisté míry kombinací obou prvních variant.

Návrh pracuje se sklopnými mechanismy segmentů opěrky zad. Jedná se o dva segmenty, bederní a ramenní. Ramenní segment je ve stejném rozměru jako sedadlo sedačky a bederní je jeho polovina. Pomocí dvou tyčí je vytvořen prostor mezi bedry a sedadlem sedačky, do kterého se člověk může při sezení zasunout. Při složení se díky prostoru pod bederní částí opěrky vytvoří prostor pro sklopenou opěrku hlavy a pásy.

Tato varianta má také druhou pod-variantu. Tato pod-varianta se liší tím, že ramenní část opěrky je stejná jako bederní, tedy využívá pouze jednu polovinu rozměru sedadla, a prostor mezi bedry a rameny je vytvořen profily.



Obr. 4-7: Fotografie papírového modelu varianty 3

Tyto dvě pod-varianty mají své výhody a nevýhody:

- **Tloušťka složené sedačky** – První pod-varianta má v tomto aspektu nevýhodu, a to díky rozměru ramenní části, která zabírá stejnou plochu jako sedadlo. U této varianty by se muselo zredukovat polstrování.
- **Ergonomie** – I když obě pod-varianty jsou ergonomicky vyhovující, je však druhá varianta v menší nevýhodě, díky otevřenému prostoru zad. Při této variantě by se muselo pracovat s tvarem segmentů tak, aby co nejlépe podporovaly záda.

Jako variantu 3 jsem vybrala pod-variantu s plnou ramenní částí opěrky. I když obě pod-varianty vyhovují požadavkům, první pod-varianta je z ergonomického pohledu lepší.

4.4 Zhodnocení variant

Při vytváření variant jsem se zaměřovala na větší rozmanitost mechanismů, tak bylo možné je mezi sebou porovnávat. Tímto způsobem vznikly i pod-varianty, které nebyly dostatečně odlišné od hlavních variant, aby byly považované za samostatné varianty.

Jako hlavní tři varianty tedy jsou:

- **Varianta 1** – Varianta s kolejnicovým mechanismem, který je instalován paralelně.

- **Varianta 2** – Varianta s „harmonikovým“ mechanismem skládání
- **Varianta 3** – Varianta s mechanismem ohýbání pevně daných profilů

Všechny tyto varianty mají své silné a slabé stránky. Pro porovnání jsem si tyto aspekty vypsala pro lepší porovnání a výběr finální varianty, se kterou bych dále ráda pracovala. I zde jsem použila systém hodnocení plus a mínus, případně kombinaci obou.

Varianta 1

- + **Tloušťka složené sedačky** – Tloušťka složené sedačky není problémem, protože opěrka zad je tvořena ze dvou částí stejného objemu jako sedadlo sedačky, které do sebe zapadají. Opěrka hlavy je následně schovaná v ramenní části opěrky.
- ± **Ergonomie** – Ergonomie sedačky velmi závisí na rozložení částí opěrky zad do správné výšky. S použitím mechanismu kolejnic však není problém dosáhnout správného rozložení.
- + **Intuitivnost tvaru** – Intuitivnost tvaru je dosažena rozdělením jednoho objemu na dvě části, které do sebe zapadají. Proto uživatel na první pohled vidí, jak je sedačka složena.
- + **Rozkládání** – Rozkládání sedačky je intuitivní a jednoduché, díky menšímu množství pohybových částí, které na sebe navazují.

Varianta 2

- **Tloušťka složené sedačky** – Tloušťka složené sedačky je velkým problémem této varianty, protože sedačka je složená větším množstvím částí opěrky zad, které po složení vytváří větší objem.
- + **Ergonomie** – Z ergonomického pohledu je varianta dostačující, a to díky plnému objemu opěrky zad.
- **Intuitivnost tvaru** – Tvar není dostatečně intuitivní, protože tvary do sebe na první pohled nezapadají.
- **Rozkládání** – Rozkládání je složitější a náročnější kvůli většímu množství pohyblivých částí.

Varianta 3

- **Tloušťka složené sedačky** – Tloušťka složené sedačky by mohl být problém hlavně z hlediska čalounění, které by muselo být úzké, aby se mohla sedačka složit do úschovného prostoru.
- + **Ergonomie** – Plusem ergonomie sedačky, jsou vyplněná záda opěrky.
- **Intuitivnost tvaru** – Tvary do sebe na první pohled nezapadají
- + **Rozkládání** – Rozkládání sedačky je dostatečně jednoduché, díky jednoduchému mechanismu rozkládání.

	Tloušťka složené sedačky		Ergonomie		Intuitivnost tvaru		Rozkládání	+/-
Varianta 1	+		±		+		+	+ 3,5
Varianta 2	-		+		-		-	- 3
Varianta 3	-		+		-		+	0
Bodování	-	- 1	±	+/- 0,5	+	+ 1		

Tab. 4-1: Tabulka porovnání variant

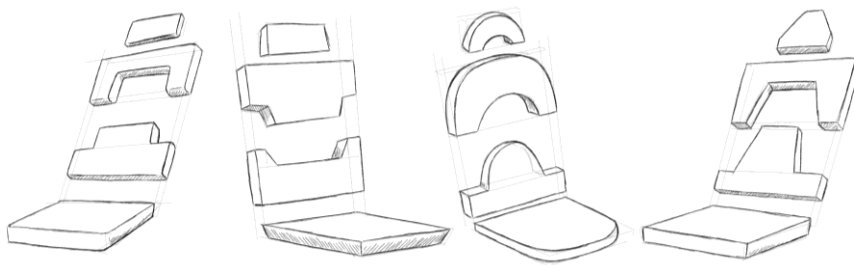
Již na první pohled je jasné, že vzhledem k množství mínusů byla zamítnuta jako první varianta 2.

U následujících dvou variant bylo rozhodování těžší, ale i tak dosti jasné. Hlavním aspektem při výběru byla předpokládaná tloušťka složené sedačky. Složená sedačka se musí dát uschovat do úschovného prostoru, který je neměnný, proto u varianty 2 by bylo velmi složité tohoto rozměru dosáhnout s množstvím komponentů, které varianta má.

Ze stejného důvodu byla zamítnuta i varianta 3, i když by se u této varianty dalo lépe pracovat s množstvím materiálu jednotlivých komponentů. Další důvod zamítnutí varianty vychází z nemožnosti rozšiřování tvarového řešení, které by byl velmi omezen rozměry úschovného prostoru a použitým mechanismem.

Po porovnání variant jsem tedy dospěla k závěru, že varianta 1 nejlépe splňuje požadavky, které jsem si stanovila.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ



Obr. 5-1: Skici tvarového řešení

Po výběru varianty skládacího mechanismu jsem následně začala pracovat na tvarovém řešení jednotlivých komponentů kokpitové skládací sedačky. Klíčovým aspektem tvarového řešení bylo rozdělení opěrky zad na dvě do sebe zapadající části, které na první dojem působí v složené pozici, jako jeden tvar, a v rozložené pozici, jako pohodlné opěradlo. Tvary sedadla a opěrky hlavy by měly s tvary částí opěrek působit jako jeden celek a doplňovat se navzájem.

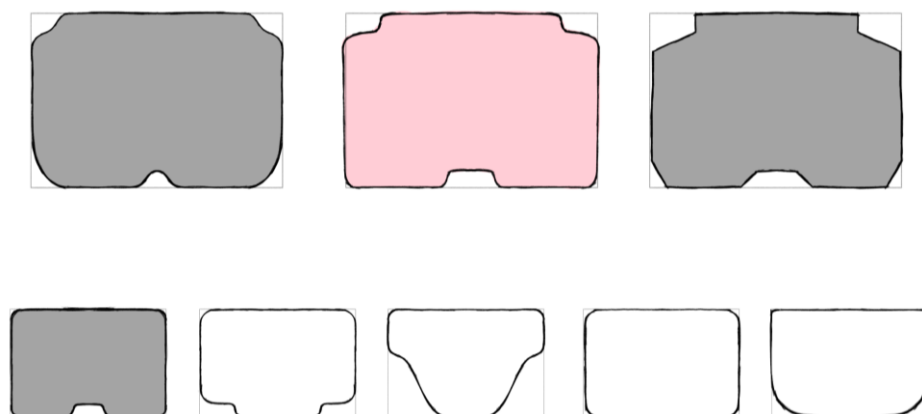
5.1 Vývoj tvarování

Prvním krokem v mém vývoji byly 2D skici, na kterých jsem si ověřovala různé tvarové možnosti sedadla a rozdělení opěrky zad. Protože tvar sedadla, a následně i složené opěrky zad, musí vycházet z tvaru obdélníku o daných rozměrech, mé skici vycházely také z obdélníku.



Obr. 5-2: Fotografie prototyp kokpitové skládací sedačky

5.1.1 Vývoj tvarování sedadla



Obr. 5-3: Skici tvarového řešení sedadla

V před-nakreslených obdélnících jsem si hrála s odebíráním částí plochy, tak aby vznikla zajímavá tvarová řešení sedadla. Po několika návrzích jsem dospěla k jednomu, na který jsem se zaměřila nejvíce. (tento tvar je na obrázku 5-2 označen růžově)

Po menších úpravách jsem si tvar sedadla vystříhla z lepenky v měřítku 1:1, tak abych viděla, jak by vypadal v reálné velikosti.



Obr. 5-4: Fotografie prototyp sedadla

Protože se jedná o 3D záležitost, lepenkový model nebyl dostatečný. Proto jsem po vymodelování sedadla v počítači vytvořila model i ve fyzické formě v měřítku 1:1. Do tvaru fyzického modelu jsem zakomponovala již předem stanovený náklon polstrování sedadla, které podporuje pohodlnost sezení. Poté co byl fyzický model vytvořen a vyzkoušen, jsem mé poznatky zakomponovala do počítačového 3D modelu.

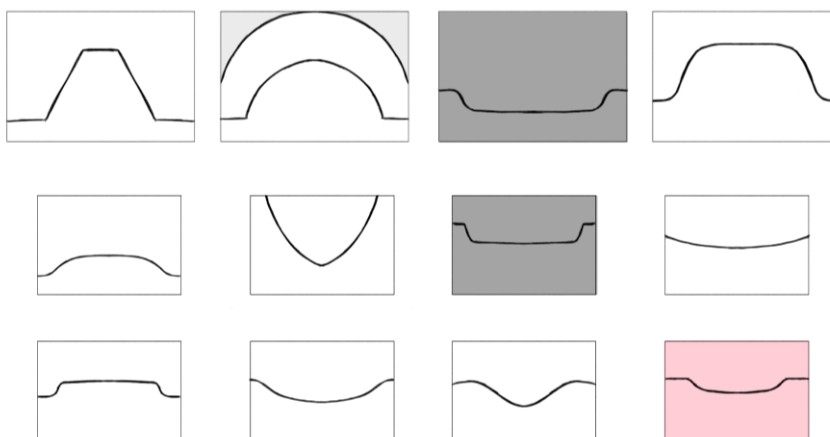
V rámci počítačového 3D modelu jsem také experimentovala s poměry odebrané hmoty a s rádiusy půdorysu sedadla.



Obr. 5-5: Modelování tvarového řešení sedadla

Po stanovení základního tvaru sedadla jsem začala se zaoblováním polstrované části a zkosením kovové nosné části. Na spodní straně jsem vytvořila zkosení, které umožňuje uživateli snadné a pohodlné skrčení nohou pod sedačku.

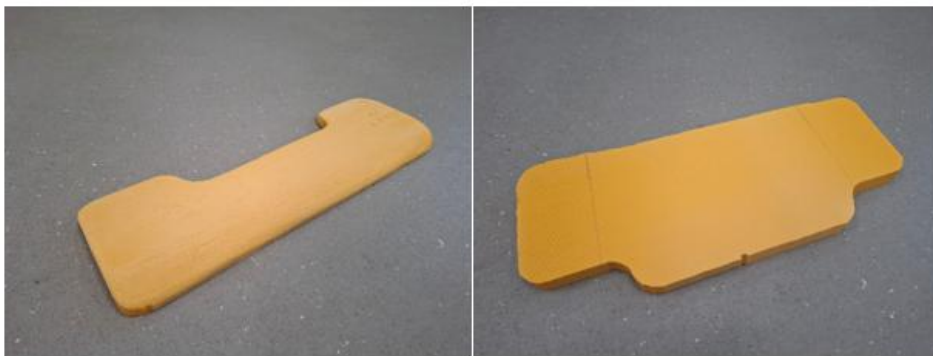
5.1.2 Vývoj tvarování opěrky zad



Obr. 5-6: Skici tvarového řešení opěrky zad

Podobně jako u sedadla, vznikalo i tvarování opěrky zad. Jako první jsem začala s přednakreslenými obdélníky, které jsem různými křivkami rozdělovala na dvě části. Nejprve jsem experimentovala s velmi odlišnými křivkami, které obdélník rozdělovaly v různých poměrech. Po tomto experimentování jsem definovala tvar, který byl podle mého nejlepší z pohledu ergonomie, pohodlnosti a zakomponování do celku sedačky. (tento tvar je na obrázku 5-3 označen růžově)

Tvar zádové opěrky i s rozdělením jsem následně vzala a v měřítku 1:1 vystříhla z lepenky, tak abych viděla, jak by vypadal v reálné velikosti, a abych zjistila, jestli poměr obou částí je dostačující nebo ne.

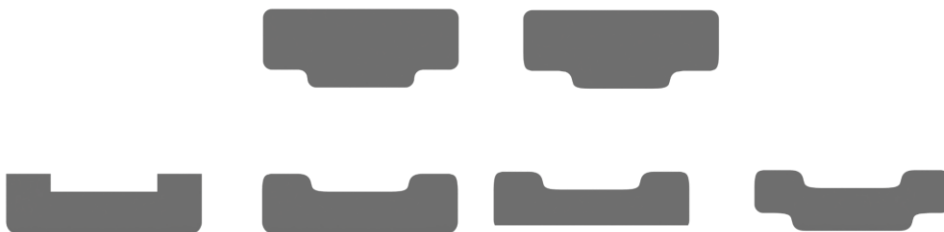


Obr. 5-7: Fotografie prototyp opěrky zad

Protože lepenka je stále do jisté míry 2D, a pro zjištění správného poměru bederní části ku ramenní je nutno se o obě části opřít, tak jsem vytvořila fyzický prototyp z pěny vycházející z počítačového modelu. Do fyzického modelu opěrky jsem zakomponovala i tvarování polstrování, a to zejména na bederní část, které jsem si předem definovala na počítačovém 3D modelu.

Na počítačovém modelu jsem následně zkoušela různé varianty rádiusů na půdorysu obou částí, tak aby komplementovaly sedadlo a také sebe navzájem.

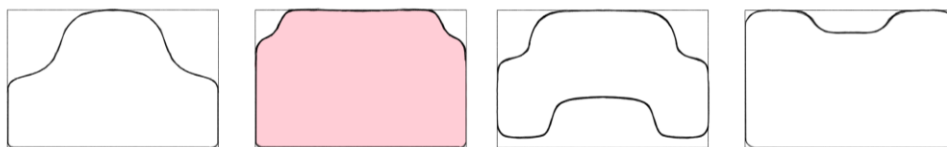
Při zakomponování mechanismu skládání sedačky jsem však došla k problému kolize mechanismus kolidoval s hmotou bederní opěrky zad. Tento problém jsem vyřešila odebráním hmoty stejným tvarem, který byl použit na zadní části sedadla. Takto jsem také dosáhla sjednocení složeného tvaru sedačky, protože po úpravě spodní strana beder a zadní část sedadla jsou tvarované stejně a přesně na sebe doléhají.



Obr. 5-8: Modelování tvarového řešení opěrky zad

Jako poslední, po vytvoření finálního tvaru opěrek, jsem zaoblila polstrované části a u kovové nosné konstrukce vytvořila místa pro mechanismy.

5.1.3 Vývoj tvarování opěrky hlavy



Obr. 5-9: Skici tvarového řešení opěrky hlavy

U tvarování opěrky hlavy jsem postupovala stejně jako u obou předešlých částí. Tvarování opěrky hlavy jsem si nechala až na konec, protože v rámci skládání sedačky se uschová do prostoru, který je pro ni vyhrazen v zadní části opěrky ramen. (tento tvar je na obrázku 5-3 označen růžově)



Obr. 5-10: Fotografie prototyp opěrky hlavy

Průběh tvarování byl stejný jak u zbytku komponentů sedačky. Začal 2D skicami a pokračoval do vytvoření fyzického modelu, který vychází z počítačového 3D modelu.



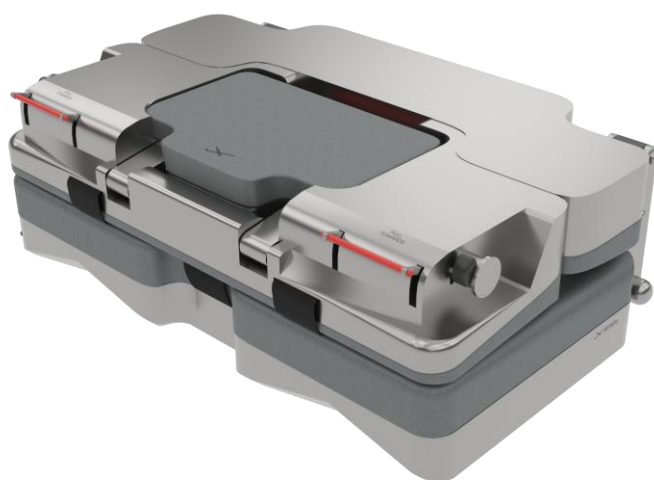
Obr. 5-11: Modelování tvarového řešení opěrky hlavy

Po navrhnutí finálního tvaru opěrky hlavy, jsem pokračovala stejně jako u předchozích částí, a to tedy zaoblením a vytvořením prostoru pro mechanismus.

5.2 Finální tvarové řešení



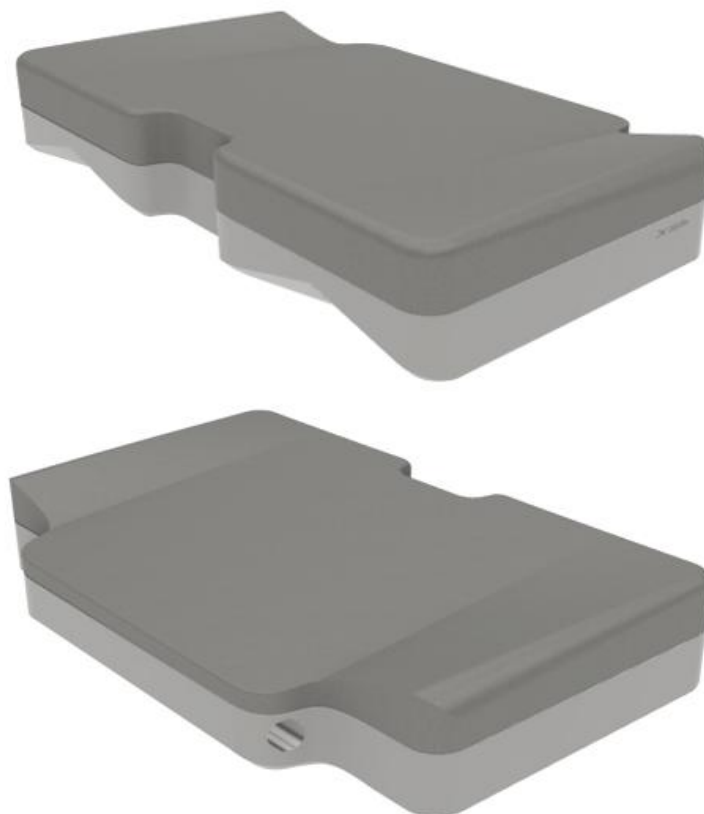
Obr. 5-12: Finální tvarové řešení kokpitové skládací sedačky v rozloženém stavu



Obr. 5-13: Finální tvarové řešení kokpitové skládací sedačky ve složeném stavu

Po finalizaci tvarového řešení, jsem dospěla k designu, ve kterém se všechny komponenty kokpitové skládací sedačky doplňují a zároveň vytváří pohodlný celek, na kterém je možné bez problému sedět i delší dobu.

5.2.1 Sedadlo



Obr. 5-14: Finální tvarové řešení sedadla

Finální tvarové řešení sedadla vychází z kvádrů. Ze základního tělesa následně byly odebrány části hmoty tak, aby vzniklo pohodlné sedadlo kokpitové skládací sedačky.

Půdorys sedadla vychází z obdélníku, kde všechny čtyři jeho rohy jsou zaoblené. Na přední straně sedala je odebrána hmota v oblasti mezi nohama, kde je následně instalovaný pás a ze spodní strany sedadla i ucho, pro lepší manipulaci při vyklápění sedačky z úložného prostoru. Sedadlo dále má na zadní straně odebranou hmotu na obou rozích, tak aby vznikly prostory pro mechanismus skládání sedačky. Při odebírání hmoty jsem se snažila zachovat co nejvíce sedací plochy, kterou uživatel může využít.

Dále jsem do finálního tvarového řešení zakomponovala náklon polstrování v prostřední části sedadla směrem dozadu a nakloněné bočnice směrem do středu. Nakloněním sedací plochy dosáhneme ideální polohy sedu a nakloněné bočnice pomáhají s případným bočním vychýlením. Tím že je sedací plocha nakloněná také dosáhneme pocitu většího prostoru pro nohy. Mimo pocitového zvětšení prostoru na nohy jsem dosáhla i reálného zvětšení, a to díky skosení na dolní straně sedadla, které vytváří prostor, kam uživatel může pohodlně posunout nohy.

5.2.2 Opěrka zad

U finálního tvarového řešení opěrky zad vycházím z půdorysu obdélníku, který je pomocí křivky rozdělen na dvě části, bederní a ramenní.

Bedra



Obr. 5-15: Finální tvarové řešení opěrky zad (bedra)

Bederní část opěrky má na čelní straně přidanou hmotu v podobě čalounění tak, abych podpořila přirozený tvar páteře. Naopak na dolní straně opěrky je hmota odebrána ve stejné formě a ze stejného důvodu jako na zadní straně sedadla.

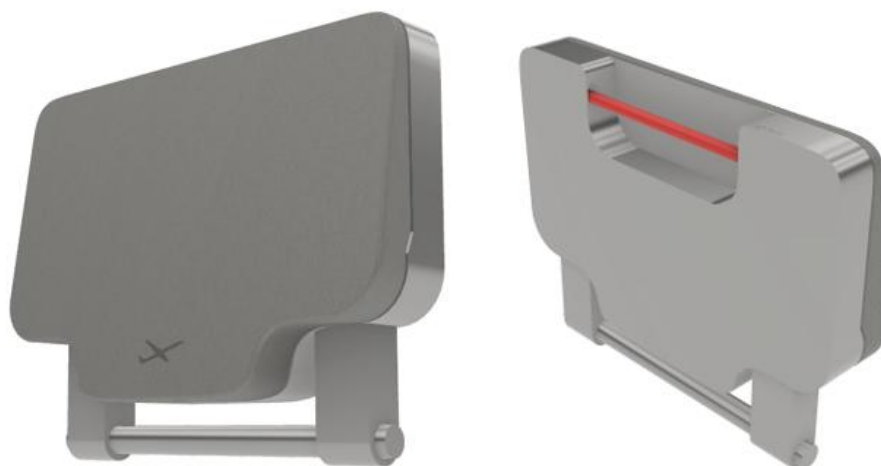
Ramena



Obr. 5-16: Finální tvarové řešení opěrky zad (ramena)

Opěrka ramen je v rámci čalounění na čelní straně plochá. Ze zadní části má však odebranou hmotu pro vytvoření úschovného prostoru pro opěrku hlavy a potřebný mechanismus. Úschovný prostor má vnitřní stěnu skosenou, a to kvůli tvaru opěrky hlavy a zakomponovaného mechanismu. Na obou stranách je z konstrukce opěrky odebrána hmota z důvodu kotvícího mechanismu. Na horní straně je hmota odebrána pro lepší manipulaci se sedačkou a s ovladači zajišťovacího mechanismu.

5.2.3 Opěrka hlavy



Obr. 5-17: Finální tvarové řešení opěrky hlavy

Finální tvarování opěrky hlavy vychází z obdélníkového tvaru a z tvaru ramenní části opěrky zad. Opěrka musela být tvarovaná tak aby komplementovala zbytek sedačky, ale zároveň se mohla uschovat do prostoru ramenní opěrky.

Opěrka hlavy má čelní stranu pod značným úhlem, a to kvůli vytvoření pohodlného tvaru na opření hlavy uživatele. Na spodní straně je odebraná hmota stejným způsobem jako u sedadla a opěrky beder, důvodem však není nutnost vytvoření prostoru pro mechanismus, ale zachování tvarového atributu. Další odebraná hmota byla na zadní straně v horní části opěrky. Důvodem je manipulační prostor u ovladače zafixování opěrky.

6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

V této kapitole se zaměřím na popis konstrukčně-technologického a ergonomického řešení navržené kokpitové sedačky.

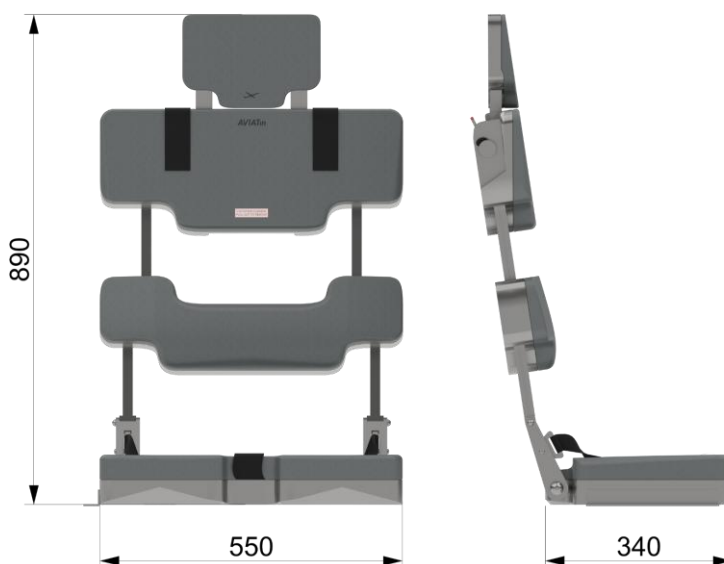
6.1 Popis

Kokpitová skládací sedačka je třetí sedačka v kokpitu letadla, která má sloužit pro usazení třetího člena posádky. Pokud však sedačka není používána, je složena v úložném prostoru ve stěně kokpitové uličky.

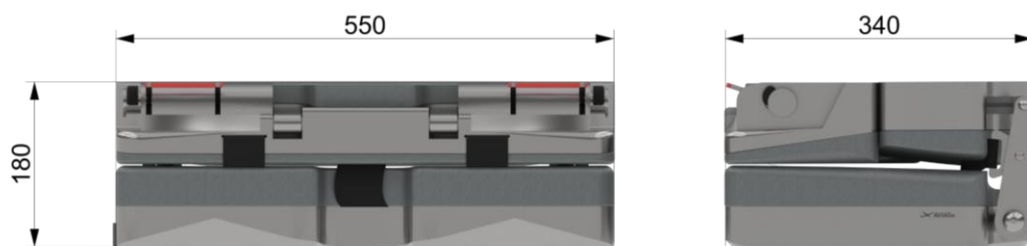
6.2 Rozměrové řešení

Rozmezí rozměrů kokpitové skládací sedačky bylo striktně omezeno prostorem kokpitové uličky, v které se rozložená sedačka nachází, ale také úschovným prostorem, ve kterém je sedačka skladována.

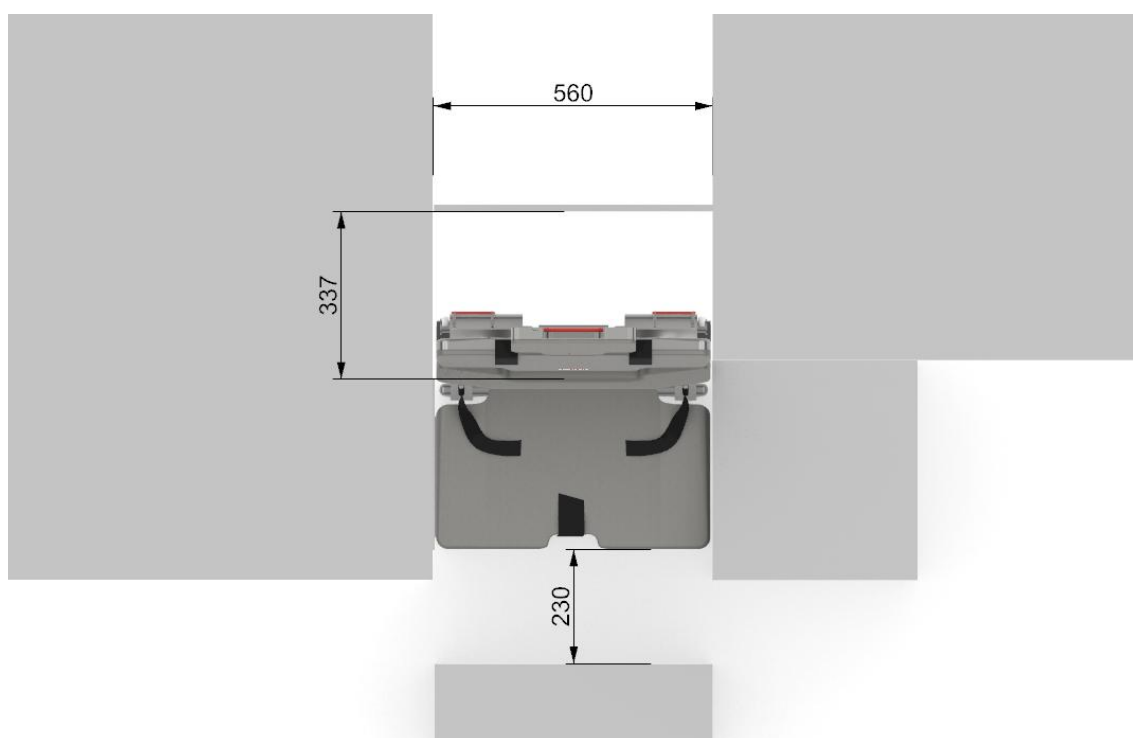
Finální rozměry sedačky jsou 890 x 550 x 340 mm a v složené formě jsou 550 x 340 x 180 mm.



Obr. 6-1: Rozměry rozložené sedačky (mm)

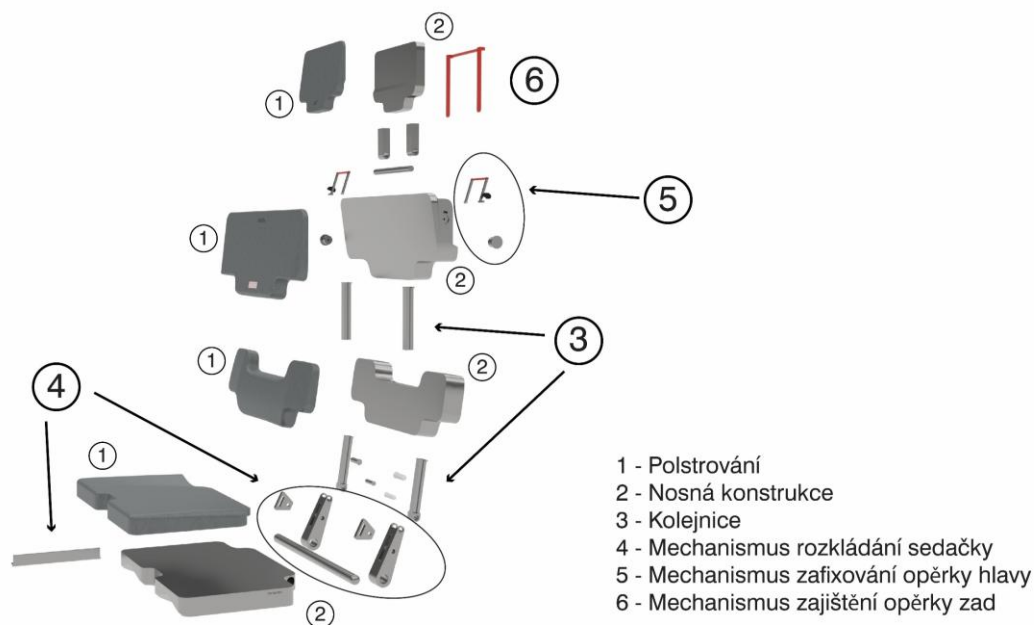


Obr. 6-2: Rozměry složené sedačky (mm)



Obr. 6-3: Rozměry kokpitové uličky (mm)

6.3 Vnitřní mechanismy a komponenty



Obr. 6-4: Rozklad sedačky

Protože hlavním účelem kokpitové skládací sedačky je, aby se mohla složit do určitého tvaru a uschovat v úschovném prostoru, tak vybrání mechanismu jejího rozkládání bylo hlavní prioritou mého designu.

Celý návrh má tři hlavní mechanismy:

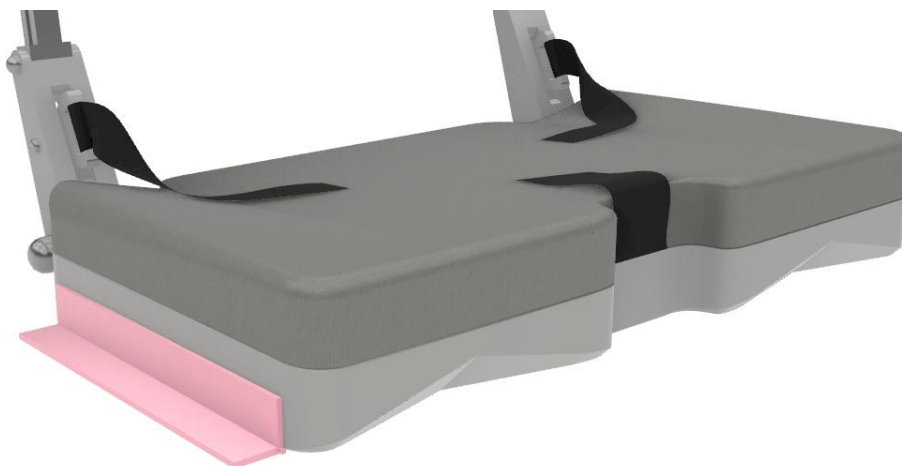
- Mechanismus rozkládání sedačky
- Mechanismus zafixování opěrky hlavy
- Mechanismus zajištění opěrky zad

Každý z těchto mechanismů se skládá z různých komponentů, které dohromady vytváří celek skládacího mechanismu.

6.3.1 Mechanismus rozložení sedačky

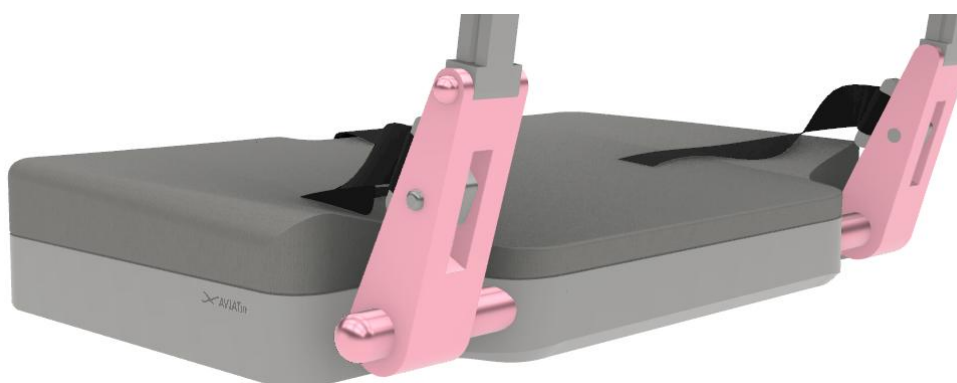
Mechanismus kokpitové skládací sedačky se skládá ze tří hlavních komponentů, které umožňují její snadné rozložení a následné složení.

- **Pianový pant** – Komponent, který pracuje jako první při rozkládání sedačky, je pianový pant, který je jednou částí přišroubovaný ke spodní straně úschovného prostoru a druhou částí k pravé straně sedadla. Pomocí tohoto pantu se sedačka vyklopí z úschovného prostoru. Na druhé straně uličky se nachází kovový úhelník s kontakty, na který se sedadlo položí, a tak se zajistí vyklopená sedačka.



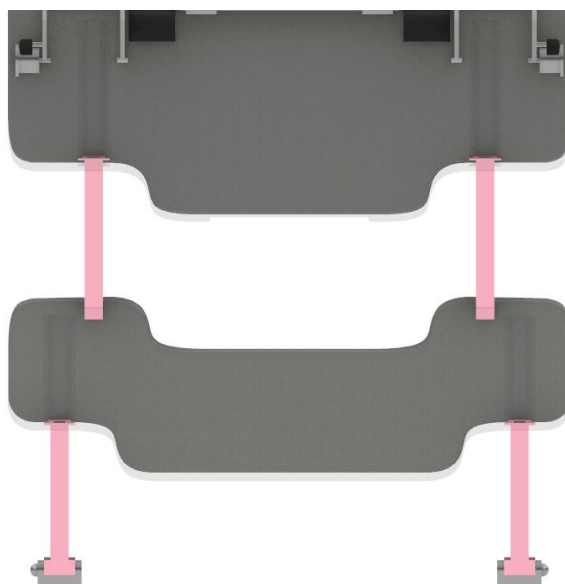
Obr. 6-5: Pianový pant

- **Spojovací komponent s dvěma čepy** – Dalším mechanismem jsou dva spojovací komponenty s dvěma čepy, které ručí za odklopení opěrky zad od sedadla. Spodní čepy jsou na místě spojení komponentů s profilem, který prochází zadní částí sedadla. Okolo tohoto profilu čepy rotují. Horní čepy jsou instalované na místech kde se pojí kolejnice se spojovacími komponenty. Pomocí těchto spojovacích komponentů s čepy dosáhneme lehkého odklopení opěrky zad od sedadla a poté i dodatečného pohybu při zakotvení opěrky zad.



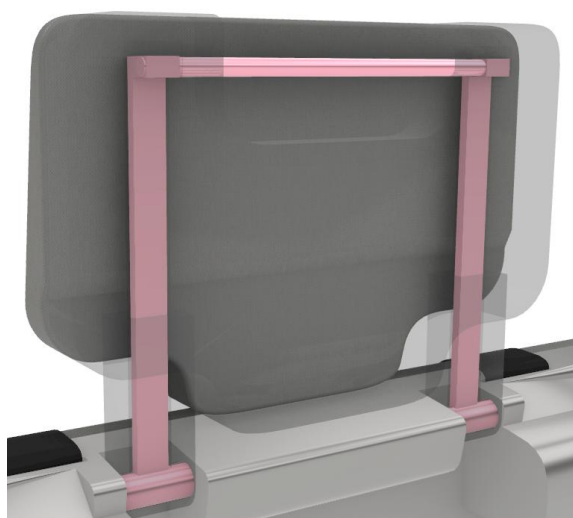
Obr. 6-6: Spojovací komponent s dvěma čepy

- **Kolejnice** – Posledním mechanismem, který umožňuje rozložení sedačky jsou kolejnice, které jsou instalované tak, aby se mohly obě části opěrky zad po nich posouvat. Jeden pár kolejníc je instalován pod opěrkou beder, kde jeden konec je uvnitř opěrky a druhý je spojen čepem se spojovacím komponentem. Druhý pár kolejníc je instalován pro posouvání opěrky ramen. Kolejnice jsou pevně ukotvené v opěrce beder a opěrka ramen se po nich posouvá do určité výšky. Obě opěrky v místech, kam kolejnice zajíždí, mají patřičný prostor pro jejich uschování při složení sedačky.



Obr. 6-7: Kolejnice

6.3.2 Mechanismus zafixování opěrky hlavy

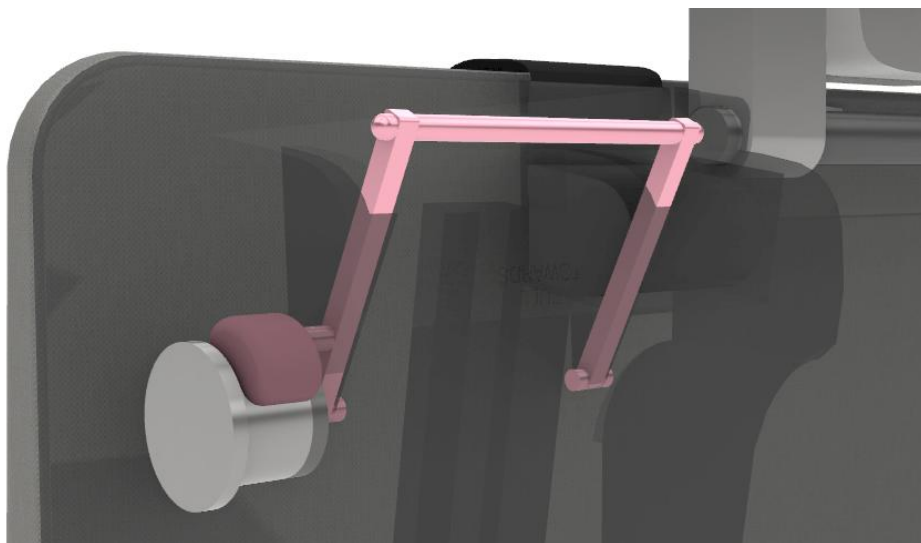


Obr. 6-8: Mechanismus zafixování opěrky hlavy

Mechanismus opěrky hlavy pracuje s nutností jejího zafixováním. Opěrka se na dvou profilech otáčí okolo trubky, která prochází horní částí ramenní opěrky. Ve vzpřímené pozici se pak následně zafixuje pomocí profilů, procházejících skrz opěrku, které zapadnou do drážky na trubce. Tyto profily se ovládají pomocí posouvajícího se ucha, které je zapuštěné v prostoru zadní strany opěrky.

Toto ucho se posune směrem nahoru, čímž se vysunou zapadnuté profily z drážek a opěrka hlavy se tak může sklopit do úschovného prostoru na zadní straně ramenní opěrky.

6.3.3 Mechanismus zajištění opěrky zad

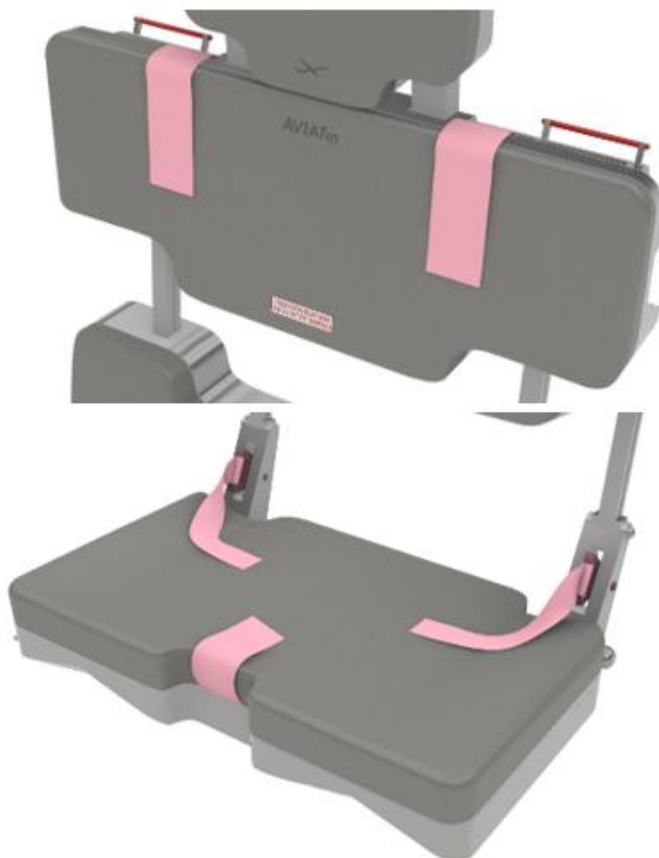


Obr. 6-9: Mechanismus zajištění opěrky zad

Pro mechanismus zajištění opěrky zad vůči uvolnění jsem použila dva rotační mechanismy, které jsou instalované na pravé a levé straně horní strany ramenní opěrky. Tyto dva mechanismy jsou ovládané pomocí dvou uch.

Tato ucha se při manipulaci s opěrkou musí přisunout pro odjištění kotvících kontaktů, tak aby se mohly kontakty vložit do kotvících bodů na stranách kokpitové uličky. Při založení opěrky zad do kotvících bodů se ucha mohou pustit a gumové koncovky zajišťovacích mechanismů se samy zasunou do prostorů v kotvících bodech, díky použitým pružinám.

6.3.4 Pásky



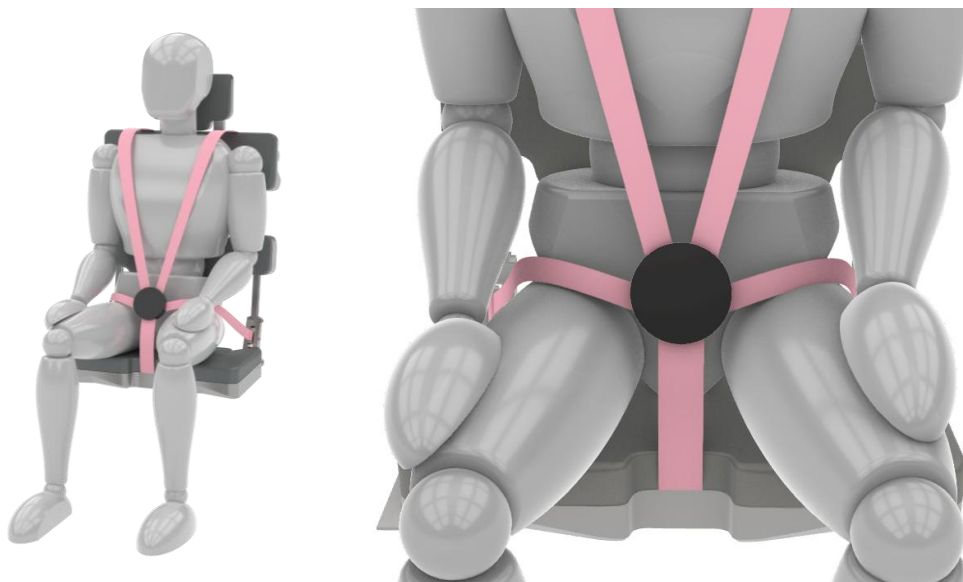
Obr. 6-10: Pásky

Dalším hlavním komponentem kokpitové skládací sedačky jsou pásy, na které se však vztahují přísné legislativní požadavky, a proto jsem se rozhodla do mého návrhu zabudovat již existující typy pásů a nevymýšlet nový design. Vybrané pásy nejsou převzaté z modelů v kapitole 2.1 Designérská analýza, avšak se stále jedná o reálnou certifikovanou variantu pásů.

Na sedadle jsou instalované dva pásy s přezkou a jeden pás se zámkem. Tyto tři pásy jsou pevně instalované a je možné je manuálně utáhnout. Pás umístěný mezi nohama je instalován v nosné konstrukci sedadla a dva klínové pásy jsou instalované ve spojovacím komponentu s dvěma čepy.

Na opěrci zad jsou instalované další dva pásy s přezkou. Tyto pásy jsou však navíjecí. Navíječe jsou schované v prostoru kovové nosné konstrukce opěrky ramen.

Pásy při skládání sedačky do úložného prostoru mají díky tvarování sedadla místo, kam se mohou bez problému schovat, a tak nekomplikovat manipulaci se sedačkou. Vytvořený prostor pro pásy také zabraňuje poškození polstrování.



Obr. 6-11: Připoutaný uživatel a detail zámku

6.4 Materiálové řešení

Pro kovovou nosnou konstrukci a veškeré spojovací komponenty by při výrobě mého návrhu byly použité nejběžnější kovové materiály, které se v letectví využívají.

Jedná se o tyto materiály:

- **ocel** – pro šrouby a spojovací komponenty,
- **slitiny hliníku a titanu** – pro nosnou konstrukci sedačky,

Jako materiál polstrování by byly využité polyethylenové a polyuretanové pěny. Jejich kombinací dosáhneme potřebné pohodlnosti a možnosti plavání na hladině vody.

Následně, v souladu s legislativními požadavky, by se na polstrování instalovala nehořlavá vrstva a na ní potah, tvořený látkou ze směsi vlny a nylonu.

6.5 Technologie

Pro výrobu komponentů skládací kokpitové sedačky by byla převážně použita technologie CNC frézování, a to hlavně u nosné kovové konstrukce a tvarování pěn polstrování.

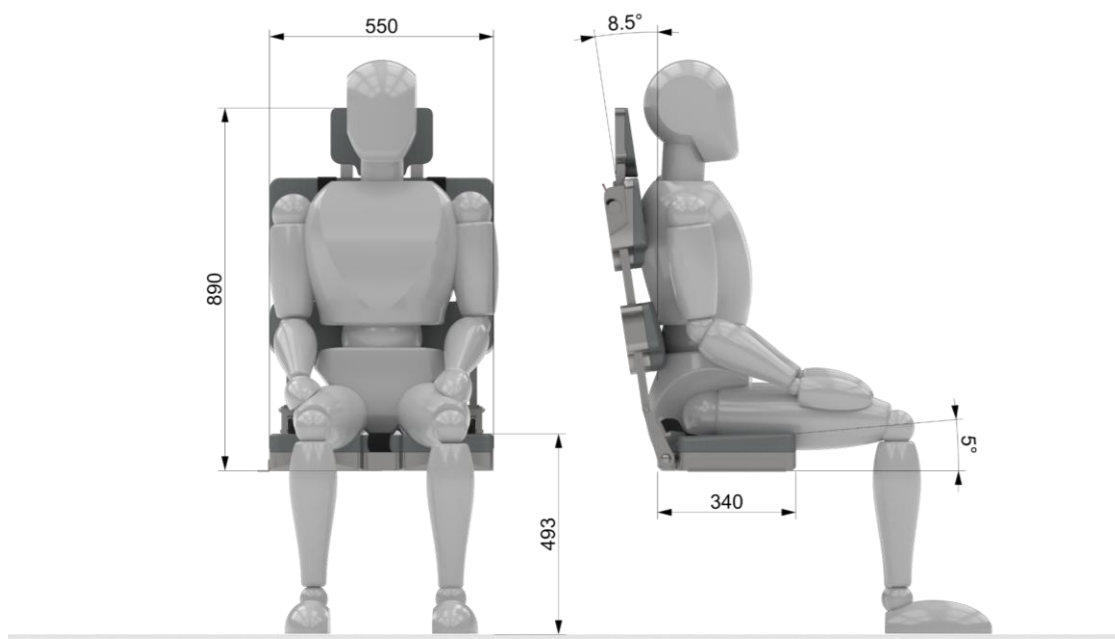
Pro potah polstrování by následně byla využita technologie lepení a zapošívání látky.

Další menší komponenty by následně musel být vyrobené jinými typy technologií, ale ty by byly použité ojediněle.

6.6 Ergonomie

Protože ergonomie byla prioritou celého mého návrhu kokpitové skládací sedačky, zaměřila jsem se na ni nejvíce a ergonomické aspekty jsem řešila u každé jednotlivé části sedačky zvlášť, ale také v jejím celku.

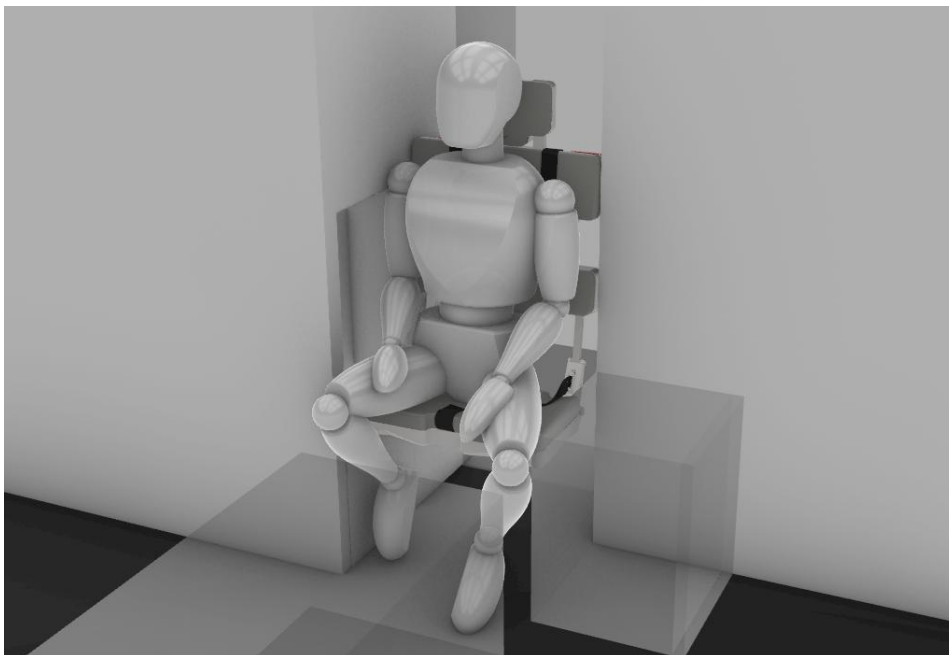
Celá sedačka je navržena podle norem uvedených v kapitole 2.2.2 Ergonomie.



Obr. 6-12: Sedačky, přední a boční pohled (mm)

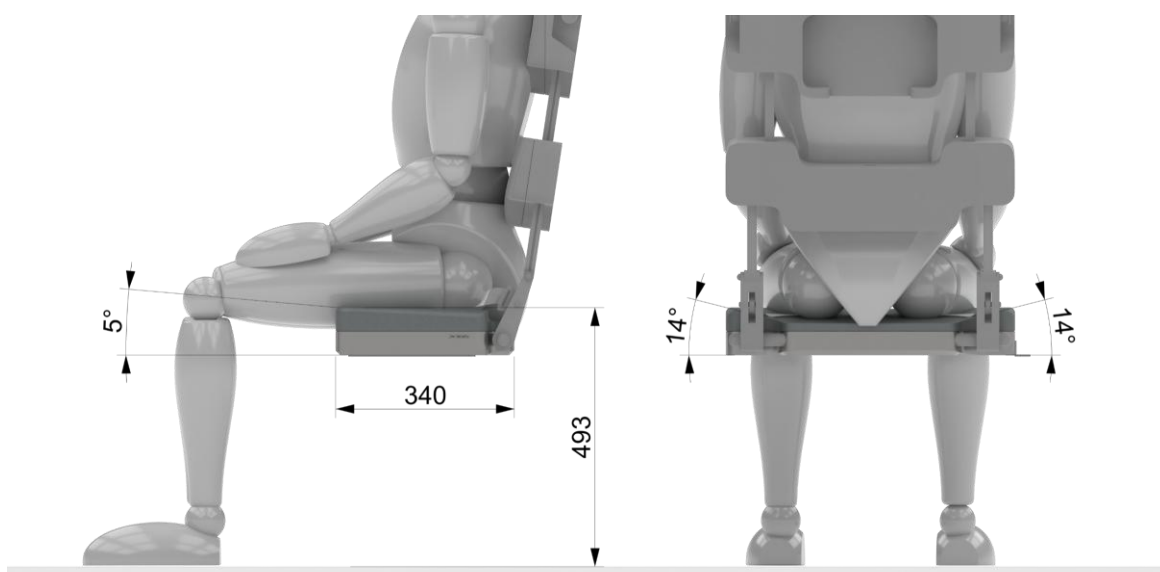
Pro svůj návrh jsem si stanovila předpoklad, že sedačka bude moci být zakomponována do prostoru kokpitu letounu Boeing 737NG a Boeing 737 MAX. Z tohoto vyplývají základní rozměrové požadavky, které sedačka musí splňovat. Jsou to tyto dané a neměnné parametry:

- **V rozloženém stavu** – 956 x 550 x 340 mm
- **Ve složeném stavu** – 550 x 340 x 180 mm



Obr. 6-13: Umístění v kokpitu letounu

6.6.1 Sedadlo



Obr. 6-14: Boční a zadní pohled sedadla s rozměry (mm)



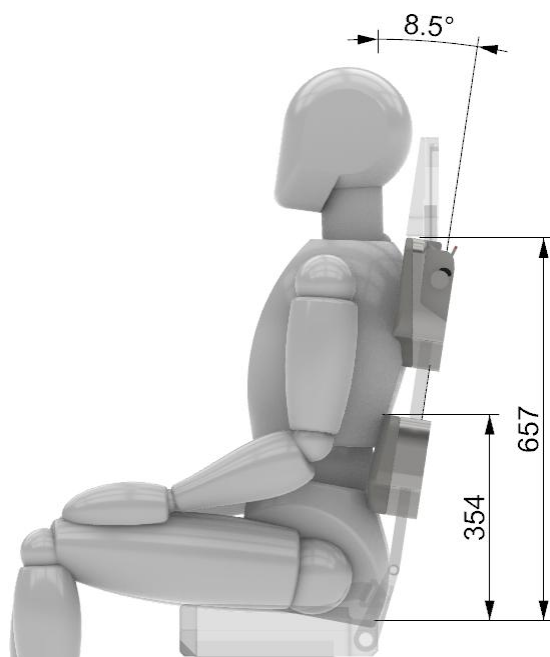
Obr. 6-15: Perspektivní pohled sedadla zezadu

V rámci sedadla hovoříme o jeho výšce, hloubce a šířce. Výška sedadla od podlahy kokpitu je 490 mm, jeho šířka je 550 mm a hloubka 340 mm. Následně je do tvaru sedadla zakomponovaný náklon sedací plochy, který je 5° , a také boční náklony o velikosti 14° od sedací plochy k pravému a levému okraji sedadla. Tyto zakomponované náklony vytváří pohodlnější pozici sedu. Záklon sedací plochy také uživateli přináší pocit většího prostoru na nohy, který, jak už bylo zmíněno, je velmi malý. Boční náklony podporují stabilitu sedícího uživatele, při pohybu letounu. Sedadlo disponuje skoseními na jeho přední straně, které umožňují uživateli pohodlné skrčení nohou pod sedačku.



Obr. 6-16: Detail skosení pro skrčení nohou

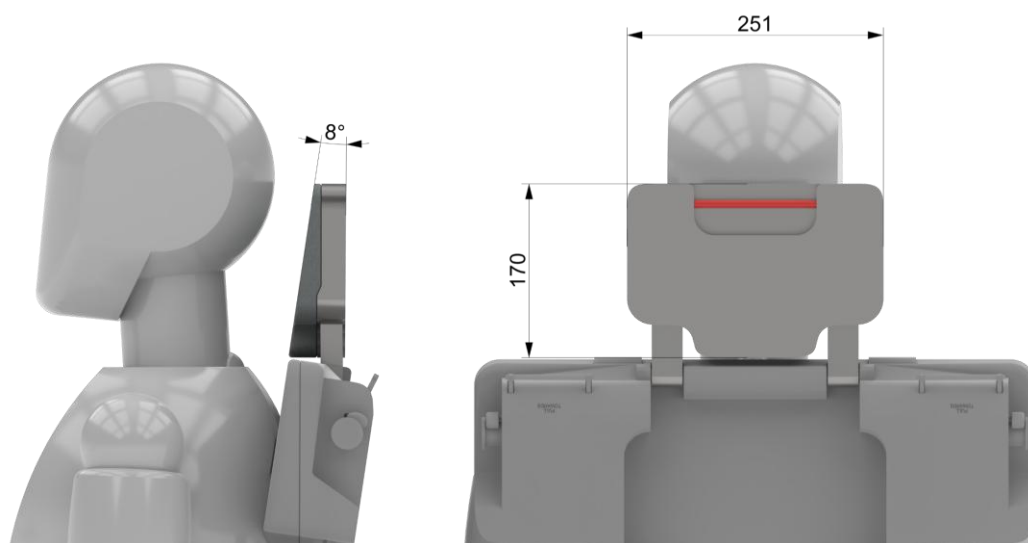
6.6.2 Opěrka zad



Obr. 6-17: Boční pohled opěrky zad s rozměry (mm)

Opěrka zad, rozdělená na dvě části, se rozloží do výšky 657 mm od nakloněné sedací plochy, kde do výšky 354 mm je vytažená bederní část. Celá opěrka je zakloněná pod úhlem 8,5 °. což přináší uživateli pohodlnější polohu sedu. Hloubka bederní části opěrky je v nejvyšším bodě 92 mm a hloubka ramenní části je 90 mm. Obě části mají šířku 550 mm, stejně jako sedadlo. Hloubky obou částí opěrky jsou vždy tvořené z polstrování a nosné konstrukce, která u obou komponentů má největší hloubku 45 mm.

6.6.3 Opěrka hlavy



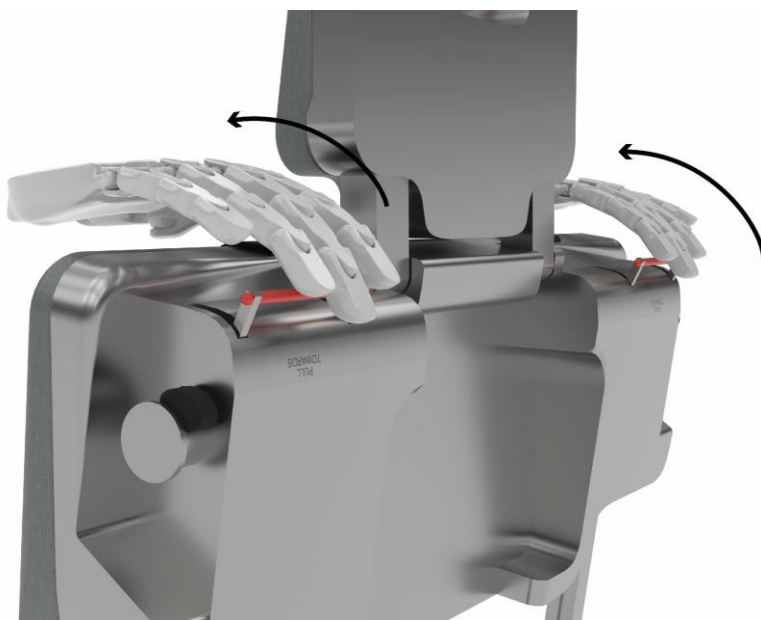
Obr. 6-18: Boční a zadní pohled opěrky hlavy (mm)

Opěrka hlavy je tvarovaná tak, aby uživatel neměl pocit, že musí předklánět hlavu, když se chce o ní opřít. Opěrka je zafixovaná paralelně s opěrkou ramen, přičemž náklon jejího polstrování navazuje na náklon opěrky zad. Opěrka končí ve výši zátylku, takže při prudkých pohybech letounu podporuje hlavu a krční páteř.

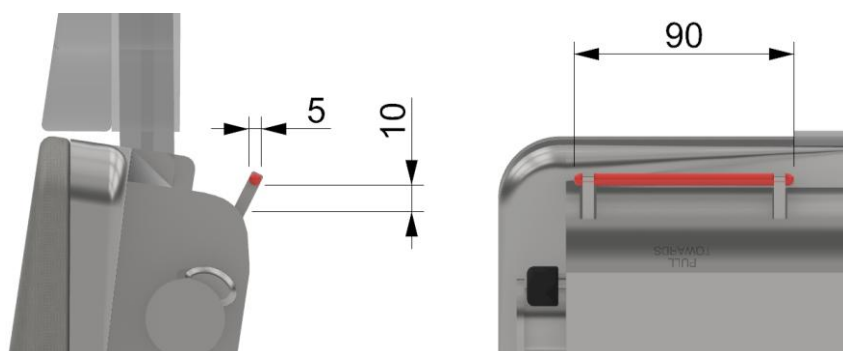
6.6.4 Ovladače

Pro manipulaci s kokpitovou skládací sedačkou, převážně s jejími mechanismy, jsou důležité ovladače. Design sedačky pracuje se třemi ovladači, všechny jsou ve formě uch.

- **Ovladač mechanismu zajištění opěrky zad** – U mechanismu zajištění opěrky zad uživatel pracuje s párem uch, která jsou umístěná na levé a pravé straně horní plochy ramenní části opěrky zad. Ucha se při manipulaci musí obchvatem posunout směrem k polstrování opěrky. Tento pohyb je přirozený při manipulaci s opěrkou, protože za stejnou část opěrky uživatel celou opěrku zad vytahuje. Mezi uchy a stěnou opěrky je dostatečný prostor na zaháknutí prstů uživatele.

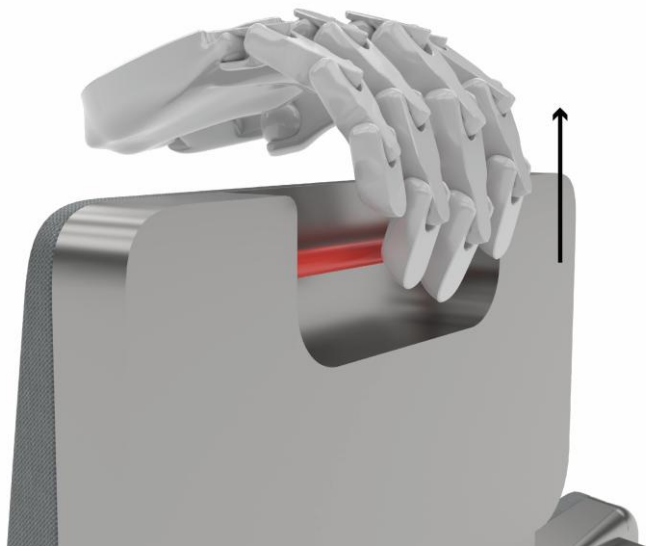


Obr. 6-19: Ovladače zajištění opěrky zad s rukama

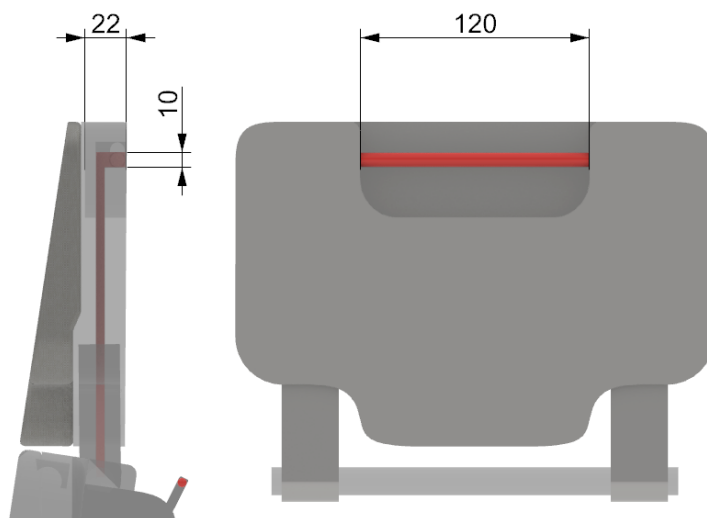


Obr. 6-20: Boční a zadní pohled ovladače mechanismu zajištění opěrky zad (mm)

- **Ovladač mechanismu zafixování opěrky hlavy** – Mechanismus zafixování opěrky hlavy pracuje také s ovladačem v podobě zapuštěného ucha. Ovladač tedy na venek vypadá pouze jako válec. Uživatel při uvolnění opěrky musí s ovladačem obchvatem posunout směrem nahoru. Mezi ovladačem a stěnou opěrky je prostor pro uživatele na zaháknutí prstů, kterými mechanismus ovládá.



Obr. 6-21: Ovladač zafixování opěrky hlavy s rukou



Obr. 6-22: Boční a zadní pohled ovladače mechanismu zafixování opěrky hlavy (mm)

6.6.5 Další ergonomické požadavky

Mnoho ergonomických požadavků pro kokpitovou skládací sedačku se zabývá jejím umístěním v kokpitu letounu. Hlavními body jsou zorné podmínky, pohybový prostor a dostupnost vybavení.

Všechny tyto požadavky se soustředí na koncepci prostoru kokpitu. V mé práci navrhuji kokpitovou skládací sedačku do prostoru letounu Boeing 737NG a Boeing 737 MAX, z čehož vyplývá, že veškeré zorné podmínky, pohybový prostor a dostupnost vybavení jsou dané. Uživatel tak má pro manipulaci se sedačkou prostor o rozměrech 1690 x 1100 (2400) x 230 mm. V úschovném prostoru kokpitové skládací sedačky se nachází připojení sluchátek, menší odkládací prostor a nad úschovným prostorem se nachází kyslíková maska.



Obr. 6-23: Fotografie prostoru kokpitu a úložného prostoru

6.7 Bezpečnost a hygiena

V rámci bezpečnosti je skládací kokpitová sedačka podmíněna legislativami vydanými organizacemi EASA a FAA. Tyto legislativy hovoří o nárocích konstrukce vůči přetížení ve všech osách a možné nosnosti. Následně také hovoří o požadavcích pro pásy sedačky.

Uživatel se setká s těmito bezpečnostními prvky:

- **Pásy** – Použité pásy jsou pěti-bodové. Uživatel si je může upnout pro vlastní potřebu.
- **Zajištění opěrky zad** – Dalším bezpečnostním prvkem konstrukce je mechanismus zajištění opěrky zad, který zabezpečuje její polohu při prudkých pohybech letounu.

Hygienicky se sedačka ošetřuje výměnou potřebného polstrování za nové.

6.8 Udržitelnost

Životnost plně funkční kokpitové skládací sedačky nelze přímo stanovit, závisí na mnoha aspektech, jako frekvenci používání, míře opotřebení při používání a možných namáhání při letu. Většinou se však hovoří o několika tisících leteckých hodin (doba, kdy je letoun v provozu).

Jasnou výhodou v rámci udržitelnosti je možná výměna poškozených komponentů, což zvyšuje životnost sedačky. Komponenty se od výrobce objednají a následně pracovník údržby nový komponent nainstaluje namísto poškozeného.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

7.1.1 Finální barevné řešení



Obr. 7-1: Finální barevné řešení

Barevné řešení kokpitové skládací sedačky jsem koncipovala tak, aby sedačka barevně korespondovala s barevným řešením celého kokpitu letounu.

Pro kokpit letounu Boeing 737NG a Boeing 737 MAX jsem nakonec vybrala barvu světle šedou (RAL 7037 Dusty grey), která podle mého názoru ladí nejlépe k celkovému interiéru. Pro ovladače jsem použila kontrastní červenou barvu (RAL 3028 Pure red), z důvodu lepší orientace v ovládání sedačky.

7.1.2 Alternativní barevné řešení



Obr. 7-2: Alternativní barevné řešení

V rámci alternativního barevného řešení jsem pracovala s barevnými kombinacemi uvedenými na obrázku 7-2.

Barvy jsem vybírala podle používaných barev interiéru kokpitu letounů. U třetí a čtvrté barevné varianty mou inspirací byly barvy kokpitů letounů druhé světové války.

Použité barvy jsem vybrala ze vzorníku RAL.

7.2 Grafické řešení

Kokpitová skládací sedačka není samostatný produkt, proto jsem grafické řešení vytvořila spíše jako vizitku společnosti, která se zabývá výrobou leteckého interiéru. V leteckém průmyslu však není běžné umísťování logotypu výrobce komponentů do návrhu, běžnější je umísťování logotypu výrobce letounu či letecké společnosti. V rámci této práce jsem mnou navržený logotyp umístila do návrhu tam, kde by popřípadě mohl být umístěn požadovaný logotyp.

7.2.1 Název

Název AVIATin vznikl z dvou slov, *aviation* (letectví) a *interior* (interiér). Název vystihuje zaměření společnosti, která vyrábí letecký interiér, a tedy i kokpitové skládací sedačky.

7.2.2 Logotyp



Obr. 7-3: Logotyp



Obr. 7-4: Logo

AVIATin

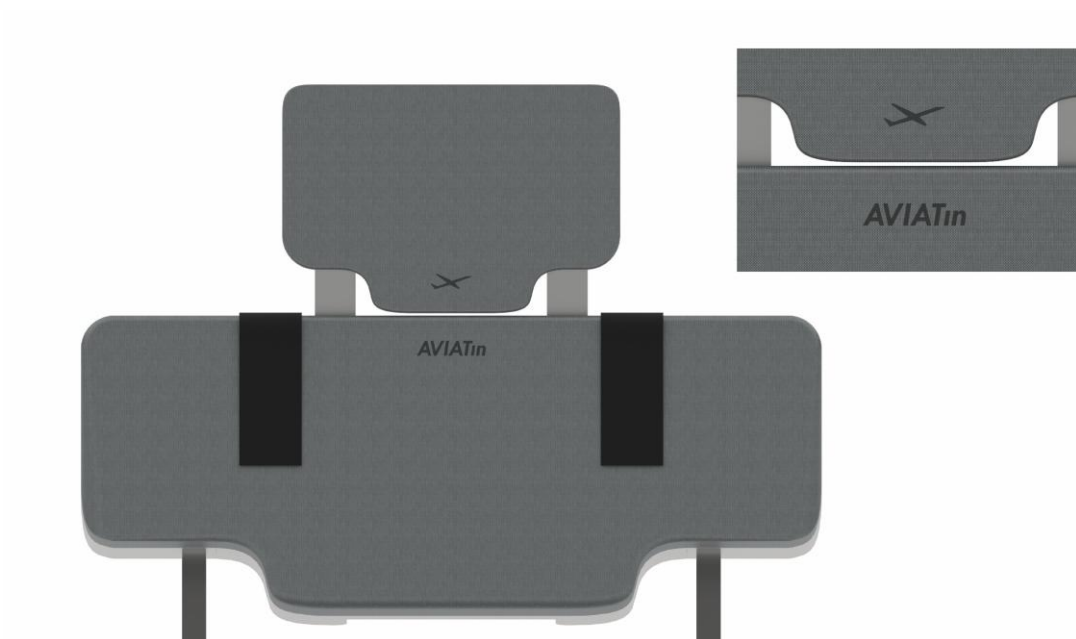
Obr. 7-5: Název

Navržený logotyp působí minimalisticky a moderně. Při jeho navrhování jsem dbala na čitelnost i v malých rozměrech. Název je napsaný písmem TW Cen MT, kde „AVIAT“ je napsaný ve verzálkách a „in“ v minuskách, řez písma je bold italic. Nad písmenem „i“ jsem pro konečný vzhled loga odstranila tečku, která svým kulatým tvarem rozbíjela celý vzhled loga.

Logo je ve formě siluety letounu, který reprezentuje letecký aspekt produktu. Logo také navazuje na vzhled sedačky. Stejně jako design sedačky, tak logo má jistou míru industriálního tvarování, s ostrými úhly a jemnými rádiusy.

7.2.3 Umístění logotypu

Při zakomponování logotypu do návrhu kokpitové skládací sedačky jsem se držela minimalistického stylu.



Obr. 7-6: Umístění logotypu opěrky

Na opěrku hlavy jsem vložila decentní logo na přední stranu polstrování, které by do opěrky bylo vyšité. Komplementárně jsem vložila název na přední stranu polstrování ramenní části opěrky zad, které by bylo taktéž vyšité. V rozložené formě tak sedačka disponuje přímo viditelným logem a názvem, který leží nad sebou. Ve složené formě lze vidět pouze decentní logo umístěné na opěrci hlavy.



Obr. 7-7: Umístění logotypu sedadlo

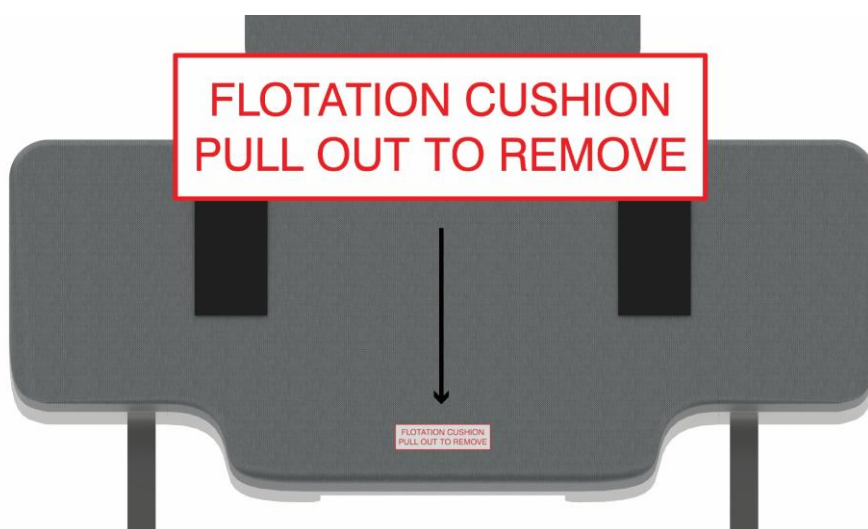
Na boční straně nosné konstrukce sedadla je umístěn logotyp s logem a názvem. Na nosné konstrukci by byl logotyp vygravírován.

Jak jsem již uvedla, není standardní praxí umísťovat na komponenty sedačky logotyp výrobce. Navržené umístění logotypu proto slouží pouze jako ukázka možné aplikace. V případě zavedení sedačky do provozu by byla všechna loga změněna na loga konstruktéra letounu či letecké společnosti.

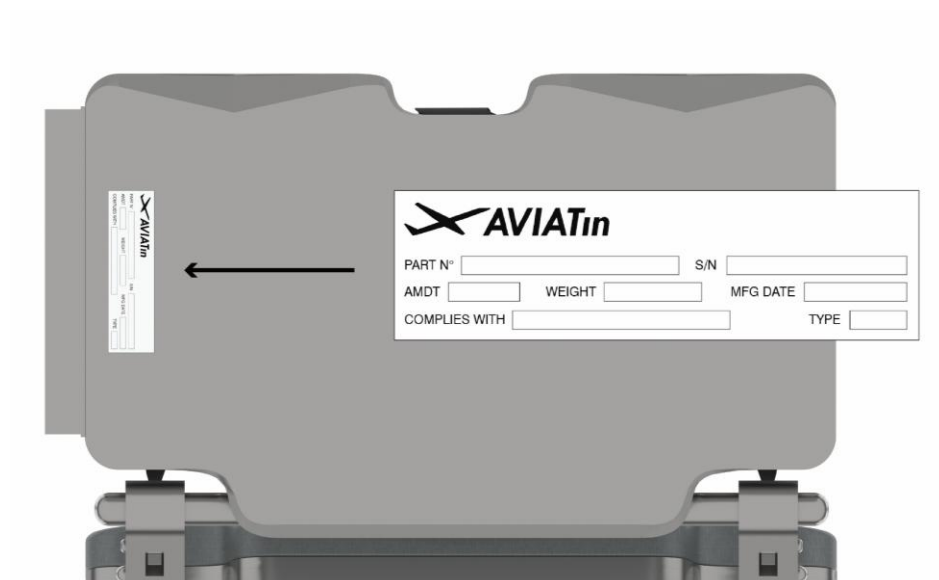
7.2.4 Značení

Do celkového grafického řešení patří také značky, kterými by sedačka z legislativních důvodů měla disponovat. Jedná se o označení polstrování, na kterém stojí, že polstrování plove (*Flotation cushioning*), o tabulku s informacemi o výrobku a značením úkonů ovladačů „*PULL TOWARDS*“ (táhnou k sobě) a „*PULL UP*“ (táhnout nahoru), které vysvětluje, jak se s ovladačem manipuluje.

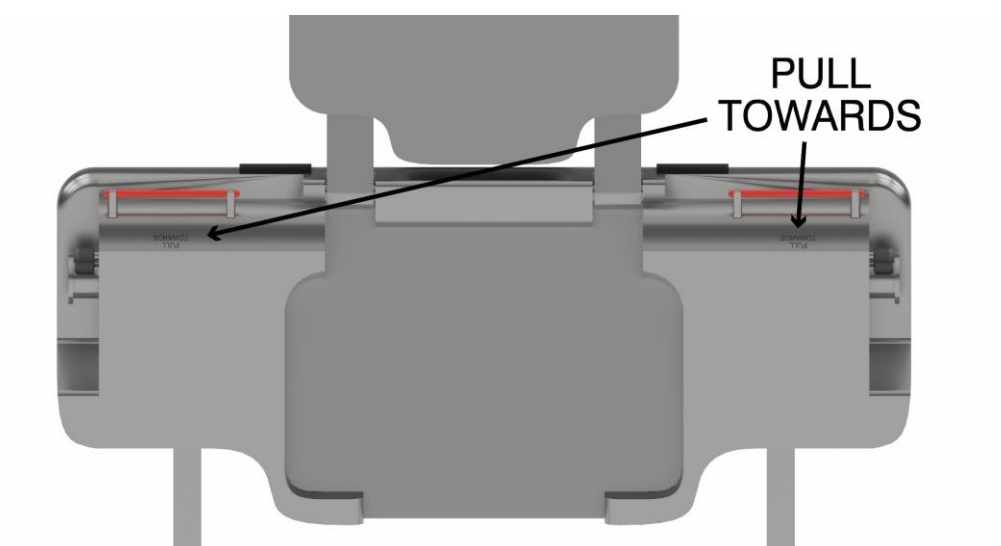
Označení polstrování je umístěno na ramenní části opěrky zad, ve spodní části přední strany, tabulka s informacemi o sedačce je umístěna na spodní straně sedadla a značení úkonů ovladačů je vždy pod ovladačem a orientované směrem k uživateli rozkládající sedačku. Označení polstrování je na polstrování přišilo, tabulka s informacemi o sedačce je nalepena a značení úkonů je do nosné konstrukce vygravírované.



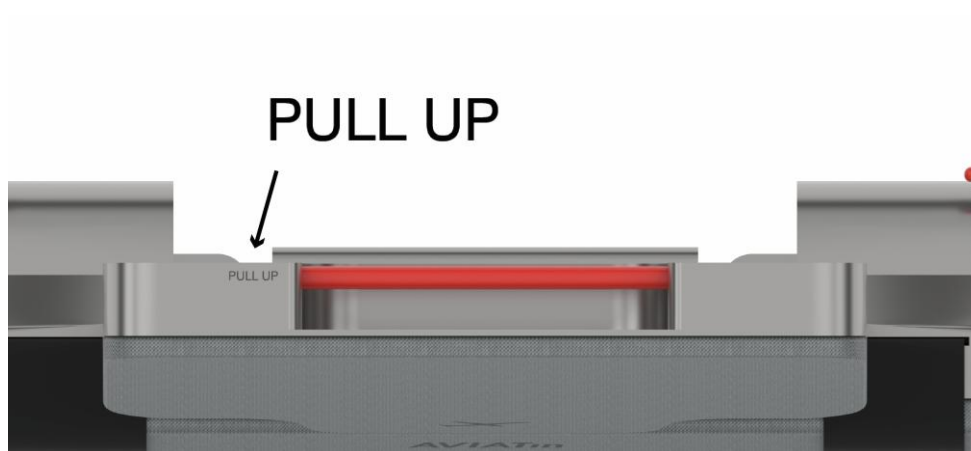
Obr. 7-8: Značka „FLOTATION CUSHIONING“



Obr. 7-9: Značka tabulka informací o sedačce



Obr. 7-10: Značení „PULL TOWARDS“



Obr. 7-11: Značení „PULL UP“

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Hlavní psychologickou funkcí, kterou kokpitová skládací sedačka musí splňovat, je poskytnutí pocitu bezpečnosti, který je pro uživatele zásadním z mnoha důvodů. Uživatelé skládací sedačky, stejně jako ostatní osoby v letounu, mohou pociťovat jistou míru nedůvěry v letoun. Proto je důležité, aby je sedačka, na které sedí, ujišťovala v bezpečnosti celého letounu.

Stabilita je další důležitou psychologickou funkcí, především při pohybu letounu. Uživatel by měl být přesvědčen, že ho sedačka bezpečně udrží.

V neposlední řadě hraje svou psychologickou funkci vzhled sedačky, a to především první dojem. Sedačka by měla působit pohodlně a zároveň přívětivě. K tomu napomáhá vizuální jednota tvaru a originální rozdělení částí sedačky.

8.2 Sociální funkce

Kokpitová skládací sedačka také splňuje jisté sociální funkce.

Zprv by měl mít uživatel při sezení na kokpitové skládací sedačce pocit, že patří k posádce letounu, i když se nejedná o stálého člena. Již tato malá změna má velký dopad na celou atmosféru v kokpitu.

Zadruhé, sedačka by měla vizuálně reprezentovat leteckou společnost, i samotného výrobce skládací sedačky. Stejně jako posádka má uniformy, tak letouny leteckých společností mají vlastní, na míru vyrobený interiér, který leteckou společnost a výrobce letounů reprezentuje. Kokpitová skládací sedačka, pokud je používána, je první věcí, kterou pasažéři uvidí, pokud jsou otevřené kokpitové dveře, proto je důležité, aby byla reprezentativní.

8.3 Ekonomická funkce

Z ekonomického hlediska bylo důležité zvolit při navrhování komponentů jejich materiál. Správně zvolený materiál zaručuje dlouhou životnost a snižuje nutnost výměny komponentů, což snižuje nutnost nákupu nových komponentů a tím snižuje i náklady letecké či údržbové společnosti.

Dalším důležitým krokem byl výběr správných mechanismů, které nejsou poruchové ani složité. Při použití mechanismů o více prvcích by se zvýšila hrozba poruchy, což by vedlo k nutnosti opravy či výměny. Jednodušší mechanismy mají celkově větší životnost.

8.4 Marketingová analýza

V rámci SWOT analýzy jsem porovnála aspekty sedačky, které podporují návrh a které naopak pro návrh mohou být překážkou.



Obr. 8-1: SWOT analýza

8.5 Cílová skupina

Cílovou skupinou pro kokpitovou skládací sedačku je těžké přímo specifikovat. Uživatelé se od sebe mohou lišit v mnoha aspektech. Z většiny se však jedná o letecký personál, auditory. Všichni uživatelé však mají jednu společnou věc, a to že musí na sedačce sedět po celou dobu letu, což může být v rozmezí jedné až několika desítek hodin. [54]

Za samostatnou cílovou skupinou by se dal považovat personál údržby, který se stará o provozuschopnost sedačky. Pro tento personál je nutné, aby sedačka byla jednoduše servisovatelná.

8.6 Cena výrobku

V kapitole 3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena, jsem uvedla přibližnou cenu stávajícího modelu pro letoun Boeing 737NG, která činí přibližně na 38 500 USD, v přepočtu 800 000 Kč.

V návrhu sedačky byly použité stejné materiály, které jsou již používané, proto z tohoto hlediska by se cena neměla výrazně lišit. Co však cenu ovlivní jsou použité komponenty, jako jsou kolejnice, a výroba složitějších tvarů nosné konstrukce a polstrování. Na ceně se také projeví nutné certifikování. Cena konečného návrhu tak může být o něco vyšší než stávající model, avšak z hlediska uživatele, je tento návrh méně problémový a přívětivější.

9 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvoření návrhu kokpitové skládací sedačky, která bude splňovat legislativní požadavky, ale stále bude dbát na funkčnost, ergonomii a pohodlnost. Další důraz byl na bezpečnost a vzhled celé sedačky.

Prvním krokem práce bylo vytvoření analýzy stávajících produktů, ve které jsem se zaměřila, v rámci designérské části analýzy, na čtyři stávající modely kokpitových skládacích sedaček. V rámci technické části analýzy, jsem analyzovala komponenty sedačky, využití materiály a výrobní technologie. Z celkové analýzy jsem vytvořila porovnání stávajících modelů a stanovila si hlavní problémy napříč modely.

Po zpracování poznatků a stanovení problémů jsem si určila cílovou skupinu a cíl práce. Cílová skupina se skládá z různých typů lidí, kteří však mají jedno společné, a to nutnost sezení na skládací sedačce po celou dobu letu. V cílech práce jsem uvedla, že se při návrhu zaměřím na funkčnost, ergonomii a pohodlnost, zároveň však i na vzhled a intuitivnost. Dalším z mých cílů bylo umístění sedačky do prostoru kokpitu letounů Boeing 737NG a Boeing 737 MAX, což vytvořilo rozměrová omezení na tyto parametry: 956 x 550 x 340 mm v rozloženém stavu a 550 x 340 x 180 mm ve stavu složeném.

Dalším krokem bylo vytvoření variant. Z mého pohledu však dávalo větší smysl variantní studie koncipovat spíše jako možnosti skládacího mechanismu než tvarové řešení sedačky. Po tomto rozhodnutí jsem tedy začala pracovat na variantách skládacího mechanismu. Varianty jsem po vypracování mezi sebou porovnávala a vybrala tu nejlépe hodnocenou, kterou byla varianta 1, využívající mechanismus kolejnic.

Následně jsem začala pracovat na tvarovém řešení sedačky. Každou část sedačky jsem tvarovala stejným způsobem a u procesu tvarování jsem dbala na celkový tvar. Finální tvarová řešení byla tvořena tvary nosných konstrukcí, tvary polstrování a prostory pro skládací mechanismy a ovladače. Tyto mechanismy a ovladače jsem do návrhu dodala v dalším kroku, kterým bylo konstrukčně technologické a ergonomické řešení. Následujícím komponentem, který jsem do návrhu dodala, byly pásy. V této části jsem také stanovila materiálové řešení, které vyplývalo z technické analýzy, a nutné výrobní technologie. Použitými materiály jsou ocel a slitiny hliníku a titanu (nosná konstrukce), polyethylenové a polyuretanové pěny (polstrování), nehořlavá vrstva a látka ze směsi nylonu a bavlny (potah). Jako hlavní výrobní technologii je CNC frézování.

Posledním krokem pro finalizaci designu kokpitové skládací sedačky bylo barevné a grafické řešení. V tomto kroku jsem vytvořila pět barevných variant, ze kterých jsem vybrala jednu finální. V grafickém řešení jsem vytvořila vlastní logotyp společnosti, která by kokpitové skládací sedačky vyráběla. Logotyp jsem následně zakomponovala do celkového designu sedačky. Návrh jsem ještě doplnila značkami, které uživateli pomohou s ovládáním sedačky.

V poslední kapitole zvané diskuze, jsem se zabývala psychologickou, sociální a ekonomickou funkcí sedačky. Vytvořila jsem také SWOT analýzu, která upozorňuje na možné nedostatky a vypichuje pozitivní atributy návrhu.

Finální návrh je o rozměrech 890 x 550 x 340 mm v rozložené formě a 550 x 340 x 180 mm ve složené formě. Skládá se ze sedadla, opěrky zad rozdělené na bederní a ramenní část a opěrky hlavy. Ovládá se třemi mechanismy, které umožňují sedačce její skládací a rozkládací funkci. Součástí sedačky je také pětibodový pás, který uživatele bezpečně drží. Jedním ze zajímavých prvků mého finálního designu jsou skosení na přední straně sedadla, která vytváří prostor pro pohodlné skrčení nohou pod sedačku. Na druhou stranu jedním z nedostatků designu je hloubka sedadla. Hloubka sedala je 340 mm, což z ergonomického pohledu je méně než je doporučeno. Tento rozměr je však v případě kokpitu letounů Boeing 737NG a Boeing 737 MAX neměnný.

Výsledný návrh tedy splňuje stanovené cíle funkčnosti, ergonomie, pohodlnosti a zakomponování do prostoru kokpitu. Tvarově i z pohledu ovládání je sedačka intuitivní a vytváří tak pro uživatele pohodlné sezení po celou dobu letu.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *What Aircraft Types do European Low Cost Airlines Use?* Online. Flightsmilesandpoints.com. 2022. Dostupné z: <https://flightsmilesandpoints.com/airline-fleets/what-aircraft-types-do-european-low-cost-airlines-use/>. [cit. 2026-03-07].
- [2] *Examined: America's 7 Leading Low-Cost Airlines & What Differentiates Them.* Online. Simpleflying.com. 2024. Dostupné z: <https://simpleflying.com/main-us-low-cost-airlines-guide/>. [cit. 2026-03-07].
- [3] *Flight deck changes over 50 years.* Online. Balpa.org. 2016. Dostupné z: <https://www.balpa.org/2016/12/20/flight-deck-changes-over-50-years/>. [cit. 2026-03-26].
- [4] *[The cockpit of a classic Boeing 747-200]* [@Mond Ortiz]. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1333674015434198&set=a.377888101012799>. [cit. 2026-05-21].
- [5] *Concorde Flight Deck Seating.* Online. In: Heritageconcorde.com. [cca 2020]. Dostupné z: <https://www.heritageconcorde.com/concorde-flight-deck-seating>. [cit. 2026-03-27].
- [6] *Ask the Captain: What does the flight engineer do?* Online. Usatoday.com. C2026. Dostupné z: <https://eu.usatoday.com/story/travel/columnist/cox/2014/03/23/flight-engineer-cockpit-duties/6668151/>. [cit. 2026-03-26].
- [7] *Airbus at thirty – Family planning.* Online. Flightglobal.com. 2001. Dostupné z: <https://www.flightglobal.com/ops-safety/2001/01/airbus-at-thirty-family-planning/>. [cit. 2026-03-26].
- [8] *Cockpit, Swissair A310.* Online. In: Jjpostcards.com. C2026. Dostupné z: <https://jjpostcards.com/en/postcards/4910-cockpit-swissair-a310.html>. [cit. 2026-03-27].
- [9] *737 Next Generation.* Online. Boeing.com. C1995–2026. Dostupné z: <https://www.boeing.com/commercial/737ng>. [cit. 2026-03-06].
- [10] *The Legacy and Strength of the Boeing 737 Family.* Online. Boeing.com. C1995–2026. Dostupné z: <https://www.boeing.com/commercial/737max/737-max-update/737max-legacy#timeline>. [cit. 2026-03-06].
- [11] *Boeing 737 Aircraft – History.* Online. Safefly.aero. 2024. Dostupné z: <https://safefly.aero/boeing-737-aircraft/>. [cit. 2026-03-07].
- [12] AMI INDUSTRIES INC., A UTC AEROSPACE SYSTEMS COMPANY. *COMPONENT MAINTENANCE MANUAL WITH ILLUSTRATED PARTS LIST: 25-11-07*. R3. 2019.

- [13] *A320 Family*. Online. Skybrary.aero. C2021–2026. Dostupné z: <https://skybrary.aero/aircraft-family/a320-family>. [cit. 2026-03-06].
- [14] SAFRAN SEATS (SAFRAN SEATS FRANCE). *COMPONENT MAINTENANCE MANUAL WITH ILLUSTRATED PARTS LIST: 25-11-96*. R11. 2020.
- [15] SAFRAN SEATS USA LLC. *COMPONENT MAINTENANCE MANUAL WITH ILLUSTRATED PARTS LIST: 25-25-20*. R6. 2024.
- [16] *ATR 72 aircraft*. Online. In: Uepfly.com. C2026. Dostupné z: <https://www.uepfly.com/en/our-aircraft/>. [cit. 2026-05-03].
- [17] *Aircraft family*. Online. Atr-aircraft.com. C2026. Dostupné z: <https://www.atr-aircraft.com/aircraft-services/aircraft-family/>. [cit. 2026-03-06].
- [18] ZODIAC SEATS FRANCE. *COMPONENT MAINTENANCE MANUAL WITH ILLUSTRATED PARTS LIST: 25-11-22*. R9. 2012.
- [19] *ATR42/72-500/600 Continuation Training*. Online. In: Transglobaltraining.com. C2026. Dostupné z: <https://www.transglobaltraining.com/product/atr42-72-500-continuation-refresher/>. [cit. 2026-05-03].
- [20] *Boeing 777-2H6/ER - Malaysia Airlines*. Online. In: Airliners.net. 2005. Dostupné z: https://www.airliners.net/photo/Malaysia-Airlines/Boeing-777-2H6-ER/753101?utm_source=google&utm_medium=organic. [cit. 2026-05-20].
- [21] *Flashback: United Airlines Boeing 787 Inaugural*. Online. In: Airwaysmag.com. 2013. Dostupné z: <https://www.airwaysmag.com/legacy-posts/united-dreamliner-inaugural>. [cit. 2026-05-20].
- [22] *767-Jumpseats*. Online. In: Aerosavvy.com. 2022. Dostupné z: <https://aerosavvy.com/anatomy-freighter/767-jumpseats/>. [cit. 2026-05-20].
- [23] *A380-cockpit-b*. Online. In: Endauanalytics.wordpress.com. 2016. Dostupné z: <https://endauanalytics.wordpress.com/2016/10/07/asian-carriers-soar-sias-strategy-indonesia-fails-again-in-bid-for-icao-council-seat/a380-cockpit-b/>. [cit. 2026-05-20].
- [24] *B737 Measurements*. Online. Pdfcoffee.com. C2026. Dostupné z: <https://pdfcoffee.com/b737-measurements-pdf-free.html>. [cit. 2026-03-08].
- [25] *BOEING 737 MEASUREMENTS for HOME FLIGHT SIMULATOR FLIGHT DECK BUILDING*. Online. V1. C2023.
- [26] HEMSWORTH, Michael. *The Cardboard Chair Process Book by Lissette Romero is Informed*. Online. In: Trendhunter.com. 2022. Dostupné z: <https://www.trendhunter.com/trends/cardboard-chair-process-book>. [cit. 2026-03-27].

- [27] ISMAILA, Salami Olasunkanmi; AKANBI, Olusegun Gabriel; ADEKUNLE, Nurudeen Olatunde; ADETUNJI, Olaide R. a KUYUE, Sidikat I. *AN ERGONOMICS ASSESSMENT OF PASSENGER SEATS IN BUSES IN SOUTH WESTERN NIGERIA.: Corpus ID: 7064082*. Online. 2010.
- [28] *Airbus A320 Jumpseat*. Online. In: Planereclaimers.aero. C2026. Dostupné z: <https://planereclaimers.aero/product/airbus-a320-jumpseat/>. [cit. 2026-05-21].
- [29] 14 CFR 25.785(g). In: . 2026.
- [30] *Pilot/Co-Pilot 5-Pt Crew Restraints*. Online. Amsafe.com. C2026. Dostupné z: <https://www.amsafe.com/product/pilot-and-copilot-5-pt-crew-restraints/>. [cit. 2026-03-07].
- [31] *Buckle Up: Pilot, Cabin Crew & Passenger Seat Belts*. Online. Aerosavvy.com. 2017. Dostupné z: <https://aerosavvy.com/airline-seatbelts/>. [cit. 2026-03-07].
- [32] *ATR72 Interior Layout and Features*. Online. Scribd.com. C2026. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/385321020/ATR-72>. [cit. 2026-04-28].
- [33] 14 CFR 25.603: Materials. In: . 2026.
- [34] 14 CFR 25.613: Material strength properties and material design values. In: . 2026.
- [35] *Aerospace (letecké) materiály*. Online. Richvalsky.cz. C2026. Dostupné z: <https://www.richvalsky.cz/slovník-pojmu/aerospace--letecke--materialy/>. [cit. 2026-03-07].
- [36] *Aviation's material evolution*. Online. Airbus.com. 2017. Dostupné z: <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2017-02-aviations-material-evolution>. [cit. 2026-03-07].
- [37] VELO3D, INC. *Scalmalloy: DS-Scalmalloy.EN.2022-03-01.v1-04.U.USL 0905-19560_B 2022-03-01*. Online. V1. C2022.
- [38] *Come Fly with Me: Aircraft Upholstery Textiles—Requirements and Testing*. Online. Aatcc.org. 2025. Dostupné z: <https://www.aatcc.org/2025-aatccnews-come-fly-with-me-aircraft-upholstery-textiles-requirements-and-testing/>. [cit. 2026-03-07].
- [39] CASSINELLI, Jorge (United States). *Cushions and foam material for use in aircraft seats, and associated methods of manufacture*. Skandia Inc. Přihl.: 2001-09-18. Uděl.: 2002-12-12. US20120199695A1.
- [40] *12 Versatile Materials Used in Airplane Interior Design*. Online. Rcoeng.com. 2025. Dostupné z: <https://www.rcoeng.com/blog/airplane-interior>. [cit. 2026-03-07].
- [41] *Nehořlavé potahové tkaniny, tkaniny TREVIRA CS*. Online. Microtex.cz. C2023. Dostupné z: <https://www.microtex.cz/nehorlave-potahove-tkaniny-tkaniny-trevira-cs>. [cit. 2026-03-07].
- [42] COMMISSION REGULATION (EU) No 748/2012: §21.A.129. In: . 2012.

- [43] COMMISSION REGULATION (EU) No 748/2012: §21.A.130. In: . 2012.
- [44] *Ensuring Quality in Aircraft Production: Standards and Certifications*. Online. Aerokool.com. C2026. Dostupné z: <https://aerokool.com/ensuring-quality-in-aircraft-production-standards-and-certifications/>. [cit. 2026-03-15].
- [45] *Výrobní služby společnosti Norck pro letecký průmysl*. Online. Norck.cz. C2026. Dostupné z: <https://www.norck.cz/pages/aerospace>. [cit. 2026-03-13].
- [46] *Precision CNC Machining Service*. Online. In: Norck.cz. C2026. Dostupné z: <https://www.norck.cz/collections/cnc-machining>. [cit. 2026-03-27].
- [47] AUSPERGER, Ing. Aleš. *Technologie zpracování plastů*. Online. Publi, 2015. ISBN 978-80-88058-77-9. Dostupné z: <https://publi.cz/book/183-technologie-zpracovani-plastu>. [cit. 2026-03-10].
- [48] *Služby pro výrobu kompozitních materiálů*. Online. Norck.cz. C2026. Dostupné z: <https://www.norck.cz/collections/composite-material-manufacturing>. [cit. 2026-03-13].
- [49] *Technologie výroby*. Online. Krobot.cz. C2026. Dostupné z: https://www.krobot.cz/?gad_source=1&gad_campaignid=22152174220&gbraid=0AAAAA-gmQtyTJd994SkSS5_LBRQ04YuFu&gclid=CjwKCAjw687NBhB4EiwAQ645dqJt9QSkIB0iigoOnIKulotLPMabrFKI8TvWIgrNd1rNl1wM0FXvsRoCNzIQAvD_BwE. [cit. 2026-03-13].
- [50] *Cushions Airline Interiors*. Online. Generation-global.com. C2026. Dostupné z: <https://www.generation-global.com/pages/airline-cushions?srsId=AfmBOop04E-OcGGEtr5H1QuIbhjzEv0TCHJ7YMYiIT1toJJtMDKMENL>. [cit. 2026-03-13].
- [51] COMMISSION REGULATION (EU) No 748/2012: §21.A.135. In: . 2012.
- [52] THE FACTORAN. *How Commercial Airplanes Are Made Inside The World's Largest Assembly Factory*. Online. Youtube.com. 2025. Dostupné z: <https://youtu.be/YXbcTNrwk2s?si=8hWQoPq6KYg6y90K>. [cit. 2026-03-09].
- [53] COMMISSION REGULATION (EU) No 748/2012: §21.A.139. In: *Easa.europa.eu*. 2012.
- [54] *Who is a flight observer?* Online. Cadet.com. C2018–2023. Dostupné z: <https://icadet.com/aviation-term/flight-observer/>. [cit. 2026-03-15].

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

<i>mm</i>	milimetr
<i>cm</i>	centimetr
<i>kg</i>	kilogram
°	stupeň
<i>Kč</i>	koruna česká
<i>USD</i>	United States Dollar (americký dolar)
<i>NG</i>	Next Generation (označení třetí generace letounů Boeing 737)
<i>ATR</i>	Aerei di Trasporto Regionale (název výrobce a typu letounu)
<i>FAA</i>	Federal Aviation Administration (Federální letecká správa)
<i>EASA</i>	European Union Aviation Safety Agency (Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví)
<i>PEI</i>	Polyetherimide
<i>PEEK</i>	Polyetheretherketon
<i>PPS</i>	Polyphenylene sulfide
<i>Li</i>	Lithium
<i>Al</i>	Hliník
<i>Mg</i>	Hořčík
<i>Sc</i>	Scandium
<i>CMM</i>	Component Maintenance Manual (Manuál pro údržbu komponentu)
<i>CNC</i>	Computer Numerical Control

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1: Kokpit – Boeing 747-200 [4].....	14
Obr. 2-2: Rozložení sedaček – Concorde [5]	15
Obr. 2-3: Kokpit – Airbus A310 [8]	15
Obr. 2-4: Fotografie skládací sedačky – Boeing 737NG	16
Obr. 2-5: Popis obrázku mechanismu – Boeing 737NG.....	17
Obr. 2-6: Fotografie skládací sedačky – Airbus A320	18
Obr. 2-7: Popis obrázku mechanismu – Airbus A320	19
Obr. 2-8: Fotografie skládací sedačky – Airbus A220	20
Obr. 2-9: Popis obrázku mechanismu – Airbus A220	21
Obr. 2-10: Fotografie skládací sedačky – ATR 42-600 [16]	22
Obr. 2-11: Popis obrázku mechanismu – ATR 72-600 [19].....	23
Obr. 2-12: Třetí kokpitová sedačka Boeing 777 [20]	24
Obr. 2-13: Třetí kokpitová sedačka Boeing 787 Dreamliner [21]	24
Obr. 2-14: Třetí kokpitová sedačka Boeing 767 [22]	24
Obr. 2-15: Třetí kokpitová sedačka Airbus A380 [23]	25
Obr. 2-16: Schéma kokpitu Boeing 737NG s rozměry (mm)	25
Obr. 2-17: Schéma a rozměry zadního elektronického panelu [24]	26
Obr. 2-18: Fotografie prostoru na nohy – Boeing 737NG (Ž 169 cm; M 186 cm).....	26
Obr. 2-19: Fotografie uložení nohou – Boeing 737NG	27
Obr. 2-20: Fotografie manipulačního prostoru – Boeing 737NG.....	27
Obr. 2-21: Fotografie úložného prostoru se složenou sedačkou – Boeing 737NG	28
Obr. 2-22: Schéma sklonu opěrky zad [26]	29
Obr. 2-23: Schéma rozměrů sedící postavy [27]	29
Obr. 2-24: Obrázek rozložení komponentů sedačky [28]	30
Obr. 2-25: Fotografie mechanismů – Boeing 737NG.....	32
Obr. 2-26: Fotografie mechanismů – Airbus A320.....	32
Obr. 2-27: Fotografie mechanismů – Airbus A220.....	33
Obr. 2-28: Fotografie ovladačů – Boeing 737NG.....	34

Obr. 2-29: Fotografie ovladačů – Airbus A320.....	34
Obr. 2-30: Fotografie ovladačů – Airbus A220.....	35
Obr. 2-31: Schéma ovladačů – ATR 72-600 [32].....	35
Obr. 2-32: Schémata CNC frézování [46]	37
Obr. 2-33: Plnění drtí PET [47]	37
Obr. 2-34: Schéma ručního pokládání kompozitu [48]	38
Obr. 2-35: Výroba polstrování letecké sedačky [50].....	38
Obr. 4-1: První skici skládací kokpitové sedačky.....	46
Obr. 4-2: Skica varianty 1	47
Obr. 4-3: Fotografie papírového modelu varianty 1.....	47
Obr. 4-4: Skica varianty 2	48
Obr. 4-5: Fotografie papírového modelu varianty 2.....	49
Obr. 4-6: Skica varianty 3	49
Obr. 4-7: Fotografie papírového modelu varianty 3.....	50
Obr. 5-1: Skici tvarového řešení	53
Obr. 5-2: Fotografie prototyp kokpitové skládací sedačky	53
Obr. 5-3: Skici tvarového řešení sedadla.....	54
Obr. 5-4: Fotografie prototyp sedadla.....	54
Obr. 5-5: Modelování tvarového řešení sedadla.....	55
Obr. 5-6: Skici tvarového řešení opěrky zad.....	55
Obr. 5-7: Fotografie prototyp opěrky zad.....	56
Obr. 5-8: Modelování tvarového řešení opěrky zad.....	56
Obr. 5-9: Skici tvarového řešení opěrky hlavy.....	57
Obr. 5-10: Fotografie prototyp opěrky hlavy	57
Obr. 5-11: Modelování tvarového řešení opěrky hlavy	57
Obr. 5-12: Finální tvarové řešení kokpitové skládací sedačky v rozloženém stavu	58
Obr. 5-13: Finální tvarové řešení kokpitové skládací sedačky ve složeném stavu	58
Obr. 5-14: Finální tvarové řešení sedadla.....	59
Obr. 5-15: Finální tvarové řešení opěrky zad (bedra)	60
Obr. 5-16: Finální tvarové řešení opěrky zad (ramena).....	61

Obr. 5-17: Finální tvarové řešení opěrky hlavy	62
Obr. 6-1: Rozměry rozložené sedačky (mm)	63
Obr. 6-2: Rozměry složené sedačky (mm)	64
Obr. 6-3: Rozměry kokpitové uličky (mm).....	64
Obr. 6-4: Rozklad sedačky	65
Obr. 6-5: Pianový pant.....	66
Obr. 6-6: Spojovací komponent s dvěma čepy	66
Obr. 6-7: Kolejnice.....	67
Obr. 6-8: Mechanismus zafixování opěrky hlavy	67
Obr. 6-9: Mechanismus zajištění opěrky zad	68
Obr. 6-10: Pásy	69
Obr. 6-23: Připoutaný uživatel a detail zámku	70
Obr. 6-11: Sedačky, přední a boční pohled (mm)	71
Obr. 6-12: Umístění v kokpitu letounu	72
Obr. 6-13: Boční a zadní pohled sedadla s rozměry (mm).....	72
Obr. 6-14: Perspektivní pohled sedadla zezadu.....	73
Obr. 6-15: Detail skosení pro skrčení nohou.....	73
Obr. 6-16: Boční pohled opěrky zad s rozměry (mm).....	74
Obr. 6-17: Boční a zadní pohled opěrky hlavy (mm).....	75
Obr. 6-18: Ovladače zajištění opěrky zad s rukama.....	76
Obr. 6-19: Boční a zadní pohled ovladače mechanismu zajištění opěrky zad (mm).....	76
Obr. 6-20: Ovladač zafixování opěrky hlavy s rukou.....	77
Obr. 6-21: Boční a zadní pohled ovladače mechanismu zafixování opěrky hlavy (mm) ..	77
Obr. 6-22: Fotografie prostoru kokpitu a úložného prostoru	78
Obr. 7-1: Finální barevné řešení.....	80
Obr. 7-2: Alternativní barevné řešení.....	81
Obr. 7-3: Logotyp	82
Obr. 7-4: Logo	82
Obr. 7-5: Název	82
Obr. 7-6: Umístění logotypu opěrky	83

Obr. 7-7: Umístění logotypu sedadlo.....	83
Obr. 7-8: Značka „FLOTATION CUSHIONING“	84
Obr. 7-9: Značka tabulka informací o sedačce.....	85
Obr. 7-10: Značení „PULL TOWARDS“	85
Obr. 7-11: Značení „PULL UP“	85
Obr. 8-1: SWOT analýza	87

13 SEZNAM TABULEK

Tab. 2-1: Tabulka rozměrů sedící osoby [27]	30
Tab. 2-2: Tabulka rozměrů sedačky [27].....	30
Tab. 3-1: Tabulka porovnání stávajících modelů.....	42
Tab. 3-2 : Tabulka cen komponentů skládací sedačky letounu Boeing 737NG	45
Tab. 4-1: Tabulka porovnání variant.....	52

14 SEZNAM PŘÍLOH

- Zmenšený sumarizační poster (A4)

Samostatné přílohy:

- Sumarizační poster (A1)
- Fyzický model (M 1:2)
- Portfolio

ZMENŠENNÝ SUMARIZAČNÍ POSTER (A4)

T VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STROJNÍHO
V BRNĚ INŽENÝRSTVÍ

K LISTU
KONSTRUKOVÁNÍ

X odbor
průmyslového
designu

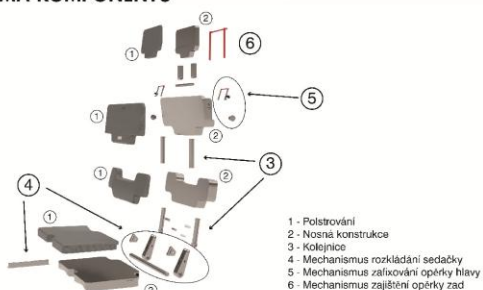
DESIGN SKLÁDACÍ SEDAČKY DO KOKPITU LETADLA | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | Autor: Magdaléna Karásková | Vedoucí práce: Ing. Dana Rubinová, Ph.D. | VUT v Brně | FSI | ÚK | OPD | 2023/26



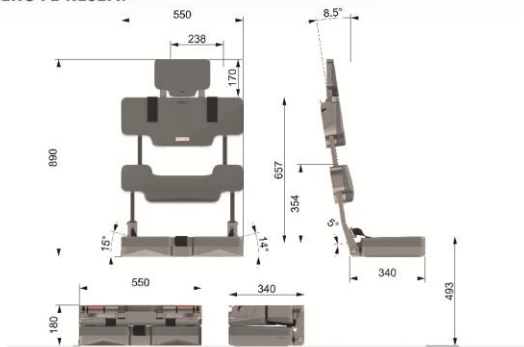
AVIA Tin

Návrh kokpitové skládací sedačky se zaměřuje na funkčnost, ergonomii a pohodlnost v souladu s legislativními požadavky. Dále se zaměřuje na bezpečnost a intuitivnost ovládání. Design sedačky se skládá z pěti hlavních komponentů a tří mechanismů, které umožňují skládací funkci sedačky. Návrh pracuje s omezenými rozměry, které vychází z rozměru kokpitu Boeing 737 MAX. Materiálové řešení vychází z běžných materiálů využívaných v leteckém průmyslu. Celý návrh je v barvách, které korespondují s interiérem stávajícího kokpitu a disponuje logotypem a značením.

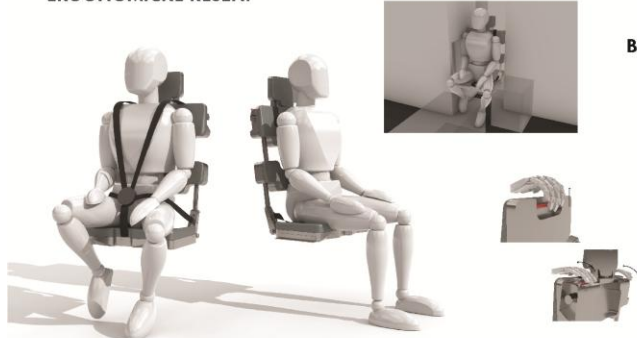
SCHEMA KOMPONENTŮ



ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ



ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ



BAREVNÉ ŘEŠENÍ

