



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 JEDNOTKY PRO SAMOOBSLUŽNOU KONTROLU ZAVAZADEL

DESIGN OF SELF-BAG DROP KIOSK

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Bára Pechová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

BRNO 2026

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav konstruování
Studentka: **Bc. Bára Pechová**
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 diplomové práce:

Design jednotky pro samoobslužnou kontrolu zavazadel

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Řada letišť čelí aktuálně, zejména v exponovaných obdobích, problémům s odbavením a naloděním osob. Trendem do budoucna proto bude vyšší míra automatizace procesu odbavování. Řada leteckých společností dnes již nabízí samoobslužné odbavení zavazadel, které oproti standardním přepážkám efektivněji využívá lidské zdroje, eliminuje fronty a poskytuje cestujícím větší kontrolu nad jejich zavazadly. Letištní personál není při odbavování tímto způsobem zcela eliminován, má však pouze podpůrnou funkci při řešení případných nesnází.

Typ práce: vývojová – designérská

Výstup práce: aplikovaný výsledek (Fužit, Fprum, Gprot, Gfunk, R)

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Cílem je návrh designu jednotky pro samoodbavení zavazadel. Zařízení bude disponovat dotykovým displejem pro efektivní interakci s cestujícími. Vizualně kultivované modulární řešení umožní reagovat na velikost a potřeby konkrétního letiště.

Dílčí cíle diplomové práce:

- návrh atraktivního designu v souladu se současnými trendy,
- vzhledová univerzálnost umožňující instalaci v interiérech různých letištních hal,
- kompaktní řešení displejové jednotky s odbavovacím pásem,
- promyšlená ergonomie všech fází procesu samoodbavení zavazadel,
- prokázání funkčnosti, ergonomičnosti i realizovatelnosti návrhu.

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

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 – 50 stran textu bez obrázků).

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

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

Seznam doporučené literatury:

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

FIELD, Charlotte a Peter FIELD (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

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.

THOMPSON, Rob a Young Yun KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

Termín odevzdání diplomové 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

Tématem diplomové práce je design samoobslužné jednotky pro kontrolu zavazadel určené pro prostředí letištních terminálů. U práce je cílem vytvořit kompaktní, intuitivní a uživatelsky přívětivé zařízení reagující na potřeby moderní letecké dopravy. Návrh vychází z designérské, technické a uživatelské analýzy. Design vyniká tvarovým řešením, eliptickým dotykovým displejem a ergonomicky řešenou manipulační zónou pro zavazadla. Návrh využívá plynulé propojení ovládací části se skenovacím prostorem a pracuje s integrovanou světelnou signalizací pro lepší orientaci uživatele. Přínosem práce je přístup k problematice samoobslužného odbavení se zaměřením na ergonomii, intuitivnost a celkovou uživatelskou zkušenost. Návrh reaguje na aktuální trendy automatizace letištní dopravy a přináší koncept zařízení podporující komfortnější odbavení cestujících.

KLÍČOVÁ SLOVA

samoobslužná jednotka pro kontrolu zavazadel, letištní terminál, samoobslužné odbavení, ergonomie, design

ABSTRACT

The topic of the thesis is the design of a self-service bag drop unit designed for the airport terminal. The aim of the thesis is to create a compact, intuitive and user-friendly device that responds to the needs of modern air transport. The design is based on design, technical and user analysis. The design stands out with its shape, elliptical touch screen and baggage handling zone. The product uses a seamless connection of the control panel with the scanning area and works with integrated light signaling for better user orientation. The contribution of the thesis is an approach to the issue of self-service check-in with a focus on ergonomics, intuitiveness and overall user experience. The design responds to current trends in airport transport automation and brings a concept of a device that supports more comfortable passenger check-in.

KEYWORDS

self-service bag drop unit, airport terminal, self-service bag drop off, ergonomics, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PECHOVÁ, Bára. Design jednotky pro samoobslužnou kontrolu zavazadel. Online, diplomová 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/173839>. [cit. 2026-05-17].

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Daně Rubínové, Ph.D. za odborné vedení, ochotu a cenné rady při zpracování návrhu. Dále děkuji své rodině a přátelům za podporu a trpělivost v průběhu celého studia.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval 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. Dále prohlašuji, že byla použita generativní umělá inteligence, nástroj byl použit výhradně pro kontrolu gramatiky, formulace a stylistické zdokonalení jazyka. Veškerý obsah, argumenty a celková struktura práce jsou mé vlastní.

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	15
2.1	Rešeršní metody	15
2.1.1	Kritéria pro výběr informačních zdrojů	15
2.1.2	Informační prameny	15
2.1.3	Výběr relevantních informačních pramenů	16
2.2	Rešerše na stav techniky	17
2.2.1	Motivace	18
2.2.2	Průzkum trhu	20
2.2.3	Designérská analýza	22
2.2.4	Technická analýza	34
2.2.5	Normy	39
2.2.6	Ergonomie	41
2.2.7	Uživatelská analýza	42
2.3	Shrnutí hlavních zjištění	43
2.4	Identifikace novosti a příležitostí	44
3	CÍLE PRÁCE	46
3.1	Vymezení problému	46
3.1.1	Identifikace problému	46
3.1.2	Název produktu a jeho klasifikace	48
3.1.3	Specifikace zákazníka	49
3.1.4	Specifikace spotřebitele	49
3.1.5	Specifikace možného trhu, ceny a použitých výrobních technologií	50
3.2	Cíle vývoje	51
4	KONCEPČNÍ NÁVRH	53
4.1	Analýza cílů a specifikace omezení	53
4.2	Technická analýza	55
4.3	Návrh alternativních řešení	57
4.3.1	Dispoziční řešení půdorysu	58
4.3.2	Varianta I	60
4.3.3	Varianta II	63
4.3.4	Varianta III	65
4.4	Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího	67

5	PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH	69
5.1	Určení tvarů, rozměrů a materiálů	69
5.1.1	Tvar	69
5.1.2	Rozměry	71
5.1.3	Materiály a výroba	73
5.2	Vnitřní uspořádání	74
5.3	Odhad výrobních nákladů	75
6	DETAILNÍ NÁVRH	77
6.1	Tvarové řešení	77
6.2	Konstrukční řešení	82
6.2.1	Návaznost pásu jednotky na centrální pás	85
6.3	Ergonomické řešení	88
6.3.1	Ovládací panel	88
6.3.2	Pás a manipulační zóna	90
6.3.3	Světelná signalizace	94
6.3.4	Servisní přístup	98
6.3.5	Proces odbavení zavazadla	101
6.3.6	Uspořádání jednotek v letištní hale	104
6.4	Bezpečnost	108
6.5	Hygiena	111
6.6	Barevné a grafické řešení	111
6.6.1	Barevné řešení	112
6.6.2	Grafické řešení	117
6.6.3	Logotyp	124
6.7	Udržitelnost	125
6.8	Hodnocení klíčových parametrů	126
7	ZÁVĚR	128
8	VÝSLEDEK VÝZKUMU DLE RIV	130
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	131
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	136
11	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	137

12	SEZNAM TABULEK	141
13	SEZNAM PŘÍLOH	142
14	PŘÍLOHY	143

1 ÚVOD

Moderní globální společnost je definována neustálým pohybem a letecká doprava dnes čelí nevídaným nárokům na kapacitu, rychlost a efektivitu. S každoročně rapidně narůstajícím počtem pasažérů se však klíčová infrastruktura mezinárodních letišť dostává na hranici svých limitů. Tradiční odbavovací přepážky se ve špičkách stávají kritickými body, kde dochází k paralyzování plynulého toku cestujících, dramatickému prodlužování čekacích dob a extrémnímu tlaku na personální zajištění provozu. Právě proces odbavení cestujících a jejich zavazadel je momentem, který nejvýrazněji determinuje buď efektivní fungování celého letiště, nebo naopak generuje stres a negativní uživatelský zážitek ještě před samotným odletem.

Odpovědí na tuto kapacitní krizi je vlna automatizace. Zavádění samoobslužných jednotek pro odbavení zavazadel (self-service bag drop, SBD) se transformovalo z technologického trendu v naprostou provozní nezbytnost. Tato zařízení přenesením kontroly do rukou samotného cestujícího radikálně zrychlují odbavovací cyklus, optimalizují provozní náklady letišť a umožňují flexibilně reagovat na personální deficity i výkyvy v hustotě provozu. Vedle čistě ekonomických výhod však do popředí vystupuje také neopomenutelné hygienické a bezpečnostní hledisko. Zkušenosti z globálních pandemických situací jasně ukázaly, že omezení přímého kontaktu mezi cestujícími a personálem je klíčem ke snížení rizika přenosu infekčních onemocnění a k udržení akceschopnosti dopravy i v dobách krize. Samoobslužné technologie tak dnes již nepředstavují pouhou alternativu, ale stávají se základním pilířem bezpečné a odolné letištní infrastruktury moderního světa.

Letištní hala je však specifickým mikrosvětlem, střetávají se zde lidé všech věkových kategorií, různého kulturního zázemí, jazykových schopností i stupně digitální gramotnosti. Aby byl samoobslužný systém skutečně efektivní, musí být stoprocentně srozumitelný pro každého z nich, a to během několika málo vteřin.

Zde se však ukazuje zásadní deficit současné praxe. Ačkoliv dnešní odbavovací terminály dosahují vysoké technologické spolehlivosti, jejich vývoj byl donedávna podřízen téměř výhradně inženýrské funkčnosti. Výsledkem jsou často chladné a vizuálně roztržité stroje, které opomíjejí ergonomii při manipulaci s těžkými břemeny, psychologii uživatelského strachu z chyby a celkový estetický kontext moderní architektury terminálů. Nedostatečně intuitivní rozhraní či absence přirozeného prostorového vedení paradoxně proces odbavení zpomalují, což popírá samotný smysl automatizace.

Tato diplomová práce reaguje na popsanou mezeru na trhu. Jejím cílem není redefinovat technické uspořádání komponentů, ale navrhnout novou generaci samoobslužné jednotky jako komplexní, vizuálně sjednocený a emočně přístupný produkt. Skrze hlubokou designérskou, technickou a uživatelskou analýzu současných systémů práce směřuje k řešení, kde se ergonomie fyzického pohybu potkává s absolutní intuitivností digitálního rozhraní. Výsledný návrh proměňuje rutinní a často stresující letištní proces v plynulý, bezpečný a vizuálně kultivovaný zážitek, který odpovídá estetickým i technologickým standardům vizionářské letecké dopravy.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Tato kapitola dokumentuje metodiku sběru a vyhodnocování informací o systémech samoobslužných jednotek pro odbavení zavazadel (self-service bag drop - SSBD/SBD). Získané poznatky tvoří teoretický, technologický a funkční základ pro následný vlastní návrh řešení.

2.1 Rešeršní metody

Pro zajištění relevantních podkladů byla zvolena systematická rešerše kombinující akademické databáze, průmyslové standardy a analýzu existujících řešení na trhu.

2.1.1 Kritéria pro výběr informačních zdrojů

V procesu vyhledávání odborných zdrojů byl kromě tematického zaměření kladen důraz na aktuálnost, vzhledem k rychlému vývoji technologií a norem IATA. Jako stěžejní zdroje byly vybrány publikace a materiály přímo související s automatizací odbavovacích procesů. Klíčovými podklady byly technické katalogy výrobců, produktové specifikace a instruktážní videa demonstrující interakci cestujícího se zavazadlovým kioskem. Z rešerše byly vyřazeny zdroje duplicitní nebo ty, které neodpovídaly současným standardům.

Před samotným vyhledáváním zdrojů byla věnována pozornost přesné formulaci rešeršního požadavku a definování klíčových slov a termínů, které reflektují základní tematické okruhy diplomové práce. Tato klíčová slova byla strukturována podle hierarchie: hlavní pojmy (včetně jejich synonym) a související podřazené pojmy v češtině i angličtině, což výrazně rozšířilo rozsah dostupných relevantních materiálů. Použitá slovní spojení zahrnovala např.: samoobslužná jednotka (self-service bag drop unit, SBD, baggage drop station), odbavení zavazadel (baggage drop-off, baggage counter, check-in process), letiště (airport, terminal), design (form, construction, ergonomics), koncept (vision, idea), automatizace (biometrics, RFID, AI), a modularita (integration, variable configuration, components).

Pro záznam a správu nalezených zdrojů byl využit citační manažer Citace PRO, který zajistil konzistenci bibliografických údajů a přehledné třídění materiálů.

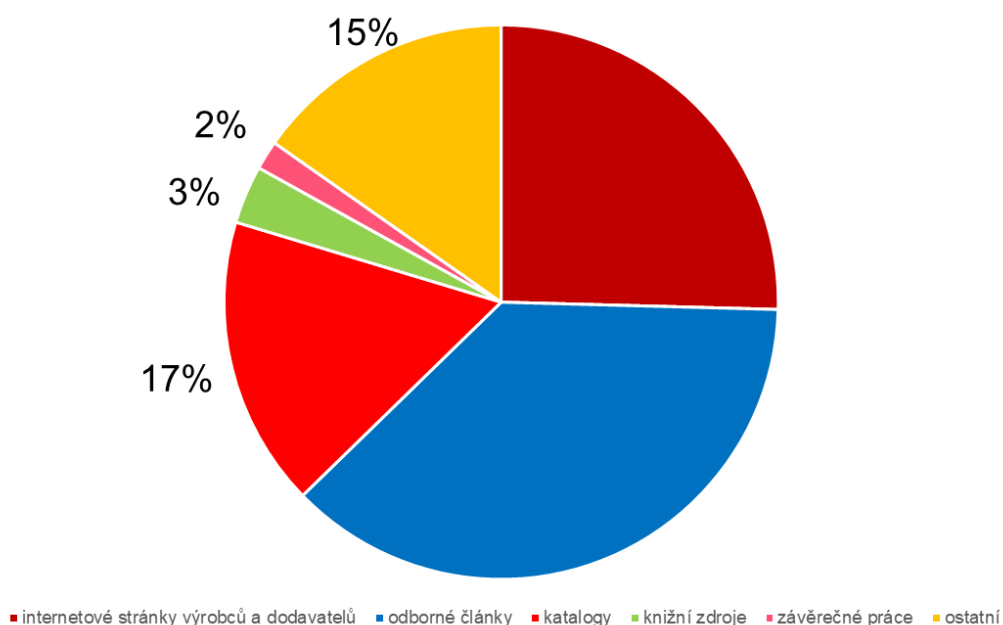
2.1.2 Informační prameny

Zdroje byly rozděleny na primární a sekundární, přičemž důraz byl kladen na jejich verifikovatelnost.

Pro získání relevantních informací k návrhu byly využity bibliografické databáze jako Google Scholar, VUT Primo, Google Patents, Elsevier a ScienceDirect. Tyto platformy poskytly přístup k odborným článkům, knihám, patentům a studiím, které se věnovaly tématům automatizace, interakce člověk-stroj, ergonomie, bezpečnosti, konstrukce a designu obdobných zařízení.

Významnou roli sehrály webové stránky výrobců SBD technologií, které sloužily jako zdroj technických specifikací, vizuálních ukázek a praktických řešení používaných v reálném provozu letišť. Informace z těchto zdrojů pomohly pochopit aktuální trendy v oblasti konstrukčního uspořádání, typových modulů, možností uživatelského rozhraní a přizpůsobení jednotek různým provozním podmínkám.

Doplňkovým zdrojem byly designérské soutěže (např. Red Dot Award) a veletrhy zaměřené na letištní technologie (např. Passenger Terminal EXPO), které poskytly inspiraci z hlediska inovativního přístupu k designu a uživatelskému komfortu.

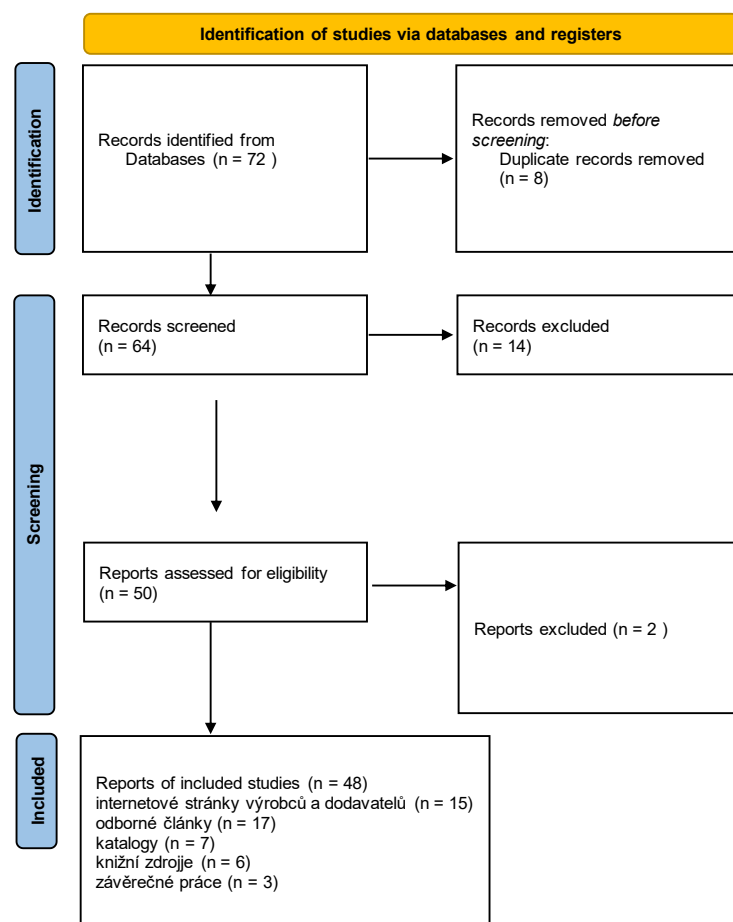


Obr. 2-1 Rozdělení zdrojů

2.1.3 Výběr relevantních informačních pramenů

Získané informace z rešerše byly následně podrobněji analyzovány. Z celkových 72 zdrojů bylo za přínosné pro tuto práci vyhodnoceno 48 zdrojů. Jednalo se především o posuzování přínosnosti, aktuálnosti dat a zda tematicky odpovídají diplomové práci.

Nejpřínosnějším zdrojem se ukázala kombinace technických specifikací výrobců s analýzou uživatelských zkušeností. Četnost zastoupení jednotlivých kategorií zdrojů a proces jejich filtrace ilustruje PRISMA diagram (viz Obr. 2-2).



Obr. 2-2 Prisma diagram

2.2 Rešerše na stav techniky

Následující podkapitoly se věnují problematice samoobslužných jednotek pro odbavení zavazadel z hlediska jejich využití, technického řešení a současného stavu dostupných technologií na trhu.

2.2.1 Motivace

Modernizace a automatizace jsou klíčovými tématy téměř ve všech odvětvích globální ekonomiky. V oblasti letecké dopravy není situace jiná. S rostoucím počtem cestujících a tlakem na zefektivnění provozu letišť dochází k postupnému zavádění samoobslužných systémů, které mají za cíl zrychlit odbavení, snížit provozní náklady a zároveň zvýšit komfort cestujících.[1] Jedním z nejvýznamnějších prvků této transformace jsou právě samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel.

Odvětví letecké dopravy prochází v posledních dvou dekádách fundamentální transformací, která je hnána potřebou radikálního zvýšení provozní efektivity a schopnosti absorbovat neustále rostoucí počty cestujících. V roce 2024 dosáhl celkový počet leteckých pasažérů rekordní hranice 5,3 miliardy, což představuje nárůst o 8,2 % oproti předchozímu roku a překonání předpandemických úrovní. Tento bezprecedentní tlak na letištní infrastrukturu, která je často limitována fyzickým prostorem a urbanistickými omezeními, vynucuje přechod od tradičních, personálně náročných procesů k pokročilým samoobslužným technologiím.

V minulosti probíhalo odbavení zavazadel výhradně za asistence personálu na přepážkách, což kladlo vysoké nároky na kapacitu pracovníků i prostorové uspořádání letištních hal. V exponovaných časech tak docházelo ke vzniku dlouhých front, prodlužování čekacích dob a celkovému snížení plynulosti provozu. Tento model se s rostoucím objemem letecké dopravy ukázal jako dlouhodobě neudržitelný.[2]

Zavedení samoobslužných technologií umožňuje přesun části odbavovacího procesu přímo na cestující. Ti si mohou samostatně vytisknout zavazadlový štítek, označit své zavazadlo a následně jej odbavit prostřednictvím SBD jednotky bez nutnosti přímého kontaktu s obsluhou. Tento přístup vede ke zkrácení doby odbavení a efektivnějšímu využití letištní infrastruktury.

Významným impulzem pro rozvoj těchto systémů byla také pandemie onemocnění Covid- 19, kdy se poptávka po samoobslužných technologiích zvýšila v přímé souvislosti s požadavky na minimalizaci fyzického kontaktu mezi lidmi. Bezkontaktní a samoobslužná řešení se tak stala nejen otázkou efektivity, ale i bezpečnosti a hygieny provozu [3]. I po odeznění pandemie zůstávají tyto aspekty důležité a nadále ovlivňují návrh nových odbavovacích technologií. [43]

Současné samoobslužné jednotky jsou navrženy tak, aby byly maximálně intuitivní, bezpečné a spolehlivé. Využívají pokročilé senzory, kamerové systémy a softwarové algoritmy pro kontrolu správnosti odbavení, detekci zavazadel a jejich následné předání na centrální dopravní systém letiště. Díky technologickému pokroku dochází také k postupnému zmenšování rozměrů zařízení, zvyšování jejich energetické efektivity a rozšiřování funkcionality, například o biometrické prvky nebo integraci s mobilními aplikacemi. [4]

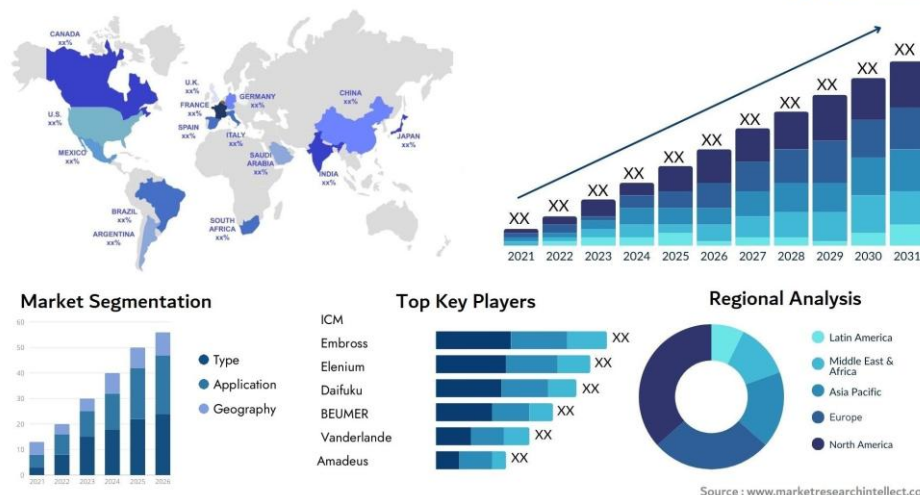
Úspěch SSBD nezávisí pouze na technické bezchybnosti, ale na připravenosti a motivaci cestujících tyto systémy využívat. Výzkumníci aplikují modely jako TAM (Technology Acceptance Model) k pochopení, proč někteří pasažéři technologií vítají a jiní se jí vyhýbají. Základními pilíři adopce jsou vnímaná užitečnost a jednoduchost použití. Cestující preferují SBD, pokud věří, že proces bude rychlejší a méně stresující než čekání u přepážky. Studie ukazují, že „sociální vliv“ a „usnadňující podmínky“ (jako jasné značení a přítomnost asistentů) jsou klíčové pro dosažení tzv. „zkušenosti toku“ - stavu, kdy je cestující plně pohlcen aktivitou a pociťuje uspokojení z jejího hladkého průběhu. Navzdory pozitivním trendům existují významné bariéry. Teorie psychologické reaktance naznačuje, že pokud jsou cestující k použití SST nuceni (např. úplným uzavřením obsluhovaných přepážek), mohou pociťovat úzkost a odpor, což vede k negativnímu vnímání značky aerolinky. Dalším faktorem je „potřeba lidské interakce“. Pro segmenty cestujících, jako jsou senioři nebo méně zkušení cestovatelé, je přítomnost personálu synonymem pro bezpečí a jistotu. [32] [37] [40]

Z dostupných trendů je patrné, že samoobslužné odbavovací systémy se stávají standardní součástí moderních letišť. Jejich počet i míra využití dlouhodobě roste, což potvrzuje jejich význam pro budoucí rozvoj letecké dopravy. Tento vývoj zároveň klade nové požadavky na jejich konstrukční, ergonomické i designové řešení, které musí reagovat na různorodé provozní podmínky a potřeby uživatelů. [33]

V souvislosti s automatizací se objevila potenciální rizika týkající se bezpečnosti a chybovosti při vážení či skenování zavazadel, která však byla díky pokročilým senzorům vyvrácena. Bylo potvrzeno, že moderní samoobslužné systémy vybavené AI algoritmy pro detekci rozměrů a hmotnosti nijak neohrožují bezpečnost zavazadlového systému ani plynulost třídění. Naopak, jsou navrženy tak, aby eliminovaly lidskou chybu a zajistily, že každé zavazadlo je přesně zaevidováno a digitálně sledováno (tracking) [1].

Četnost využití samoobslužných kiosků je patrná i v globálním měřítku. Podle statistik IATA a SITA (např. *Air Transport IT Insights*) roste jak počet instalovaných zařízení, tak i procento cestujících, kteří tento způsob odbavení preferují.[2]

Self-Service Bag Drop System Market Size and Scope



Obr. 2-3 Předpoklad pro samoobslužné jednotky [3]

Z výše uvedených dat je zřejmé, že se samoobslužné jednotky staly nedílnou součástí moderní letištní infrastruktury. Je patrné, že frekvence jejich využití se zvyšovala nezávisle na pandemii, což potvrzuje jejich dlouhodobou udržitelnost.

Dalším významným důvodem, který podporuje častější využívání, je technologický pokrok umožňující integraci biometrických prvků (rozpoznávání obličeje), zmenšování půdorysu jednotek (tzv. *drop-and-go* koncepty) a integraci s mobilními aplikacemi aerolinek. [4] Pozitivem je také inkluзивita, moderní jednotky jsou navrhovány tak, aby byly snadno ovladatelné i pro seniory nebo osoby se sníženou mobilitou, čímž se rozšiřuje spektrum uživatelů, kteří mohou proces absolvovat samostatně. [5] [35]

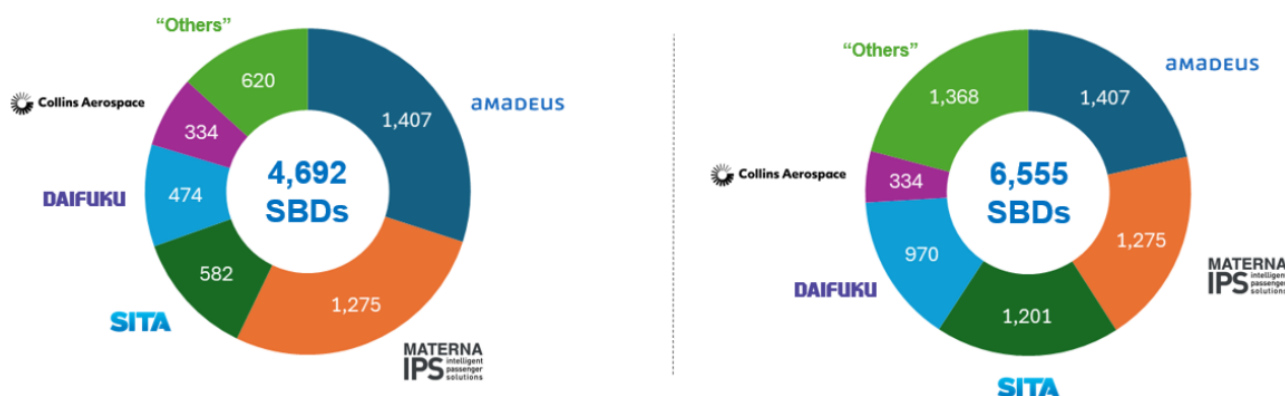
2.2.2 Průzkum trhu

V první fázi byly analyzovány dostupné studie a tržní přehledy zaměřené na oblast letecké dopravy, automatizace odbavovacích procesů a digitalizace letištní infrastruktury. Tyto zdroje poukazují na dlouhodobý růst počtu cestujících i tlak na zvyšování kapacity letišť bez nutnosti zásadního rozšiřování jejich prostorových možností.

Z analýz vyplývá, že segment samoobslužných odbavovacích systémů, včetně SBD jednotek, vykazuje stabilní růst. Letiště i letecké společnosti investují do těchto technologií především z důvodu zrychlení odbavení, snížení provozních nákladů a optimalizace využití personálu. Rostoucí důraz je kladen také na modularitu a škálovatelnost systémů, které umožňují flexibilně reagovat na kolísající provozní zatížení. [31]

Podle zprávy Air Transport IT Insights [1] dochází na trhu s biometrickými systémy a digitální identitou v letectví k prudkému nárůstu poptávky po bezkontaktních řešeních. Nejspecifičtější data pro oblast SSBD lze vyčíst z průzkumů spokojenosti cestujících realizovaných asociací IATA [2]. Podle výsledků je sice počáteční povědomí o pokročilých funkcích (např. biometrické párování zavazadla s obličejem) v některých regionech nižší, avšak po první zkušenosti s touto technologií ji respondenti hodnotí jako vysoce atraktivní a projevují ochotu ji využívat prioritně před klasickou přepážkou. S rozšiřováním povědomí a digitalizací cestovních dokladů lze tedy očekávat další nárůst popularity těchto systémů. [41]

Autoři této studie připisují nárůst snaze o vytvoření tzv. "bezešvé cesty cestujícího" (seamless journey), která eliminuje zbytečné zastávky a interakce s personálem. Tato fakta přímo korespondují s cílem této diplomové práce, která se zaměřuje na návrh jednotky podporující plynulý a intuitivní proces odbavení v moderním letištním prostředí.



Obr. 2-4 Zástup SBD na trhu [6]

Letištní provoz a automatizace

Současná letiště představují komplexní dopravní uzly, ve kterých je klíčová plynulost pohybu cestujících i zavazadel. Tradiční odbavení na přepážkách je z hlediska kapacity i efektivity limitující, zejména v době dopravních špiček. Zavádění SBD jednotek proto umožňuje rozdělit odbavovací proces mezi personál a samotné cestující, čímž dochází ke snížení front a celkovému zrychlení odbavení.

Samoobslužné jednotky zároveň přispívají ke standardizaci procesu odbavení. Díky integraci senzorů, vážících systémů a identifikačních technologií je možné minimalizovat chyby způsobené lidským faktorem a zajistit přesnější kontrolu zavazadel před jejich vstupem do dopravního systému letiště.

Technologický vývoj

Dalším významným faktorem podporujícím rozvoj SBD jednotek je technologický pokrok. Moderní systémy využívají pokročilé metody snímání, jako jsou 3D skenery, kamerové systémy nebo LiDAR, které umožňují přesnou detekci rozměrů a polohy zavazadel.[4] Tyto technologie zajišťují precizní kontrolu rozměrů zavazadla před jeho vstupem do automatizovaného dopravníkového systému (BHS - Baggage Handling System).

Pokrok je patrný také v oblasti softwaru a konektivity. SBD jednotky jsou napojeny na letištní informační systémy, databáze leteckých společností a bezpečnostní infrastrukturu. To umožňuje okamžité ověření údajů o cestujícím i zavazadle a zajišťuje plynulý přechod mezi jednotlivými fázemi odbavení. [6] Uživatelská rozhraní (UI) se vyvíjejí směrem k maximální inkluzivitě, kdy systémy využívají adaptivní grafiku a biometrickou identifikaci k usnadnění procesu pro široké spektrum cestujících, včetně seniorů či osob se specifickými potřebami. [34] [38] [39]

Shrnutí

Z uvedených poznatků je zřejmé, že samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel představují důležitý prvek moderní letištní infrastruktury. Jejich význam roste v souvislosti s rostoucí poptávkou po letecké dopravě, tlakem na efektivitu provozu a požadavky na vyšší komfort a bezpečnost cestujících. Tyto faktory vytváří prostor pro další vývoj a optimalizaci jejich konstrukčního, technologického i designového řešení. Letecký průmysl stojí na prahu éry, kdy zavazadlo přestane být zdrojem stresu a front, a stane se digitálně sledovaným objektem, o který se systém postará autonomně od dveří domova až do cílové destinace. Samoobslužné jednotky v terminálech jsou prvním, ale rozhodujícím krokem na této cestě.

2.2.3 Designérská analýza

Analýza současného stavu produktů na trhu samoobslužných odbavovacích jednotek představuje klíčový podklad pro stanovení konstrukčních a estetických standardů. Jako primární zdroje informací posloužily technické specifikace výrobců, produktové katalogy, webové stránky výrobců a brožury.

Jednotka Series 7 představuje globální standard v oblasti automatizace. Design je charakteristický svou robustností a integrací do stávajících odbavovacích řad. Jednotka je vybavena pokročilým 3D skenovacím systémem, který kontroluje rozměry a objem zavazadla, čímž předchází vniknutí nepovolených předmětů do dopravníkového systému. Dominantním prvkem je vertikální informační panel s dotykovým displejem umístěným v optimální pohledové výšce. Tvarové řešení využívá kombinaci broušeného nerez a odolných polymerů v neutrální šedé barvě, což evokuje vysokou míru bezpečnosti a hygienické odolnosti [7]. Systém využívá světelnou navigaci (LED stripe), která barevně navádí cestujícího procesem (např. zelená pro vložení zavazadla, červená při překročení limitu).

Toto moderní řešení reflektuje aktuální trendy v automatizaci letištního provozu a je navrženo jako modulární systém, který umožňuje flexibilní integraci do různých typů odbavovacích hal podle specifických požadavků provozovatele [7].

Z konstrukčního hlediska se jedná o kompaktní celek kombinující interakční část pro cestující a manipulační část pro zavazadla. Typické rozměry se u těchto jednotek pohybují v rozmezí přibližně 1200–1800 mm na délku a 800–1200 mm na šířku v závislosti na konfiguraci (single/dual lane), přičemž výška odpovídá ergonomickým požadavkům pro práci s displejem a manipulaci se zavazadlem. Přesné hodnoty se liší dle konkrétní instalace a konfigurace systému [7].

Základním prvkem je pásový dopravník integrovaný do těla jednotky, který zajišťuje transport zavazadla do navazujícího letištního systému. Tento dopravník je doplněn o vážicí systém (load cells), který umožňuje přesné měření hmotnosti zavazadla přímo během procesu odbavení. Systém je navržen tak, aby splňoval standardní limity leteckých společností (typicky do 50 kg na kus zavazadla) [8].

Detekční a senzorický systém zahrnuje kombinaci optických senzorů, kamerových modulů a 3D skenovacích technologií, které slouží k identifikaci zavazadla, kontrole jeho polohy a případně i ke snímání jeho objemu. Tyto technologie jsou klíčové pro automatizaci procesu a minimalizaci chyb způsobených nesprávným umístěním zavazadla [7]. Tato sestava v reálném čase kontroluje rozměry a objem zavazadla, čímž předchází vniknutí nepovolených předmětů do navazujícího letištního systému a minimalizuje chyby způsobené nesprávným umístěním zavazadla na pás bez nutnosti asistence personálu [8].

Ovládací rozhraní tvoří velkoformátový dotykový displej s vysokým rozlišením a vícejazyčnou podporou, který uživatele provází celým procesem odbavení. Ovládací panel je doplněn o skener palubní vstupenky (2D barcode scanner), tiskárnu zavazadlových štítků a výdejní slot. Celý systém je navržen s důrazem na intuitivní ovládání a minimalizaci potřeby asistence personálu [7]. Jednotka Series 7 je navíc připravena na implementaci nově vznikajících technologií, jako je biometrické rozpoznávání obličeje nebo RFID tagování, a je plně integrována s rezervačními systémy a letištními platformami Amadeus pro okamžitou verifikaci dat v reálném čase [7].

Designové řešení jednotky Amadeus Series 7 je charakteristické čistými liniemi, zaoblenými hranami. Opláštění jednotky využívá kombinaci broušeného nerezů a odolných polymerů v bílé a šedé barvě, což nejen odpovídá estetice moderních terminálů, ale zajišťuje také vysokou hygienickou odolnost a snadný servisní přístup k vnitřním technologiím [8]. Důležitým prvkem je integrace světelné signalizace, která uživatele barevně provádí jednotlivými kroky, například zelenou barvou pro vložení zavazadla nebo červenou v případě detekce chyby [8]. Tvarování zároveň podporuje plynulý tok cestujících a minimalizuje riziko kolizí.

Z hlediska bezpečnosti je systém vybaven nouzovým tlačítkem STOP, ochrannými mechanismy v podobě anti-reach clon proti neoprávněnému zásahu do manipulačního prostoru a světelnou signalizací stavu přístroje [8].

Celkově však Amadeus Series 7 představuje technologicky vyspělé řešení, které klade důraz na modularitu, provozní efektivitu a vysoký komfort cestujících.



Obr. 2-5 Amadeus Series 7 [7]

Systém CrisBag® od společnosti Beumer Group představuje specifické řešení pro odbavení zavazadel, které se zásadně liší od běžných samostatných jednotek SBD svou plnou integrací do komplexního logistického systému letiště [10]. Klíčovým technologickým prvkem je kombinace samoobslužných odbavovacích stanic s individuálním nosičovým systémem (Individual Carrier System - ICS), který umožňuje transport každého zavazadla samostatně v přepravním kontejneru, takzvaném carrieru, nikoliv na klasickém pásovém dopravníku. Tento přístup zajišťuje 100 % sledovatelnost a efektivní přepravu zavazadel od okamžiku odbavení až po naložení do letadla, čímž zvyšuje kapacitu odbavení na menší ploše a optimalizuje produktivitu personálu [10].

Z konstrukčního hlediska napojení na systém CrisBag eliminuje klasické problémy s hromaděním zavazadel na pásech, neboť každé zavazadlo je po odbavení vloženo do vlastního vozíku, který jej transportuje systémem samostatně. Tím je prakticky odstraněno riziko kolizí, zaseknutí nebo špatné orientace zavazadel, což jsou běžné komplikace u tradičních pásových dopravníků [10]. Dalším specifickým přínosem je šetrnější manipulace, protože díky individuálním nosičům nedochází k vzájemným nárazům ani tření mezi zavazadly, což významně snižuje riziko jejich poškození. Systém vykazuje vysokou flexibilitu a škálovatelnost, jelikož umožňuje provoz v režimu přímého třídění i v režimu časného ukládání zavazadel, což provozovateli dovoluje efektivně řídit logistické toky v závislosti na aktuálním vytížení letiště během špiček [9].

Design jednotky je navržen jako přísně funkční s důrazem na čisté linie a minimalizaci ovládacích prvků. Samotná skříň je konstruována jako maximálně kompaktní, aby nezabírala nadbytečnou plochu terminálu a přispívala k plynulému toku cestujících [9].

Z pohledu uživatelského rozhraní a samotného SBD řešení je systém méně „kompaktní“ než například jednotky konkurence, protože je silně závislý na infrastruktuře celého dopravního systému. To může být nevýhodou při implementaci na menších letištích, kde není prostor ani rozpočet na komplexní ICS řešení. Na druhou stranu ve velkých hubových letištích představuje výraznou konkurenční výhodu díky vyšší spolehlivosti, plynulosti provozu a minimalizaci manuálních zásahů.

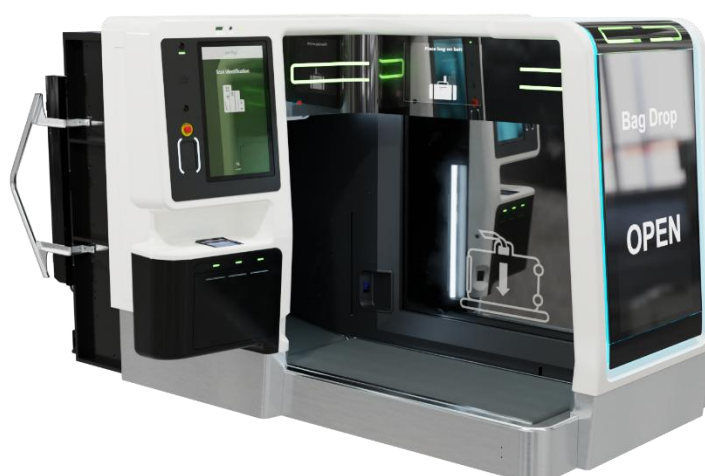
Z pohledu uživatelského rozhraní a prostorového uspořádání je systém sice méně kompaktní než u některých konkurenčních samostatných jednotek, což je dáno jeho silnou závislostí na infrastruktuře celého dopravního systému, avšak ve velkých letištních uzlech tato integrace představuje výraznou konkurenční výhodu v podobě vyšší spolehlivosti a plynulosti provozu [10]. Hlavní nevýhodou však zůstává značná technická a investiční náročnost, neboť implementace CrisBag vyžaduje hloubkovou integraci do letištní infrastruktury včetně vyhrazeného prostoru pro kolejnicový systém carrierů. Z tohoto důvodu není toto řešení optimální pro menší letiště s omezeným rozpočtem nebo pro dodatečné instalace bez možnosti rozsáhlých stavebních úprav, zatímco pro velká hubová letiště se jedná o vysoce efektivní nástroj maximalizující logistický výkon [9].



Obr. 2-6 Beumer Group CrisBag [9]

Daifuku DROP-UX N Series

Samoobslužná jednotka DROP-UX N Series od japonské společnosti Daifuku představuje technologicky vyspělé řešení v oblasti automatizace letištního provozu, které se zaměřuje na vysokou průchodnost terminálů a maximalizaci uživatelského komfortu [11]. Konstrukce tohoto systému je charakteristická velmi nízkým profilem vážicího dopravníku, což zásadně usnadňuje manipulaci s těžkými zavazadly a snižuje fyzickou zátěž cestujících. Celkový design využívá organické tvary se zaoblenými hranami a minimalistickým technickým výrazem, což působí přívětivě a prokazatelně snižuje úzkost cestujících z interakce s automatizovanými procesy [12]. Barevné provedení obvykle kombinuje matnou bílou s kontrastními černými akcenty v místech, kde jsou integrovány senzorické systémy, přičemž povrchové materiály jsou voleny s ohledem na vysokou odolnost proti mechanickému poškození a snadnou hygienickou údržbu [11].



Obr. 2-7 Daifuku DROP-UX N Series [11]

Z hlediska technických parametrů je jednotka koncipována jako kompaktní modulární systém s půdorysnými rozměry přibližně 1200 mm na délku a 950 mm na šířku [12]. Zařízení je vybaveno pokročilou 3D analýzou zavazadel, která s využitím algoritmů umělé inteligence v reálném čase detekuje rozměry, správnou polohu a případné vniknutí nepovolených předmětů do manipulačního prostoru. Identifikační zóna obsahuje integrované čtečky čárových kódů a RFID modul, které zajišťují plynulé předání zavazadla na centrální dopravní systém letiště ihned po jeho automatickém zvážení a verifikaci [11]. Ovládání probíhá skrze dotykový displej ergonomicky umístěný v přirozeném zorném poli uživatele, přičemž intuitivní rozhraní je doplněno o komplexní vizuální signalizaci pomocí LED indikátorů, které barevně navádějí cestujícího jednotlivými kroky procesu a usnadňují vzájemnou komunikaci [12].

Bezpečnost provozu je u řady N Series zajištěna kombinací softwarových kontrolních mechanismů a mechanických prvků, jako jsou ochranné klapky zabráňující neoprávněné manipulaci během procesu odbavení [11]. Přestože kompaktní půdorys šetří místo, může být určitým omezením vyšší náročnost na celkový prostor při instalaci většího počtu jednotek vedle sebe v konfiguracích s rozšířenou manipulační zónou. Klíčovým aspektem úspěšného provozu zůstává jasné vizuální propojení ovládacího panelu s konkrétním zavazadlovým prostorem, aby se předešlo zmatení cestujících při paralelním odbavení na sousedních stanovištích. Celkově se však jedná o jedno z nejvíce ergonomické řešení na trhu, které díky AI analýze a nízké nástupní hraně dopravníku definuje standard moderního odbavení [12].



Obr. 2-8 Daifuku DROP-UX N SERIES [11]

Elenium New Fit

Samoobslužná jednotka New Fit od australské společnosti Elenium Automation představuje špičku v oblasti bezkontaktního odbavení zavazadel. Systém je navržen jako vysoce flexibilní platforma, kterou lze integrovat jak do nových projektů, tak především do stávajících odbavovacích přepážek formou „retrofit“ řešení, což letištím umožňuje modernizaci bez nutnosti nákladných stavebních úprav [13]. Charakteristickým rysem jednotky je její extrémně štíhlá silueta („slim design“), která je výrazně kompaktnější než u většiny konkurence. Tento minimalismus dovoluje instalaci většího počtu jednotek na stejnou plochu terminálu, čímž se maximalizuje průchodnost haly při zachování čistého členění prostoru [14]. Design klade důraz na vizuální integritu, čehož je dosaženo například skrytím biometrické kamery do horní části panelu tak, aby nenarušovala estetiku zařízení [14].

Z technologického hlediska New Fit definuje standardy hygieny a bezpečnosti prostřednictvím plně bezkontaktního rozhraní. Jednotka je vybavena technologiemi pro ovládání hlasem a gesty (Virtual Touch Screen), což eliminuje nutnost fyzického kontaktu s displejem, vlastnost, která se stala prioritou zejména v post-pandemickém období [13]. Bezpečnost procesu zajišťuje sofistikovaná sada 12 kamer a senzorů využívající počítačové vidění a strojové učení na bázi umělé inteligence. Tento systém s vysokou přesností detekuje rozměry zavazadla, jeho polohu na dopravníku a zároveň monitoruje neoprávněný přístup do manipulační zóny. Unikátní funkcí je schopnost monitorovat teplotu a vitální funkce cestujících v reálném čase, čímž systém poskytuje upozornění na nezvyklý zdravotní stav [13].

Konstrukce jednotky je plně modulární a ADA compliant (vyhovující osobám s omezenou mobilitou). Rozměry varianty „Slimline“ jsou optimalizovány pro minimální půdorys s šířkou pouhých 350 mm u ovládacího sloupu, přičemž výška dosahuje 1400 mm [13]. Systém obsahuje vážicí modul, tiskárnu štítků a podporuje identifikaci pomocí čárových kódů i RFID. Biometrické rozpoznávání obličeje umožňuje identifikaci cestujícího bez nutnosti opakovaného předkládání dokladů. I přes vysokou technologickou komplexnost, která klade nároky na integraci s IT infrastrukturou letiště, nabízí New Fit díky své hybridní povaze a možnosti dodatečné instalace (retrofit) cestu k rychlé a nákladově efektivní inovaci tradičních letištních provozů na moderní samoobslužné zóny [14][13].

Z hlediska designu se jednotka vyznačuje minimalistickým a kompaktním tvarovým řešením. Charakteristickým prvkem je čisté členění hmoty a jasně definovaná interakční zóna pro uživatele.



Obr. 2-9 Elenium New Fit [13]

Materna IPS Flex.Family

Společnost Materna IPS je považována za průkopníka v oblasti samoobslužného odbavení zavazadel a patří k nejrozšířenějším řešením v Evropě. Systém Flex.Family se dlouhodobě zaměřuje na vysokou míru modality, variabilitu konfigurací a snadnou integraci do různorodých typů odbavovacích procesů [15]. Design zařízení se drží zásad industriálního minimalismu, přičemž jednotky jsou navrženy jako stavebnicové bloky, které lze skládat vedle sebe nebo konfigurovat v několika variantách, od plně automatizovaných "self-service" řešení až po hybridní modely umožňující asistenci personálu. Barevná kombinace matného kovu a tmavého skla dodává zařízením profesionální a nadčasový vzhled, který vhodně doplňuje interiéry moderních letištních terminálů [16].

Z konstrukčního hlediska je systém tvořen dopravníkem, vážicím modulem a identifikační částí, přičemž významným specifickým je možnost fyzického oddělení funkčních modulů, například kiosku pro tisk štítků od samotné "bag drop" jednotky [17]. Typické rozměry základního modulu se pohybují kolem 1200 mm na délku a 900 mm na šířku, avšak díky modularitě se celková stopa systému mění podle zvolené konfigurace. Ovládací dotykový displej je ergonomicky nakloněn pod úhlem přibližně 20°, což efektivně zamezuje nežádoucím odleskům od letištního osvětlení a výrazně zlepšuje čitelnost a přístupnost pro osoby různé výšky i pro uživatele na invalidním vozíku [15]. Zavazadlo je po vložení automaticky zváženo a identifikováno pomocí integrovaných čteček čárových kódů nebo RFID technologie, přičemž otevřená softwarová architektura systému umožňuje snadnou integraci s různými letištními databázemi bez závislosti na konkrétním IT řešení (tzv. vendor-neutral přístup) [16].

Z hlediska uživatelského zážitku působí zařízení spíše utilitárním a technickým dojmem s maximálním důrazem na funkčnost. Tato modularita, ačkoliv je hlavní předností systému, může při nevhodném prostorovém návrhu vést k nižší přehlednosti pro cestující, zejména pokud jsou procesní kroky (tisk štítku a odevzdání zavazadla) od sebe příliš vzdáleny [17]. Dalším limitem může být vyšší náročnost na koordinaci a prostorové uspořádání v rámci letištní infrastruktury oproti více uzavřeným konkurenčním systémům. Na druhou stranu představuje Flex.Family ideální řešení pro letiště vyžadující maximální škálovatelnost a možnost postupného rozšiřování technologie bez nutnosti kompletní výměny stávajícího vybavení, což potvrzuje její dominantní postavení na trhu [16].



Obr. 2-10 Materna IPS Flex.GO

Embross Velocity

Samoobslužná jednotka Velocity Bag Drop (VBD) od společnosti Embross představuje novou generaci automatizovaného odbavení, která se zaměřuje na extrémní rychlost transakcí, kompaktní konstrukci a vysokou míru standardizace [18]. Jedná se o volně stojící jednotku typu „retrofit“, kterou lze snadno instalovat před stávající letištní dopravníky, což z ní činí ideální řešení pro modernizaci stávajících terminálů bez nutnosti rozsáhlých stavebních úprav. Z hlediska designu je zařízení navrženo jako kompaktní integrovaný celek s malým půdorysem, kde jsou všechny klíčové funkce, od identifikace cestujícího přes vážení až po samotné odbavení, soustředěny do jednoho bodu. Na rozdíl od modulárních systémů toto řešení zjednodušuje orientaci uživatele a minimalizuje chybovost během procesu, přičemž konstrukce umožňuje vysokou míru estetického přizpůsobení barvám konkrétních aerolinek [19].

Konstrukční řešení jednotky vyniká využitím pokročilého systému počítačového vidění a 3D skenování, které v reálném čase analyzuje profil zavazadla, detekuje jeho rozměry a dokonce rozlišuje mezi standardními kufry a měkkými zavazadly (např. duffel bags). Systém je schopen automaticky detekovat použití přepravních vaniček (tubs) a kontrolovat stav rukojetí zavazadel [18]. Výrazným funkčním i bezpečnostním prvkem je boční prosklení interakční zóny, které cestujícímu umožňuje vizuálně sledovat pohyb zavazadla po odevzdání, čímž se zvyšuje pocit kontroly nad celým procesem. Z hlediska rozměrů dosahuje jednotka výšky 1490 mm, šířky 1145 mm a délky 1740 mm [18].

Technologické vybavení jednotky Velocity zahrnuje „plovoucí“ dotykový displej o velikosti 18,5 palce, čtečku 1D/2D čárových kódů, čtečku pasů a až tři integrované tiskárny pro maximální provozní kontinuitu. Na rozdíl od základních modelů podporuje řada VBD plnou biometrickou identifikaci, včetně rozpoznávání obličeje, duhovky nebo otisků prstů, a je vybavena technologií pro zápis a čtení RFID štítků [18]. Celý proces je optimalizován pro dosažení rekordních časů odbavení pod 10 sekund s úspěšností skenování štítků až 98 %. Bezpečnost provozu zajišťují systémy detekce vniknutí a vizuální navigace pomocí programovatelného LED osvětlení. Ačkoliv integrovaná konstrukce nabízí nižší variabilitu rozmístění než stavebnicové systémy, představuje Embross Velocity vysoce efektivní platformu pro velká letiště vyžadující maximální propustnost a pokročilé bezpečnostní funkce [19].

Z hlediska designu je zařízení navrženo jako kompaktní blok s jasně definovanou interakční zónou. Tvarové řešení minimalizuje vyčnívající prvky, oproti robustnějším působí jednotka subtilněji.



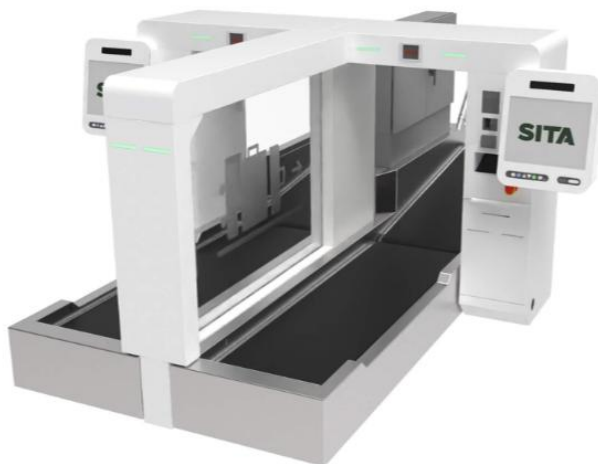
Obr. 2-11 Embross Velocity Bag Drop [18]

SITA SmartPath

Společnost SITA, jako globální lídr v oblasti leteckých informačních technologií, vyvinula jednotku SmartPath jako klíčový prvek svého biometrického ekosystému SmartPath. Tato jednotka je navržena pro plně automatizované „One-Step“ odbavení, které klade maximální důraz na integraci digitální identity a plynulý průchod terminálem bez nutnosti fyzických dokladů [20]. Design jednotky se vyznačuje vysokou mírou zabezpečení, kdy jsou veškeré senzory a čtečky zapuštěny přímo do těla přístroje, aby byly chráněny před mechanickým poškozením. Vizuální styl je technicky precizní, využívající kombinaci kovových povrchů a odolných plastů v chladných odstínech šedé a modré, což evokuje vysokou technologickou úroveň a spolehlivost [21].

Z konstrukčního hlediska se SmartPath zaměřuje na modularitu a úsporu prostoru. Rozměry základního modulu jsou přibližně 1550 mm na výšku, 1050 mm na délku a 850 mm na šířku [20]. Jednotka je vybavena sofistikovanou kamerovou sadou pro biometrické rozpoznávání obličeje (Face-ID), která je schopna identifikovat cestujícího v pohybu. Tato technologie je propojena s vládními a letištními databázemi v reálném čase, což umožňuje ověření identity během zlomku sekundy. Systém detekce zavazadel využívá 3D analýzu pro kontrolu rozměrů, váhy a identifikaci vyčnívajících popruhů nebo rukojetí, které by mohly ohrozit plynulost dopravy v zavazadlovém systému (BHS) [21].

Uživatelské rozhraní dominuje velký dotykový displej s intuitivním navigačním systémem, který je doplněn o světelnou navigaci pro potvrzení správného vložení zavazadla. Jednotka podporuje technologii RFID a je plně kompatibilní se standardy CUSS (Common Use Self-Service), což umožňuje její sdílení mezi více leteckými společnostmi na jednom terminálu [20]. Významným přínosem je schopnost jednotky pracovat v hybridním režimu, kdy ji lze v případě potřeby rychle přepnout na asistované odbavení. SITA SmartPath tak představuje řešení optimalizované pro digitální konektivitu a maximální bezpečnost, které minimalizuje fyzický kontakt a zkracuje dobu odbavení na naprosté minimum [21].



Obr. 2-12 SITA SmartPath [20]

Hlavní rozdíly mezi produkty

Zařízení	Výška (mm)	Šířka (mm)	Délka (mm)	Hlavní přednost
Amadeus Series 7	1700	800	1400	Flexibilita a integrace Amadeus
Beumer CrisBag	Kompaktní *	Kompaktní *	Variabilní	100% sledovatelnost
Daifuku Drop-UX N	1300	950	1200	Nízký nástupní profil
Elenium New Fit	1400	350**	Variabilní	Bezkontaktní ovládání gesty
Embross Velocity	1490	1145	1740	Nejrychlejší odbavení (<10s)
Materna Flex.Family	1500	900	1200	Maximální modularita
SITA SmartPath	1550	850	1050	Špičková biometrie a Face-ID

Tab. 2-1 Srovnání parametrů SBD jednotek na trhu

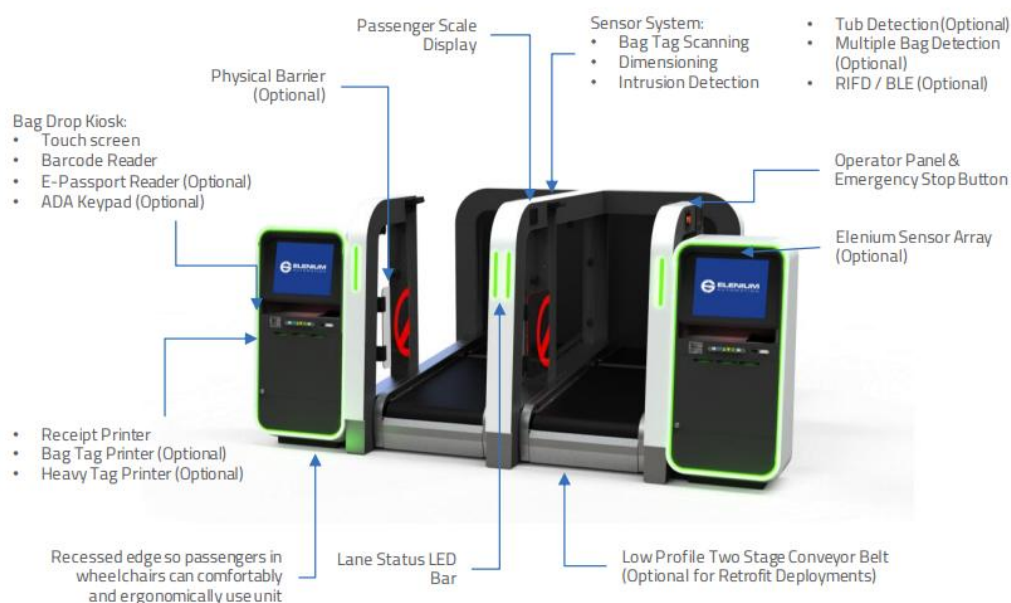
Z analýzy vyplývá, že neexistuje jedno univerzálně nejlepší řešení SBD. Volba konkrétního systému závisí především na velikosti letiště, objemu provozu a úrovni požadované automatizace. Celkově lze konstatovat, že budoucnost SBD systémů směřuje ke kombinaci maximální automatizace, intuitivního ovládání a efektivní logistické infrastruktury, přičemž klíčovým faktorem zůstává schopnost přizpůsobení konkrétním provozním podmínkám letiště.

2.2.4 Technická analýza

Tato kapitola je věnována technickému rozboru samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel (Self Bag Drop, SBD), a to jak z hlediska jejího vnitřního uspořádání, tak i klíčových funkčních komponent. Důraz je kladen především na vzájemné vazby jednotlivých systémů, které společně zajišťují plynulý, bezpečný a automatizovaný proces odbavení zavazadel v prostředí letiště. Součástí analýzy je také zohlednění ergonomie z pohledu uživatele i servisního personálu.

Popis samoobslužné jednotky pro odbavení

Samoobslužná jednotka pro odbavení zavazadel představuje komplexní technologický celek, jehož hlavní funkcí je umožnit cestujícím samostatné odbavení zavazadla bez nutnosti asistence personálu. Proces zahrnuje identifikaci cestujícího, označení zavazadla, jeho kontrolu (hmotnostní i rozměrovou) a následné předání do dopravního systému letiště. Kromě samotné odbavovací funkce musí jednotka zajišťovat také intuitivní ovládání, bezpečnou manipulaci se zavazadly, komunikaci s letištními systémy a snadnou údržbu. Z konstrukčního hlediska se jedná o zařízení, které integruje mechanické, elektronické i softwarové prvky do jednoho kompaktního celku.



Obr. 2-13 Vnější popis komponent samoobslužné jednotky [14]

Komponenty

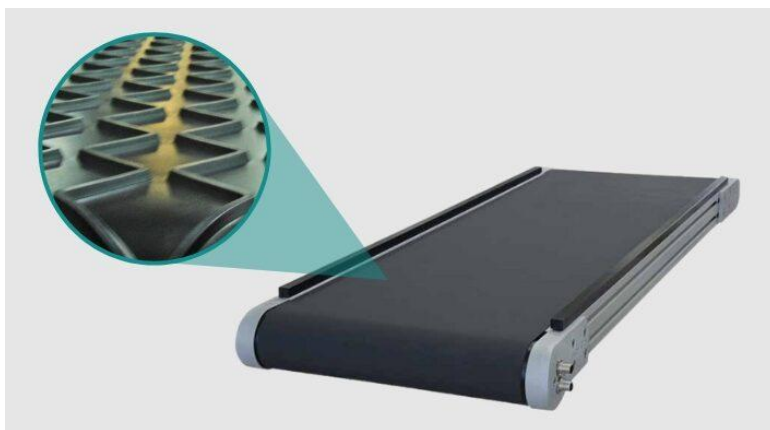
Vzhledem ke komplexnosti zařízení jsou v této kapitole podrobněji rozpracovány klíčové komponenty, které zásadně ovlivňují funkci i výsledné konstrukční řešení jednotky.

Pásový dopravník a manipulační mechanismy

Pásový dopravník tvoří základní manipulační prvek celé jednotky. Slouží k přesunu zavazadla od vstupní pozice uživatele až po napojení na centrální dopravní systém letiště. Konstrukčně se skládá z poháněného pásu, nosné konstrukce, vodicích prvků a pohonného mechanismu. Pohon pásového dopravníku zajišťuje plynulý a řízený posun zavazadla během procesu odbavení pomocí elektromotoru a integrované převodovky. Pásová část slouží k uložení a transportu zavazadla během vážení a identifikace, má protiskluzový povrch a je odolný proti oděru a mechanickému namáhání.

Konstrukce je tvořena ocelovým rámem osazeným antistatickým pásem o standardní šířce přibližně 800 mm, což odpovídá standardním rozměrům odbavovaných zavazadel. Délka pásu je navržena tak, aby umožňovala bezpečné uložení alespoň jednoho kufru a současně poskytovala prostor pro integraci vážicího a detekčního systému. Pohon pásu je realizován elektromotorem s výkonem v řádu stovek wattů, doplněným o převodový mechanismus zajišťující plynulý a kontrolovaný pohyb. Délka a sklon dopravníku se liší podle typu instalace, jsou navrženy tak, aby se přímo napojily na stávající infrastrukturu s minimálními nároky na stavební úpravy [14].

Důležitým aspektem je také bezpečnost provozu. Pás je doplněn o ochranné prvky, jako jsou bezpečnostní clony, dorazy nebo senzory detekující přítomnost zavazadla, které zabráňují nesprávné manipulaci nebo zásahu uživatele do pohyblivých částí. [22]



Obr. 2-14 Pásový dopravník [22]

Vážicí systém

Vážicí systém je kritickou komponentou integrovanou přímo do nosného rámu dopravníku a slouží k přesnému určení hmotnosti zavazadla. K měření hmotnosti se využívají tenzometrické snímače (load cells) umístěné v rámu nosné konstrukce pásu, které převádějí mechanické zatížení na elektrický signál. Naměřená hmotnost je okamžitě vyhodnocována řídicím systémem a porovnávána s limity stanovenými leteckou společností. V případě překročení limitu je uživatel informován prostřednictvím ovládacího rozhraní a proces odbavení může být pozastaven a instruuje cestujícího k doplatku nebo odlehčení zavazadla [16]. Přesnost a spolehlivost vážení jsou klíčové nejen z provozního, ale i bezpečnostního hlediska, jelikož nesprávně evidovaná hmotnost může ovlivnit logistiku přepravy zavazadel. [22] [32]

- **Počet:** 4 ks (umístěné v rozích pod dopravníkovým pásem)
- **Umístění:** Skryté pod samotnou konstrukcí běžícího pásu uvnitř jednotky
- **Funkce:** Přesné zvážení zavazadla
- **Váživost:** 0 až 150 kg (s rezervou pro přetížení)
- **Přesnost:** $d = 100 \text{ g}$

Detekční a senzorický systém

Detekční a senzorický systém zajišťuje kontrolu správnosti umístění a pohybu zavazadla v rámci jednotky. Tento systém zahrnuje kombinaci různých typů senzorů, například optické závory, infračervené snímače, kamerové moduly nebo 3D skenery. Hlavním prvkem je 3D dimensioning systém, který využívá LiDAR nebo stereoskopické kamery k vytvoření digitálního profilu zavazadla.

Hlavní funkcí těchto prvků je detekce přítomnosti zavazadla, kontrola jeho polohy na pásu a snímání jeho rozměrů. Kamerové systémy mohou zároveň sloužit k identifikaci zavazadlového štítku a kontrole správnosti jeho umístění.

Díky kombinaci těchto technologií je možné minimalizovat chyby při odbavení, zabránit zaseknutí zavazadla a zajistit plynulý průchod celým systémem. Senzorika zároveň hraje důležitou roli v bezpečnostních mechanismech zařízení.

Bezpečnostní světelné závory

Pokud dojde k přerušení paprsku během pohybu pásu (např. někdo strčí ruku za jedoucím kufrem), pás se okamžitě zastaví, slouží jako bezpečnostní prvky. V jednotce jsou 2 páry, vysílač a přijímač, 1. pár je umístěn na vstupu do jednotky (svislé lišty na začátku bočnic), 2. pár je na konci jednotky, kde kufr odjíždí do zázemí letiště. Rozlišovací schopnost je 14 až 30 mm (musí bezpečně zachytit i dětskou ruku/prst). [32]

Velmi tenké podlouhlé profily. Průřez lišty je pouhých (30 x 15) mm, ale výška odpovídá výšce tunelu cca (500 - 600) mm.

3D LiDAR / Profilovací senzory

Vytvoří 3D model zavazadla. Detekuje nadrozměrné kufry, nestandardní tvary (např. batohy s volnými popruhy, které by se mohly zaseknout v dopravníku) a ověřuje, zda kufr neleží na boku nebo nestojí na kolečkách kvůli bezpečnosti. Na jednotku připadají 2 ks těchto senzorů, integrovány do spodní části horního oblouku přímo nad zavazadlovým pásem. Jeden míří kolmo dolů, druhý pod mírným úhlem ve směru podávání kufru. [42]

- **Přesnost měření:** ± 1 cm v osách X, Y, Z.
- **Rozsah skenování:** Pokrytí celého objemu zavazadlového prostoru, typicky (1000 x 600 x 750) mm.
- **Třída laseru:** Class 1 (zcela bezpečné pro lidské oko).
- **Parametry:** (100 x 100 x 85) mm

Čtečka čárových kódů / RFID anténa

Jedná se o multikamerový systém (typicky 4 až 6 kamer), které jsou rozmístěny po vnitřním obvodu oblouku (po stranách a nahoře, namířené na zavazadlový prostor ze všech úhlů). Slouží k automatickému načtení čárového kódu na vytištěném zavazadlovém štítku (bag tagu), bez ohledu na to, jak cestující kufr na pás položil (tzv. 360 ° skenování). [32]

- **Rychlost snímání:** Minimálně 60 fps (snímky za sekundu) pro zachycení kódu i v pohybu.
- **Osvětlení:** Integrovaný pulzní LED přísvit pro eliminaci stínů a odlesků z folie, kterou bývají kufry obalené.

Inteligentní 2D/3D kamery pro detekci živých objektů

Pokročilá videoanalýza rozpozná, zda se na páse nenachází živý objekt (dítě, zvíře) nebo zapomenutý předmět (peněženka, klíče) mimo samotné zavazadlo. [32]

- **Počet:** 1 až 2 ks

- **Umístění:** V horní části oblouku, širokoúhlý pohled dolů na celý prostor pásu.
- **Zorné pole:** Minimálně 120 ° horizontálně.
- **Parametry:** (50 x 50 x 60) mm

Ovládací panel

Ovládací panel představuje hlavní rozhraní mezi uživatelem a samotnou jednotkou. Je tvořen dotykovým displejem (HMI - Human-Machine Interface), který umožňuje interaktivní komunikaci během celého procesu odbavení. Úhlopříčka displeje je kolem 19 palců, bývá nakloněn v úhlu zhruba 20 stupňů pro zajištění optimální ergonomie a eliminaci odlesků [4] a je umístěn v ergonomicky vhodné výšce, aby byl zajištěn komfort cestujícího.

Součástí panelu jsou také další prvky, jako je skener palubní vstupenky, tiskárna zavazadlových štítků, indikátory stavu, čtečky RFID čipů, které výrazně zvyšují úspěšnost sledování zavazadel v logistickém řetězci [19] a nouzové tlačítko stop.

Moderní systémy minimalizují počet fyzických tlačítek a většinu funkcí integrují přímo do softwarového rozhraní. To přispívá nejen k estetické čistotě zařízení, ale také ke snazší údržbě a vyšší odolnosti vůči poškození.

Dotykový displej

V displeji se používá stejná technologie doteku jako u smartphonů, tedy PCAP, podporuje multi-touch a má funkci palm rejection tzv. ignorování opřené dlaně. Dále je displej opatřen anti-glare vrstvou - matná proti odleskům letištních zářivek, anti-fingerprint / oleofobní vrstva pro minimalizaci otisků prstů a antimikrobiální vrstva, která je klíčová pro hygienu na letištích. Svítivost displeje se pohybuje v rozmezí 400 až 500 nitů (cd/m^2), aby byl displej perfektně čitelný i pod přímým umělým osvětlením terminálu. Sklo má tloušťku min 4 mm a certifikaci odolnosti proti nárazu IK08 až IK10 (vandal vzdorné) a čelní krytí IP65 (odolné proti stříkající vodě při čištění).

Integrovaná kamera pro rozpoznávání osob

Tato kamera slouží pro bezkontaktní, kdy systém spáruje obličej s pasem a letenkou. Využívá biometrické kamery, ta kombinuje klasickou barevnou kameru a infračervený hloubkový senzor). Kamera je uložena v horní hraně nad displejem, využívá rozlišení full HD nebo 4K pro precizní detekci obličejových rysů a autofokus a auto-tracking, kamera se softwarově nebo hardwarově přizpůsobí výšce cestujícího.

Čtečka QR kódů

Slouží ke skenování palubních lístků (z mobilu nebo papírových) a pasů na začátku procesu. Skener je integrován ve sloupku pod displejem, namířen směrem k cestujícímu pro pohodlné načtení.

Platební terminál

Letiště vyžadují platby na místě za nadváhu zavazadla nebo dodatečné služby. Kiosek používá modulární bezkontaktní OEM řešení. Skládá se ze dvou částí, bezkontaktní čtečky (NFC) umístěné přímo pod krycím sklem, cestující jen přiloží kartu / mobil / hodinky k vyznačenému místu. Dále PCI-compliant PIN Pad pro zadání bezpečnostního PINu se používá se certifikované zadávání přímo na hlavní dotykovou obrazovku.

Tiskárna zavazadlových štítků

Klíčový mechanický prvek, tiskárna generuje dlouhé samolepicí lístky, které si cestující lepí na ucho kufru. Tiskárna je uložena uvnitř ovládacího panelu, přístupná je přes boční servisní dvířka. Šířka polepu je standardně 55 mm.

Řídicí elektronika

Řídicí systém zajišťuje koordinaci všech funkčních částí jednotky a komunikaci s letištními odbavovacími systémy.

Napájení

Napájecí část zajišťuje stabilní provoz všech elektrických a elektronických komponent, napájení z letištní elektrické sítě, rozvod energie uvnitř jednotky a jištění a ochranu proti přepětí.

2.2.5 Normy

Samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel představují komplexní technická zařízení určená pro provoz ve veřejném prostoru letišť. Z tohoto důvodu podléhají celé řadě technických norem, bezpečnostních předpisů a provozních omezení, které je nutné respektovat již ve fázi návrhu.

Základním pilířem pro elektrickou bezpečnost strojních zařízení je norma ČSN EN 60204- 1 - Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů, která definuje všeobecné požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem, požadavky na řídicí obvody a ochranu krytem, což je nezbytné pro komponenty jako jsou motory dopravníků a napájecí zdroje kiosků [23]. Dále je zásadní norma ČSN EN ISO 12100 - Bezpečnost strojních zařízení - Obecné zásady pro konstrukci, která definuje principy posuzování rizik a jejich eliminace v konstrukční fázi. [26]

Kritickou oblastí je systém nouzového zastavení, který musí odpovídat normě ČSN EN ISO 13850 - Nouzové zastavení. Tato norma striktně určuje, že ovladač nouzového zastavení (EMERGENCY STOP) musí být červené barvy na žlutém podkladu a jeho funkce musí být nadřazena všem ostatním provozním režimům jednotky [24]. V případě detekce vniknutí cizího objektu do prostoru dopravníku (např. pomocí optických závor) musí dojít k okamžitému přerušení pohybu v souladu s kategoriemi zastavení definovanými v této normě.

Z hlediska bezpečnosti kontinuálních manipulačních zařízení se uplatňuje norma ČSN EN 619 + A1, která specificky řeší bezpečnost pásových dopravníků a ochranu proti zachycení osob pohyblivými částmi [27].

Z hlediska ergonomie a přístupnosti pro osoby se sníženou mobilitou se uplatňuje evropská norma ČSN EN 301 549, která stanovuje požadavky na přístupnost produktů a služeb ICT. Tato norma určuje například maximální a minimální výšky interaktivních prvků (displej, skener, platební terminál), aby byly dosažitelné i pro vozíčkáře, což koresponduje s certifikací ADA Compliant. Z hlediska ergonomie a přístupnosti je nutné zohlednit normy pro bezbariérové užívání, například doporučení vycházející z ČSN EN ISO 9241 - Ergonomie interakce člověk - systém. Ty určují vhodné umístění displejů, ovládacích prvků a dosahové zóny tak, aby zařízení mohly pohodlně používat osoby různých výšek i uživatelé se sníženou pohyblivostí. [28]

Specifickou oblast představují normy pro dopravníkové systémy, například ČSN EN 619 - Kontinuální manipulační zařízení a systémy, které řeší bezpečnost pásových dopravníků, ochranu proti zachycení, nouzové vypínání a konstrukční zásady pro manipulaci s materiálem. Tyto požadavky jsou zásadní zejména pro návrh pásové části SBD jednotky.

V neposlední řadě je nutné respektovat požadavky na požární bezpečnost, elektromagnetickou kompatibilitu a kybernetickou bezpečnost, zejména s ohledem na napojení jednotky na letištní IT infrastrukturu a odbavovací systémy.

Bezpečnostní skenování zavazadel a analýza jejich rozměrů pomocí laserových nebo infračervených senzorů musí splňovat normu ČSN EN 60825-1, která klasifikuje laserová zařízení a definuje bezpečnostní opatření pro ochranu zraku cestujících [25].

Další významnou skupinu tvoří předpisy související s letištní infrastrukturou a bezpečností zavazadel. SBD jednotky musí být kompatibilní se standardy IATA (International Air Transport Association) a ICAO (International Civil Aviation Organization), které definují pravidla pro odbavení zavazadel, jejich identifikaci, maximální rozměry a hmotnosti, stejně jako bezpečnostní kontrolní procesy.

Z výše uvedeného vyplývá, že návrh SBD jednotky není pouze otázkou technického řešení, ale také důsledného splnění širokého spektra norem a předpisů. Tyto požadavky zásadně ovlivňují konstrukci zařízení, jeho ovládání, bezpečnostní prvky i celkovou integraci do prostředí letištního terminálu.

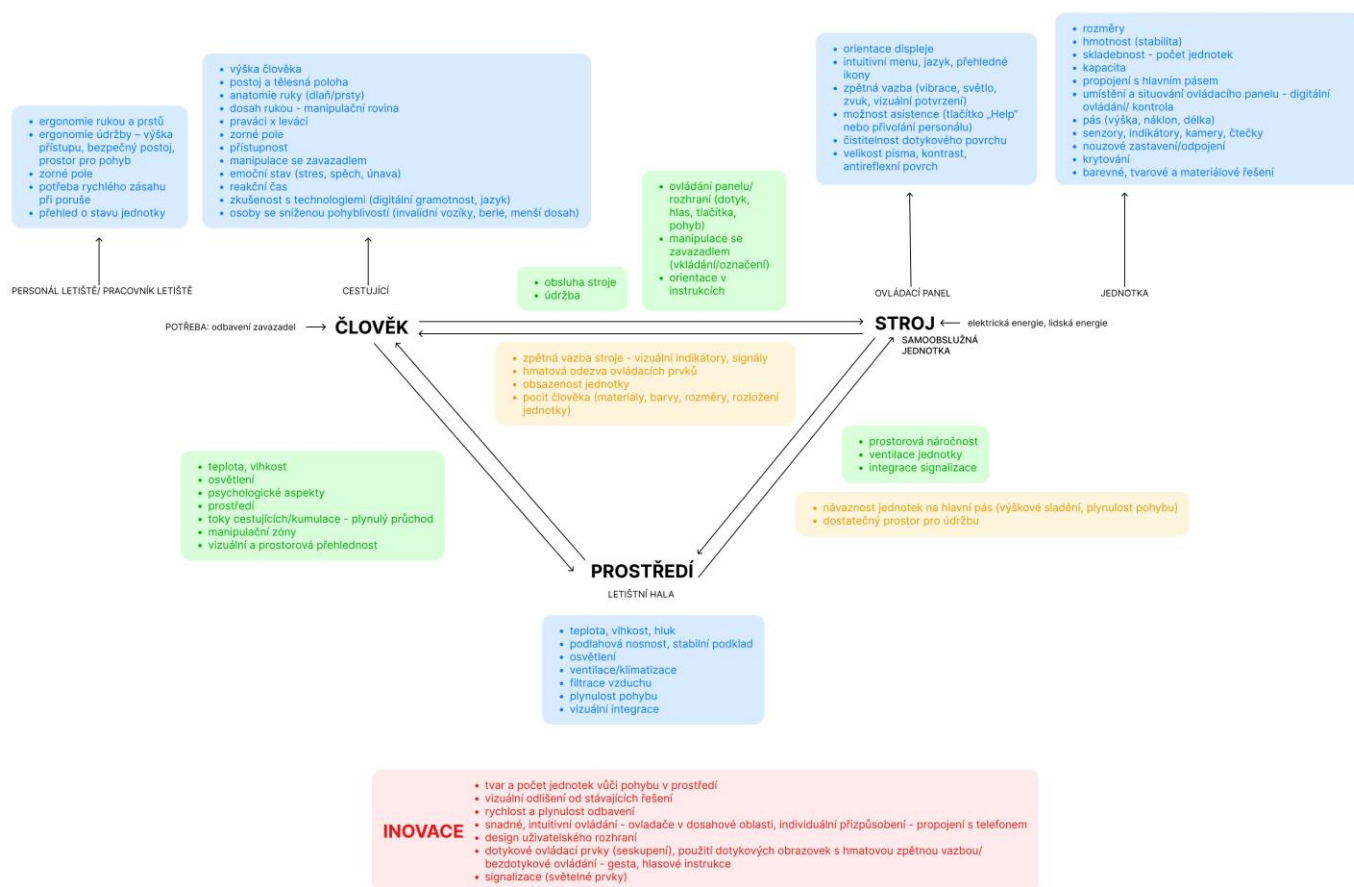
2.2.6 Ergonomie

Z hlediska ergonomie bylo klíčové řešení interakce mezi uživatelem a samoobslužnou jednotkou pro odbavení zavazadel. Návrh je potřeba zaměřit především na zajištění plynulého a bezkolizního provozu v prostředí letištní haly, kde se pohybuje velké množství cestujících s různými typy zavazadel. Je nutné respektovat minimální manipulační a průchodové prostory, které umožňují pohodlný pohyb osob i bezpečné používání zařízení bez vzniku kolizních situací.

Důležitým aspektem je ergonomie samotného odbavovacího procesu, tedy ukládání zavazadla na pás, manipulace s ním a interakce s ovládacími prvky. Výška pásu, sklon a umístění dotykového displeje i ostatních prvků je třeba navrhnout s ohledem na antropometrická data tak, aby zařízení mohly komfortně používat osoby různých výšek i uživatelé se sníženou pohyblivostí. Zároveň byl kladen důraz na minimalizaci fyzické námahy při manipulaci se zavazadly.

Neméně důležitým faktorem byla psychická pohoda uživatele. Intuitivní uspořádání ovládacích prvků, jasná vizuální navigace a přehledné rozhraní přispívají ke snížení stresu, který je v prostředí letiště běžný. Ergonomické řešení tak podporuje nejen efektivitu odbavení, ale i celkový uživatelský komfort.

Základní vztahy mezi uživatelem, SBD jednotkou a okolním prostředím jsou shrnuty v ergoschématu (viz Obr. 2-15), které znázorňuje prostorové, funkční a provozní vazby celého systému.



Obr. 2-15 Ergoschéma

2.2.7 Uživatelská analýza

Pro hlubší pochopení problematiky samoobslužných jednotek byl v rámci této práce realizován dotazníkový průzkum a zároveň byly provedeny polostrukturované rozhovory s cestujícími, kteří mají s těmito zařízeními přímou zkušenost. Cílem bylo získat relevantní informace z reálného provozu, zejména z pohledu uživatelského komfortu, intuitivnosti ovládání a identifikace problémových situací při odbavení zavazadel.

Dotazník byl zaměřen na frekvenci využívání SBD jednotek, srozumitelnost procesu odbavení, vnímanou rychlost a spolehlivost systému, ale také na případné komplikace, se kterými se uživatelé setkali. Rozhovory byly zvoleny jako vhodná metoda pro hlubší pochopení konkrétních zkušeností a umožnily flexibilně reagovat na odpovědi respondentů a dále je rozvíjet. Se souhlasem respondentů byly rozhovory zaznamenány a následně analyzovány, přičemž v této kapitole jsou shrnuta nejdůležitější zjištění.

Zkušenosti respondentů

Z výsledků vyplynulo, že většina respondentů se se samoobslužnými jednotkami setkala, především na větších mezinárodních letištích. Zkušenosti uživatelů se liší v závislosti na míře jejich obeznámenosti s technologií, zatímco cestující s větší frekvencí cestování hodnotí systém jako rychlý a efektivní, méně zkušené uživatelé mohou pociťovat nejistotu při prvním použití.

Pozitivně byla hodnocena především rychlost odbavení a možnost vyhnout se čekání u klasických přepážek. Uživatelé oceňovali také jednoduchost základních kroků, jako je načení palubní vstupenky či automatický tisk zavazadlového štítku.

Naopak mezi nejčastější problémy patřila nejasnost v některých krocích procesu, zejména při správném umístění zavazadla na pás, aplikaci štítku nebo při přiřazení zavazadla ke konkrétní jednotce v případě více paralelních stanovišť. Někteří respondenti také zmínili nedostatečnou vizuální navigaci nebo chybějící zpětnou vazbu systému v průběhu odbavení.

Z hlediska ergonomie uživatelé poukazovali na rozdíl v komfortu manipulace se zavazadly v závislosti na výšce pásu a dostupném prostoru kolem jednotky. Problematické situace vznikaly zejména při odbavení větších nebo těžších zavazadel, kdy bylo nutné vynaložit větší fyzickou námahu.

Získané poznatky poskytly důležitý podklad pro návrh samotné jednotky, zejména v oblasti optimalizace uživatelského rozhraní, zlepšení orientace v procesu odbavení a návrhu manipulačního prostoru.

2.3 Shrnutí hlavních zjištění

Současný trh se samoobslužnými jednotkami pro odbavení zavazadel nabízí široké spektrum řešení, která se však v mnoha ohledech shodují. Z hlediska rozměrů se většina jednotek pohybuje v podobných hodnotách, které odpovídají požadavkům na integraci do letištních hal a návaznost na dopravníkové systémy. Typicky se jedná o kompaktní zařízení s důrazem na minimalizaci půdorysné plochy při zachování dostatečného manipulačního prostoru pro zavazadla.

Hmotnost jednotek se může výrazně lišit v závislosti na konstrukčním řešení, použitých materiálech a integrovaných technologiích. Zásadní vliv má zejména pásový dopravník, vážicí mechanismus a celková robustnost nosné konstrukce. Tyto faktory zároveň ovlivňují stabilitu zařízení, která je klíčová z hlediska bezpečného provozu.

Významným prvkem je řešení manipulační části pro zavazadla. Byly identifikovány různé přístupy k tvarování vstupního prostoru a pásu, od plně uzavřených kompaktních řešení po otevřenější varianty, které zlepšují přístupnost. Každé řešení má své výhody i nevýhody, zejména z hlediska ergonomie, bezpečnosti a nároků na prostor.

Je patrná snaha o minimalizaci fyzických ovládacích prvků. Ovládání je řešeno prostřednictvím dotykového displeje, který spojuje celý proces odbavení. Ten bývá doplněn o základní signalizační prvky, jako jsou LED indikátory, světelné navádění nebo nouzové STOP tlačítko. Důraz je kladen na intuitivnost ovládání a jasnou komunikaci s uživatelem.

Z hlediska designu se často objevuje kombinace neutrálních barev, jako je bílá, šedá či černá, doplněná výraznější akcentní barvou pro navigaci uživatele. Některé jednotky využívají světelnou signalizaci nejen funkčně, ale i jako vizuální prvek podporující orientaci a identitu zařízení.

Velmi přínosné byly poznatky získané z uživatelské analýzy. Ukazuje se, že ačkoliv jsou SBD jednotky technologicky vyspělé, jejich používání nemusí být vždy intuitivní a mohou působit nepřístupně, zejména pro méně zkušené cestující. Problematické jsou především situace spojené s manipulací se zavazadlem, orientací mezi více jednotkami nebo nejasnou zpětnou vazbou systému.

Z provozního hlediska je důležité řešit také údržbu a servis. Konstrukce by měla umožňovat snadný přístup k často servisovaným komponentům, jako jsou tiskárny, senzory nebo pohonné části pásu. Problematické mohou být špatně přístupné prostory, kde se hromadí nečistoty, nebo složitě demontovatelné kryty.

Celkově lze konstatovat, že návrh SBD jednotky musí vyvažovat technické, ergonomické a provozní požadavky. Důraz by měl být kladen nejen na funkčnost a spolehlivost, ale také na uživatelskou přívětivost, snadnou údržbu a efektivní integraci do prostředí letištní infrastruktury.

2.4 Identifikace novosti a příležitostí

Po důkladné analýze současných řešení samoobslužného odbavení zavazadel na letištích byly identifikovány nedostatky, které zároveň představují příležitosti pro další vývoj a optimalizaci těchto systémů. Samoobslužné jednotky umožňují cestujícím odbavit své zavazadlo bez přímé asistence personálu, avšak provoz a použitelnost těchto zařízení stále čelí několika výzvám.

První příležitostí je zlepšení správy připojení a fyzické integrace periferií (např. tiskáren štítků, čteček čárových kódů a dopravníkových systémů), které jsou často součástí samoobslužných systémů. Nesprávné uspořádání či složité zapojování těchto komponent může zvyšovat dobu obsluhy a zvyšovat riziko poruch či poškození zařízení. Tato problematika je relevantní ve více letištních aplikacích, kde cestující pracují s více mechanickými a elektronickými prvky najednou, např. skenování palubního lístku, tisk zavazadlového štítku a umístění zavazadla na dopravník.

Další příležitostí je ergonomie a jednoduchost designu a uživatelského rozhraní. Minimalistický a přehledný design může nejen zrychlit orientaci cestujících, ale také usnadnit údržbu a čištění zařízení. Zlepšené rozmístění komponent, s možností snadného přístupu k těžko dosažitelným částem (např. mechanismům vážení nebo válečkovým dopravníkům), může snížit servisní náklady a dobu provozních odstávek.

Třetí výzvou je řešení běžných provozních poruch a chyb, jako jsou problémy s tiskem štítků nebo systémové chyby během procesu odbavení. Podle analýz běžně dochází k výpadkům softwaru či problémům s konektivitou, které mohou způsobit zdržení cestujících a přetížení alternativních přepážek.

Jednou z posledních a zásadních příležitostí je optimalizace prostoru, výškových rozměrů a celkové siluety SBD jednotky. Snížení profilu ovládacího panelu a detekčních rámců, při zachování ergonomických standardů a dohledových úhlů kamer, povede ke zvětšení zorného pole v odletové hale. Kompaktní a nízko profilový design usnadňuje vizuální kontrolu prostoru, zlepšuje plynulost toků cestujících a snižuje psychologickou bariéru, kterou mohou robustní zařízení u méně zkušených uživatelů vyvolávat.

3 CÍLE PRÁCE

Kapitola je věnována definici cílů práce, které vyplynuly z informací získaných rešerší. Díky analýze byly objeveny jak problémy vznikající při užívání samoobslužné jednotky, tak i příležitosti pro zlepšení.

3.1 Vymezení problému

Na úvod této kapitoly je třeba vymezit základní charakteristiku produktu, popsat cílového zákazníka a koncového uživatele, dále stručně definovat tržní prostředí, cenové faktory a technologické aspekty výroby a provozu. Podstatná část kapitoly se rovněž zaměřuje na identifikaci problémů spojených s aktuálním stavem samoobslužného odbavení zavazadel, a to jak z pohledu provozovatelů letišť, tak cestujících. Na základě těchto problémů jsou stanoveny dílčí cíle, které reflektují současné trendy v oblasti automatizace letecké dopravy a specifikují širší, globální cíle návrhu designu jednotky.

3.1.1 Identifikace problému

S rostoucím počtem cestujících a složitějšími operacemi se letiště po celém světě obrací k pokročilým technologiím, které zlepšují efektivitu, bezpečnost a zkušenost cestujících. Klíčovými jsou samoobslužné technologie, biometrie, pokročilé bezpečnostní systémy a jejich aplikace v samoobslužných jednotkách.

Jeden z hlavních problémů návrhu samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel spočívá v omezených prostorových možnostech odbavovacích hal a s tím souvisejících nárocích na ergonomii a efektivní uspořádání jednotlivých funkčních zón. Jednotka musí být navržena tak, aby umožňovala plynulý pohyb cestujících i obsluhy v prostředí s vysokou koncentrací lidí a zároveň nebránila provoznímu toku. Vzhledem k tomu, že cestující často manipulují s objemnými kufry, je nutné přizpůsobit výšku, šířku a polohu pracovních ploch tak, aby jejich používání bylo intuitivní a fyzicky nenáročné pro osoby různého věku, výšky či fyzických schopností.

Dalším významným aspektem je vnímání bezpečnosti a důvěry uživatele při kontaktu se zařízením. Pro řadu cestujících může být první zkušenost se samoobslužným odbavením spojena s nejistotou nebo obavami z chybného zadání údajů či nesprávné manipulace se zavazadlem. Je proto nezbytné, aby prostor i vizuální rozhraní jednotky působily přehledně, srozumitelně a podporovaly pocit kontroly nad celým procesem. K tomu patří nejen uživatelské rozhraní, které musí cestující efektivně provádět celým procesem odbavení, ale i samotné rozvržení stroje. Komunikace prostřednictvím obrazovky, světelných indikátorů nebo akustických signálů musí být jasná a konzistentní, aby nedocházelo ke zmatkům či zdržení. Intuitivní design podporuje rychlejší odbavení, snižuje stres cestujících a eliminuje potřebu neustálé asistence personálu, což přináší letištím i cestujícím větší efektivitu a pohodlí.

Z estetického hlediska je vhodné, aby jednotka vizuálně zapadala do prostoru odbavovací haly a zároveň byla dostatečně výrazná, aby ji cestující snadno identifikovali. Vzhled zařízení by měl reflektovat hodnoty moderního a technologicky vyspělého letiště, avšak vyhýbat se příliš chladnému, anonymnímu dojmu, který by mohl působit odtažitě nebo stresujícím dojmem. Z hlediska designu je žádoucí nalézt rovnováhu mezi funkčností, jednoduchostí a estetikou, která podpoří důvěru i komfort uživatele.

Samoobslužné jednotky jsou na vysoké úrovni, a i přes zmíněné výzvy jsou stále více nasazovány, protože mohou výrazně přispět ke zlepšení provozní efektivity letišť, zejména pokud se problémy postupně řeší a systémy se zlepšují. Samoobslužné jednotky umožňují letištím snížit přetížení, zrychlit proces odbavení a cestující nejsou odkázáni na provozní dobu přepážek s obsluhou.

V rámci této podkapitoly byla proto zpracována přehledová tabulka cílů (C), omezení (O), funkcí (F) a prostředků (P), která detailněji specifikuje základní atributy vztahující se k návrhu samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel.

Charakteristika	C	O	F	P
Skladebnost konstrukce jednotky	✓		✓	
Moduly pro různé konfigurace letišť				✓
Půdorysné rozměry	✓	✓		
Snížená výška pásu pro naložení zavazadla	✓			
Bezpečnost při manipulaci se zavazadly	✓		✓	
Minimalizace doby odbavení cestujícího	✓	✓		
Design respektující vnitřní komponenty	✓	✓		

Údržba, hygiena	✓	✓
Odolnost vůči opotřebení a vandalismu	✓	✓
Snadná údržba a přístup k servisním částem	✓	✓
Kovové opláštění, povrchová úprava		✓
Intuitivní přístup uživatele (UX/UI)	✓	✓
Viditelnost a čitelnost displeje	✓	✓
Možnost provozu 24/7 bez asistence personálu		✓
Ovládací panel v dosahu všech uživatelů	✓	✓
Vizuální identita a estetická jednotnost	✓	
Manipulační zóna pro cestující	✓	✓
Integrace do existující infrastruktury letiště		✓
Optimalizace pracovního prostoru kolem zařízení	✓	✓
Splnění bezpečnostních a IATA standardů		✓
Přístupnost pro osoby s omezenou pohyblivostí	✓	✓
Nízký práh pro umístění zavazadla		✓
Kompatibilita s letištním BHS systémem		✓

Tab. 3-1 Vymezení atributů

3.1.2 Název produktu a jeho klasifikace

Samoobslužná jednotka pro odbavení zavazadel představuje technologické zařízení určené pro automatizovaný proces odbavení zavazadel cestujících na letištích. Je součástí širšího systému samoobslužného odbavení a umožňuje cestujícím samostatně provést registraci zavazadla bez asistence letištního personálu.

Z hlediska typologie produktu se jedná o investiční technické zařízení určené pro opakované použití v provozním prostředí letišť (infrastruktury letecké dopravy). Svou povahou spadá mezi produkty B2B charakteru, jejichž hlavním zákazníkem je provozovatel letiště nebo letecká společnost. Funkčně představuje kombinaci informačního, mechanického a softwarového systému, který propojuje prvky průmyslového designu, ergonomie a interakce člověk - stroj. SBD jednotka je tedy komplexním technologickým zařízením.

3.1.3 Specifikace zákazníka

V zadání diplomové práce není konkrétní zákazník explicitně specifikován. Na základě provedené analýzy trhu a charakteru navrhovaného zařízení je proto zákazník definován jako fiktivní společnost působící v oblasti vývoje a výroby letištních technologií. Tato společnost se specializuje na automatizované odbavovací systémy a zařízení určená pro provoz v prostředí letištních terminálů, zejména na samoobslužné kiosky, systémy pro odbavení cestujících a manipulaci se zavazadly.

Portfolio takové společnosti by zahrnovalo například samoobslužné check-in kiosky, automatické systémy pro odbavení zavazadel, bezpečnostní kontrolní zařízení a související softwarová řešení. Jednalo by se o společnosti jako Daifuku, Amadeus, Materna IPS, apod.

Zákazník si uvědomuje, že současný trh se samoobslužnými odbavovacími systémy je silně ovlivněn tlakem na zvyšování kapacity letišť, zrychlení odbavovacího procesu a snižování nároků na obslužný personál. Současně je kladen důraz na uživatelskou přívětivost, provozní spolehlivost, bezpečnost a snadnou integraci zařízení do stávající letištní infrastruktury a informačních systémů.

3.1.4 Specifikace spotřebitele

Spotřebitele, kteří budou zařízení využívat, lze rozdělit do dvou základních kategorií, jejichž vztah k produktu a způsob interakce se odlišují.

Primárním spotřebitelem je provozovatel letiště nebo letecká společnost, která jednotku vlastní a spravuje. Pro tuto skupinu je zásadní, aby produkt umožňoval efektivní provoz s minimální potřebou údržby a vysokou provozní spolehlivostí. Usilují o zlepšení uživatelského komfortu a snížení provozních nákladů spojených s personálem. Jejich rozhodování je ovlivněno kapacitou letiště, počtem odbavených cestujících a možnostmi integrace nového zařízení do stávající infrastruktury. Důležitá je škálovatelnost systému, která umožňuje přizpůsobení konkrétním prostorovým a provozním podmínkám letiště, a aktualizace softwaru. Primární spotřebitel hodnotí především ekonomické a provozní parametry zařízení.

Cena a ekonomické výhody, které jednotka přináší jsou pro zákazníka rozhodující, neméně důležité jsou parametry a specifikace přístroje. Prvotní investice je nákladná, je pro ně tedy zásadní zvážit, zda se jim vklad vyplatí. Požadavky leteckých společností na zavazadla (např. hmotnostní limity, velikosti zavazadel, poplatky) jsou často odlišné, je tedy třeba, aby byl přístroj flexibilní a schopen se přizpůsobit různým požadavkům a pravidlům dané společnosti.

Sekundárním spotřebitelem je cestující, který samoobslužnou jednotku používá v rámci procesu odbavení. Pro něj je klíčová rychlost, srozumitelnost a plynulost celého procesu. Design zařízení by měl být intuitivní, přehledný a přístupný pro široké spektrum uživatelů včetně osob se sníženou pohyblivostí. Vizuální rozhraní musí být jasně strukturované, jazykově variabilní s logickým postupem kroků a přizpůsobené prostředí s vysokým provozním zatížením a časovým tlakem. Cestující očekává, že zařízení bude reagovat bez prodlev, bude srozumitelně komunikovat jednotlivé kroky a nabídne mu pocit jistoty a kontroly nad procesem.

Design samoobslužné jednotky tak zásadně ovlivňuje nejen efektivitu odbavení, ale i celkový dojem z letiště a spokojenost cestujících. Pokud je rozhraní nejasné, příliš technické nebo fyzicky nepohodlné, dochází k prodloužení doby odbavení a nutnosti zásahu personálu, čímž se ztrácí hlavní výhoda automatizace.

3.1.5 Specifikace možného trhu, ceny a použitých výrobních technologií

Z hlediska lokalizace trhu lze uvažovat především o regionu Evropy, kde je poptávka po modernizaci letištní infrastruktury a zavádění samoobslužných technologií dlouhodobě rostoucí. Samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel jsou v současnosti standardem na velkých mezinárodních letištích, avšak jejich rozšíření do střední a východní Evropy probíhá postupně. Tento region proto představuje perspektivní trh, který kombinuje tlak na zvyšování efektivity provozu a zlepšování uživatelské zkušenosti cestujících. Významným impulsem pro rozvoj trhu je také podpora digitalizace a automatizace v rámci evropských iniciativ zaměřených na chytrou mobilitu.

Primárními odběrateli by byla především letiště v Evropě, která usilují o modernizaci odbavovacích hal a o zavedení nových technologií zvyšujících propustnost. V České republice, na Slovensku, v Polsku či Rakousku existuje řada letišť, která disponují dostatečnou kapacitou cestujících, aby implementace SBD systémů byla ekonomicky opodstatněná. Sekundární trh by mohl tvořit segment menších regionálních letišť nebo charterových terminálů, které hledají cenově dostupnější a prostorově úsporná řešení. Dá se uvažovat i o celosvětovém trhu. [30] [36]

Z hlediska ceny je výroba a implementace jednotky závislá na technologické úrovni, míře automatizace a počtu vyrobených kusů. Při porovnání se současnými produkty dostupnými na trhu, jejichž ceny se pohybují zhruba v rozmezí od 40 000 do 100 000 eur za kus, lze předpokládat, že návrh nové jednotky s důrazem na ergonomii a uživatelskou přívětivost by se pohyboval v podobné cenové kategorii. Do výsledné ceny je nutné započítat také implementační a integrační náklady, zahrnující propojení se systémem pro správu letu, pásy a bezpečnostní kontrolou. Celková investice se tak v praxi odvíjí nejen od ceny samotného zařízení, ale i od rozsahu přizpůsobení konkrétnímu letišti.

Z hlediska výroby by se uvažovalo o kombinaci malosériové a zakázkové výroby. Vzhledem k tomu, že se jedná o zařízení, s nímž pracují běžní cestující, je kladen důraz na bezpečnostní a ergonomické normy, hygienu a odolnost.

Použité výrobní technologie by se zaměřovaly především na přesné zpracování kovových a kompozitních prvků a na integraci elektronických systémů. Nosná konstrukce jednotky vychází z ocelového rámu, který zaručuje dostatečnou pevnost a stabilitu při provozní zátěži. Využívá profily a plechy zpracovány do požadovaných tvarů. Vnější opláštění je řešeno z ABS plastu či kompozitu, kdy tvaru je docíleno pomocí vakuového lisování nebo vstřikování do forem.

Samostatnou kapitolu představuje vývoj softwarového rozhraní a interaktivních prvků, které tvoří zásadní součást výsledného uživatelského zážitku. Důraz na kvalitu zpracování, ergonomii a použitelnost je v případě zařízení určených pro veřejný prostor klíčový.

3.2 Cíle vývoje

Hlavním cílem diplomové práce je návrh samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel určené do prostředí letišť, s důrazem na ergonomii, intuitivní ovládání a estetickou integraci do interiéru letištních hal. Návrh by měl vycházet z principů uživatelsky orientovaného designu a zohledňovat provozní specifika letištního prostředí, která kladou vysoké nároky na bezpečnost, efektivitu i prostorovou úspornost. Součástí hlavního cíle je také vytvoření vizuálně kompaktního systému, který propojuje všechny funkční komponenty do jednotného celku, přičemž zachovává snadnou údržbu, vysokou spolehlivost a uživatelskou přívětivost.

Dílčí cíle práce lze vymezit následovně:

- navrhnout ergonomicky optimalizovanou výšku pásové části, která zajistí komfortní manipulaci se zavazadly pro uživatele různých tělesných proporcí,
- minimalizovat půdorysnou stopu uspořádání zařízení tak, aby bylo možné jednotku efektivně integrovat do různě velkých odbavovacích prostor,
- zajistit snadnou přístupnost a dostatečný prostor pro manipulaci se zavazadly i pro případnou obsluhu,
- zohlednit materiálové a povrchové řešení opláštění s ohledem na odolnost a snadnou údržbu,
- vytvořit vizuálně kultivované tvarosloví, které podpoří přehlednost a důvěryhodnost zařízení,

- navrhnout světelnou a informační signalizaci, která intuitivně vede uživatele jednotlivými kroky odbavení,
- navrhnout skladebnost systému jednotek, umožňující variabilní uspořádání podle prostorových a provozních požadavků jednotlivých letišť.

4 KONCEPČNÍ NÁVRH

V této kapitole budou představeny variantní řešení samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel, která vznikla na základě poznatků z designérské, technické a uživatelské analýzy. Klíčovou roli při formování základního směru návrhu hrálo definování dílčích cílů uvedených v předchozí kapitole. Na jejich základě byla zpracována analýza návrhových požadavků a identifikována omezení, která významně ovlivňují výslednou podobu zařízení. Jednotlivé varianty jsou následně vzájemně porovnány a objektivně vyhodnoceny s cílem vybrat nejvhodnější řešení, případně kombinaci jejich přínosných prvků, ze které vychází finální návrh samoobslužné jednotky.

4.1 Analýza cílů a specifikace omezení

Cíle a omezení uvedené v předchozí kapitole byly analyzovány z hlediska jejich významnosti a jejich vlivu na celkový návrh samoobslužné jednotky. Zohledněny byly širší souvislosti a provozní vztahy v rámci letištní infrastruktury, které mohou výslednou podobu zařízení zásadně ovlivnit. Jak je patrné ze schématu zpracovaného formou Stromu cílů (viz Obr. 4-1), jednotlivé faktory byly rozděleny do tří hlavních kategorií: funkčnost, design a konstrukce a ergonomie.

SAMOOBSLUŽNÁ JEDNOTKA PRO ODBAVENÍ ZAVAZADEL

FUNKČNOST

- **Proces identifikace**
 - Integrace čtečky boarding passu
- **Automatizace štítkování a vážení**
 - Kombinace vážicího systému a tiskárny pro štítky
- **Možnost plateb na místě**
 - Integrace platebního terminálu
- **Zpětná vazba a asistence**
 - Vizuální a zvuková signalizace chyb, přivolání asistence
- **Technologická integrace**
 - Napojení na letištní systémy
- **Bezpečnost a kontrola**
 - Senzory pro detekci pohybu kufru

DESIGN A KONSTRUKCE

- **Variabilita**
 - Konfigurace podle letiště
- **Konstrukční řešení**
 - Samonosná ocelová nebo hliníková kostra
 - Opláštění z odolných materiálů
- **Designová identita**
 - Vzhled s návazností na ostatní letištní vybavení
 - Přizpůsobení barev a grafiky
 - Světelné indikátory
- **Údržba a servis**
 - Přístupné servisní dvířka, snadná výměna dílů
- **Technická realizovatelnost**
 - Výroba

ERGONOMIE

- Přístup k ovládacím prvkům**
 - Optimalizace výšky displeje
 - Umístění skeneru, tiskárny a terminálu
 - Dotykové a hmatové ovládací prvky
 - Nastavitelné prvky ovládacího panelu
 - Bezpečnostní tlačítko pro nouzové zastavení
 - Pohodlné ovládání
 - Zpětná vazba stroje (indikátory)
- Manipulace se zavazadlem**
 - Optimalizace výšky pásu
- Zorné a dosahové zóny**
 - Zajištění čitelnosti a dostupnosti ovládacích prvků
 - Čitelnost displeje
 - Viditelnost na pracovní plochu
 - Optimální pracovní výška
- Přístupnost**
 - Implementace "Accessible mode" (větší texty, hlasové instrukce)
- Prostorové uspořádání**
 - Definování manipulační zóny pro cestujícího (min. 1,2 × 1,5 m)
 - Obchůzný prostor
 - Přístup k servisním prvkům

Obr. 4-1 Strom cílů

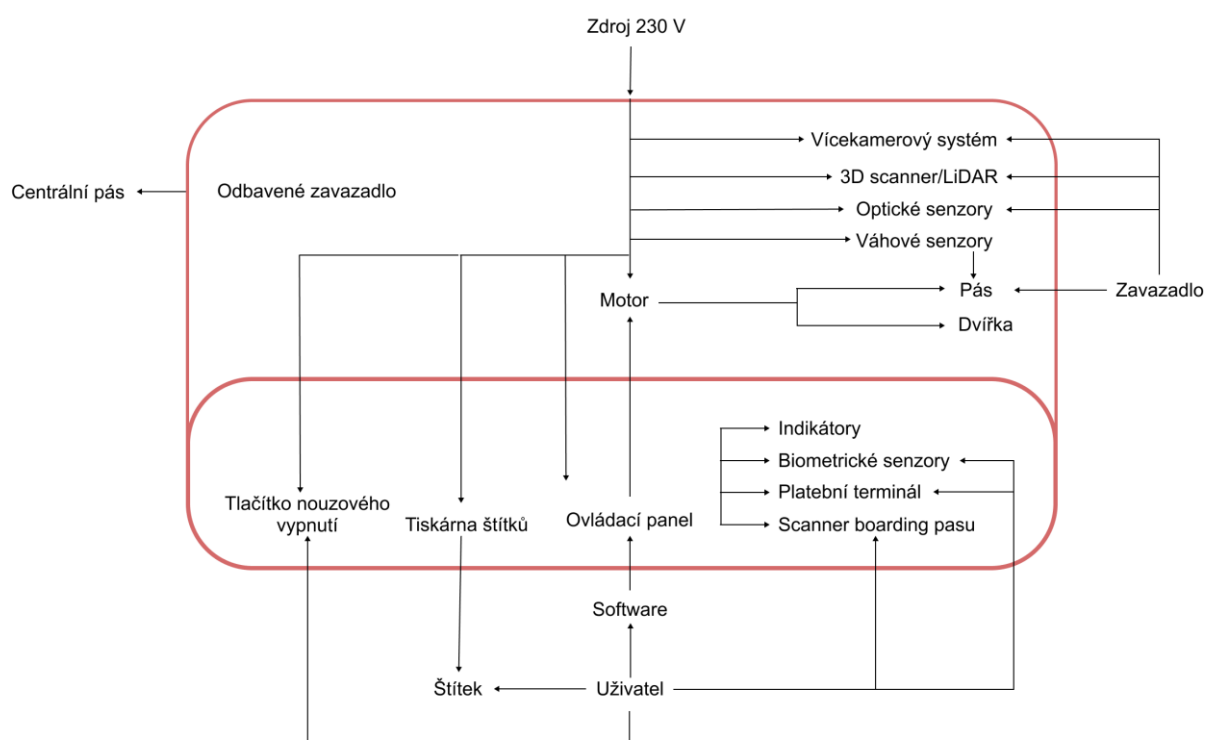
V rámci těchto kategorií byly detailně rozpracovány klíčové oblasti zájmu s ohledem na jejich dopad na návrh jednotky a jejich prioritu při rozhodování. Analýza tak poskytuje základní rámec pro následné koncepční návrhy a umožňuje lépe porozumět tomu, jaké prvky mají být upřednostněny či dále rozvíjeny.

4.2 Technická analýza

Byly zanalyzovány klíčové technické prvky jednotky, zejména s cílem zachytit jejich vzájemné vazby a provozní návaznosti. Jejich význam spočívá především v tom, že jednotlivé komponenty tvoří jeden funkční celek, který zajišťuje plynulý průběh odbavení zavazadel, od načtení cestovních údajů až po přesun zavazadla na hlavní dopravní systém letiště.

V rámci schématického přehledu byly jednotlivé komponenty rozmístěny s ohledem na jejich funkci a umístění vně či uvnitř konstrukčního celku jednotky. Dále byly zaneseny základní vstupy a výstupy systému, jako je napojení na letištní IT infrastrukturu, napájení elektrickou energií, datová komunikace či vazby na pásový systém. Součástí analýzy je také znázornění technologických rozhraní, například napojení na systém detekce nebezpečných předmětů.

Na základě těchto požadavků bylo vytvořeno schéma technické funkční struktury zařízení, tzv. glassbox (viz Obr. 4-2), které zachycuje všechny zásadní provozní a technologické vazby a tvoří výchozí rámec pro návrh výsledné koncepce jednotky.



Obr. 4-2 Glassbox

Při návrhu technické koncepce byly zohledněny také provozní a bezpečnostní limity vyplývající z umístění jednotky v odbavovací hale. Jedná se zejména o maximální rozměry zařízení umožňující jeho instalaci v prostoru terminálu, zajištění minimálních průchodových zón a dodržení předpisů týkajících se bezpečného uložení elektrických rozvodů. Tyto požadavky mají přímý vliv na konstrukční řešení, uspořádání komponent i tvarové řešení jednotky.

Za běžný maximální rozměr odbavovaného zavazadla je považován součet tří rozměrů, tedy délky, šířky a výšky, do 1580 mm, což odpovídá standardům většiny leteckých společností. Maximální limit přepravního systému letiště se obvykle pohybuje do 2030 mm. Tomu odpovídají i rozměry manipulační části jednotky, zejména šířka pásu, která se nejčastěji pohybuje kolem 800 mm, délka vstupního pásu v rozmezí přibližně 1500 až 2000 mm a nosnost do 50 kg na jeden kus zavazadla.

Z hlediska technického členění lze komponenty SBD jednotky rozdělit do několika funkčních skupin. Ovládací a interakční prvky zahrnují dotykový displej sloužící jako hlavní rozhraní mezi uživatelem a systémem, scanner palubního lístku, signalizační prvky v podobě LED indikátorů a světelných naváděcích prvků a bezpečnostní nouzové tlačítko pro okamžité zastavení provozu. Tyto prvky jsou umístěny v optimalizované zóně tak, aby byly snadno dostupné a čitelné.

Manipulační část pro zavazadla tvoří nakládací pás, který umožňuje plynulé vložení kufru, a navazuje na centrální pásový systém letiště. Součástí této části jsou rovněž ochranné prvky bránící nežádoucímu zásahu do mechanismu zařízení, stejně jako naváděcí hrany, které pomáhají správnému usazení zavazadla na pásu.

Senzorové a kontrolní systémy zajišťují kontrolu parametrů zavazadla a bezpečný chod zařízení. Patří sem váhové moduly pro měření hmotnosti, 3D nebo LiDAR scannery pro detekci objemu a tvaru zavazadla, optické senzory pro sledování pohybu a přítomnosti zavazadla a kamerové moduly sloužící k vizuální kontrole procesu. Tyto systémy jsou doplněny přítomnostními senzory, které sledují pohyb osob v bezprostřední blízkosti jednotky.

Identifikace zavazadla je zajištěna tiskovým a identifikačním modulem, jehož součástí je tiskárna zavazadlových štítků, výdejní slot pro štítek a čtečka RFID nebo čárových kódů. Tyto komponenty umožňují jednoznačné přiřazení zavazadla ke konkrétnímu cestujícímu a jeho následné sledování v rámci letištního systému.

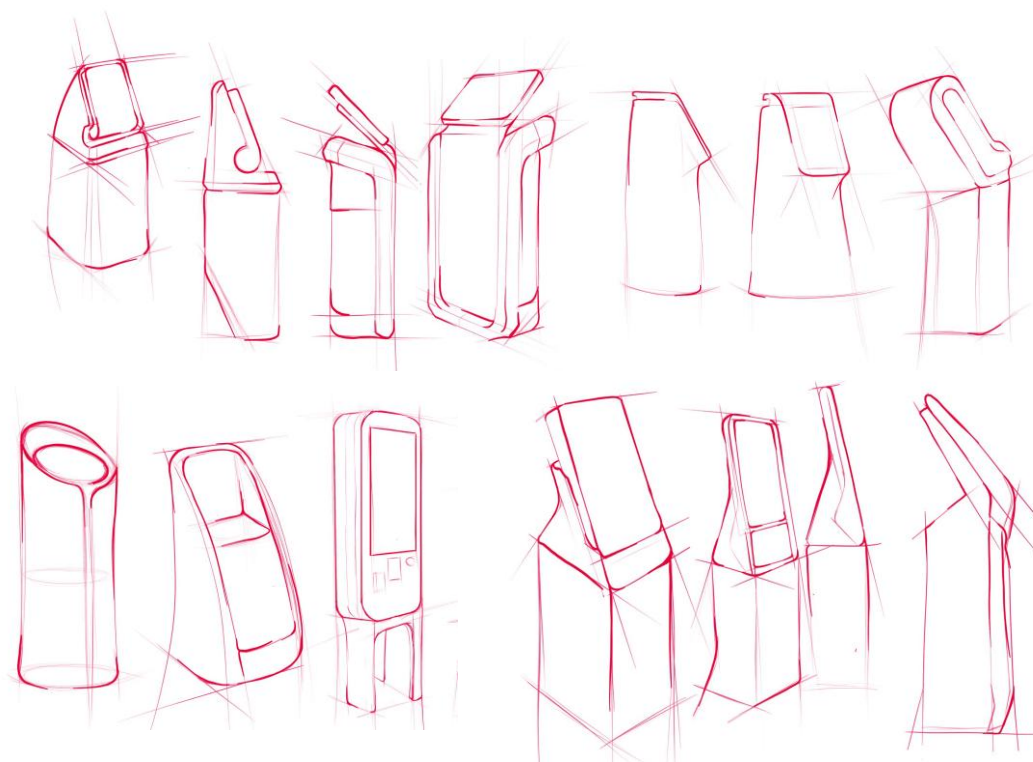
Výkonové systémy zahrnují elektromotor pohonu pásu, převodové mechanismy a napájecí zdroje. Výkon motoru se obvykle pohybuje v rozmezí přibližně 200 až 750 W v závislosti na velikosti a konfiguraci jednotky, celkový příkon zařízení pak dosahuje zhruba 600 až 1200 W. Řídicí a komunikační systémy jsou tvořeny hlavní řídicí jednotkou, síťovými prvky pro datovou komunikaci a rozsáhlou kabeláží napájecích, datových a senzorových vedení.

Konstrukční a ochranné prvky tvoří plášť jednotky, servisní dveře a kryty, které chrání vnitřní komponenty před mechanickým poškozením a neoprávněným přístupem, zároveň však umožňují snadnou údržbu a servisní zásahy.

Tato struktura a vzájemné vazby jednotlivých komponent tvoří výchozí základ pro další fáze návrhu, zejména pro koncepční a tvarové řešení samoobslužné jednotky.

4.3 Návrh alternativních řešení

Prvotní fáze návrhového procesu zahrnovala paralelní skicování variant (viz Obr. 4-3) a tvorbu základního dispozičního uspořádání funkčních prvků zařízení. Jednoduché skici v této etapě sloužily zejména jako vizuální explorace možných tvarových přístupů a inspirační základ pro pozdější, detailněji rozpracované koncepty, které již reflektovaly technologická a provozní omezení samoobslužných odbavovacích systémů. Ty byly výrazněji ovlivněny prostorovými požadavky, technologickými rozhraními a ergonomickými kritérii, která byla stanovena v předchozích částech.



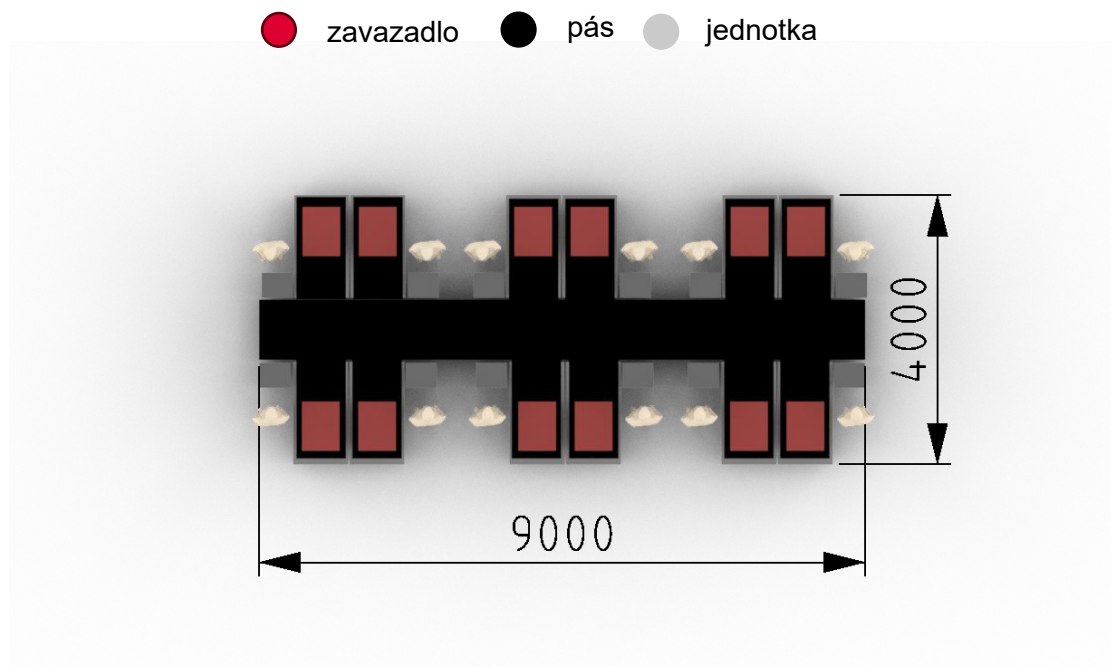
Obr. 4-3 Příklad skic

4.3.1 Dispoziční řešení půdorysu

Specifikace dispozičního řešení byla klíčová zejména pro uspořádání komponent, jejichž poloha přímo ovlivňuje tvarové řešení exteriéru jednotky. Jednalo se především o pásovou část, dotykové uživatelské rozhraní, manipulační prostor cestujícího a servisní zónu určenou pro údržbu. Při návrhu variantních řešení byla využita inspirace modulárními systémy, které umožňují snadnou škálovatelnost a přizpůsobení sestav jednotek konkrétním požadavkům letištního provozu. Vytvořené modely tak sloužily k lepší představě o nárocích na zastavěnou plochu v odbavovací hale, o prostorových vazbách mezi jednotlivými jednotkami i o dostatečném prostoru pro pohyb cestujících a obslužného personálu.

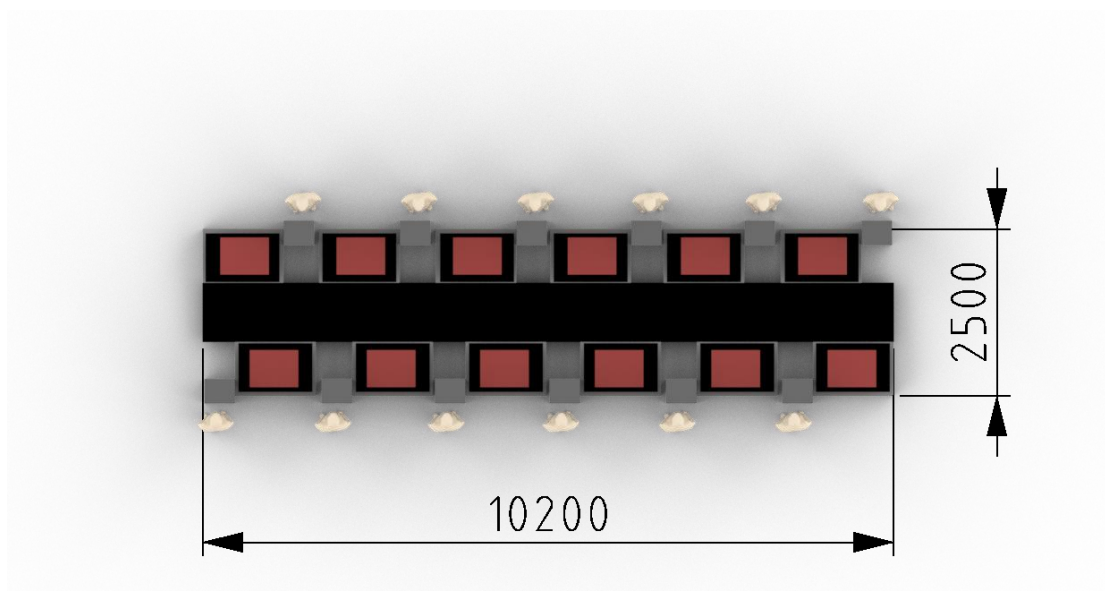
Při podrobném zkoumání jednotlivých schémat (viz Obr. 4-4) lze identifikovat zásadní rozdíly v kvalitě uživatelského prostředí a provozní efektivitě. Ve všech uvažovaných variantách je pro porovnání na jedné straně uloženo šest odbavovacích jednotek, stejně tak na druhé straně centrálního pásu.

První varianta, která využívá zrcadlové uspořádání, představuje nejvíce prostorově úsporné řešení, jež maximalizuje počet odbavovacích míst na plochu terminálu a zajišťuje konstrukčně nejjednodušší napojení na zavazadlový systém letiště. Tato vysoká hustota jednotek však přináší slabou stránku v podobě nízké míry soukromí, kdy jsou cestující nuceni pracovat v těsné blízkosti, což může vést k vzájemnému omezování v manipulačním prostoru a pocitu stísněnosti během zadávání citlivých cestovních údajů.



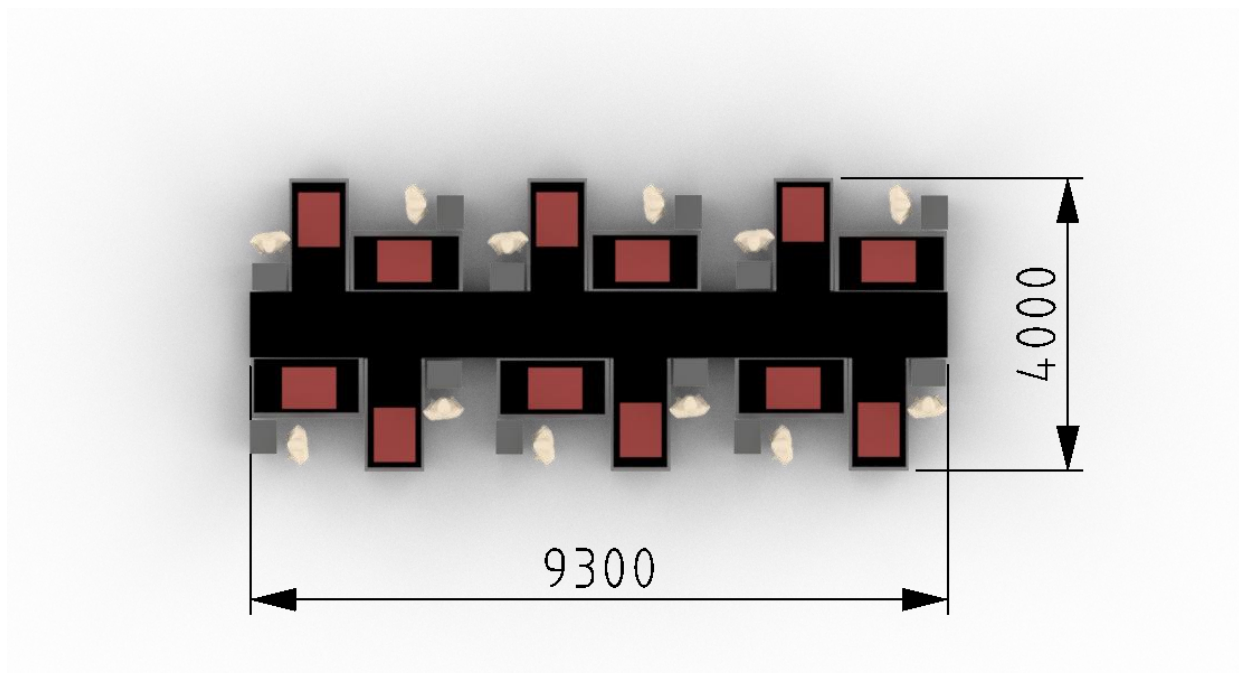
Obr. 4-4 Zrcadlové uspořádání jednotek

Naproti tomu lineární koncept s většími rozestupy mezi jednotlivými bloky nabízí vysoký uživatelský komfort a poskytuje velkorysou zónu pro cestující, aniž by docházelo ke kolizím v bezprostředním okolí jednotky. Tato varianta sice zvyšuje pocit bezpečí a soukromí, avšak její nevýhodou je vyšší nárok na zastavěnou plochu haly, což v konečném důsledku snižuje celkovou propustnost odbavovací zóny a může působit vizuálně méně organizovaným dojmem.



Obr. 4-5 Lineární uspořádání jednotek

Jako velmi progresivní se jeví třetí, diagonální uspořádání s natočenými ovládacími panely, které přirozeně respektuje lidskou ergonomii a směřuje pozornost uživatele k logickému postupu od interakce k odložení zavazadla. Potenciální riziko této varianty spočívá v určité vizuální složitosti.



Obr. 4-6 Diagonální uspořádání jednotek

Celkově je tedy nutné volit mezi maximálním vytížením plochy terminálu a kvalitou individuálního odbavovacího procesu, kde otevřenější schémata přispívají k lepší „user experience“ na úkor celkové kapacity.

4.3.2 Varianta I

První varianta (viz Obr. 4-5) představuje racionální a vysoce kompaktní řešení, které svou formou reflektuje současné standardy trhu samoobslužných odbavovacích jednotek. Koncept je postaven na principech minimalismu a geometrické čistoty, přičemž klade důraz na striktní vizuální oddělení jednotlivých funkčních zón.

Základní tvarosloví vychází z elementárního kvádrového objemu. Klíčovým kompozičním prvkem je členění hmoty do dvou dominantních bloků, vertikálního ovládacího panelu a horizontální sekce tvořící vstupní portál pro zavazadla. Tento „technicistní“ vizuální charakter je v kontextu letištních terminálů záměrný, má u cestujícího evokovat pocit technologické vyspělosti, spolehlivosti a efektivity. Přestože geometrická strohost podporuje čitelnost funkce, v porovnání s organicky tvarovanými variantami může působit pro cestující distančně a klást tak vyšší nároky na porozumění, snižuje pocit uživatelské přívětivosti.

Designovým sjednocujícím prvkem je charakteristické lemování. Tento prvek plynule vystupuje z těla jednotky a integruje dotykový displej ovládacího panelu. Identické tvarosloví je aplikováno i na spodní část portálu pro zavazadla, čímž vzniká vizuální dialog mezi horní a dolní částí stroje, i přes jejich fyzické oddělení.



Obr. 4-7 Varianta I

Vysoká míra kompaktnosti rozložení jednotek s sebou přináší specifické ergonomické limity. Minimalizace šířky jednotky vytváří užší manipulační prostor, což může představovat bariéru při odbavování nadměrných nebo tvarově atypických zavazadel. Při zrcadlovém uspořádání jednotek dochází k výraznému zmenšení rozestupů mezi displeji sousedních kiosků. Tento faktor negativně ovlivňuje pocit soukromí při zadávání citlivých údajů a v době provozní špičky může u cestujících vyvolávat pocit stísněnosti.



Obr. 4-8 Uspořádání více jednotek varianta I

Vzhledem ke geometrii těla je nejefektivnějším způsobem instalace zrcadlové řazení v definovaných blocích. Hlavním rizikem tohoto uspořádání zůstává již zmíněná ztráta diskrétnosti. Zároveň platí, že při instalaci velkého počtu těchto kiosků dochází k vytvoření vizuální „stěny“, která může působit na návštěvníka letiště zahlcujícím dojmem. Nespornou a zásadní předností varianty I je její prostorová hospodárnost, zejména v příčném směru. Půdorysné řešení (viz Obr. 4-9) jasně demonstruje, že jednotka vyžaduje minimální půdorysnou plochu na jeden kiosek. Tato vlastnost činí variantu ideální pro terminály s limitovanou kapacitou podlahové plochy, kde je prioritou maximalizace počtu odbavovacích míst.



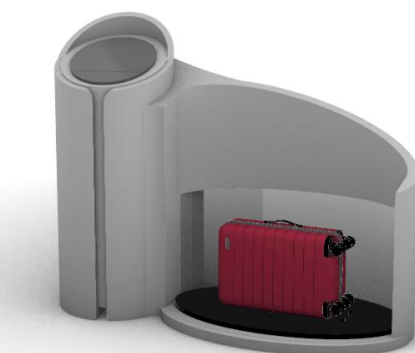
Obr. 4-9 Půdorysné uspořádání varianta I

Závěrem lze variantu I definovat jako racionální, technicky orientovanou a prostorově nejúspěšnější řešení. Její výraz je v souladu s funkčními požadavky na moderní odbavovací proces. Úspěšná implementace však vyžaduje pečlivé vyvážení prostorové efektivity s nároky na uživatelský komfort a zajištění dostatečného komfortu v rámci samoobslužné zóny.

4.3.3 Varianta II

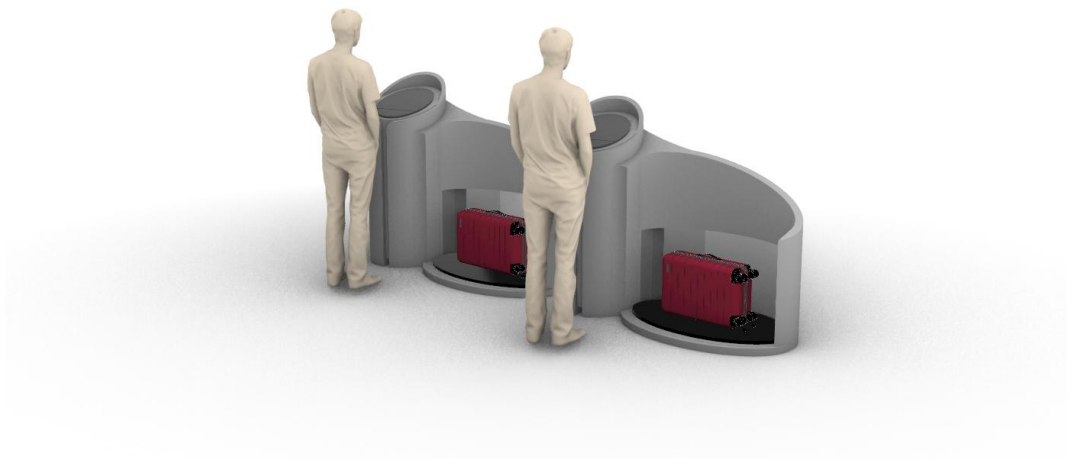
Druhá varianta (viz Obr. 4-10) představuje odklon od tradičního hranatého tvarosloví směrem k dynamické asymetrické kompozici. Vizuální identita varianty II je definována měkkými, plynulými liniemi, které kontrastují s přísně geometrickou estetikou první varianty. Design využívá principů organického tvarosloví, kde jsou ostré hrany nahrazeny poloměry a křivkami, které evokují přirozenější a méně invazivní přítomnost v prostoru.

Dominantním prvkem návrhu je diagonálně orientovaný ovládací panel, který plynule vyrůstá z těla samotné jednotky. Orientace panelu a klenutý tvar zadní stěny zavazadlového prostoru dodávají jednotce dynamiku. Horní část zavazadlového prostoru je v tomto případě částečně otevřena, čímž vzniká vzdušnější portál navržený pro maximální komfort při ukládání zavazadel. Nakloněná rovina dotykového displeje je ergonomicky orientována přímo k zornému poli a rukám cestujícího, čímž bezprostředně definuje bod prvního kontaktu. Částečné otevření horní hmoty vizuálně „odlehčuje“ celkový objem přístroje, který tak nepůsobí jako bariéra, ale jako přístupná služba. Tento více organický přístup výrazně snižuje kognitivní zátěž uživatele, což je klíčové zejména v stresujícím prostředí letištního terminálu.



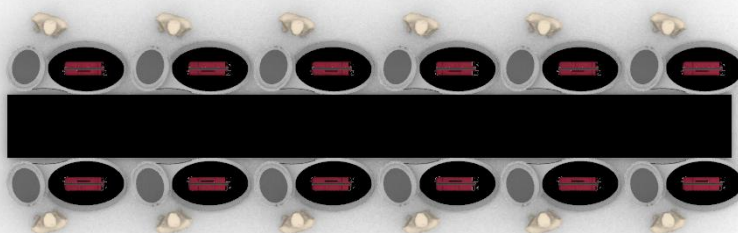
Obr. 4-10 Varianta II

Kritickým aspektem tohoto návrhu je potenciální riziko vizuální nejasnosti při řazení více jednotek v těsném sledu. Vzhledem k umístění displeje může u cestujícího dojít k intuitivní záměně terminálu s ovládacím panelem sousední jednotky. Taková chyba v interakci by vedla ke snížení plynulosti provozu a frustraci uživatele. Eliminace tohoto nedostatku by vyžadovala implementaci výrazných navigačních prvků (např. barevně kódované světelné signalizace propojující displej s konkrétním pásem), nebo změnu konfigurace na zrcadlové uspořádání, které by přirozeně oddělilo funkční dvojice.



Obr. 4-11 Uspořádání jednotek varianta II

Z hlediska půdorysného uspořádání dochází u této varianty k určitému kompromisu mezi formou a prostorovou náročností. Vyosení ovládacího panelu do strany mírně zvětšuje celkovou šířkovou stopu jednotky. V kontextu letišť, kde je kladen extrémní důraz na hustotu odbavovacích míst, může tento nárůst rozměrů představovat limitující faktor při plánování maximální kapacity haly. Tato „prostorová daň“ je však vyvážena vytvořením velkorysé manipulační zóny. Půdorysné řešení postavené na elipsách (Obr. 4-12) v linii umožňuje přirozenější pohyb kolem jednotky. Cestující získává kolem zavazadla větší volnost pohybu, což je kritické při odbavování těžkých kufrů nebo pro osoby se sníženou pohyblivostí. Jednotka se tak zbavuje charakteru „uzavřeného boxu“ a stává se otevřenou zónou.



Obr. 4-12 Půdorysné uspořádání varianta II

Varianta II představuje designově progresivnější a ergonomicky vyspělejší řešení, které upřednostňuje uživatelský komfort před absolutní prostorovou minimalizací. Její úspěšná integrace do reálného provozu je však podmíněna precizním vyřešením detailů, zejména v oblasti navigace, aby bylo zcela vyloučeno riziko záměny ovládacích prvků v řadové instalaci.

4.3.4 Varianta III

Třetí varianta (viz Obr. 4-13) představuje nejstřídmější a zároveň prostorově nejotevřenější koncept. Design je redukován na elementární geometrický rám s výrazným portálovým vstupem, který definuje funkční zónu pro manipulaci se zavazadly. Tento minimalistický přístup zásadně mění dynamiku interakce mezi cestujícím a zařízením.

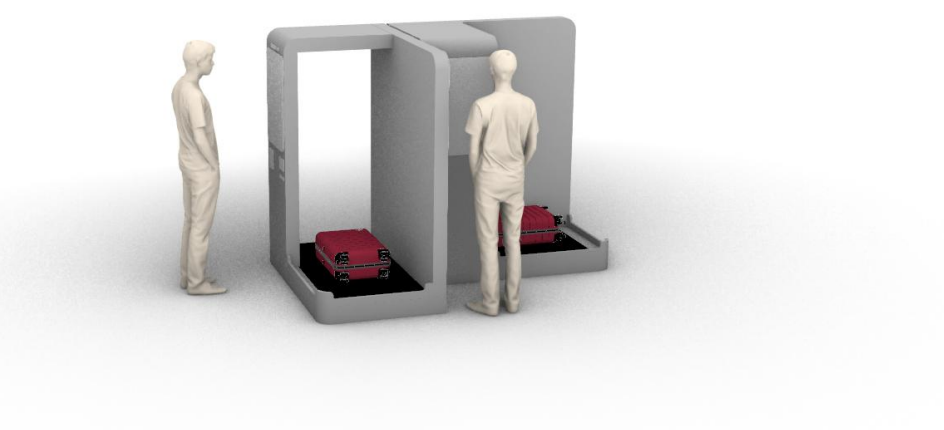
Základním tvaroslovím je štíhlý vertikální profil tvořící rám s velkorysým vstupním otvorem. Integrovaný ovládací panel na čelní straně je navržen s důrazem na vizuální subtilnost, což koresponduje s celkovou lehkostí konstrukce.



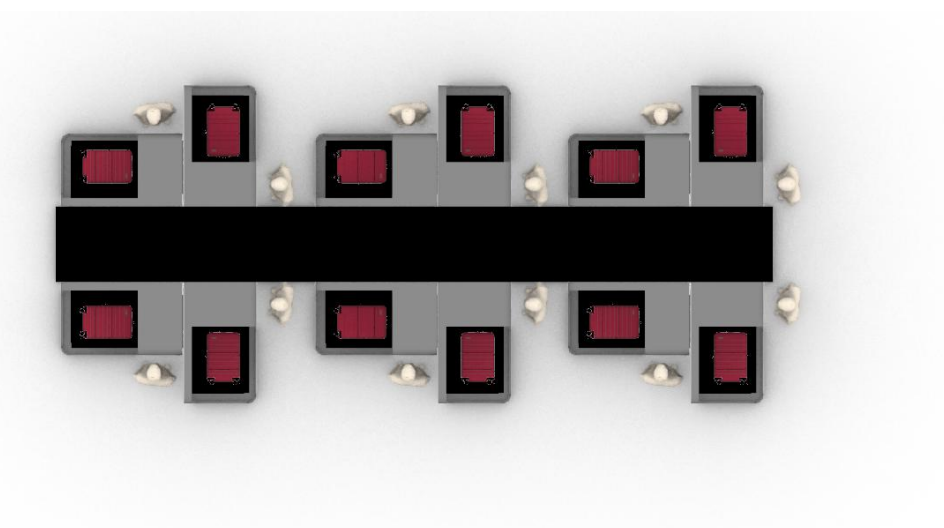
Obr. 4-13 Varianta III

Z hlediska prostorového uspořádání nabízí tato varianta nejvyšší míru svobody pohybu. Otevřená konstrukce eliminuje „stísněný pocit“ (tzv. tunelový efekt) a umožňuje bezproblémové odbavení i pro nadrozměrná nebo netradičně tvarovaná zavazadla, která by v uzavřených systémech narážela na limity vnitřního objemu. Cestující má k zavazadlu přístup z více úhlů, což výrazně zrychluje manipulaci a zvyšuje ergonomický komfort.

Výhodou návrhu je také jeho technologická přímočarost. Jednoduchý rámový systém usnadňuje montáž, přístup k vnitřním komponentům a v konečném důsledku snižuje výrobní náklady. Na druhou stranu tato otevřenost přináší specifické výzvy. Jak je patrné z půdorysného schématu, absence fyzického vymezení prostoru vyžaduje precizní definování bezpečnostní zóny pomocí senzorů. Chybějící boční stěny zvyšují riziko nechtěného vstupu dalších osob do pracovního pole váhy nebo laserových skenerů, což by mohlo vést k vynucenému přerušení procesu odbavení. Určitou nevýhodou může být i méně výrazná vizuální identita, varianta působí univerzálně a v hustém provozu může být hůře identifikovatelná jako odbavovací bod.



Obr. 4-14 Uspořádání jednotek varianta III



Obr. 4-15 Půdorysné uspořádání varianta III

Závěrem lze konstatovat, že varianta III vsází na maximální otevřenost a bezbariérovost. V prostoru letiště se chová jako prvek, který upřednostňuje uživatelský komfort a plynulost. Výzvou pro implementaci zůstává zajištění provozní bezpečnosti v otevřeném prostoru a eliminace potenciálních „stinných míst“ v půdorysném uspořádání.

4.4 Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího

Pro systematické posouzení silných a slabých stránek jednotlivých variant byla vytvořena hodnoticí tabulka (viz Tabulka 4-1), v níž jsou uvedeny klíčové atributy relevantní pro návrh samoobslužné odbavovací jednotky. Jednotlivá kritéria zahrnují zejména ergonomii ovládání, prostorovou efektivitu, snadnost výroby, vizuální srozumitelnost, technickou proveditelnost a míru bezpečného a intuitivního vedení uživatele.

Každá varianta byla posouzena na škále 1–10, kde vyšší hodnota vyjadřuje lepší naplnění daného kritéria. Posuzování vycházelo z rešerše existujících řešení, z ergonomických požadavků letištních provozů a z analýzy typického chování uživatelů v prostředí samoobslužných systémů.

Výsledky ukázaly, že Varianta II dosáhla nejvyššího celkového hodnocení. Přispělo k tomu zejména:

- jasné oddělení uživatelské a manipulační zóny, které snižuje riziko kolizí a zlepšuje orientaci ve frekventovaném prostředí,
- ergonomicky nakloněný informační panel, jenž umožňuje pohodlné ovládání pro širokou škálu uživatelů,
- zapracovaná manipulační hloubka, díky níž je umístění zavazadla intuitivní a přesné, což zvyšuje spolehlivost procesu měření a automatizovaných kontrol,
- dobrá vizuální identifikovatelnost, která usnadňuje rychlé rozpoznání funkce jednotky v prostoru letištní haly,

Naopak Varianta III, ačkoliv nejjednodušší a nejčistší, neposkytuje uživateli dostatečné vedení a její otevřenější konstrukce může negativně ovlivnit tok cestujících. Varianta I sice nabízí nejkompaktnější půdorys, může omezovat uživatele s většími kufry a má problém s řešením soukromí.

Na základě celkového zhodnocení byla tedy Varianta II vybrána jako nejperspektivnější řešení, které bude dále rozpracováno v navazujících fázích projektu a technického návrhu.

Kritérium hodnocení	I	II	III
Ergonomie obsluhy a cestujícího	6	9	7
Prostorová kompaktnost a průchodnost	9	9	5
Plynulost manipulace se zavazadlem (rychlost)	6	8	7
neRiziko (vandalismus)	9	9	3
Originalita a inovativní přístup	5	8	9
Údržba a servisní přístupnost	6	7	8
Celková funkční a vizuální ucelenost	7	8	5
Přehlednost procesu	5	9	7
Jednoduchost výroby (cena)	8	5	3
Návaznost	7	8	6
Vyhodnocení	68	80	60

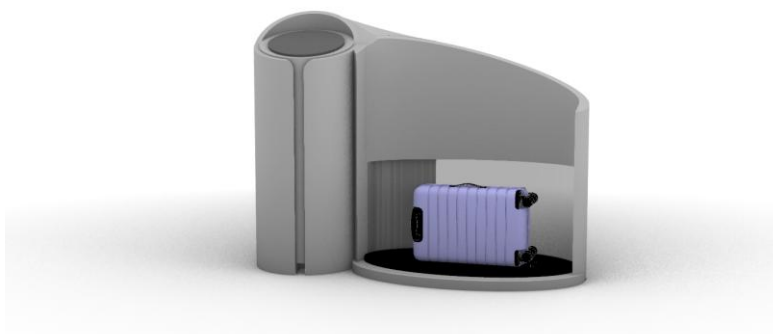
Tab. 4-1 Zhodnocení variant

5 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH

5.1 Určení tvarů, rozměrů a materiálů

5.1.1 Tvar

Určení tvarového řešení samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel vycházelo z funkční complexity zařízení a z nutnosti sladit ergonomické, provozní a estetické požadavky letištního prostředí. V průběhu návrhu bylo proto klíčové zaměřit se na prvky, které mají zásadní vliv na výslednou podobu jednotky, tedy zejména na tvar a uspořádání pásové části, interakční zónu s uživatelem, opláštění zařízení a integraci technologií do kompaktního celku. Cílem bylo dosáhnout vizuálně čitelného, intuitivního a současně technicky realistického řešení. Z variantních řešení byl dále rozvíjen druhý návrh, který má oproti současným kontrolním jednotkám neotřelý tvar. Ovládací panel je napojen na jednotku kontrolující zavazadlo, avšak jasně uživateli naznačuje, že se jedná o propojený celek, u kterého je patrné, která část slouží k dané fázi odbavení.



Obr. 5-1 Tvarový návrh jednotky

Pásová část a manipulační prostor

Pásová část představuje dominantní prvek celé jednotky, který zásadně ovlivňuje její proporce, půdorysnou stopu i ergonomii používání. Toto uspořádání umožňuje minimalizovat délku zařízení a současně zachovat dostatečný prostor pro bezpečné položení a odebrání zavazadla. Výška pásu byla navržena s ohledem na antropometrická data uživatelů tak, aby byla zajištěna pohodlná manipulace jak pro osoby menšího vzrůstu, tak pro vyšší cestující, aniž by docházelo k nadměrnému namáhání zad nebo horních končetin. Snahou bylo pás zasadit co nejnižší, aby bylo pro pasažéry co nejjednodušší na něj dostat kufry.

Interakční zóna a ovládací prvky

Interakční zóna, zahrnující dotykový displej, skener palubních vstupenek a tiskárnu štítků, byla navržena jako jasně definovaný a vizuálně odlišený celek. Displej je nakloněn směrem k uživateli, což zlepšuje čitelnost a komfort při ovládání.

V průběhu návrhu byly testovány různé polohy a velikosti ovládacích prvků. Současné řešení pracuje s pojetím, kde jsou jednotlivé prvky integrovány přímo do opláštění a tvoří jednotný vizuální celek. Tím je dosaženo nejen estetické čistoty, ale i snadnější údržby a nižší náchylnosti k mechanickému poškození.

Opláštění a integrace technologií

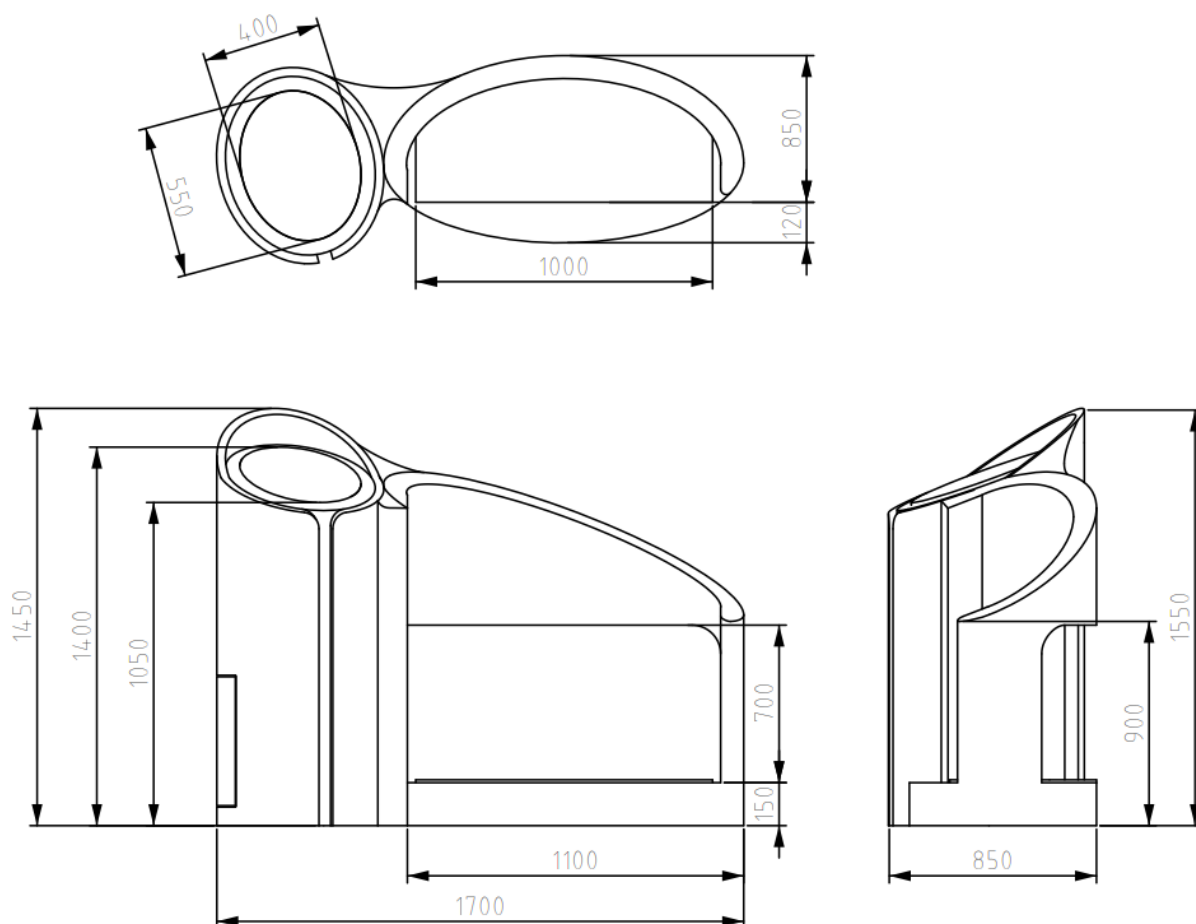
Opláštění jednotky bylo navrženo s ohledem na plynulé přechody mezi jednotlivými plochami. Cílem bylo skrýt technologickou komplexitu systému za klidné a kultivované tvarosloví, které bude zapadat do interiéru letištních hal, ale zároveň cestujícího zaujme. Vnitřní komponenty, jako jsou vážicí systém, senzory, skenery a řídicí elektronika, jsou integrovány do těla jednotky tak, aby byly snadno přístupné servisním technikům, avšak vizuálně nečitelné pro běžného uživatele.

Servisní prostory

Součástí tvarového řešení bylo také navržení servisních a přístupových panelů, které umožňují údržbu a výměnu klíčových komponent. Po vyhodnocení jednotlivých přístupů bylo zvoleno řešení s pevně zabudovanými panely, které přináší výhody v podobě vyšší tuhosti konstrukce, menšího počtu pohyblivých částí a lepšího sjednocení celého zařízení.

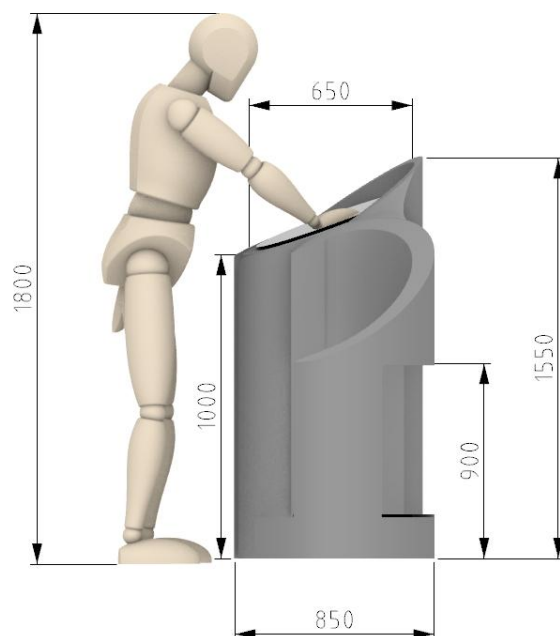
5.1.2 Rozměry

Rozměrové řešení vychází z předpokladu, že jednotka bude dodávána jako kompaktní celek. Z hlediska půdorysných rozměrů byla prioritou minimalizace zastavěné plochy zařízení. Rozměry zařízení byly optimalizovány tak, aby zahrnovaly komponenty bez zbytečných konstrukčních přesahů. Po dodržení parametrů a sestavení jednotlivých částí samoobslužného kiosku k sobě jsou rozměry předběžného návrhu (1700 x 850 x 1450) mm.



Obr. 5-2 Rozměry jednotky

Výška jednotky je významně ovlivněna umístěním interakčních prvků, zejména dotykového displeje a skenerů. Tyto komponenty byly situovány do výškových úrovní odpovídajících ergonomickým doporučením.



Obr. 5-3 Rozmístění ovládacích prvků

Celkové rozměry předběžného řešení tak představují kompromis mezi technickými nároky samoobslužného odbavovacího systému, ergonomií uživatelů, prostorovými možnostmi.

Komponenta	Hmotnost (kg)
Rám / nosná konstrukce	120 - 200
Exteriérové panely	30 - 110
Pásová technologie (motor, válce, pás)	50 - 120
Váhový modul	11 - 20
3D rozměrový skener / LiDAR	2 - 15
Optické senzory	5 - 20
Kamerový modul / biometrie	1 - 11
Dotykový displej	9 - 32

Řídicí elektronika, napájení	15 - 100
Bezpečnostní prvky, LED pásy, tlačítka	1 - 6
CELKEM	~300 - 550 kg

Tab. 5-1 Hmotnosti komponent

5.1.3 Materiály a výroba

Materiálové řešení samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel bylo navrženo s ohledem na vysoké provozní zatížení v prostředí letištních terminálů. Volba materiálů byla podřízena požadavkům na mechanickou odolnost, bezpečnost a dlouhou životnost při zachování efektivity sériové výroby.

Nosný skelet jednotky tvoří konstrukční ocel, který zajišťuje stabilitu zařízení a eliminuje nežádoucí vibrace plynoucí z provozu dopravníkové a vázicí techniky. Konstrukce je navržena z ocelových profilů a ohýbaných plechů, přičemž jejich tvarování umožňuje přesné usazení jednotlivých technologických komponent. Výroba nosné kostry předpokládá využití laserového řezání plechů, jejich následné ohýbání, svařování či šroubové spoje.

Pohledové velkoplošné panely opláštění jsou navrženy z ABS plastu. Tento termoplast vyniká vysokou rázovou houževnatostí, nízkou specifickou hmotností a rozměrovou stálostí. Z hlediska výroby je materiál optimalizován pro technologii vakuového tváření, která umožňuje realizaci organických tvarů. Krytování z ABS plastu zároveň umožňuje dosažení čistého, minimalistického vzhledu.

Oblast bezprostředního okolí dotykového displeje a ovládacích prvků je navržena z minerálního akrylátového kompozitu, typu Corian nebo Hi-MACS. Tento materiál je neporézní, hygienický a snadno čistitelný, což je zásadní vzhledem k častému kontaktu s rukama uživatelů. Výhodou je rovněž možnost opravy drobných poškrábání a vytváření bezešvých spojů, které přispívají k čistému vzhledu zařízení. Díky možnosti thermoformingu lze tento materiál využít i pro plynulé zaoblení hran, čímž se zvyšuje bezpečnost a vizuální kvalita návrhu.

Aktivní plocha pro manipulaci se zavazadly je osazena vícevrstevným dopravníkovým pásem z PVC nebo polyuretanu. Povrchová textura pásu je navržena s ohledem na optimální koeficient tření, aby nedocházelo k prokluzu zavazadel různých materiálů (textil, plast, kůže). Tyto materiály jsou běžně používány v letištních odbavovacích systémech díky své vysoké odolnosti proti oděru a schopnosti tlumit nárazy zavazadel.

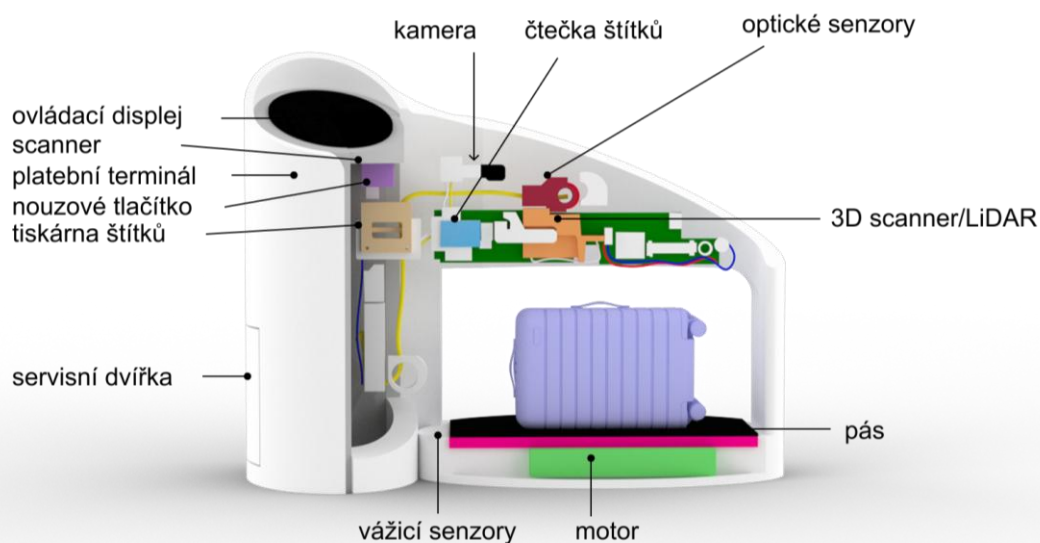
Finální kompletace zařízení je řešena modulárně. Spojení vnějších panelů s nosnou konstrukcí je realizováno pomocí šroubových spojů a rychloupínacích prvků.

5.2 Vnitřní uspořádání

Tato podkapitola je zaměřena na specifikaci hlavních vnitřních komponent zařízení pro kontrolu zavazadel, které zajišťují její funkčnost z hlediska manipulace se zavazadlem, jeho identifikace, vážení a integrace do letištního odbavovacího systému.

Tvarové a rozměrové řešení vnitřního uspořádání jednotky vychází z rozmístění jednotlivých technologických celků tak, aby bylo dosaženo co nejkompaktnějšího zařízení. Těžší komponenty, jako je pohon pásu, vážicí systém a část řídicí elektroniky, jsou umístěny v dolní části jednotky, čímž je sníženo těžiště a zvýšena stabilita zařízení.

Pro lepší pochopení technického a funkčního uspořádání zařízení bylo zpracováno průhledové schéma vnitřních komponent a základní konstrukce jednotky (viz Obr. 5-4).



Obr. 5-4 Průhledové schéma předběžného návrhu

5.3 Odhad výrobních nákladů

Odhad výrobních nákladů samoobslužné jednotky vychází z rozdělení ceny na jednotlivé funkční a technologické celky, které tvoří výsledný produkt. Na základě tabulky komponent lze konstatovat, že největší podíl na celkové ceně mají klíčové systémy, zejména pásová technologie, vážicí systém a samotné tělo jednotky zahrnující nosnou konstrukci, opláštění a bezpečnostní kryty. Významnou položku dále představuje software a napojení na letištní odbavovací systémy. Další náklady jsou tvořeny senzory, skenery, HMI prvky a sítovou infrastrukturou, které jsou nezbytné pro spolehlivý, bezpečný a plně automatizovaný provoz jednotky.

Celkové orientační výrobní náklady jedné SBD jednotky v rámci předběžného návrhu dosahují částky přibližně 2 500 000 Kč. Po započtení dalších nákladů, jako jsou vývoj, certifikace, logistika, instalace, servisní zázemí a obchodní marže, lze předpokládat, že výsledná prodejní cena by se pohybovala na úrovni srovnatelné s obdobnými samoobslužnými odbavovacími systémy dostupnými na trhu.

Z hlediska objemu výroby lze uvažovat o sériové výrobě. V počáteční fázi by bylo reálné uvažovat o výrobě v řádu nižších desítek kusů ročně, například 40–50 jednotek za rok, záleží na množství odběru pro dané letiště.

Komponenta	Orientační cena
Tělo jednotky (rám, konstrukce, opláštění, bezpečnostní kryty)	350 000 Kč
Pásová technologie	600 000 Kč
Vážicí systém (4x load cell + konstrukce)	330 000 Kč
3D / LiDAR rozměrový skener	250 000 Kč
Optické senzory, brány, přítomnostní senzory	90 000 Kč
Tiskárna štítků	60 000 Kč
Scanner boarding passů	25 000 Kč
Dotykový displej	45 000 Kč
Kamerový modul pro dohled / biometriku	35 000 Kč

Řídicí systém	120 000 Kč
Sít'ové prvky	45 000 Kč
Napájecí zdroj a rozvody	30 000 Kč
Software	350 000 Kč
Bezpečnostní prvky	40 000 Kč
Servisní panely a přístupové moduly	30 000 Kč
Celková cena	2 500 000 Kč

Tab. 5-2 Cenový odhad nákladů

6 DETAILNÍ NÁVRH

Tato kapitola se věnuje detailnímu popisu finálního návrhu jednotky, jehož proces navrhování byl rozebrán v předchozí části práce. V následujících podkapitolách budou podrobně rozebrány klíčové aspekty návrhu, zejména tvarové řešení zařízení, ergonomickému řešení a bezpečnost. Neméně důležitou oblastí je grafické řešení uživatelského rozhraní, barevnost a udržitelnost produktu.

6.1 Tvarové řešení

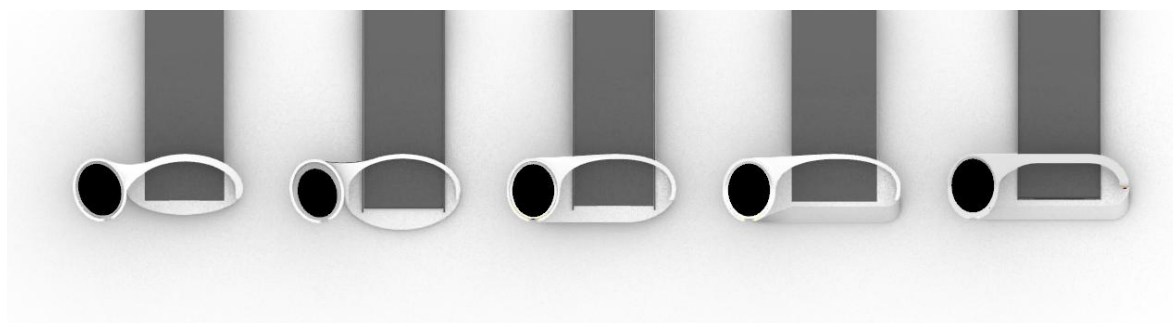


Obr. 6-1 Tvarové řešení finálního návrhu

Výsledné tvarové řešení pracuje s minimalistickým tvaroslovím, které omezuje množství rušivých prvků a vytváří kompaktní celek. Důležitým aspektem návrhu bylo propojení technologické funkčnosti zařízení s přívětivým a snadno čitelným designem.

Tvarování jednotky je založeno na plynulých přechodech, velkých rádiusech a omezení ostrých hran. Celek působí kompaktně, zároveň však díky měnícím se proporcím a otevřenému prostoru dopravníku nepůsobí příliš robustně. Dominantním prvkem návrhu je výrazná linie zařízení, která propojuje ovládací panel se skenovacím prostorem pro zavazadla a vytváří charakteristickou siluetu celé jednotky.

Při vývoji tvarového řešení zadní linie jednotky bylo zkoumáno několik variant formování horního pohledu zařízení. Jednotlivé návrhy pracovaly s rozdílnou mírou zaoblení a celkovými proporcemi. Postupným vývojem docházelo k redukci tvarové komplikovanosti a k většímu sjednocení jednotlivých hmot. Finální varianta, která byla zvolena pro další rozpracování, využívá plynulou rovnou zadní linii s jemně zaobleným zakončením. Toto řešení vytváří vyváženější proporce celé jednotky a opticky odlehčuje zadní část zařízení.



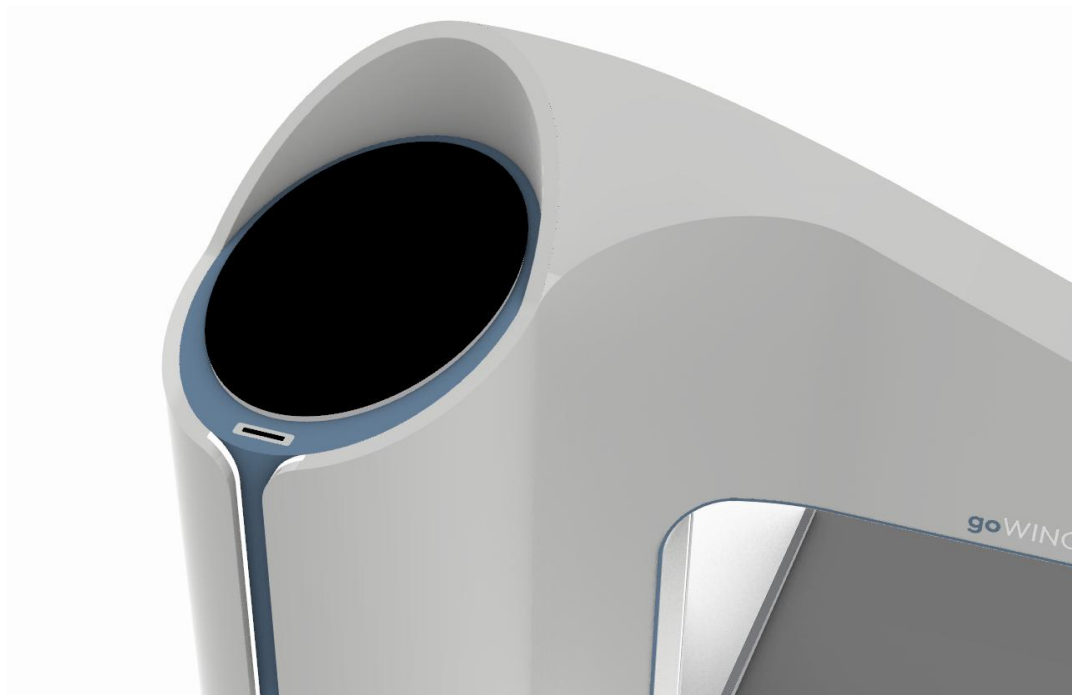
Obr. 6-2 Pohled shora – vývoj zadní linie

Při vývoji zadní linie zepředu bylo cílem vytvořit tvar, který bude působit plynule a zároveň opticky navádět uživatele směrem k manipulační zóně pro zavazadlo. Linie proto postupně klesá od nejvyššího bodu ovládacího panelu směrem k zaoblení a zakončení na pravé straně, přirozeně tak propojuje jednotlivé funkční celky. Díky tomuto řešení vzniká vizuálně sjednocená hmota bez výrazného oddělení ovládací a manipulační části. Zároveň dochází k optickému odlehčení objemu zařízení a zlepšení jeho působení v prostoru terminálu.



Obr. 6-3 Pohled zepředu – vývoj tvaru a propojení ovládacího panelu s jednotkou

Významnou částí návrhu je ovládací panel, který tvoří hlavní komunikační rozhraní mezi cestujícím a zařízením. Tělo kiosku je koncipováno jako vertikální subtilní sloupek s eliptickým profilem, jehož horní hmota je dynamicky seříznuta pod úhlem, což zajišťuje optimální sklon ovládací plochy směrem k stojícímu cestujícímu. Panel je plynule integrován do boční nosné části jednotky a nevystupuje jako samostatný přidaný prvek. Tím dochází k tvarovému sjednocení celé konstrukce a zároveň k lepší orientaci uživatele během odbavení. Ovládací panel je zapuštěn do hmoty zařízení, čímž vzniká přirozeně chráněná a ergonomicky dostupná interakční zóna.



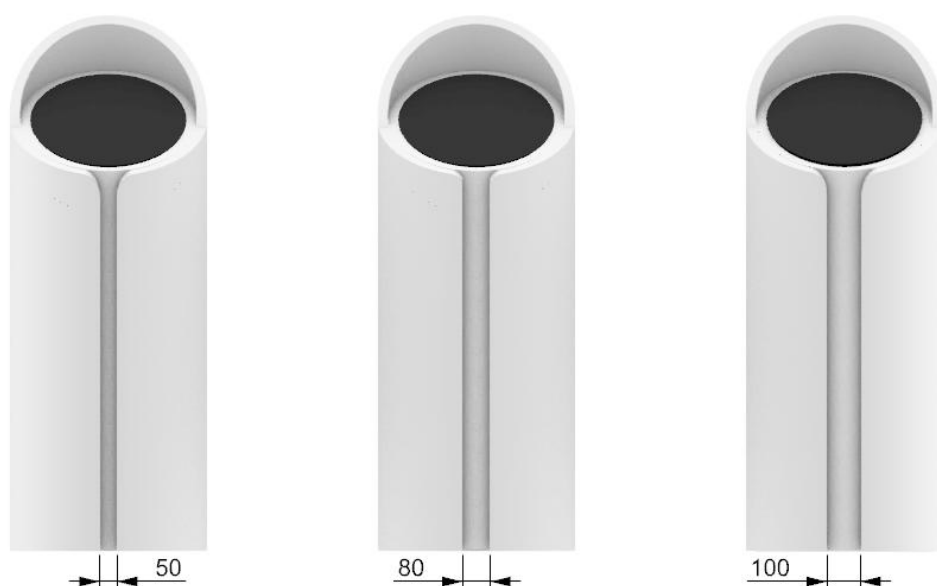
Obr. 6-4 Ovládací panel

Vlastní dotykový displej využívá atypický eliptický tvar, který plynule navazuje na organické tvarování celé jednotky. Elipsa zde slouží nejen jako estetický prvek, ale také jako prostředek vizuální diference zařízení od běžných, přísně kubických samoobslužných kiosků. Zaoblený tvar displeje díky absenci ostrých hran působí psychologicky přívětivěji a lépe koresponduje s plynulými liniemi konstrukce, do jejíhož ovládacího panelu je displej precizně zapuštěn.



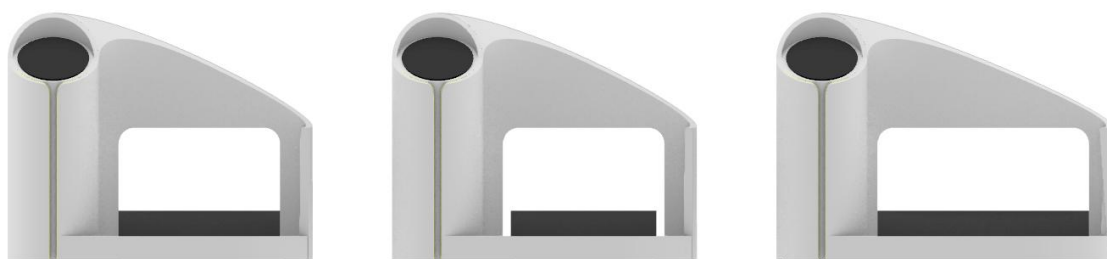
Obr. 6-5 Dotykový displej

Klíčovým estetickým a funkčním prvkem architektury objektu je vertikální vykrojení čelní části ovládacího panelu, které vytváří charakteristický, zapuštěný detail celého návrhu. Tento prvek nejen materiálově zvýrazňuje prostor displeje, ale zároveň slouží jako přirozený orientační bod, který vede zrak uživatele od země směrem k interaktivní zóně. Vykrojení v sobě nese jemný sémantický odkaz na letištní dopravu, kdy jeho celková kompozice a zužující se linie evokují ocasní plochu letadla. V rámci vývoje designu bylo uvažováno nad různými šířkami průřezu tohoto detailu, přičemž výsledné řešení v podobě celistvého štítu organicky objímá ovládací panel. Součástí tohoto čelního žlábků je integrovaná liniová světelná signalizace, která se táhne po celé délce sloupku a vizuálně i funkčně propojuje digitální ovládací panel s manipulační a technickou základnou zařízení.



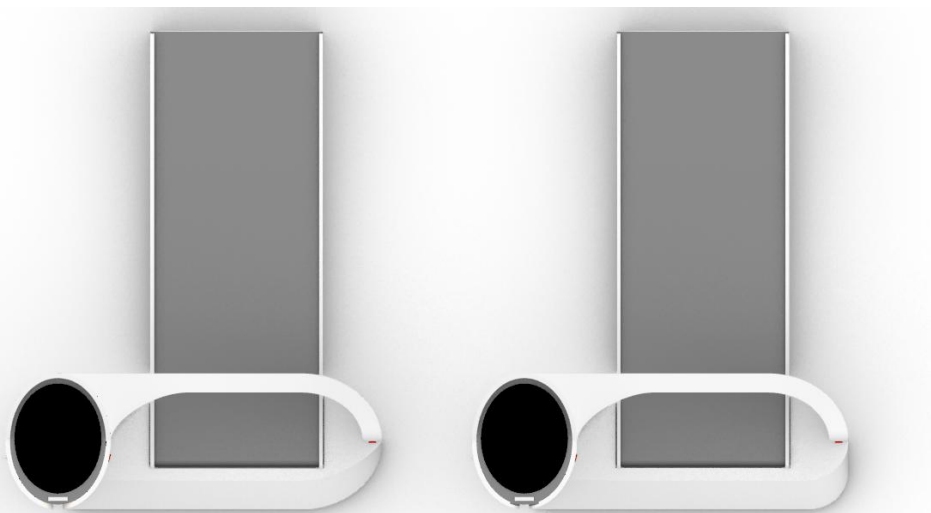
Obr. 6-6 Vykrojení v ovládacím panelu

Důležitým prvkem návrhu je skenovací rám a prostor určený pro průchod zavazadla. Tvar otvoru vychází z požadavků na odbavení širokého spektra velikostí zavazadel při zachování kompaktních rozměrů celé jednotky. Otvor je navržen s výrazně zaoblenými hranami a velkým rádiusem horní části, díky čemuž působí vizuálně otevřeněji a méně technicky. Zaoblení zároveň eliminuje pocit bariéry mezi cestujícím a zařízením. Proporce skenovacího prostoru byly navrženy tak, aby byla zachována dostatečná manipulační rezerva kolem zavazadla a zároveň nedocházelo k nadměrnému zvětšování celkové hmoty zařízení. Otevřený přístup podporuje intuitivní manipulaci a umožňuje snadnější pokládání i posun zavazadla na dopravník.



Obr. 6-7 Skenovací rám

Tvarové řešení nájezdu na dopravní pás vychází z ergonomických požadavků na manipulaci se zavazadly a minimalizaci fyzické námahy cestujících. Nástupní plocha je směrem k uživateli mírně zkosená, což usnadňuje najíždění a plynulý přesun i těžších kufrů přímo na dopravník bez nutnosti jejich výrazného zvedání či při překonávání ostrých výškových bariér. Pro rozšíření nájezdové plochy byla vybrána varianta vpravo, tvar narušuje symetrii jednotky ve prospěch cestujícího a jeho snazší navedení zavazadla na pás.

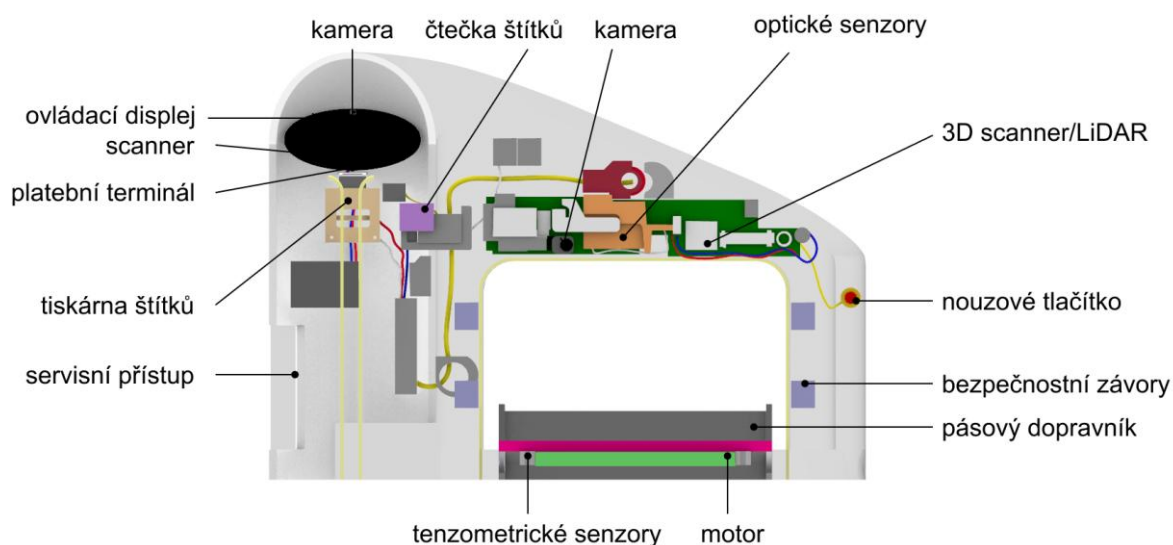


Obr. 6-8 Nájezd pro zavazadla – shora

Celkový návrh se snaží minimalizovat množství tvarových komplikací a spojů, což přispívá nejen k estetické čistotě zařízení, ale také ke snadnější údržbě a hygienické udržitelnosti. Výsledné tvarové řešení tak kombinuje ergonomické, provozní i vizuální požadavky do jednotného a snadno identifikovatelného produktu určeného pro prostředí moderních letišť.

6.2 Konstrukční řešení

Hlavním nosným prvkem samoobslužné jednotky je vnitřní konstrukce, která zajišťuje stabilitu celého zařízení a zároveň umožňuje integraci jednotlivých technologických komponent. Konstrukce je navržena s ohledem na vysoké zatížení, které vzniká při manipulaci se zavazadly, a na dlouhodobý provoz v prostředí letištního terminálu. Nosná struktura je tvořena kombinací konstrukční oceli a tvarovaných plechových dílů, které jsou vzájemně spojeny svařováním a šroubovými spoji. Toto řešení zajišťuje dostatečnou pevnost a tuhost konstrukce při zachování možnosti servisního rozebrání.



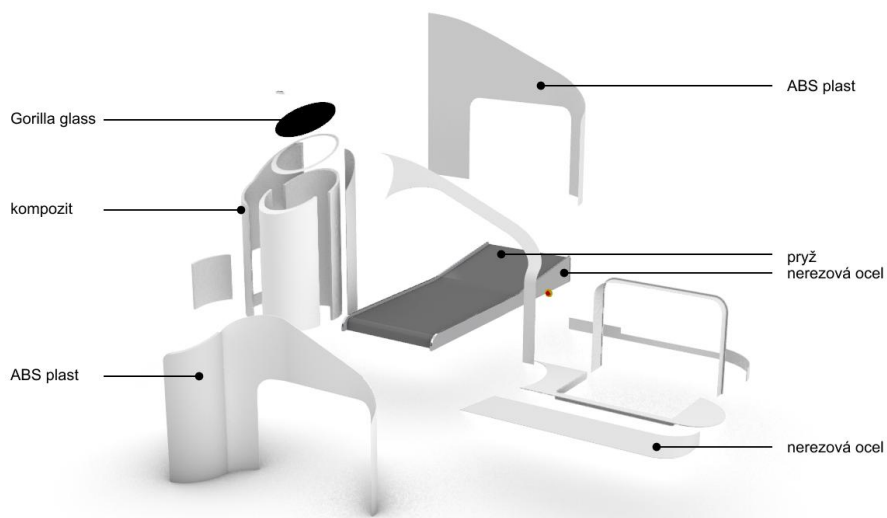
Obr. 6-9 Rozložení vnitřních komponent

Specifickou část konstrukce tvoří manipulační a transportní mechanismus zavazadel, který musí být navržen s důrazem na odolnost vůči opotřebení a spolehlivý provoz. V této oblasti jsou využívány materiály s nižší hmotností a dostatečnou pevností, například hliníkové slitiny nebo kombinace kovových a polymerních prvků, které zajišťují plynulý pohyb zavazadel a snižují mechanické namáhání.

Zařízení je pevně ukotveno k podlaze a integrováno do odbavovacího systému letiště, což zvyšuje stabilitu při manipulaci s těžšími zavazadly.

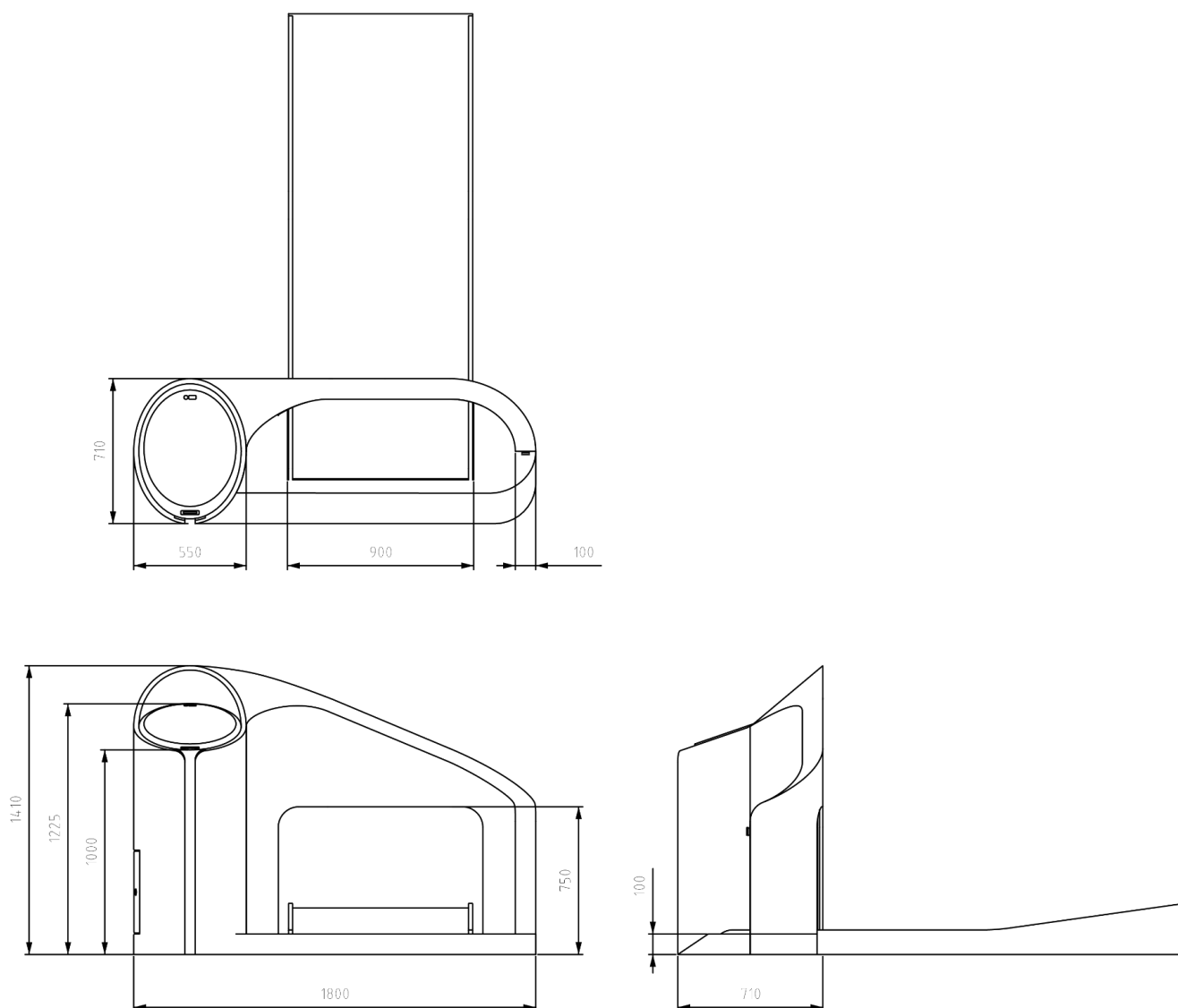
Pro krytování zařízení jsou použity převážně plasty, konkrétně ABS plast, který se vyznačuje dobrou tvarovatelností, odolností vůči nárazům a vhodností pro použití ve veřejném prostoru. Krycí prvky jsou doplněny o kovové části z nerezové oceli, které zvyšují odolnost v exponovaných místech jako je oblast nájezdu kufrů.

Konstrukční řešení respektuje také požadavky na údržbu a servis. Krytování je navrženo tak, aby umožňovalo snadný přístup k vnitřním komponentám bez nutnosti rozsáhlé demontáže.



Obr. 6-10 Rozpad na jednotlivé díly konstrukce

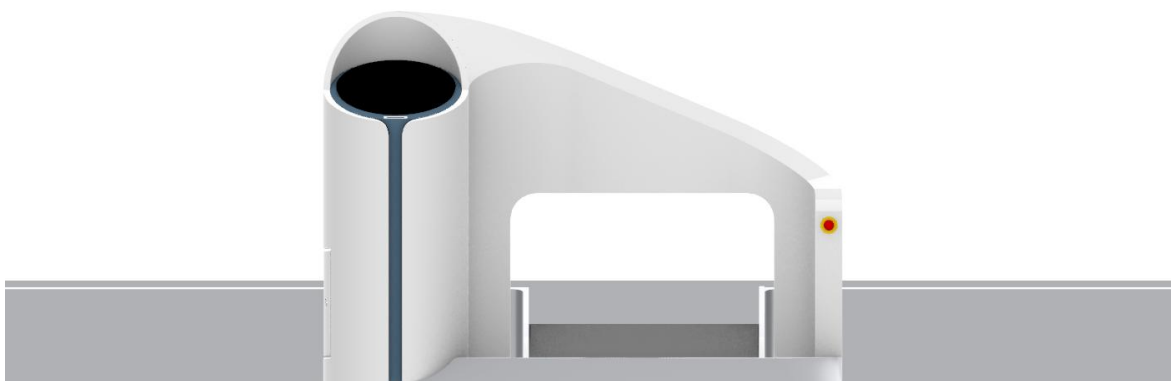
Celkové rozměry zařízení jsou navrženy s ohledem na prostorové možnosti letištních terminálů a plynulost pohybu cestujících. Konstrukce umožňuje efektivní využití prostoru při zachování plné funkčnosti a ergonomie zařízení. Rozměry odbavovací jednotky jsou (1800 x 710 x 1410) mm.



Obr. 6-11 Rozměrové řešení

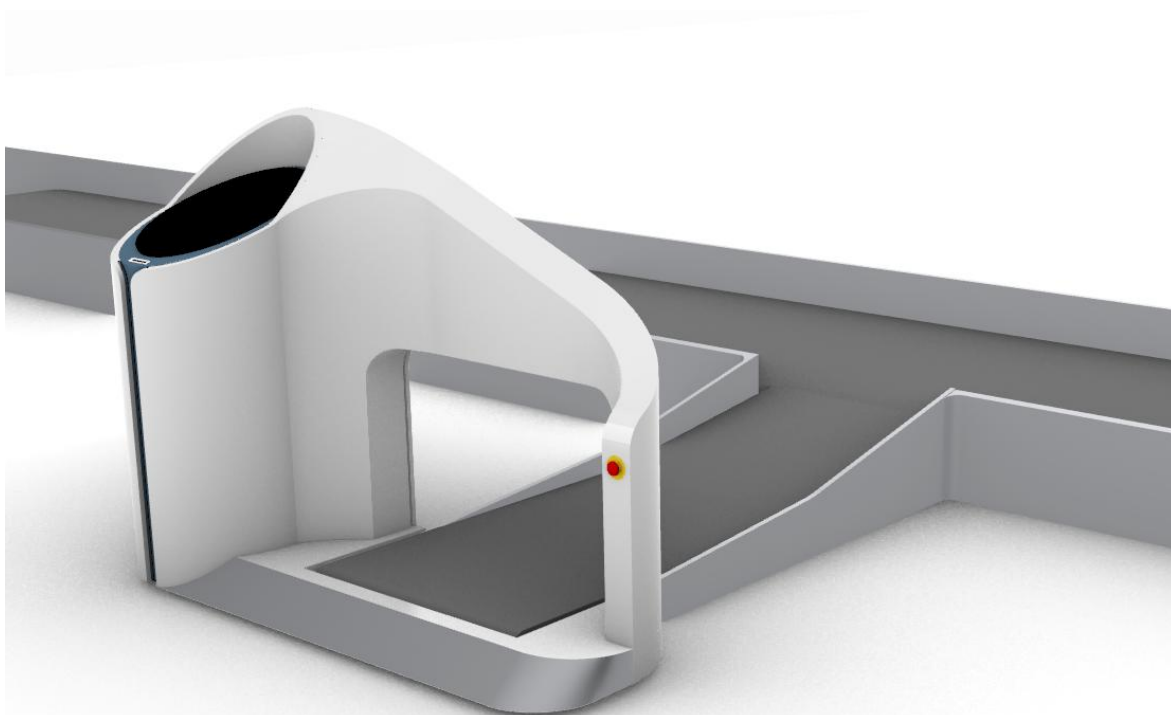
6.2.1 Návaznost pásu jednotky na centrální pás

Podstatným aspektem návrhu je logická a konstrukční návaznost dopravníku jednotky na centrální zavazadlový systém letiště. Z ergonomických důvodů je nástupní část pásu umístěna níže, aby bylo možné zavazadla pohodlně pokládat bez nadměrného zvedání, v řešení je proto navržen nájezd, který cestujícímu umožní umístění zavazadla na pás jednotky najetím. V zadní části je proto dopravník plynule nakloněn směrem k centrálnímu pásovému systému letiště.



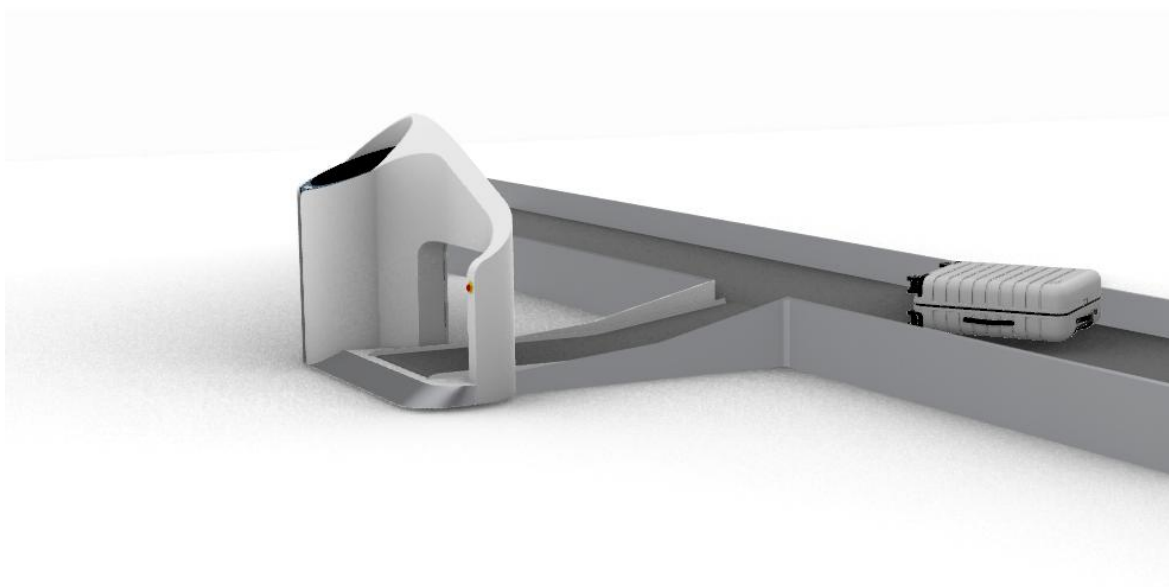
Obr. 6-12 Návaznost pásu jednotky na centrální pás (čelní pohled)

Zavazadlový pás odváží odbavované zavazadlo směrem dozadu k centrálnímu pásu, kde je potom přebráno a pohybuje se ve směru centrálního pásu, tedy do boku.

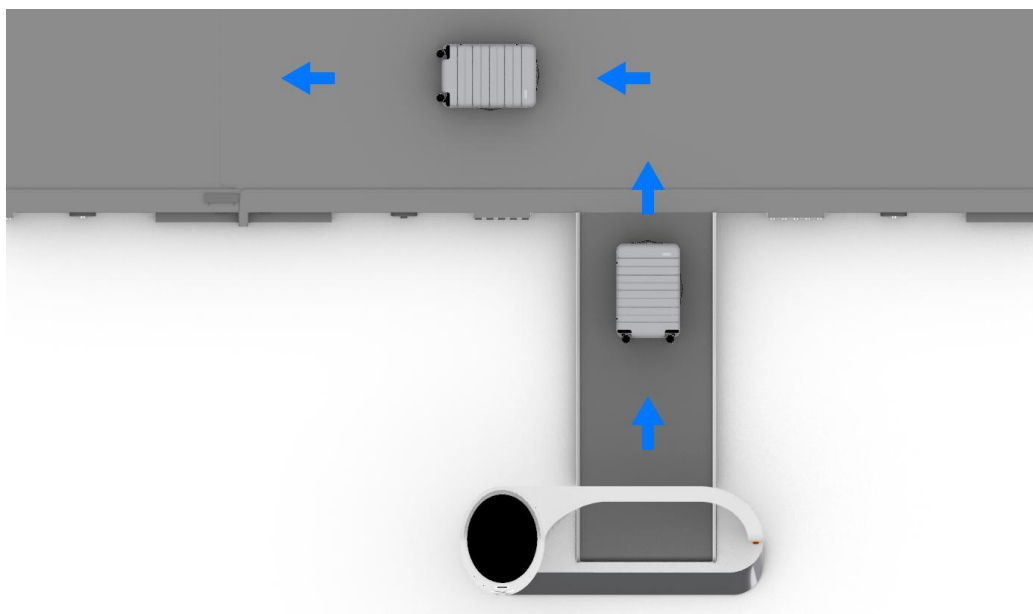


Obr. 6-13 Návaznost pásu jednotky na centrální pás

Pro zamezení spadnutí zavazadel z pohybujícího se pásu jsou u dopravníku jednotky i u centrálního pásu zvýšeny bočnice. Výška bočnic se postupně zvedá až ke 100 mm.

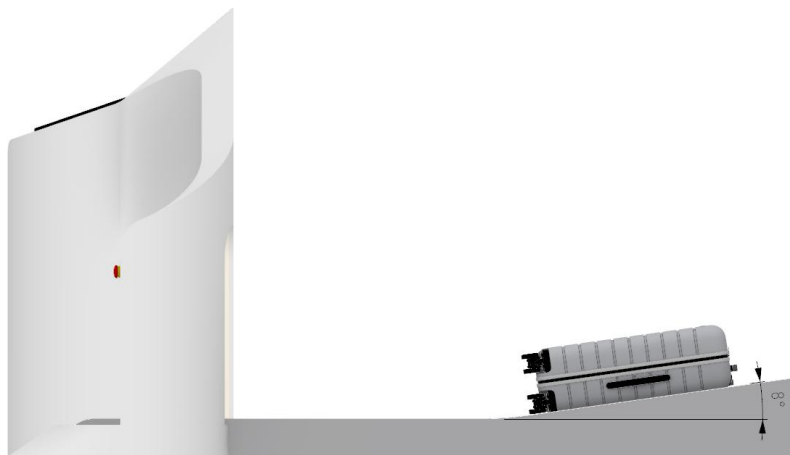


Obr. 6-14 Bočnice pásů



Obr. 6-15 Pohyb zavazadel na pásech

Naklonění pásu jednotky se bude lišit dle možností letiště, na němž bude jednotka instalována, aby plynule navazovala a respektovala již existující systém. Pro kontinuální pohyb zavazadel je aplikováno co nejnižší naklonění dopravníku jednotky, při vyšším úhlu musí zavazadla překonávat větší sílu. V návrhu je pod úhlem 8°.



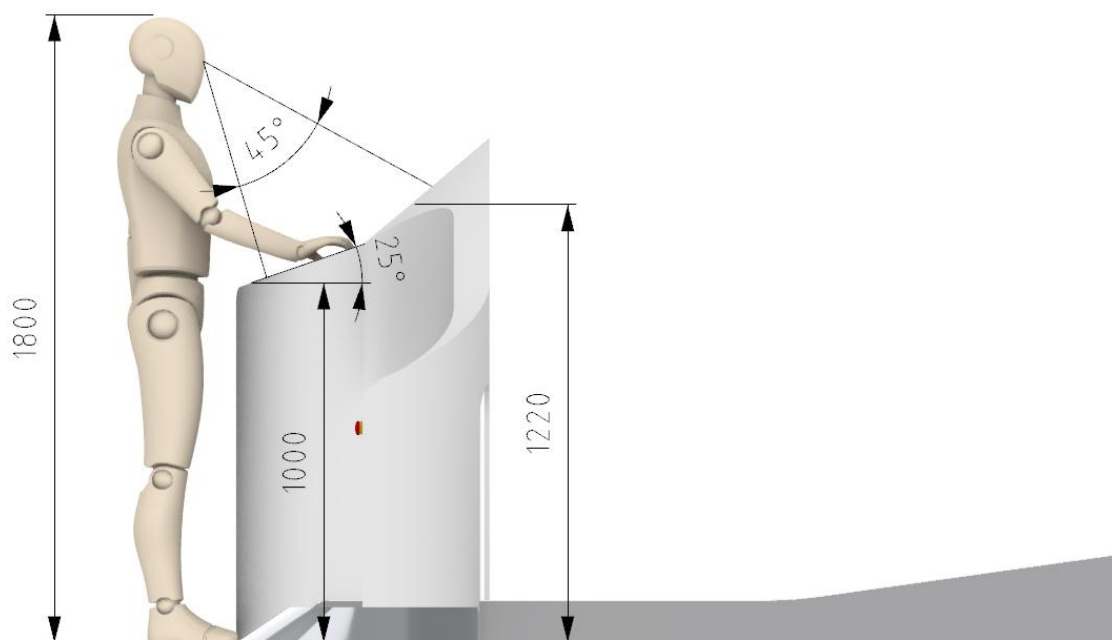
Obr. 6-16 Naklonění dopravníku pro napojení na centrální pás

6.3 Ergonomické řešení

Ergonomie představuje jeden z klíčových parametrů návrhu samoobslužné jednotky, neboť zásadně ovlivňuje rychlost, srozumitelnost a bezchybnost interakce uživatele se zařízením, a proto zásadně ovlivnil tvarové řešení. Návrh vychází z analýzy typických uživatelských scénářů, které zahrnují identifikaci cestujícího, tisk zavazadlového štítku, manipulaci se zavazadlem a jeho předání na dopravníkový systém.

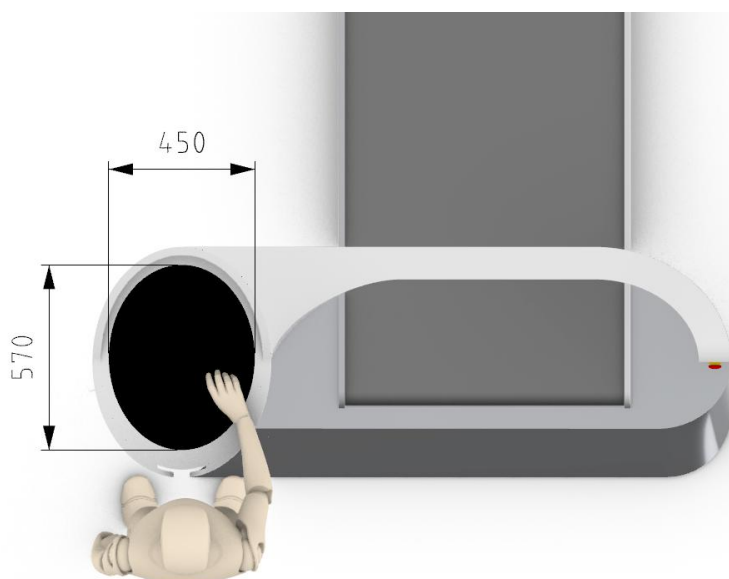
6.3.1 Ovládací panel

Zásadním prvkem ergonomie je umístění a orientace ovládacího panelu s dotykovým displejem, který představuje hlavní komunikační kanál mezi cestujícím a zařízením. Displej je navržen tak, aby byl dobře čitelný a ovladatelný pro široké spektrum uživatelů různého vzrůstu (5. - 95. percentil) a dispozic. Řešení zohledňuje provozní podmínky letištních hal. Dotykový displej je nakloněn pod úhlem 25° směrem k cestujícímu, dochází tak k omezení nežádoucích odlesků a zlepšení čitelnosti. Výška a orientace displeje podporuje přirozenou interakci bez nutnosti nepřírozeného ohýbání nebo nadměrného zvedání paží.



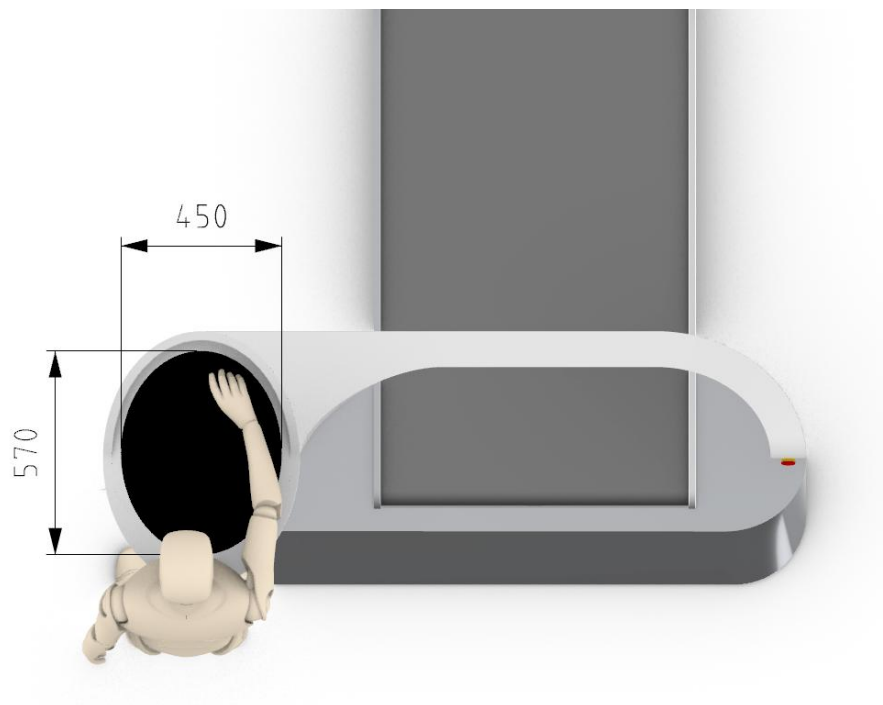
Obr. 6-17 Ergonomický pohled na displej

Dotykový displej slouží jako hlavní nositel informací v celém průběhu procesu odbavování. Ovládání zařízení probíhá výhradně prostřednictvím dotykového rozhraní bez použití fyzických tlačítek, což přispívá ke zjednodušení ovládání, snížení počtu mechanicky namáhaných prvků a zároveň podporuje minimalistický charakter návrhu.



Obr. 6-18 Rozměrové řešení displeje

Displej využívá atypický eliptický tvar, který vizuálně odlišuje zařízení od běžných samoobslužných kiosků a zároveň podporuje jednotný designový jazyk návrhu. Organické tvarování displeje navazuje na celkové tvarové řešení zařízení a přispívá k jeho lepší vizuální identifikovatelnosti v prostoru letištního terminálu.

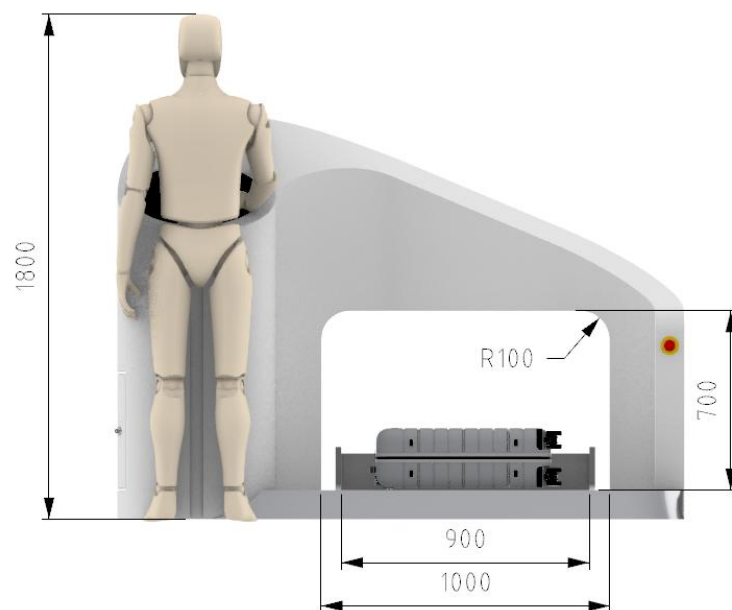


Obr. 6-19 Ověření dosahu osoby na displeji

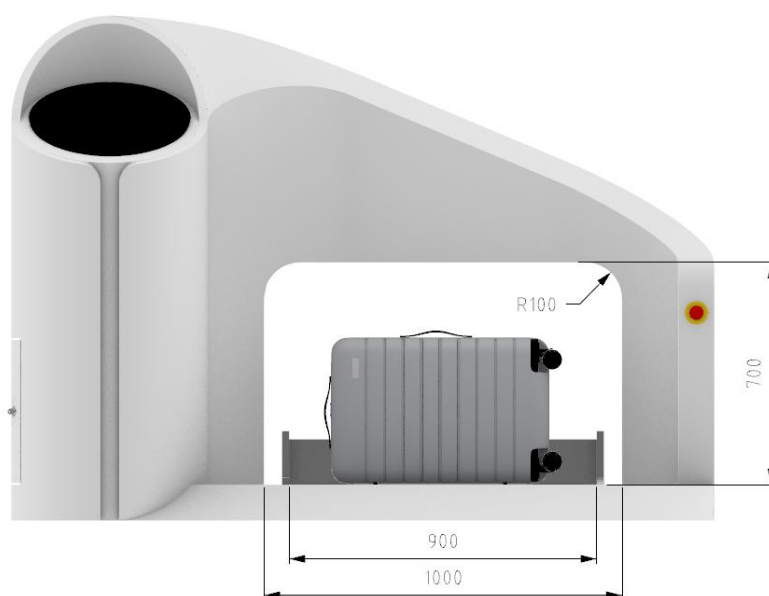
6.3.2 Pás a manipulační zóna

Významnou součástí řešení jednotky je manipulační zóna a dopravníkový systém určený pro odbavení zavazadel. Tyto prvky zásadně ovlivňují komfort, plynulost i fyzickou náročnost manipulace se zavazadly.

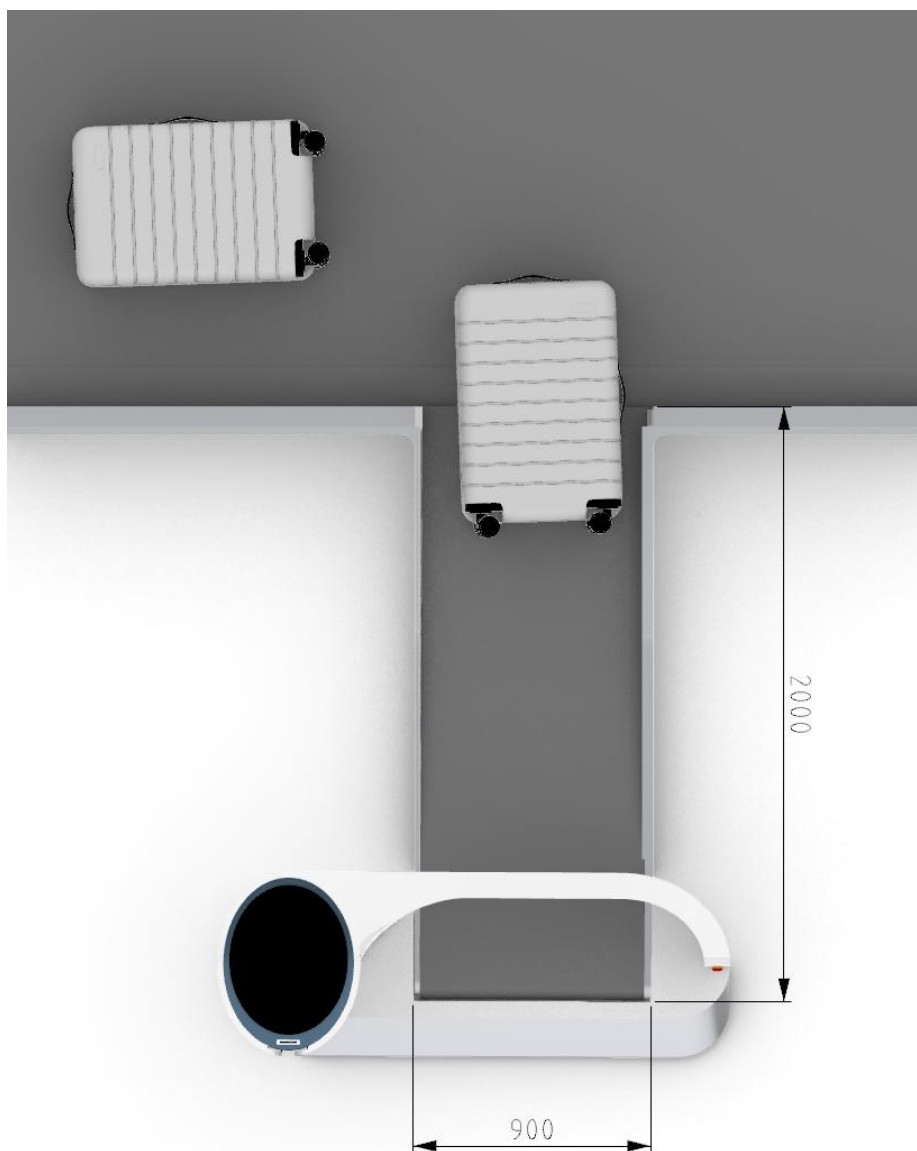
Dopravní pás jednotky je navržen s ohledem na rozměrové požadavky běžně přepravovaných zavazadel a respektuje limity používané jednotlivými leteckými společnostmi. Rozměry manipulačního otvoru i skenovacího rámu umožňují odbavení širokého spektra kufrů a cestovních zavazadel bez omezení průchodnosti nebo nutnosti složité manipulace.



Obr. 6-20 Průjezd pro zavazadla



Obr. 6-21 Otvor pro zavazadla nad dopravníkem



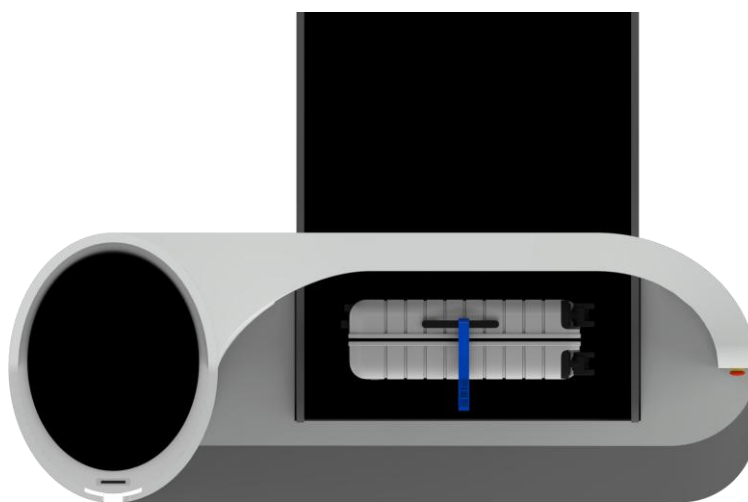
Obr. 6-22 Rozměry dopravníku

Nájezdová část jednotky směrem k dopravníku je řešena pod úhlem, který umožňuje cestujícímu částečně využít vlastní hmotnosti zavazadla při jeho umístění na pás. Díky tomu není nutné zavazadlo zcela zvedat, ale postačuje jeho nasunutí po nakloněné ploše. Toto řešení významně přispívá ke snížení fyzické námahy zejména při manipulaci s těžšími kufry.



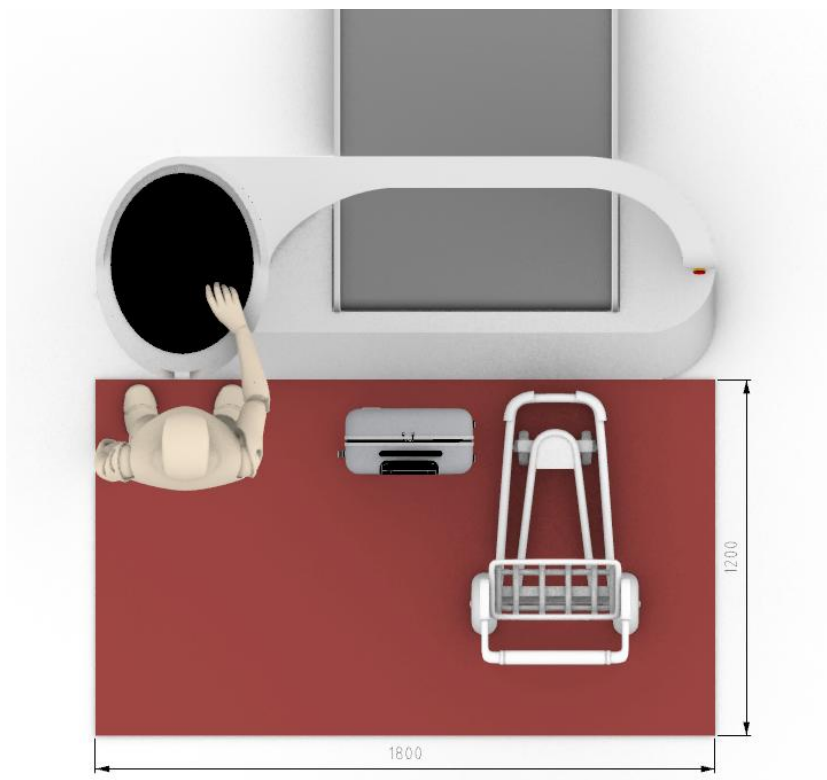
Obr. 6-23 Nájezd se zavazadlem na pás jednotky

Součástí ergonomického návrhu je také důraz na intuitivní vedení uživatele během manipulace se zavazadlem. Tvarování okolních ploch, orientace dopravníku a vizuální naváděcí prvky podporují správné umístění kufru na vážicí plochu a minimalizují možnost chybného odbavení nebo zablokování systému.



Obr. 6-24 Umístění zavazadla na pás jednotky pro vážení

Prostor kolem zařízení je dimenzován tak, aby umožňoval dostatečný pohyb cestujících i manipulaci s většími zavazadly ve vytíženém prostředí letištního terminálu. Návrh manipulační zóny zohledňuje také pohyb osob s příručními kufry, vozíky nebo dalšími zavazadly a minimalizuje vzájemné kolize uživatelů v odbavovacím prostoru.

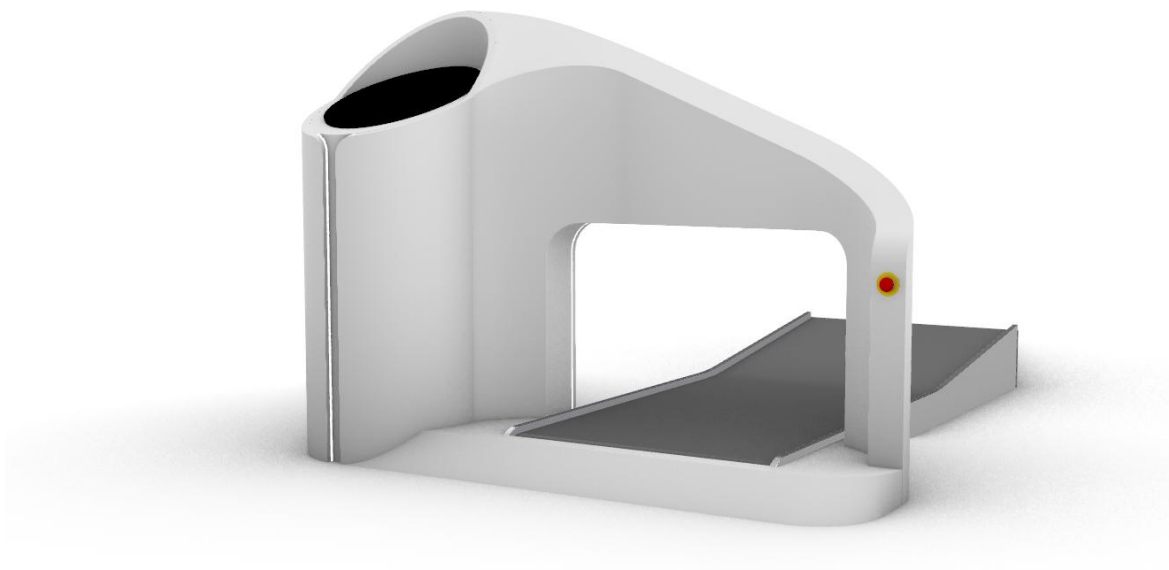


Obr. 6-25 Manipulační zóna u jednotky

6.3.3 Světelná signalizace

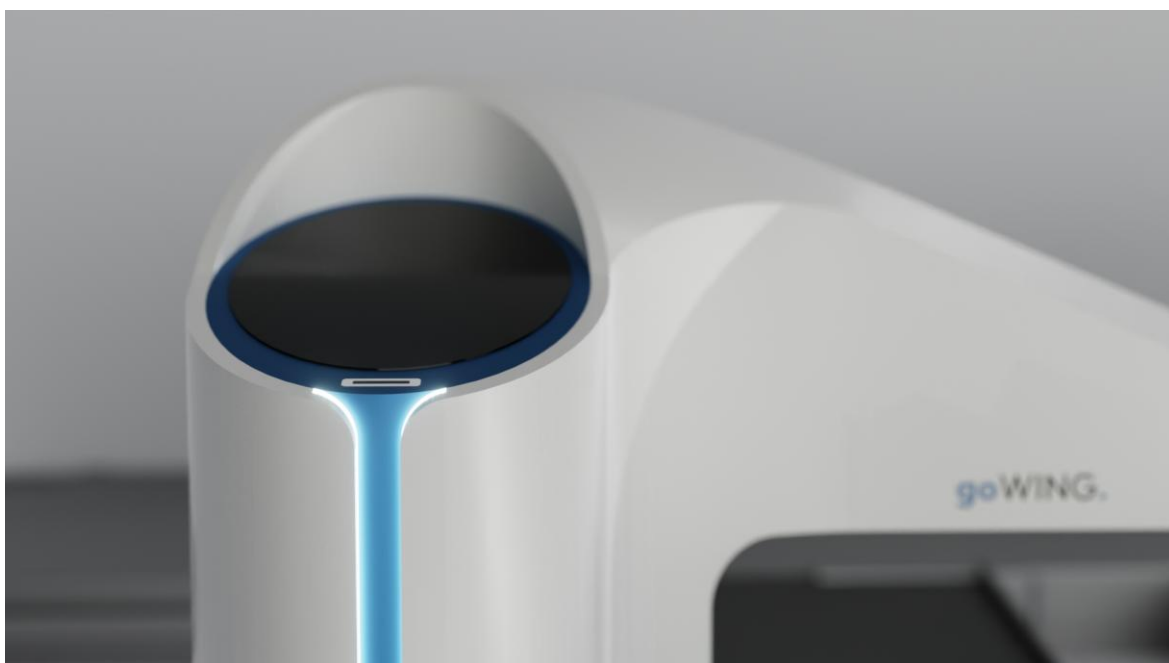
Mezi sdělovače patří světelná signalizace, která slouží jako doplňkový komunikační prvek během procesu odbavení zavazadel. Jejím hlavním úkolem je poskytovat cestujícímu rychlou zpětnou vazbu o aktuálním stavu zařízení, správnosti prováděných úkonů nebo případné chybě systému.

Světelná signalizace je umístěna ve vykrojené části čelní strany ovládacího panelu a dále po obvodu otvoru nad dopravníkem pro zavazadla. Toto umístění zajišťuje dobrou viditelnost signalizace jak při práci s dotykovým displejem, tak během manipulace se zavazadlem. Rozmístění světelných prvků podporuje orientaci uživatele v jednotlivých krocích odbavení.

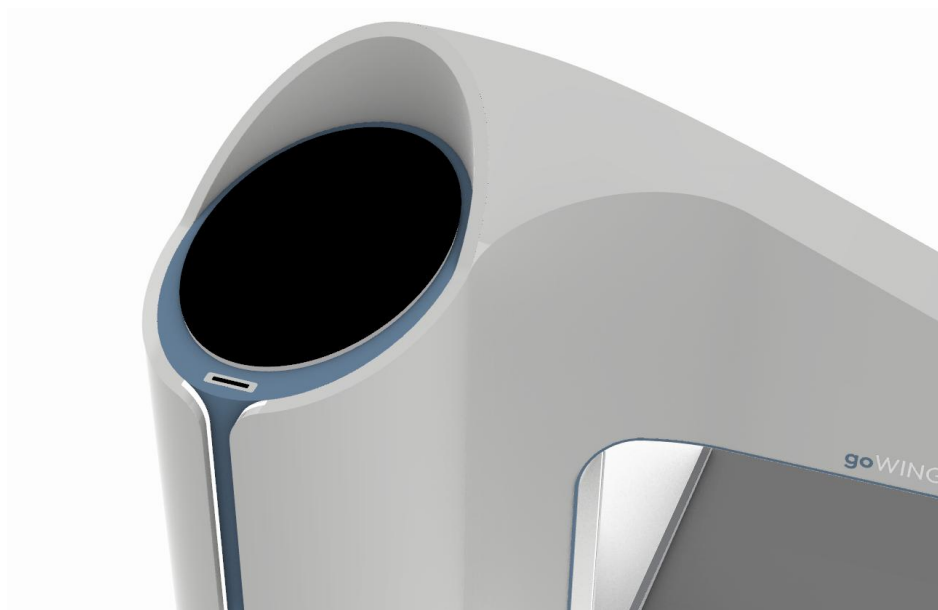


Obr. 6-26 Světelná signalizace jednotky

Světelný panel u displeje informuje cestujícího například o připravenosti zařízení k odbavení, správném načtení palubní vstupenky, výzvě k vložení zavazadla nebo o úspěšném dokončení procesu odbavení. Současně upozorňuje na případné chyby systému, nesprávné umístění zavazadla nebo nutnost zásahu personálu. Světelný panel je uložen ve vykrojení ovládacího panelu a obepíná jeho kontury.

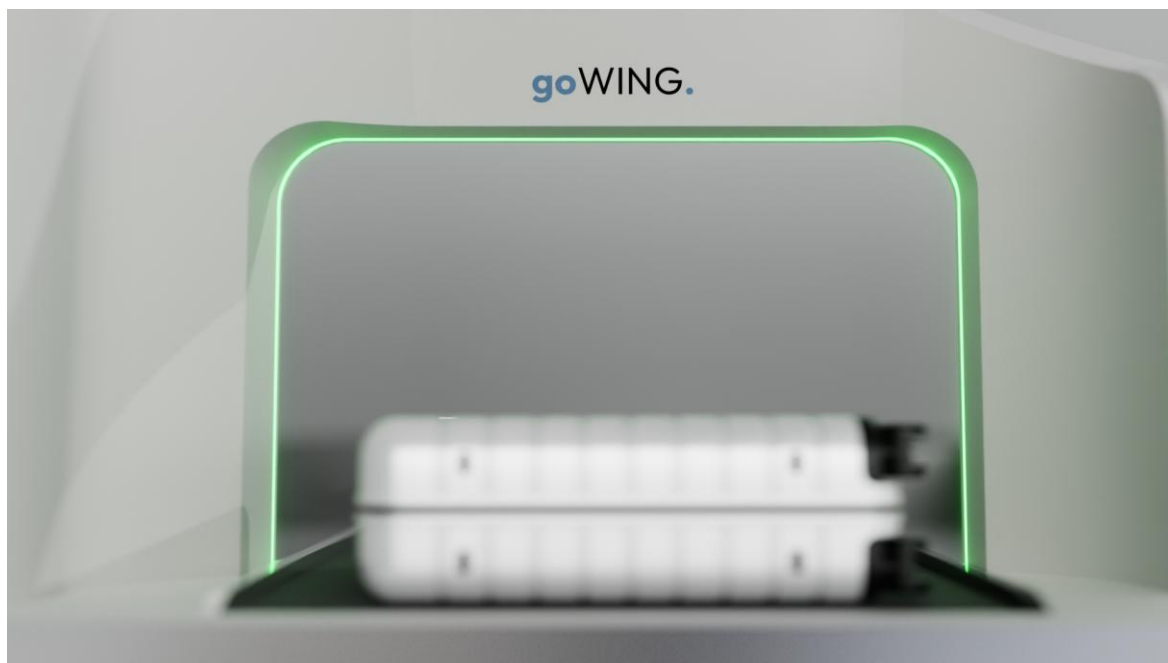


Obr. 6-27 Světelná signalizace ovládacího panelu – volné k obsluze

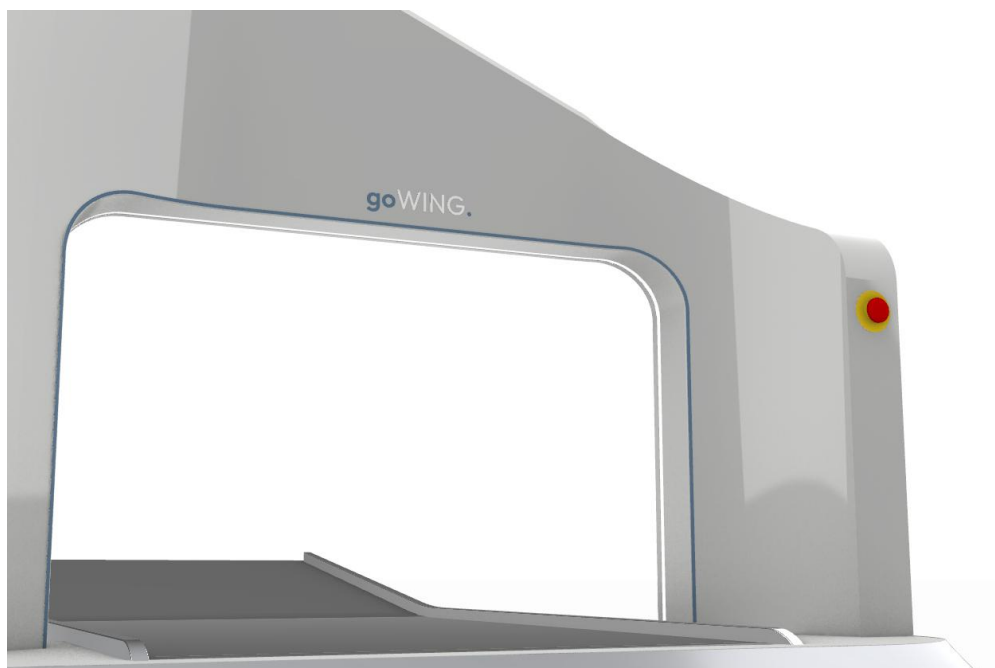


Obr. 6-28 Světelná signalizace ovládacího panelu

Signalizace v prostoru dopravníku pomáhá cestujícímu určit správný okamžik pro vložení zavazadla na pás a vizuálně zvýrazňuje manipulační zónu zařízení. Tím dochází ke zlepšení orientace uživatele.

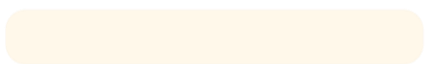


Obr. 6-29 Světelná signalizace průjezdu – připraveno pro uložení zavazadla



Obr. 6-30 Světelná signalizace průjezdu

Barevnost signalizace je navržena v souladu s obecně zažitými principy intuitivního vnímání barev. Zelená barva signalizuje správný průběh procesu nebo připravenost zařízení, modrá slouží jako informační a navigační prvek během interakce se systémem a červená upozorňuje na chybu, problém nebo požadavek zvýšené pozornosti uživatele.

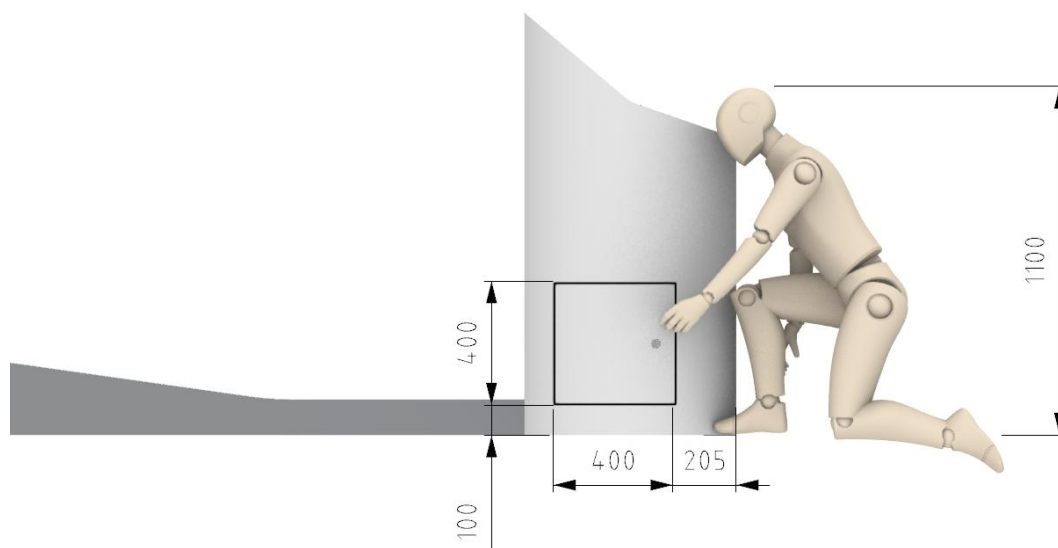
	normální provoz, volné k odbavení
	správný průběh, připraveno k obsluze
	chybové hlášení, nezasahovat do prostoru jednotky

Obr. 6-31 Barevnost světelné signalizace a význam

Světelná signalizace pracuje s decentní intenzitou osvětlení a jednoduchými světelnými animacemi, které jsou dostatečně výrazné pro orientaci uživatele, ale zároveň nepůsobí rušivě v prostředí letiště.

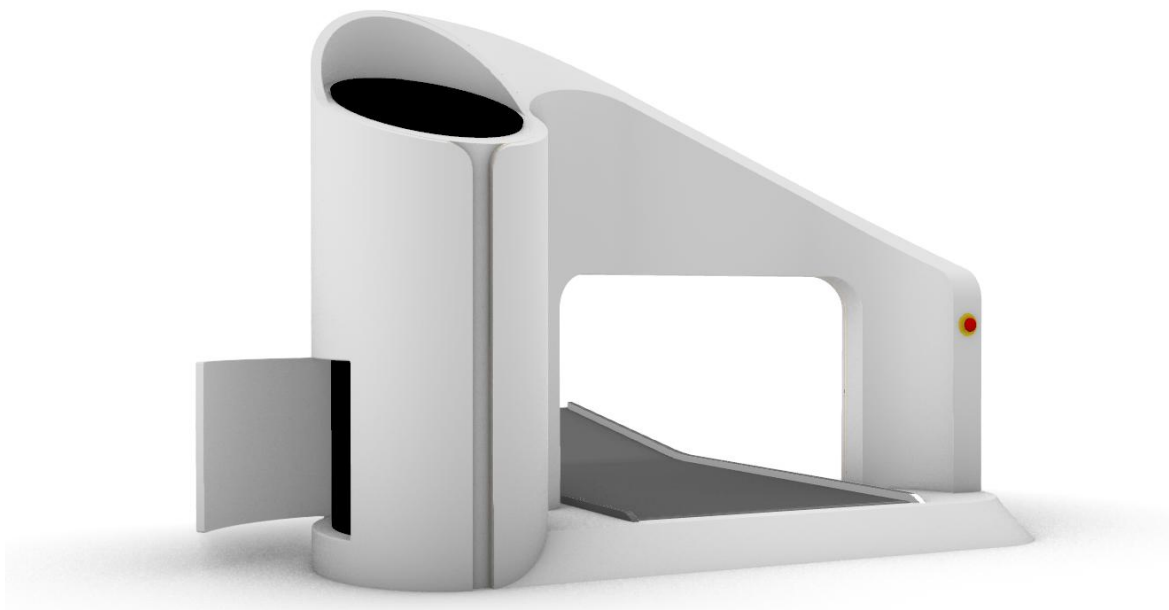
6.3.4 Servisní přístup

Z hlediska provozu je důležitá i ergonomie údržby a servisních zásahů. Nejčastěji servisované komponenty jsou umístěny tak, aby byly snadno dostupné bez nutnosti složité demontáže, což snižuje čas potřebný pro údržbu a zvyšuje celkovou provozní efektivitu zařízení. Servisní dvířka jsou umístěna z levé strany ovládacího panelu, jsou zabezpečena na zámek.

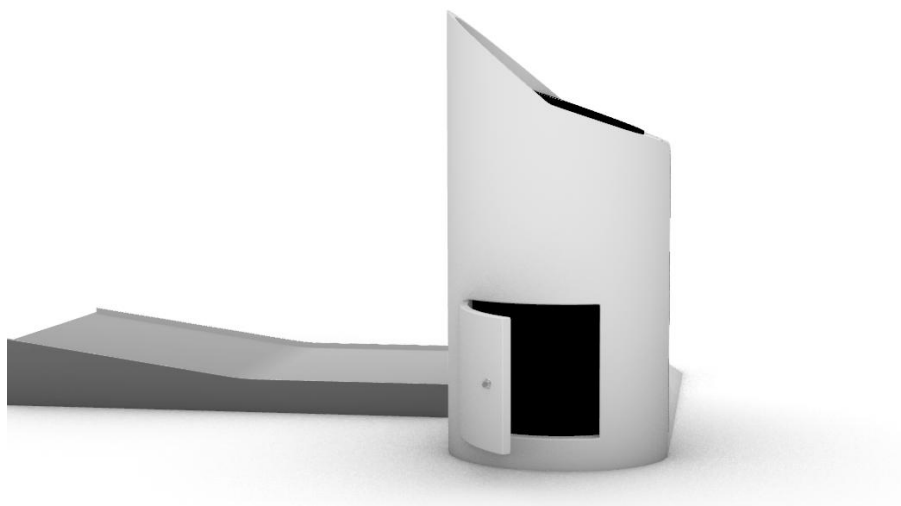


Obr. 6-32 Dostupnost k servisnímu panelu

Servisní dvířka jsou umístěna z levé strany ovládacího panelu a umožňují přístup k hlavním technologickým komponentám zařízení. Dvířka jsou zabezpečena zámkem proti neoprávněnému otevření a zároveň navržena tak, aby jejich otevírání nezasahovalo do prostoru určeného pro pohyb cestujících.

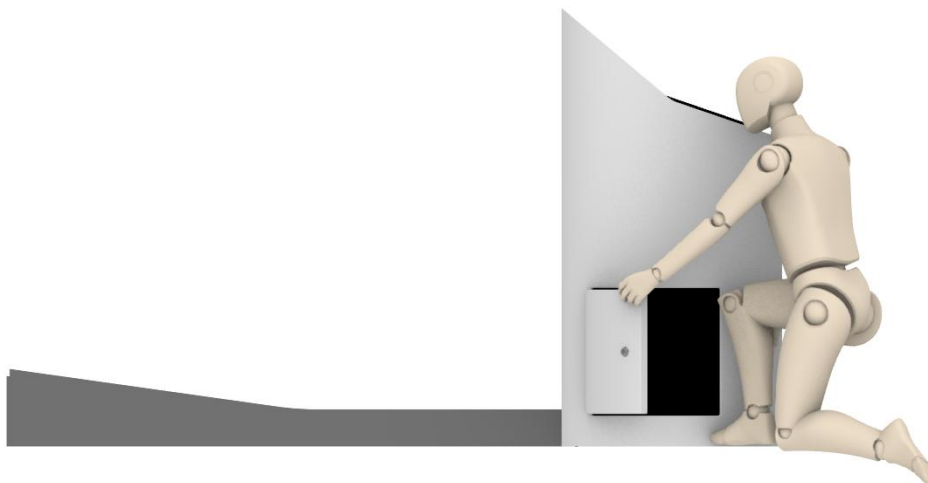


Obr. 6-33 Otevření servisních dvířek

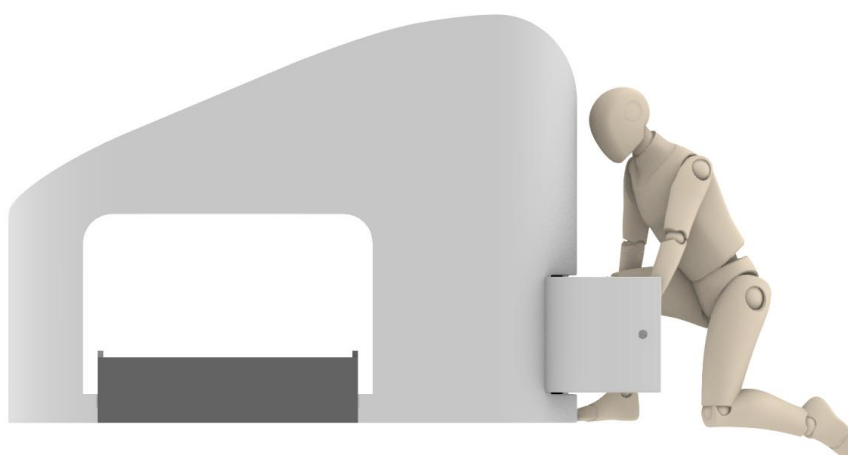


Obr. 6-34 Servisní přístup (boční pohled)

Servisní prostor umožňuje přístup zejména k napájecím modulům, tiskárně zavazadlových štítků, kabelovým rozvodům, síťovým prvkům a částem dopravníkového systému.



Obr. 6-35 Přístup pro servis



Obr. 6-36 Přístup pro servis

Servisní dvířka jsou vybavena uzamykatelným mechanismem, který zabraňuje neoprávněné manipulaci během běžného provozu.



Obr. 6-37 Zámek pro otevírání servisních dvířek



Obr. 6-38 Uzamykatelná servisní dvířka

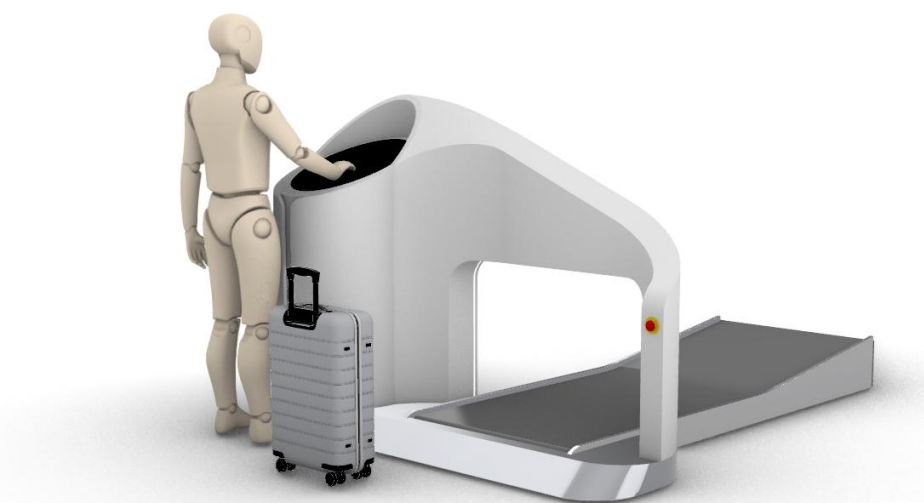
6.3.5 Proces odbavení zavazadla

Řešení samoobslužné jednotky je zaměřeno na vytvoření intuitivního, přehledného a fyzicky nenáročného procesu odbavení zavazadla.

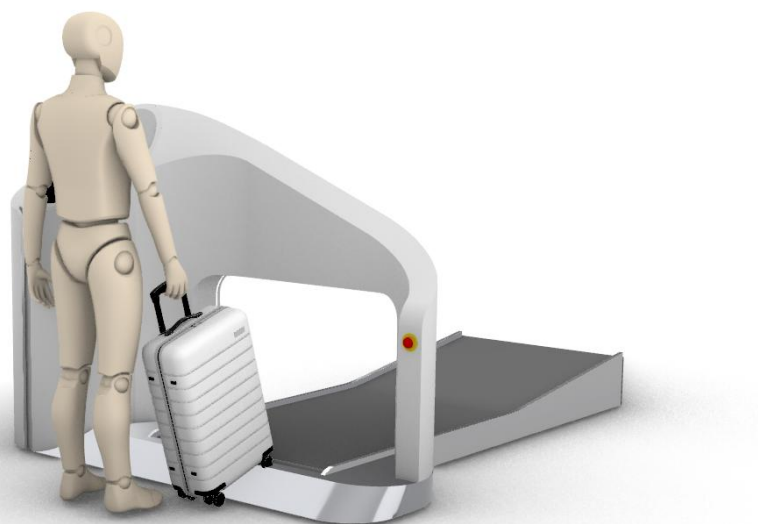
Důležitým prvkem je logická návaznost jednotlivých kroků odbavení. Rozmístění komponent, jako tiskárna zavazadlových štítků, manipulační prostor pro aplikaci štítku a dopravníkový systém, odpovídá přirozenému sledu činností uživatele. Tím se eliminuje nutnost zbytečných pohybů, otáčení nebo přecházení mezi jednotlivými částmi zařízení a zvyšuje se plynulost celého procesu.



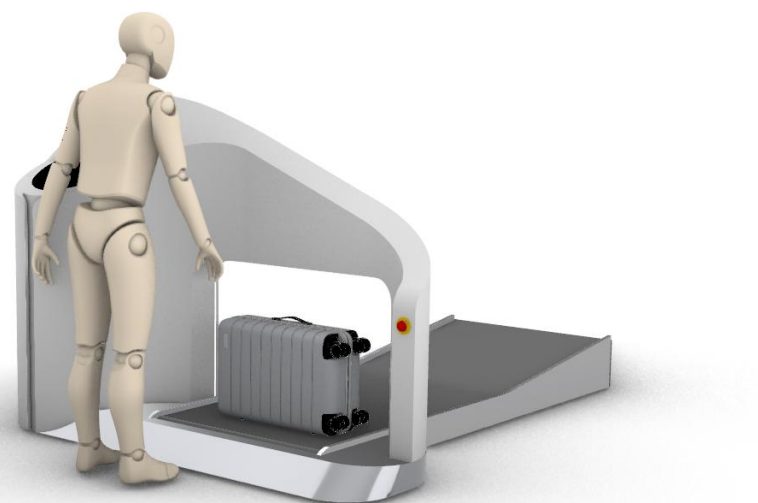
Obr. 6-39 Přístup cestujícího k jednotce



Obr. 6-40 Obstarání pokynů jednotky ovládacím panelem



Obr. 6-41 Nájezd zavazadla na pás



Obr. 6-42 Odložení zavazadla

6.3.6 Uspořádání jednotek v letištní hale

Je nutné zohlednit skutečnost, že samoobslužné jednotky pro odbavení budou v prostředí letištních terminálů instalovány ve větším počtu a budou součástí komplexního odbavovacího systému. Rozmístění zařízení musí respektovat plynulost pohybu cestujících, prostorové možnosti terminálu i návaznost na dopravníkový systém zavazadel.

Jednotky mohou být v prostředí letištního terminálu využívány jako doplňkový i primární způsob odbavení cestujících. V obou případech je nutné zohlednit plynulost pohybu osob, návaznost na dopravníkový systém zavazadel a efektivní využití prostoru terminálu. Rozmístění zařízení musí zároveň podporovat intuitivní orientaci cestujících a umožňovat pohodlnou manipulaci se zavazadly.

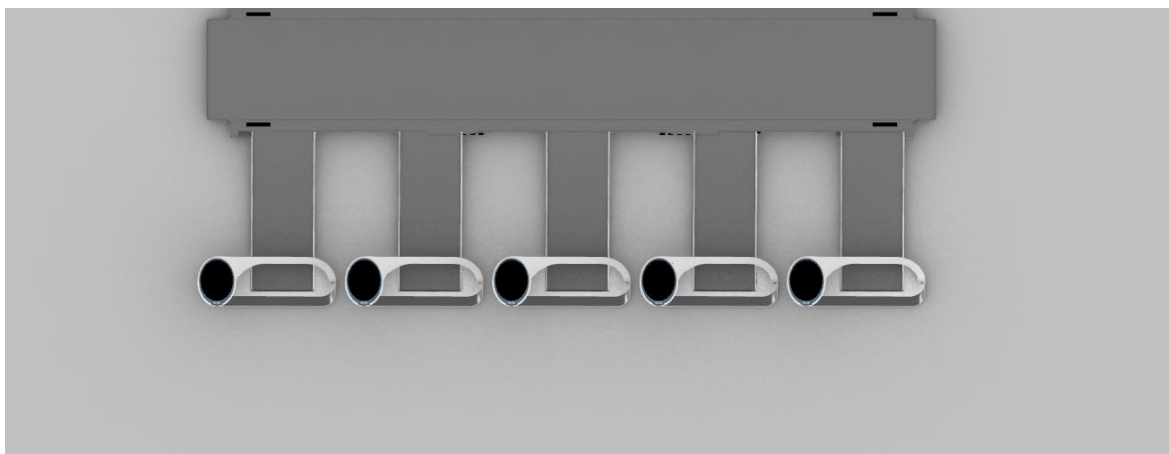
Na současných letištích jsou samoobslužné jednotky často využívány jako doplněk ke klasickým odbavovacím přepážkám. Jejich hlavním úkolem je urychlení procesu odbavení a snížení zatížení personálu během provozních špiček. Jednotky bývají umístěny v samostatné odbavovací zóně, přičemž v jejich blízkosti je dostupná asistence personálu odpovědného za dohled nad provozem a pomoc cestujícím.

S rostoucí mírou automatizace se však samoobslužné jednotky stávají také hlavním způsobem odbavení v některých částech terminálů. V takovém případě tvoří primární odbavovací infrastrukturu.

V rámci této práce jsou uvažovány tři základní varianty umístění samoobslužných jednotek. Návrh v lineárním nebo paralelním uspořádání s průchozími koridory, které umožňují plynulý pohyb cestujících i manipulaci se zavazadly. Rozmístění respektuje přirozený směr pohybu uživatelů od vstupu do odbavovací zóny směrem k bezpečnostní kontrole nebo odletovým branám. Mezi jednotlivými zařízeními jsou zachovány dostatečné rozestupy pro komfortní manipulaci se zavazadly a zajištění soukromí během odbavení.

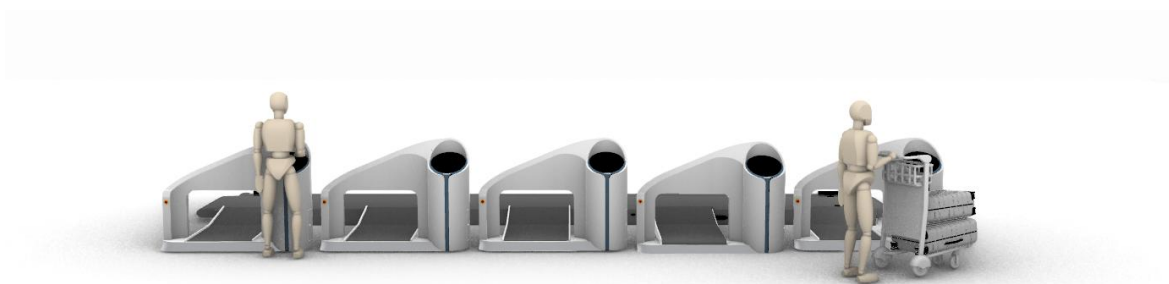
Tvarové a konstrukční řešení samotných jednotek umožňuje jejich efektivní seskupování a napojení na dopravníkový systém zavazadel. Lze v rámci jedné odbavovací zóny umístit větší počet zařízení bez negativního dopadu na přehlednost prostoru nebo komfort uživatelů.

Navržené prostorové řešení, které ilustrují obrázky (6-43 - 6-45), využívá principu lineárního řazení jednotlivých modulů do souvislé fronty. Jednotky jsou k sobě přisazeny v těsném sousedství, čímž vytváří vizuálně i funkčně kompaktní bariéru, která jasně odděluje veřejný prostor od technologického zázemí s transportními pásy.



Obr. 6-43 Uspořádání v linii (shora)

Díky škálovatelnosti a lineární geometrii je systém možné snadno uzpůsobit potřebám, což umožňuje letišti flexibilně reagovat na prostorové dispozice konkrétního terminálu pouhým přidáváním nebo odebíráním jednotlivých modulů při zachování jednotného designového jazyka.

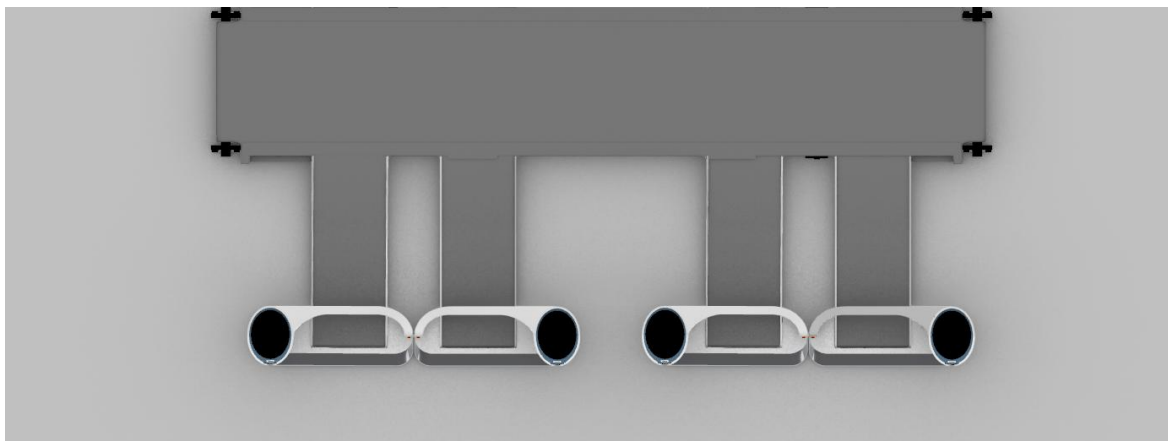


Obr. 6-44 Uspořádání v linii v prostoru haly



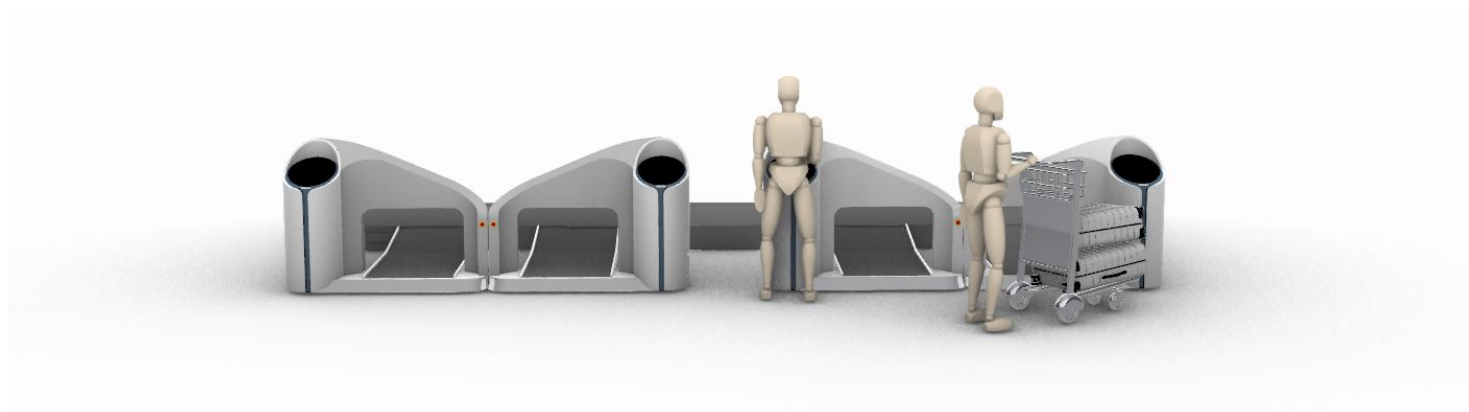
Obr. 6-45 Uspořádání v linii v prostoru haly (čelní pohled)

Druhý způsob organizace odbavovacích míst představuje zrcadlové uspořádání v linii, které zachycují obrázky (6-46 - 6-48). Tento koncept vychází z párového sdružování jednotek k sobě zády, respektive jejich funkčními moduly k sobě, čímž dochází k vytvoření dynamičtější a prostorově úspornější struktury v rámci letištního terminálu.

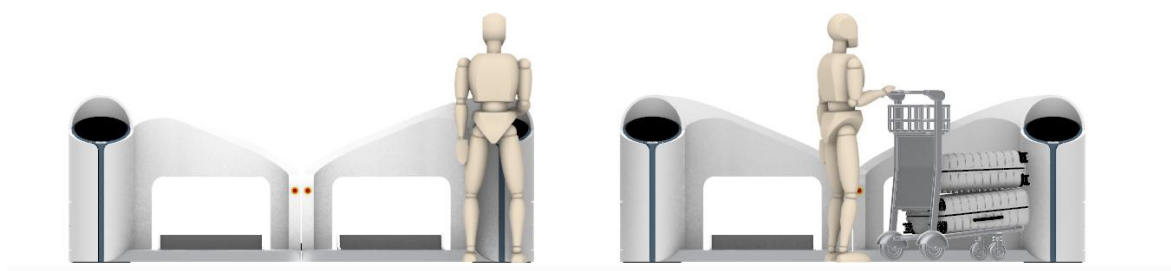


Obr. 6-46 Uspořádání zrcadlově (shora)

Hlavním rysem tohoto rozložení je seskupení jednotek do dvojic, které sdílejí společnou středovou osu. Z vizuálního i funkčního hlediska tak vzniká symetrická kompozice. Pro cestujícího toto uspořádání znamená jasnější definici osobního prostoru. Rozestupy mezi jednotlivými páry jednotek zvětšují manipulační zónu pro objemnější zavazadla či vozíky, aniž by docházelo k vzájemnému omezování uživatelů u sousedních kiosků. Zrcadlení opticky rozbíjí monotónnost dlouhé lineární řady, což usnadňuje orientaci v prostoru haly a navigaci k volnému odbavovacímu místu. Z hlediska celkové estetiky a integrace do interiéru působí zrcadlená linie kompaktněji.



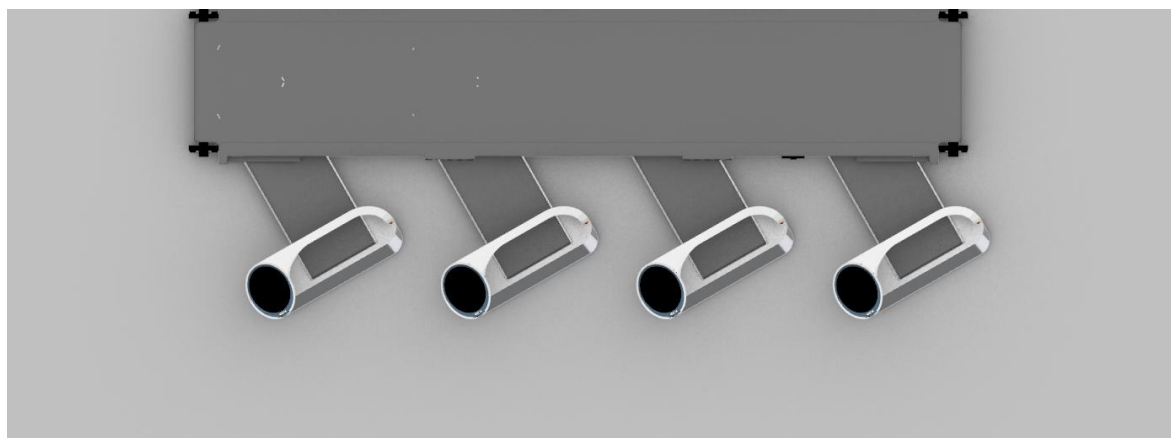
Obr. 6-47 Uspořádání zrcadlově v prostoru haly



Obr. 6-48 Uspořádání zrcadlově v prostoru haly (čelní pohled)

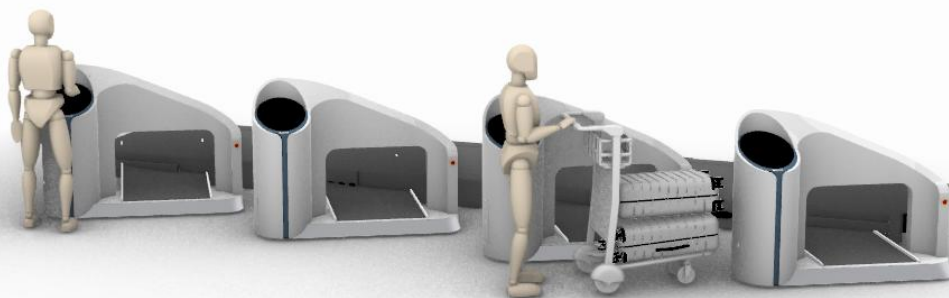
Třetí variantou prostoru, kterou zachycují obrázky (6-49 - 6-51), je šikmé (diagonální) uspořádání. Tento model představuje odklon od klasické lineární fronty a přináší specifické výhody v oblasti ergonomie pohybu a úspory hloubky veřejného prostoru haly.

V tomto uspořádání jsou jednotlivé moduly natočeny pod úhlem. Hlavním přínosem této konfigurace je vytvoření přirozených „zálivů“, které jasně vymezují prostor pro každého cestujícího. Šikmá orientace navíc umožňuje plynulejší nájezd i odjezd s vozíkem, protože kopíruje přirozenou trajektorii pohybu v terminálu, aniž by vyžadovala prudké manévrování.



Obr. 6-49 Uspořádání šikmo (shora)

Z logistického pohledu, jak je patrné z půdorysného schématu na obrázku 6-37, vyžaduje toto rozložení specifické napojení na podkladové dopravníkové pásy. Jednotlivé moduly jsou k hlavnímu pásu připojeny šikmo, což sice může mírně zvýšit nároky na technické řešení spojovacích segmentů. Vizuální stránka systému v prostoru haly působí dynamicky a moderně.



Obr. 6-50 Uspořádání šikmo v prostoru haly



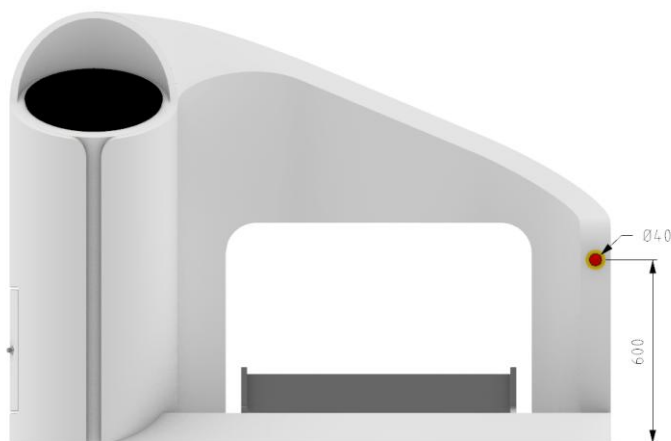
Obr. 6-51 Uspořádání šikmo v prostoru haly (čelní pohled)

Celkové uspořádání je koncipováno modulárně, takže počet samoobslužných jednotek lze přizpůsobit velikosti terminálu, intenzitě provozu nebo požadavkům konkrétního letiště. Dle uzpůsobení letištní haly bude volena adekvátní varianta uspořádání jednotek. Řazení dle varianty první je nejúspornější na prostor (viz Obr. 6-44), při zachování stejných parametrů pro centrální pás ve všech alternativních řešeních. Umožňuje uskupení pěti jednotek vedle sebe, kdežto druhá a třetí varianta (viz Obr. 6-47 a Obr. 6-50) umožňuje usazení pouze čtyř jednotek, jelikož jsou potřebné větší rozestupy pro zachování pohodlného odbavení z ohledem na ergonomii.

6.4 Bezpečnost

Na samoobslužné jednotky jsou kladeny vysoké nároky z hlediska bezpečnosti, a to jak ve vztahu k uživatelům, tak k samotnému provozu letiště. Jsou součástí infrastruktury, kde dochází k interakci velkého množství cestujících s mechanickými a elektronickými systémy. Návrh proto respektuje bezpečnostní standardy.

Základním bezpečnostním prvkem jednotky je nouzové zastavení systému (EMERGENCY STOP), které umožňuje okamžité přerušení provozu v případě nebezpečné situace. Aktivací tlačítka dojde k zastavení všech pohyblivých částí zařízení, zejména dopravníkového systému. Tlačítko je proto situováno na jednotce tak, aby bylo viditelné a v blízkosti dopravníku, který se jeho aktivací zastaví.



Obr. 6-52 Emergency stop tlačítko

Emergency STOP tlačítko je situováno na levé straně jednotky ve výšce 600 mm. Tato poloha byla zvolena s ohledem na ergonomii a bezpečnost provozu. Tlačítko je dostatečně viditelné a snadno dosažitelné, zároveň však nehrozí jeho nechtěné stisknutí například při manipulaci se zavazadly nebo pohybu cestujících kolem zařízení. Ochranný kryt navíc zabraňuje náhodné aktivaci systému.

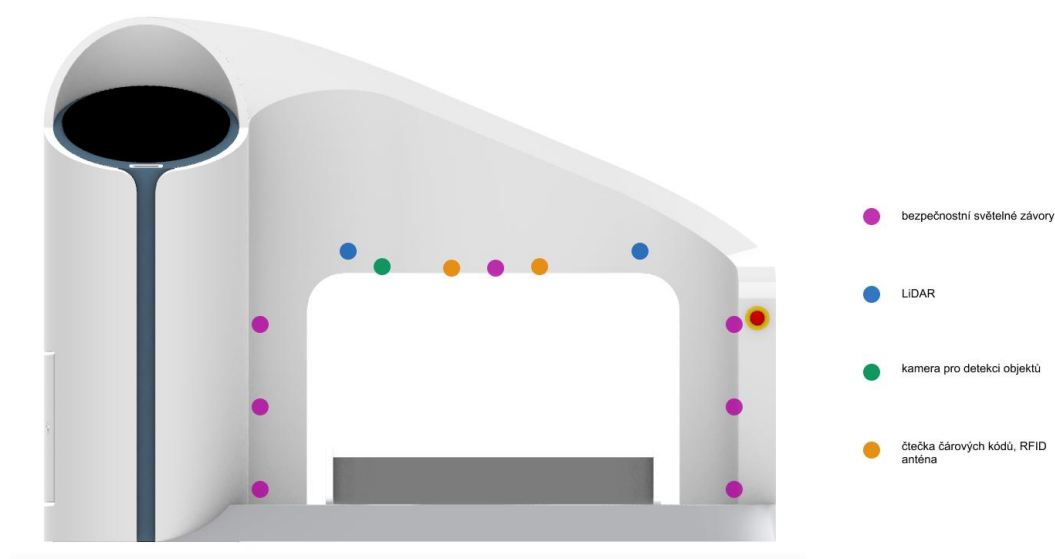


Obr. 6-53 Umístění emergency stop tlačítka

Vzhledem k tomu, že jednotka obsahuje elektrické a mechanické komponenty, je důležitým prvkem také zajištění elektrické bezpečnosti, včetně správného uzemnění a ochrany proti přepětí. Tyto prvky chrání nejen samotné zařízení, ale i uživatele před možným úrazem elektrickým proudem. V případě údržby a servisních zásahů je zařízení navrženo tak, aby umožňovalo bezpečný přístup ke komponentám.

Jedním z klíčových provozních rizik je manipulace se zavazadlem, zejména při jeho umístění na vážicí plochu a dopravník. Z tohoto důvodu je zařízení vybaveno bezpečnostními senzory, které detekují přítomnost překážek nebo nesprávně umístěného zavazadla. V případě detekce problému dojde k automatickému zastavení systému, čímž se předchází poškození zavazadla nebo zařízení.

Významným bezpečnostním aspektem je manipulace se zavazadlem během procesu odbavení. Největší riziko vzniká při ukládání zavazadla na vážicí plochu a během jeho pohybu po dopravníku. Z tohoto důvodu je zařízení vybaveno bezpečnostními optickými senzory, které monitorují manipulační prostor a detekují překážky, nesprávně uložené zavazadlo nebo přítomnost cizího objektu v dráze pohybu pásu. V případě detekce problému dojde k automatickému zastavení systému, čímž se minimalizuje riziko poškození zavazadla nebo samotného zařízení.



Obr. 6-54 Bezpečnostní optické senzory

Z hlediska konstrukce je důležité minimalizovat riziko úrazu, například přiskřípnutí nebo zachycení části oděvu. Toho je dosaženo zakrytváním pohyblivých částí, zaoblením hran a optimalizací přístupových zón.

6.5 Hygiena

Letištní terminály představují prostředí s vysokou koncentrací osob a intenzivním provozem, což klade zvýšené nároky na hygienu a čistotu veřejně přístupných zařízení. Samoobslužné jednotky jsou v přímém kontaktu s velkým množstvím uživatelů, a proto je nutné při jejich návrhu zohlednit jak hygienické, tak bezpečnostní požadavky.

Návrh zařízení minimalizuje členitost povrchů a omezuje těžko přístupných míst, kde by se mohly hromadit nečistoty. Povrchy jsou řešeny s důrazem na jednoduchost, plynulé přechody a snadnou omyvatelnost. Konstrukce úložných a manipulačních ploch umožňuje přístup i do méně dostupných částí, což usnadňuje pravidelnou údržbu a čištění.

Z hygienického hlediska patří mezi nejvíce exponované prvky ovládací panel jednotky, zejména dotykový displej, případně kontaktní plochy v okolí dopravníku. Tyto části vyžadují častou dezinfekci, nejlépe v pravidelných intervalech během provozu. Návrh proto počítá s možností snadného čištění těchto komponent bez nutnosti jejich demontáže.

Frekvence a rozsah čištění zařízení závisí na intenzitě provozu a aktuálních hygienických požadavcích, které mohou být ovlivněny například sezónními epidemiemi nebo mimořádnými situacemi. Pravidelná údržba a dezinfekce tak představují klíčový faktor pro zajištění bezpečného a komfortního uživatelského prostředí.

6.6 Barevné a grafické řešení

Barevné a grafické řešení představuje klíčovou součást návrhu samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel. Vzhledem k tomu, že se jedná o zařízení určené široké veřejnosti s různou úrovní zkušeností a jazykových znalostí, je důležité, aby barevné i grafické prvky podporovaly intuitivní ovládání.

Vizuální jazyk by měl napomáhat rychlé orientaci uživatele v jednotlivých krocích odbavení. Z analýzy současných řešení vyplývá, že v prostředí letištních kiosků převažují neutrální barevné kombinace, zejména bílá, šedá a černá, které jsou doplněny kontrastními prvky. Tyto prvky mohou být využity pro zvýraznění důležitých částí zařízení, jako jsou dotykové plochy, manipulační zóny pro zavazadla nebo signalizační prvky.

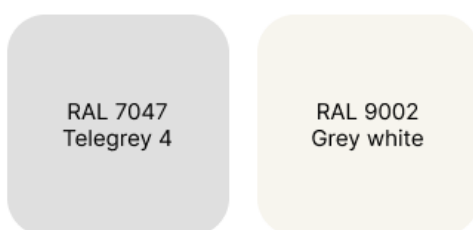
Grafické řešení zahrnuje práci s ikonografií, typografií a vizuální hierarchií informací na displeji. Tyto prvky musí být navrženy s důrazem na čitelnost, konzistenci a mezinárodní srozumitelnost. Kombinace barev, materiálů a grafických prvků tak vytváří jednotný vizuální styl, který podporuje nejen estetickou hodnotu zařízení, ale především jeho funkčnost a uživatelskou přívětivost v prostředí s vysokou frekvencí provozu.

6.6.1 Barevné řešení

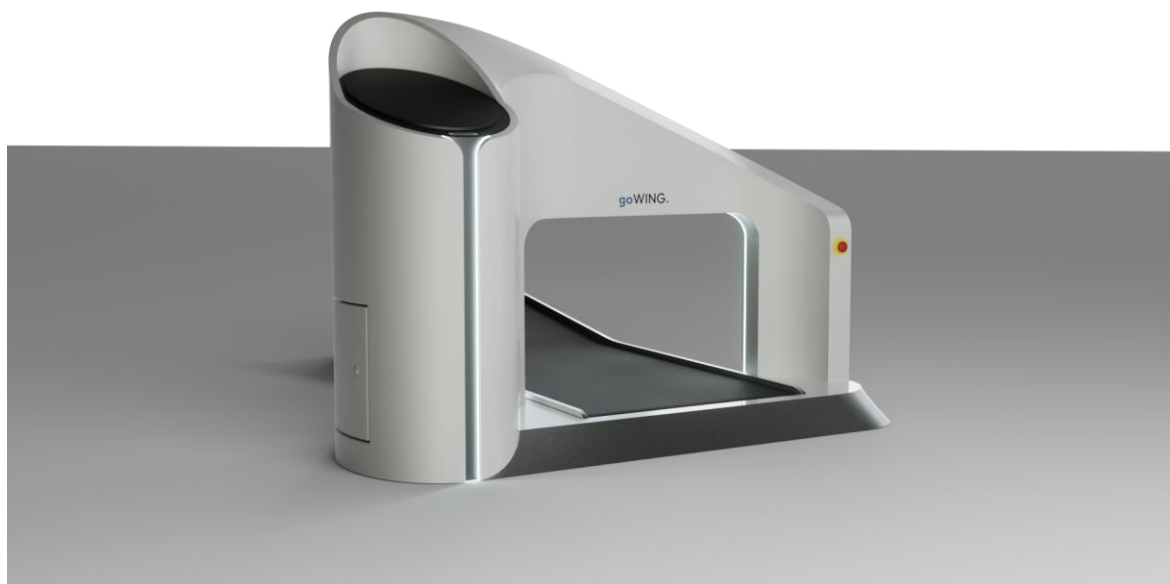
Barevné řešení samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel bylo navrženo s důrazem na přehlednost, přívětivost a vizuální identitu zařízení v prostředí letištního terminálu. Použitá barevná paleta vychází z požadavků na dobrou čitelnost jednotlivých funkčních prvků, snadnou identifikaci zařízení v prostoru a zároveň z potřeby vytvořit moderně působící produkt odpovídající charakteru současné letecké dopravy.

Základ barevného řešení tvoří neutrální odstíny bílé a šedé, které podporují minimalistický charakter návrhu a umožňují vizuální sjednocení jednotlivých částí zařízení. Světlejší odstíny zároveň přispívají k optickému odlehčení konstrukce a podporují čistý technologický vzhled.

Pro základní barevné řešení byly zvoleny odstíny blízké RAL 9002 (bílošedá) a RAL 7047 (telešedá 4).



Obr. 6-55 Základní barvy



Obr. 6-56 Neutrální barevné řešení

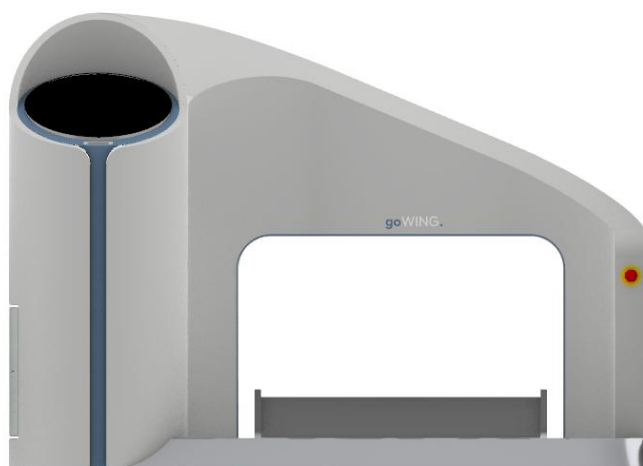
Světlé odstíny bílé jsou použity především na dominantních plochách krytování zařízení, čímž dochází k vizuálnímu sjednocení celku a optickému zmenšení objemu samotné jednotky. Odstín světle šedé se objevuje zejména v oblasti ovládacího panelu, manipulačních ploch a detailů kolem dopravníku, kde pomáhá zvýraznit jednotlivé funkční části zařízení a zároveň lépe odolává drobnému provoznímu znečištění, v místech náchylných k mechanickému namáhání nebo kontaktu se zavazadly, kde pomáhají opticky skrýt drobné oděrky a opotřebení vznikající během provozu.

Akcentními barvami jsou zelená a odstíny modré. Barevné varianty zařízení pracují vždy s neutrálním základem doplněným o jednu akcentní barvu, která charakterizuje konkrétní vizuální variantu produktu. Doplnkové barvy byly voleny s ohledem na prostředí letištní infrastruktury, čitelnost rozhraní a psychologické působení na uživatele. Barevné detaily jsou aplikovány v oblasti světelné signalizace a detailů ovládacího panelu.

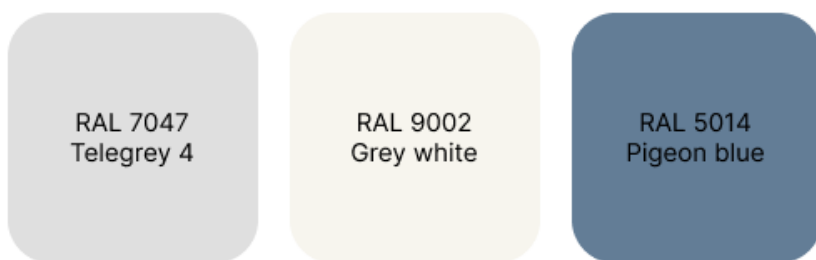
Hlavní barevná varianta pracuje s šedomodrou barvou, která tematicky odkazuje na leteckou dopravu, technologie a prostředí letišť. Modrá působí důvěryhodně, klidně a technologicky, díky čemuž podporuje profesionální charakter zařízení. Tato barevnost pomáhá zvyšovat přehlednost a čitelnost zobrazovaných informací, neodtahuje pozornost cestujícího a působí seriózně.



Obr. 6-57 Hlavní barevné řešení

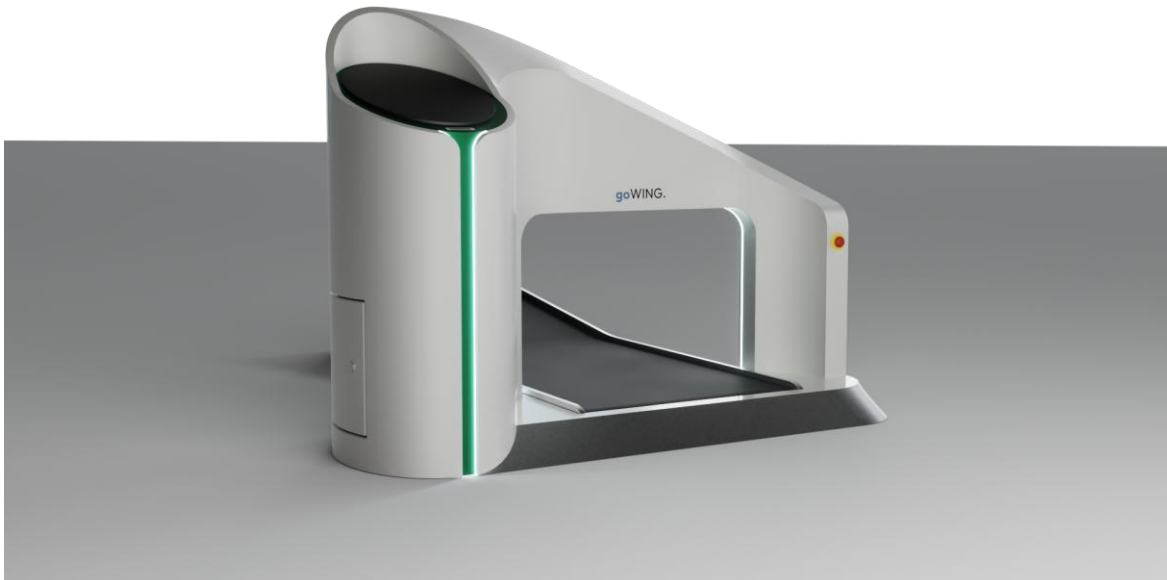


Obr. 6-58 Hlavní barevné řešení (zepředu)

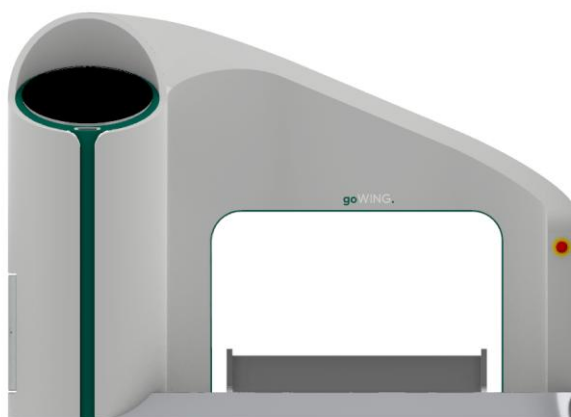


Obr. 6-59 Barevná paleta I

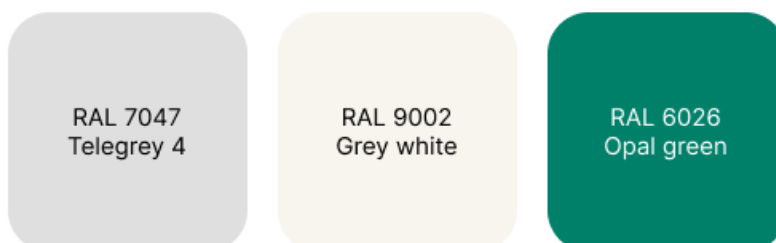
Druhá barevná varianta využívá tmavě zelenou barvu, která tvoří hlavní identifikační prvek zařízení. Zelená barva symbolizuje plynulost odbavení, potvrzení správného průběhu procesu a intuitivně navádí uživatele během interakce se zařízením. V prostředí digitálních rozhraní je zelená obecně spojována s úspěšným dokončením operace, bezpečností a orientací bez stresu, což podporuje pozitivní uživatelský dojem.



Obr. 6-60 Barevné řešení II

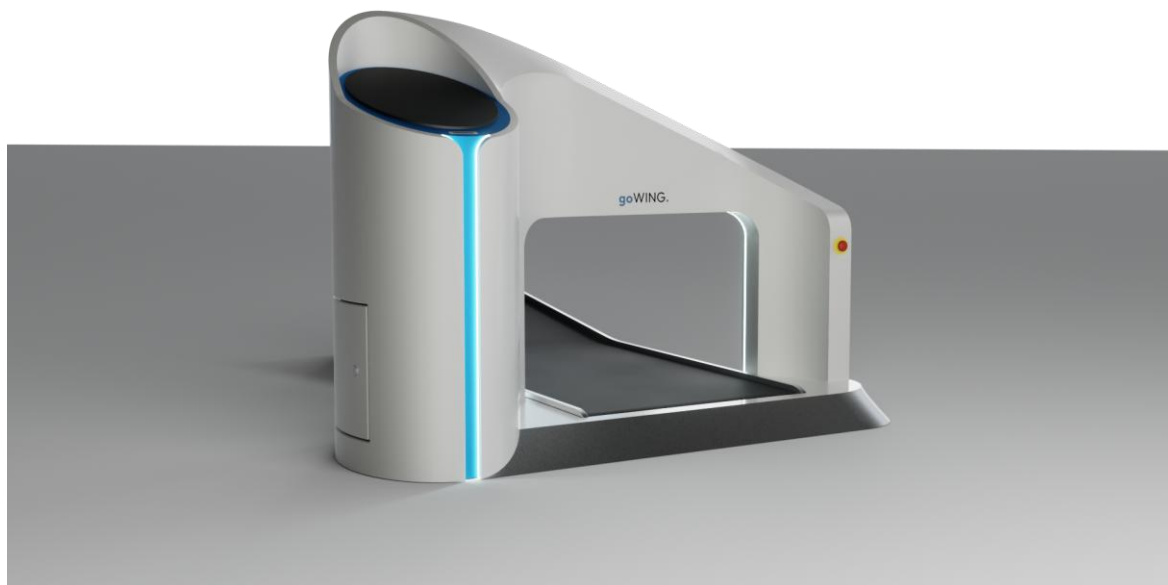


Obr. 6-61 Barevné řešení II (zepředu)

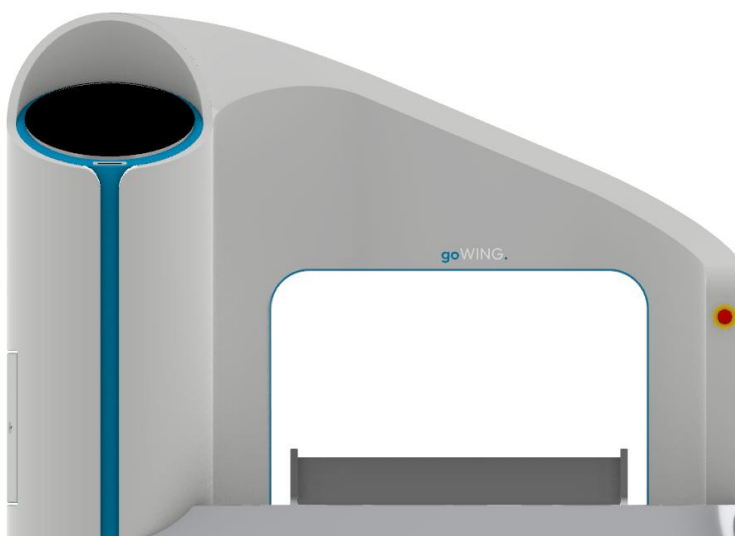


Obr. 6-62 Barevná paleta II

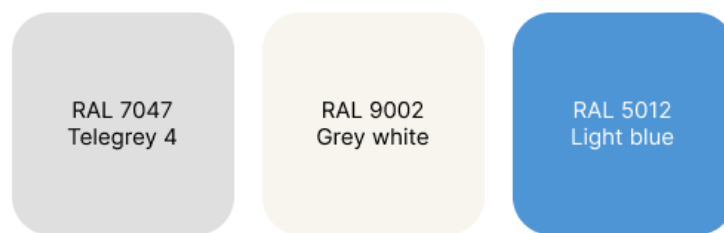
Třetí barevná varianta využívá jasné světle modré barvy jako výrazného prvku. Díky svému odstínu pomáhá přispívá k dynamičtějšímu a hravějšímu charakteru produktu.



Obr. 6-63 Barevné řešení III



Obr. 6-64 Barevné řešení III (zepředu)



Obr. 6-65 Barevná paleta III

Celkové barevné řešení směřuje k vytvoření vizuálně přehledného, technologicky čistého a snadno identifikovatelného produktu.

6.6.2 Grafické řešení

Hlavním komunikačním prvkem samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel je dotykový displej, prostřednictvím kterého cestující interaguje se systémem během celého procesu odbavení. Z tohoto důvodu byl návrh grafického rozhraní zaměřen na nejčastější scénáře použití, jako je identifikace cestujícího, tisk zavazadlového štítku a předání zavazadla na dopravník.

Barevné řešení vychází z celkového vizuálního stylu zařízení a respektuje zásady přehlednosti a srozumitelnosti. Použité barvy jsou voleny s ohledem na dostatečný kontrast a intuitivní orientaci uživatele. Barevné kódování zároveň podporuje rychlou orientaci v procesu, což je důležité zejména v prostředí s vysokým provozem.

Ikonografie byla navržena s cílem maximální srozumitelnosti pro mezinárodní uživatele, přičemž část ikon vychází z běžně používaných vizuálních standardů a část byla vytvořena specificky pro potřeby tohoto zařízení.

Celková vizuální identita systému se opírá o koncept tzv. temného režimu, kde dominantní černé pozadí vytváří vysoký kontrast pro zobrazované prvky. To zásadním způsobem přispívá k optimální čitelnosti textu a ikon, což je klíčový parametr z hlediska přístupnosti a ergonomie softwarových rozhraní ve veřejném prostoru.

Ústředním kompozičním schématem je symetrické elipsovitě uspořádání respektující tvar displeje, které přirozeně vede lidské oko do středu obrazovky a současně definuje logický cyklus celého procesu. Samotný proces odbavení je koncipován jako uzavřený kruhový cyklus rozdělený do čtyř hlavních fází. Tyto fáze jsou na obvodu prstence fixovány pomocí ikon na pozicích odpovídajících světovým stranám.



Obr. 6-66 Uživatelské rozhraní - úvodní strana

Klíčovým motivem grafického řešení je obvodový indikátor pokroku, který je zasazen do eliptického prstence. Zatímco úvodní obrazovka s nápisem „START“ a brandingem „goWING.“ využívá neutrální šedo-černý gradient značící klidový stav, s přechodem do aktivní fáze se prstenec začíná plynule zbarvovat. Tento narůstající barevný segment funguje jako okamžitá vizuální zpětná vazba. Uživatel tak v každém okamžiku bezprostředně vnímá, v jaké fázi se nachází a kolik kroků mu zbývá do úspěšného konce. Modrá barva je zde záměrně použita jako primární nosič akce a dynamiky, což kontrastuje s bílými statickými ikonami a textem.

Odbavení začíná pozicí na dvanácté hodině, ta symbolizuje identifikaci cestujícího, třetí hodina reprezentuje vážení a evidenci zavazadel, šestá hodina je vyhrazena pro označení a tisk štítku pro kufry a devátá hodina, znázorněná ikonou startujícího letadla, proces uzavírá a signalizuje úspěšné dokončení operace.



Obr. 6-67 Uživatelské rozhraní – sekce

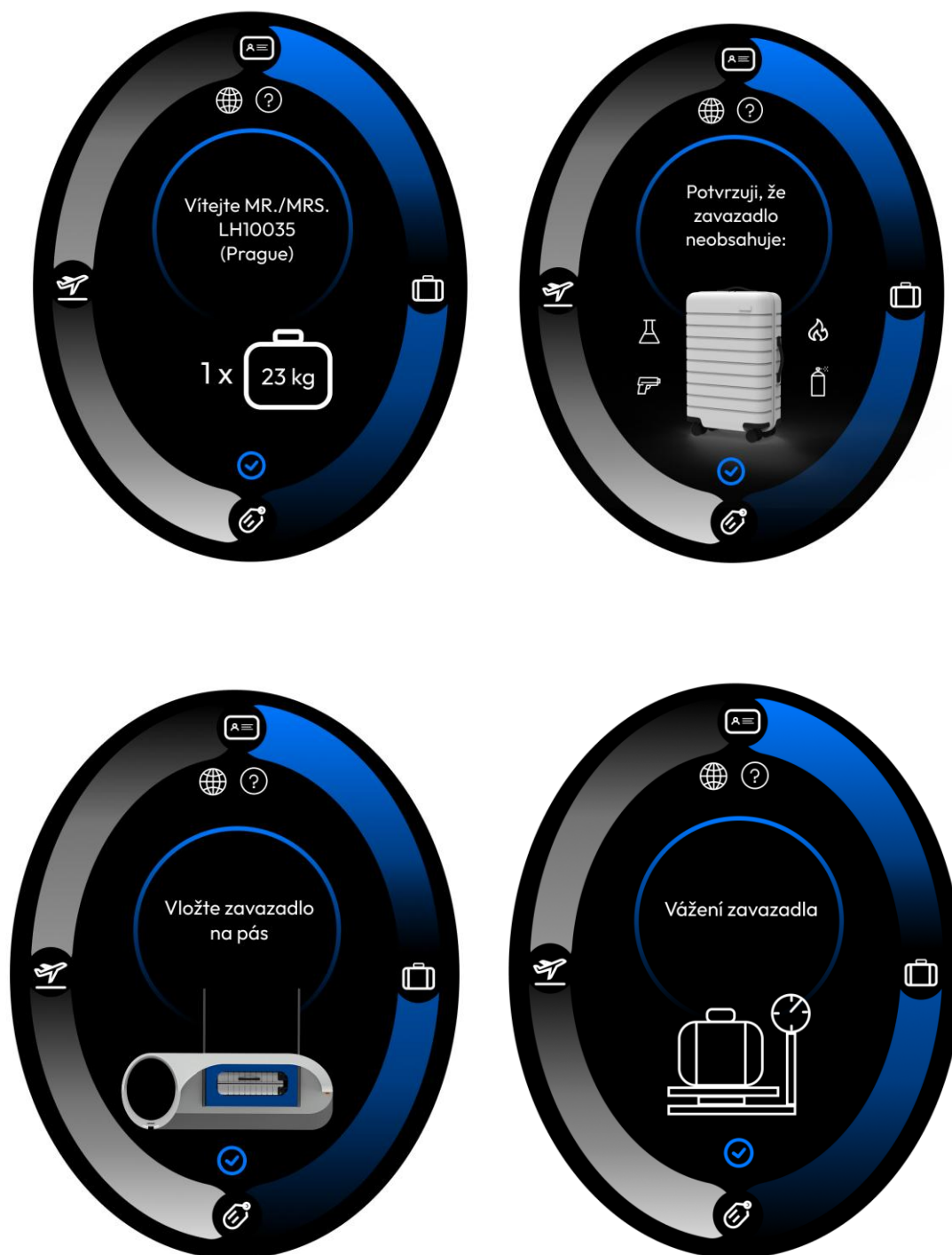
Informace na obrazovce jsou hierarchicky uspořádány, primární informace jsou ve středu a sekundární ovládací prvky, jako je volba jazyka reprezentovaná ikonou zeměkoule a nápověda pod ikonou otazníku, jsou umístěny při horním vnitřním okraji prstence. Tím je zajištěno, že neodvádějí pozornost od hlavního sdělení.

Úvodní fáze identifikace cestujícího, výzva k naskenování palubní vstupenky pomocí QR kódu a zařazení pasažéra.



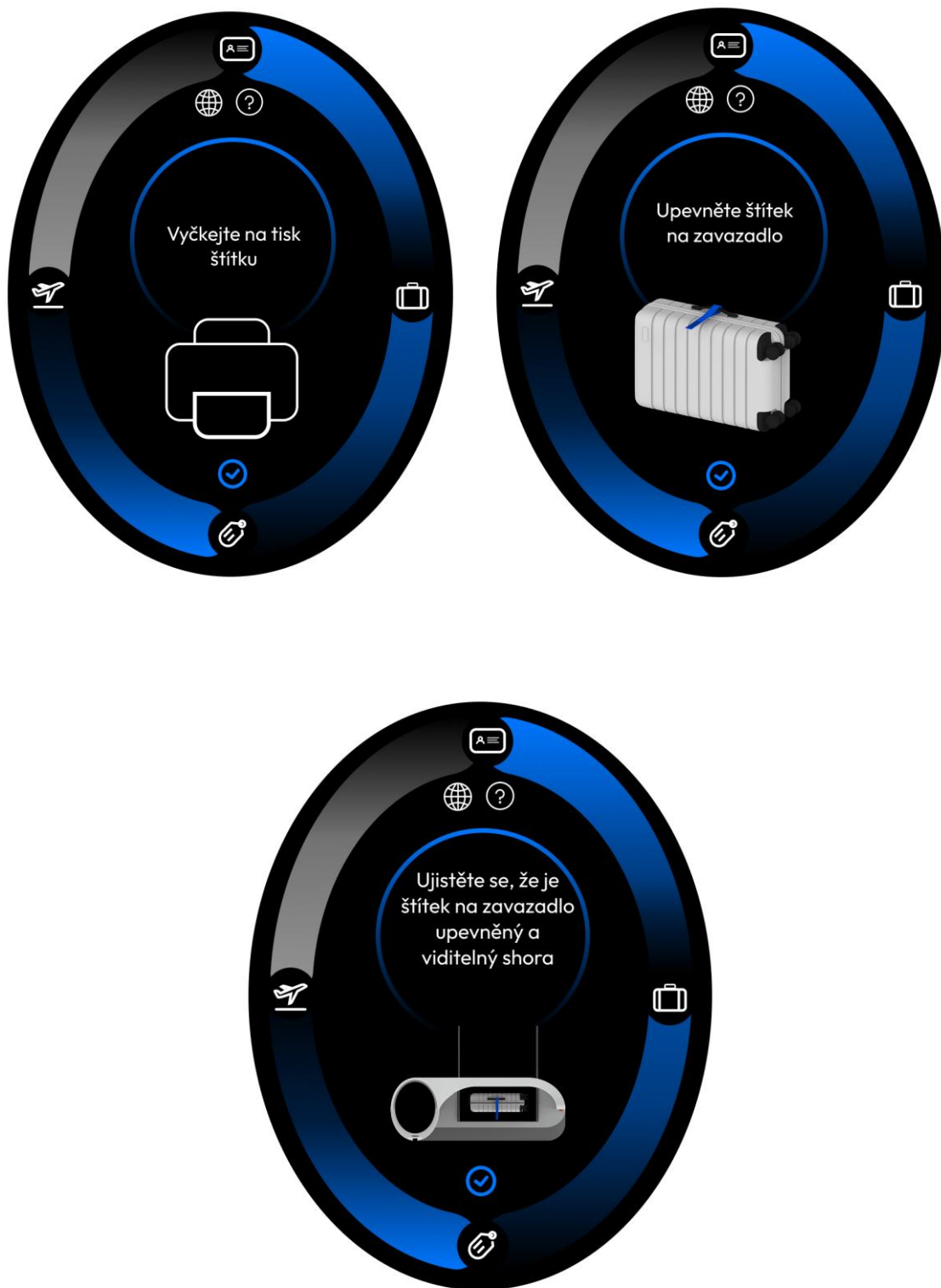
Obr. 6-68 Uživatelské rozhraní - identifikace cestujícího

Fáze evidence zavazadla, indikovaná ikonou kufru na pravé straně elipsy, provází uživatele čtyřmi kroky, uvítání do procesu a jasný údaj o hmotnosti a počtu registrovaných zavazadel, varovné piktogramy, které cestujícího vyzývají k potvrzení, že zavazadlo neobsahuje nebezpečné či zakázané předměty, správné uložení zavazadla na pás a jeho zvážení.



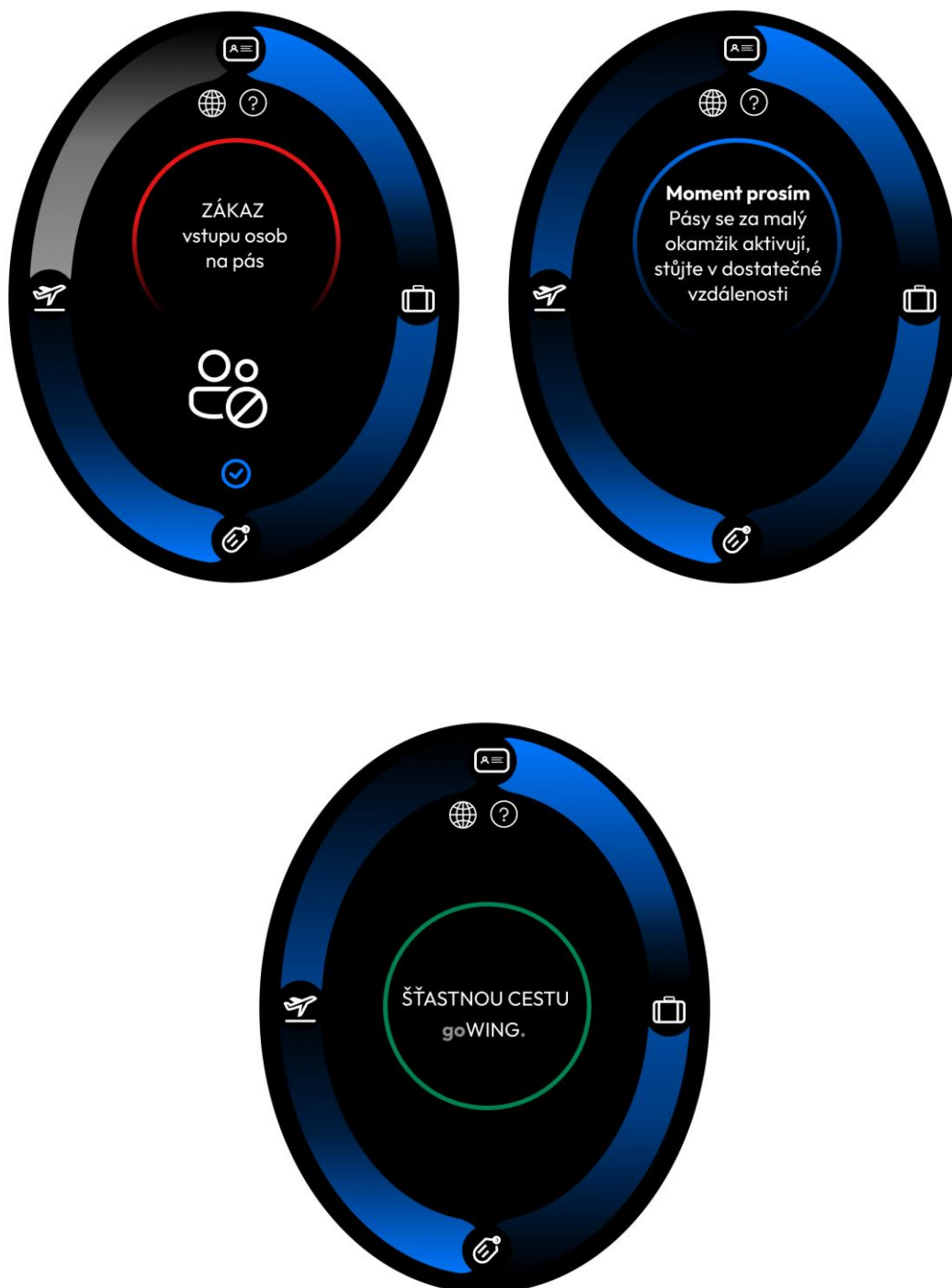
Obr. 6-69 Uživatelské rozhraní – volba zavazadla

Fáze označení zavazadla je v rozhraní rozdělena do tří instruktivních kroků. První krok vizualizuje samotný tisk samolepícího tagu, dále kufr, který přesně demonstuje správný způsob upevnění štítku na madlo a správná orientace pro bezproblémové načtení skeneru.



Obr. 6-70 Uživatelské rozhraní - označení zavazadla

Závěrečná fáze dokončení procesu, se zaměřuje na bezpečnost a finální potvrzení. Ověření, že se na zavazadlovém pásu nenacházejí žádné osoby. Systémové hlášení k dodržení bezpečné vzdálenosti před samotnou aktivací a rozjezdem pásu. Celý cyklus je úspěšně ukončen popráním šťastné cesty, přičemž indikátor pokroku je kompletně zalit modrou barvou, což vizuálně potvrzuje stoprocentní splnění všech fází odbavení.



Obr. 6-71 Uživatelské rozhraní - potvrzení odbavení

6.6.3 Logotyp

Pro samoobslužnou jednotku byl zvolen název goWING. vychází z anglických slov „go“ a „wing“, která tematicky odkazují na proces cestování a leteckou dopravu. Slovo „go“ evokuje pohyb a plynulost odbavení, zatímco „wing“ symbolizuje letectví jako celek. Spojením těchto dvou výrazů vzniká krátký, snadno zapamatovatelný název, který reflektuje hlavní funkci zařízení.

Pro logotyp byl využit bezpatkový font, konkrétně Outfit, který se vyznačuje dobrou čitelností na digitálních displejích i fyzických rozhraních kiosků. Název je stylizován kombinací minusek a verzálek, přičemž zvýraznění části „WING“ pomáhá vizuálně akcentovat spojení s leteckým prostředím. Tečka na konci názvu dodává logotypu charakteristický prvek. V logotypu se pracuje s různou tloušťkou písma, která pomáhá opticky oddělit jednotlivé části názvu a podtrhuje jeho dynamický charakter.

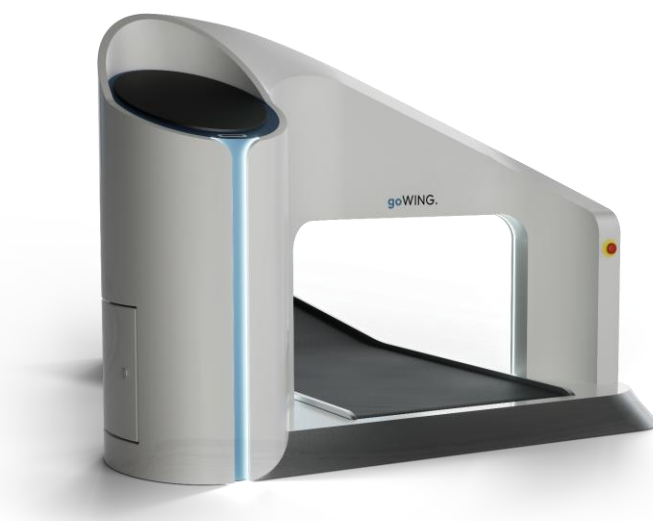


Obr. 6-72 Logotyp

Barevné řešení logotypu pracuje s kontrastem jednotlivých částí názvu, čímž dochází k lepší čitelnosti, vizuálnímu odlehčení a hravosti. Celkový návrh směřuje k jednoduchosti, srozumitelnosti a snadné aplikovatelnosti napříč fyzickým zařízením i digitálním uživatelským rozhraním. Pro logotyp byla zvolena modrá barva, která symbolizuje plynulost, orientaci a pozitivní průchod procesem odbavení.



Obr. 6-73 Logotyp, barevné řešení



Obr. 6-74 Aplikace logotypu na samoobslužné jednotce

6.7 Udržitelnost

Self-service bag drop představuje technologicky komplexní zařízení, u něhož je pro zajištění dlouhodobé funkčnosti, bezpečnosti a provozní spolehlivosti nezbytná pravidelná údržba a kontrola. Tyto procesy vycházejí z běžné praxe v oblasti letištní infrastruktury a samoobslužných odbavovacích systémů a jsou definovány výrobcí zařízení i provozovateli letišť.

Mezi základní kontroly prováděné letištním personálem patří především pravidelná vizuální kontrola zařízení. Sleduje se zejména stav krytování, funkčnost dotykového displeje, tiskáren zavazadlových štítků a mechanických částí, jako jsou vážicí plochy nebo dopravníkové mechanismy. V pravidelných intervalech je rovněž kontrolována kabeláž a připojení periferních zařízení, která jsou během provozu vystavena mechanickému namáhání.

Servisní údržba prováděná odborným technikem probíhá zpravidla několikrát ročně v závislosti na intenzitě provozu zařízení. Během servisních zásahů je ověřována funkčnost klíčových komponent, spolehlivost softwarového systému, kalibrace vážicích modulů a celková bezpečnost zařízení. Vzhledem k vysoké frekvenci používání v prostředí letišť je nutné počítat s častější výměnou nebo opravou opotřebovaných částí, zejména tiskových mechanismů a pohyblivých částí.

Pro přístup k vnitřním komponentám je za potřebí odejmutí krytování zařízení, je navrženo tak, aby umožňovalo rychlou a jednoduchou demontáž tak, aby jejich odejmutí bylo pohodlné a nekolidovalo s ostatními prvky. Ohled je brán na snadný přístup k servisovaným komponentám.

Základní ideou udržitelnosti návrhu je dlouhá životnost a provozní spolehlivost zařízení. Návrh je řešen s důrazem na kvalitní konstrukční zpracování, odolnost materiálů, snadnou údržbu a nadčasové tvarové řešení.

Materiálové řešení konstrukce a krytování zároveň reflektuje požadavky na recyklovatelnost a ekologickou šetrnost. Použité materiály, jako konstrukční ocel, hliníkové slitiny nebo plasty, jsou voleny s ohledem na jejich odolnost a možnost opětovného využití po ukončení životního cyklu zařízení. Samoobslužná jednotka obsahuje také elektronické komponenty, které musí být po vyřazení z provozu likvidovány v souladu s legislativou pro elektroodpad.

Celkově je návrh koncipován jako robustní, kvalitně zpracované a dlouhodobě udržitelné zařízení, které představuje efektivní investici pro provozovatele letišť a odpovídá současným požadavkům na ekologii, provozní efektivitu a životnost produktů.

6.8 Hodnocení klíčových parametrů

Zpracování této diplomové práce bylo v počáteční fázi ovlivněno omezenou dostupností podrobných technických informací o samoobslužných jednotkách. Tyto systémy jsou součástí komplexní letištní infrastruktury a jejich specifikace, zejména v oblasti vnitřních komponent, softwarové architektury a bezpečnostních mechanismů, nebývají veřejně dostupné. Významným zdrojem informací proto byly odborné publikace, materiály organizací zabývajících se leteckou dopravou a dostupné případové studie implementace těchto systémů.

Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že současné jednotky dosahují vysoké úrovně z hlediska technologie, ergonomie i uživatelského rozhraní. Návrh nového řešení proto vycházel především z identifikace méně zjevných nedostatků a provozních problémů, které se objevují při reálném používání zařízení cestujícími i obsluhou. Důraz byl kladen na zjednodušení interakce s cestujícími.

Významným tématem návrhu byla organizace manipulačního prostoru a práce se zavazadlem. Řešení se zaměřuje na intuitivní vedení uživatele během procesu odbavení a minimalizaci chyb, například při umístění zavazadla na vázicí plochu nebo při aplikaci zavazadlového štítku.

Z hlediska designu byl kladen důraz na tvarovou jednoduchost a vizuální propojení jednotlivých částí zařízení. Minimalistické tvarování podporuje nejen estetickou kvalitu produktu, ale také jeho praktické vlastnosti. Návrh tak reflektuje požadavky na moderní samoobslužné systémy v prostředí letišť, kde je klíčová rychlost, spolehlivost a uživatelský komfort.

Řešená problematika spadá do oblasti specializovaných letištních technologií, což se projevilo zejména v omezené dostupnosti informací o konkrétních technických řešeních, vnitřních komponentách, jejich specifikace bývají často neveřejné. Navzdory těmto omezením se podařilo na základě odborných materiálů a analýzy existujících realizací získat dostatečné množství informací pro vytvoření relevantního návrhu.

7 ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo navrhnout samoobslužnou jednotku pro kontrolu zavazadel na letišti, která bude z hlediska konstrukce, ergonomie a uživatelského rozhraní tvořit funkčně i vizuálně kompaktní celek. Na základě podrobných analýz současných odbavovacích systémů a identifikace jejich nedostatků se podařilo realizovat komplexní návrh, který všechny tyto aspekty integruje. Jednalo se zejména o zjednodušení procesu odbavení, minimalizaci chybovosti při manipulaci se zavazadlem, zlepšení ergonomie interakce a optimalizaci údržby zařízení.

Návrh vznikl na základě několika variantních řešení, která byla posuzována z hlediska prostorového uspořádání, ergonomie a návaznosti jednotlivých funkčních celků. Finální koncept kombinuje výhody těchto variant, elegantně propojuje ovládací panel, tisk mechanických štítků, vážicí plochu a zavazadlový pás do jednoho smysluplného tvaru, čímž odstraňuje vizuální i funkční roztržitost současných zařízení. Velká pozornost byla věnována optimalizaci interakce mezi uživatelem a technologií v dynamickém prostředí letištního provozu. Důraz byl kladen na intuitivní vedení uživatele během jednotlivých kroků odbavení, od identifikace cestujícího přes tisk štítku až po samotné předání zavazadla, bylo dbáno na srozumitelnost instrukcí a předání informací. Toho bylo dosaženo také implementací světelné signalizace, která cestujícího nejprve informuje o dostupnosti jednotky a následně ho pomocí barevných signálů intuitivně navádí jednotlivými kroky procesu odbavení. Tento přístup výrazně zjednodušuje celý proces a minimalizuje riziko chybovosti.

Důležitou součástí návrhu je také práce s prostorem a plynulostí pohybu cestujících. Z hlediska prostorového plánování návrh nabízí flexibilitu v podobě alternativního uspořádání více jednotek vedle sebe, což umožňuje reagovat na specifické prostorové dispozice a požadavky konkrétních letištních hal. S tím úzce souvisí i vyčlenění dostatečného manipulačního prostoru okolo zařízení, který respektuje přirozené toky cestujících a podporuje plynulost jejich pohybu. Tvarové řešení podporuje přehlednost a přirozené vedení uživatele bez nutnosti složité orientace.

Vizuální stránka produktu se vyznačuje tvarovou čistotou, sjednocením do harmonického celku a nese v sobě jemné sémantické odkazy na letecký průmysl, tvar nad otvorem pro zavazadla evokuje křídlo letadla, zatímco kompozice otvoru v ovládacím panelu reprezentuje jeho ocasní plochu. Tyto detaily dodávají produktu silnou identitu, aniž by narušovaly jeho funkčnost. Barevné a grafické řešení podporuje čitelnost, orientaci a identitu produktu, přičemž využívá kombinaci neutrálních tónů doplněných o kontrastní prvky pro zvýraznění klíčových funkcí. Zohledněny byly také přísné provozní nároky na údržbu a hygienu. Minimalistické tvarování s hladkými, snadno čistitelnými povrchy eliminuje těžko přístupná místa.

Na základě všech výše uvedených skutečností lze konstatovat, že výsledný návrh splňuje stanovené cíle diplomové práce. Přináší koncepční řešení samoobslužné jednotky, které reaguje na aktuální požadavky letištního provozu a odbavení.

8 VÝSLEDEK VÝZKUMU DLE RIV

Druh výsledku	Funkční vzorek
Název výsledku	Samoobslužná jednotka pro odbavení
Autoři	Bc. Bára Pechová
Místo uložení výsledku	VUT Brno

Tab. 8-1 Výsledky výzkumu dle RIV

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. SITA, ©2026. Air Transport IT Insights. [online]. [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://www.sita.aero>
2. INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION, ©2026. 2023 IATA Global Passenger Survey Highlights [online]. Montreal: IATA [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://www.iata.org/en/publications/manuals/global-passenger-survey/>
3. MARKET RESEARCH INTELLECT, [2024]. Global Self-Service Bag Drop System Market Size And Forecast [online]. [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://www.marketresearchintellect.com/product/self-service-bag-drop-system-market/>
4. MATERNA IPS, 2022. Self Service Bag Drop. [online]. Dortmund: Materna IPS GmbH [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://www.airport-technology.com/contractors/baggage/materna/>
5. SKYQUEST TECHNOLOGY CONSULTING, 2024. Airport Baggage Handling Systems Market Size, Share, Growth Analysis, By Type, By Technology, By Identification, and By Region - Industry Forecast 2024-2031 [online]. Westford: SkyQuest Technology [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://www.skyquestt.com/report/airport-baggage-handling-systems-market>
6. VALOUR CONSULTANCY, 2024. Unpacking The Self-Bag Drop Market [online]. 18. března 2024 [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://valourconsultancy.com/unpacking-the-self-bag-drop-market/>
7. AMADEUS IT GROUP. Amadeus Self-Service Bag Drop – Series 7 [online]. [cit. 2026-03-22]. Dostupné z: <https://amadeus.com>
8. AMADEUS IT GROUP. Self-service bag drop solutions - Catalogs [online]. Madrid: Amadeus IT Group, 2023 [cit. 2026-03-22]. Dostupné z: <https://pdf.aeroexpo.online/pdf/amadeus-it-group-sa/self-service-bag-drop-solutions/172238-18723.html>
9. BEUMER GROUP. CrisBag®: Efficient Baggage Handling System [online]. Beckum: Beumer Group, 2023 [cit. 2026-03-22]. Dostupné z: <https://www.beumergroup.com/products-systems/baggage-handling-technology/crisbag-self-bag-drop/>
10. BEUMER GROUP. CRISBAG® TOTE-BASED ICS - PDF Catalogs [online]. Beckum: Beumer Group, 2026 [cit. 2026-03-22]. Dostupné z: <https://pdf.directindustry.com/pdf/beumer-group-gmbh-cokg/crisbag-tote-based-ics/4607416-1107012.html>
11. DAIFUKU AIRPORT TECHNOLOGIES, ©2025. Drop-UX N-Series: Self Bag Drop Solutions [online]. [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://daifukuatec.com/airport-technologies/drop-ux-n-series>

12. DAIFUKU AIRPORT TECHNOLOGIES, 2022. Self Bag Drop Solutions [online]. [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://daifukuatec.com>
13. ELENium AUTOMATION, ©2026. *Self Bag Drop – New Fit*. [online]. [cit. 2025-03-22] Dostupné z: <https://www.eleniumvygr.com/bag-drop/>
14. ELENium AUTOMATION, 2022. Elenium VYGR: Passenger Experience [online]. Melbourne: Elenium Automation [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://www.elenium.com>
15. Materna IPS. Self Bag Drop Solutions. [online]. Airport Suppliers. Dostupné z: <https://www.airport-technology.com/contractors/baggage/materna/>
16. MATERNA IPS, [2020]. Flex.Family: Passenger Self-Service at its best [online]. [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://www.airport-technology.com/contractors/baggage/materna/>
17. EMBROSS, 2018. VBD: VelocityBagDrop [online]. [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: www.embross.com
18. EMBROSS. Velocity Bag Drop: Next Generation Self Service [online]. Richmond Hill: Embross Group, 2024 [cit. 2026-03-22]. Dostupné z: <https://www.embross.com/velocity-bag-drop/>
19. SITA, ©2026. SITA SmartPath [online]. [cit. 2026-03-22]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/solutions/sita-at-airports/sita-passenger-processing/sita-smart-path/>
20. SITA, ©2026. SITA Smart Path Bag Drop [online]. [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/solutions/sita-at-airports/sita-passenger-processing/sita-smart-path/sita-smart-path-bag-drop/>
21. MONTECH, ©2025. Conveyor TB40 with low height for the airport bag drop [online]. Derendingen: Montech AG [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://montech.com/ch/en/solutions/conveyor-tb40-with-low-height-for-the-airport-bag-drop/>
22. ČSN EN 60204-1 ed. 3. Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 1: Obecné požadavky. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
23. ČSN EN ISO 13850. Bezpečnost strojních zařízení - Funkce nouzového zastavení - Zásady pro konstrukci. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
24. ČSN EN 60825-1 ed. 3. Bezpečnost laserových zařízení - Část 1: Klasifikace zařízení a požadavky. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2015.
25. ČSN EN ISO 12100. Bezpečnost strojních zařízení - Obecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

26. ČSN EN 619+A1. Kontinuální manipulační zařízení a systémy - Bezpečnostní a EMC požadavky na zařízení pro mechanickou manipulaci s kusovými břemeny. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
27. ČSN EN ISO 9241-11. Ergonomie interakce člověk-systém - Část 11: Použitelnost: Definice a pojmy. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
28. IATA. Passenger Terminal Design Guidelines. [online]. [cit. 2026-01-10]. Dostupné z: <https://www.iata.org/>
29. EUROPEAN COMMISSION. Smart and Sustainable Mobility Strategy. [online]. [cit. 2026-01-10]. Dostupné z: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/mobility-strategy_en
30. CHAIWAN, Charukit; Lucy BUDD a Stephen ISON. A systematic literature review of passenger non-adoption of airport self-service technologies: Issues and future recommendations. *Journal of the Air Transport Research Society* [online]. 2025, 4, s. 100065 [cit. 2026-03-21]. ISSN 2941-198X. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2941198X25000090?via%3Dihub>
31. SHIN, Hyein; KANG, Sung-Eun a LEE, Choong-Ki. Impact of innovation characteristics of airport self-bag-drop service on attitude, trust, and behavioural intention: using trust transfer theory. *Asian Journal of Technology Innovation*. [online]. 2022. 31:3, 604-624, [cit. 2026-03-21]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19761597.2022.2146595>
32. JADHAV, Pradip a Esha BANSAL, 2023. Innovations in Airport Baggage Systems: Exploring Alternation Ideas. *International Journal of Aviation Management (IJAM)* [online]. 1(1), 1–25 [cit. 2026-05-22]. ISSN 8968-8958. Dostupné z: https://iaeme-library.com/index.php/IJAM/article/view/IJAM_01_01_001
33. WONGYAI, Phongsakorn, Kanyarat SUWANNAWONG, Pichaporn WANNAKUL, Thanis THEPCHALERM a Thanapat ARREERAS. The adoption of self-service check-in kiosks among commercial airline passengers. *Heliyon*. [online]. 2024, 10(19), e38676 [cit. 2026-03-21]. ISSN 2405-8440. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402414707X>
34. FENG, Wenting, Rungting TU, Tim LU a Zhimin ZHOU. Understanding forced adoption of self-service technology: the impacts of users' psychological reactance. *Behaviour & Information Technology*. [online]. 2018, 38(8), s. 820-832 [cit. 2026-03-21]. ISSN 0144-929X. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0144929X.2018.1557745>
35. LETIŠTĚ PRAHA. Konsolidovaná výroční zpráva společnosti Letiště Praha, a. s. 2024 [online]. Praha: Letiště Praha, 2025 [cit. 2026-03-21]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/>

36. AYODEJI, Yusuf, Husam RJOUB a Hale ÖZGIT. Achieving sustainable customer loyalty in airports: The role of waiting time satisfaction and self-service technologies. *Technology in Society*. [online]. 2022, **71**, s. 102106 [cit. 2026-03-21]. ISSN 0160-791X. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160791X22002470?via%3Dihub>
37. TAUFİK, Nursyuhada a Mohd Hafiz HANAFIAH. Airport passengers' adoption behaviour towards self-check-in Kiosk Services: the roles of perceived ease of use, perceived usefulness and need for human interaction. *Heliyon*. [online]. 2019, **5**(12), e02960 [cit. 2026-03-21]. ISSN 2405-8440. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019366198>
38. CHUNG, Hyesun a Woojin PARK. Enhancing the usability of self-service kiosks for older adults: Effects of using privacy partitions and chairs. [online]. 2021, **115**, s. 104172 [cit. 2026-03-21]. ISSN 0003-6870. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/351656283_Enhancing_the_Usability_of_Self-service_Kiosks_for_Older_Adults_Effects_of_Using_Privacy_Partitions_and_Chairs
39. FAY, Barry, Aswin K. RAMASUBRAMANIAN, Rónán Dillon MURPHY, Tadhg ADDERLEY a Nikolaos PAPAKOSTAS. Using a process simulation platform for reviewing automated airport baggage handling system configurations. *Procedia CIRP*. [online]. 2022, **112**, 180-185 [cit. 2026-05-22]. ISSN 2212-8271. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282712201232X>
40. HAGEN, Simen a Frode Eika SANDNES. Toward accessible self-service kiosks through intelligent user interfaces. *Personal and Ubiquitous Computing* [online]. 2010, **14**(8), s. 715–721 [cit. 2026-03-21]. ISSN 1617-4909. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/220141775_Toward_accessible_self-service_kiosks_through_intelligent_user_interfaces
41. SICK AG. TiM510-9950000S01 | TiM: 2D-LiDAR senzory. [online]. Datový list. Waldkirch: SICK, 2026-03-11 [cit. 2026-03-19]. Dostupné z: https://www.sick.com/media/pdf/7/47/047/dataSheet_TIM510-9950000S01_1062210_cs.pdf
42. KOVÁČIKOVÁ, Kristína, Tatiana REMENCOVÁ, Alena NOVÁK SEDLÁČKOVÁ a Andrej NOVÁK. The impact of Covid-19 on the digital transformation of the airports. *Transportation Research Procedia*. [online]. 2022 [cit. 2026-03-21]. ISSN 2352-1465. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146522006251>

43. UEDA, Keiichi a Setsuya KURAHASHI. Agent-Based Self-Service Technology Adoption Model for Air-Travelers: Exploring Best Operational Practices. *Frontiers in Physics* [online]. 2018, **6**, s. 5 [cit. 2026-03-21]. ISSN 2296-424X. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/journals/physics/articles/10.3389/fphy.2018.00005/full>

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

mm	milimetr
V	volt
fps	snímky za sekundu
W	watt

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1 Rozdělení zdrojů.....	16
Obr. 2-2 Prisma diagram.....	17
Obr. 2-3 Předpoklad pro samoobslužné jednotky [3].....	20
Obr. 2-4 Zástup SBD na trhu [6].....	21
Obr. 2-5 Amadeus Series 7 [7]	24
Obr. 2-6 Beumer Group CrisBag [9]	26
Obr. 2-7 Daifuku DROP-UX N Series [11].....	26
Obr. 2-8 Daifuku DROP-UX N SERIES [11].....	27
Obr. 2-9 Elenium New Fit [13].....	29
Obr. 2-10 Materna IPS Flex.GO	30
Obr. 2-11 Embross Velocity Bag Drop [18].....	31
Obr. 2-12 SITA SmartPath [20].....	32
Obr. 2-13 Vnější popis komponent samoobslužné jednotky [14]	34
Obr. 2-14 Pásový dopravník [22]	35
Obr. 2-15 Ergoschéma.....	42
Obr. 4-1 Strom cílů	54
Obr. 4-2 Glassbox	55
Obr. 4-3 Příklady skic	57
Obr. 4-4 Zrcadlové uspořádání jednotek	58
Obr. 4-5 Lineární uspořádání jednotek	59
Obr. 4-6 Diagonální uspořádání jednotek.....	60
Obr. 4-7 Varianta I.....	61
Obr. 4-8 Uspořádání více jednotek varianta I	61
Obr. 4-9 Půdorysné uspořádání varianta I	62
Obr. 4-10 Varianta II.....	63
Obr. 4-11 Uspořádání jednotek varianta II	64
Obr. 4-12 Půdorysné uspořádání varianta II	64
Obr. 4-13 Varianta III.....	65

Obr. 4-14 Uspořádání jednotek varianta III	66
Obr. 4-15 Půdorysné uspořádání varianta III	66
Obr. 5-1 Tvarový návrh jednotky	69
Obr. 5-2 Rozměry jednotky	71
Obr. 6-1 Tvarové řešení finálního návrhu.....	77
Obr. 6-2 Pohled shora – vývoj zadní linie	78
Obr. 6-3 Pohled zepředu – vývoj tvaru a propojení ovládacího panelu s jednotkou	78
Obr. 6-4 Ovládací panel	79
Obr. 6-5 Dotykový displej.....	80
Obr. 6-6 Vykrojení v ovládacím panelu	81
Obr. 6-7 Skenovací rám	81
Obr. 6-8 Nájezd pro zavazadla – shora	82
Obr. 6-9 Rozložení vnitřních komponent	83
Obr. 6-10 Rozpad na jednotlivé díly konstrukce	84
Obr. 6-11 Rozměrové řešení M 1:20	85
Obr. 6-12 Návaznost pásu jednotky na centrální pás (čelní pohled).....	86
Obr. 6-13 Návaznost pásu jednotky na centrální pás	86
Obr. 6-14 Bočnice pásů	87
Obr. 6-15 Pohyb zavazadel na pásech.....	87
Obr. 6-16 Naklonění dopravníku pro napojení na centrální pás	88
Obr. 6-17 Ergonomický pohled na displej	89
Obr. 6-18 Rozměrové řešení displeje.....	89
Obr. 6-19 Ověření dosahu osoby na displeji	90
Obr. 6-20 Průjezd pro zavazadla	91
Obr. 6-21 Otvor pro zavazadla nad dopravníkem.....	91
Obr. 6-22 Rozměry dopravníku	92
Obr. 6-23 Nájezd se zavazadlem na pás jednotky.....	93
Obr. 6-24 Umístění zavazadla na pás jednotky pro vážení	93
Obr. 6-25 Manipulační zóna u jednotky	94
Obr. 6-26 Světelná signalizace jednotky	95

Obr. 6-27 Světelná signalizace ovládacího panelu – volné k obsluze	95
Obr. 6-28 Světelná signalizace ovládacího panelu	96
Obr. 6-29 Světelná signalizace průjezdu – připraveno pro uložení zavazadla	96
Obr. 6-30 Světelná signalizace průjezdu	97
Obr. 6-31 Barevnost světelné signalizace a význam	97
Obr. 6-32 Dostupnost k servisnímu panelu	98
Obr. 6-33 Otevření servisních dvířek.....	99
Obr. 6-34 Servisní přístup (boční pohled)	99
Obr. 6-35 Přístup pro servis	100
Obr. 6-36 Přístup pro servis	100
Obr. 6-37 Zámek pro otevírání servisních dvířek	101
Obr. 6-38 Uzamykatelná servisní dvířka	101
Obr. 6-39 Přístup cestujícího k jednotce	102
Obr. 6-40 Obstarání pokynů jednotky ovládacím panelem.....	102
Obr. 6-41 Nájezd zavazadla na pás	103
Obr. 6-42 Odložení zavazadla	103
Obr. 6-43 Uspořádání v linii (shora).....	105
Obr. 6-44 Uspořádání v linii v prostoru haly	105
Obr. 6-45 Uspořádání v linii v prostoru haly (čelní pohled)	105
Obr. 6-46 Uspořádání zrcadlově (shora)	106
Obr. 6-47 Uspořádání zrcadlově v prostoru haly.....	106
Obr. 6-48 Uspořádání zrcadlově v prostoru haly (čelní pohled).....	107
Obr. 6-49 Uspořádání šikmo (shora)	107
Obr. 6-50 Uspořádání šikmo v prostoru haly	108
Obr. 6-51 Uspořádání šikmo v prostoru haly (čelní pohled)	108
Obr. 6-52 Emergency stop tlačítko.....	109
Obr. 6-53 Umístění emergency stop tlačítka.....	109
Obr. 6-54 Bezpečnostní optické senzory	110
Obr. 6-55 Základní barvy	112
Obr. 6-56 Neutrální barevné řešení	112

Obr. 6-57 Hlavní barevné řešení	113
Obr. 6-58 Hlavní barevné řešení (zepředu).....	114
Obr. 6-59 Barevná paleta I	114
Obr. 6-60 Barevné řešení II	115
Obr. 6-61 Barevné řešení II (zepředu)	115
Obr. 6-62 Barevná paleta II	115
Obr. 6-63 Barevné řešení III	116
Obr. 6-64 Barevné řešení III (zepředu)	116
Obr. 6-65 Barevná paleta III	117
Obr. 6-66 Uživatelské rozhraní - úvodní strana.....	118
Obr. 6-67 Uživatelské rozhraní – sekce	119
Obr. 6-68 Uživatelské rozhraní - identifikace cestujícího	120
Obr. 6-69 Uživatelské rozhraní – volba zavazadla.....	121
Obr. 6-70 Uživatelské rozhraní - označení zavazadla	122
Obr. 6-71 Uživatelské rozhraní - potvrzení odbavení.....	123
Obr. 6-72 Logotyp.....	124
Obr. 6-73 Logotyp, barevné řešení	124
Obr. 6-74 Aplikace logotypu na samoobslužné jednotce	125

12 SEZNAM TABULEK

Tab. 2-1 Srovnání parametrů SBD jednotek na trhu	33
Tab. 3-1 Vymezení atributů.....	48
Tab. 4-1 Zhodnocení variant	68
Tab. 5-1 Hmotnosti komponent	73
Tab. 5-2 Cenový odhad nákladů	76
Tab. 8-1 Výsledky výzkumu dle RIV	130

13 SEZNAM PŘÍLOH

- Zmenšený sumarizační poster
- Zmenšený ergonomický poster
- Zmenšený technický poster
- Zmenšený designerský poster

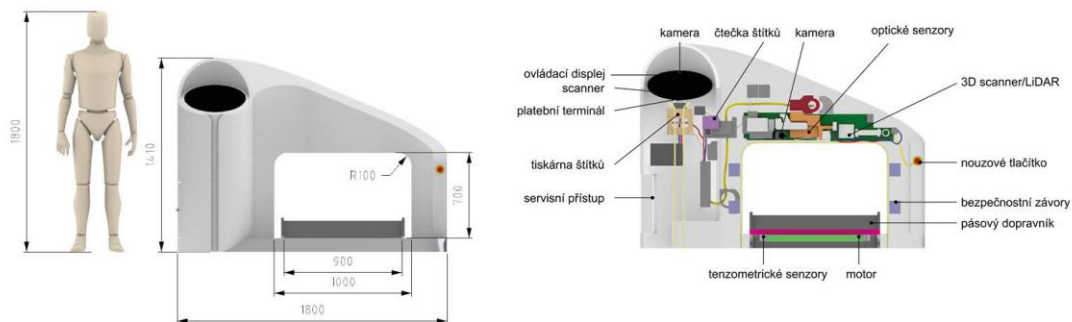
Samostatné přílohy:

- Sumarizační poster A1
- Ergonomický poster A1
- Technický poster A1
- Designerský poster 100 × 70 cm
- Fyzický model 1:5

14 PŘÍLOHY



Samoobslužná jednotka je zařízení určené do prostředí letištních terminálů. Jak její název napovídá, je navržena pro provádění samostatného odbavení zavazadel cestujícími bez nutnosti přímé asistence personálu letiště, čímž zefektivňuje provoz a zkracuje čekací doby. V diplomové práci se návrh opírá o poznatky získané z analýz a reaguje zejména na problémy vyplývající z uživatelské a prostorové analýzy letištních hal. Na základě toho vznikl koncepční návrh, který zajišťuje snadnou hygienickou udržitelnost díky plynulému tvarování přechodů a utváří kompaktní celek, do kterého zapadá tvarové řešení integrovaného dopravníkového pásu, váhové platformy a skenerů.



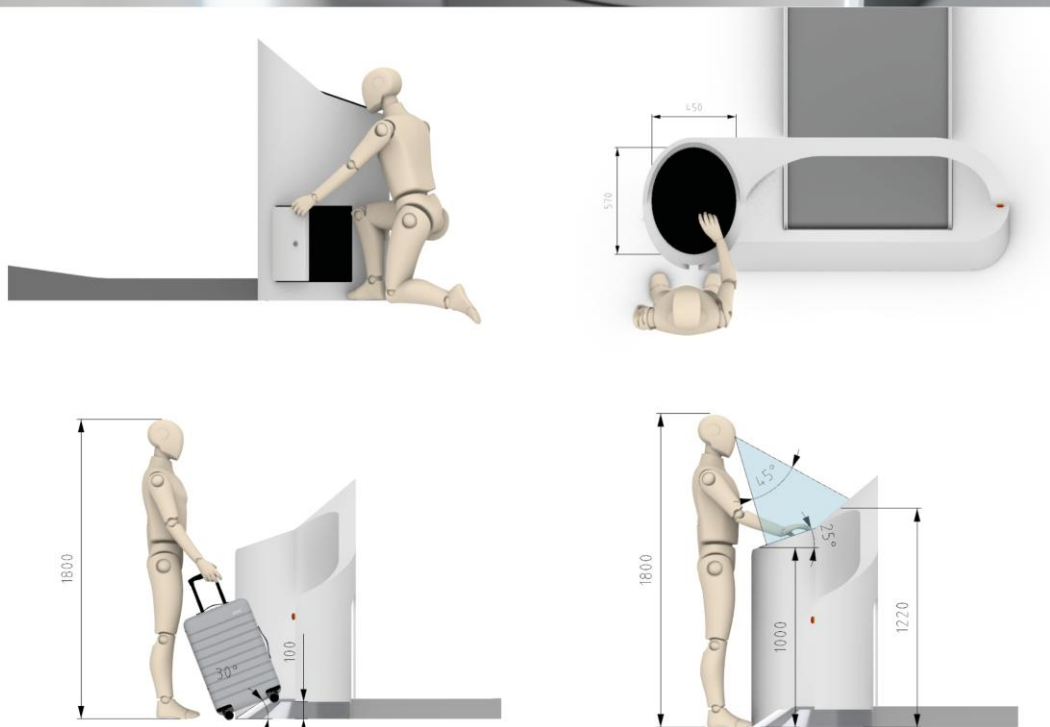
DESIGN JEDNOTKY PRO SAMOOSLUŽNOU KONTROLU ZAVAZADEL / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Bára Pechová / Vedoucí práce: Ing. Dana Rubínová / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2025/26



goWING.

Ergonomický poster

Tvarování celé jednotky, včetně integrovaných prvků, zajišťuje snadnou hygienickou udržitelnost. Originální řešení ovládacího panelu displejem je charakteristický přirozeným úhlem pohledu a optimálním dosahem dotykové plochy. Krytování konstrukčních prvků a plynulý nájezd pro zavazadlo na pás umožňují snadnou manipulaci bezpečný provoz bez nutnosti asistence personálu. Celkové rozměry jednotky a umístění interaktivních zón jsou navrženy tak, aby se výrazně zvýšil uživatelský zážitek a komfort cestujících.



DESIGN JEDNOTKY PRO SAMOOBSLUŽNOU KONTROLU ZAVAZADEL / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bára Pechová / Vedoucí práce: Ing. Dana Rubínová / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2025/26



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ
V BRNĚ



ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ



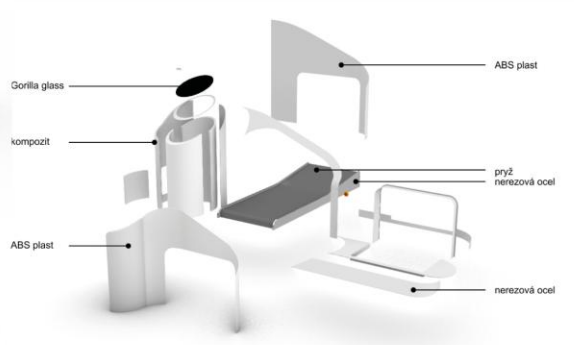
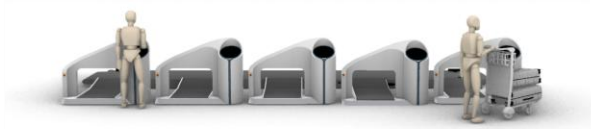
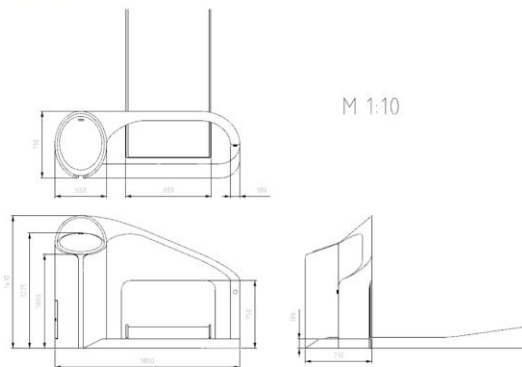
odbor
průmyslového
designu



goWING.

Technický poster

Hlavní funkcí samoobslužné jednotky je automatizovaný proces odbavení. Srdcem jednotky je průmyslový řídicí počítač, který koordinuje periferní zařízení. Mezi klíčové hardwarové komponenty patří dotykový LCD displej s vysokou svítivostí, integrovaná čtečka čárových kódů, tiskárna zavazadlových štítků a vážicí platforma s tenzometrickými snímači. Bezpečnost provozu zajišťuje systém optických bariér monitorujících prostor dopravníku. Pohon pásu je realizován elektromotorem s frekvenčním měničem pro plynulý rozjezd. Všechny komponenty jsou osazeny na vnitřní ocelové samonosné konstrukci. Konstrukce je navržena s ohledem na vysokou provozní zátěž v prostředí letištních terminálů. Vnější krytování tvoří vysoce odolné a snadno omyvatelné panely z ABS plastu a kompozitních materiálů. Exponované mechanické části, jako je nájezdová hrana, vodící lišty a ochranné prvky kolem dopravníkového pásu, jsou vyrobeny z nerezové oceli pro maximální odolnost proti oděru a nárazům zavazadel.



DESIGN JEDNOTKY PRO SAMOBSLUŽNOU KONTROLU ZAVAZADEL / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bára Pechová / Vedoucí práce: Ing. Dana Rubínová / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2025/26

VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA STROJNÍHO
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ
V BRNĚ

ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

odbor
průmyslového
designu

Jednotka pro samoobslužnou kontrolu zavazadel

2026

Bára Pechová

vedoucí: Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

goWING je koncepční návrh samoobslužné jednotky pro odbavení zavazadel na letišti. Je kladen důraz na rychlost, intuitivní ovládání a bezproblémový průchod cestujících odbavovacím procesem. Elegantní a minimalistický design kombinuje odolné materiály s přehledným rozhraním a ergonomickým uspořádáním. Díky automatizovanému systému skenování a značení zavazadel přináší řešení efektivitu, snižuje čekací doby a zvyšuje komfort cestování. Jednotka reaguje na potřeby moderních letišť i cestujících a propojuje funkčnost s čistým, současným vzhledem.

