



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 AKTIVNÍHO ZVEDÁKU PRO HENDIKEPOVANÉ

DESIGN OF AN ACTIVE PATIENT LIFT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jaroslav Štigler

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav konstruování
Student: **Bc. Jaroslav Štigler**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.**
Akademický rok: 2017/18

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 aktivního zvedáku pro hendikepované

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Tvarové řešení v současnosti nabízených zvedáků určených pro zajištění mobility tělesně postižených či seniorů je většinou značně členité, nevyvážené a celkový vizuální výraz těchto zařízení vzbuzuje spíše negativní emoce. Toto je dáno do značné míry dominantně používanou technologií svařování profilů a ohýbaných trubek. Podstatná aplikace plastů i důrazná snaha o hravý a kompaktní design přinese přívětivý výraz i zlepšení uživatelského komfortu.

Typ práce: vývojová – designérská

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Navrhnout design aktivního zvedáku pro hendikepované s plánovanou aplikací plastů, který bude tvarově maximálně kompaktní a bude se prezentovat hravým i moderním vizuálním výrazem.

Dílčí cíle diplomové práce:

- analyzovat současnou produkci zvedáků pro hendikepované a identifikovat silné a slabé stránky,
- navrhnout koncept technického a technologického řešení zvedáku,
- zpracovat prostorový model navrženého designu.

Požadované výstupy: funkční vzorek, 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).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2018.pdf

Seznam doporučené literatury:

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.

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

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

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tématem této práce je Design aktivního zvedáku pro hendikepované. Návrh přináší nové přístupy k tvarovému řešení pomocí aplikace plastů. Celkové krytování řeší problém agresivního působení současných produktů. Z technického hlediska kombinuje návrh současné technologie do nového, zatím neexistujícího, řešení. Práce přináší nové pohledy na ovládání zvedáku a jeho mobilitu při zachování ergonomických i technických parametrů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zvedák, aktivní zvedák, zvedák pro pacienty, imobilní pacient, hendikepovaný pacient, mobilita pacientů, elektrický zvedák, design.

ABSTRACT

The topic of this thesis is the Design of an active patient lift. This project brings new ideas into the patient lift design problematice while using plastic molds. Overall plastic cover is the solution for agresive looks of current products. From the technical point of view this project combines current technologies into the new, so far nonexisting, solution. Thesis brings new views on lifts controls and movement while considering ergonomic and technological parameters.

KEY WORDS

Hoist, lift, active hoist, patient hoist, patient lift, immobile patient, disabled patient, patient mobility, electric hoist, electric lift, design.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠTIGLER, J. *Design aktivního zvedáku pro hendikepované*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 99 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD..

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval mému vedoucímu práce panu doc. akad. soch. Ladislavu Křenkovi ArtD. za cenné rady a čas věnovaný konzultacím práce. Velký dík patří mé rodině za psychickou i finanční podporu a trpělivost po celou dobu mého studia. Děkuji své manželce a dceři za jejich velkou trpělivost při mé práci.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma Design aktivního zvedáku pro hendikepované vypracoval samostatně s použitím elektronických a literárních zdrojů, které jsou označeny v textu a také uvedeny v seznamu zdrojů v závěru práce.

OBSAH

1 ÚVOD	15
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	17
2.1 Historická analýza	17
2.2 Designérská analýza	18
2.2.1 Zvedák Calibre	18
2.2.2 Zvedák MaxiMove	20
2.2.3 Zvedák Viking	21
2.2.4 Zvedák Molift Mover	21
2.2.5 Zvedák Arnold	22
2.2.6 Designové koncepty	23
2.3 Technická analýza	26
2.3.1 Konstrukce z hlediska procesu použití	26
2.3.2 Konstrukce z hlediska bezpečnosti provozu přístroje	27
2.3.3 Ergonomické aspekty	27
2.3.4 Součásti a jejich funkce	28
2.3.5 Pohon a principy zdvihových mechanismů	33
2.3.6 Materiály	40
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	43
3.1 Analýza problému	43
3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	44
3.2.1 Silné stránky současných produktů	44
3.2.2 Prostor pro inovaci	44
3.3 Podstata a cíle diplomové práce	44
3.4 Navrhované řešení na základě analýzy	44
3.4.1 Specifikace navrhovaného řešení	44
3.4.2 Porovnání současného a plánovaného řešení	45
3.4.3 Cílová skupina	45
3.4.4 Cenové zařazení produktu	46
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	47
4.1 První variantní studie	48
4.2 Druhá variantní studie	49

4.3	Třetí variantní studie	50
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	51
5.1	Kompozice z konstrukčního hlediska	52
5.2	Kompozice zvedáku z pohledu uživatelů	53
5.3	Závěs	55
5.4	Kola a spodní rámy	57
5.5	Ovladače a sdělovače	59
6	KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	61
6.1	Technické řešení	61
6.1.1	Základní rozměry	62
6.1.2	Závěsy a pohon	63
6.1.3	Baterie a nabíjení	63
6.1.4	Kola a spodní rámy	64
6.1.5	Brzdový systém	66
6.1.6	Tenzometr	67
6.1.7	Materiály	68
6.2	Ergonomické řešení	69
6.2.1	Modelová situace použití zvedáku	69
6.2.2	Manipulační prostor zvedáku	70
6.2.3	Madla	72
6.2.4	Ovladače	72
6.2.5	Sdělovače	73
6.2.6	Brzdový systém	74
6.2.7	Kola	75
6.2.8	Závěs	76
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	77
7.1	Barevné řešení	77
7.1.1	Barvy a jejich psychologie ve zdravotnictví	77
7.1.2	Barevné řešení hlavního krytu	77
7.1.3	Barevné řešení detailů a akcentů	78
7.1.4	Barevné varianty	79
7.2	Grafické řešení	81

7.2.1 Grafické prvky v návrhu	81
7.2.2 Název a logotyp	81
7.2.3 Písmo	82
7.2.4 Barvy	82
7.2.5 Grafické prvky	83
8 DISKUZE	85
8.1 Rozbor sekundárních funkcí návrhu	85
8.1.1 Psychologická funkce	85
8.1.2 Sociální funkce	85
8.1.3 Ekonomická funkce	85
8.2 Marketingová analýza	86
8.2.1 Cílové skupiny	86
8.2.2 Marketingová strategie	86
8.2.3 SWOT analýza	87
9 ZÁVĚR	88
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	89
11 SEZNAM OBRÁZKŮ	92
12 SEZNAM PŘÍLOH	94

1 ÚVOD

1

Péče o imobilní pacienty pravidelně vyžaduje jejich přesuny. Na tyto úkony síly ošetřovatelů nestačí, ohrozili by své zdraví i zdraví pacientů. Z tohoto důvodu se pro přemísťování pacientů využívá zvedák. Usnadňuje především přesuny mezi postelí, invalidním vozíkem, zemí, záchodem, vanou, apod. Pro jednotlivé typy přesunů jsou používány různé typy zvedáků. Zvedáky můžeme základně rozdělit na mobilní a pevné zvedáky. Mobilní zvedáky mají velkou výhodu především ve více možnostech využití a celkově větší univerzálnosti. Pevné zvedáky (např. stropní) umožňují často vhodnější manipulaci.

Tento přístroj lze nalézt v každém větším zdravotnickém zařízení, kde dochází k hospitalizaci pacientů, především pak v zařízeních dlouhodobé sociální a zdravotnické péče. V rámci zdravotnického vybavení se řadí mezi levnější produkty. Jedná se o produkt pro péči o pacienty a provádí pouze mechanickou funkci. V případě trvale imobilních osob se využívá zvedák také v domácnostech.

Tato práce je zaměřena na mobilní elektrický zvedák. Hlavním cílem práce je optimalizovat v současnosti dobrou technickou stránku produktu a vytvořit nové designové řešení, jelikož současné řešení je již dlouhou dobu ve stádiu stagnace.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

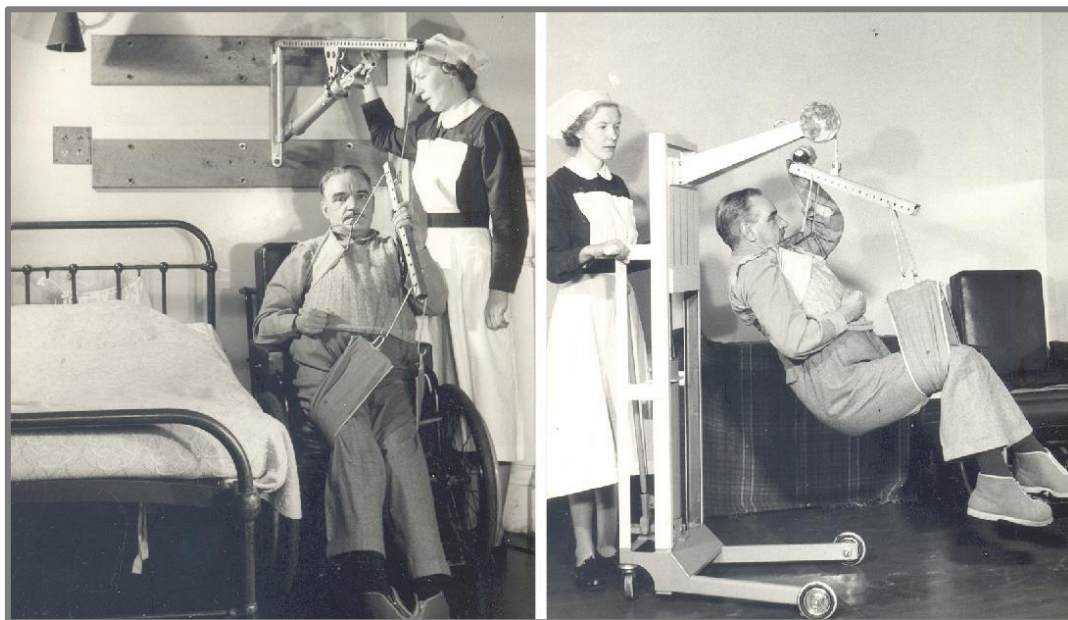
2

2.1 Historická analýza

2.1

Nutnost přemísťovat imobilní pacienty provází lidstvo od nepaměti a zpočátku sloužily pro uskutečnění přesunu primitivní předměty. Potřeba využití předmětů nebo přístrojů pro tento úkon vychází z nedostatečné síly člověka manipulovat vhodně s jinou imobilní osobou. Použití přístroje také zaručuje výrazně vyšší bezpečnost pacienta. [1][16]

Konkrétní, pojmenovatelné a důležité historické milníky ve vývoji zvedáků pro imobilní pacienty můžeme sledovat převážně až v 20. století. První dohledatelné patenty týkající se mobilních zvedáků pocházejí z počátků 30. let 20. století. Základním tvarem se již první produkty podobaly produktům současným. Značnou dobu byl však zvedací proces řešený mechanickým systémem. [1][9]



Obr. 2-1 První zcedáky firmy Oxford [1]

Za komercializací produktu stojí především firma Oxford, která je dnes součástí společnosti Joerns. V roce 1954 byl vytvořen stěnový postelový zvedák pouze pro nemocnici v Oxfordu. Tento zvedák přinesl vidinu komerční výroby tohoto typu produktů. Hned v následující roce 1955 přichází firma s prvním komerčním projektem mobilního zvedáku. Následoval značný úspěch na trhu s lékařskou technikou a bylo vyvinuto množství nových modelů. [1]



Obr. 2-2 Příklad manuálního zvedáku [33]

Ke konci 20. století došlo k vylepšení mechanismu zvedáků zavedením elektrického pohonu. To mělo značný vliv na ergonomii a pohodlí práce zdravotníka, který zvedák obsluhuje. Současné moderní zvedáky jsou z technického hlediska charakteristické především polohovacími vlastnostmi zvedáků, jejich multifunkčností, možností bezdrátového ovládání a bezpečností. Jak již bylo zmíněno, tvarový charakter zvedáků se vyvíjel pouze minimálně a maximálně respektuje a vychází z jeho funkce. [1][3]

2.2 Designérská analýza

Produkty na současném trhu jsou sobě podobné a nenalézáme žádný zvedák, který by se v jakémkoli aspektu výrazně lišil. Vzhled zvedáků je založen na jejich technických vlastnostech a základní tvar je v naprosté většině produktů řešen svařováním kovových profilů. [5]

2.2.1 Zvedák Calibre

Zvedák Calibre od firmy Joerns (Oxford) patří mezi nejlepší produkty na současném trhu. Calibre je součástí komplexní a profesionální nabídky této firmy. Klíčovými vlastnostmi je především ergonomické zpracování a vysoká maximální nosnost. Píst zvedáku je poháněn elektrickým pohonem. [1]



Obr. 2-3 Zvedák Calibre firmy Joerns (Oxford) [1]

Výsledkem robustního zpracování tohoto zvedáku je jeho nosnost, která dosahuje 385 kilogramů. Zajišťuje tak maximální bezpečnost i při přesunu pacientů s výraznou nadváhou. Pro pohodlnou a ergonomickou manipulaci s pacienty je zvedák doplněn o sadu nástavců a závěsů aplikovatelných na jeho rameno. Výhodou je také nastavení úhlu mezi rameny základny. Tato funkce je podpořena elektrickým pohonem. [1]

Ergonomické zpracování zvedáku je založena na pěti hlavních zásadách: dostat se blízko k pacientovi, zajistit stabilní a široké základny zvedáku, zajistit pohodlné a bezpečné upevnění pacienta, zajistit ergonomickou pozici pacienta v závěsu a zajistit plynulý pohyb přístroje. [1]

Zvedák působí profesionálně a vzhled se odráží v jeho vyšší ceně. Hlavní část tvoří ramena vytvořená svařováním profilů. Vhodně použité zaoblení jednotlivých dílů a zaoblený tvar hlavního horního profilu zklidňují celkově technický dojem přístroje. [1]

Barevné zpracování vychází z barev, které jsou použity pro všechny produkty firmy Joerns, což dává jednotlivým produktům jednotu a odkaz ke značce. Pastelové méně výrazné barvy působí klidně a odpovídají běžně používaným barevným řešením ve zdravotnictví. [1]

2.2.2 Zvedák MaxiMove

Základním charakterem zvedáku Maximove od firmy Arjohuntleigh je vysoká kvalita v základních funkcích. Jeho nosnost je nadprůměrná a vykazuje také značnou bezpečnost. Zvedák je poháněn elektrickým pohonem a řadí se do vyšší cenové kategorie produktů. [2]

Tvarově se lehce liší od ostatních zvedáků. Základem tvarování je vertikální válcový profil, který zajišťuje jeho stabilitu. Tento profil je doplněn spodními základovými rameny a ramenem se závěsem. I přes odlišný přístup ke konstrukci je celkový vizuální výraz přístroje technický. Celkové tvarové řešení neumožňuje mnoho způsobů použití. [2]



Obr. 2-4 Zvedák Maximove firmy Arjohuntleigh [2]

Odlišné vzhledovému řešení odpovídá také technické řešení. Píst pro změnu výšky zvedáku je umístěn v hlavním vertikálním válci, který je rozdělen na dvě části. Na rozdíl od tohoto řešení ostatní zvedáky používají systém, kdy píst rozevírá úhel mezi rameny. [2]

Barevné řešení využívá jednoduché řešení a minimum barev. Primární modrá barva ovšem působí příliš výrazně. Světle modrá jemnější barva použitá pro detaily a úchopy nekoresponduje s primární barvou. [2]

2.2.3 Zvedák Viking

2.2.3

Zvedák Viking od firmy Hill-Rom (Liko) je typickým zástupcem současné nabídky. Jedná se o průměrný produkt co do kvality i ceny. Zvedák splňuje základní požadavky na nosnost, bezpečnost i manipulaci. Píst zvedáku je poháněn elektrickým pohonem. [3]

V tomto případě vzhled plně vychází z funkce. Zvedák je tvořen svařovanými hliníkovými profily. Díky zpracování z hliníkové slitiny je zvedák lehký a zároveň dostatečně pevný a stabilní. [3]



Obr. 2-5 Zvedák Viking firmy Hill-Rom (Liko) [3]

Barevné řešení je naprosto minimální. Celý zvedák je řešen přirozenou barvou hliníkové slitiny doplněné o povrchovou úpravu. Barvy jsou využity pouze pro detaily a zvýraznění prvků. Celkový vizuální dojem je velmi technický. Precizností zpracování dílů si přístroj udržuje profesionální vzhled a působí stabilně. [3]

Zvedák je doplněn širokou nabídkou závěsů a příslušenství pro ideální optimalizaci při jakémkoli použití a zvládá i náročné požadavky uživatele. [3]

2.2.4 Zvedák Moliift Mover

2.2.4

Zvedák Moliift Mover firmy Etac je zástupcem průměrného kvalitního produktu. Řadí se do střední až vyšší cenové kategorie. Výrobce nabízí více velikostních variant pro ideální použití dle potřeby. U menších zvedáků je nosnost pouze do 150 kilogramů. Nosnost se zvyšuje podle velikostní řady zvedáku. [4]

Zvedák je z většiny tvořen svařovanými profily. Vhodně volené zaoblené profily a zaoblení jednotlivých částí uklidňuje celkový, jinak technický vizuální, dojem. Profily jsou vyrobeny z hliníkové slitiny a díky tomu je zvedák lehčí a lze s ním vhodně manipulovat. [4]



Obr. 2-6 Zvedák Molift Mover firmy Etac [4]

Barevné řešení je jednoduché, tvoří ho pouze dvě hlavní barvy. Pro barvu profilů je využita stříbrnošedá přírodní kovová barva, doplněná o povrchovou úpravu. Pro detaily, zvýraznění a spojovací díly je využita červená barva, která vhodně doplňuje neutrální kovovou barvu. Díky červenému akcentu také přístroj vybočuje z řady běžných zdravotnických přístrojů, kde jsou nejčastěji voleny studené barvy (modrá, fialová, tyrkysová, zelená). [4][5][15]

2.2.5 Zvedák Arnold

Zvedák Arnold od firmy Rebotec se řadí do nižší cenové kategorie. Nižší produktové řady nabízí nosnost do 150 kilogramů. Výrobce nabízí několik variant zvedáku a základní příslušenství. Na základě rešerše v terénu a vlastní zkušeností autora bylo zjištěno nevhodné řešení závěsů, kterou jsou značně nepohodlné a pacienta je přesunován v nevhodné poloze. [6]

Vzhled zvedáku je řešen technicky. Celý přístroj působí mechanickým a negativně agresivním dojmem. Zpracování detailů i jednotlivých velkých dílů vzbuzují dojem laciného, a ne příliš profesionálního přístroje. Masivní rovné profily působí bezpečným dojmem. [6]

Barevné řešení tohoto přístroje je založeno na bílé barvě profilů doplněné o černé detaily. Červená barva je využita pro grafické prvky. Jednoduché barevné řešení nemění laciné působení celého produktu. [6]



Obr. 2-7 Zvedák Arnold firmy Robotec (vlastní dokumentace)

2.2.6 Designové koncepty

2.2.6

Jediné zvedáky, které jsou vizuálním řešením odlišné, jsou v současnosti pouze designérské návrhy ve fázi konceptů. Tyto koncepty by často byly těžko technicky realizovatelné a při jejich vývoji byl patrně kladen důraz především na vzhled. Jejich význam v rešerši je především inspirační, a to právě přístupem k vizuálnímu řešení. [7][8]

Koncept MediRobot

Koncept ITRI MediRobot pracuje s podobným rozložením prvků v horní části zvedáku. Zakončení ramene je řešeno kruhově a umožňuje jednoduchou rotaci závěsu. Vzhledem k faktu, že by mohl závěs rotovat i v jednom bodě, je toho řešení prakticky zbytečné, ale základní tělo produktu působí jednotněji. Spodní část je řešena velmi rozdílně od běžných zvedáků. Přední kola jsou upevněna na obloukový rám, který je připojen k hlavnímu dílu. Změnou úhlu tohoto spojení dochází ke změně výšky závěsu. Toto řešení by bylo značně problematické při praktické realizaci a pravděpodobně by měl zvedák nízkou nosnost. V situaci, kdy je závěs v nejnižší pozici, působí zvedák velmi nestabilně. [7]

V designovém zpracování lze ocenit odlišný přístup k řešení. Celkový vizuální dojem je klidný, jelikož se zvedák skládá z malého množství částí, které jsou současně jednoduše a plynule tvarovány. Barevné řešení je naprosto minimalistické a odpovídá současnému stylu. Jsou použity barvy bílá, černá a modrá pouze pro detaily a zvýraznění. [7]

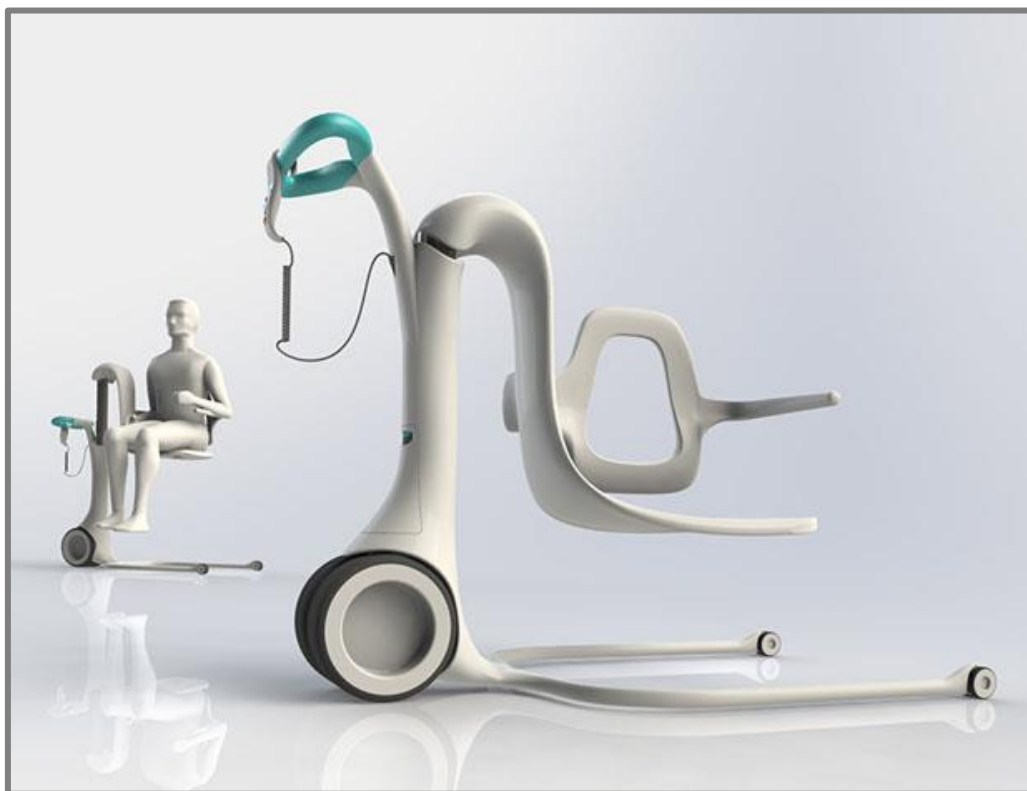


Obr. 2-8 Koncept zvedáku MediRobot [7]

Kocept Lucy lift

Lucy lift je koncept, který se zabývá řešením zvedáku pro přesun pacientů v sedící poloze. Tím se na rozdíl od jiných zvedáků snižuje jeho univerzálnost. Celkově imobilní pacienti by nemohli být na tomto přístroji přemísťováni. Zvedák pracuje s podobným rozložením váhy jako běžné zvedáky. V tomto případě ovšem působí spodní stabilizační ramena velmi tence a křehce a při případné výrobě produktu by tento faktor znamenal značné potíže. [8]

Krytování zvedáku je tvarováno organicky. Díky tomuto přístupu je jasně odlišný od současných realizovaných řešení. Zvedák působí jednotně, protože krytování je navrženo tak, aby celý zvedák působil jako jeden díl. Ergonomické aspekty přístroje jsou v pořádku, jak lze zjistit z dokumentace projektu. Barevné zpracování je minimalistické. Použité barvy jsou černá, bílá a modrá pouze pro detaily a zvýraznění. [8]



Obr. 2-9 Koncept zvedáku Lucy lift [8]

2.3 Technická analýza

Zvedák pro pacienty je přístroj určený pro přesun pacientů neschopných aktivního pohybu v důsledku akutních i chronických stavů. Bezpečnost a spolehlivost jsou zásadní hodnoty v procesu návrhu i konstrukce. Technické řešení a konstrukce výrazně podléhá jeho funkci a příslušným ergonomickým aspektům. Z technického hlediska vykonává jednoduchou funkci zdvihu závěsu s pacientem. Ze zdravotnického hlediska se jedná se o přístroj nediagnostického charakteru, který primárně není určen pro léčbu, ale pouze jako mechanická pomůcka pro zdravotnický personál. [1][16][27]

2.3.1 Konstrukce z hlediska procesu použití

Tvar konstrukce je určen způsobem použití přístroje. Jak je zmíněno v úvodu práce, zvedák slouží především k přemístění pacienta z lůžka na invalidní vozík, židli či toaletu. Z bočního pohledu je konstrukce řešena do tvaru písmene C. Tento tvar umožňuje zajet zvedákem nad lůžko, kdy závěs je přímo nad pacientem a pojezd v prostoru pod lůžkem. Základna je rozdělena na dvě ramena s pojezdy. Z horního pohledu připomíná tvar písmene U. To naopak umožňuje zajet zvedákem k vozíku, židli či toaletě. Zvedákem se najede k objektu tak, že se objekt nachází mezi rameny přímo pod závěsem. [1][2][3]



Obr. 2-10 Základní tvarování zvedáku [32]

2.3.2 Konstrukce z hlediska bezpečnosti provozu přístroje

2.3.2

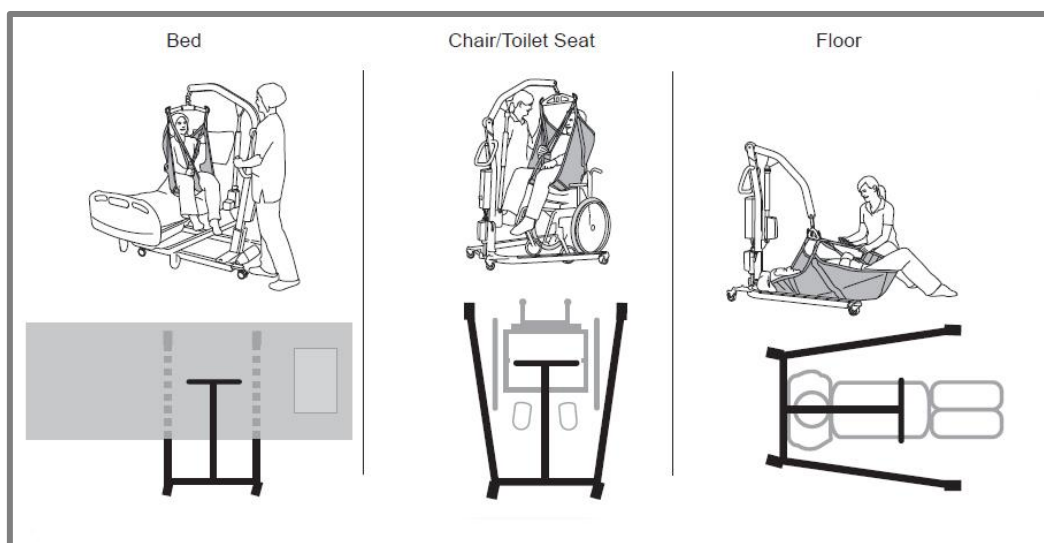
V otázce konstrukce zdravotnického přístroje je nejdůležitějším aspektem bezpečí všech osob, které se procesu použití zúčastňují, především tedy zdravotnický personál a pacienti. Dostatečnou stabilitu přístroje lze základně určit z faktu, že se přístroj při naklonění o 10° nepřevrhne. Při nevyhovění tomu pravidlu existuje další konstrukční postup dle příslušné normy. Tuto podmínku je nutné zachovat při všech variantách využití přístroje (např. se zátěží i bez zátěže, apod.). V případě použití baterií (u zvedáků se jedná o běžnou součást řešení) je nutné bezpečně volit jejich umístění pro zabránění náhodného zkratu. Pokud hrozí nebezpečí v důsledku špatného zapojení baterie, je nutné, aby přístroj disponoval prvkem, který zabrání nesprávné polaritě připojení. [1][19]

Pro zachování bezpečnosti musí být u zdravotnických elektrických přístrojů správně konstruovány ovládací prvky. Vypínač přístroje musí být zřetelně označen v jeho bezprostřední blízkosti. Polohy ovládacích zařízení a spínačů musí být graficky označeny, aby bylo zřetelné, jakou funkci plní. Pokud může změna ovládacího prvku ohrozit pacienta, je nutné tento prvek opatřit indikačním zařízením (stupnice nebo ukazatel) a indikací směru. [18][19]

2.3.3 Ergonomické aspekty

2.3.3

U pacientů po akutním traumatu, především u spinálních poranění, je zásadní vhodná a bezpečná manipulace. U přesunu pacienta sledujeme dvě základní polohy přístroje. Zdvihání či pokládání pacienta v poloze lehu a sedu. Ukotvení pacienta do zvedáku je realizováno závěsem, který je možné na pacienta aplikovat již v klidové fázi procesu. V další fázi dochází ke zdvihu závěsu s pacientem a přesunu nad cílové místo. Poslední fází je usazení pacienta na cílové místo a odstranění závěsu. Během celého procesu přesunu není nutná ani možná žádná aktivní spolupráce pacienta ve smyslu ovládání přístroje či manipulace s ním. Tyto úkony jsou vykonávány zdravotnickým personálem. [16][18][26][27]



Obr. 2-11 Použití zvedáku pro pacienty [1]

Rozměry pacienta

Pro vhodný návrh zvedáku je nutná analýza jeho potřeb pacienta a všech rozměrových hodnot, které s jeho manipulací souvisí. Důležité je především pracovat s hlavními rozměry člověka. Dle ergonomických pravidel je třeba při návrhu počítat s pásmem mezi hodnotami 5. a 95. percentilu a ne pouze s průměrnými hodnotami. Průměrná výška českých mužů je 180 cm, a jedná se o výchozí rozměr při návrhu produktů. Průměrná výška českých žen je 167 cm. [18]

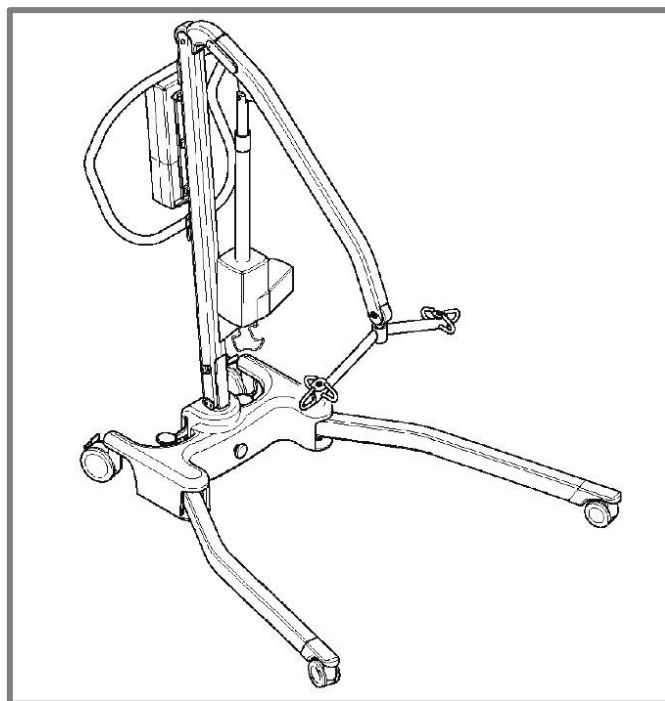
Další rozměry z oblasti mobility pacientů

Pro účinné využití přístroje je nutné, aby respektoval rozměry objektů se kterými se dostane ve svém provozu do kontaktu. Ergonomická pravidla určují výchozí rozměry osoby na invalidním vozíku (120 x 80) cm. Výška i s pacientem je 135 cm. U postele pro jednu osobu uvažujeme rozměry (90-100 x 200) cm. U židle uvažujeme rozměry sedací plochy (40 x 40 x 40-50) cm. Rozměry křesla uvažujeme v hodnotě (80x100) cm se sedací plochou (při poloze odpočinku) ve výšce (25-35) cm. [18]

2.3.4 Součásti a jejich funkce

Rám

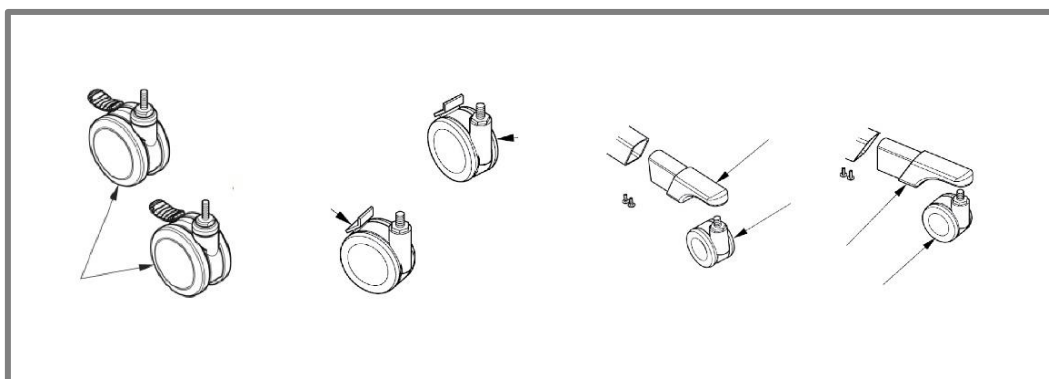
Hlavním funkčním prvkem je rám, který je tvořen rameny s koly, střední částí s ovladači a mechanismy a horním ramenem se závěsem. Střední část rámu o horní rameno jsou spojeny jednoosým kloubovým mechanismem a pístem, který umožňuje zdvih a také slouží jako vzpěra soustavy. Na druhém konci horního ramena je umístěn, u většiny produktů jednoosý závěs. Rám plní funkci hlavního namáhaného konstrukčního prvku. U současných přístrojů se jedná i o hlavní vizuální prvek. [1]



Obr. 2-12 Schéma zvedáku [1]

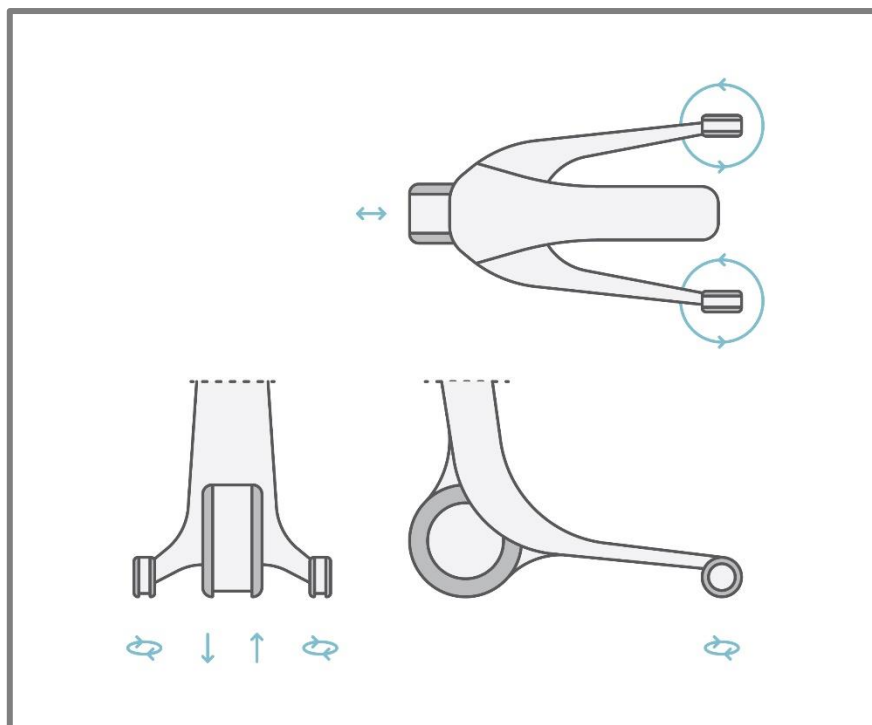
Kola

U současných produktů se vyskytuje řešení se čtyřmi koly. Kola jsou tvarově velmi kompaktní. Výhodou tohoto řešení je skladnost a manipulace, nevýhodou pak zvládání náročnějších povrchů či překážek v podobě prahů apod. Všechna kola jsou volně otočná v radiální směru. Výhodou je maximální volnost pohybu, nevýhodou je náročnější manipulace a usměrňování pohybu zvedáku, především při vyšším zatížení. U současných produktů často nalezneme možnost změny úhlu mezi dvěma rameny s koly. Tato funkce umožňuje zdravotnickému personálu adaptovat rozchod předních kol dle situace. Pokud projíždí zvedák dveřmi, je zapotřebí menší úhel, pokud najíždí na vozík či toaletu, je zapotřebí úhel větší. [1][2][3]



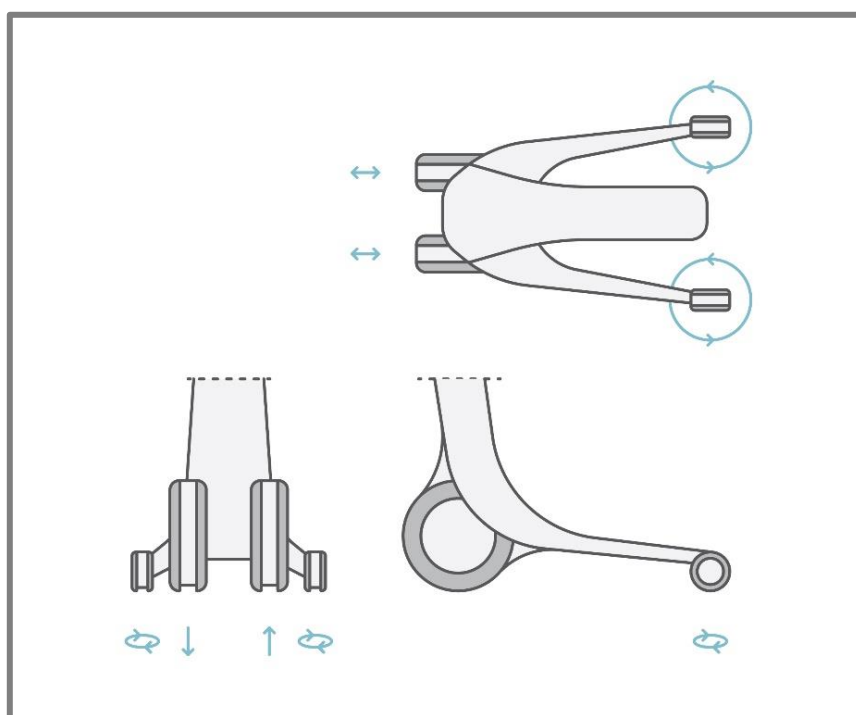
Obr. 2-13 Kola zvedáku [1]

Tyto nevýhody řeší některé návrhové studie zvedáků. Při použití většího zadního kola, příp. jednoho kola, se zlepší schopnost zvedáku překonávat drobné nerovnosti povrchu a celkový pohyb zvedáku je plynulejší. Pro účely této práce jsou uvažována následující řešení kompozice, velikosti a funkce kol: Prvním řešením je využití jednoho většího kola pro zadní část zvedáku. Kolo je řešeno dvojitě pro volný pohyb na podloží při otáčení zvedáku (viz. obrázek) Kolo je v radiální ose pevné a stává se tak středem rotace celého zvedáku. Výhodou toho řešení je snadnější a přesnější manipulace se zvedákem, především pak jeho rotace a zatáčení, protože díky pevnému bodu v místě doteku zadního kola s povrchem nedochází ke samovolnému zatáčení zvedáku. Přední kola jsou menší a stejně jako u současných produktů volná v radiální ose. [7]



Obr. 2-14 Schéma uvažované kompozice kol 1

Druhé řešení vychází z prvního, kde jedno kolo řešené dvojité je nahrazeno dvěma samostatnými koly. Výhodou je především vyšší stabilita, jelikož je v tomto případě širší rozložení bodů. Řešení je méně tvarově kompaktní.



Obr. 2-15 Schéma uvažované kompozice kol 2

Ovládací prvky

Jediným poháněným úkonem zvedáku je zdvih závěsu. K ovládání tohoto pohybu slouží jednoduchý ovladač (často se jedná pouze o ovladač zdvihu nahoru a dolů), který je umístěn na středovém rámu. U některých produktů sledujeme umístění ovladače na kabelu, aby bylo možné ho odejmout. U nejnovějších produktů se také vyskytuje bezdrátové řešení ovladače. Přemísťování samotného zvedáku uskutečňuje zdravotnický personál vlastní silou. [1][2][3]



Obr. 2-16 Ovladač ke zvedáku [3]

Z bezpečnostních důvodů je nutné, aby zvedáky disponovaly brzdou kol pro bezpečné statické užívání přístroje. Tato brzda je zpravidla instalována na zadních kolech. Technicky jednodušším řešením je rozdělení brzdícího systému, kde každé kolo má vlastní brzdou i její ovládání. Při použití zvedáku není nutná možnost zabrzdit pouze jedno kolo, a proto je pro obsluhu jednodušší, pokud jedním ovládacím prvkem může zabrzdit obě kola. [1][16]

Při ovládání zvedáku uvažujeme obsluhu v poloze ve stoje. Optimální výška pracovní roviny pro stojící mužskou obsluhu je 103 cm, u ženské obsluhy je tato hodnota 95 cm. Jedná se o hodnoty vycházející z průměrné výšky postavy. Při návrhu ovladačů je také nutné brát ohled na úhel pracovní roviny. U zvedáků se kvůli vertikálnímu vedení rámu vyskytuje umístění především vertikálního charakteru. Zrak obsluhy by měl na ovladač dopadat pod úhlem 90°. Ideální naklonění hlavy stojící obsluhy je 30° ± 10°. Při návrhu je nutné dbát na dostatečný pedipulační prostor, jelikož obsluha musí mít možnost pohodlně používat brzy, ale také kráčet se zvedákem při přesunu pacienta. [1][16][18][27]



Obr. 2-17 Použití zvedáku [35]

Závěs

Jak již bylo zmíněno, pacient je během přenosu upevněn v závěsu. Pro různá použití existují různé druhy závěsů: přesun pacientů s nadváhou, přesun pacientů v ležící poloze, přesun s nebo bez podepření hlavy, atd. Nejčastější a nejuniverzálnější je použití závěsu v polovičním sedu. Při pomalém zdvihu se pacient plynule dostane z polohy lehu do polohy polovičního sedu. Z této polohy pak je umístěn na cílovou pozici. U současných produktů se vyskytují převážně závěsy textilní. U některých modelů a v některých koncepčních řešeních lze najít řešení, kde je část závěsu tvořena výstužným skeletem. Toto řešení je vhodné především pro přesun pacientů po akutním traumatu, jelikož pacienta natolik neovlivňuje deformace závěsu způsobená gravitační silou. [1][2][3]



Obr. 2-18 Příklady druhů závěsů [1]

2.3.5 Pohon a principy zdvihových mechanismů

2.3.5

První zvedáky pro pacienty byly vybaveny manuálním zdvihovým systémem, nejčastěji hydraulického charakteru (viz kap. Historická analýza). U současných produktů nalezneme dva technické přístupy k mechanismu zdvihání závěsu. Tyto metody jsou založeny na pístu, který je poháněn elektromotorem. V koncepčních pracích nalézáme použití nůžkového mechanismu. V rámci této práce je také uvažované řešení pomocí navijákového zdvihu obvyklé u stropních zvedáků. [1][2][33]



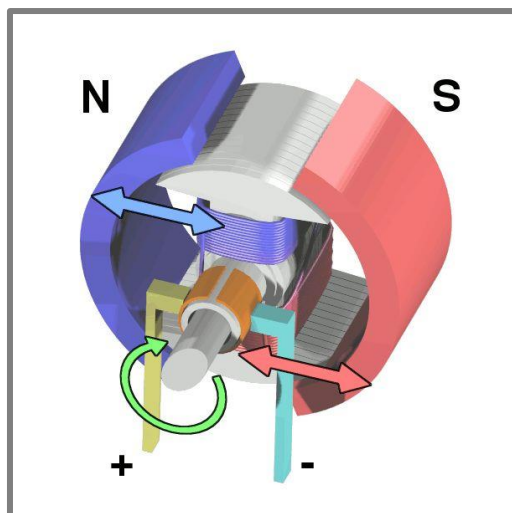
Obr. 2-19 Příklad manuálního zvedáku [33]

Princip elektrického motoru

Elektromotor slouží k přeměně elektrické energie získané z baterií na mechanický pohyb. Tento elektrický stroj využívá především silové účinky magnetického pole, kde pohyb vzniká vzájemným přitahováním a odpuzováním dvou elektromagnetů. Nejčastěji využívaným elektromotorem je rotační typ. V případě navíjení pásu u zvedáku tak nemusí být pohyb převáděn na lineární (jak tomu je u pístových zvedáků), je pouze převodován na kotouč s pásem. Elektromotor má tři základní režimy provozu:

- **Motor** – elektrická energie je převáděna na mechanický pohyb
- **Generátor** – pohyb z hřídele je převáděn na elektrickou energii a ukládán do zdroje
- **Brzda** – elektrická energie je využita k brždění samovolného pohybu

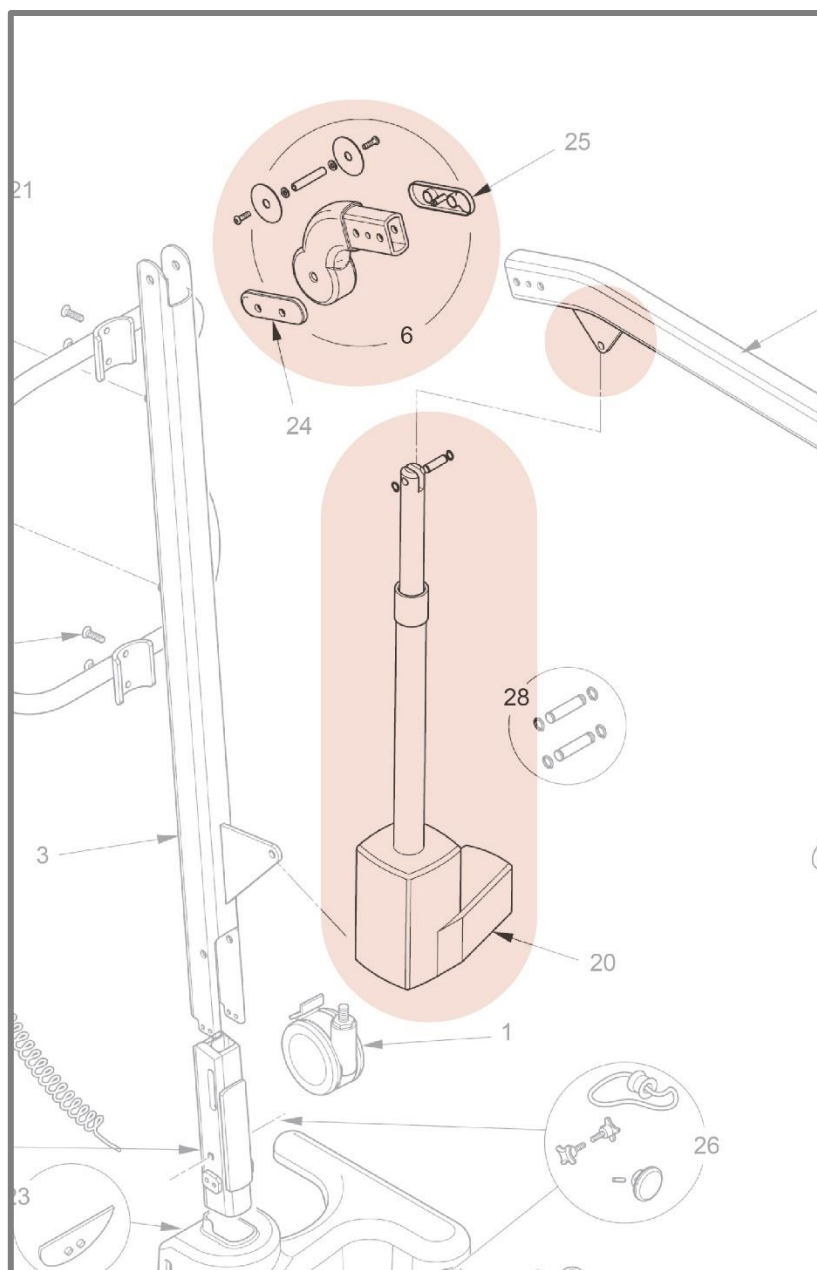
U zvedáku částečně nalézáme všechny režimy. Základní zdvih pacienta je uskutečňován režimem motoru. Při spouštění závěsu funguje stroj na způsob generátoru, nicméně potenciálně získatelné množství energie je tak malé, že využití je minimální. Pokud je závěs v klidové poloze a nezajištěn mechanicky, je elektromotor v režimu brzdy.



Obr. 2-20 Zjednodušené schéma elektrického motoru [31]

Pístový zdvih rotační

Metoda založená na pístovém zdvihu s rotačním pohybem ramena a kruhovou trajektorií závěsu je nejčastějším řešením u současných produktů. Výhodou řešení je nízká výrobní cena. Síly působící na konstrukci jsou vhodně rozloženy a pístový mechanismus slouží mimo jiné jako vzpěra soustavy. Toto řešení je také velmi kompaktní (některé modely jsou složitelné). Nevýhodou je expozice mechanismu vnějším vlivům a menší tvarová jednotnost. U menších poloměrů otáčení ramena, může být znatelná kruhová trajektorie závěsu, která není pro přesnou manipulaci s pacientem v závěsu tak vhodná jako trajektorie lineární. Celý mechanismus disponuje v porovnání s jinými formami řešení nízkou hmotností. [1][2]

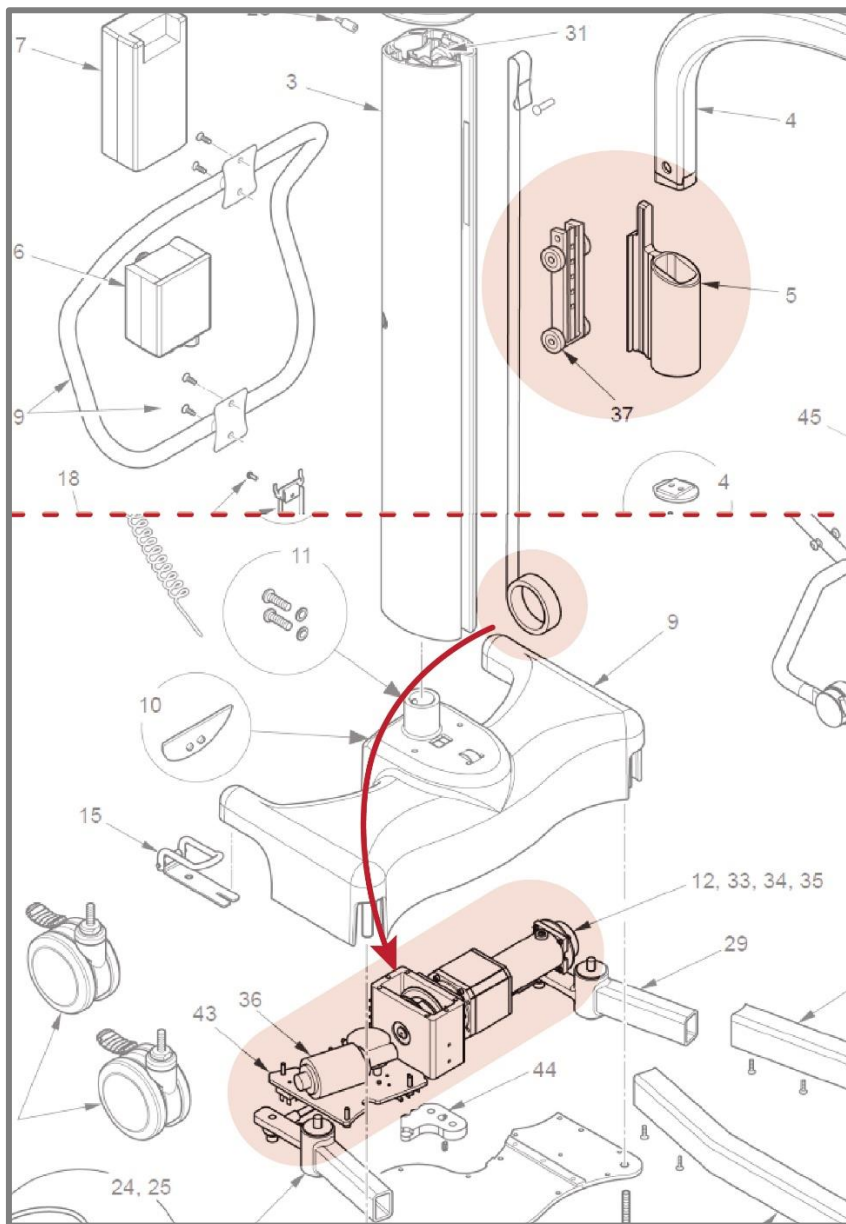


Obr. 2-21 Schéma pístového zvedáku [1]

Lineární zdvih

Tato metoda se vyskytuje u současných produktů s výrazně nižší četností než metoda předchozí. Mechanismus je umístěn ve střední části rámu, jelikož se jedná o jedinou vertikálně směřovanou část zvedáku. Mechanismus je více vzdálen od bodu závěsu, a proto je na něj vyvíjen výrazný momentový účinek síly. Ve spodní části rámu je umístěn elektrický pohon. Pásovým systémem je pohyb převáděn na rameno se závěsem. Náročnější technické řešení zvyšuje výrobní cenu. Pohon je v tomto řešení velmi dobře krytý. [1]

Nevýhodou je také vyšší hmotnost a menší tvarová kompaktnost. Výhodou řešení je pohyb závěsu po lineární (často i lineárně vertikální) trajektorii. To umožňuje naprosto přesnou manipulaci s pacientem a předvídatelné chování stroje. [1]



Obr. 2-22 Schéma lineárního zvedáku [1]

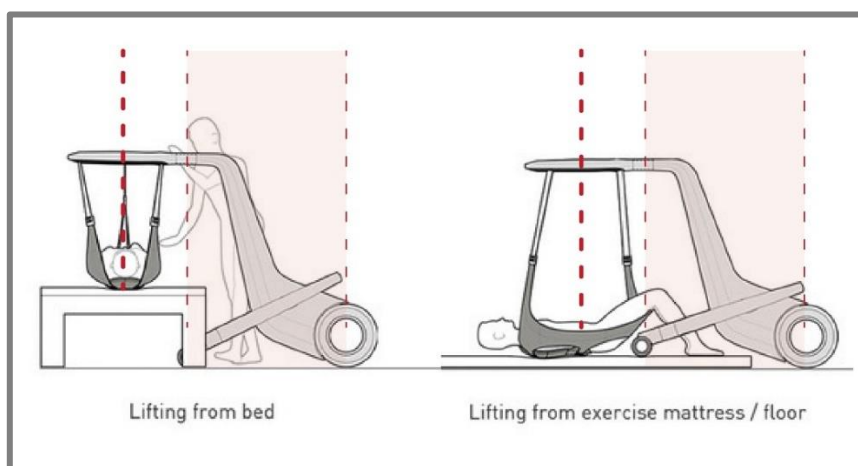
Nůžkový zdvih

V koncepčním řešení nalezneme řešení mechanismu nůžkovým zdvihem. Z hlediska namáhání se jedná o vhodné řešení. Velkou nevýhodou je změna pozice stabilizačních bodů celého systému. Při zvedání závěsu směrem nahoru se posunují kola, zmenšuje plocha základny zvedáku a tím se výrazně snižuje stabilita. [7][8]



Obr. 2-23 Příklad zvedáku s nůžkovým zdvihem [7]

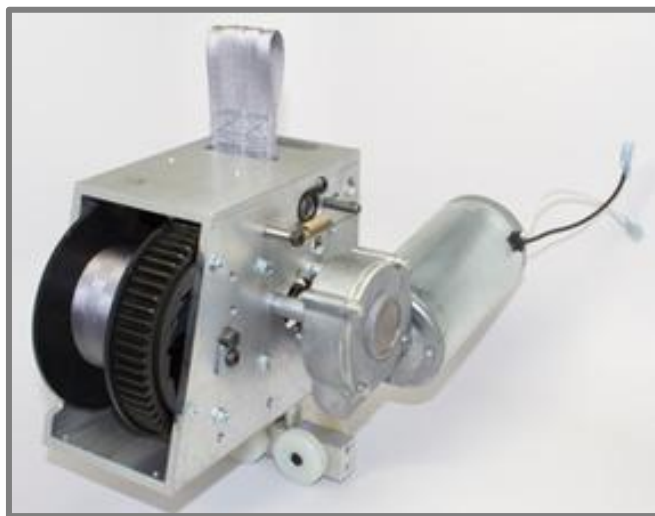
U konceptu MediRobot v některých polohách dochází dokonce k situaci, kdy je osa závěsu mimo nosnou plochu (danou pozicí kol) a dochází tak k velmi nestabilnímu postavení přístroje. V takových situacích hraje výraznou roli hmotnost pacienta v závěsu. Hmotnost pacienta ve vyoseném závěsu posune těžiště směrem mimo nosnou plochu. [7]



Obr. 2-24 Stabilita u konceptu MediRobot [7]

Navijákový zdvih

Metoda, která je uvažována pro jedno z variantních řešení této práce, je metoda zdvihu pomocí navijáku. Metoda je založena na pohonu elektromotorem. Výhodou je kompaktnost a jednoduchost tvarového řešení. Mechanismus také může být kompletně uschován pod krytováním. Jako jediné řešení by umožňovalo dvouosý závěs se separátním pohybem (toto řešení by vyžadovalo dva separátní navijáky). Dvouosý závěs by umožňoval změnu polohy pacienta (leh a sed) pomocí změny úhly závěsu (viz. Obr). Zásadní je především umístění motoru s navijákem a jeho vzdálenost od bodu vyústění v závěs. Cesta lana či pásu musí být vedena pomocí kladkového systému, aby byl pohyb plynulý a nedocházelo k nežádoucímu opotřebení materiálu. [1]



Obr. 2-25 Naviák stropního zvedáku [30]

Toto řešení je v současnosti využíváno u stropních zvedáků. V tomto případě motor a naviják přímo vyústují v závěs, takže není za potřeby složité vedení pásu. Pás se navíjí přímo na hlavní hnací hřídel. Výhodou navijákového systému je možnost výraznějšího vyosení závěsu v souladu s bezpečností pacienta a také tvarová kompaktnost celkového řešení. [1]



Obr. 2-26 Příklad stropního zvedáku [1]

Příklad pohonného systému u modelu Viking.

Motor u zvedáku Viking od společnosti Liko má napětí 24 V při proudu, který se dle varianty zvedáku pohybuje na hodnotách 6.4, 8.0 a 8.5 A. Motor je poháněn ze zabudovaných baterií. Použité baterie typu NiMH (Nikl-metal hydrid) mají kapacitu 2.2 Ah. Motor pro nastavení rozložení základových profilů má napětí 24 V při proudu 6 A. Rychlost změny výšky závěsu se pohybuje v rozmezí od (21 – 42) mm/s. Úroveň hluku přístroje se pohybuje mezi (46 – 51) dBA. [3]

2.3.6 Materiály

Rámová konstrukce

Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly, nosný rám zvedáků je tvořen svařovanými profily. Tyto profily jsou vyráběny převážně z hliníku a jeho konstrukčních slitin. Hliník je velmi lehký kov s hustotou 2.7 g/cm³ stříbrnošedé barvy. Ve svých slitinách vykazuje také vysokou pevnost, a proto jsou tyto slitiny hojně využívány jako konstrukční materiál (např. v leteckém průmyslu, aj.). Hliník má velmi dobrou tepelnou a elektrickou vodivost. Z chemického hlediska velmi dobře odolává korozi a látkám kyselé povahy. Jako vratný odpad se proti jiným kovům poměrně dobře zpracovává. Mezi jeho nevýhody patří např. nízká tvrdost, obtížné třískové obrábění, aj. Vlastnosti konstrukčních slitin se mohou zásadně měnit, což výrazně zvyšuje jejich využití, dle potřeby konkrétního konstrukčního řešení. Dle příměsové složky existují slitiny vhodné pro tváření, odlitky, svařování, atd. Při použití pro konstrukci zvedáků pro pacienty jsou zásadní především pevnostní charakteristiky. Přístroj není vystavován žádným zásadním záměrným chemickým vlivům a je používán především v interiéru. Povrch konstrukce je chráněn povrchovou úpravou včetně barvy. [10][11][20][23][24]

Plastové části a krytování

U současných produktů není celkové plastové krytování běžné. Krytované jsou pouze součásti jako elektrický motor, baterie a jiné mechanismy. Cílem této práce je vhodně využít plastového krytování k dosažení jednotného tvaru a k uschování technických částí a mechanismů. K tomu účelu je částečně využit materiál PURE (Více v kapitole 6.1.8). [1][2][3]



Obr. 2-27 Polotovar materiálu Pure [22]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3

3.1 Analýza problému

3.1

Designové řešení současných zvedáků není současné a již od historicky prvního produktu prakticky nezměnil svůj vizuální dojem. Jelikož se jedná o přístroj, který je určen pro pomoc imobilním pacientům či seniorům, je často spojen s negativními dojmy a pocity méněcennosti pacienta. Pacient během procesu neovlivňuje svůj pohyb, to může vést i k pocitům nejistoty. [5][9][16]



Obr. 3-1 Zvedák AKS Micro Foldy [5]

Velmi důležitým parametrem je ergonomie produktu. Ošetřující pracovník musí manipulovat nejen s pacientem, ale také s přístrojem. Na tento fakt je třeba brát ohled při tvorbě řešení. Je nutné vhodně řešit ovládání přístroje. Zásadním a nejdůležitějším parametrem je ale jednoznačně bezpečnost pacienta a samozřejmě i jeho pohodlí, aby nedocházelo ke zhoršení jeho zdravotního stavu špatným umístěním do přístroje. Popruhy a vaky pro přenos nejsou řešeny u všech produktů vhodně. Z technického hlediska jsou současné přístroje na dobré úrovni. [5][16]

3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

3.2.1 Silné stránky současných produktů

Mezi nejsilnější stránky současných produktů patří jednoznačně jejich technické zpracování, které je především plně kompletní, praktické, výkonné a bezpečné. [5][16]

3.2.2 Prostor pro inovaci

Prostor pro inovaci zvedáků můžeme vidět především v optimalizaci ergonomického řešení a uživatelského designového řešení a aplikaci nových technologií a přístupů (viz kapitola 3.4).

Nový design přístroje měl působit hravým, pokojným ale i bezpečným a profesionálním dojmem. Aplikace nových technologií a přístupů mohou mimo jiné přispět k uskutečnění designových cílů. [5][16]

3.3 Podstata a cíle diplomové práce

Hlavní cíl diplomové práce je definován takto: Navrhnout design zvedáku pro imobilní pacienty s plánovanou aplikací plastů, který bude tvarově maximálně kompaktní a bude se prezentovat hravým i moderním vizuálním výrazem.

Dílčí cíle jsou dle zadání definovány takto:

- Analyzovat současnou produkci zvedáků pro imobilní pacienty a identifikovat silné a slabé stránky
- Navrhnout koncept technického a technologického řešení zvedáku
- Zpracovat prostorový model navrženého designu

Charakteristika problematiky úkolu je dle zadání definována takto: Tvarové řešení v současnosti nabízených zvedáků určených pro zajištění mobility tělesně postižených či seniorů je většinou značně členité, nevyvážené a celkový vizuální výraz těchto zařízení vzbuzuje spíše negativní emoce. Toto je dáno do značné míry dominantně používanou technologií svařování profilů a ohýbaných trubek. Podstatná aplikace plastů i důrazná snaha o hravý a kompaktní design přinese přívětivý výraz i zlepšení uživatelského komfortu.

3.4 Navrhované řešení na základě analýzy

3.4.1 Specifikace navrhovaného řešení

Základní rozměry zvedáku jsou dány jeho využitím. Je nutné, aby mohl zvedák projet dveřmi, zajet pod postel a přijet k židli nebo toaletě. Konkrétní příklad obdobných hodnot je uveden u zvedáku Calibre (Obr. 3-2). Hlavním konstrukčním prvkem řešení je plastové krytování celého zvedáku.

Specification	Imperial	Metric
Safe Working Load	341 lbs	155 kgs
Maximum Overall Length	51.0 inches	1300 mm
Minimum Overall Length Maximální celková délka	49.0 inches	1250 mm
Maximum Overall Height Maximální celková výška	73.0 inches	1860 mm
Minimum Overall Height	53.5 inches	1360 mm
Height (Folded)	17.1 inches	450 mm
Depth (Folded)	46.4 inches	1180 mm
Width Šířka	21.6 inches	550 mm
Spreader Bar - Maximum Height	66.5 inches	1690 mm
Spreader Bar - Minimum Height (usable)	15.3 inches	390 mm
Height at Maximum Reach	46.0 inches	1170 mm
Reach at Maximum Height	25.6 inches	650 mm
Reach at Minimum Height	13.7 inches	350 mm
Maximum Reach (Centre of spreader bar to front of the mast)	32.8 inches	835 mm
Turning Radius	55.9 inches	1420 mm
Legs Open - External Width	42.5 inches	1080 mm
Legs Open - Internal Width	39.3 inches	1000 mm
Legs Closed - External Width	26.3 inches	670 mm
Legs Closed - Internal Width	22.4 inches	570 mm
Overall Height of Legs	4.5 inches	115 mm
Ground Clearance	1.1 inches	30 mm
Front Twin Castors	3.0 inches	75 mm
Rear Braked Castors	3.9 inches	100 mm
Weights	Imperial	Metric
Mast, Base & Boom Assembly	63.1 lbs	28.9 kgs
Power Pack	6.6 lbs	3.0 kgs
Total Celková váha	69.7 lbs	31.7 kgs
Base Assembly	32.8 lbs	14.9 kgs
Mast & Boom Assembly (not including battery)	30.9 lbs	14.0 kgs

Obr. 3-2 Specifikace zvedáku Calibre [1]

3.4.2 Porovnání současného a plánovaného řešení

3.4.2

Součástí ergonomického řešení a optimalizace pracovních podmínek je zjednodušení systémů ovládání, skrytí nepotřebných prvků, řešení způsobu závěsů. Vizualně psychologické aspekty jsou součástí designového řešení.

Cílem je, aby výsledný design působil klidně (současné produkty se vyznačují agresivním a technickým dojmem). Mezi uvažované technologické inovace patří aplikace recyklovatelných materiálů, aplikace celkového plastového krytování, využití víceosých závěsů, využití navíjákové technologie pro mobilní zvedák, atd.

3.4.3 Cílová skupina

3.4.3

Navržený zvedák je vhodný pro profesionální lékařská zařízení, kde je pro zvedák každodenní využití. Z hlediska osob sledujeme dvě hlavní cílové skupiny. První z nich je zdravotnický personál, který bude se zvedákem manipulovat. Pro tuto cílovou skupinu jsou zásadní parametry jako je přehlednost ovladačů a sdělovačů, nízká

fyzická náročnost, apod. Druhou cílovou skupinou jsou pacienti, se kterými bude pomocí zvedáku manipulováno. Pro pacienty je důležitá především bezpečnost a pohodlnost manévru a v neposlední řadě celkové pozitivní a klidné vizuální působení produktu. Z hlediska typu pacientů se produkt zaměřuje na velmi přesnou manipulaci, důležitou především u pacientů po akutním traumatu, se spinálním poraněním, apod.

3.4.4 Cenové zařazení produktu

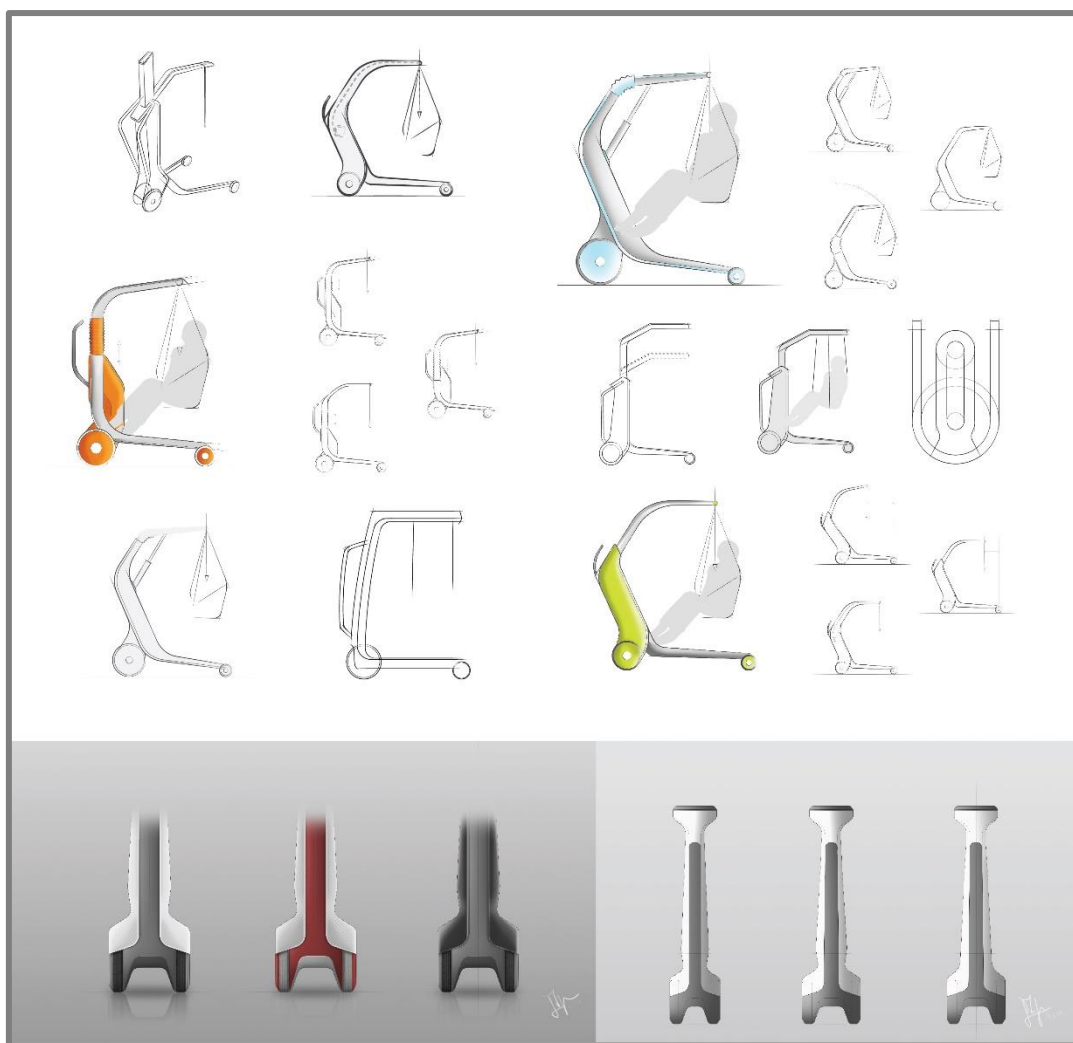
Navrhované řešení se řadí do vyšší cenové kategorie. Na výsledné ceně se projeví využití celkového krytování i kombinace technologií, které v současnosti nejsou u mobilních zvedáků běžné (viz. kapitola 3.4.2). Cenu zvedáku lze odhadnout podle současných nejdražších produktů na trhu. Ty se pohybují kolem cca 300 000 Kč. [1]

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4

Tato kapitola popisuje variantní studie designu a pojednává o jednotlivých funkčních, tvarových a kompozičních přístupech. Varianty byly vytvořeny jako předloha a podklad pro následně vybrané finální řešení.

Tvar všech variant je řešen krytováním, aby co nejvíce potlačovalo agresivní a komplikované tavarové zpracování současných produktů. Ve všech případech je použit ke zdvihání závěsu elektrický motor poháněný z baterie, což umožňuje maximální mobilitu zvedáku.



Obr. 4-1 Skici

4.1 První variantní studie

Tato varianta pracuje s technologií zdvihání pomocí rotačního pohybu ramena. To je spojeno ve středu otáčení s hlavním rámem. Rameno je zvedáno pomocí elektrického motoru. Rotační pohyb motoru je převáděn na translační a zvedá tak rameno, na jehož konci je umístěn závěs. Toto řešení je u současných produktů nejčastější, především z důvodu nízkých nákladů na výrobu i provoz.

Jedná se o tvarově velmi kompaktní řešení. Hlavní tvar krytování rámu je veden od předních kol až po závěs. Dvě spodní ramena se plynule spojují v místě zadních kol. Základní zlomy tvarování hlavního krytu jsou voleny s ohledem na nutnost umístění pístu. Jednota tvaru také umocňuje pocit bezpečnosti a pevnosti přístroje. Hrany krytu jsou řešeny výraznějšími rádiusy, které posunují celkové působení tvaru do více organické roviny. Technické řešení neumožňuje skrytí mechanismu pod kryt přístroje a píst, proto svým umístěním narušuje jednotnost a plynulost tvarování. Toto řešení počítá s jednoosým závěsem, na který je možné aplikovat různé druhy závěsů. Řešení je kompaktní také z hlediska uskladnění přístroje, jelikož horní rameno lze pomocí pístu složit směrem dolů.



Obr. 4-2 Skici – první variantní studie

Řešení také obsahuje dvě madla pro přesunování zvedáku. Madla lemují zezadu tvar hlavního krytu a svým rozsahem umožňují manipulaci v různých výškách dle potřeby či výšky zdravotnického personálu.

Přední kola jsou menší a dovolují radiální rotaci, tedy otáčení celého zvedáku. Zadní dvojité kolo je větší pro lepší překonání menších nerovností. Jednotlivá postraní kola jsou v radiální ose pevná. Jelikož kola nejsou propojená, umožňují rotaci kolem svého středu bez nepříjemného ujíždění do stran. Dělení kola také umožňuje pevnější ukotvení kolového systému k hlavnímu tělu zvedáku.

4.2 Druhá variantní studie

4.2

Tvarové řešení druhé variantní studie je také ovlivněno technologií zdvihu. V tomto případě je využito lineárního zdvihu. Horní rameno se závěsem při zdvihání vyjíždí do spodní hlavní části kytu. Z toho vyplývá a robustnější krytování spodní části.

Spodní část těla zvedáku je geometricky tvarována. Nad zadním kolem je tvar vysunut vpřed, kde se nachází ukotvení spodních ramen s předními koly. Tvar pokračuje kolmo vzhůru. V této části se pod krytáním skrývá mechanismus pro zdvih. Spodní část je ukončena vysunutím zpět dozadu, kde tak vzniká prostor pro ovládací prvky přístroje. V horní části vycházejí madla z boku krytu, tak aby prostor pro ovladače byl plně dostupný. Ve spodní části jsou madla ukotvena na hraně krytu. Horní rameno se závěsem je zakončeno kruhovým tvarem. Toto řešení umožňuje víceosý závěs. Ten přináší stabilnější pozici pacienta. Kruhově tvarované zakončení ramena také umožňuje rotaci závěsných bodů. Díky tomu je možné pohodlně dostat závěs do potřebné polohy pro usazení pacienta na cílový prostor.



Obr. 4-3 Skici – druhá variantní studie

Přední kola jsou řešena obdobně jako v první variantní studii. Zadní kolo je pouze jedno a větší. Díky větší ploše kola dochází k jeho lepšímu tlumení rázů vyvolaných nerovnostmi povrchu.

4.3 Třetí variantní studie

U třetí varianty je pro zdvihání závěsu využita technologie navíjení. Závěs je řešen pásovým systémem, který je dle potřeby navíjen nebo povolován. Rotační pohyby elektického motoru není v tomto případě nutné přeměňovat na pohyb translační. Díky tomuto řešení je pohyb zdvihu velmi přesný a plynulý. Umožňuje také velmi kompaktní designové řešení. Motor může být umístěn kdekolí na přístroji. Je nutné pouze zachovat spojení s vyústěním řetězového spoje. Toto technické řešení umožňuje uschování technických prvků pod krytování v hlavní části přístroje.

Tvarování je plynulé po celé délce zvedáku. Horní rameno je řešeno úzkým oválem, který plynule navazuje na střední část zvedáku. V horní části je dostatek prostoru pro technické prvky, ale zároveň přináší tvarově velmi logické zakončení horního ramena. Střední část zvedáku obsahuje prostor pro ovládací prvky včetně madel, která kopírují základní tvar. Spodní rámy s koly jsou plynulým pokračováním střední části. Celý tvar je rozdělen na vnější a vnitřní část krytování. To vytváří prostor pro barevné řešení. Lze také počítat s faktem, že vnitřní část je sledována především pacientem a vnější část působí převážně na okolí a zdravotnický personál. Systém kol je řešený podobně jako u předchozích variant. Zadní kola tvarově navazují na středovou část krytování, což značně zmírňuje jejich přílišnou výraznost. Spodní pojezdy a horní část rámu mohou měnit vzájemný úhel a tím dosáhnout posunu závěsu v horizontálním směru a změnit pozici těžiště. Vyústění závěsného řetězu je řešeno kladkovitým systémem, a proto mu naklápění horní strany přístroje nijak nebrání ve funkci.

Díky použité technologii pro zdvih, je tato varianta maximálně kompaktní a tvarování rámu je plynulé. Hlavní část krytování je tvarována organicky pro klidnější vizuální působení přístroje a přímo navazuje na horní rám i spodní pojezdy.



Obr. 4-4 Skici – třetí variantní studie

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

5

Finální tvarové řešení vychází primárně z třetí variantní studie. Z této studie je použit celkový technický přístup, který definuje i tvarové prvky. Z první variantní studie se ve finálním řešení využívá přístup k provedení spoje s hlavním rámem. V procesu vypracování finálního řešení došlo i k aplikaci prvků, které neobsahuje žádná z variantních studií. Mezi tato řešení patří mimo jiné zdvojení zadního kola pro zajištění vyšší stability.

Navržené řešení obsahuje několik výrazných inovací, kterými reaguje na současné produkty a vymezuje se proti nim. První z nich je využití celkového krytování zvedáku při zachování veškerých funkčních parametrů. Způsob krytování lze v současnosti nalézt u některých designérských konceptů, zde ale dochází ke kompromisům v oblasti funkce. Celkové krytování řeší hlavní problém, který vyplynul z analýzy, a to nejednotné a agresivní celkové působení produktu. Vzniká jednotné a jednoduché vedení tvaru a veškeré technické součásti jsou uschovány pod plastovým krytováním. Dalším významným posunem je využití metody zdvihu navíjení. S touto změnou souvisí i inovace v aplikaci dvouosého separátního závěsu. Rozdílovým prvkem je také použitá technologie pro kola zvedáku.



Obr. 5-1 Perspektivní pohled

Celkové tvarování je výrazně ovlivněno volbou metody zdvihu. Zvolená metoda navíjení umožňuje kompaktní tvarování. Celkový tvar je dán především dvěma liniemi, které lemují celý objem zvedáku. Jedná se o uzavřené křivky, které vytváří celistvý tvar. V zakončení profilů se linie kruhovou trajektorií obrací a tvoří druhou hranu zakončení hlavních ploch. Tyto linie jsou základem primární vnější plochy. Vodící křivky svým oblým zakončením dodávají produktu klidný vzhled, jednoznačně vedené plochy pak podporují profesionalitu a kvalitu přístroje. Nejdelší rozměry zvedáku jsou v poměru cca 1:2:3 kde největším rozměrem je výška a nejmenším šířka.

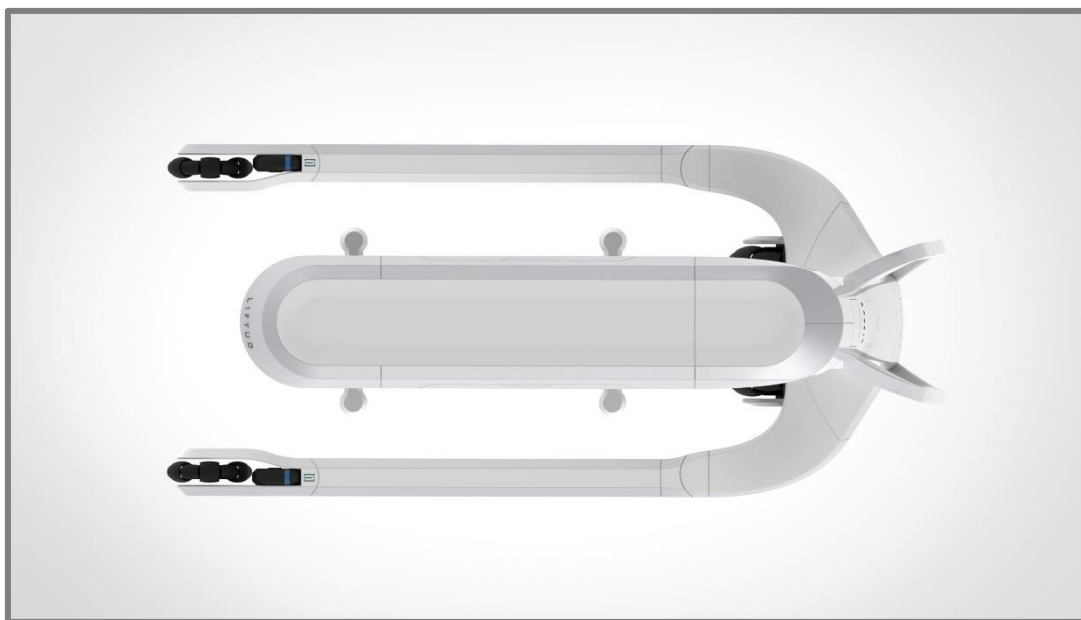
5.1 Kompozice z konstrukčního hlediska

Základní tvarování zvedáku je určeno jeho funkcí a typy použití. Z bočního pohledu je zvedák tvarován do tvaru písmene C, aby bylo možné přemístit osu závěsu nad postel s pacientem. Na spodní hraně se nachází čtveřice kol, které umožňují pohyb zvedáku. Tvar pokračuje vertikálním profilem. Tato část obsahuje většinu ovládacích prvků a je dobře přístupná zdravotnímu personálu. Tvar je zakončen horním horizontálním profilem se závěsem.



Obr. 5-2 Boční pohled

Z horního pohledu je tvarování spodních rámp s koly navrženo ve tvaru písmene U, aby bylo možné se zvedákem najet kolem židle (či toalety). Půdorys spodních rámp se liší dle volitelného rozchodu předních kol. Rameno závěsu se z horního pohledu nachází v ose zvedáku. Toto základní tvarové kompoziční řešení odpovídá současným produktům s rozdílem aplikace krytování.



Obr. 5-3 Horní pohled

5.2 Kompozice zvedáku z pohledu uživatelů

5.2

Z pohledu uživatelských skupin (pacient a zdravotnický personál) lze kompozici zvedáku rozdělit na dvě části: vnitřní a vnější. Vnitřní část obklopuje přesouvaného pacienta. Vnější část zvedáku není pro pacienta viditelná. Vnější a vnitřní část se liší tvarováním i aplikací materiálů a barev. Vnitřní část je uzpůsobena pacientům a vnější obsluze zvedáku.



Obr. 5-4 Perspektivní pohled vnitřní

Vnitřní část, která je viditelná hlavně pro pacienta využívá organického jednoduchého tvarování. Díky tomu působí celý objem zvedáku z pohledu pacienta celistvě a klidně. Ve vnitřní části jsou aplikovány matné materiály ve světlých barvách. Ze strany pohledu pacienta se nenacházejí žádné výraznější detaily, ani významné ovládací prvky. Jediným prvkem, který se nachází v této oblasti je přístup k bateriím. Baterie je možné nabíjet přímo ve zvedáku a jejich vyjímání není častou činností při práci se zvedákem. Tvarovou výjimkou ve vnitřní části je díl, ze kterého ústí závěs. Materiál této části odpovídá vnějšímu tvarování. To umocňuje propojení závěsu s vnější konstrukcí a přidává na pocitu stability a bezpečí. Tato část je tvarově celistvá a minimálně tvarovaná. Její funkcí je také krytí zdvihacích mechanismů. Celkové řešení vnitřní části působí pozitivně na psychiku pacienta.



Obr. 5-5 Perspektivní pohled vnější

Vnější část, je viditelná především pro zdravotnický personál, určený k manipulaci s přístrojem. Tato část většinou určuje celkové vizuální působení zvedáku na externího pozorovatele (Tzn. část viditelná pro osoby pohybující se v okolí zvedáku). Tvarování z vnější strany svým z většiny geometrickým pojetím zdůrazňuje stabilitu a profesionalitu přístroje. To je podpořeno úkoslými plochami ale také volbou materiálů a barev.

5.3 Závěs

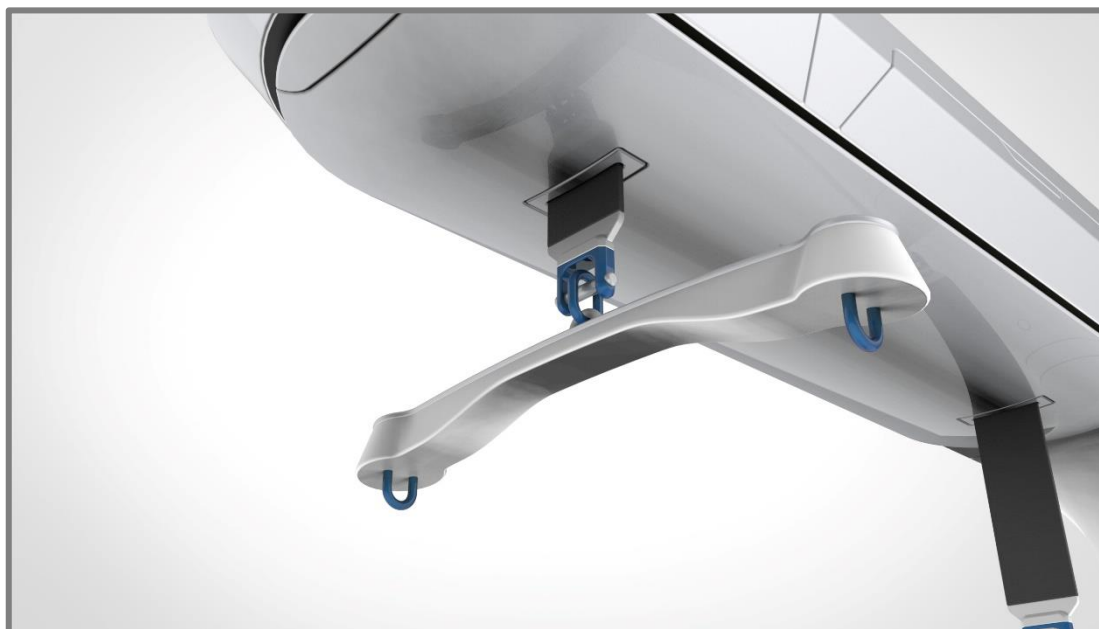
5.3

Půdorys rámu se závěsem je ve tvaru oválu. Z vrchní strany je zakončen dílem s prolisem směrem dolů. Na spodní části je naopak krycí součást, která je vyklenuta směrem dolů, ven z objemu rámu. Tato část kryje mechanismus zdvihu. Mezera mezi krytem a tělem rámu odlehčuje celkový objem této části. Závěs pacienta je uskutečňován dvěma separátními závěsy. Primární je přední závěs, který je možné využít samostatně. V přední části je střední nosná linie snížena a horní plocha je z přední části rozšířena. Toto rozšíření vytváří rozpoznatelný tvarový jazyk zvedáku a zakončuje rám. Vytváří vhodný prostor pro aplikaci logotypu.



Obr. 5-6 Rameno se závěsy

Na konci závěsných pásů je možno využít nástavce pro lepší rozložení váhy závěsu. Použití tohoto rozšíření zvyšuje pohodlnost pro přesunovaného pacienta, jelikož není v závěsu tak zaklíněný. U pacientů po akutním traumatu a pacientů se spinálním poraněním se jedná o nutnost. Tyto součásti jsou tvarovány stejným jazykem jako celý zvedák. Tyto nástavce jsou odnímatelné a na pásy je možné připevnit i jiné nástavce.



Obr. 5-7 Detail pásů

5.4 Kola a spodní rámy

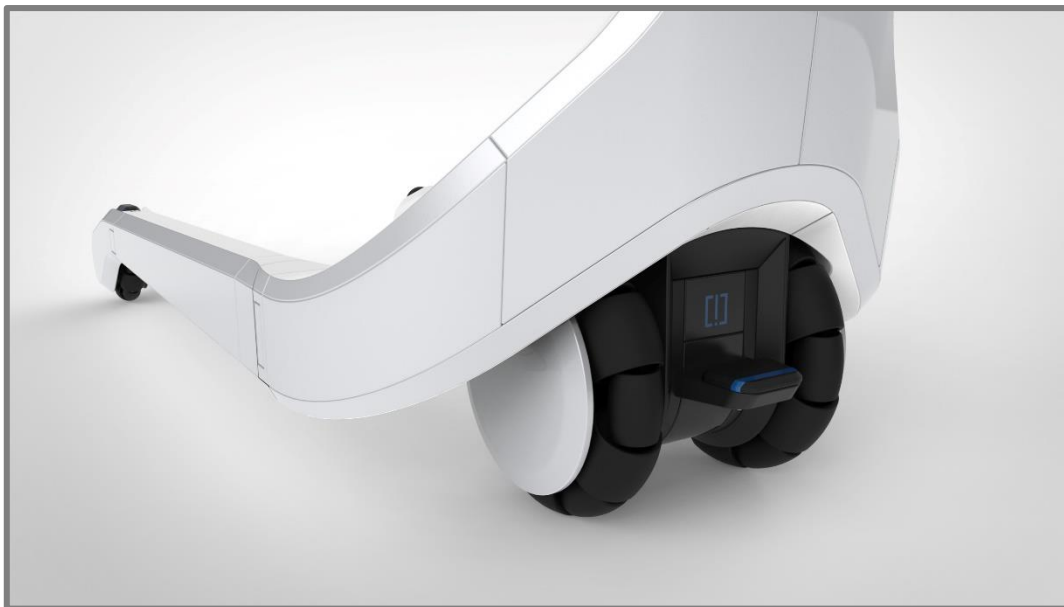
5.4

Pohyb zvedáku je zajišťován čtyřmi koly. Přední kola jsou menší a nacházejí se na konci spodních ráků. Linie ráku jsou zakončeny kruhovou trajektorií. Kola jsou vložena do tohoto tvarování. Osa kol leží ve středu kruhového zakončení ráků. Rám je na konci rozděven a objímá kolo z obou stran. Mechanismus kola je tak velmi dobře krytý při zachování maximálního odhalení kontaktních ploch kola pro bezpečné překonávání nerovností.



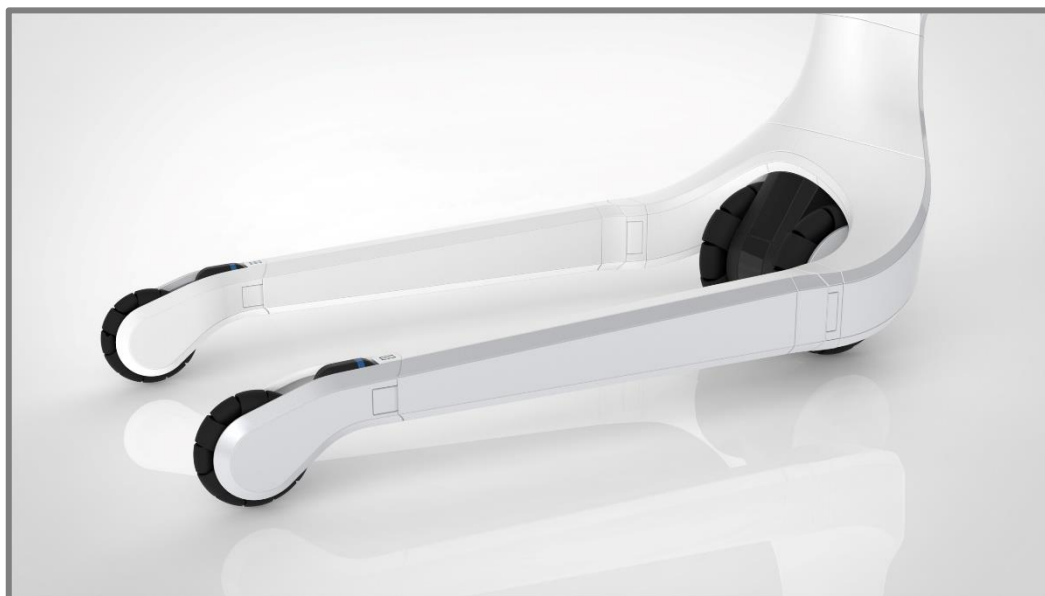
Obr. 5-8 Detail předních kol

Zadní kola jsou větší a blíže u sebe. Jejich větší poloměr zjednodušuje překonávání nerovností na trase zvedáku jako jsou prahy ve dveřích apod. Kola disponují technologií, díky které nemění svoji pozici ani během zatáčení. Kola jsou ze stran krytá podobně jako kola přední. Mechanismus je krytý z obou stran. U zadních i předních kol se nachází nožní brzda pro zajištění bezpečnosti při umísťování pacienta do zvedáku.



Obr. 5-9 Detail zadních kol

Rámy, na kterých se nacházejí kola mohou měnit vzájemný úhel dle aktuální potřeby. Tím se mění rozchod předních kol. Širší rozchod kol se využije především při umisťování pacienta ze židle nebo na židli. Užší rozchod je vhodný pro přesuny (např. aby se zvedák vešel mezi rámy dveří). Přední kola zůstávají díky druhému vyrovnávacímu kloubu stále ve směru dopředu. To zajišťuje jejich ideální odvalování.



Obr. 5-10 Detail rámu a kloubů

5.5 Ovladače a sdělovače

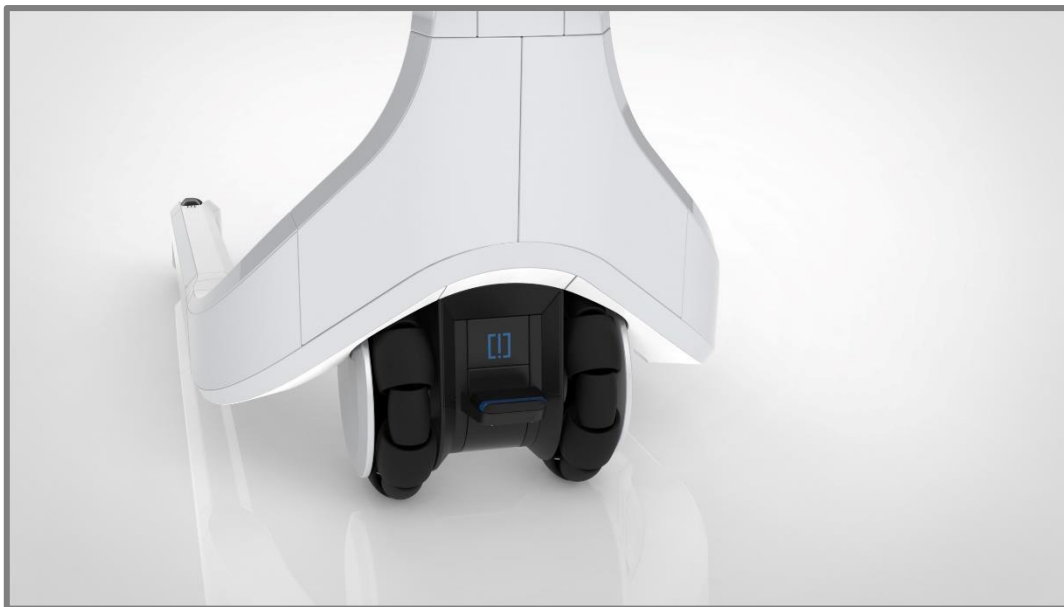
5.5

Hlavním manipulačním prvkem jsou madla, které ve střední části vycházejí z tvaru rámu šikmo dozadu do stran dostatečně na tolik, aby se dala pohodlně uchopit a zároveň nenarušovala celkové tvarové působení zvedáku. Plynule vychází a opět zapadají do hlavního úkosu, který lemují celý tvar zvedáku. Madla obsahují základní ovladače. Pomocí ovladače lze zdvihat závěsy dle potřeby. Mezi nimi může obsluha pohodlně sledovat sdělovače, které se nacházejí zezadu na hlavním středním rámu.



Obr. 5-11 Detail model

Mezi ovladače se řadí také mechanická brzda zadního kola. Je umístěna na vertikální ose zvedáku mezi koly. Mechanismus brzdy je skrytý v prostoru mezi koly. Přední kola disponují separátními brzdami při potřebě maximální stability přístroje. Brzdy zvedáku jsou ovládány pomocí nohou ošetřovatele.



Obr. 5-12 Detail zadní brzdy

6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6

Návrh zvedáku, jeho celkové technické i tvarové řešení (viz. kap. Tvarové řešení), je přímo závislé na volbě technologie zdvihu pacienta. Pro finální řešení tohoto projektu byla zvolena technologie zdvihu navíjením závěsu.

6.1 Technické řešení

6.1

Hlavní rám zajišťuje stabilitu celého stroje. Na rámu jsou umístěny všechny potřebné součásti. Návrh disponuje dvěma separátními závěsy, kde každý z nich je poháněn vlastním elektromotorem. Ty jsou umístěny na hlavním nosném rámu v horní části zvedáku. V místě přechodu rámu do vertikální části je umístěn kalibrovaný tenzometr, který slouží ke zjištění, zda je zvedák zatěžován bezpečně, nebo zda byla jeho nosnost překonána. Ve střední části rám se na jeho vnitřní části nachází dvě baterie, zajišťující chod elektromotorů. Mezi bateriemi je umístěna řídicí jednotka. Na vnější straně rámu za řídicí jednotkou je umístěn displej. Ve spodní části středního rámu se nachází napájecí zdroj, který je dostupný ze zadní strany zvedáku. Pod zdrojem u osy kola je brzdový mechanismus. Pro změnu úhlu spodních rámů je využit vlastní pohon umístěný přímo za klouby ramen. Na konci rámů je druhý kloub a nožní brzda předních kol.



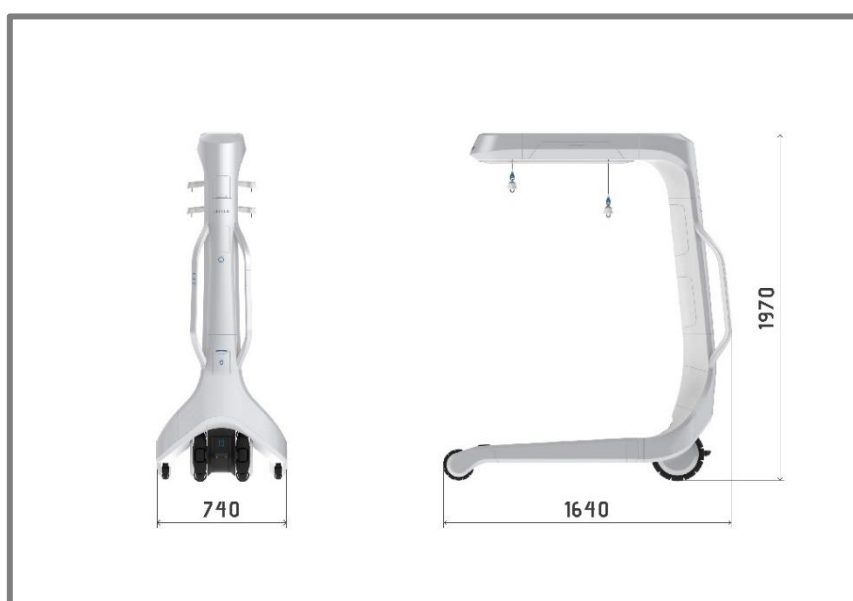
Obr. 6-1 Součásti



Obr. 6-2 Součásti 2

6.1.1 Základní rozměry

Rozměry zvedáku respektují jeho funkci a prostor, ve kterém bude využíván. Jedná se o produkt vyšší cenové kategorie, a proto bude nejčastěji využíván v profesionálních zdravotnických zařízeních. Je nutné, aby zvedák pohodlně projel standartními dveřmi. Z tohoto faktu plyne jeho výška a šířka. Délka je dána především délkou spodních ramen s koly, které musí být z důvodů stability delší než závěsné rameno. Závěsné rameno musí být dostatečně dlouhé, aby pacient, zavěšen v ose pásu, nebyl omezen spojovacím vertikálním rámem. Základní rozměry zvedáku jsou (740 x 1640 x 1970) mm.

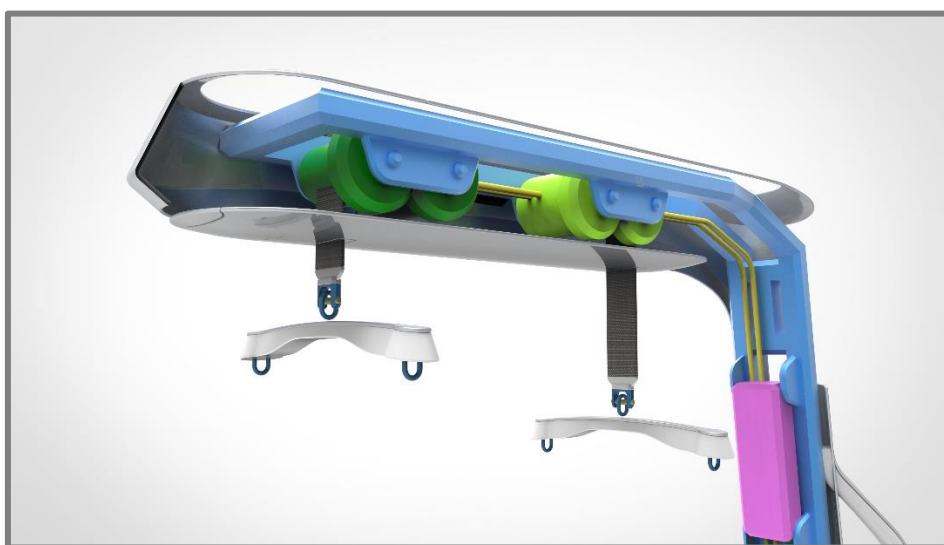


Obr. 6-3 Základní rozměry (mm)

6.1.2 Závěsy a pohon

6.1.2

Jak již bylo zmíněno, zdvih pacienta je uskutečňován dvěma závěsy se separátním pohonem. Tyto dva elektromotory jsou umístěny v horním rámu. Jsou převodovány na cívku s navinutým pásem, která je situována přímo v ose závěsu, takže není nutné žádné komplikované vedení pásu. Při technickém řešení pohonu lze vycházet ze současných stropních zvedáků na trhu. Technické řešení tohoto projektu vychází ze stropního zvedáku Voyager 420 od společnosti Joerns. Závěsy využívají textilní pásy, zakončené kovovými karabinami pro připevnění nástavce, či přímo textilního závěsu a pacientem. Nástavce na závěs jsou tvořeny kovovou konstrukcí, která rozděluje primární osu na více rozdělených os. Základní nástavce jsou dvouosý a čtyřosý. Jednotlivé osy nástavce jsou zakončeny obdobnými karabinami jako primární závěs.



Obr. 6-4 Detail řešení závěsu

6.1.3 Baterie a nabíjení

6.1.3

Elektromotory jsou poháněny ze dvou 24V baterií s celkovou kapacitou 2x2.9 Ah. Na jedno nabití je možné uskutečnit více než 150 zvednutí (při použití obou závěsů) a umožňuje tedy celodenní práci. Při aktivním používání či nenadálém vybití baterie je možné místo nabíjení baterie vyměnit za předem nabitě. U zvedáku Voyager je využito olověných akumulátorů. Baterie řešené touto technologií vykazují schopnost vysoké kapacity. Tyto baterie jsou hojně využívány mimo jiné u zdvihacích plošin, vysokozdvižných vozíků, apod. Značnou nevýhodou je využití olova, jehož potenciál zde není plně využit a baterie po delší době postupně ztrácí svou kapacitu. Možné je také využití lithium-iontových baterií, které jsou typické svým univerzálním využitím.



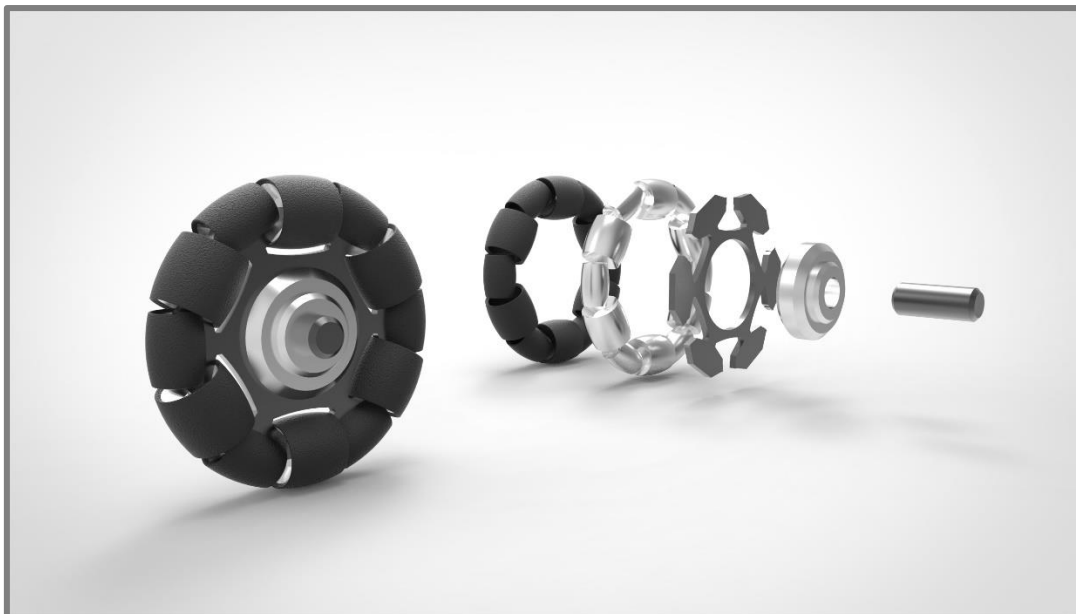
Obr. 6-5 Kryt baterií



Obr. 6-6 Zdroj

6.1.4 Kola a spodní rámy

Jak již bylo zmíněno, zvedák disponuje čtyřmi koly, dvě větší se nacházejí v zadní části a dvě menší v přední. Jednotlivá kola jsou tvořena více menšími koly, které jsou pravidelně rozmístěny kole centrální osy hlavního kola. Menší kola jsou dvojího rozměru a plynulou návazností tvoří trajektorii velkého kola v přímém směru. Mezi dílčími koly vzniká malá mezera pro spojení jednotlivých os a hlavní osou.



Obr. 6-7 Schéma víceosého kola

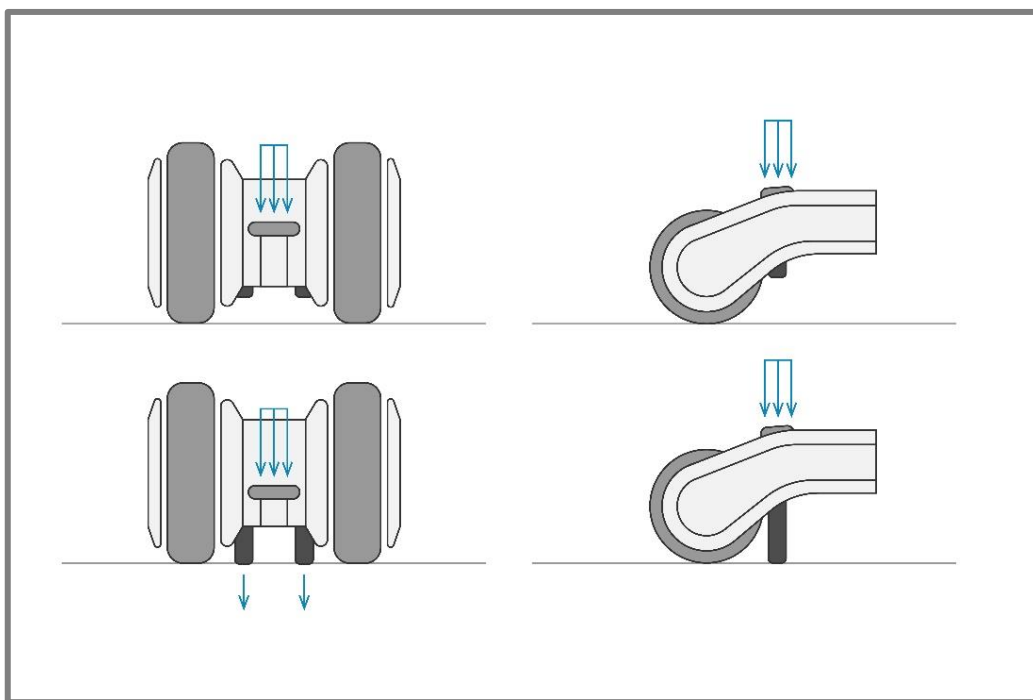
Toto řešení kol umožňuje pohyb v přímém směru (odvalují je jednotlivé dílčí kola), ale i ve směru kolmém (dílčí kola se otáčí kolem své osy otáčení). Výhodou technologie je možnost zatáčení do více stran bez nutnosti natáčení konstrukce kola. Kola se tak nachází vždy ve stejné předvídatelné oblasti, což eliminuje nechtěný kontakt kola s nohou ošetřovatele při zatáčení (můžeme sledovat u otočných kol s vyosenou hřídelí, kde je prostor výskytu kola proměnlivý). Díky této technologii mohl být výrazně zvětšen průměr zadních kol bez ohrožení ošetřovatele, které by bylo způsobeno pohybem volného kola.



Obr. 6-8 Příklad realizovaného víceosého kola

6.1.5 Brzdný systém

Hlavní brzdou zvedáku je zadní brzda. Pedál se nachází mezi zadními koly z vnější strany zvedáku a je ovládána nohou. Vzhledem k technologii kol, není možné využít klasické kotoučové brzdy. Technologie brzdy je založena na výsuvném tělese, které se po sešlápnutí brzdy vysune pod zadními koly. Vyvolané tření mezi tělesem a podlažím zabrzdí zvedák. Přední brzdy fungují na obdobném principu jako brzda zadní. Přední kola se zabrzdí separátně a jsou také ovládnuta nohou. Kompletní zabrzdění zvedáku se využívá především při méně běžné manipulaci s pacientem či zvedákem (například při nakládání pacienta s nadměrnou váhou, nebo nakládání pacienta mimo osu závěsu).



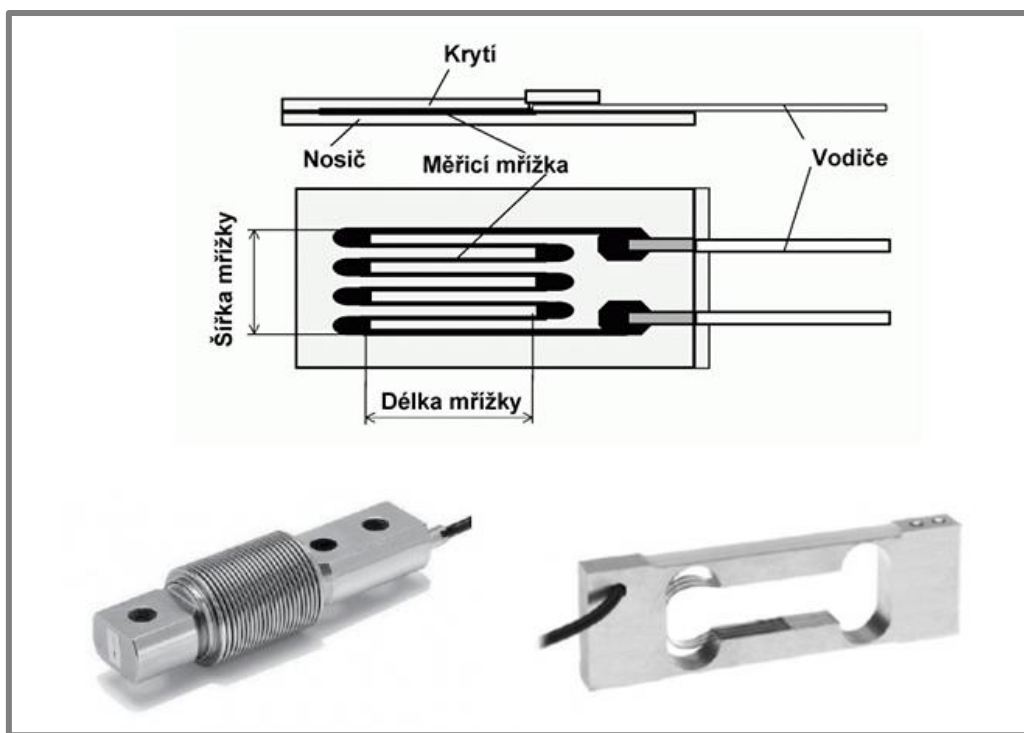
Obr. 6-9 Mechanismus brzdy

6.1.6 Tenzometr

6.1.6

U současných produktů není typické, aby měl zvedák integrovaný systém pro měření hmotnosti pacienta. U některých produktů lze vidět externí či částečně externí měřidla hmotnosti. V tomto projektu je pro měření hmotnosti využito tenzometru. Jedná se o pasivní elektrické zařízení, pomocí kterého je možno nepřímo měřit mechanické napětí na povrchu zkoumané součásti. Tenzometr lze kalibrovat pro měření hmotnosti tak, že určitá deformace následně odpovídají zjištěnému zatížení. Po kalibraci lze tedy pomocí tenzometru sledovat hmotnost zátěže na konstrukci.

Tenzometr je vodivá součástka. V současnosti je nejčastěji využíván drátek nebo fólie. Princip bude popsán na drátovém tenzometru. Změna napětí v tenzometru vyvolá změnu elektrického odporu, kterou vykazuje. Dle dat z kalibrace lze pak z velikosti odporu určit jaké je hmotnostní zatížení konstrukce. Při dosažení bezpečné hranice zatížení je vydán signál pro zastavení navíjení zvedáku.

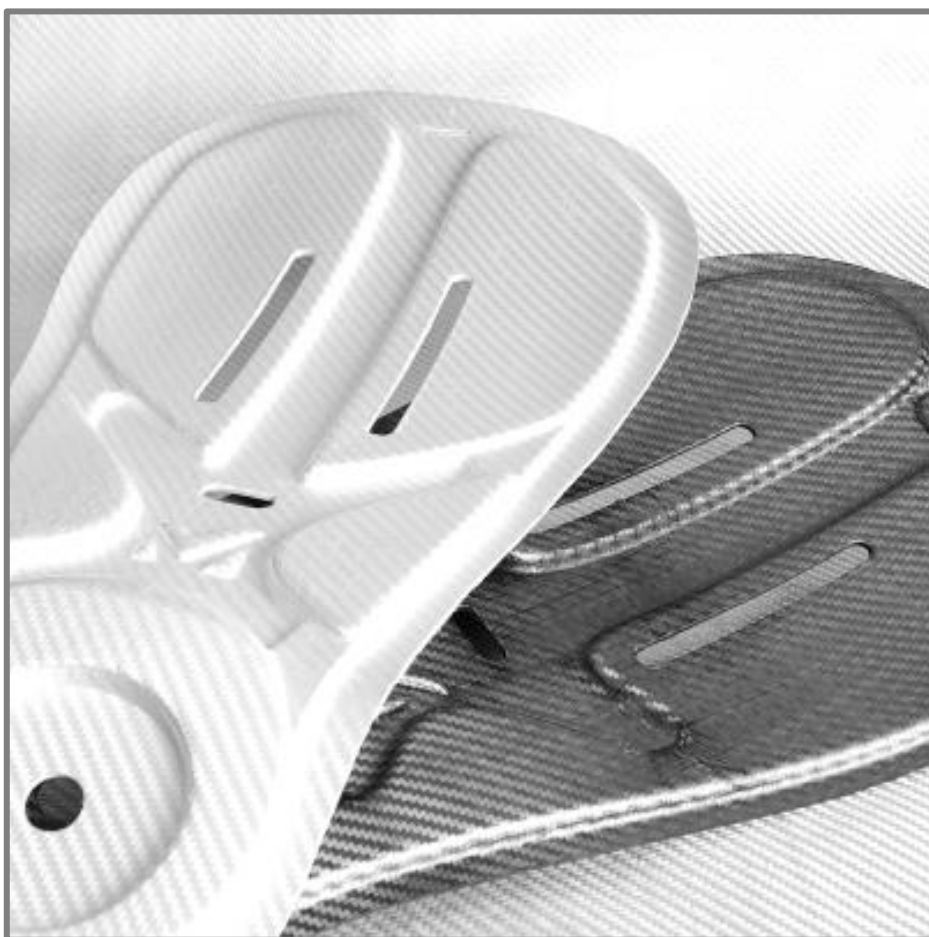


Obr. 6-10 Tenzometr a jeho princip [36]

6.1.7 Materiály

Nosný rám schovaný pod plastovým krytváním je tvořen profily ze slitiny hliníku. Výhodou je především kombinace nízké hustoty a k ní poměrně vysoké pevnosti. Volba slitiny podléhá potřebě výroby. Jednotlivé profily jsou svařovány v celek, je proto zapotřebí volit slitinu vhodnou ke svařování. Například slitiny hliníku s hořčíkem jsou většinou pro svařování vhodné.

Pro krytování je nejvhodnější využít plastů. Pro vnitřní stranu zvedáku je využit materiál Pure. Jedná se o 100% Polypropylen, jehož struktura je tvořena skládáním vláken. Bez výraznější povrchové úpravy zůstává materiál hrubý. Hrubost povrchu je způsobena překládáním jednotlivých vláken. Mezi jeho hlavní výhody patří vysoká pevnost v kombinaci s nízkou hustotou, která činí 0.78g/cm^3 . Tento materiál nachází uplatnění i například v balistice, automobilovém průmyslu, výrobě plastových konstrukcí apod. Výhodou je možnost jeho plné recyklace včetně výrobního odpadu. Vnější část zvedáku je tvořena konstrukčním plastem s homogenní strukturou povrchu, případně aplikací materiálu PURE a jeho následné povrchové úpravy do hladka. [20][22]



Obr. 6-11 Tvarovaná součást z materiálu PURE

6.2 Ergonomické řešení

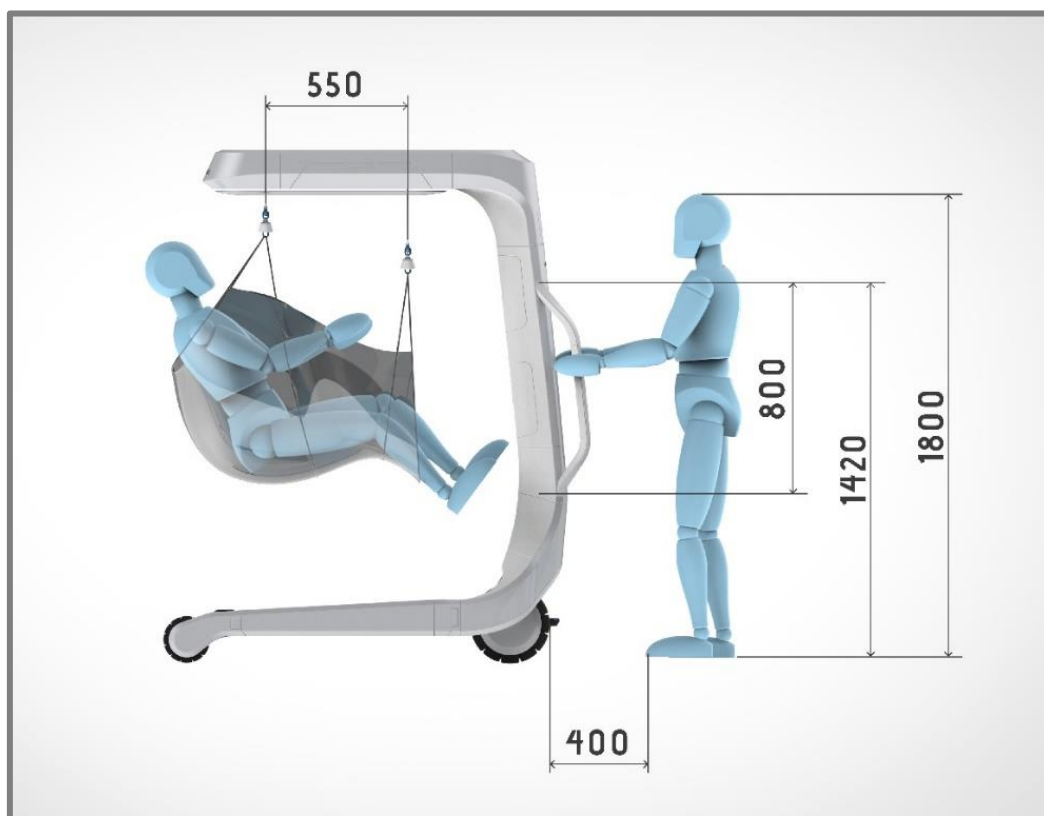
6.2

Při ergonomickém řešení zvedáku je zapotřebí brát ohled na obě cílové skupiny. První cílovou skupinou je zdravotnický personál. Personál vyžaduje především kvality jako jsou intuitivní a spolehlivé ovládače, přehledné a srozumitelné sdělovače, pohodlný a pohotový přístup k pacientovi a minimální fyzická náročnost veškerých úkonů. Z hlediska pacienta je důležité především bezpečné a pohodlné usazení do závěsů.

6.2.1 Modelová situace použití zvedáku

6.2.1

Pro lepší pochopení principu použití zvedáku a aspektů s ním spojených, lze definovat základní modelovou situaci pro použití zvedáku. Jedná se o příklad běžného použití, ne o celkový výčet možných úkonů. V této modelové situaci je zapotřebí vyzvednout pacienta na pokoji, zavést ho na toaletu a poté převést na rehabilitaci.



Obr. 6-12 Základní rozměry z ergonomického hlediska

Potřebný přesun pacienta začíná nutností přepravit zvedák z úložného prostoru k pacientovi. Zdravotnický personál musí zvedák přemístit na pokoj. V naprosté většině případů se manipuluje se zvedákem pouze v rámci jednoho parta a taktéž převážně v interiéru.

Pacient leží na lůžku v pokoji. Pod pacienta je umístěn látkový závěs. Personál přijede se zvedákem k posteli a spodní rámy zasune pod postel, aby se osa závěsu dostala nad pacienta. Látkový závěs je připevněn karabinami na navíjený pás. Po kontrole umístění pacienta je zahájen zdvih.

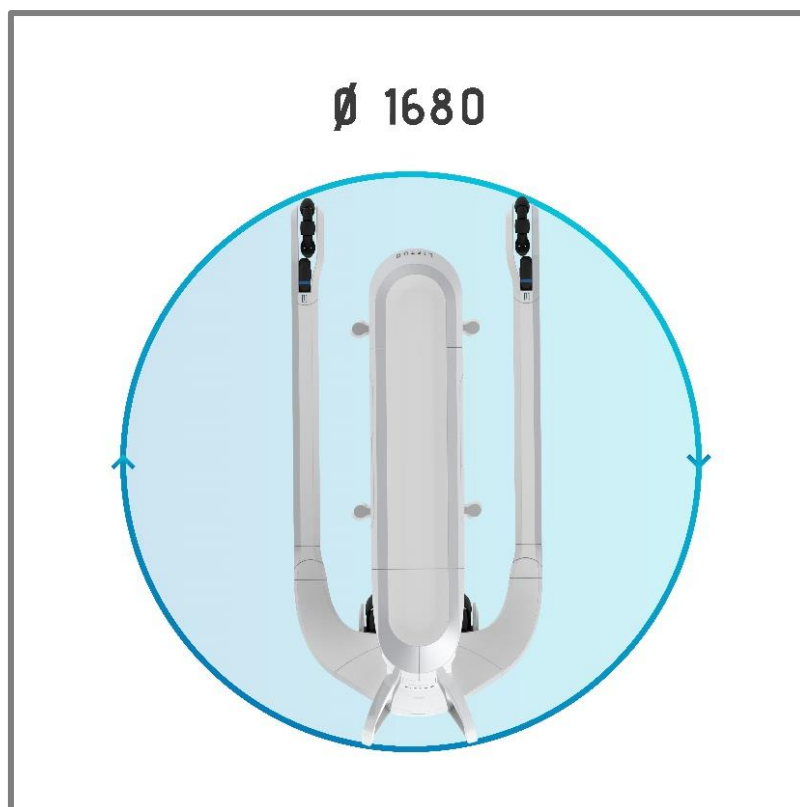
Po zvednutí pacienta do bezpečné výšky následuje přesun celého zvedáku do přilehlé koupelny, kde je pacient usazen na toaletu. Při průjezdu zvedáku dveřmi je nutné zmenšit úhel mezi spodními rameny pro bezpečný a kontrolovaný průjezd zárubní. Ke změně polohovacího úhlu (leh/sed) pomáhá dvojí závěs, kde lze měnit výšku pouze jednoho z nich.

Poté je pacient stejným způsobem přesunut na invalidní vozík. V případě nadměrně obézních pacientů nemusí být přeprava na vozíku možná, a proto je zvedák využit pro celý přesun. Poté je pacient převezen na vozíku na rehabilitační oddělení. Cvičení začíná v leže. Do této polohy lze pacienta dostat opětovným použitím zvedáku.

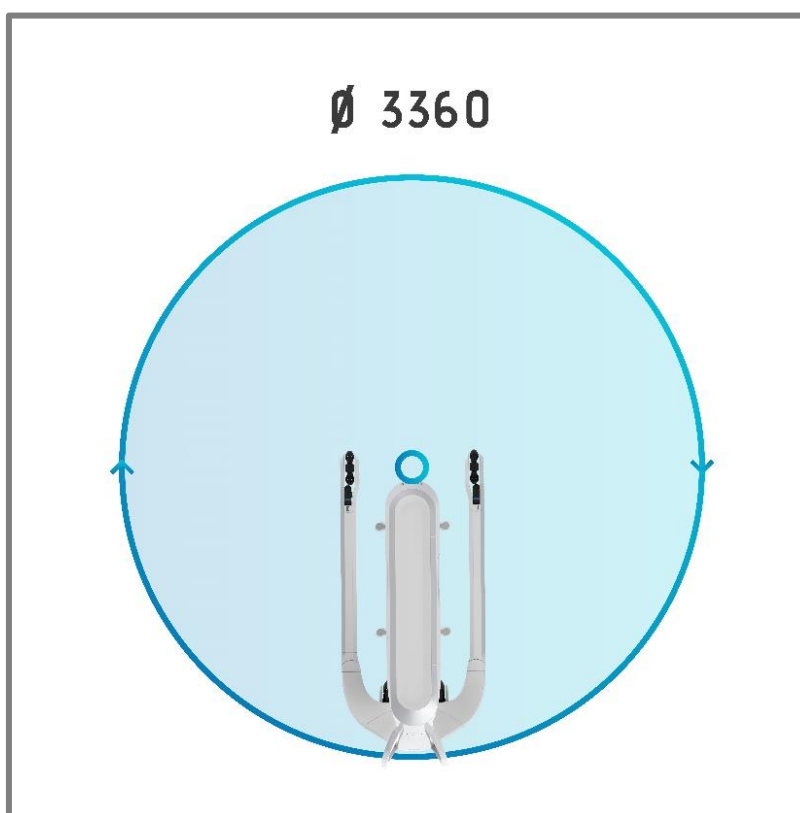
Pomocí dvojí závěsu je možné dostat pacienta do horizontální polohy. Délka pásů umožňuje spustit pacienta přímo a až na cvičicí podložku umístěnou na zemi. Při tomto úkonu je zapotřebí opět zvětšit úhel mezi spodními rámy. Po skončení rehabilitace je obdobným způsobem pacient přesunut zpět na pokoj.

6.2.2 Manipulační prostor zvedáku

Díky kolům s víceosým pohybem se může zvedák otáčet kolem své vertikální osy a dosáhnout tak minimálního prostoru k celkovému otočení. K této hodnotě je potřeba započítat prostor, který zabere ošetřovatel stojící za zvedákem. Při potřebě nasměrovat čelo zvedáku ke konkrétnímu cíli dochází k rotaci kolem krajního bodu. Opět je třeba započítat prostor pro ošetřovatele. Při pohybu do stran odpovídá manipulační prostor základním rozměrům zvedáku.



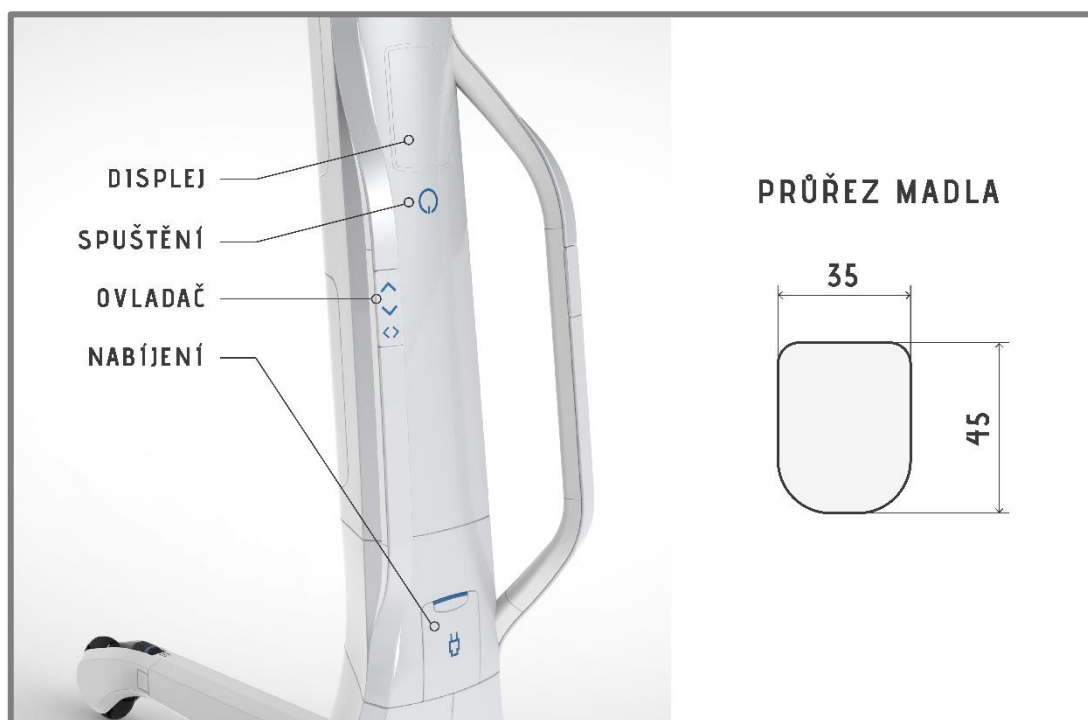
Obr. 6-13 Manipulační prostor zvedáku



Obr. 6-14 Manipulační prostor zvedáku 2

6.2.3 Madla

Madla jsou na zvedáku umístěna v zadní vnější části a slouží k přemísťování zvedáku. Tvarově plynule vychází z rámu a kopírují jeho tvar. Díky tomuto vedení působí soudržně s celkem zvedáku. Madlo je delší než u běžných zvedáků a umožňuje tedy pohodlnou manipulaci pro personál různých výšek. Průřez madla je z vnitřní strany plně oblý. Z vnější strany je rádius zaoblení menší. Průměr madel je dostatečný pro zajištění pevnosti konstrukce a pro pohodlný a pevný úchop.

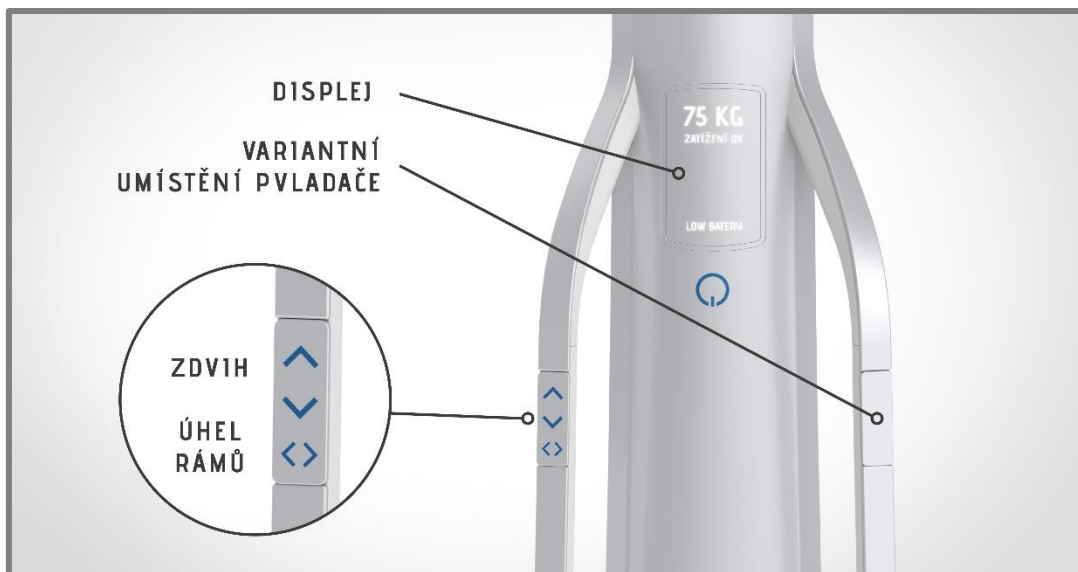


Obr. 6-15 Detail zadní strany, průřez madla

Rozměry madla byly testovány na pátý a devadesátý pátý percentil velikosti osoby (dle pravidel ergonomického návrhu). Madlo začíná ve výšce 620 mm a končí ve výšce 1420 mm.

6.2.4 Ovladače

Mezi nejdůležitější ovladače patří příkazy umožňující pohyb obou závěsů nahoru a dolů a také ovladače umožňující změnu úhlu spodních rámců s koly. Tyto základní ovladače jsou umístěny na madle. Tento ovladač je odnímatelný a je možné ho použít bezdrátově. Ovladač disponuje vlastní baterií a při pozici v dokovací stanici na madle se automaticky dobíjí. Výchozí pozice je na pravém madle, ale lze ho upevnit i na levé madlo, kde je v místě ovladače výplň pro jednotu tvaru. Tato výplňová součást lze následně přesunout na stranu, kde není ovladač. Mezi ovladače patří také brzdy, kterým je věnována vlastní podkapitola.



Obr. 6-16 Detail ovladačů a sdělovačů

6.2.5 Sdělovače

6.2.5

Hlavním sdělovačem je displej umístěný na hlavním rámu, aby byl dobře viditelný pro obsluhu zvedáku. Poskytuje informace o stavu baterií, diagnostice elektroniky, diagnostice mechanismů, stavu brzdového systému, apod. Důležité bezpečnostní informace jsou podpořeny více signály, které jsou zobrazeny i na jiných místech než na displeji, aby byly viditelné z co nejvíce pozic. Informace o přetížení zvedáku je podpořena barevným posvícením krytu zvedacího mechanismu, který při přetížení aktivuje varovný světelný signál.



Obr. 6-17 Rozdělení displeje

6.2.6 Brzdňý systém

Rozměry zadního brzdňého pedálu jsou voleny tak, aby se dal pohodlně používat jednou nohou. Pedál je dobře dostupný ale přitom výrazně nezasahuje do jednotného tvaru. Celý systém je krytý pod zlomem hlavního rámu (což je dobře viditelné především z bočního pohledu). Brzdy předních kol jsou menší a vyžadují přesnější manipulaci.



Obr. 6-18 Zadní brzda s ergonomem



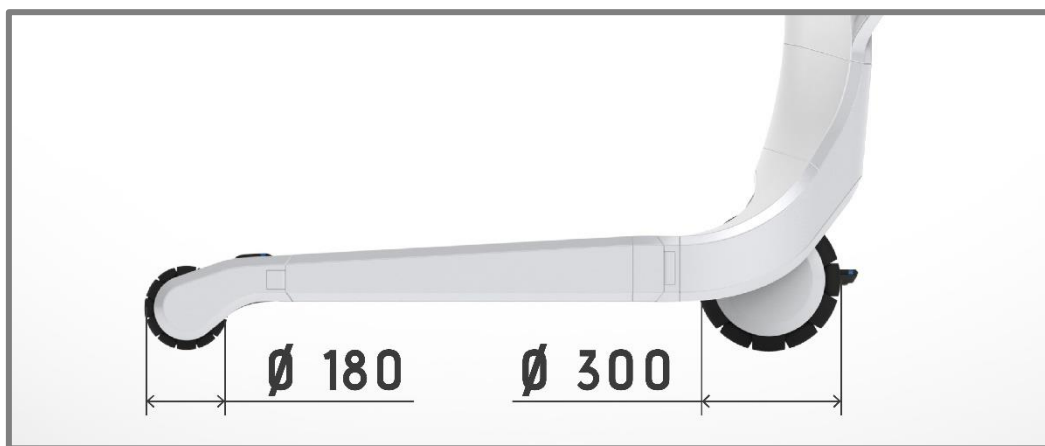
Obr. 6-19 Přední brzda s ergonomem

6.2.7 Kola

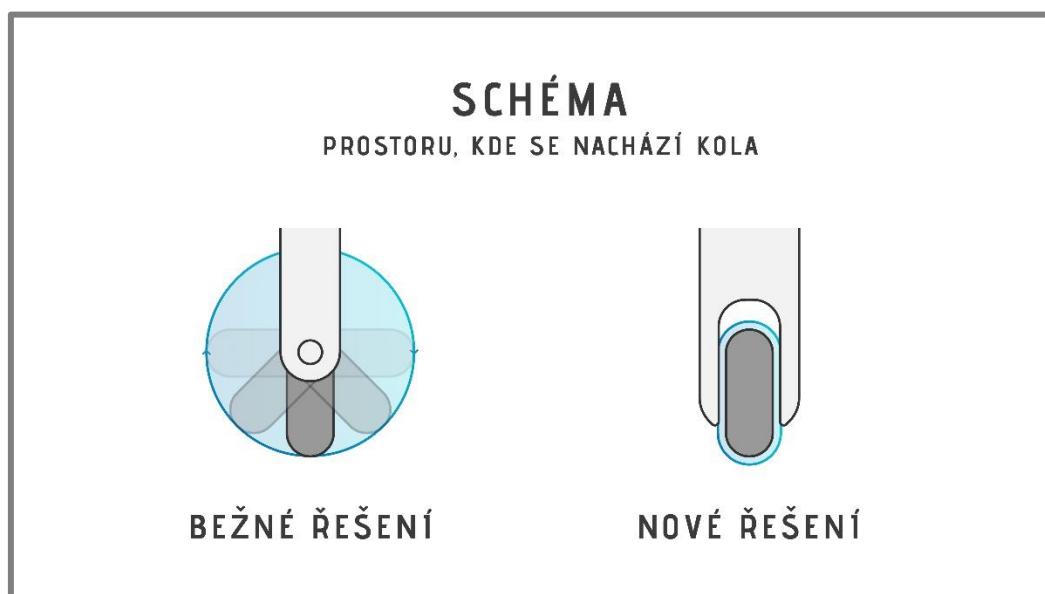
6.2.7

Z ergonomického hlediska jsou u kol důležité především parametry jako je průměr, nebo manipulační prostor kola. Pro překonávání překážek na podlaze jsou důležité průměry kol. Pro lehčí překonávání nerovností, jako například prahů, jsou zadní kola voleny s větším průměrem, než je běžné u současných produktů. Tyto parametry jsou již popsány v kapitole Technické řešení. Na obr. 6-21 lze vidět možné pozice kol u běžného řešení kol v porovnání s řešením nového návrhu.

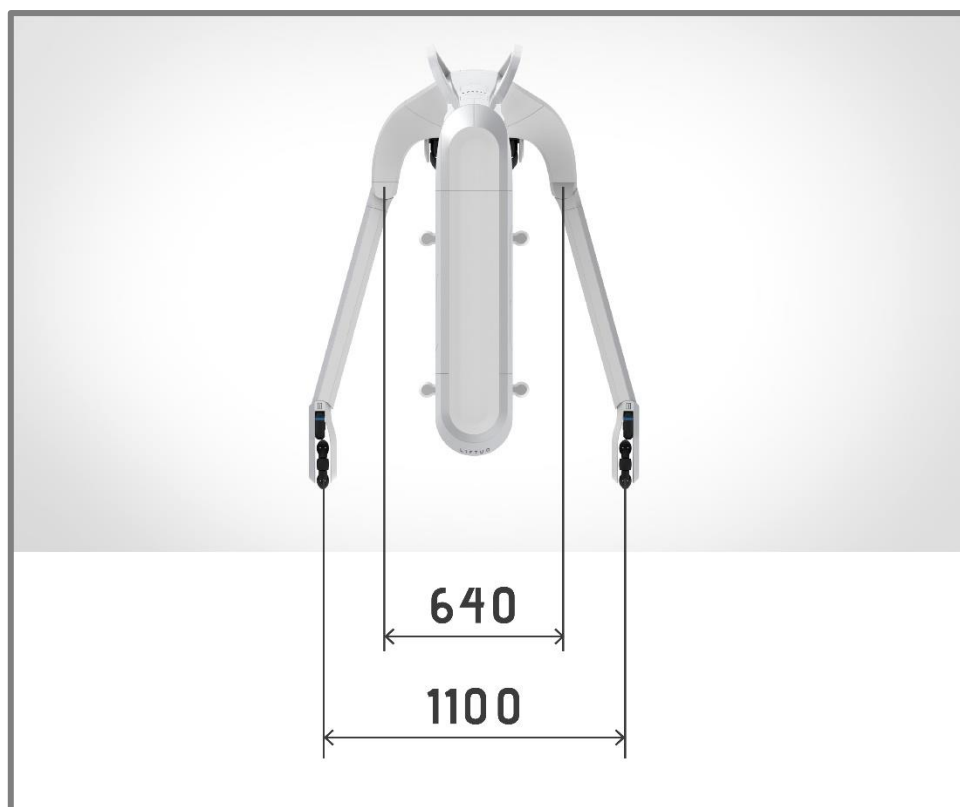
U předních kol je důležitým parametrem celková výška rámu v přední části. U tohoto projektu je jeho hodnota 230 mm a proti normě současných produktů je větší o cca (30 – 40) mm. Tato hodnota je zásadní pro manipulaci se zvedákem pod postelí. U některých komplikovanějších konstrukcích postelí, není vůbec možné se zvedákem z boční strany zajet.



Obr. 6-20 Průměry kol



Obr. 6-21 Prostor kola



Obr. 6-22 Rotace rámců s koly

6.2.8 Závěs

V prostoru závěsu manipuluje zdravotnická obsluha převážně s karabinami, které spojují navíjecí pásy, nástavce a látkové závěsy pro pacienta. Karabiny jsou vybaveny rotačním zajišťovacím mechanismem. Jsou konstruovány tak, aby bylo možné je uvolnit pouze v nezátíženém stavu a byla zachována maximální bezpečnost provozu.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7

7.1 Barevné řešení

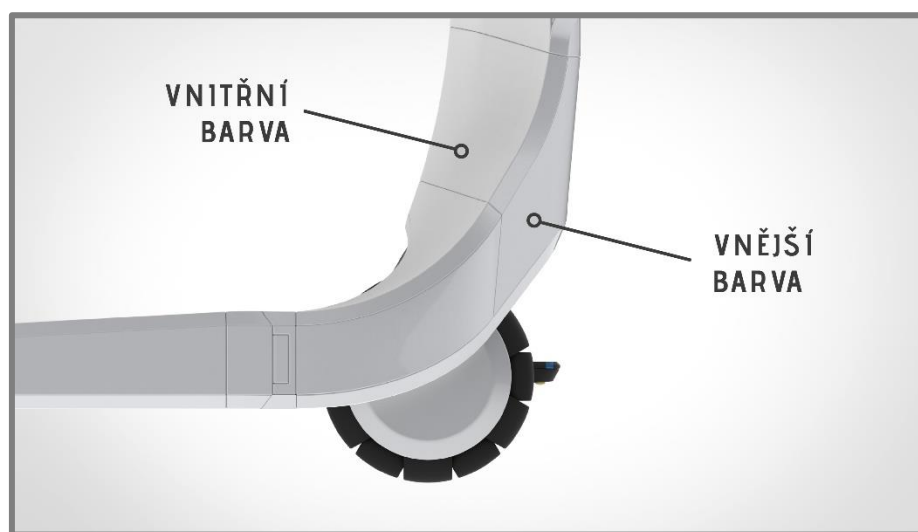
7.1

Barevné řešení výrazně ovlivňuje celkové vizuální působení produktu a je jeho nedílnou součástí. Aplikované barvy podtrhují záměry dané tvarovým řešením. Barevné řešení musí respektovat typ produktu, jeho účel, místo použití ale také tvarové řešení a použité materiály. V tomto projektu barevné řešení reaguje na nutnost uklidnit vizuální působení zvedáku, co nejvíce potlačit agresivitu současných řešení, přizpůsobení se oběma cílovým skupinám.

7.1.1 Barvy a jejich psychologie ve zdravotnictví

7.1.1

Barevným řešením lze vyjádřit jak vlastnosti produktu, tak vlastnosti prostředí, ve kterém se vyskytuje. V prostředí zdravotnických zařízení je potřeba zdůrazňovat především vlastnosti jako je čistota, kvalita, přesnost. Největší výskyt můžeme sledovat u barvy bílé, která spojuje svým působením tyto kvality. Plošné užití jiných než neutrálních barev není ve zdravotnickém prostředí vhodné. Takto řešený produkt působí u světlých barev příliš hravě a u tmavých příliš smutně. Takovéto barvy jsou ovšem velmi vhodné pro barevné akcenty a tvorbu kontrastu. Tato zvýraznění jsou neméně důležitá, než základní barvy a hrají roli především v otázce bezpečnosti a pochopení ovládaní a sdělování přístroje.



Obr. 7-1 Základní barevné členění ploch

7.1.2 Barevné řešení hlavního krytu

7.1.2

V tomto projektu je bílá barva v matném provedení aplikována na vnitřní stranu zvedáku, kterou převážně pozoruje pacient. Matné řešení ještě více podporuje uklidňující působení bílé barvy. Vnější strana zvedáku je řešena světle šedostříbrnou barvou s lesklou povrchovou úpravou. Toto řešení opět odkazuje na čistotu, ale místo klidového působení klade větší důraz na kvalitu a profesionální působení.

7.1.3 Barevné řešení detailů a akcentů

U navrženého zvedáku můžeme sledovat aplikaci akcentu v modré barvě. Pro výstrahu před nebezpečím je využito červené barvy. Akcenty lze vidět především ve vnější části zvedáku. Podsvícení závěsu je jedním z hlavních barevných akcentů. Ovladače a sdělovače také využívají hlavní akcentní barvy k lepší čitelnosti informací a znaků na světlém pozadí krytu.

Primární barevné řešení využívá neutrálních plošných barev, které jsou doplněné o modré detaily. První alternativou je výměna akcentní barvy (Obr. 7-1). Tato barva může například vycházet z vizuálního stylu zařízení, které zvedák pořídilo.



Obr. 7-2 Barevné varianty detailů

7.1.4 Barevné varianty

7.1.4

Další navržená barevná varianta využívá výraznějšího kontrastu hlavních ploch. Vnější plochy jsou řešeny tmavě šedou metalickou barvou. Doplněné detaily jsou žluté (Obr. 7-2). Poslední ucelená barevná varianta vychází z teplé šedé barvy pro zadní plochu. Ta je doplněna červenými detaily, které s teplými odstíny šedé působí lépe než detaily chladných barev (Obr 7-3).



Obr. 7-3 Tmavé barevné řešení se žlutými detaily



Obr. 7-4 Varianta v teplých barvách

7.2 Grafické řešení

7.2

Účelem grafického řešení projektu je zvýraznit a podtrhnout jeho hlavní přednosti a záměry řešení. U profesionálního medicínského produktu je vhodný čistý, jednoduchý a jasný grafický přístup. Grafické řešení respektuje tvarové řešení vychází z jeho principů. Sekundárním účelem grafického řešení je přehledně a přesně zprostředkovávat informace uživateli prostřednictvím sdělovačů a jiných informativních prvků.

7.2.1 Grafické prvky v návrhu

7.2.1

Grafické prvky na navrženém zvedáku jsou především ve formě ikon (Obr. 7-2). Tyto ikony navigují uživatele k jednotlivým úkonům. Označují ovladače, místa k otevření, brzdy, apod. Důležité jsou především pro nové uživatele (dále např. techniky apod.). Při každodenním užívání si personál ovládání lehce osvojí.

7.2.2 Název a logotyp

7.2.2.

Název LIFTUO vznikl spojením anglického slova „lift“ (zvedák) a zkratky „UO – user oriented“ (zaměřeno na uživatele). Význam názvu tedy úzce souvisí s jeho funkcí. Název lze vyslovovat jako [lifuó] nebo [liftó]. Kombinace jednotlivých použitých hlásek způsobuje jednoduché a klidné zvukové působení slova.

Pro projekt LIFTUO byl navržen jednoduchý čistý logotyp, který je založený na zvoleném fontu ve verzálkách a s výraznějším rozestupem písmen. Písmo je detail popsáno v jemu věnované kapitole. Logotyp může být doplněn o podnadvpis („Smart patient lift“).



Obr. 7-5 Logotyp

7.2.3 Písmo

Jako primární font pro projekt LIFTUO byla vybrána rodina fontu Advent Pro. Jedná se o bezpatkový (sans-serif) font s čistými, nestínovanými tahy, který se vyznačuje jednoduchostí a vertikálně protáhlým vykreslením znaků. Typická je patka u verzálového provedení písmene „I“, jak je možné sledovat přímo v logotypu projektu.

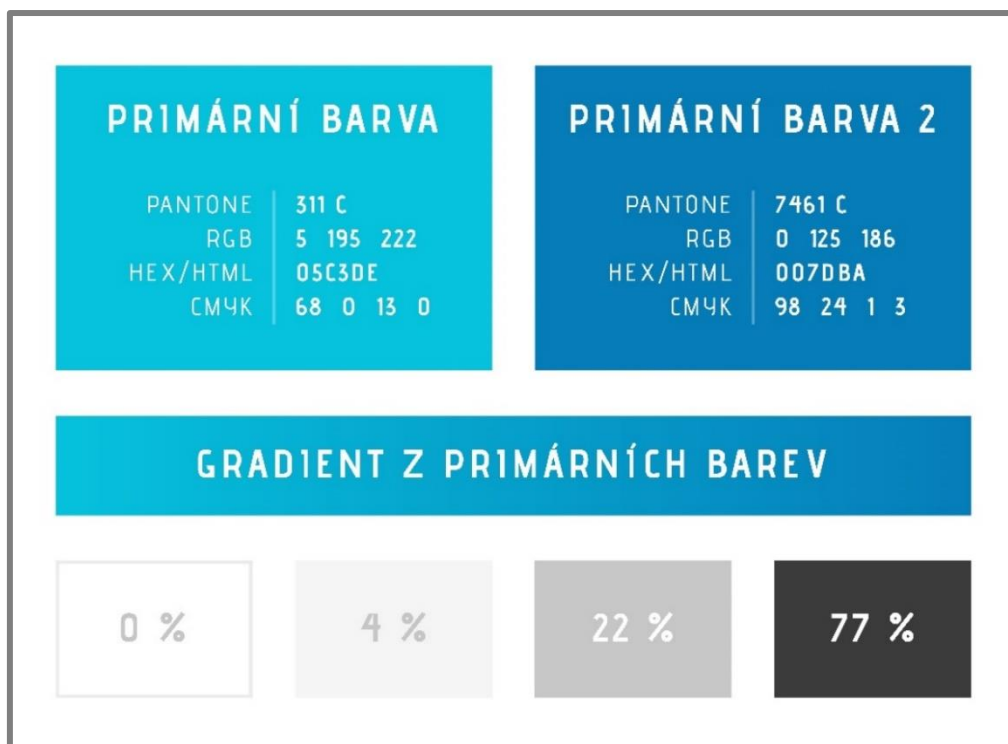
Základním řezem pro nadpisy je Advent Pro Bold ve verzálkách. Pro podnadpisy je pak definován řez Advent Pro Medium či Regular, také ve verzálkách. Rodina fontu je z databáze Google Fonts, což zajišťuje maximální kompatibilitu na všech zařízeních při všech aplikacích. Pro běžný tiskový text je určen font Open Sans v řezu Light o velikosti 11 bodů. Pro webovou aplikaci běžného textu je definován řez Open Sans Regular v rozmezí velikosti (14 – 16) bodů. Pro zvýraznění části textu nebo druhý podnadpis je možné využít řezu Open Sans Bold. Rodina fontu Open Sans je také součástí databáze Google Fonts.



Obr. 7-6 Písmo

7.2.4 Barvy

Barvy grafického řešení navazují na barevné řešení projektu. Primárními barvami jsou dva sytější odstíny modré, a především jimi tvořený gradient, který oživuje celkové vizuální působení a dodává mu hravost při zachování seriózního a čistého zpracování. Tyto primární barvy jsou doplněny odstíny šedé včetně bílé. Jako nejtmavší definovaná barva se nepoužívá plně černá nýbrž tmavě šedá.

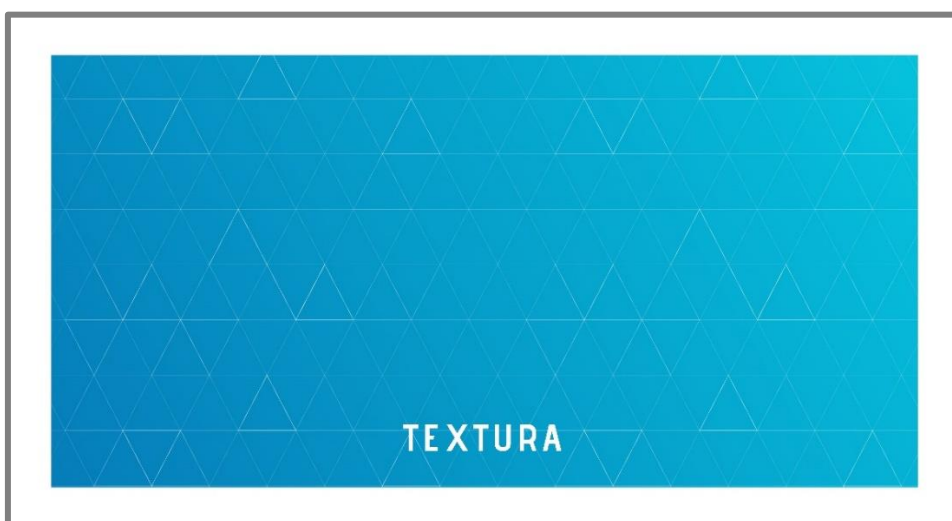


Obr. 7-7 Barvy

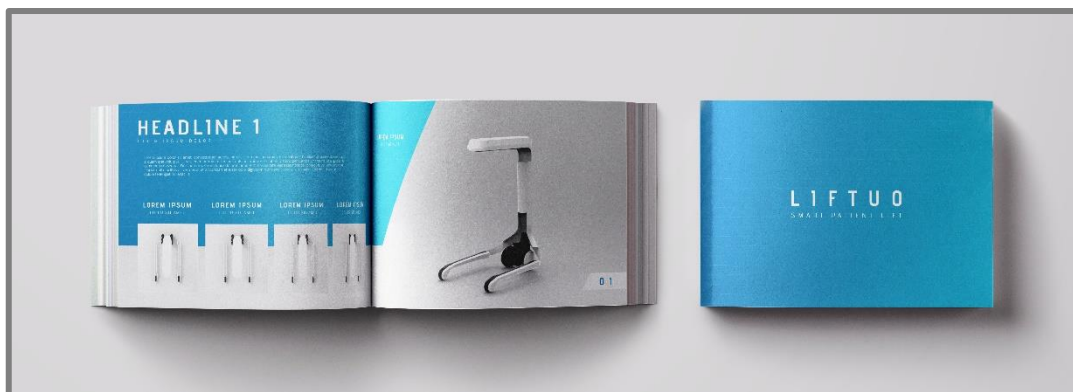
7.2.5 Grafické prvky

7.2.5

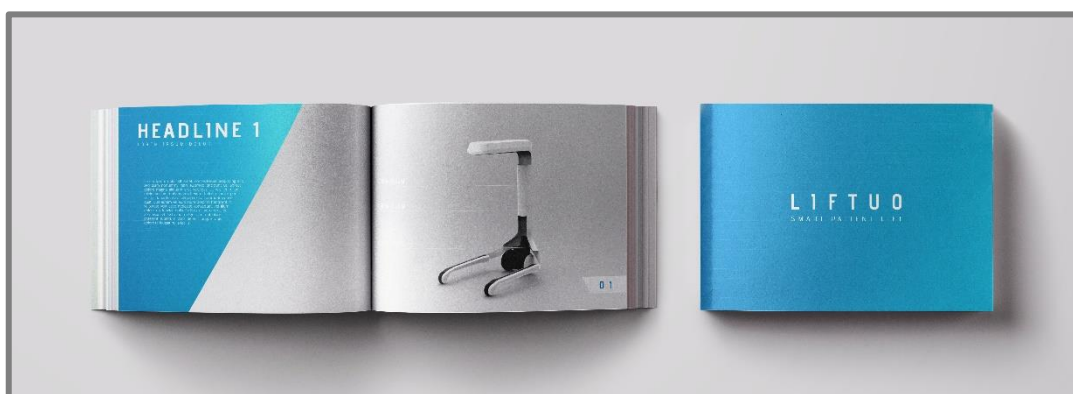
Jako hlavní grafický prvek je definována plošná grafika skládající se z gradientu primárních barev doplněná o trojúhelníkovou texturu, kde jednotlivé trojúhelníkové symboly mají různé stupně průhlednosti. Tento efekt vytváří klidně působící texturu, kterou lze využít jako kontrastní podklad pro další grafické prvky. Tvary této plochy vždy kopírují hrany trojúhelníků, ze kterých jsou složeny. Součástí grafického řešení je také sada ikon. Všechny zmíněné grafické prvky tvoří jednotný vizuální styl, který slouží mimo jiné k prezentaci projektu včetně posterů, katalogu, apod.



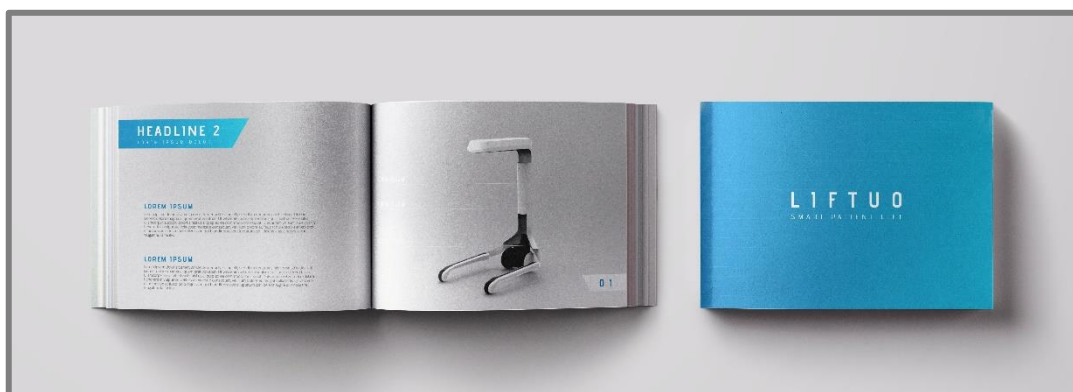
Obr. 7-8 Grafické prvky – textura



Obr. 7-9 Aplikace vizuálního stylu 1



Obr. 7-10 Aplikace vizuálního stylu 2



Obr. 7-11 Aplikace vizuálního stylu 3

8 DISKUZE

8 ---

Návrh zvedáku pro hendikepované podléhá normám a podmínkám zdravotnických zařízení. Důležité je také jeho působení na osoby v jeho okolí. V nemocnici jsou to především pacienti a zdravotnický personál.

8.1 Rozbor sekundárních funkcí návrhu

8.1 ---

8.1.1 Psychologická funkce

8.1.1 ---

Psychologická funkce návrhu je velmi důležitá především proto, že je jedním z témat zadání. Představit změnu pro současné agresivně vypadající zvedáky bylo primárním účelem práce. Návrh z psychologického hlediska myslí na oba uživatele zvedáku. Pacient vyžaduje především psychickou pohodu, klid a bezpečí. Zdravotnický personál vyžaduje přehlednost a pohodlnost ovládání.

Produkt působí tvarově i barevně jednotně. Jedná se o nediagnostický přístroj, který pomáhá pouze při přesunu pacientů. Pro tento typ produktu není nutné, aby byl výrazný, naopak je vhodné, aby nebyl příliš nápadný.

8.1.2 Sociální funkce

8.1.2 ---

Osoby jsou s produktem v kontaktu každý den. Přijetí produktu uživateli je závislé především na zdravotnickém personálu. Pacient vnímá lékařské přístroje pasivně – neklade důvěru do přístroje, ale do zdravotníka, který s ním pracuje. Návrh nepřináší zcela nové technologie, pouze jejich novou kombinaci. Není proto pravděpodobné, že by uživatelé měli potíže s nedůvěrou příliš novým a neznámým technologiím.

Ekologie

Z hlediska krytování je využití plastů v tomto návrhu výraznější než u současných produktů. Avšak použitý plast PURE je ze 100 % recyklovatelný včetně zbytkových součástí a odpadů z výroby. Kovové součásti jsou běžným konstrukčním materiálem. Návrh disponuje obdobným množstvím elektroniky jako současné zvedáky. Jediným navýšením je aplikace displeje a podsvětlení. Spotřeba energie u zvedáků je minimální, a to především proto, že elektřina je využita pouze pro zdvih a změnu úhlu spodních rámů. Přesun celého zvedáku je realizován zdravotnickým personálem.

8.1.3 Ekonomická funkce

8.1.3 ---

Tento návrh se řadí do vyšší cenové kategorie. Produkty na současném trhu s obdobnými funkcemi se pohybují cca mezi (200 000 – 300 000) Kč. Je proto možné předpokládat, že zamýšlené inovace zvýší cenu nad hranici 300 000 Kč. Produkt bude finančně dostupný pouze pro větší zdravotnická zařízení.

8.2 Marketingová analýza

Na základně typu produktu a jeho řešení lze definovat základní marketingové postupy.

8.2.1 Cílové skupiny

Z marketingového hlediska jsou cílovou skupinou zdravotnická zařízení. Řešení zvedáku poskytnuté tímto projektem není vhodné pro domácí využití. Pro menší zařízení nemusí být schůdná cena produktu, který se řadí do vyšší cenové kategorie. Je proto vhodné se zaměřit na větší městské nemocnice apod. Významnou cílovou skupinou budou také veškerá soukromá zařízení, vzhledem k jejich často odlišné finanční situaci, která jim umožňuje investovat do nákladnějších a kvalitnějších produktů.

8.2.2 Marketingová strategie

Objednávky vybavení pro velká zdravotnická zařízení jsou často řešeno pomocí výběrových řízení. Tomuto faktu je zapotřebí marketingovou strategií přizpůsobit. Jedná se produkt potřebný v nemocnici každý den. Vzhledem k cenové kategorii návrhu, je pravděpodobné, že ne všechny zvedáky v zařízení budou tohoto typu. Pro základní potřeby bude pravděpodobně využito jednodušších obdobných zvedáků.

Propagace pro tento produkt je vhodná především skrze odborné časopisy s odkazem na webovou prezentaci. V této cenové relaci se je výhodná i osobní prezentace produktu.

Hlavním prodejní výhodou pro tento produkt jsou inovace proti současným řešením. Celkové krytování přidává produktu na profesionálním vzhledu, díky tomu design lépe odpovídá cenové kategorii. Při prezentaci produktu je nutné zvýraznit přínosy aplikace nových technologií (technologie kol, technologie zdvihu, apod.).

8.2.3 SWOT analýza

8.2.3

	POMOCNÉ	ŠKODLIVÉ
VNITŘNÍ	SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
	UŽIVATELSKÝ KOMFORT SPOLEHLIVOST DESIGN	VYŠŠÍ CENOVÁ KATEGORIE VYŠŠÍ VÝROBNÍ NÁKLADY
VNĚJŠÍ	PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
	INOVACE TRHU JEDINEČNÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	KONKURENČNÍ PRODUKTY NA TRHU NEPŘÍJETÍ ZMĚN V ŘEŠENÍ

Obr. 8-1 SWOT analýza

9 ZÁVĚR

Tato závěrečná kapitola stručně shrnuje postup a výsledky práce. V prvotní fázi byla vypracována podrobná analýza na historické i současné produkty z designérského hlediska. Z designérské analýzy vyplynuly především tyto podněty:

- Design zvedáků se vyvíjí velmi pomalu a postrádá tvarové inovace
- Současné produkty působí příliš agresivní dojmem
- Plastové krytování je možnou inovací, která řeší agresivní vzhled

Z následné technické analýzy bylo zjištěno, že současné produkty nemají výrazné technické nedostatky. Na základě nového tvarového přístupu lze pouze uvažovat vhodné menší inovace, které na prvním místě neřeší problémy, ale pouze vylepšují současnou situaci.

Na základě analýzy byly vypracovány tři variantní studie designu, které se odlišovaly metodami zdvihu a z toho vyplývajícím tvarovým řešením. Po analýze silných a slabých jednotlivých variant byl zvolen směr pro finální variantu.

Finální varianta využívá celkového krytování a řeší tak agresivní vzhled spojený se současnými produkty. Tvarování se zaměřuje na dvě hlavní cílové skupiny: zdravotnický personál a pacienta. Pro krytování jsou použity recyklovatelné plasty. Hlavním cílem práce byla aplikace plastů, vizí zlepšit vizuální působení produktu. Tohoto cíle bylo díky jednotnému a jednoduchému tvarování hlavního rámu dosaženo.

Dalším cílem práce bylo navrhnout možné technické a technologické řešení zvedáku. Hlavní inovací bylo použití navijákového zdvihu ve dvou separátních osách. Toto řešení se v současnosti vyskytuje pouze u stropních zvedáků, a to pouze s jednou osou závěsu. Práce přináší nové řešení pohybu zvedáku. Využívá víceosá kola, která se bez změny polohy mohou odvalovat do obou směrů.

Tato diplomová práce nabízí kompletní řešení Designu aktivního zvedáku pro hendikepované. Řešení je postavené na podrobné analýze současného stavu poznání.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

10

- [1] *Joerns Healthcare | Medical Lifts, Slings and Accessories* [online]. ©2015 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://joerns.co.uk>
- [2] *ArjoHuntleigh* [online]. ©2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.arjohuntleigh.com>
- [3] *Hill-Rom UK | Enhancing outcomes for patients and their caregivers* [online]. ©2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.hill-rom.co.uk/uk/>
- [4] *Etac - Creating possibilities* [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://www.etac.com>
- [5] *MedicalExpo - The online Medical Exhibition: medical device, medical imaging, hospital furniture, laboratory equipment ..* [online]. ©2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.medicalexpo.com>
- [6] *Rebotec* [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.rebotec.de>
- [7] *Yanko Design | Modern Industrial Design News* [online]. ©2016 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.yankodesign.com>
- [8] *Modern Industrial Design Ideas and Future Technology - Tuvie* [online]. ©2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.tuvie.com>
- [9] ETTINGER, Joe. *Invalid hoist and carrier*. 1934. United States. Uděleno 1931-10-02. Zapsáno 1934-05-29.
- [10] *Aluminium Extrusions Manufacturers in Chennai -Deccan Extrusions* [online]. ©2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://deccanextrusions.com/index.html>
- [11] *Periodická soustava prvků* [online]. ©2009-2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.prvky.com>
- [12] *Mobility aids | Hospital Beds | Dementia Care* [online]. ©2013 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://www.primacare.co.za>
- [13] MARTIN, Bella a Bruce HANINGTON. *Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions*. Rocport Publishers, 2012. ISBN 9781592537563.
- [14] LIDWELL, William, Kritina HOLDEN a Jill BUTLER. *Universal Principles of Design: 100 Ways to Enhance Usability, Influence Perception, Increase Appeal, Make Better Design Decisions, and Teach Through Design*. Rockport Publishers, 2010. ISBN 978-1-59253-587-3.
- [15] *Smashing Magazine – For Professional Web Designers and developers* [online]. 2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://www.smashingmagazine.com>
- [16] Informace poskytl Mgr. Eliška Štiglerová, fyzioterapeutka, Brno 1. 4. 2017
- [17] *How Do We Define a Sketch in Art? ThoughtCo.com is the World's Largest Education Resource* [online]. ©2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://www.thoughtco.com/the-importance-of-sketching-1123074>

- [18] RUBÍNOVÁ, Dana. *Ergonomie*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 62 s. : il. ; 30 cm. ISBN 80-214-3313-2.
- [19] HÁLA, Pavel, Petr TICHÝ a Vladimír VEJROSTA. *Bezpečnost provozu zdravotnických elektrických přístrojů*. Brno: Elektromanagement, 1996. Elektrotechnické příručky.
- [20] HOLEČEK, Stanislav. *Kovové konstrukční materiály I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1997. ISBN 80-7080-309-6.
- [21] *Pure Composites* [online]. [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <http://www.ditweaving.com/index.php>
- [22] *Materia • Materia: global network in the area of innovative materials* [online]. ©1998-2017 [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <https://materia.nl>
- [23] *The Aluminum Association* [online]. ©2017 [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <http://www.aluminum.org>
- [24] *United Aluminum - Custom Rolled Aluminum Coil since 1915* [online]. [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <https://www.unitedaluminum.com>
- [25] *Tuvie - Modern Industrial Design Ideas and Future Technology* [online]. ©2017 [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <http://www.tuvie.com>
- [26] KLUSOŇOVÁ, Eva a Jana PITNEROVÁ. *Rehabilitační ošetřování pacientů s těžkými poruchami hybnosti*. Brno: Vydavatelství IDVPZ, 2000. ISBN 80-7013-319-8.
- [27] KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:ca39f640-bc84-11e6-b7ab-005056827e52>
- [28] KLINKOVSKÝ, Tomáš. *Návrh a konstrukce zdravotnické přístrojové techniky*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3109-1.
- [29] RUBÍNOVÁ, Dana. *Metodika zahrnutí ergonomických aspektů do designérského návrhu*. Brno: VUT FSI, 2002, 111 s. Příloha teze.
- [30] *EZ Way patient lift overhead ceiling lift sit-to-stand slings* [online]. ©2017 [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <http://www.ezlifts.com>
- [31] *Instructables - How to make anything* [online]. [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <http://www.instructables.com>
- [32] *Rehabmart.com - Medical Supplies, Discount Medical Products. Therapist owned*. [online]. ©1998-2017 [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <https://www.rehabmart.com>
- [33] *Patient Lifts | Hoyer Lifts | Mobility Products* [online]. [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <http://www.liftran.com>
- [34] *Home - Johnson Electric* [online]. ©2017 [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <http://www.johnsonelectric.com/en>

- [35] *Horcher Lifts | Patient Lifting & Transfer Lift Units* [online]. [cit. 2017-12-16]. Dostupné z: <http://www.horcherlifts.com>
- [36] *Automatizace.HW.cz | Elektronika v automatizaci* [online]. ©1997-2014 [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz>

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2-1 První zcedáky firmy Oxford [1]	17
Obr. 2-2 Příklad manuálního zvedáku [33]	18
Obr. 2-3 Zvedák Calibre firmy Joerns (Oxford) [1]	19
Obr. 2-4 Zvedák Maximize firmy Arjohuntleigh [2]	20
Obr. 2-5 Zvedák Viking firmy Hill-Rom (Liko) [3]	21
Obr. 2-6 Zvedák Moliift Mover firmy Etac [4]	22
Obr. 2-7 Zvedák Arnold firmy Robotec (vlastní dokumentace)	23
Obr. 2-8 Koncept zvedáku MediRobot [7]	24
Obr. 2-9 Koncept zvedáku Lucy lift [8]	25
Obr. 2-10 Základní tvarování zvedáku [32]	26
Obr. 2-11 Použití zvedáku pro pacienty [1]	27
Obr. 2-12 Schéma zvedáku [1]	28
Obr. 2-13 Kola zvedáku [1]	29
Obr. 2-14 Schéma uvažované kompozice kol 1	30
Obr. 2-15 Schéma uvažované kompozice kol 2	30
Obr. 2-16 Ovladač ke zvedáku [3]	31
Obr. 2-17 Použití zvedáku [35]	32
Obr. 2-18 Příklady druhů závěsů [1]	33
Obr. 2-19 Příklad manuálního zvedáku [33]	34
Obr. 2-20 Zjednodušené schéma elektrického motoru [31]	35
Obr. 2-21 Schéma pístového zvedáku [1]	36
Obr. 2-22 Schéma lineárního zvedáku [1]	37
Obr. 2-23 Příklad zvedáku s nůžkovým zdvihem [7]	38
Obr. 2-24 Stabilita u konceptu MediRobot [7]	38
Obr. 2-25 Naviák stropního zvedáku [30]	39
Obr. 2-26 Příklad stropního zvedáku [1]	40
Obr. 2-27 Polotovar materiálu Pure [22]	41
Obr. 3-1 Zvedák AKS Micro Foldy [5]	43
Obr. 3-2 Specifikace zvedáku Calibre [1]	45
Obr. 4-1 Skici	47
Obr. 4-2 Skici – první variantní studie	48
Obr. 4-3 Skici – druhá variantní studie	49
Obr. 4-4 Skici – třetí variantní studie	50
Obr. 5-1 Perspektivní pohled	51
Obr. 5-2 Boční pohled	52
Obr. 5-3 Horní pohled	53
Obr. 5-4 Perspektivní pohled vnitřní	54
Obr. 5-5 Perspektivní pohled vnější	55
Obr. 5-6 Rameno se závěsy	56
Obr. 5-7 Detail pásů	56
Obr. 5-8 Detail předních kol	57
Obr. 5-9 Detail zadních kol	58
Obr. 5-10 Detail rámců a kloubů	58
Obr. 5-11 Detail model	59
Obr. 5-12 Detail zadní brzdy	60
Obr. 6-1 Součásti	61

Obr. 6-2 Součásti 2	62
Obr. 6-3 Základní rozměry (mm)	62
Obr. 6-4 Detail řešení závěsu	63
Obr. 6-5 Kryt baterií	64
Obr. 6-6 Zdroj	64
Obr. 6-7 Schéma víceosého kola	65
Obr. 6-8 Příklad realizovaného víceosého kola	65
Obr. 6-9 Mechanismus brzdy	66
Obr. 6-10 Tenzometr a jeho princip [36]	67
Obr. 6-11 Tvarovaná součást z materiálu PURE	68
Obr. 6-12 Základní rozměry z ergonomického hlediska	69
Obr. 6-13 Manipulační prostor zvedáku	71
Obr. 6-14 Manipulační prostor zvedáku 2	71
Obr. 6-15 Detail zadní strany, průřez madla	72
Obr. 6-16 Detail ovladačů a sdělovačů	73
Obr. 6-17 Rozdělení displeje	73
Obr. 6-18 Zadní brzda s ergonem	74
Obr. 6-19 Přední brzda s ergonem	74
Obr. 6-20 Průměry kol	75
Obr. 6-21 Prostor kola	75
Obr. 6-22 Rotace rámu s koly	76
Obr. 7-1 Základní barevné členění ploch	77
Obr. 7-2 Barevné varianty detailů	78
Obr. 7-3 Tmavé barevné řešení se žlutými detaily	79
Obr. 7-4 Varianta v teplých barvách	80
Obr. 7-5 Logotyp	81
Obr. 7-6 Písmo	82
Obr. 7-7 Barvy	83
Obr. 7-8 Grafické prvky – textura	83
Obr. 7-9 Aplikace vizuálního stylu 1	84
Obr. 7-10 Aplikace vizuálního stylu 2	84
Obr. 7-11 Aplikace vizuálního stylu 3	84
Obr. 8-1 SWOT analýza	87

12 SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený předběžný sumarizační poster – A4
Zmenšený předběžný designérský poster – A4
Zmenšený předběžný technický poster – A4
Zmenšený předběžný ergonomický poster – A4
Forografie rozpracovaného modelu

Samostatné přílohy:

Sumarizační poster
Designérský poster
Technický poster
Ergonomický poster

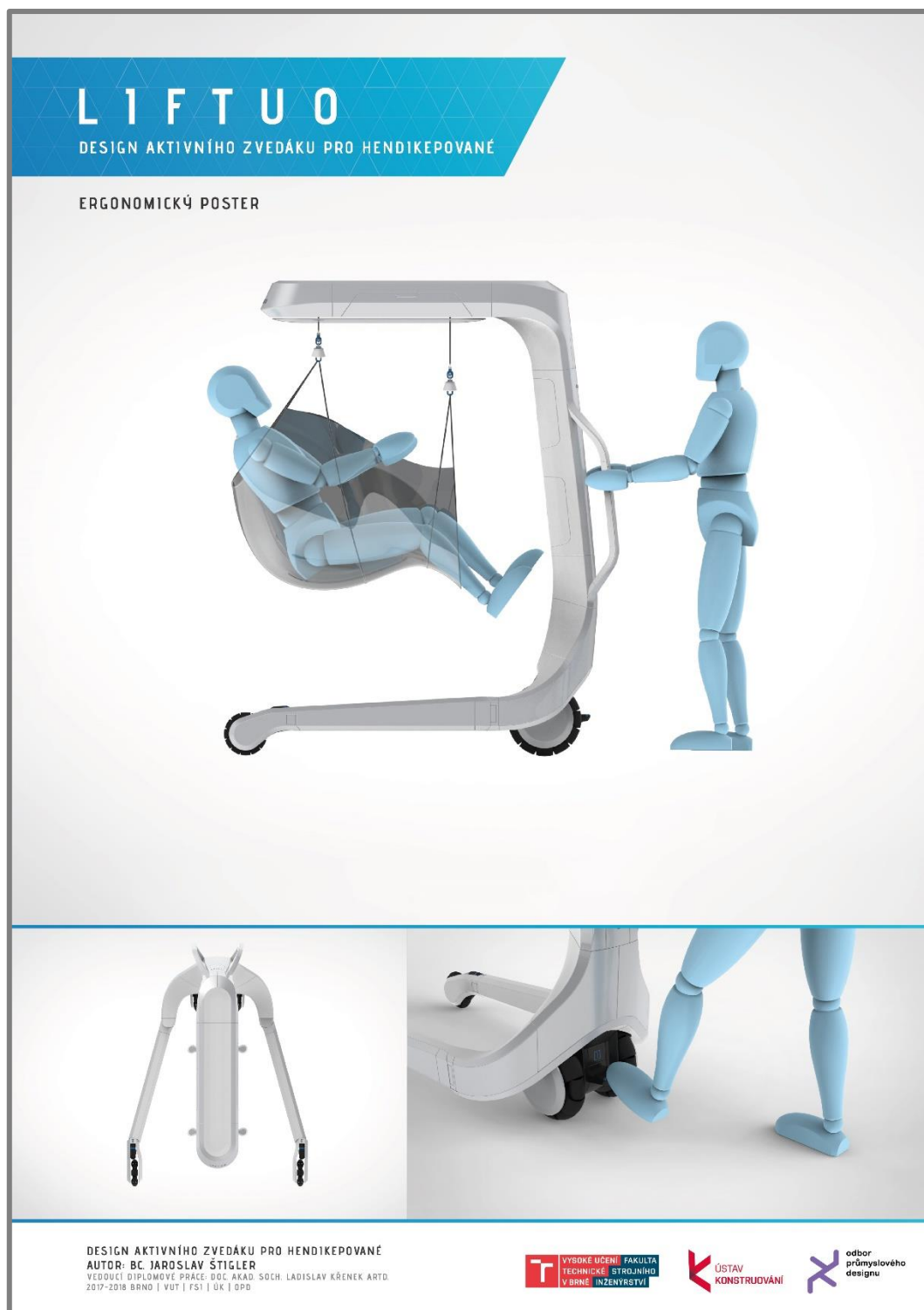
Model 1:5

ZMENŠENÉ PŘEDBĚŽNÉ POSTERY









FOTOGRAFIE MODELU

