



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

# DESIGN VNĚJŠÍCH KRYTŮ AKTIVNÍ LOKETNÍ ORTÉZY

DESIGN OF COVER PARTS OF ELBOW BRACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

NIKOLA HAASOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. akad. soch. LADISLAV KŘENEK,  
Ph. D.

SUPERVISOR

BRNO 2013



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

- Akademický rok: 2012/13

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Nikola Haasová

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

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301R008)**

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

### **Design vnějších krytů aktivní loketní ortézy**

v anglickém jazyce:

### **Design of Cover Parts of Elbow Brace**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu vnějších krytů aktivní loketní ortézy. Návrh musí splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je vytvořit design vnějších krytů aktivní loketní ortézy.

Bakalářská práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Vývojová, technická a designérská analýza tématu
2. Variantní studie designu
3. Ergonomické řešení
4. Tvarové (kompoziční) řešení
5. Barevné a grafické řešení
6. Konstrukčně-technologické řešení
7. Rozbor dalších funkcí designérského návrhu (psychologická, ekonomická a sociální funkce).

Forma bakalářské práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, model

Seznam odborné literatury:

BRAMSTON, D.: Design výrobků / Hledání inspirace. Brno : Computer Press, 2010

JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.

LIDWELL, W., HOLDEN, K., BUTLER, J.: Universal Principles of Design. Gloucester : Rockport, 2003.

LIDWELL, W., MANASCA, G.: Deconstructing Product Design. Beverly : Rockport, 2009

NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.

TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.


Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

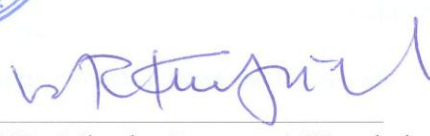
Vedoucí bakalářské práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.

V Brně, dne 21.11.2012



  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
Ředitel ústavu

  
\_\_\_\_\_  
prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan

---

## **ABSTRAKT**

Tématem mé bakalářské práce je analýza a návrh designu vnějších krytů aktivní loketní ortézy. Návrh má splňovat obecné předpoklady průmyslového designu, tedy technické, estetické a ergonomické zákonitosti. Cílem je vytvořit ucelený koncept, který by měl svým moderním vzhledem evokovat ke zlepšení fyzické a duševní rovnováhy pacienta s poraněním loketního kloubu. Důraz je kladen na terapeutický účinek a celý koncept by měl zohlednit společenské a psychologické funkce.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

ortopedická protetika, ortotika, ortéza, design

## **ABSTRACT**

The topic of my bachelor's thesis is the analysis and design of cover parts of elbow brace. Design has fulfill general condition of industrial design, especially technical, aesthetic and ergonomic requirements. The aim is to create a comprehensive concept that should evoke a contemporary appearance to improve physical and mental well-being of a patient with injuries of the elbow. Emphasis is placed on therapeutic effect and the whole concept should reflect the social and psychological functions.

## **KEYWORDS**

orthopedic prosthetics, orthotics, brace (orthosis), design

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

HAASOVÁ, N. *Design vnějších krytů aktivní loketní ortézy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 46s. Vedoucí bakalářské práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.



## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI**

---

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Design vnějších krytů aktivní loketní ortézy zpracovala samostatně s využitím dostupných zdrojů, které jsem řádně uvedla v seznamu literatury.

.....  
v Brně dne

.....  
podpis





## PODĚKOVÁNÍ

---

Tímto bych v první řadě chtěla poděkovat svému vedoucímu práce panu doc. akad. soch. Ladislavu Křenkovi, Ph.D za jeho nápavité a cenné rady v průběhu mé práce na této bakalářské práci.

Další mé velké dík patří panu Ing. Pavlovi Buriánovi, za podporu jak finanční, tak studijní během mého studia na Fakultě strojního inženýrství a taky mé matce Haně Haasové za její profesní rady z oblasti technické ortopedie.

V neposlední řadě také děkuji ostatní členům mé rodiny a přátelům za psychickou podporu.



**OBSAH**

<b>ABSTRAKT</b>	<b>5</b>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>5</b>
<b>KEYWORDS</b>	<b>5</b>
<b>BIBLIOGRAFICKÁ CITACE</b>	<b>5</b>
<b>PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI</b>	<b>7</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ</b>	<b>9</b>
<b>OBSAH</b>	<b>11</b>
<b>ÚVOD</b>	<b>13</b>
<b>1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA</b>	<b>14</b>
1.1 Počátky ortopedické protetiky	14
1.2 Hromadná a koncentrovaná výroba protéz a ortéz	15
1.3 Vývoj ortopedické protetiky u nás	16
1.4 Současnost	16
<b>2 TECHICKÁ ANALÝZA</b>	<b>17</b>
2.1 Ortotika horních končetin	17
2.2 Klasifikace ortéz	18
2.3 Ortézy horní končetiny	18
2.3.1 Popis funkce ortézy podle SCS klasifikace	19
2.4. Aktivní loketní ortéza	19
2.4.1 Mechanická konstrukce aktivní loketní ortézy	19
<b>3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA</b>	<b>20</b>
3.1 Přístup k řešení designu v ortotice	20
3.2 Současný stav vyráběných ortéz	20
3.2.1 Sériově vyráběné ortézy	20
3.2.2 Individuálně vyráběné ortézy	22
3.3 Inspirační zdroje ze světa technické ortopedie	23
3.3.1 Immaculate prosthetic, Hans Alexander Huseklepp	23
3.3.2 Inspirace z moře: BIOMIMICRY - Rethinking prosthetic arm, Kyalene Kau	23
3.3.3 Creative DNA Australia	24
3.3.4 Move On, Matthias Menzel	25
3.3.5 Neptune Fins, Richard Stark	25
<b>4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU</b>	<b>26</b>
4.1 Varianta I	26
4.2 Varianta II	27
4.3 Varianta III, finální hmotová kompozice	27
<b>5 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>29</b>
5.1 Upínací systém	29
5.2 Ovládací prvky	30
<b>6 TVAROVÉ (KOMPOZIČNÍ) ŘEŠENÍ</b>	<b>31</b>
6.1 Kryt vnitřního mechanismu	31
6.2 Vnější kryt upevňujících částí	32
6.3 Kryt otáčivého kloubu	33
<b>7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>34</b>
7.1 Variantní barevné provedení	35

7.2 Barevné zpracování ovládacího prvku	36
7.3 Grafické řešení označení názvu ortézy	36
<b>8 KONSTRUKČNĚ - TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>37</b>
8.1 Charakteristika aktivní loketní ortézy	37
8.2 Vnitřní konstrukce aktivní loketní ortézy	37
8.3 Vnější konstrukce aktivní loketní ortézy	38
8.4 Rozměry	39
8.5 Materiály	39
<b>9 ROZBOR DALŠÍCH FUNKCÍ DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU</b>	<b>40</b>
9.1 Psychologická funkce	40
9.2 Ekonomické funkce	40
9.3 Sociální funkce	40
<b>ZÁVĚR</b>	<b>42</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM ZDROJŮ OBRÁZKŮ</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	<b>45</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>46</b>

## ÚVOD

Volba tématu této bakalářské práce pro mě, jakožto laika v oboru technické ortopedie, nebyla až tak náhodná, jako spíše úmysl. A to z toho důvodu, že má moje rodina k tomuto oboru hodně blízko a bylo pro mě naučné nahlédnout do této problematiky a zajímavé spojit tento medicínsko – technický obor s designem.

Technická ortopedie neboli také ortopedická protetika je důležitým odvětvím se zaměřením na vývoj a výrobu kompenzačních pomůcek pro osoby s tělesným postižením. V dnešní době toto pole působnosti nabízí těmto osobám řadu moderních pomůcek, které jsou vysoce kvalitní jak po technické stránce, tak i moderním designem, který v minulosti nebyl až tak podstatným kritériem při tvorbě těchto pomůcek. Na vysokou úroveň se dostává i díky využití zcela nových materiálů a novým technologickým postupům.

Mým úkolem bylo navrhnout design vnějších krytů aktivní loketní ortézy, která má pomoci lidem s postižením loketního kloubu a umožnit jim tak rychlejší návrat zpět do běžného provozu. Tato ortéza je však stále ještě ve fázi vývinu a zkoumání a tak i má snaha o vytvoření tohoto návrhu je jakousi vizí do budoucna s kladeným důrazem na funkční zpracování a estetickou hodnotu této pomůcky, která bývá i dnes v některých případech zanedbávána. Dalším kritériem při tvorbě designu tohoto konceptu byl důraz na pacienta a jeho psychologické vnímání kompenzační pomůcky, které v mnoha případech může mít vliv na jeho celkovou duševní pohodu a může tak pomoci k rychlejšímu uzdravení. Finální návrh by měl usilovat k docílení funkčnosti a terapeutického účinku v souladu se vzhledem a komfortem.

## 1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA

Jednou z významných úloh dnešní medicíny je ošetření nemocných s anatomickou ztrátou některé z části pohybového ústrojí nebo se ztrátou či snížením pohybové funkce. Oproti různým chirurgickým a konzervativním způsobům léčení má velký význam náhrada ztracené funkce nebo části pohybového aparátu technickým prostředkem – ortopedickou pomůckou.

Medicínsko-technický obor se zaměřením na ošetření tělesně postižených pacientů ortopedickými pomůckami se nazývá ortopedická protetika.

### 1.1 Počátky ortopedické protetiky

Základním předpokladem pro úvahu o náhradě končetiny je z hlediska medicíny schopnost postiženého přežít amputaci. I když ztráty končetin v důsledku různých úrazů existovali už v předhistorických dobách, amputaci se velké většině nepodařilo přežít jednak díky rozrůstající se infekci, jednak důsledkem vykrvácení. Z toho vyplývá, že vznik a rozvoj úvah o náhradách končetin, popřípadě pohybových funkcí, byl úzce spojený se stupněm rozvoje chirurgických oborů.[1]

Nejstarší písemná zpráva o amputaci a umělé náhradě končetiny pochází od řeckého historika Herodota z 5. Století před n.l. – tzv. dřevěná chůda. Přibližně v tom samém čase se i Aristofanes zmiňuje o dřevěné chůdě, kterou používal v jeho komedii jistý herec na jevišti. Písemné zprávy o primitivních protézách jsou známé i z Talmudu a z islandských sád. Nejstarší dochovaná protéza dolní končetiny byla objevena v hrobě bojovníka v Capui v jižní Itálii a její věk se odhaduje na 4. – 3. století před n.l.[1]

Plinius popisuje příběh vojáka (r. 210 před n.l.), který si po ztrátě pravé ruky dal zhotovit celokovovou protézu s nastavitelnými prsty, aby mohl držet zbraň.

Ve středověku se používaly protézy dolních končetin půdového typu doplněný řemenem. Dokonalejší náhrady, vyráběné jen ojediněle zručnými mistry byly velmi drahé, a tak lidé s amputovanými končetinami zůstávali většinou bez protéz a soucit svého okolí vzbuzovali jako žebráci.[1]

Jako náhrada ruky z tohoto období je nejznámější železná ruka rytíře Götze von Berlichingen. Zhotovili ji pistolníci a byla proslavená svým precizním mechanismem. Prsty se daly nastavit do libovolné polohy, takže se s ní dal uchopit meč.[1]



Obr. 1 Železná ruka Götze von Berlichingen

## 1.2 Hromadná a koncentrovaná výroba protéz a ortéz

Nastává až za americké občanské války a v Evropě za první světové války. Se zřetelem na její vývojové znaky je možno rozdělit ji na několik období:

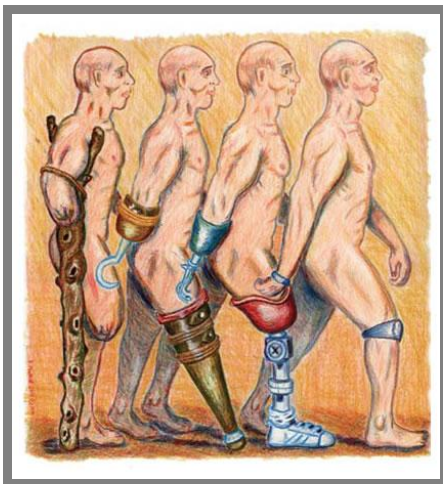
V **prvním** výrobním období (zhruba do konce první světové války) převládal typ kožených protéz horní i dolní končetiny a kovovými dlahami a klouby. Tyto protézy se k tělu připevňovaly různými závěsnými zařízeními a zabezpečovali přiměřenou bezpečnost a stabilitu nejen ve stoji, ale i při chůzi.

**Druhé** období se vyznačovalo úsilím zdůvodnit zákonitosti statických vlivů při pokusech a přenést je do praxe.

**Třetí** období je výrazné odklonem od používání kožených protéz a opět se přechází na zhotovení protéz ze dřeva a lehkých kovů, nejvíc slitin hliníku. Šlo tím jednak o snížení hmotnosti protéz, jednak o dokonalejší uplatnění biomechaniky.

**Čtvrté**, současné období se vyznačuje širokým využitím moderních plastických látek. Jejich výhodné vlastnosti, jako například hmotnost, jednoduchá hygienická údržba, možnost zpracování při různých teplotách, jim zabezpečují perspektivní využití jak při výrobě protéz, tak i ostatních ortopedických pomůcek. Další perspektivy i využití našla v současném období konstrukce protéz a ortéz i elektronika, principy hydrauliky, využití energie stlačených plynů a další.

V průběhu dlouhého vývoje ortopedické protetiky se podstatně změnili její podmínky a možnosti. Její vývoj, podobně jako v jiných medicínských i technických disciplínách nadále pokračuje.[1]



Obr. 2 History of prosthetics



Obr. 3 History of prosthetics

### 1.3 Vývoj ortopedické protetiky u nás

V 19. století byl vývoj ortopedické protetiky na našem území nesourodý. Z písemných dokladů je možno vyčíst o práci vynálezů rodiny Božkovy. Tito čeští mistři se věnovali konstrukci protéz a ortéz jen příležitostně. Josef Božek zhotovil roku 1813 předloketní protézu s mechanickým úchopem ruky při pohybu loktu a jeden z jeho synů – Romuald – navrhl stehenní protézu s excentrickým kloubem.

V Praze pak František Xaver Lohne, který se uváděl jako zdravotní mechanik, ortopéd, vynálezce a výrobce chirurgických přístrojů a bandáží. Koncem 19. Století pak vznikali bandažistické a ortopedické firmy i v jiných městech. Roku 1922 byli zřízené samostatné ortopedicko-bandažistické sekce.[1]

Vývoj ortopedické protetiky začátkem 20. století byl úzce spjatý s péčí o tělesně postižené. Roku 1910 vznikl v Liberci první ústav pro péči o tělesně postižené na našem území, i když byl německý. První český ústav pro léčbu a výchovu tělesně postižených byl založen z podnětu chirurga profesora Jedličky v Praze na Vyšehradě roku 1913. Ústav měl vlastní ortopedickou dílnu.[1]

Po první světové válce přibýlo v mnohých krajinách Evropy i na našem území velké množství zmrzačených a amputovaných vojáků (invalidů). Roku 1918 vzniká v Praze výrobní ortopedické družstvo invalidů (ODIP), které si sami vojáci–invalidé založili. O čtyři roky později bylo založeno i v Brně výrobní, nákupní a úsporné ortopedické družstvo válečných invalidů (ERGON). Později přibýla i družstva na výrobu ortopedických pomůcek i v Plzni a v Opavě, ale i Brně.[1]

V období mezi dvěma válkami byla v Praze při Vysokém učení technickém zřízena jako jedna z prvních na světě Katedra ortopedické protetiky.[1]

### 1.4 Současnost

V ortotice i protetice se stále častěji používají moderní materiály (textilie, plasty, kompozitní materiály, lehké a pevné slitiny, silikony a jiné elastomery) a nové technologie (elektronika, bionika). Jejich aplikace vede k vyššímu komfortu, funkčnosti i vzhledu pomůcek, ale i k vyšším cenám. Aby bylo možné tyto moderní trendy plně využít pro klinickou praxi, je nutné, aby se neustále zvyšovala odborná úroveň ortotiků a protetiků, zejména těch, kteří budou působit v multidisciplinárních zdravotnických týmech. Je důležité, aby byli rovnocennými partnery lékařů a ostatních nelékařských zdravotnických pracovníků – fyzioterapeutů, ergoterapeutů a dalších.[9]

Veškeré technické pokroky ve zdravotnictví by neměly být samoúčelné. Nemělo by jít pouze o fascinaci nejnovějšími trendy a možnostmi, ale zejména o jejich efektivní využití. Ortotika a protetika jednoznačně směřují od pojetí řemeslného k modernímu multidisciplinárnímu zdravotně-technickému pojetí.[9]



## 2 TECHNICKÁ ANALÝZA

2

Ortopedická protetika je samostatný medicínsko-technický obor zabývající se diagnostikou, léčením, výzkumem a vývojem způsobu stavby a užití náhrad ztracených nebo oslabených tělních defektů, korekce nebo funkční kompenzace deformit a vrozených vad a náhrad ztracených nebo oslabených pohybových funkcí nosně-pohybového aparátu člověka.[5]

Ortopedickou protetiku můžeme rozdělit do několika konstantních okruhů. Jsou to:

- estetika – nauka o nefunkčních, pouze kosmetických náhradách
- ortotika – nauka o náhradách funkce
- protetika – nauka o náhradách ztracené části končetiny i její funkce
- adjuvatika – nauka o kompenzačních, doplňujících pomůckách
- protetometrie – nauka o snímání měř a stavbě náhrad

### 2.1 Ortotika horních končetin

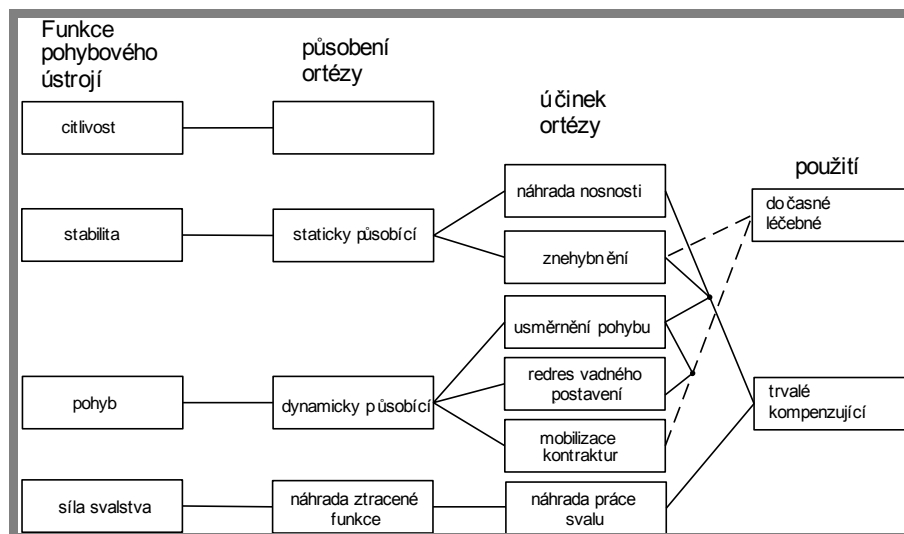
2.1

Jedná o okruh ortopedické protetiky, u kterého je v popředí léčebný efekt ortéz. Ortézy představují širokou škálu pomůcek, nahrazující oslabené nebo ztracené funkce. Udržují části těla v žádoucích polohách, uvádějí je do potřebných poloh, případně uvádějí postižené do snesitelného stavu.[1]

Ortéza je tedy pomůcka ovlivňující funkci pohybového ústrojí. K tomu, aby pohybové ústrojí mohlo splnit v životě úkoly na něj kladené, musí být splněny tyto základní podmínky:

#### Stabilita, pohyb, síla, citlivost.

Uvedené podmínky neporušené funkce pohybového systému s sebou navzájem souvisí. Proto se při návrhu ortézy hodnotí situace komplexně a vychází se z přesné analýzy jednotlivých možností správného funkčního působení pomůcky.[1]



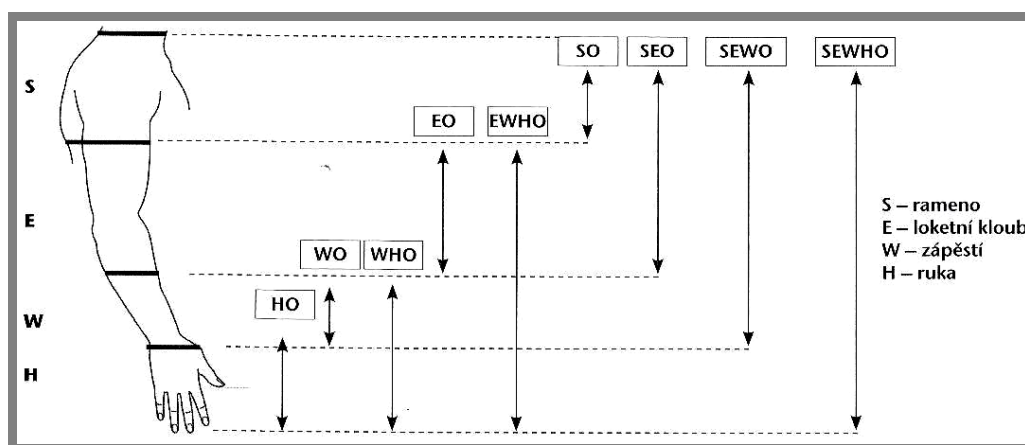
Obr. 4 Přehled vzájemného vztahu ortéza - organismus

## 2.2 Klasifikace ortéz

Ortézy se dělí dle mnoha hledisek a různé literatuře najdete různé rozdělení ortéz podle rozdílných kritérií. Takovým nejzákladnějším rozdělením by mohlo být následující rozdělení podle:

- **způsobu výroby** – sériově a individuálně vyráběné ortézy
- **materiálu** použitého při výrobě – textil, kůže, nízkoteplotní a vysokoteplotní plasty, kompozitní materiály, kov
- **lokalizace** na těle uživatele – trupové a končetinové ortézy
- **konstrukce** pomůcky a ovlivnění jednotlivých segmentů – statické a dynamické ortézy
- **funkce** – fixační, korekční, stabilizační, podpurné, vyrovnávací a odlehčující
- **účelu** – léčebné, kompenzační, dočasné[6]

Mezinárodní klasifikace ortéz horní končetiny toto rozdělení ještě více zpřesňuje (především z hlediska lokalizace pomůcky na těle pacienta) a jasně vymezuje segment končetiny, který má být ortézou ovlivněn. Při specifikaci ortézy pro výrobce je nezbytné určení požadovaného funkčního efektu.[6]



Obr. 5 Klasifikace ortéz horní končetiny

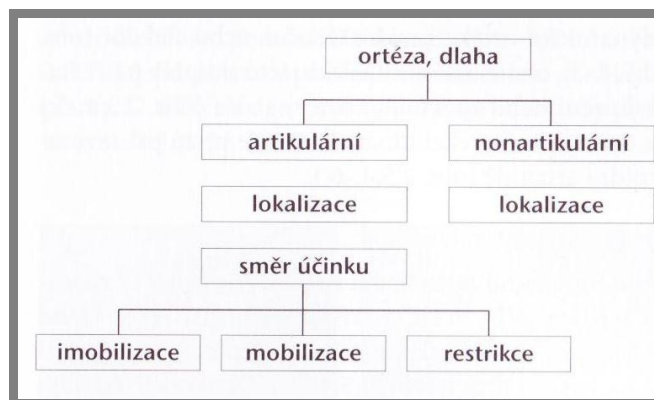
## 2.3 Ortézy horní končetiny

Správná preskripce a přesná specifikace ortézy je důležitá pro správný léčebný účinek. Při preskripci je vždy nutné uvést rozsah funkční požadavek na ortézu a segment působení ortézy dle mezinárodního jednotného systému (SCS klasifikace). Důležitá je rovněž správná volba materiálu ortézy (textil, kůže, plast či nízkoteplotní aquaplast, který může být formován přímo na těle pacienta). V závažnějších případech by měl ošetřující lékař určit také konstrukční uspořádání pevných součástí ortézy – dlah a výztuh.[6]

Terminologie v ortotice prochází neustálým vývojem. Názvy ortéz často vychází z firemních označení a samotné pojmenování stejných typů ortéz je v literatuře rozdílné (ortéza, brace, bandáž, dlaha). Kvůli zjednodušení interdisciplinární komunikace a snížení rizika nedorozumění při předepisování ortéz vypracovala v roce 1989 Americká asociace terapeutů ruky jednotný systém - SCS klasifikaci (Splint Clasification Sytem), která popisuje ortopedické pomůcky horní končetiny na základě konstrukčního provedení, směru působící síly, lokalizace a samotného funkčního účinku ortézy.[6]

### 2.3.1 Popis funkce ortézy podle SCS klasifikace

2.3.1



Obr. 6 SCS klasifikace ortéz horní končetiny

**Imobilizace** – při imobilizaci je kladen požadavek na uložení končetiny či její části v anatomické nebo klidové poloze. Dělí se na ortézy v artikulárním (s kloubem) nebo neartikulárním (bez kloubu) provedení. Po konstrukční stránce jsou ortézy určené k imobilizaci končetiny velmi jednoduché.[6]

**Mobilizace** – při mobilizaci je kladen požadavek na zajištění pohybu v kloubu nebo protažení měkkých struktur při kontrakturách. Vlivem mechanického namáhání může docházet k ulehčování hojivých procesů.[6]

**Restrikce** – při restrikci je kladen požadavek na omezení nebo úplné blokování pohybu v kloubech horní končetiny. Restrikční ortézy se dělí na statické a dynamické.[6]

### 2.4 Aktivní loketní ortéza

2.4

Aktivní loketní ortéza je elektromechanické zařízení, jehož hlavní výhodou je přenositelnost a poskytnutí asistovaného pohybu horní končetiny na základě vyhodnocení svalové aktivity pacienta. Jedná se o rehabilitační pomůcku pro pacienty, kteří utrpěli poranění loketního kloubu. Měla by nahradit dosud existující mechanické ortézy, které jsou často fyzicky spojeny s rehabilitačním křeslem, kdy pacient musí na léčbu docházet, nebo jsou příliš těžké a neohrabané.[7]

#### 2.4.1 Mechanická konstrukce aktivní loketní ortézy

2.4.1

##### Tenzometrický snímač

Slouží ke snímání pacientovy snahy posunout paži. Nahrazuje předloketní dlahu, kde je napětí nejvýznamnější. Na základě informace o napětí v senzoru je možné určit hodnotu a směr síly ovlivňující předloktí.[7]

##### Kloub

Mechanický kloub je realizován šnekovým kolem. Toto řešení je použito hlavně pro jeho samosvornou funkci a dostatečný převodový stupeň. Samosvorný mechanismus umožňuje stanovit umístění paže do všech poloh provozního rozsahu.[7]

##### Pohon

Uvádí do pohybu celý mechanismu.

### **3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA**

Pod pojmem design si mnoho lidí představuje spojení s módou, trendy, luxusem nebo jistou mírou netradičnosti či nadstandardnosti. Je taky často brán jen jako estetická stránka věci. Design není jen to, jak nějaká věc vypadá, design je i to, jak ta věc funguje. Není to jen vzhled, otázka vkusu nebo výjimečnost, ale především funkčnost. Jde o to, co nejúčelněji propojit funkční a estetickou stránku navrhovaného předmětu. Vyžaduje proto jak technické, tak výtvarné pojetí.

Design je všude kolem nás, je naší součástí, a tak i v ortotice je bezpochyby přínosem. Alfou a omegou v tomto medicínsko-technickém oboru je především funkčnost a to v praxi znamená vytvořit vizuální návrh vysoce funkční rehabilitační pomůcky.

#### **3.1 Přístup k řešení designu v ortotice**

Při zhotovení a konstrukci ortéz je třeba mít na paměti, že se jedná o kompenzační pomůcky, které používáme při trvalém patologickém stavu a nemocný je na pomůcku více, či méně odkázán. Z toho důvodu je i třeba zohlednit, aby byla pomůcka trvalá a její použití postiženému ulehčilo jeho úděl, a ne aby mu působilo obtíže a nepříjemnosti.[2]

Důležitý je samozřejmě i estetický vzhled a pohodlnost. Existují však ortézy používané krátkodobě, ke kterým se přistupuje se snahou dosáhnouti co nejrychlejšího zhotovení i za cenu horšího designu.

Poslední dobou se ale postupně tento přístup mění a formuje se z pohledu pacienta. Pacient sice není sám schopen posoudit úroveň aplikace kompenzační pomůcky, ale může zhodnotit kvalitu, pohodlnost a vzhled pomůcky. Proto tahle oblast pomalu nabývá na významu. Je obecně známo, že barevnost a tvarová optimálnost mohou výrazně ovlivnit pocity pacienta, což je u pacientů s trvalým postižením důležitý faktor.[9]

Kde víc je důležitá psychická pohoda, než při reprezentování vlastního těla? Tento způsob přístupu k řešení designu se ale pořád více objevuje spíše v oblasti technické ortopedie zvané protetika, kde je kompenzační pomůckou trvalá náhrada chybějící končetiny (protéza). Dle poslední trendů se pomalu upouští od vzhledu protézy, která se co nejvíce přibližuje zdravé končetině a lze pozorovat změnu v podobě náhrad, které nejsou už jen funkčním vnitřkem schovaným v krytu umělé ruky, ale samotný mechanismus je tvarově navrhnut a vyvinut tak kvalitně, že není třeba jej schovávat, ba naopak. Je ale třeba podotknout, že u většiny pomůcek jde zejména o jejich terapeutický účinek, vzhled by neměl být nadřazen funkci a komfortu.

#### **3.2 Současný stav vyráběných ortéz**

##### **3.2.1 Sériově vyráběné ortézy**

V posledních letech můžeme vidět velký rozvoj sériově vyráběných ortotických pomůcek u zahraničních i tuzemských výrobců. Bývají totiž levnější a snadno dostupné – vyrábějí se v určité modelové a velikostní řadě, jejich aplikace bývá většinou poměrně jednoduchá. Konstrukce ortéz je navržena tak, aby vyhovovala standardní skupině uživatelů, podobně jako je tomu například u konfekčních oděvů. Materiály bývají většinou měkké a poddajné, pevný materiál pak lze dotvarovat nebo nastavit podle tělesných dispozic uživatele.[9]



Obr. 7 Loketní ortéza EPICO ROM s fixací zápěstí



Obr. 8 OR 4F Ortéza loketní



Obr. 9 Pro-Glide JR Dynamic ROM EO SM Right



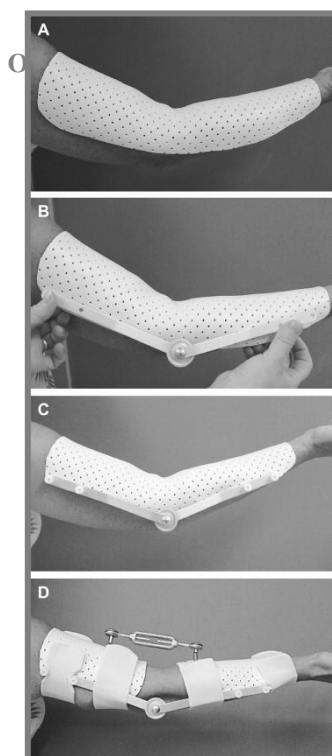
Obr. 10 DeRoyal Static-Pro Elbow Left

### 3.2.2 Individuálně vyráběné ortézy

Výroba jednodušších individuálních ortéz je prováděna na základě různých měrných podkladů konkrétního pacienta (většinou se jedná o 2D podklady – nákresy, obrysy tělních částí, šablony, stříhy či plantogramy).[6]

Při výrobě složitějších pomůcek je nutné využít 3D podklady (sádrové negativní odlitky, otisky, případně digitální CAD modely získané optickou digitalizací a následnou úpravou).

Velkou výhodou individuálních ortéz je respektování nálezu a stavu pacienta i možnost úpravy pomůcky při jakékoliv změně zdravotního stavu. Další výhodou je také možnost sestavování jednodušších individuálních ortéz z polotovarů nebo ze stavebnicových dílů, které se na těle pacienta dotvarují. Nevýhodou je časová a finanční náročnost výroby pomůcek.[6]



Obr. 11 Termoplastická loketní ortéza

### 3.3 Inspirační zdroje ze světa technické ortopedie

3.3

#### 3.3.1 Immaculate prosthetic, Hans Alexander Huseklepp

3.3.1

Ačkoliv se nejedná o ortézy ale o protézy, neodpustím si zmínku o těchto návrzích designu, které jsou pro mě inspiračním zdrojem.

Protéza Immaculate je koncept, který zkoumá nové možnosti pro protetické pomůcky. Jeho cílem je zpochybnit usilování o normálnost a imitaci v protetice, a místo toho se snaží začlenit identitu a nové funkce. Základní myšlenkou bylo, že současná protetika napodobuje vzhled živé ruky a na první dojem takto vyrobené silikonové náhrady opravdu jako „živé“ ruce působí, ale jakmile se někdo náhrady dotkne, zjistí, že jde o umělou ruku. Důsledkem je pak podle vědců zjištění, že něco, co jsme považovali za živé, je ve skutečnosti umělé, což vede k šoku a následnému odporu k dané věci.[10] Huseklepp vychází z filozofie „použití brýlí“. Tyto podpůrné produkty jsou odjakživa čistě funkční objekty, které se staly módou a identitou člověka.

Díky novým hi-tech technologiím vznikl tento půvabný design, který vychází z jednoduchého tvarování, čistých linií a na pohled působí velmi lehce. Navíc každý kloub je tvořen koulí, což umožňuje větší volnost pohybu než u normální lidské ruky.



Obr. 12 Immaculate prosthetic,  
Hans Alexander Huseklepp



Obr. 13 Immaculate prosthetic,  
Hans Alexander Huseklepp

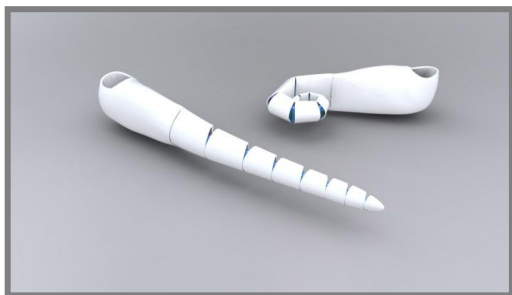
#### 3.3.2 Inspirace z moře: BIOMIMICRY - Rethinking prosthetic arm, Kyalene

3.3.2

##### Kau

Tento návrh je inspirován přírodou, jakožto nejlepším designérem světa a cílem bylo vytvořit lepší a více funkční produkt. Autorem je absolvent průmyslového designu Washingtonské univerzity, který vytvořil protézu, která vypadá a funguje jako chapadlo.[11]

Je to jeden z dalších inovativních přístupů, jakým lze při navrhování ortopedické pomůcky přistupovat. Otázkou však zůstává, zda je svět připravený na protézy, které nevypadají jako to, co mají ve skutečnosti nahradit.



Obr. 14 Biomimicry, Kyalene Kau



Obr. 15 Biomimicry, Kyalene Kau

---

### 3.3.3 Creative DNA Australia

Protéza vytvořená v Creative DNA Australia přináší další, ovšem opačný směr, kterým lze přistupovat při navrhování kompenzační pomůcky. Tento směr zahrnuje průmyslovou estetiku a futuristicky vyhlížející protézu, která je navíc obohacena řadou nástrojů jako je například šroubovák, otvírák, ale také i fotoaparát.



Obr. 16 Prosthetic arm design, Creative DNA Australia



### 3.3.4 Move On, Matthias Menzel

3.3.4

Tento koncepční návrh je řešením pro ty, kteří trpí omezenou schopností pohybu. *Move on* je dostatečně kompaktní a může být pohodlně a nenápadně upevněn pod oblečením po vnější straně boku a nohy.[12]

Design tohoto konceptu působí ladně a lehce a je zajímavý svým organickým tvarováním.



Obr. 17 Move On, Matthias Menzel



Obr. 19 Move On koncept, Matthias Menzel

### 3.3.5 Neptune Fins, Richard Stark

3.3.5

Tato protéza je jiná tím, že je navržena speciálně pro lidi, kteří jsou po amputaci dolních končetin a touží se dostat „zpět do vody“, jsou si vědomi řady zdravotních problémů spojené s nedostatkem pohybu a toto řešení jim přináší zcela nové možnosti. Tento projekt vytvořil švédský designér Richard Stark a je určena jak pro příležitostné tak i vážné plavce. Celá protéza je navržena z ekologicky nezávadných materiálů, jako je netoxický silikon, či lehce recyklovatelný polypropylen. Tato kombinace materiálů tak vytváří pohodlnou náhradu, která nevyvolává odpor do okolního prostředí.[13]



Obr. 19 Neptune Fins, Richard Stark



Obr. 20 Neptune Fins, Richard Stark

## 4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

V samotných začátcích navrhování finálního konceptu mé práce bylo třeba si uvědomit některé skutečnosti, ze kterých bych měla vycházet a které bych měla mít neustále na paměti. Jak už jsem se zmínila v úvodu designérské analýzy, jedná se o ortopedickou pomůcku, konkrétně ortézu, která se bude používat krátkodobě. Přesto jsem si dala za cíl vytvořit koncept, kde funkčnost a terapeutický účinek je v souladu se vzhledem a komfortem.

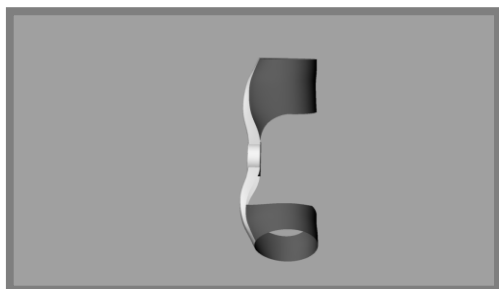
Další skutečností je, položit si otázku, pro koho bude tato ortéza určena? Tedy cílová skupina. Jak už bylo řečeno, tato kompenzační pomůcka je určena pro pacienty, kteří utrpěli poranění loketního kloubu. Do této skupiny můžou patřit jak muži, tak ženy a také věková hranice těchto pacientů není nijak vytyčena. Tento fakt je dalším kritériem při tvorbě návrhu.

Dalším z požadavků, který jsem si dala za cíl je, vytvořit kompaktní tvarové řešení. Stěžejním prvkem zde je mechanismus, který je zde použit a díky kterému se stává ortéza funkční a aktivní, jak už vyplývá z názvu. Tento mechanismus by měl být skryt a to jak z důvodu bezpečnosti, tak i pro celkový estetický dojem. Samozřejmě také je, brát v potaz také rozměry tohoto mechanismu.

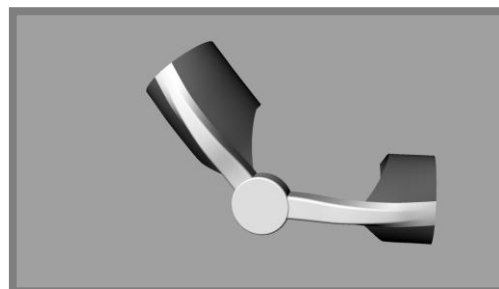
V neposlední řadě bylo třeba si ujasnit, z jakých materiálů by měla být ortéza vyrobena a při samotném návrhu vycházet i z tohoto kritéria. Mechanická konstrukce aktivní loketní ortézy je sama o sobě těžká, proto by měl být finální kryt lehký, abych minimalizovala celkovou hmotnost ortézy. Takže připadají v úvahu materiály jako plast – termoplastický polymer (polypropylen), odlehčený hliník, polyuretanová pryskyřice.

### 4.1 Varianta I

V úplných začátcích tvoření návrhu bylo nejdůležitější najít takovou ucelenou hmotovou kompozici s parametry, které jsou dané tvarem paže a stěžejním prvkem v podobě mechanismu, který je umístěn na vnější straně. Kompozice vznikla organickým tvarováním, které vychází z lidské paže a lemují vnější mechanismus připevněný na rámu. Tento rám tvoří záhlavní nosnou konstrukci celého konceptu a tak bylo mým záměrem, tento rám přiznat v podobě členitého tvarování vodorovných linií, jejichž tvar organicky lemují mechanismus. Zároveň však dispozice umístění tohoto zařízení nijak nenarušuje celkový vzhled. Celkového zjemnění jsem docílila pomocí zaoblení ostrých hran. Tvarování ovšem není úplně ideální, protože hlavní kontrastní prvek tvořený liniemi může působit nestabilně vůči upínacím krytům a navíc zde vzniká málo prostoru k umístění ovládacího panelu.



Obr. 21 Varianta I, hmotová kompozice

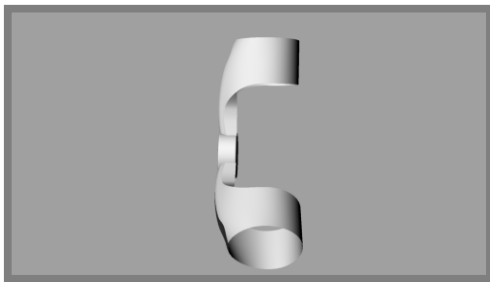


Obr. 22 Varianta I, hmotová kompozice

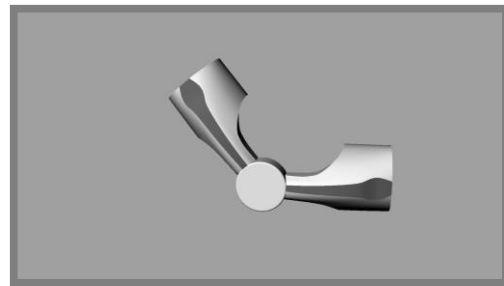
#### 4.2 Varianta II

Hmotová kompozice druhého návrhu vychází ze stejného organického tvaru jako u první varianty. V průběhu modelování mi tato hmotová studie vycházela jako nejvíce vyhovující, i když se jedná o stejný hmotný základ, přesto je tento koncept odlišný od předešlého. Tvar působí více komplexně, ale o to více robustně.

Kontrastní plocha tvořící vjem přiznaného rámu konstrukce je zde v podobě dvou sbíhajících se dynamických křivek, přičemž vzniká místo, kde dochází k rozšíření a vytvoření prostoru k umístění ovládacího panelu. Kámen úrazu této varianty je však vznik plochy (při pohledu shora) zakrývající vrchní část rámu a mechanismu vycházející z upínacích krytů směrem k otočnému kloubu. Tato plocha narušuje ucelenou kompozici a tvoří tak ostrou hranu, která není u těchto typů pomůcek žádoucí.



Obr. 23 Varianta II, hmotová kompozice

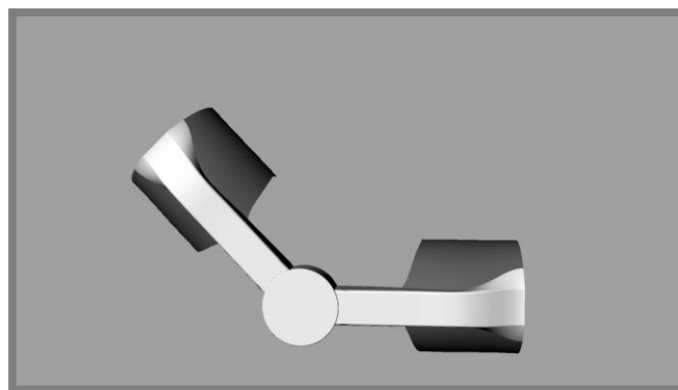


Obr. 24 Varianta II, hmotová kompozice

#### 4.3 Varianta III, finální hmotová kompozice

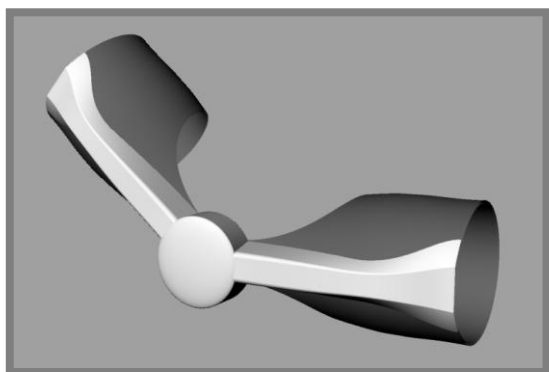
U třetí studie jsem se snažila zohlednit faktory z předchozích variant, především vytvořit ucelený návrh a zároveň část krytu zakrývající mechanismus navrhnout tak, aby zohledňoval velikostní parametry a zároveň by vznikl prostor k umístění ovládacího prvku.

Následující varianta opět přiznává rám, který tvoří vnější kryt ortézy. Tvarování vzniklo potáhnutím čtyř dynamických vodorovných křivek, které se rozbíhají. Vize rozbíhajících křivek už se zdá být dobrým řešením, ale výsledný koncept vypadá jako nesourodý a jednotlivé části na sebe nenavazují.

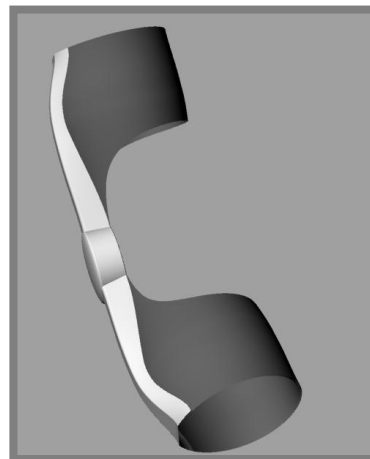


Obr. 25 Varianta III, hmotová kompozice

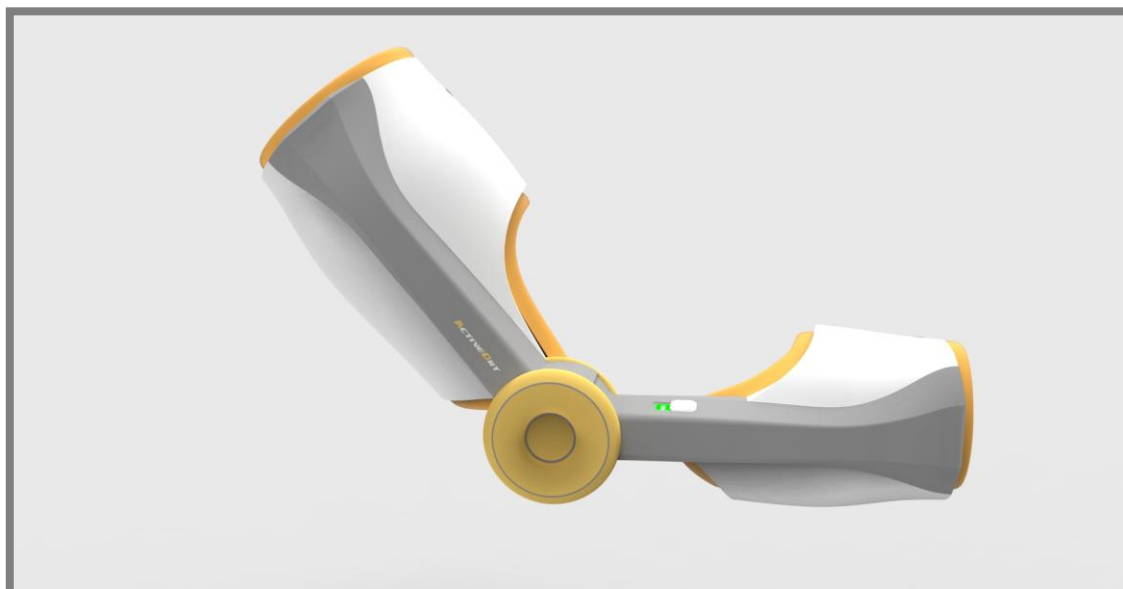
Finální varianta vznikla korekcí křivek tak, aby byly ve vzájemném vztahu k upínacím krytům a přechod mezi částmi, kde je ukryt mechanismus a části objímky, tak byl navzájem propojen. Část objímající paži začíná vybíhat už z místa kloubu a je vedena po křivce obíhající kolem paže. Obě části jak předloketní, tak pažní jsou osově souměrné.



**Obr. 26** Varianta III, finální hmotová kompozice



**Obr. 27** Varianta III, finální hmotová kompozice



**Obr. 28** Finální varianta

## 5 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

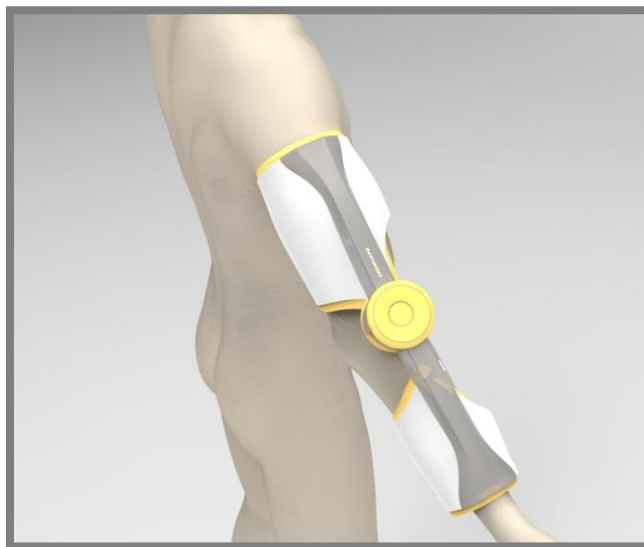
5

Při tvarování ortézy jsem musela vycházet z proporcí lidské ruky, přesněji předloktí a paže. Je třeba brát ale také v úvahu to, že rozměry lidské paže se liší na základě různých geografických oblastí, pohlaví člověka, popřípadě odlišné tělesné hmotnosti daného jedince. Z toho důvodu se sériové ortézy vyrábějí v různých modelových a velikostních řadách. Oproti individuálně vyráběným ortézám, které jsou navrhovány na základě měrných podkladů pacienta. Jak už bylo řečeno dříve, způsobů, jak vyrobit ortézu, je několik. Většinou se jedná o 2D podklady – nákresy, obrisy tělních částí, šablony, stříhy či planigramy).

Při výrobě složitějších pomůcek je nutné využít 3D podklady (sádrové negativní odlitky, otisky, případně digitální CAD modely získané optickou digitalizací a následnou úpravou). [6]

V prvotní fázi návrhu bylo proto zapotřebí si na základě antropometrických parametrů zvolit velikostní kategorii, pro kterou bude ortéza určena. Dle měrných podkladů, získaných z 3D modelu paže, jsem výsledný návrh ortézy zařadila do kategorie pacientů střední skupiny, čili se dle statistiky pohybujeme rozměrově 50% velikosti.

Výsledný návrh by měl splňovat veškeré kladené požadavky na ortopedickou pomůcku jako je funkce, pacientův komfort při nošení a kosmetický vzhled pomůcky. Ortéza by neměla způsobovat žádné druhotné problémy, například dráždění pokožky, přetížení kloubů, bolestivost, či poškození oblečení pacienta ortézou.



Obr. 29 Ergonomické řešení ortézy

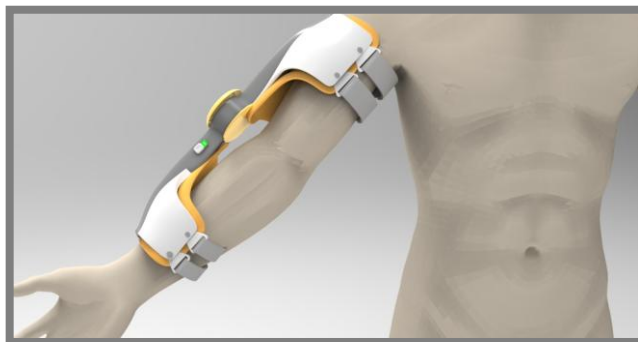
### 5.1 Upínací systém

5.1

Upínací systém rovněž podléhá antropometrickým požadavkům, ale z důvodu možnosti různého nastavení popruhů (tahů) není nutné je nějak zařazovat do velikostních skupin. Je navržen tak, aby nenarušoval celkovou kompaktnost výsledného konceptu. Zachovává si svou funkci a manipulace s ním vychází už ze samotného vzhledu, čili je intuitivní.

Užívání tohoto systému zohledňuje jak praváky, tak leváky. Vychází se z faktu, že lidské tělo je osově souměrné a končetiny jsou ve vzájemném vztahu k sobě zrcadlově otočené. Ovšem zkušenosti z praxe uvádějí, že i tento fakt je individuální a proto se k tomuto aspektu přistupuje dle přání pacienta.

Další skutečností je, že k poranění kloubu může dojít jak na pravé, tak i na levé ruce a tato stránka věci se nedá bohužel dopředu určit. Návrh této ortézy jsem aplikovala na pravou ruku.



Obr. 30 Upínací systém

---

## 5.2 Ovládací prvky

Co se týče ovládacích prvků i zde je třeba brát v potaz ergonomické zpracování. Měly by být viditelné a snadno dostupné, neměly by narušovat celkový design avšak svým tvarem a barevným provedením by měly být lehce rozlišitelné. Jediným ovládacím prvkem u tohoto konceptu je tlačítko na zapnutí/vypnutí celého mechanismu, který je nedílnou součástí ortézy a díky kterému se ortéza stává aktivní. Ovladač je umístěn tak, aby byl lehce dosažitelný a pro uživatele intuitivně ovladatelný. Původní úmysl byl, umístit ovladač do míst, kde se část vnějšího krytu mechanismu rozšiřuje. Tuhle volbu jsem ale z hlediska snadné dosažitelnosti zamítla. Z toho důvodu je ovládací prvek umístěn na vrchní ploše předloketní části ortézy. Zapínání on/off je stylizováno do posuvného tlačítka, kdy jednoduchým posunem mechanismus zapneme, nebo vypneme. Pro kontrolu je on/off funkce barevně i graficky odlišena. Pro zapnutí posuneme tlačítko dopředu a tím se nám odkryje spodní zelená část vypínače a víme, že je mechanismus aktivní. Při posunutí tlačítka nazpět se naopak odkryje červená část, která znázorňuje vypnutí ortézy. Tlačítko je tvarováno tak, aby se s ním dalo jednoduše manipulovat a nestalo se, že by nám prokluzovalo pod prsty.



Obr. 31 Detail ovladače

## 6 TVAROVÉ A KOMPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

6

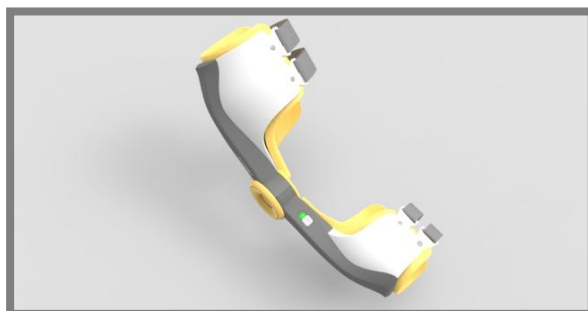
Hned v začátcích práce na mém návrhu jsem si dala za cíl tvarově posunout celkový vzhled ortézy. Při studiích designu těchto výrobků jsem narážela na nevzhledně vypadající ortézy, které působí hodně technicky a konstrukčně. Tomuto tvarovému zpracování se nelze divit, když už samotný název oboru „technická ortopedie“, který se touto problematikou zabývá, nám napovídá, že se bude jednat o technické, konstrukčně složité pomůcky, u kterých je funkce nadřazená vzhledu.

V tomto oboru je tento přístup řešení logický ne-li vyžadující, pomůcka má za úkol pacientům pomoci po zdravotní stránce, aby byli schopni se co nejúčinněji a co nejrychleji uzdravit a zařadit se tak zpět do normálního život bez omezení.

Avšak vizuální podoba těchto pomůcek může u některých pacientů vyvolávat nepříjemný pocit, což má negativní vliv na celkovou psychickou pohodu jedince během uzdravovacího procesu. A právě psychická vyrovnanost pacienta patří k faktorům, které vedou k úspěšnému uzdravení.

Většina loketních ortéz je sestavena ze sériově vyráběných dílů. Kolikrát se jedná o díly, které pochází od odlišných výrobců, ve variantních provedeních. Poté se, jako stavebnice, poskládají dohromady a výsledný produkt pak vypadá nekompaktně a nesourodě.

Základní myšlenkou v počátcích tvarování bylo odpoutání se od stavebnicového vzhledu a vytvoření organického celku soustředěného do jednotné hmoty s důrazem na měkkost a čistou formu.



Obr. 32 Tvarové řešení ortézy

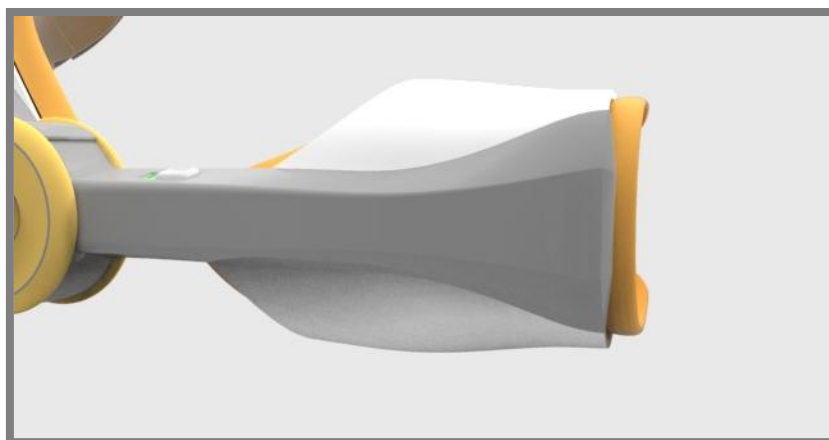
### 6.1 Kryt vnitřního mechanismu

6.1

Jak už bylo řečeno, hlavní roli ve všech návrzích hraje organika a tvary vycházející z anatomických proporcí lidské paže. Dynamické křivky obíhající paži, linie lemující vnitřní mechanismus a rám celé vnitřní konstrukce jsou základními tvarovými elementy, ze kterých celý návrh vychází. Toto organické pojetí je v souladu s antropometrickými vlastnostmi člověka, v tomto případě s paží člověka a s vnitřní strukturou.

Z frontálního pohledu celému konceptu dominuje kontrastní tvarová hmota, která byla vytvořena cíleně a to z prostého důvodu, aby bylo zřejmé, že se nejedná o klasickou „pasivní“ loketní ortézu, ale ortézu, která v sobě ukrývá mechanismus, díky kterému se z ní stává samohybná ortopedická pomůcka. Tento dominující prvek se tvarově přizpůsobuje rozměrům vnitřního zařízení. Na koncích jsou linie této plochy vedeny těsně podél upínacích krytů a poté se prostorově sbíhají do vzájemně rovnoběžných

křivek a vedou ke kloubu, na který plynule navazují. V oblasti pažní a předloketní jsou tyto dominanty stejné, ve vztahu k sobě zrcadlově otočené (z frontálního pohledu).

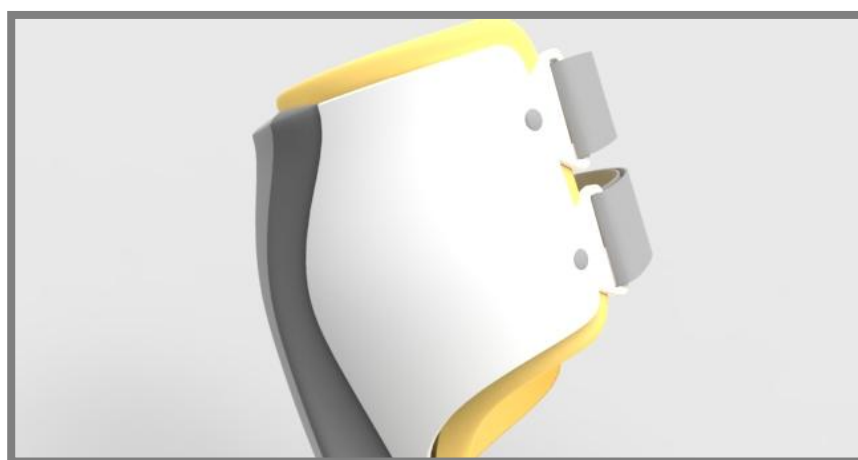


Obr. 33 Detail vnějšího krytu

---

## 6.2 Vnější kryt upevňujících částí

Dalším prvkem celého konceptu jsou upevňující části, které objímají paži. Tato část ortézy vznikla navázáním na kryt mechanismu a tvarově vychází z lapidární křivky (při pohledu shora) a poté plošně lemuje tvar lidské paže. Křivka dodala této části velký organický důraz a zamezila tak vjemu připomínající křivkami ořezaný dutý válec. V pažní části tato plocha začíná vybíhat už v oblasti kde je umístěný kloub s tím, že spodní kryt obepíná ruku větší plochou. To z důvodu zvýšení opory při pohybu. U předloketní části je to obdobné, s tím rozdílem, že plocha začíná vybíhat v polovině, vzhledem ke krytu, kde je umístěn senzor pro snímání svalové aktivity. Spodní část je řešena stejným způsobem, jak je tomu u pažní části. Tady jsou ale tyto části plošně menší, jednak je to způsobeno menším objemem lokte a taky zde není vyvíjen tak velký tlak způsobený svalovou činností jak je tomu v oblasti pažních svalů.



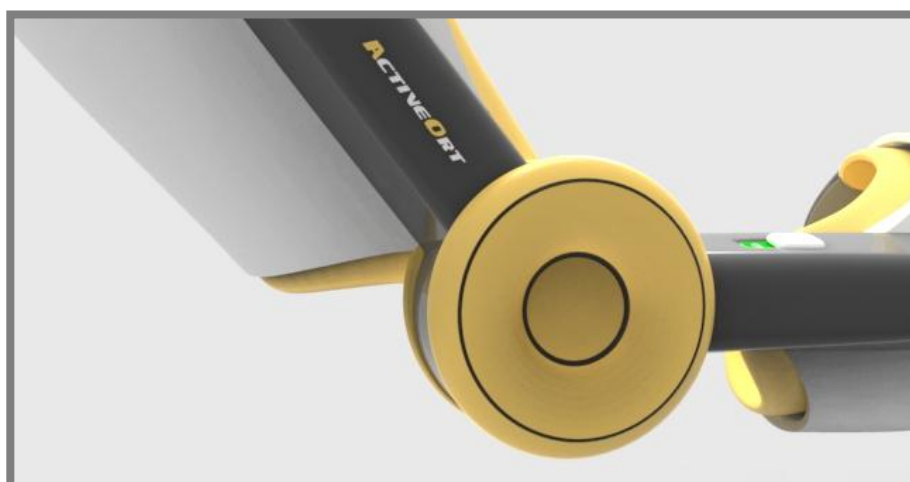
Obr. 34 Detail vnějšího krytu objímky



### 6.3 Kryt otáčivého kloubu

6.3

Součástí návrhu designu byl také kryt otáčivého kloubu v podobě ozubeného kola. Z estetického a hlavně bezpečnostního důvodu musí být i tahle část ortézy zakryta. Kryt je realizován na základě jednoduchého principu dvou kruhových ploch rozdílných průměrů, které do sebe navzájem zapadají. Je plynule propojen s plochou, která dominuje celé ortéze. Z bočních stran pak na něj nasedají kruhové plochy se zaoblenými hranami. Přední kryt je tvarově ozvláštněn kruhovým prolisem a barevně oddělen.



Obr. 35 Detail kloubu

## 7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

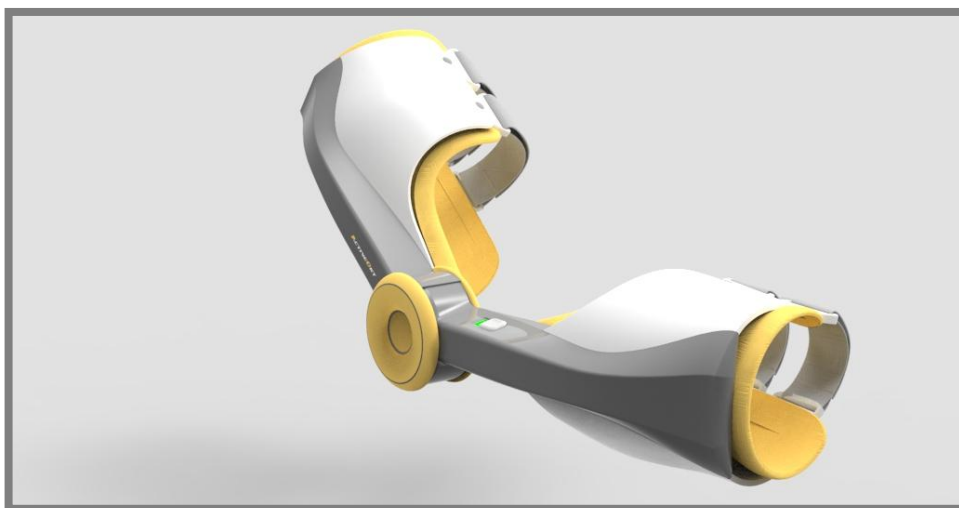
Jedním z určujících faktorů pro výběr barev byl fakt, že barvy hrají v našem životě velmi důležitou roli, neboť přímo ovlivňují naše pocity a náladu. Každý z nás reaguje na různé barvy odlišně a obecně vnímání barev záleží na více aspektech, například odstín barvy, materiál, ale taky i nálada případně pohlaví člověka.

Volba barev vychází především ze vzájemného vztahu člověk a barvy a jejich vliv na náladu a zdraví. V rámci řešení barevného provedení bylo třeba zohlednit fakt, že se jedná o kompenzační pomůcku jak pro ženy, tak pro muže. Jedná se o pomůcku dlouhodobou proto vhodná selekce a aplikace barev může u pacientů podpořit pocit pohody a dobré nálady.

Protože se pohybujeme v medicínsko-technickém oboru barevné řešení sestává z neutrálních barev reprezentující čistotu, zdraví a funkčnost. Pro reprezentaci těchto faktorů jsem vybrala neutrální bílou a šedou barvu, jako hlavní barvy. Pro podtržení pohybu a dynamičnosti ortézy by mohla přijít v úvahu také kombinace tmavých šedých odstínů doplněné o černou. Původním záměrem bylo doplnit tyto neutrální barvy rozdílnou barvou pro vytvoření určitého akcentu, který výsledný návrh designu oživí. Barvu akcentu jsem vybírala mezi jemnými pastelovými barvami – modrá, zelená, oranžová.

Po určení barevných kombinací je důležitá také jejich aplikace na výrobek, pro zdůraznění výsledného tvaru, podtržení tvarového a plošného řešení, vizuálního oddělení jednotlivých částí, nebo vyzdvižení zajímavých linií.

Finální varianta je v provedení bílé, šedé a oranžové barvy. Bílá a šedá proto, že se tyto barvy řadí mezi neutrální, a je třeba zohlednit to, že pomůcka je dlouhodobějšího charakteru a tak by neměla svým barevným vzhledem dráždit. Oranžová proto, že dle psychologie barev se tato barva řadí mezi barvy, které mají příznivý vliv na psychiku člověka. Je to teplá barva, která působí kladně na fyzickou vitalitu, zprostředkovává sílu i radost.



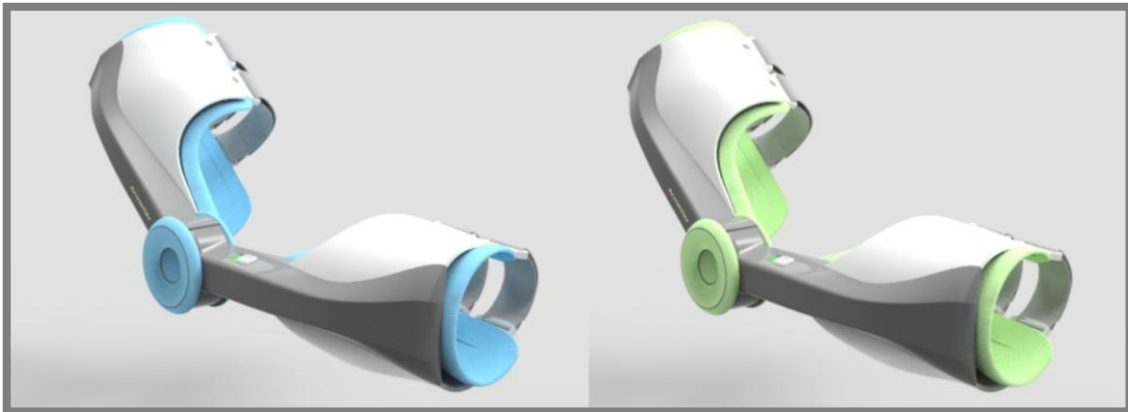
Obr. 36 Finální barevné provedení ortézy

## 7.1 Variantní barevné provedení

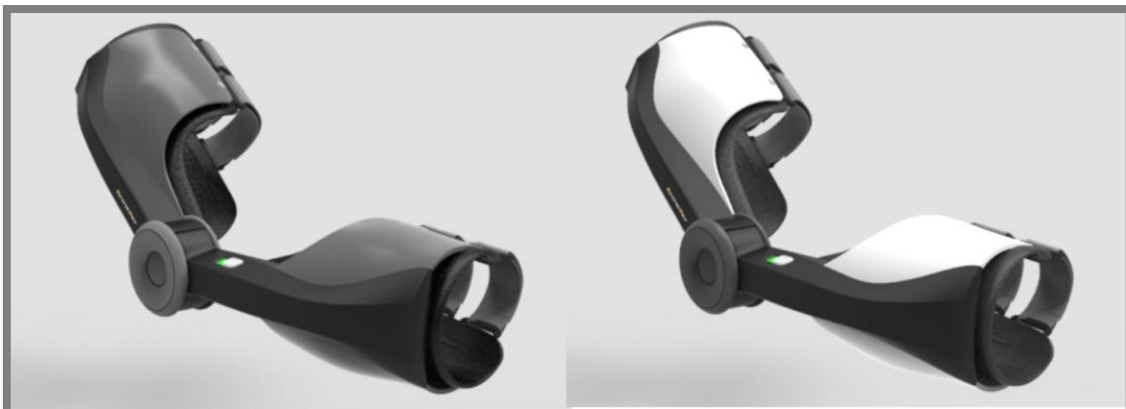
7.1

Pro další barevné varianty jsem použila odlišné bravy pro vytvoření kontrastu. Každý člověk vnímá barvy jiným způsobem a rozdílně je vnímají jak ženy, tak muži. A protože by na pány mohla oranžová barva působit nepříznivým dojmem, je použita barva modrá jako kontrast, nebo pak barva zelená. Ta by mohla zaujmout jak muže, tak ženy a je taky vhodná pro všechny věkové skupiny. V podstatě by se dalo použít mnoho odstínů jemných pastelových barev jako kontrastující prvky.

Poslední variantou je pak celkově odlišná volba barev, které jsou v duchu opačném. Tato varianta zastupuje svým barevným provedením tu technickou část problematiky. Na jednotlivé části jsou použity různé odstíny šedi doplněné o černou barvu. I zde je použit akcent, hlavně teda v grafickém návrhu názvu ortézy. Jako doplňující a poslední variantu jsem volila bílo – černé provedení, což je kombinace, se kterou jsem se při rešerši setkávala nejčastěji.



Obr. 37 Barevná varianta I



Obr. 38 Barevná varianta II

### 7.2 Barevné zpracování ovládacího prvku

Protože součástí ortézy je i ovládač, bylo třeba barevně a graficky ho zpracovat tak, aby celkově zapadal do celého konceptu a nijak ho svým provedením nenarušil. Ovladač ortézy je umístěn na plošce, která je oble vsazena dovnitř do části krytu a je barevně oddělena pro rozlišení vypnutí a zapnutí ortézy. Zapnutí signalizuje zelená barva s nápisem „on“, vypnutí pak červená barva s nápisem „off“. Při tak malé plošce jsem si mohla dovolit udělat tyto barvy jasné, aniž bych tím narušila celou kompozici. Tím jsem taky docílila toho, že je ovladač snadno viditelný.



Obr. 39 Detail ovládacího prvku

### 7.3 Grafické řešení označení názvu ortézy

Pro celkový lepší vizuální dojem jsem do návrhu zakomponovala i název ortézy. Tím je „ActiveOrt“, který vychází ze samotného téma mé práce, tedy „aktivní ortéza“, anglicky active orthosis. K vytvoření názvu byl použit font, který svým tvarem koresponduje s návrhem. Písmo je dynamické, bezpatkové a částečně organické, je zde použit barevný akcent, pro podtržení celkového vizuálního stylu. Barevně je pak název laděn do stejných tónů jako samotná ortéza.



Obr. 40 Grafické řešení názvu ortézy

## 8 KONSTRUKČNĚ - TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ

8

### 8.1 Charakteristika aktivní loketní ortézy

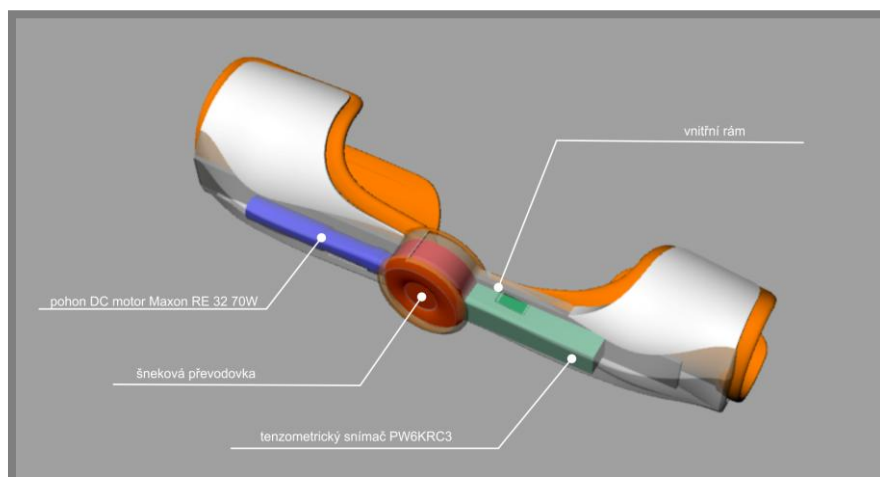
8.1

Jak už bylo popsáno v druhé kapitole, aktivní loketní ortéza je elektromechanické zařízení, jehož hlavními výhodami jsou přenosnost a aktivní reakce pacienta na jeho svalovou aktivitu, která vzniká při asistovaném pohybu horní končetiny. Navrhovaná podoba mechanického zařízení vychází z požadavku na přenositelnost, s nároky na nízkou hmotnost a střední velikost. Základní koncept se skládá z rámu, mechanického rotačního kloubu podporující pohyb lokte a pohonu. Součástí tohoto mechanismu je tenzometrické měřidlo, které je schopno změřit pacientovu snahu pohnout poraněným kloubem. Na základě těchto naměřených hodnot dokáže pohon uvést do pohybu mechanický kloub, díky kterému uvede do pohybu i předloktí v požadovaném směru a rozsahu, podle citlivosti. Ortéza se uvádí do pohybu díky ovládacímu prvku pro zapnutí a vypnutí tohoto mechanismu.

### 8.2 Vnitřní konstrukce aktivní loketní ortézy

8.2

Vnitřní konstrukce se skládá z různých technických, mechanických a rozměrově odlišných součástí. Tyto části jsou ve vzájemném vztahu a daném prostorovém uspořádání. Tělo ortézy tvoří rám, který pochází z klasických nehybných ortéz a často se používá k upevnění polohy kloubu. Tento rám je složen ze dvou hliníkových dlah o tloušťce 3mm a musí splňovat požadavky na nízkou hmotnost a tuhost. Aby bylo možné připojit vnější kryty, je opatřen kruhovými otvory. Další částí je mechanický kloub, který je realizován šnekovou převodovkou, kterou uvádí do pohybu pohon DC motor Maxon RE 32 70W.[7] Poslední součástí celého mechanismu je tenzometrický snímač PW6KRC3.[7] Ten na základě informace o napětí na senzoru stanoví hodnotu a směr síly ovlivňující předloktí. Maximální možné rozpětí, s kterým můžeme počítat, je 100°.[7]

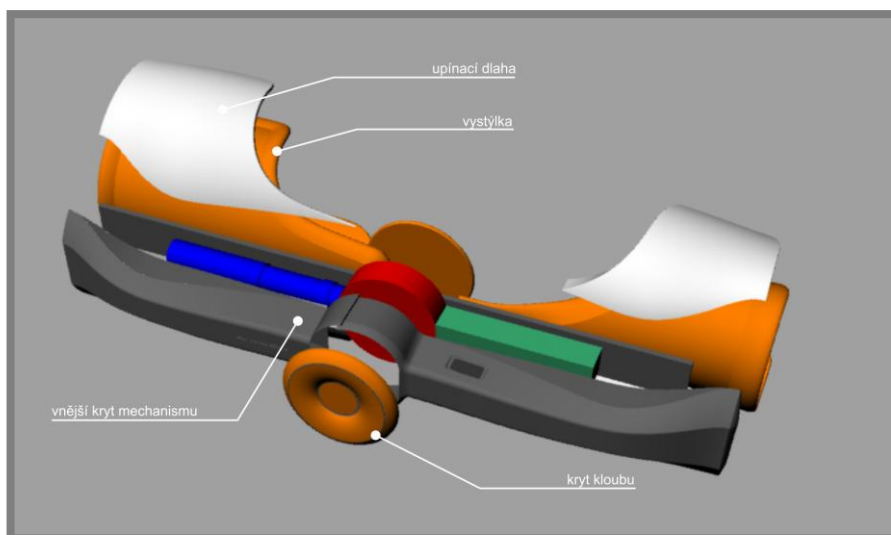


Obr. 41 Vnitřní prostorové uspořádání

### 8.3 Vnější konstrukce aktivní loketní ortézy

Vnější konstrukce ortézy je tvořena dvěma kryty. Oba kryty plní svou funkci. Bílý kryt má funkci dlahy, tedy prvku, díky kterému je možné upevnit ortézu k paži. Vnitřní část krytu je vybavena látkovou vystýlkou, aby nedocházelo k poranění kůže a aby při použití ortézy nedocházelo k zařezávání této části krytu do pacientovy pokožky. Kryt je připevněn k hlavnímu rámu konstrukce pomocí bezpečnostních šroubů. Na kryt navazují upínací prvky, tvořené tahy ze suchého zipu. I ty jsou ze spodní části vybavené látkovou vystýlkou, ze stejného důvodu jako u krytu.

Další částí konstrukce je kryt vnitřního zařízení, který zde plní především bezpečnostní a vizuální funkci. Tvarově koresponduje s bílým krytem, tím na sebe tyto části vzájemně dosedají, je připevněn taktéž na rám konstrukce. Část, kde se nachází otočný kloub je navíc z obou stran kryta kruhovými pogumovanými krytky se zaobleným přesahem. Ortéza je sama o sobě i s mechanismem celkem těžká a tak díky této části je možné ji v tomto bodě opřít například o stůl a mít tak ruku v opoře.



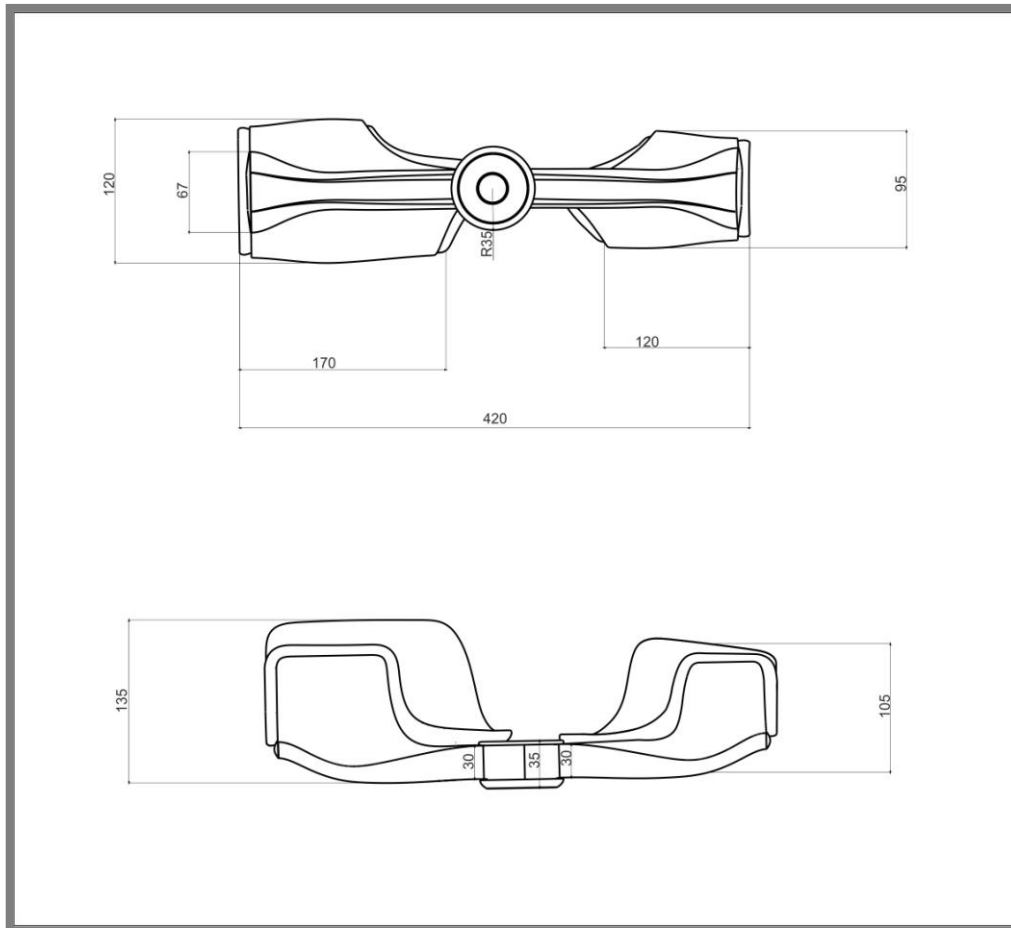
Obr. 42 Vnější kryty

## 8.4 Rozměry

8.4

Rozměry ortézy jsou dány proporcemi lidské paže a vnitřním prostorovým uspořádáním mechanismu s odlišnými proporcemi. Na názorném výkrese níže jsou zakótovány nejdůležitější rozměry krytu ortézy. Výkres je v měřítku 1:5, udané rozměry jsou v milimetrech.

Základní rozměry celé ortézy jsou pak 420x135x120 mm.



Obr. 43 Orientační výkres M 1:5

## 8.5 Materiály

8.5

Při volbě materiálu jsem zohlednila dnešní dobu a využití nových technologií v ortopedické protetice. Daný materiál by měl splňovat nároky na funkci, nosnost, trvanlivost, charakter zpracování a hmotnost. Jako vhodná materiál se jeví karbon, technický termoplast posílený o uhlíková vlákna.

Další možností pak je využití metody rapid prototyping. Tato metoda je ovšem více vhodná pro výrobu prototypů pomocí 3D tisku. Na výrobu namáhaných dílů by se dal použít plast ABS. Akrylonitrilbutadienstyren (zkratka ABS) je amorfni termoplastický kopolymer, který je odolný vůči mechanickému poškození. Tuhý, houževnatý, dle typu odolný proti nízkým i vysokým teplotám, málo nasákavý, zdravotně nezávadný. Přesto by v tomto případě byla nutná tahová zkouška.

## 9 ROZBOR DALŠÍCH FUNKCÍ DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU

### 9.1 Psychologická funkce

Aktivní loketní ortéza má především terapeutickou funkci. Jde o typ kompenzační pomůcky, který má pomoci pacientům s poraněním loketního kloubu k rychlejšímu a efektivnímu vyléčení této oblasti a navrácení hybnosti v této partii. Méně důležitou vlastností ortézy je pak psychologické vnímání této pomůcky pacientem a její vliv na jeho psychický stav. Právě psychologická funkce ortézy byla bezpochyby jedním z hlavních aspektů kladených v začátcích samotné práce. Důvodem byl vizuální dojem, který ve mně zanechala studie těchto dosud vyráběných pomůcek. Mnoho lidí má kompenzační pomůcky spojené s invaliditou a odkázáním na pomoc druhých. Většina ortéz po vzhledové stránce působí hodně technicky, složitě, těžce a nevzhledně. To může zanechat v lidech pocit studu při jejich používání a následně pak zanechání terapie. Z těchto důvodů vyšla má snaha o tvarové sjednocení výsledného produktu, vytvořeného organickým tvarováním za použití vhodné barevnosti.

Návrh je laděn do světlých neutrálních barev, aby tak dospěl k celkovému zjemnění výrazu. Je zde aplikován barevný akcent pro podtržení výsledného designu, pro oživení a k vyvolání pocitu chůlče. Jsou zde použity výhradně lehké materiály, i když vnitřní mechanismus ortézy je sám o sobě těžký, po vizuální stránce budí návrh dojem lehkosti. Všechny tyto vlastnosti by měly vést k lepší psychické pohodě pacienta a k urychlení uzdravovacího procesu.

### 9.2 Ekonomická funkce

Většina pomůcek je hrazena zdravotní pojišťovnou a to v plné výši nebo jen částečně. Kompenzační pomůcky předepisuje smluvní lékař pojišťovny odbornosti REH, OR, NEU, ORP, PRL, GER, v závislosti na typu zdravotnické pojišťovny na poukaz. Pomůcky, které pojišťovna hradí, jsou rozříděny dle funkčnosti a účelnosti a každá pojišťovna má pak vlastní metodiku a číselník pro dané typy pomůcek. Zákony tuto problematiku pak dále upravují. Protože se jedná o produkt, který je ve vývinu, není zatím určena výrobní cena této pomůcky. Vše se bude odvíjet od výroby zkušebního prototypu, který ukáže, zda použité materiály jsou vhodně zvolené jak z hlediska funkčnosti tak jejich chování v praxi a z toho pak bude vycházet konečná cena. Dalším důležitým faktorem je, zda se tato pomůcka bude řadit mezi pomůcky hrazené zdravotní pojišťovnou.

Závislost ceny vzhledem k použitým materiálům a výrobní technologii závisí na pokroku. Karbon, jako jedna varianta vhodného materiálu je běžně používaný v tomto odvětví. Co se týče technologie rapid prototyping, do budoucna se odhaduje, že by výrobní cena takto vyráběných dílů měla být návratná a měla by také snížit výrobní dobu pomůcek.

Z ekonomického hlediska by tento návrh měl nahradit asistovanou pomoc rehabilitačních pracovníků a tím snížit náklady s touto terapií spojené.

### 9.3 Sociální funkce

Ortéza slouží jako opora nebo zpevnění, případně korekce postavení pohyblivého aparátu, jsou vyráběny v různých variantních provedeních dle konkrétních potřeb pacienta a individuální míry. Ortézování horní končetiny směřuje k náhradě ztracené funkce, respektive ovlivnění či zlepšení porušené funkce. Podle toho může být ortéza náhradou trvalou, nebo pomůckou dočasnou pro léčení a rehabilitaci.



Popisovaný návrh je určen pro pacienty, kteří utrpěli poranění loketního kloubu s cílem vrátit jim zpět jejich ztracenou funkci a zároveň tak urychlit léčebný proces. Svou funkcí by měla nahradit zdlouhavý asistovaný rehabilitační proces v zařízeních k těmto účelům určených. Měla by nahradit dosud existující mechanické ortézy, které jsou často fyzicky spojeny s rehabilitačním křeslem, kdy pacient musí na léčbu docházet, nebo jsou příliš těžké a neohrabané. Cílová skupina není jasně definována a nelze dopředu nijak určit.

## ZÁVĚR

V průběhu řešení mé práce, konkrétně její rešeršní části, jsem dospěla k závěru, že okruh problémů technické ortopedie, v mém případě pak jejího odvětví ortotiky, spadá pod velmi obsáhlé a komplikované téma. Celkový návrh pomůcek je komplexní záležitostí nesoucí v sobě mnoho oborů a vyžaduje širokospektré vědomosti z mnoha oblastí, které s touto problematikou úzce souvisí. Jedná se o znalosti z oboru medicíny, techniky, přes technologii výroby až k ergonomii, či antropometrii. Co se praxe týče, vývoj a výrobu ortopedické pomůcky zajišťuje tým odborníků, od specializovaného lékaře po ortopedického technika, který se podílí na výrobě pomůcky. Do budoucna by proto byla vhodná spolupráce s některou z ortopedických firem. Je to důležité hlavně z hlediska získání užitečných zkušeností, poznatků a neocenitelných rad z praxe při vývoji a výrobě této pomůcky.

Další část mé bakalářské práce je věnována designové stránce výsledného návrhu. Z hlediska designu ortopedické pomůcky zaostávají, jejich vzhled je v mnoha případech podřadnou funkcí, důraz je kladen především na funkčnost, užité vlastnosti a pohodlí pacienta. Proto i cílem této práce bylo vytvořit kompenzační pomůcku, která splňuje jednak tyto důležitá kritéria, ale zároveň klade důraz i na vizuální zpracování. Koncepce mého návrhu se opírá o vzájemné propojení antropometrických vlastností lidské paže a organického tvarování, se snahou o vytvoření komplexního zpracování návrhu ortézy, kdy jednotlivé části na sebe navzájem navazují. Tím se odpoutává od ortéz stavebnicového charakteru. Výsledkem by tedy měla být ortéza, která splňuje všechny požadavky a zároveň svým tvarováním, barevným a kompozičním řešením přináší pacientům nejen užitek při jejím používání, ale hlavně radost a psychickou stabilitu.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

- [1] BROZMANOVÁ, Blažena. *Ortopedická protetika*. 1. vyd. Banská Bystrica: Osvet, 1990. ISBN 80-217-0133-1.
- [2] CMUNT, E., ROUBÍČEK, V. *Ortotika*. Bratislava: Obzor, 1988.
- [3] Ortopedická protetika. [online]. [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: <http://www.ortotikaprotetika.cz/>
- [4] A Brief History of Prosthetics. *InMotion* [online]. 2007, č. 7, 2.5. 2009 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: [http://www.amputee-coalition.org/inmotion/nov\\_dec\\_07/history\\_prosthetics.html](http://www.amputee-coalition.org/inmotion/nov_dec_07/history_prosthetics.html)
- [5] HADRABA, Ivan. *Protetika a ortotika*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987, 5-9s.
- [6] Kolář, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén, 2009. 978-80-7262-657-1.
- [7] Ripel, T.; Krejsa, J.; *Mechanical design of the active orthosis*. Brno: University of Technology, Institute of Solid Mechanics, Mechatronics and Biomechanics
- [8] Coroflot. [online]. 2011 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z <http://www.coroflot.com/hhuseklepp/immaculate/1>
- [9] FRANTÁLOVÁ, Dana. Funkce pomůcek se více přiblíží fyziologii uživatelů. *Zdravotnické noviny* [online]. 2009 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://www.osu.cz/dokumenty/monitoringmedii/16.pdf>
- [10] Red News. *Red news* [online]. 12.02.2009 [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://rednews.nova.cz/clanek/hi-tech/sexy-protezy-vitezi.html>
- [11] Smartplanet: Smart takes. NUSCA, Andrew. *With inspiration from the sea, rethinking the prosthetic arm* [online]. 2011 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.smartplanet.com/blog/smart-takes/with-inspiration-from-the-sea-rethinking-the-prosthetic-arm/>
- [12] Tom's guide: Computers. MOSSESGELD, Rico. *Move On Promises Faster Recovery From Stroke* [online]. 2010 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.tomsguide.com/us/Move-On-Matthias-Menzel-Stroke,news-6145.html>
- [13] Inhabitat - Sustainable Design Innovation: Eco architecture. LAYLIN, Tafline. *Richard Stark's Amazing Neptune Fins Help Amputees Swim Again* [online]. 2011 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://inhabitat.com/richard-starks-amazing-neptune-fins-help-amputees-swim-again/>
- [14] LORKO, M., JAMBRICHOVÁ, Z. *Ergonómia*. 1. vyd. Prešov : Technická univerzita v Košiciach, 1998. 121 s. ISBN 80-7099-392-8.
- [15] DREYFUSS, H. *Measure of Man and Woman: Human Factors in Design*. Rev Sub. místo neznámé : Watson-Guptill, 1993.
- [16] Ortopedické pomůcky na trhu a jejich použití v praxi. *Medicína pro praxi* [online]. 2011, č. 8 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2011/03/09.pdf>
- [17] *Ortotický spravodaj: Inovatívny materiál a moderný dizajn* [online]. 8. vyd. Slovakia, 2012 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: [http://www.ottobock.sk/OTTOBOCK/materials/spravodaj/OB\\_OrtotickySpravodaj\\_2012\\_08\\_SK.pdf](http://www.ottobock.sk/OTTOBOCK/materials/spravodaj/OB_OrtotickySpravodaj_2012_08_SK.pdf)

## SEZNAM ZDROJŮ OBRÁZKŮ

- [1] Red News. *Red news* [online]. 12.02.2009 [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://rednews.nova.cz/clanek/hi-tech/sexy-protezy-vitezi.html>
- [2] A Brief History of Prosthetics. *InMotion* [online]. 2007, č. 7, 2.5. 2009 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: [http://www.amputee-coalition.org/inmotion/nov\\_dec\\_07/history\\_prosthetics.html](http://www.amputee-coalition.org/inmotion/nov_dec_07/history_prosthetics.html)
- [3] Mudr. Krawczyk, Petr. *Ortotika horní končetiny*. [Prezentace] Ostrava: Proteor CZ, s.r.o
- [4] Kolář, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén, 2009. 978-80-7262-657-1.
- [5] Grandmedi: Loketní ortéza Epico ROM s fixací zápěstí. [online]. 2013 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.grandmedi.cz/loket/1293-loketni-orteza-epico-rom-s-fixaci-zapesti-.html>
- [6] Ortika: Ortéza loketní, rigidní s fixací. [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.ortika.cz/ortezy/loket-4/or-4f-27>
- [7] ScienceDirect: Journal of Hand Therapy. [online]. 2009 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089411300800104X>
- [8] Smartplanet: Smart takes. NUSCA, Andrew. *With inspiration from the sea, rethinking the prosthetic arm* [online]. 2011 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.smartplanet.com/blog/smart-takes/with-inspiration-from-the-sea-rethinking-the-prosthetic-arm/14038>
- [9] Cascade. *Pediatrics Orthotics: Elbow orthoses* [online]. 2010 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.cascade-usa.com/products/PEDIATRICS/PEDIATRIC%20ORTHOTICS/PEDIATRIC%20UPPER%20EXTREMITY%20ORTHOSSES/PEDIATRIC%20ELBOW%20ORTHOSSES/DEROYAL%20PEDIATRIC%20ELBOW%20ORTHOSSES/PROGLIDE%20JR@@2e%20ELBOW.aspx>
- [10] Cascade. *Pediatrics Orthotics: Elbow orthoses* [online]. 2010 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.cascade-usa.com/products/ORTHOTICS/UPPER%20EXTREMITY%20ORTHOTICS/ELBOW%20ORTHOSSES/DEROYAL%20ELBOW%20ORTHOSSES/DEROYAL%20STATIC-PRO%20ELBOW%20ORTHOSIS.aspx>
- [11] Weburbanist: Conceptual and Futuristic Technology. DELANA. *Getting a Leg Up: 6 Amazing Prosthetics Changing the Game* [online]. 2010 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://weburbanist.com/2010/12/15/getting-a-leg-up-6-amazing-prosthetics-changing-the-game/>
- [12] Inhabitat - Sustainable Design Innovation: Eco architecture. LAYLIN, Taflin. *Richard Stark's Amazing Neptune Fins Help Amputees Swim Again* [online]. 2011 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://inhabitat.com/richard-starks-amazing-neptune-fins-help-amputees-swim-again/>
- [13] Tom's guide: Computers. MOSSESGELD, Rico. *Move On Promises Faster Recovery From Stroke* [online]. 2010 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.tomsguide.com/us/Move-On-Matthias-Menzel-Stroke,news-6145.html>

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

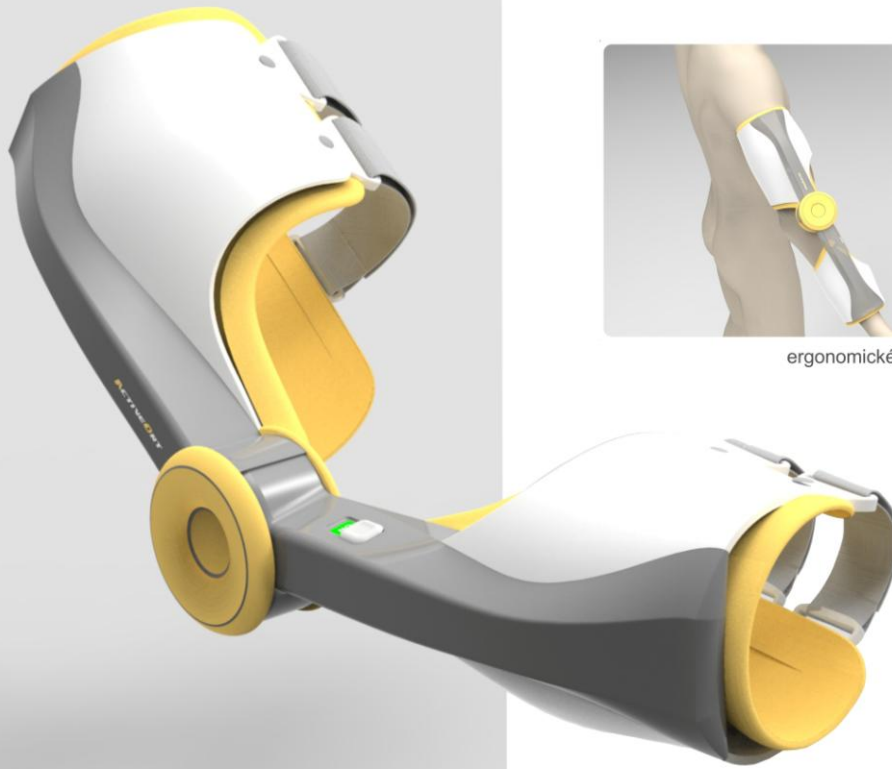
Obr. 1 Železná ruka rytíře Götze von Berlichingen [2]	14
Obr. 2 History of prosthetics [2]	15
Obr. 3 History of prosthetics [2]	15
Obr. 4 Přehled vzájemného vztahu ortéza – organismus [4]	17
Obr. 5 Klasifikace ortéz horní končetiny [3]	18
Obr. 6 SCS klasifikace ortéz horní končetiny [3]	19
Obr. 7 Loketní ortéza EPICO ROM s fixací zápěstí [5]	21
Obr. 8 OR 4F Ortéza loketní [6]	21
Obr. 9 Pro-Glide JR Dynamic ROM EO SM Right [9]	21
Obr. 10 DeRoyal Static-Pro Elbow Left [10]	21
Obr. 11 Termoplastická loketní ortéza [7]	22
Obr. 12 Immaculate prosthetic, Hans Alexander Huseklepp [1]	23
Obr. 13 Immaculate prosthetic, Hans Alexander Huseklepp [1]	23
Obr. 14 Biomimicry, Kyalene Kau [8]	24
Obr. 15 Biomimicry, Kyalene Kau [8]	24
Obr. 16 Prosthetic arm design, Creative DNA Australia [8]	24
Obr. 17 Move on, Matthias Menzel [13]	25
Obr. 18 Move on concept, Matthias Menzel [13]	25
Obr. 19 Neptune Fins, Richard Stark [12]	25
Obr. 20 Neptune Fins, Richard Stark [12]	25
Obr. 21 Varianta I, hmotová kompozice	26
Obr. 22 Varianta I, hmotová kompozice	26
Obr. 23 Varianta II, hmotová kompozice	27
Obr. 24 Varianta II, hmotová kompozice	27
Obr. 25 Varianta III, hmotová kompozice	27
Obr. 26 Varianta III, finální hmotová kompozice	28
Obr. 27 Varianta III, finální hmotová kompozice	28
Obr. 28 Finální varianta	28
Obr. 29 Ergonomické řešení ortézy	29
Obr. 30 Upínací systému	30
Obr. 31 Detail ovladače	30
Obr. 32 Tvarové řešení ortézy	31
Obr. 33 Detail vnějšího krytu	32
Obr. 34 Detail vnějšího krytu objímky	32
Obr. 35 Detail kloubu	33
Obr. 36 Finální barevné provedení ortézy	34
Obr. 37 Barevná varianta I	35
Obr. 38 Barevná varianta II	35
Obr. 39 Detail ovládacího prvku	36
Obr. 40 Grafické řešení názvu ortézy	36
Obr. 41 Vnitřní prostorové uspořádání	37
Obr. 42 Vnější kryty	38
Obr. 43 Orientační výkres M 1:5	39

---

## **SEZNAM PŘÍLOH**

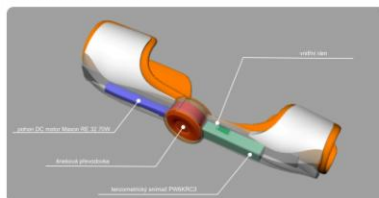
Sumarizační poster A4  
Sumarizační poster A1  
Model M 1:1  
Bakalářská práce na CD

## aktivní loketní ortéza

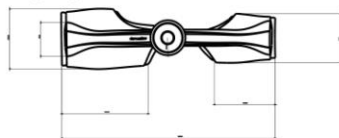


ergonomické řešení

### vnitřní uspořádání



### M 1:3 [mm]



## popis práce

Cílem této bakalářské práce je vytvořit komplexní návrh vnějších krytů u aktivní loketní ortézy, určenou pro pacienty s poraněním loketního kloubu. Návrh by měl splňovat především funkční a terapeutické vlastnosti s ohledem na psychologické a estetické funkce. Svou vizuální podobou by měl evokovat ke zlepšení fyzické a duševní rovnováhy pacienta.

Koncept mého návrhu se opírá o vzájemné propojení antropometrických vlastností lidské paže a organického tvarování, se snahou o vytvoření uceleného zpracování návrhu ortézy, kdy jednotlivé části na sebe navzájem navazují. Tím se odpoutává od ortéz stavebnicového charakteru. Výsledkem by tedy měla být ortéza, která splňuje všechny požadavky a zároveň svým tvarováním, barevným a kompozičním řešením přináší uživatelům nejen užitek při jejím používání, ale hlavně radost a psychickou stabilitu.

Název práce: Design vnějších krytů aktivní loketní ortézy

Autor: Nikola Haasová  
Vedoucí bakalářské práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.  
Odbor průmyslový design, ÚK FSI VUT Brno

Datum obhajoby: červen 2013 (3. ročník, letní semestr, rok 2012/2013)