

VĚDECKÉ SPISY VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V BRNĚ

Edice PhD Thesis, sv. 673

ISSN 1213-4198

thesis
?
IS

Ing. Olga Minaříková

**Design kompenzační pomůcky
horní končetiny**

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Ing. Olga Minaříková

**DESIGN KOMPENZAČNÍ POMŮCKY
HORNÍ KONČETINY**

DESIGN OF UPPER LIMB ASSISTIVE DEVICE

zkrácená verze Ph.D. Thesis

Obor: Konstrukční a procesní inženýrství
Školitel: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, ArtD.
Oponenti: MUDr. Petr Krawczyk
doc. akad. soch. Jan Zamazal
akad. soch. Zdeněk Zdařil
Datum obhajoby: 3. 10. 2012

KLÍČOVÁ SLOVA

ortopedická protetika, fokomélie, vrozené vývojové vady horních končetin, design, redesign, kompenzační pomůcka, handicap

KEYWORDS

orthoprosthesis, phocomelia, congenital malformation of upper limb, design, redesign, assistive devices, assistive device, handicap

Místo uložení dizertační práce

Ústav konstruování, FSI, VUT v Brně

Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě strojního inženýrství. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.

© Olga MINAŘÍKOVÁ, 2012

ISBN 978-80-214-4605-2

ISSN 1213-4198

OBSAH

1 ÚVOD	6
1.1 Pacient	7
1.1.1 Osobní konzultace	7
1.1.2 Dovednosti a omezení pacienta	7
1.2 Vstupy	8
1.2.1 3D skeny	8
1.2.2 Sádrový odlitek	9
1.2.3 DynamicArm 12K100	9
1.3 Priority	10
2 STRUČNÝ PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	11
2.1 Redesign	11
2.2 Fokomélie	11
3 ZHODNOCENÍ POZNATKŮ ZÍSKANÝCH NA ZÁKLADĚ REŠERŠE A FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU	11
3.1 Zhodnocení rešeršní části	11
3.2 Formulace řešeného problému	12
4 VYMEZENÍ CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE	12
5 METODY PŘÍSTUPU A NÁVRH ZPŮSOBU ŘEŠENÍ	13
5.1 Kompenzační pomůcka DynamicArm 12K100	13
5.1.1 Specifika	13
5.1.2 Ovládání	14
5.1.3 Výhody a nevýhody	15
5.2 4TE pomůcka – výsledný design	16
5.2.1 Specifika	17
5.2.2 Ovládání	23
5.2.3 Výhody a nevýhody	24
6 ANALÝZA A INTERPRETACE ZÍSKANÝCH POZNATKŮ	26
6.1 Srovnání vlastností obou pomůcek	26
6.2 Manipulační prostor	27
7 ZÁVĚR A POHLED DO BUDOUCNA	30
7.1 Splnění cílů práce	30
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	32
CURRICULUM VITAE AUTORA	33
ABSTRAKT	34
ABSTRACT	34

1 ÚVOD

V současné době žije v České republice přibližně 1 930 000 lidí se zdravotním postižením (tj. osob se speciálními potřebami). Z toho je asi 300 000 osob s vadami pohybového aparátu. (viz. Národní plán opatření pro snížení negativních důsledků zdravotního postižení, 1993) [1]. Oblasti protetiky a ortotiky jsou příkladem lidské snahy o co největší usnadnění života postižených nebo – ať už krátkodobě nebo dlouhodobě – znevýhodněných pacientů. Vývoj a výroba kompenzačních pomůcek jsou nedílnou součástí moderního přístupu k osobám se speciálními potřebami.

Technická podpora pro tyto osoby v dnešní době nabízí řadu vysoce moderních pomůcek a zařízení, které se vyznačují jak vysokou úrovní technologického provedení a kvalitou materiálu, tak kvalitním a atraktivním designem. Nejdůležitější kritéria jako užité vlastnosti a komfort při používání se stále zlepšují s vývojem nových materiálů a technologií. Kvalitně školený personál ortoprotetických zařízení se postará o detailní vyšetření pacienta, provedení potřebných testů, zmapování jeho individuálních potřeb.

Stále však existují postižení, pro které v dnešní době nejsou žádné speciální kompenzační pomůcky dostupné. Pacienti postižení malformací horních končetin jsou většinou odkázáni na pomoc okolí nebo na alternativní a podomácku vyrobené pomůcky. Mají také možnost získat vysoce kvalitní pomůcku, která však vychází z dílů určených pro jiné postižení a její používání je tedy spojené s řadou problémů. Tato práce si vzala za cíl zmapovat zmíněnou oblast a ze získaných poznatků vyjít při vývoji unikátní pomůcky s pracovním označením **4TE**, která je určena pro osoby s vrozeným postižením horních končetin zvaným fokomélie.

1.1 Pacient

1.1.1 Osobní konzultace

Projekt 4TE je cílen na konkrétní osobu, proto po celou dobu výzkumu, vývoje, a procesu redesignu byl postup konzultován a konfrontován přímo s ní. Jde o osobu osmnáctiletého muže s vrozenou vývojovou vadou zvanou fokomélie, viz kap. 2.2.

Do vývoje významně přispěla také blízká rodina postiženého se svými zkušenostmi a nápady. Díky těmto praktickým poznatkům bylo možné co nejefektivněji optimalizovat hlavně funkční parametry a vyřešit problémy s nasazováním a přichycením pomůcky. Osobní konzultace byly nepostradatelným prvkem práce, na kterém byl založen celý koncept. Bez něj by nebylo možné řešit dílčí úkoly a rovněž provést závěrečná srovnávací měření vybraných parametrů.



Obr. 1 Pacient

1.1.2 Dovednosti a omezení pacienta

Dle lékařského nálezu pacient není schopen samostatné činnosti ve smyslu zajištění životních funkcí. Jeho stav vyžaduje pomoc druhé osoby. Pacient se však v průběhu svého života naučil efektivně své ruce využívat a i přes své postižení zvládá mnoho činností. Zde je uvedeno několik základních příkladů:

Co sám dokáže:

- sám se nají lžičkou, vidličkou
- napije se z hrnku
- dokáže psát, kreslit
- s obtížemi ovládá PC
- má dobrý úchyt dvěma prsty
- ovládá mobilní telefon

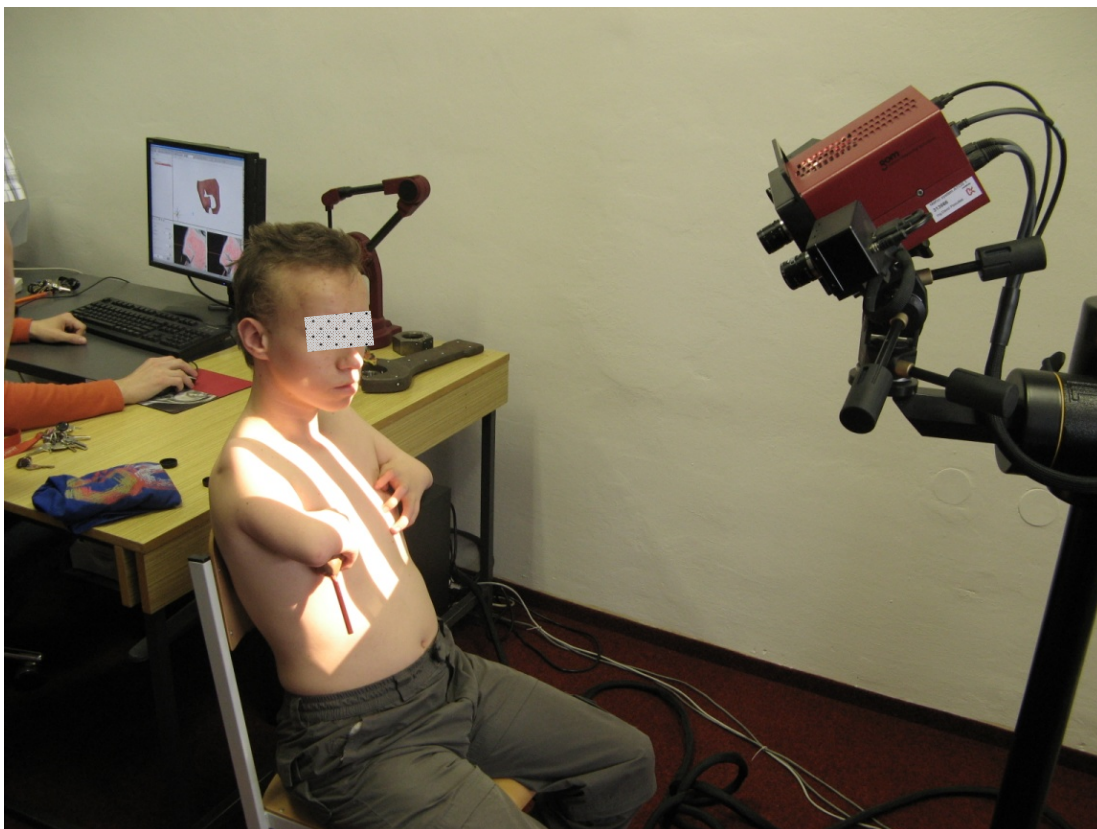
Co sám nedokáže:

- jít sám na wc
- obléci se
- zavázat boty
- poškrábat se na stehně / hlavě
- utírat pot z čela
- při pádu dát před sebe ruce
- stříhat nůžkami
- nedosáhne do vzdálenějších poloh

1.2 Vstupy

1.2.1 3D skeny

Bylo naskenováno několik 3D snímků systémem ATOS I rozlišením 2body/mm. Následně byl z těchto snímků v programu 3ds Max vytvořen kompletní model trupu a horních končetin, který posloužil při počítačovém navrhování.



Obr. 2 Průběh skenování



Obr. 3 3D skeny

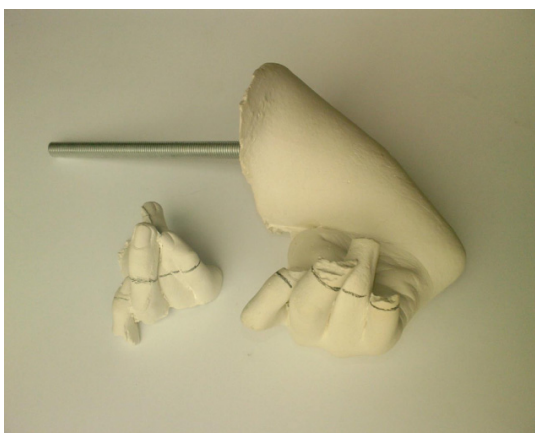


Obr. 4 Přepracovaný model horní poloviny těla

1.2.2 Sádrový odlitek

Za teoretické, praktické i materiální asistence pracovníků firmy ING corporation, s.r.o. Frýdek Místek bylo provedeno odlití pacientovy pravé ruky do alginátové otiskovací hmoty Elastic Cromo a následně vyroben sádrový odlitek.

Hotový model posloužil pro získání lepší prostorové představy při vývoji pomůcky **4TE**.



Obr. 5 Sádrový odlitek ruky



Obr. 6 Sádrový odlitek ruky po úpravě

1.2.3 DynamicArm 12K100

Významným vstupem do této práce je kompenzační pomůcka vyrobená našemu pacientovi na míru specializovanou firmou MS ortoprotetika. Spolupráce s firmou probíhala od února 2010 do dubna 2011. Pomůcka byla vyrobena ze špičkových dílů vyráběných a dodávaných firmou Otto Bock, Díky této pomůcce bylo možné objevit nedostatky spojené s vývojem, výrobou a používáním pomůcky vyrobené klasickým způsobem z dílů dostupných na trhu a získané poznatky využít při návrhu výsledného řešení - pomůcky **4TE**. Tato pomůcka nese tovární označení **DynamicArm 12K100**.



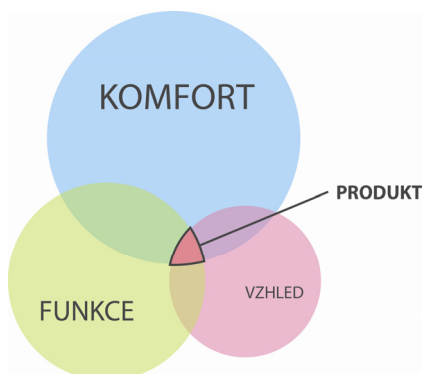
Obr. 7 Pacient s pomůckou DynamicArm 12K100

1.3 Priority

Při navrhování a výrobě v protetice vždy postupujeme tak, abychom vyhověli **třem základním požadavkům** [2], [3] dle jejich priority:

1. **Komfort** - Pomůcka může být sebekrásnější, ale je-li její nošení a používání nepohodlné nebo na obtíž, pak je nepoužitelná.
2. **Funkce** - je důležité kritérium při používání. Je zbytečné vyvíjet pomůcku, která nepřináší žádný užitek, nenabízí nebo nerozšiřuje o nové funkce nebo dokonce omezuje v činnostech, které bylo možné zvládnout bez použití pomůcky.
3. **Vzhled** - má sice nejmenší prioritu, ale je také důležitý. Celkový vzhled pomůcky se odráží v komfortu i funkci. Kvalitní design navíc pozitivně působí na psychiku člověka.

Všechny tři požadavky se navzájem ovlivňují a jejich společným jmenovatelem je právě ortoprotetický produkt.



Obr. 8 Tři základní principy uplatňované při vývoji v protetice

2 STRUČNÝ PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Redesign

Redesignem je možná nazvat proces přetvoření již stávajícího řešení věci a vytvoření něčeho nového. Nemusí se nutně jednat jen o hmotné inovace. V širším pojetí jej můžeme chápat také jako ideovou změnu. Každý redesign, má-li být úspěšný, musí přinést změnu k lepšímu a ne naopak.

2.2 Fokomélie

z gr. foco melos = tulení končetina

Fokomelická paže se vyznačuje malou délkou, která je spojená s absencí svalové hmoty a tedy s nedostatečnou silou, kterou jsou paže a ruka schopny vyvinout. Paže nasedá přímo na pletenec ramenní a nemá loket, tím je výrazně omezena správná funkčnost celé paže a její manipulační prostor. Fokomelická ruka disponuje prsty, ale ty jsou v důsledku chybějících svalů a prstohybných šlach v předloktí značně oslabeny. Palec bývá často schoulen v dlani, nebo zcela chybí [4]. V našem případě jde o první možnost – palec je nefunkční a neposkytuje opozici ostatním prstům.

3 ZHODNOCENÍ POZNATKŮ ZÍSKANÝCH NA ZÁKLADĚ REŠERŠE A FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU

3.1 Zhodnocení rešeršní části

Na základě provedené rešerše bylo zjištěno, že se na trhu v současnosti nevyskytují žádné moderní pomůcky určené pro osoby postižené fokomélií, nebo nebyly doposud publikovány. Vývoj pomůcek pro pacienty s tímto postižením se rozvinul v 50. a 60. letech 20. století, kdy došlo vlivem conterganové aféry [5] k prudkému nárůstu počtu novorozenců s vadami končetin. Vlivem této události se některé výzkumné týmy na světových klinikách začaly zabývat vývojem a výrobou pomůcek pro fokomélií postižené děti. Z této doby pochází nejvíce publikací, kde jsou prezentována různá řešení, od mechanicky ovládaných po pneumatické. Již v roce 1948 se na univerzitní ortopedické klinice v Heidelbergu [6] zaměřili na vývoj nového typu pneumatické protézy. V Michiganském centru pro amputované děti [7] byla navrhována nekonvenční protetická vybavení, která pacient ovládal zbylými částmi ruky. Tyto protézy byly buď tahové, nebo s elektrickou podporou. Postupem času však upadl zájem o tuto problematiku a nepodařilo se vyhledat další a hlavně aktuální publikace pojednávající o této problematice.

Moderní řešení dnešní doby, které nám bylo nabídnuto a následně vyrobeno specializovanou ortoprotetickou firmou sestává z dílů, které jsou primárně určeny pro pacienty po amputaci. Používání této pomůcky s sebou nese četné problémy a proto se toto řešení pro použití u fokomelického pacienta ukázalo jako nevhodné. Pacienti postižení fokomélií horních končetin jsou dnes tedy většinou odkázáni na pomoc okolí nebo na alternativní a podomácku vyrobené pomůcky.

3.2 Formulace řešeného problému

Problémová situace

Pomůcky pro osoby postižené fokomélií jsou vyráběny z dílů, které jsou primárně určeny pro postižení nebo amputace, které se vyznačují absencí ruky a prstů. Takovéto pomůcky pacienta zbytečně omezují, problematicky se nasazují, nevyužívají dostatečně potenciál pohybu jeho vlastních rukou a jejich humanizovaný vzhled zbytečně vytváří pochybnosti u lidí, s nimiž se uživatel setkává.

Formulace problému

Základní problém řešený v rámci disertační práce lze na základě problémové situace formulovat následovně:

Je možné redesignovat stávající pomůcky, jež jsou pro postižené fokomélií doposud jedinou možnou alternativou, tak, aby byly efektivně odstraněny jejich nedostatky a byla jim přidána další užitná hodnota?

4 VYMEZENÍ CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavní cíl:

Cílem disertační práce je provést redesign kompenzační pomůcky vytvořené specializovanou firmou z dílů homologovaných pro stavbu pomůcek pro pacienty s amputací. Tato pomůcka byla vytvořena na míru konkrétní osobě postižené fokomélií, ale její používání s sebou již od začátku nese četné problémy. Aplikovaný redesign si dává za cíl tyto problémy odstranit a případně vnést do návrhu další užitnou hodnotu při zachování pohyblivosti a komfortu uživatele.

Vedlejší cíle:

Vedlejší cíle této práce lze stručně charakterizovat v následujících bodech:

jednoduchá ale maximálně funkční konstrukce

- možnost skládání
- široký rozsah pohybů
- možnost složeného pohybu

využití nosnosti zad

- komfortní nošení
- příznivý dopad na držení těla

jednoduché nasazování a sundávání

- osamostatnění

ovládání rukama pacienta pomocí ovladače

- intuitivní ovládání
- zpětná vazba
- možnost složeného pohybu

nehumanizovaný vzhled

- přiznání technického charakteru
- atraktivní design

5 METODY PŘÍSTUPU A NÁVRH ZPŮSOBU ŘEŠENÍ

Potřeba komplexnějšího a profesionálního řešení vyústila v oslovení firmy MS ortoprotetika, která se problému ujala a vyrobila pomůcku na míru našemu pacientovi. Vznikla pomůcka, která je však ve své podstatě (konstrukce, ovládání, uchycení) určená pro jiný typ postižení (amputace, vrozená amputace), jde tedy pouze o náhradní řešení a její použití u fokomelického pacienta je spojeno s celou řadou problémů. Přesto je tato pomůcka chvalitebným počinem, který pomohl odhalit problémy spojené s jejím užíváním a upozornit na potřebu vývoje zcela nové a unikátní pomůcky cílené na pacienty postižené fokomelií.

5.1 Kompenzační pomůcka DynamicArm 12K100

Tato pomůcka posloužila jako výchozí bod pro řešení disertační práce – aplikovaný redesign a návrh zcela nového typu pomůcky.

5.1.1 Specifika

Materiál

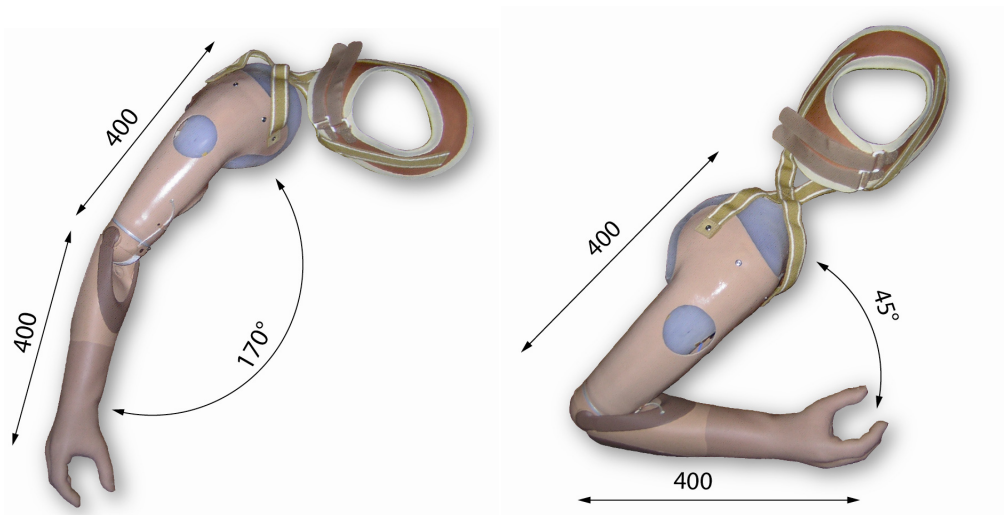
Na výrobu pomůcky jsou použity ověřené materiály běžně používané v protetice. Vnitřní mechanismy jsou standardně vyrobeny z kovu a plastu. Vnější plášť je z praktických důvodů plastový, a tedy odolný a omyvatelný. Část, kde pomůcka doléhá na kůži, je vyroben z měkčího plastu s antibakteriální úpravou.

Ruka protézy je krytá silikonovou rukavicí, která umožňuje pohyb prstů a zároveň chrání její mechanismus. Silikonové prvky mají decentní barevné odstupňování a zároveň zajišťují tlumení hluků a ořesů, které mohou vznikat např. při styku s tvrdým povrchem. Uchycení přes druhou paži je zprostředkováno textilní objímkou. Ta je s protézou spojena pružnou textilní páskou.

Rozměry a hmotnost

Hmotnost: 2,3 kg

Rozměry:



Obr. 9 DynamicArm 12K100 - základní rozměry a rozsahy v extenzi a flexi

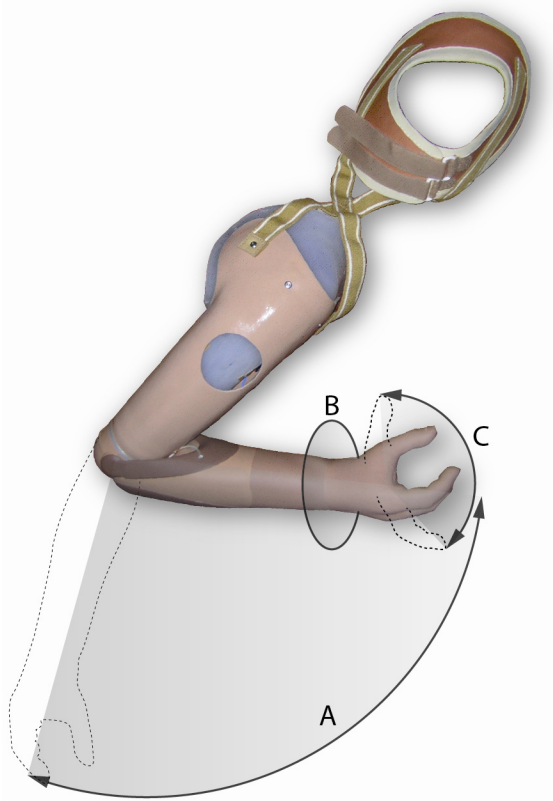


Obr. 10 DynamicArm 12K100 – vnitřní strana

Pomůcka DynamicArm 12K100 vyrobená firmou MS ortoprotetika dovoluje tři různé nezávislé pohyby (Obr. 11):

- A ohýbání v lokti
- B otáčení zápěstí
- C svírání dlaně

Další pohyby jsou již závislé na pohybu ramen a trupu. Avšak omezená pohyblivost ramen v kombinaci s tíhou pomůcky poskytuje jen velmi omezený rozsah dalších pohybů.



Obr. 11 DynamicArm 12K100 – rozsah pohybu

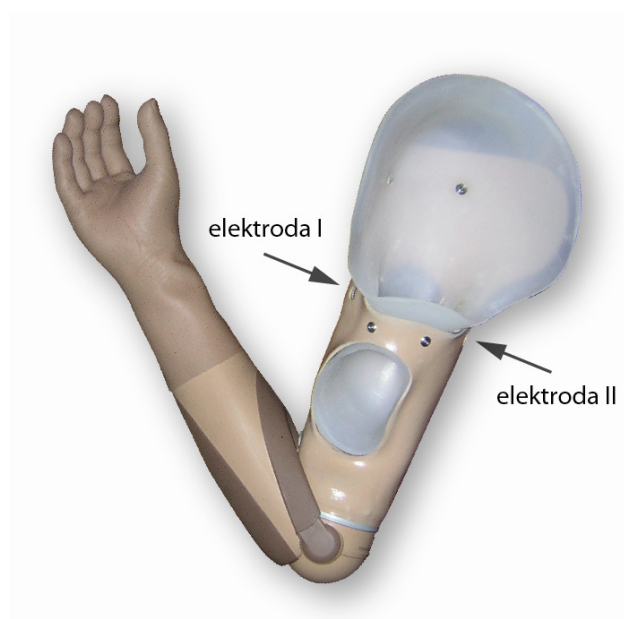
5.1.2 Ovládání

Pomůcka je ovládaná myoelektricky, což znamená, že na kůži jsou detekovány vhodné body a na jejich místech jsou pak elektrodami snímány myoelektrické impulsy, kterými je pak pomůcka ovládána. Elektrody snímají body na horní části paže. Jeden bod je v oblasti bicepsu, druhý v oblasti tricepsu (Obr. 12):

elektroda I ovládá extenzi paže v lokti a v dlani a pronaci v zápěstí

elektroda II pak opačný pohyb, tedy flexi v lokti a dlani a supinaci zápěstí.

Je možné ovládat vždy jen jeden pohyb v daný čas. Přepínání mezi jednotlivými pohyby (loket, zápěstí, dlaň) je řízeno tzv. kokontrakcí, což je aktivace obou signálů zároveň. O úspěšném přepnutí mezi jednotlivými pohyby je uživatel informován buď zvukovým signálem, nebo vibrací. Mód ovládací dlani je signalizován jedním signálem, zápěstí dvěma signály a přepnutí do módu k ovládní ohybu v lokti je signalizováno třemi signály.



Obr. 12 DynamicArm 12K100 – umístění elektrod

5.1.3 Výhody a nevýhody

Přesto že se tento produkt snaží o maximální krytí handicapu a optická a akustická nenápadnost tomu napomáhají, jeho primární určení je pro osoby po amputaci nebo při vrozeném postižení, kdy není vyvinuta ruka s prsty. Proto jeho použití u fokomelických pacientů s sebou nese četné problémy. Je třeba však zdůraznit, že pomůcka DynamicArm 12K100 je prvním pokusem o moderní kompenzační vybavení pro osoby postižené fokomélií u nás.

Výhody:

Dostupnost

Pomůcka byla vyvinuta specializovanou firmou a financována zdravotní pojišťovnou. Dá se o ní tedy říct, že při splnění podmínek daných zdravotní pojišťovnou je pro postižené fokomélií dostupná.

Nevýhody:

Nesamostatnost

Uživatel si pomůcku sám nenasadí ani nesundá. Vždy je potřeba asistence další osoby. Obtížné nasazování a sundávání

Proces nasazování a sundávání je nepříjemný a bolestivý a dochází při něm k otlačení. Časté problémy s kontaktem elektrody a bodu na kůži
Někdy je nutné pomůcku nasazovat několikrát, než elektrody dosednou na správná místa. Tento opakující se proces vede ke ztrátě motivace.

Neintuitivní ovládání
Pomůcka je ovládaná myoelektricky a nevyužívá potenciálu vlastních rukou pacienta. Učení precizního ovládání je otázkou delší doby. V daný čas je možné ovládat pouze jeden pohyb.

Není zpětná vazba
Uživatel má pouze vizuální zpětnou vazbu. Necítí sílu stisku a při zavřených očích nemá představu o pohybu pomůcky.

Omezení pohybu
Uživatel je schopen vykonávat spoustu sebeobslužných úkonů vlastníma rukama a bez pomoci. Pomůcka těsně obepíná převážnou část paže a podstatnou vahou tlačí na ruku, čímž její pohyb radikálně omezuje.

Nevhodný design
Pomůcka působí jako náhrada chybějící končetiny. Při fokomélii ale končetina nechybí, je pouze zkrácená a navíc je v podstatné míře funkční. Skrývání handicapu v tomto případě postrádá smysl.

5.2 4TE pomůcka – výsledný design

Na základě zadání disertační práce (Redesign kompenzační pomůcky horní končetiny) vznikl designérský návrh pomůcky, který se snaží o odstranění všech nedostatků, které se vyskytly u pomůcky DynamicArm 12K100.

Pomůcka nese pracovní označení 4TE [forte] – protože **forte = silná stránka**
VÝSLEDNÝ NÁVRH KORESPONDUJE S NÁZVEM, SNAŽÍ O ZMĚNU NEVÝHODY VE VÝHODU – SILNOU STRÁNKU.



13 4TE - vizualizace

Finální podoba vychází z hlubšího zamyšlení nad podstatou problému a z potřeby komplexnějšího řešení, které by odstranilo veškeré problémy, se kterými jsme se během projektu setkali.

Výsledný koncept se snaží být plnohodnotnou pomůckou poskytující široké možnosti polohování při zachování přirozené pohyblivosti uživatele. Vyznačuje se vysokým komfortem nošení, jednoduchým a intuitivním ovládním se zpětnou vazbou, kdy má uživatel představu o síle stisku chapadla. Velkou výhodou tohoto řešení je osamostatnění – nasadit, sundat i ovládat a obsluhovat pomůcku zvládne uživatel bez větších potíží sám, bez potřeby asistence další osoby.

5.2.1 Specifika

Konstrukce

Konstrukce se snaží o kompaktní tvar a efektivní využití místa při zachování minimálních rozměrů. Hlavním konstrukčním prvkem jsou otočné klouby pod úhlem 45°. Sestava tak umožňuje jednoduchý princip skládání a zároveň neomezené možnosti polohování. V centrální části batohu je místo pro akumulátor, ve spodní části se nachází základna pro hlavní výklopné klouby. Ramena jsou dostatečně robustní, aby pojaly vnitřní mechanismy pro klouby i teleskopické vysouvání chapadla.

Pomůcka **4TE** má dvě nezávislé paže, každou se 6 stupni volnosti. Paže jsou zakončené antropomorfními chapadly. Každé chapadlo má 3 stupně volnosti a 10 tlakových senzorů. Pohyb paží je ovládán ovladači typu SpaceNavigátor a uživateli poskytují zpětnou vazbu. Ovladače jsou umístěny tak, aby na ně uživatel postižený fokomélií pohodlně dosáhl.

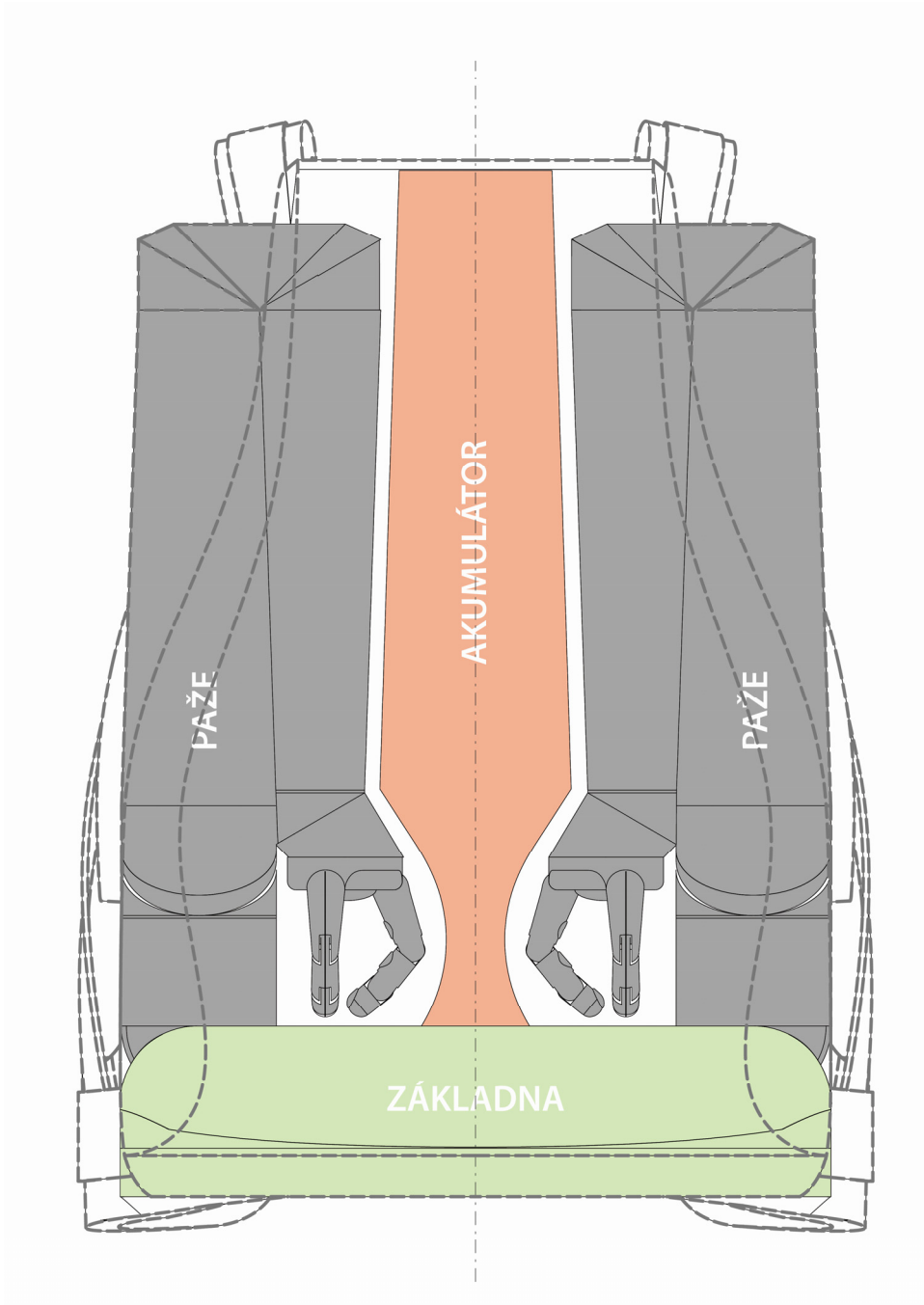
Návrh má podobu batohu, ve kterém se skrývají robotické paže, které se v případě potřeby vysunou. Pokud pomůcku nebude potřeba použít po delší dobu, paže se zasunou a batoh se jednoduše sundá. Při nasazování a sundávání není nutné převlékání, pomůcka **4TE** může být nošena na zimní bundu i na holé tělo stejně jako obyčejný batoh.

Ve složené podobě nezabírá pomůcka **4TE** příliš mnoho místa. Směrem dozadu od zad vystupuje pouhých 105 mm.

Materiál

Volba materiálů pro výrobu pomůcky **4TE** bude odvislá od zvolených typů vnitřních mechanismů a výrobního postupu. Důležitými parametry bude jejich hmotnost a dostatečná pevnost a odolnost. Pro vnitřní mechanismy je uvažována kombinace lehkých slitin a pro vnější krytí použití plastů. Pro popruhy a polstrované části batohu bude použito klasických materiálů jako při výrobě batohů.

Části, u kterých se předpokládá častý kontakt s pokožkou, by měly být vyrobeny z materiálů s přídavkem stříbra. Takovéto materiály jsou dostupné v podobě termoplastu i tkaniny. Funkční antibakteriální přísada vede k výraznému snížení výskytu bakterií a má dlouhodobý účinek.

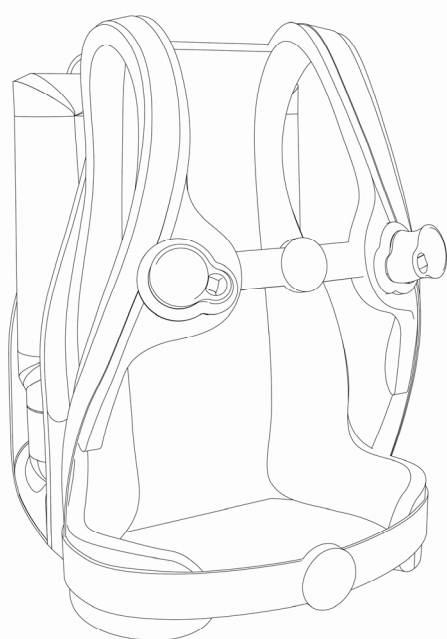


Obr. 14 4TE – vnitřní uspořádání

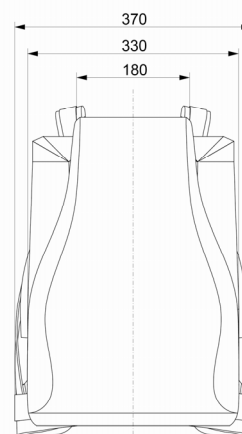
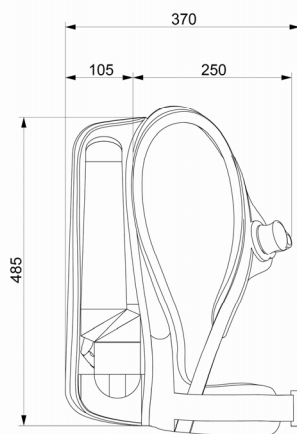
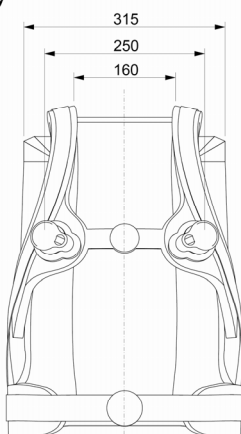
Rozměry a hmotnost

Předpokládaná hmotnost by se měla pohybovat mezi 5 až 8 kg. Bude se odvíjet od použitých materiálů a mechanismů.

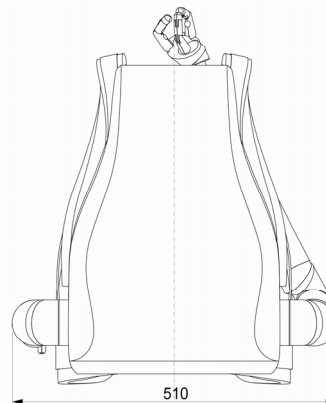
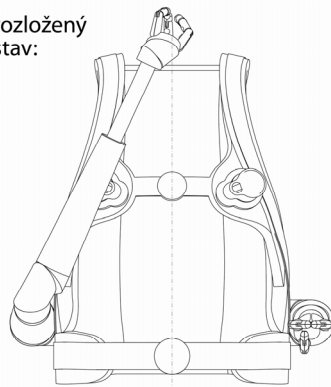
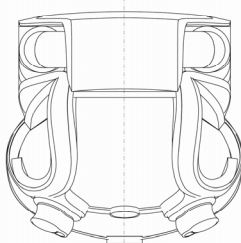
4TE - základní pohledy a rozměry



složený
stav:



rozložený
stav:

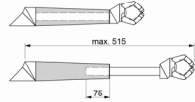




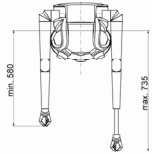
Obr. 15 a 16 4TE – použití 4TE v praxi

4TE . PAŽE - mezní pozice

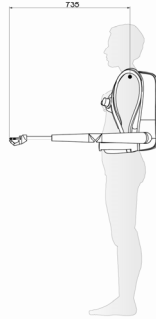
teleskop . řez



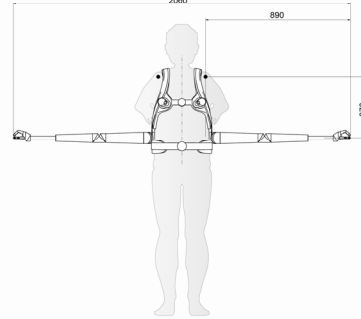
rozsah posunu teleskopu . předpažení



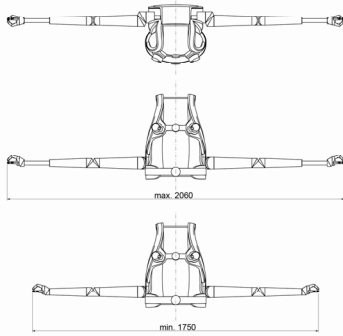
předpažení



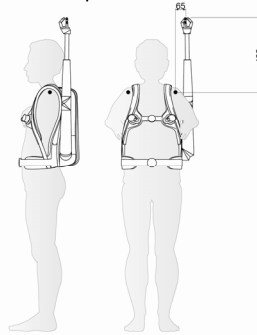
upažení



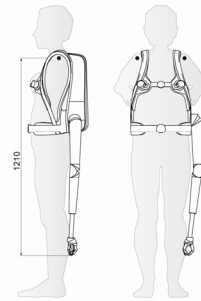
rozsah pohybu teleskopu . upažení



vzpažení



připažení

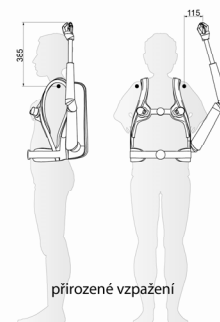
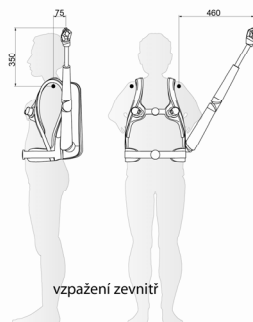
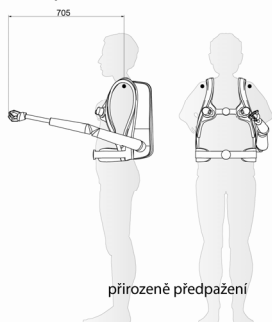


dosahy chapadla v mezních pozicích . měřeno v mm ke vztažnému bodu - ramenní kloub

	předpažení	upažení	vzpažení	připažení
x	735	-75	-75	-75
y	65	890	65	65
z	-370	-370	460	-1210

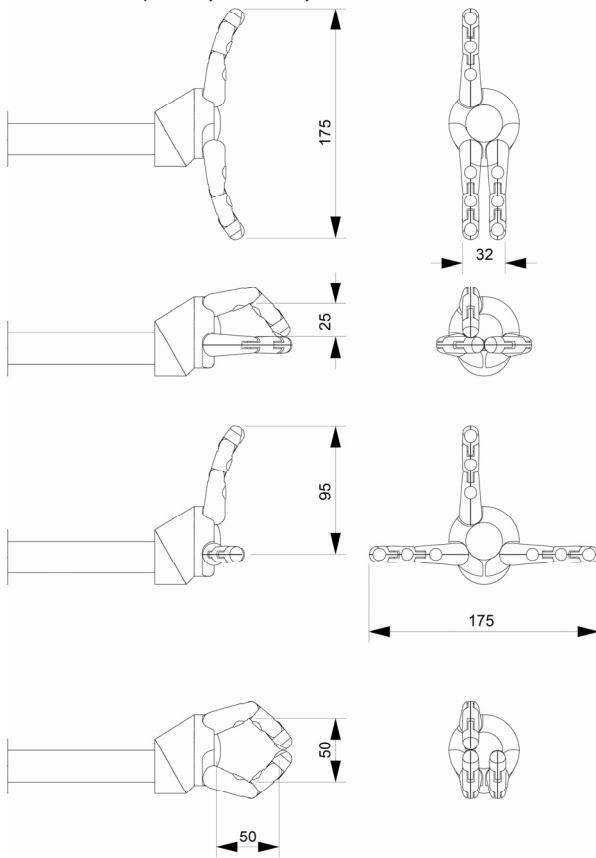


další pozice:

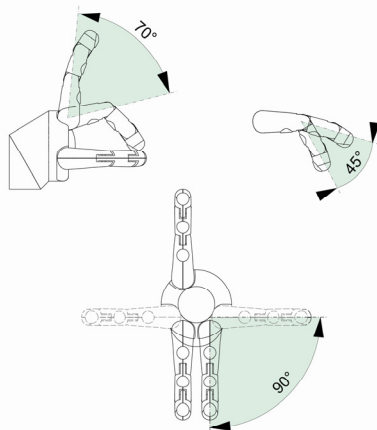


4TE . CHAPADLO

základní pohledy a rozměry:

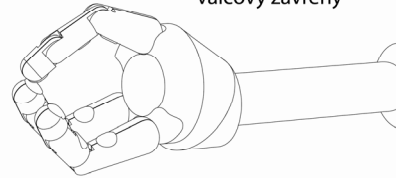


rozsahy natočení prstů chapadla:



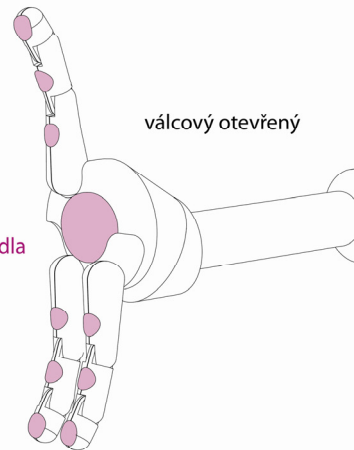
typy úchopů

válcový zavřený

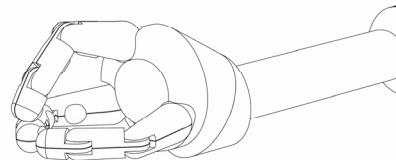


válcový otevřený

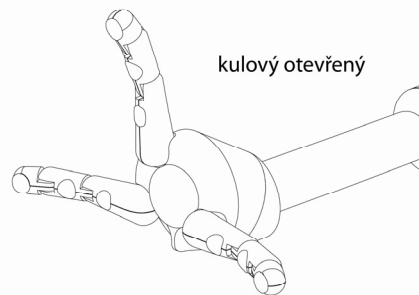
tlaková čidla



kulový zavřený



kulový otevřený



5.2.2 Ovládání

Ovladač

Ovládání pomůcky 4TE probíhá prostřednictvím ručního ovladače, který funguje na principu zařízení zvaného SpaceNavigátor.

Co je SpaceNavigátor - Jde o specifické polohovací zařízení, které vzniklo primárně jako nový typ ovládacího nástroje pro uživatele různých 3D aplikací. Jeho primárním úkolem je tedy usnadnění prostorové orientace.

Ovladač pomůcky 4TE umožňuje rychlé polohování s okamžitou odezvou. Hlavní výhodou SpaceNavigátoru je možnost složeného pohybu. Celkem je k dispozici 6 jednoduchých pohybů, které ale nejsou od sebe odděleny, takže ovladačem je možné pohybovat, otáčet a naklánět všemi směry zároveň. Tak dochází k jejich kombinaci a je možné se pohybovat po libovolné trajektorii. Tento ovládací prvek nám tedy umožňuje pohyb ve všech třech osách prostoru (XYZ) a to najednou.

Ovladač se skládá ze dvou základních částí. Z masivní základny, na níž je gumová prstencová podložka, a hlavy přístroje, který vykazuje vzhledem k pohybu ruky dynamický odpor, který roste s vychýlením ze základní polohy. Například čím více hlavu navigátoru otáčíme, tím rychlejší je otáčení chapadla, avšak vyšší je i odpor navigátoru. To dává dobrou odezvu uživateli ovládajícímu přístroj o intenzitě pohybu, čímž se celý proces zpřesňuje [8].

Ovladače má pomůcka 4TE dva, pro každou ruku jeden, a jsou umístěny na popruzích batohu na hrudníku tak, aby byly pohodlně dosažitelné pro ruce uživatele. Ergonomické tvarování umožňuje pohodlné držení i při nefunkčním palci.

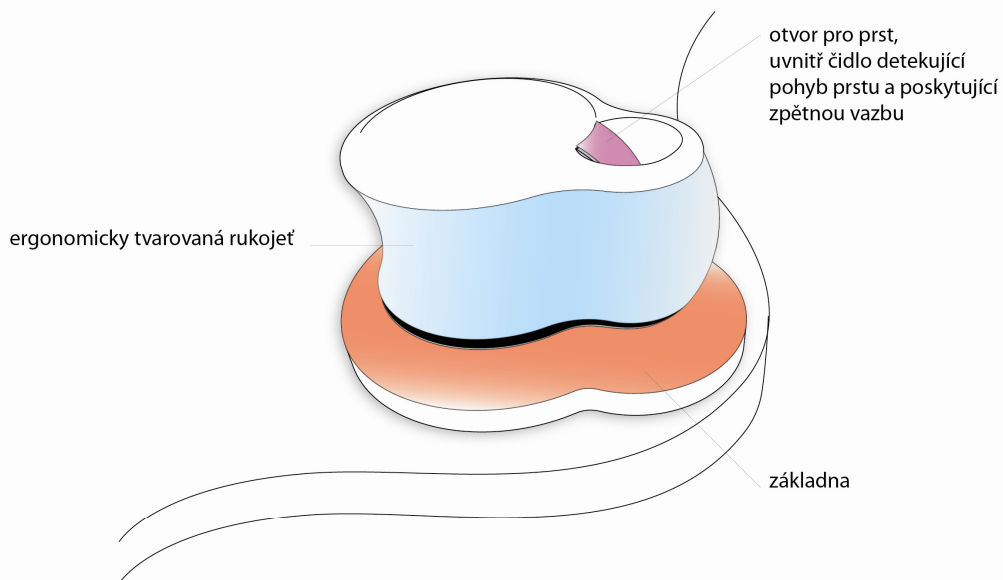
Haptické zařízení

Ovladač je vybaven haptickým zařízením, kterým se ovládá stisk chapadla a zároveň dovoluje cítit zpětnou vazbu síly stisku. Toto zařízení je umístěno v asymetrické části těla ovladače. Jde o objímku, do které uživatel zasune jeden z prstů. Objímka pak snímá pohyb prstu (flexi a extenzi) a reflektuje jej na pohybu chapadla. Uvnitř objímky jsou pneumatické polštářky, které se nafukují podle síly, kterou vyvíjí chapadlo na stiskáný předmět a kterou snímá 10 dotkových snímačů umístěných na prstech a těle chapadla.

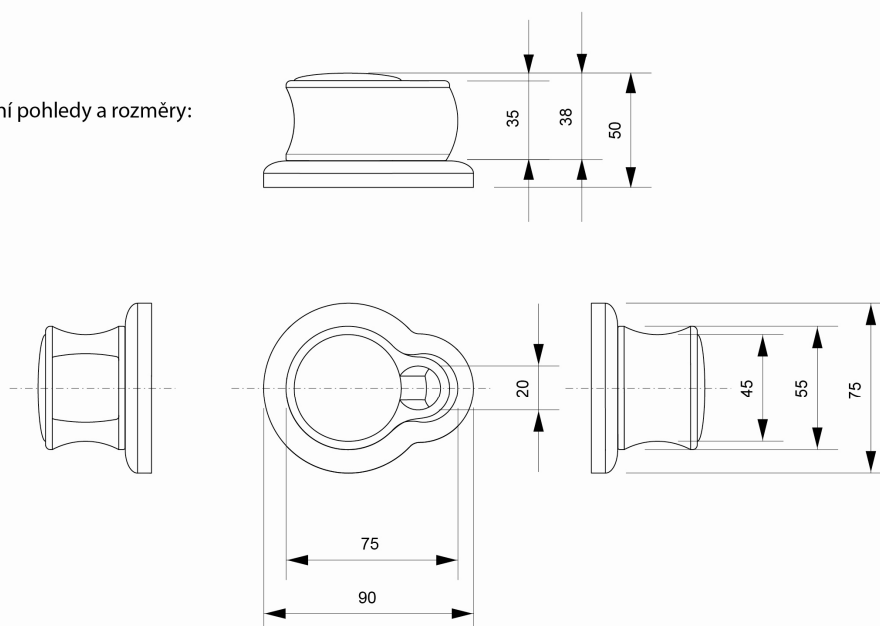


Obr. 17 4TE – ovladače

4TE . OVLÁDACÍ PRVEK



základní pohledy a rozměry:



5.2.3 Výhody a nevýhody

Pomůcka **4TE** nabízí pro uživatele postiženého fokomelií celou řadu výhod. Vznikla primárně proto, aby odstranila nedostatky spojené s užíváním pomůcky, která je dnes pro fokomeliky sice k dostání, ale její použití je spojeno s četnými problémy od obtížného nasazování, až po nevhodné ovládání díky kterým se nakonec stává pro uživatele přítěží.

Souhrnný výčet **výhod**, které pomůcka **4TE** uživateli přináší:

Jednoduché nasazování a sundávání

Jak jsme se přesvědčili, nasazení batohu a jeho nošení je pro postiženého fokomélii běžná věc. Nasadit i sundat batoh zvládne během pár sekund jako zdravý člověk. Jednoduchá obsluha dovoluje uživateli dle potřeby pomůcku **4TE** bez problémů sundat a zase nasadit.

Osamostatnění - není nutná asistence dalšího člověka

Není nutné, aby u jakékoliv manipulace s pomůckou **4TE** asistovala další osoba. To je pro fokomelika, který je běžně odkázán na pomoc asistenta, v jeho životě významný krok v začlenění do společnosti a psychickou pohodu.

Není nutné se při nasazování a sundávání svlékat

Pomůcka **4TE** se nosí jako běžný batoh. Není proto nutné, aby se uživatel před nasazením nebo sundáním svlékal, jak je to běžné u myoelektricky ovládaných pomůcek. Celá operace se tedy výrazně zrychlí a zjednoduší.

Méně omezení - více pohybu

Konstrukce typu batoh nijak výrazně neomezuje stávající ruce fokomelika v jejich přirozeném pohybu. Ve složeném stavu pomůcka **4TE** nezabírá příliš mnoho místa – výška i šířka kopírují záda uživatele a na hloubku zabírá **4TE** pouhých 105mm.

Variabilita - je variabilní v použití na jednu/obě strany

Pomůcka **4TE** je sice primárně konstruovaná pro oboustranně postiženého člověka, ale je možné ji upravit a použít i pro jednostranné postižení. V takovém případě by se akumulátor a mechanismy, u kterých by to bylo možné, přesunuly na stranu ke zdravé ruce, aby co nejvíce vyvažovaly tíhu paže **4TE**.

Intuitivní ovládání

Práce se zařízením SpaceNavigátor je intuitivní a rychle naučitelná na rozdíl od myoelektricky ovládaných pomůcek. Pomůcka **4TE** je ovládána podobným typem ovladače, který se ze SpaceNavigátoru vychází. Umožňuje přirozené ovládání rukama uživatele. Pohyb pomůcky kopíruje pohyb navigátoru, jde tedy o plynulý složený pohyb. Ovladač navíc klade proti pohybu odpor, takže uživatel má představu, jaký pohyb právě vykonává i bez vizuální kontroly.

Zpětná vazba – vnímání síly stisku

V těle ovladače je integrovaný ovladač pro stisk chapadla. Ovládání se provádí jedním prstem, který se zasune do otvoru, kde je jeho pohyb snímán a tak ovládáno sevření nebo otevření chapadla. Vnitřní pneumatický mechanismus, který přenáší informace z tlakových snímačů umístěných na chapadlech, navíc poskytuje zpětnou vazbu – pocit dotyku. Tak je možné přenášet i křehké a měkké předměty bez poškození.

Nemá negativní vliv na držení těla – podporuje správné držení

Konstrukce pomůcky typu batoh je nejzdravější variantou nošení břemene. Váha je rovnoměrně rozložena na ramenou a nezatěžuje ruce.

Je skladný

Malé rozměry, kompaktní tvar a nízká váha zaručují jednoduchou manipulaci, přenášení i skladnost.

Upřímňý a atraktivní technický vzhled - nešokuje okolí

Pomůcka **4TE** záměrně nenapodobuje reálný vzhled lidské paže. Hned na první pohled je jasné, že jde o technické vybavení, u něhož je hlavní prioritou funkce a bezchybná služba uživateli. Kontrastní barevnost vyzdvihuje konstrukční uzly.

Nevýhody:

Nebylo prokázáno, zda uživatel bez problému zvládne manipulaci s popruhy batohu a přezkami. Nejspíš bude nutné vymyslet jednoduchý systém zapínání přezek a manipulace s popruhy a pravděpodobně tato operace bude vyžadovat dlouhodobější nácvik.

6 ANALÝZA A INTERPRETACE ZÍSKANÝCH POZNATKŮ

Pomůcka 4TE nabízí pro uživatele postiženého fokomélií celou řadu výhod. Vznikla primárně proto, aby odstranila nedostatky spojené s užíváním pomůcky, která je dnes pro fokomeliky sice k dostání, ale jde o náhradní řešení primárně určené pro jiné postižení a její použití je spojeno s četnými problémy od obtížného nasazování, až po nevhodné ovládání, díky kterým se nakonec může stát pro uživatele přítěží.

Byla vyvinuta maximální snaha k odstranění problémů, které se projeví během užívání pomůcky DynamicArm 12K100.

Nebylo prokázáno, zda uživatel bez problému zvládne manipulaci s popruhy batohu a přezkami. Nejspíš bude nutné vymyslet jednoduchý systém zapínání přezek a manipulace s popruhy a pravděpodobně tato operace bude vyžadovat dlouhodobější nácvik.

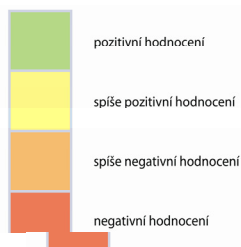
6.1 Srovnání vlastností obou pomůcek

Srovnání zjištěných a předpokládaných parametrů, které jsou společné pro pomůcku DynamicArm 12K100 i 4TE prezentuje následující tabulka (z důvodu lepší čitelnosti rozdělená na dvě části). Parametry jsou typu kvalitativního i kvantitativního a jsou hodnoceny barevnou škálou od pozitivního hodnocení přes spíše pozitivní, spíše negativní po negativní hodnocení.

Z tabulky je zřetelné, že pomůcka 4TE má výrazně lepší hodnocení u většiny parametrů. Můžeme tedy říci, že se aplikovaným redesignem podařilo výrazně eliminovat nežádoucí vlastnosti pomůcky a negativní vlivy na uživatele, které byly odhaleny u pomůcky DynamicArm 12K100.

Tabulka rozděluje jednotlivé parametry podle tří základních požadavků – komfort, funkce a vzhled, které se vzájemně ovlivňují a prolínají.

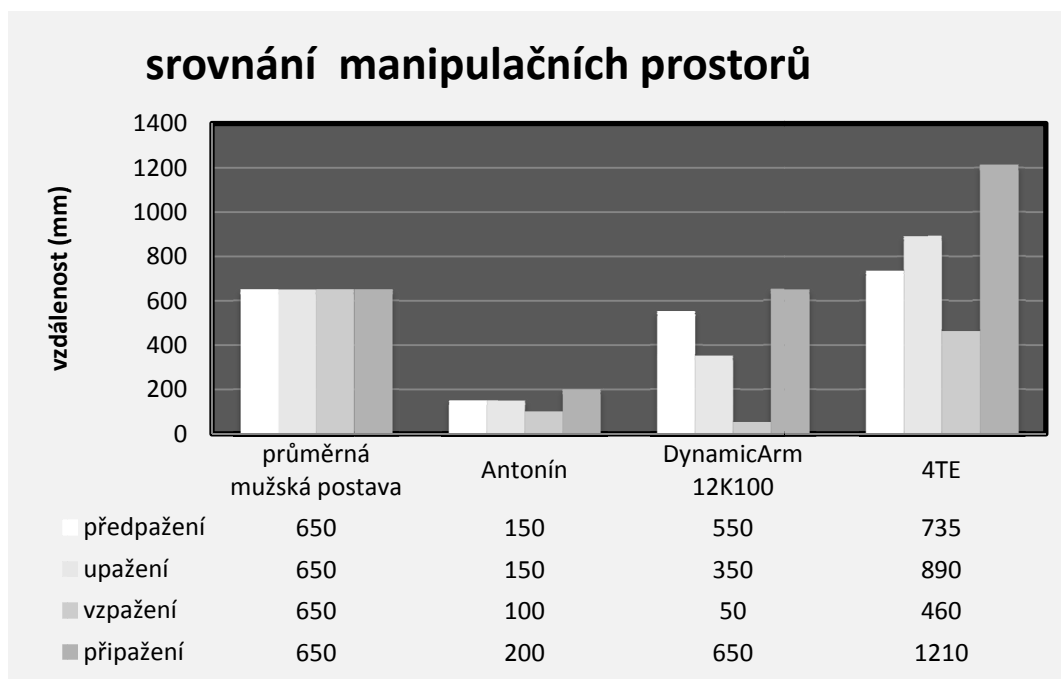
	FUNKCE						osmostatnění	hmotnost
	rozsah pohybů	způsob polohování	počet možných úchopů chapadla	zpětná vazba	variabilita pro jedno- a oboustranné postižení			
DynamicArm 12K100	spíše negativní hodnocení	spíše negativní hodnocení	spíše pozitivní hodnocení	spíše negativní hodnocení	pozitivní hodnocení	ano	ovládání	spíše pozitivní hodnocení
						ne	nasazení, sundání	
4TE	pozitivní hodnocení	pozitivní hodnocení	pozitivní hodnocení	pozitivní hodnocení	pozitivní hodnocení	ano	nasazení, ovládání, sundání	spíše pozitivní hodnocení
						?	zapínání popruhů	



KOMFORT						VZHLED	
čas učení	čas nasazování	vliv na držení těla	komfort nošení	minimalizace omezení pohybu paží a rukou	intuitivnost ovládání	působení na okolí	vhodnost zvoleného designu
v řádu dní	cca 90 s	jednostranné zatížení	tah na paži, tlak na ruku, otláčeniny, pocení	ne	myoelektricky	krytí postižení, přiblížení se vzhledu zdravého člověka	humanizovaný
v řádu hodin	cca 8 s	rovnoměrné rozložení váhy	pocení	ano	Spacenavigátor	přiznání postižení	technický

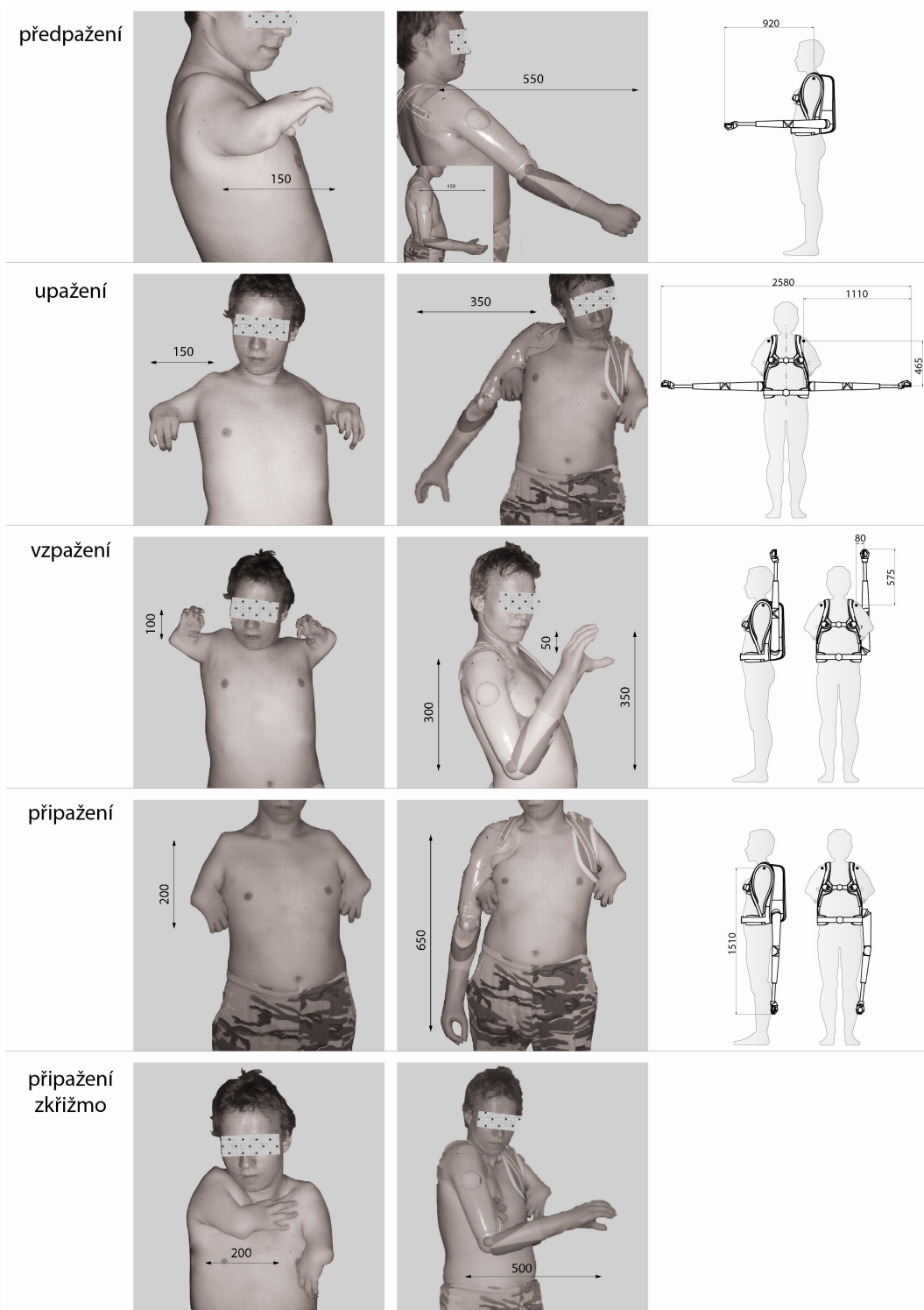
6.2 Manipulační prostor

Tato kapitola se věnuje srovnání manipulačního prostoru. Na obrázcích, grafech a schématech jsou prezentovány mezní polohy (předpažení, upažení, vzpažení, připažení) a manipulační prostor obou pomůcek a jejich srovnání s možnostmi našeho pacienta a zdravého člověka.



Obr. 18 Souhrnné srovnání manipulačních prostorů

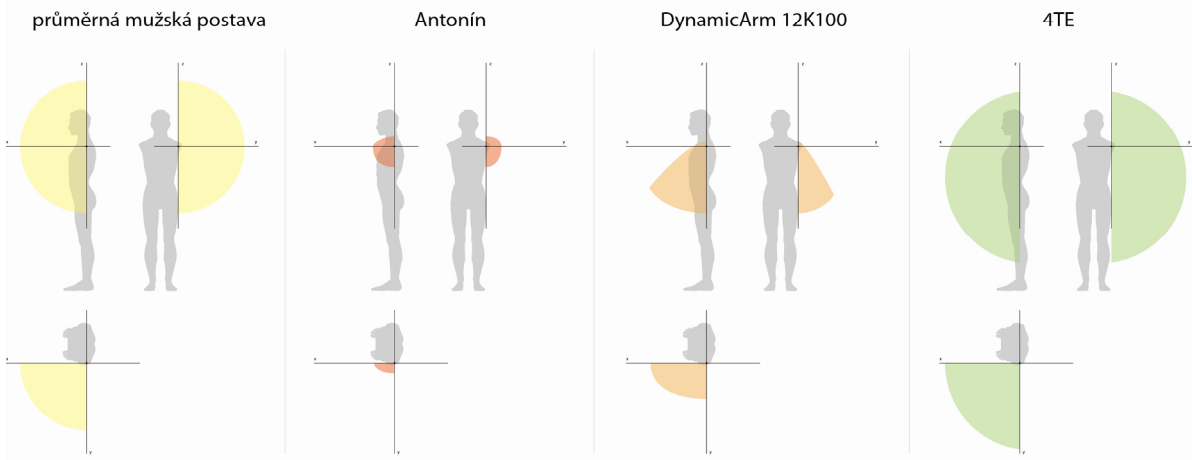
Graf souhrnně ukazuje srovnání manipulačních prostorů pro obě pomůcky, zdravého člověka a pacienta. Je zřejmé, že ve třech případech pomůcka **4TE** dokonce předčí možnosti zdravého člověka. Pomůcka **DynamicArm 12K100** se zdravému člověku vyrovná pouze v jednom případě (připažení) a v jednom případě (vzpažení) dokonce dosahuje horšího výsledku než pacient bez pomůcky.



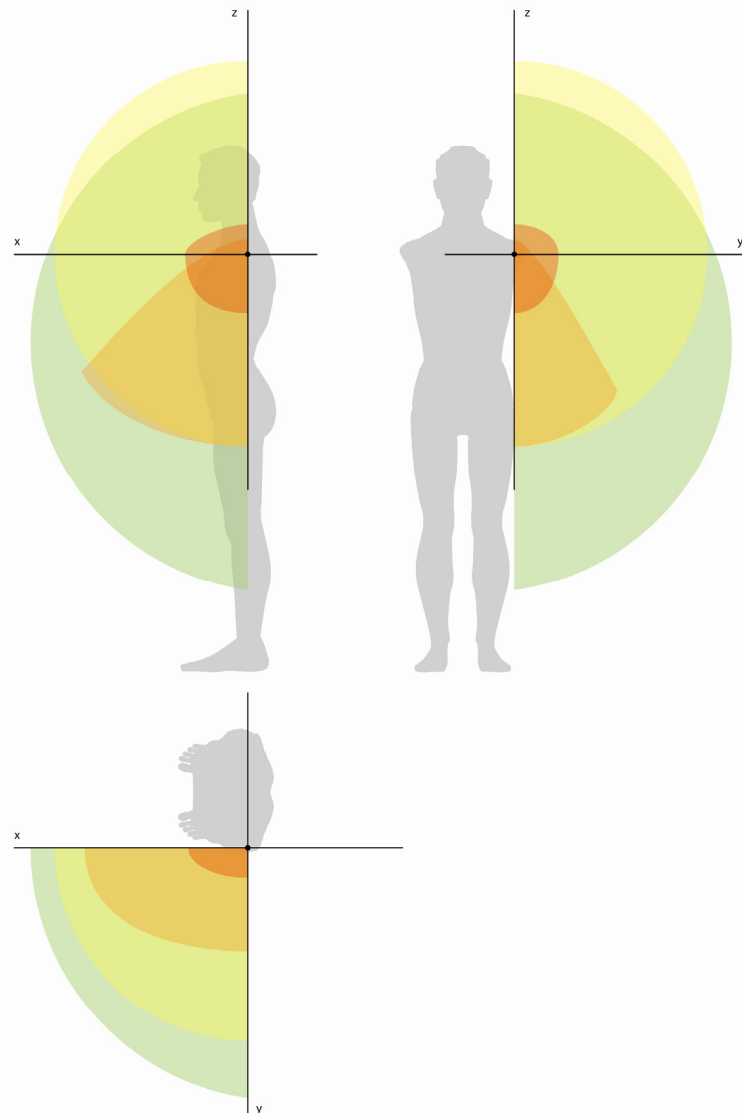
Obr. 19 Srovnání mezích poloh manipulačního prostoru – pacient/ DynamicArm 12K100/ 4TE

Následující grafické schéma názorně ukazuje manipulační prostory pro jednotlivé situace a jejich srovnání.

MEZNÍ POLOHY MANIPULAČNÍHO PROSTORU - xyz



SROVNÁNÍ



7 ZÁVĚR A POHLED DO BUDOUCNA

V této práci byl prezentován nový přístup v navrhování a konstrukci pomůcek v ortopedické protetice. Výsledek práce – návrh nového způsobu řešení designu unikátní ortoprotetické pomůcky – nastínil nový směr v řešení pomůcek pro lidi s vrozenou vývojovou vadou zvanou fokomélie, pro něž nejsou v současné době na trhu žádné speciální pomůcky dostupné, poslední známé pomůcky byly vyvíjeny v 60. letech 20. století.

Designérský přístup, který zde byl prezentován, je založen na netradičním pojetí pomůcky jako technické věci, kterou není potřeba připodobňovat lidskému tělu. Práce není řešena do detailu po stránce konstrukční, což ani nebylo jejím cílem. Snaží se o inovativní řešení a věříme, že poslouží jako ukázka zcela nového přístupu k řešení pro další vývoj v této oblasti a přispěje k nalezení optimálního řešení pro nelehkou situaci lidí postižených fokomélií, nebo bude přínosem a dobrým startovacím bodem v dalších oblastech bádání, např. v oblasti pracovní manipulace člověka i stroje.

7.1 Splnění cílů práce

Hlavní cíl:

Cílem disertační práce bylo provést redesign kompenzační pomůcky vytvořené specializovanou firmou. Tato pomůcka byla vytvořena na míru konkrétní osobě postižené fokomélií, ale její používání s sebou již od začátku neslo četné problémy. Aplikovaný redesign si dal za cíl tyto problémy odstranit a případně vnést do návrhu další užitnou hodnotu při zachování pohyblivosti a komfortu uživatele. Hlavní cíl byl splněn po teoretické stránce. Prakticky jej bude možné ověřit až za pomoci prototypu testovaného přímo na pacientovi.

Získané výsledky ve většině případů kvalitativně i kvantitativně potvrdily korektnost aplikovaného redesignu, jeho teoretický přínos a potenciál.

Vedlejší cíle:

Vedlejší cíle byly splněny. Jejich jednoduchá charakteristika je prezentována v následujících bodech:

Jednoduché nasazování a sundávání

Jak jsme se přesvědčili, nasadit i sundat batoh zvládne náš pacient během pár sekund jako zdravý člověk. Jednoduchá obsluha dovoluje uživateli dle potřeby pomůcku **4TE** bez problémů sundat a zase nasadit. Otázkou zůstává manipulace s popruhy a přezkami, což bude možné objasnit až praktickou zkouškou s pacientem.

Osamostatnění - není nutná asistence dalšího člověka

Není nutné, aby u jakékoliv manipulace s pomůckou **4TE** asistovala další osoba. To je pro fokomelika, který je běžně odkázán na pomoc asistenta, v jeho životě významný krok v začlenění do společnosti a psychickou pohodu.

Není nutné se při nasazování a sundávání svlékat

Pomůcka **4TE** se nosí jako běžný batoh. Není proto nutné, aby se uživatel před nasazením nebo sundáním svlékal, jak je to běžné u myoelektricky ovládaných pomůcek. Celá operace se tedy výrazně zrychlí a zjednoduší.

Méně omezení - více pohybu

Konstrukce typu batoh nijak výrazně neomezuje stávající ruce fokomelika v jejich přirozeném pohybu. Ve složeném stavu pomůcka **4TE** nezabírá příliš mnoho místa – výška i šířka kopírují záda uživatele a na hloubku zabírá **4TE** pouhých 105mm.

Variabilita - je variabilní v použití na jednu/obě strany

Pomůcka **4TE** je sice primárně konstruovaná pro oboustranně postiženého člověka, ale je možné ji upravit a použít i pro jednostranné postižení. V takovém případě by se akumulátor a mechanismy, u kterých by to bylo možné, přesunuly na stranu ke zdravé ruce, aby co nejvíce vyvažovaly tíhu paže **4TE**.

Intuitivní ovládání

Práce se zařízením SpaceNavigátor je intuitivní a rychle naučitelná na rozdíl od myoelektricky ovládaných pomůcek. Pomůcka **4TE** je ovládána podobným typem ovladače, který se ze SpaceNavigátoru vychází. Umožňuje přirozené ovládání rukama uživatele. Pohyb pomůcky kopíruje pohyb navigátoru, jde tedy o plynulý složený pohyb. Ovladač navíc klade proti pohybu odpor, takže uživatel má představu, jaký pohyb právě vykonává i bez vizuální kontroly.

Zpětná vazba – vnímání síly stisku

V těle ovladače je integrovaný ovladač pro stisk chapadla. Ovládání se provádí jedním prstem, který se zasune do otvoru, kde je jeho pohyb snímán a tak ovládáno sevření nebo otevření chapadla. Vnitřní pneumatický mechanismus, který přenáší informace z tlakových snímačů umístěných na chapadlech, navíc poskytuje zpětnou vazbu – pocit dotyku. Tak je možné přenášet i křehké a měkké předměty bez poškození.

Vyloučení negativního vlivu na držení těla – podpora správného držení

Konstrukce pomůcky typu batoh je nejzdravější variantou nošení břemene. Váha je rovnoměrně rozložena na ramenou a nezatěžuje ruce.

Skladnost

Malé rozměry, kompaktní tvar a nízká váha zaručují jednoduchou manipulaci, přenášení i skladnost.

Upřímný a atraktivní technický vzhled - nešokuje okolí

Pomůcka **4TE** záměrně nenapodobuje reálný vzhled lidské paže. Hned na první pohled je jasné, že jde o technické vybavení, u něhož je hlavní prioritou funkce a bezchybná služba uživateli. Kontrastní barevnost vyzdvihuje konstrukční uzly.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BENDO VÁ, P., JEŘÁBKOVÁ, K., RŮŽIČKOVÁ, V. Kompenzační pomůcky pro osoby se specifickými potřebami. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1436-8.
- [2] HADRABA, I. Protetika a ortotika. 1. vydání. Praha: Vydavatelstvo Státní pedagogické nakladatelství, n. p., 1987. 100 s. číslo publikace: 1041-5191
- [3] Www.protetikafm.cz [online]. 2010 [cit. 2011-10-14]. SLUŽBY. Dostupné z WWW: <<http://www.protetikafm.cz/sluzby-protetika.html>>.
- [4] Phocomelia, Flexion Deformities and Absent Thumbs: A New Hereditary Upper Limb Malformation · Holmes, et al. Pediatrics 1974; 54:4 461-465
- [5] Thalidomid. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 31. 7. 2005, last modified on 20. 10. 2011 [cit. 2011-11-08]. Dostupné z WWW:
- [6] MARQUARDT, ERNST. THE HEIDELBERG PNEUMATIC ARM PROSTHESIS. THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY. August 1965, vol. 47 B, no. 3, s. 425-434. Dostupný také z WWW: <<http://web.jbjs.org.uk/cgi/reprint/47-B/3/425.pdf>>. ISSN 1535-1386.
- [7] SWANSON, Alfred B. Phocomelia and congenital limb malformations : Reconstruction and prosthetic replacement. The American Journal of Surgery. March 1965, Volume 109, no. 3, s. 294-299. Dostupný také z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002961065800770>>. ISSN 0002-9610.
- [8] ZOCH, Pavel . 3dsoftware.cz : 3dportal [online]. 21.6.2007 [cit. 2011-08-15]. SpaceNavigator, jiný způsob pohybu. Dostupné z WWW: <<http://www.3dsoftware.cz/3dportal/clanek.aspx?id=827>>.

CURRICULUM VITAE AUTORA

Osobní údaje

Jméno a příjmení: Olga Minaříková
Datum a místo narození: 13. 3. 1983 v Bruntále
Adresa trvalého bydliště: Husova 492, 793 26 Vrbno pod Pradědem
Kontaktní telefon: +420 737 629 588
E-mail: olina.mina@seznam.cz
Rodinný stav: svobodná

Dosažené vzdělání

2007 – 2011 Fakulta strojíního inženýrství, VUT v Brně
doktorské prezenční studium, obor Konstrukční a procesní inženýrství
disertační práce: Design kompenzační pomůcky horní končetiny
2002 – 2007 Fakulta strojíního inženýrství, VUT v Brně
magisterské studium, obor Průmyslový design ve strojírenství
diplomová práce: Design variabilního porodního lůžka
1994 – 2002 Gymnázium a sportovní gymnázium ve Vrbně pod Pradědem

Pracovní zkušenosti

2010 – 2011 Špizpa.cz
- grafické práce
- vizualizace
2007 – 2009 MOMO interier - interiérové studio
- návrhy interiérů a nábytku ve 3D
- vizualizace
- výkresová dokumentace
- montáž a koordinace
2004 – 2006 MCAE Systems, s.r.o.
- modelování na haptickém modelovacím zařízení Phantom Omni od firmy Sens Able
- firemní prezentace
- tutorská činnost

Workshopy

2005 4. mezinárodní workshop Metal Inspirations, U. S. Steel a TU Košice
2007 Hogeschool Rotterdam, Holandsko

Jazykové znalosti

Angličtina – pokročilá úroveň
Němčina – komunikativní úroveň
Ruština – základní úroveň

Znalosti práce s PC

MS Office, Corel graphics suite, Adobe (Photoshop, Illustrator, InDesign) , Cinema 4D, Autocad, Rhinoceros, Macromedia Flash, 3dStudio MAX, SensAble (Freeform Concept, Modeling Plus)

Výstavy

Design do tmy - výstava, Muzeum města Prahy a Národní technické muzeum, 2005
Metal Inspirations 2005 – výstava prací z kovu, U. S. Steel Košice
Triennale plakátu Trnava 2006
Evropská identita - international poster exhibition 2006
Identita - 22. mezinárodní bienále graf. designu, Brno 2006
Experimentální hudební nástroje - výstava prací studentů, Brno 2007
D.sign - výstava diplomových prací, Technické muzeum v Brně 2007
Průmyslový design na ÚK FSI VUT - galerie UH2, Uherské Hradiště 2009
Design my love - výstava studentských prací, Ahmedabad, Indie 2010
Intersection - výstava prací studentů FaVU a FSI VUT Brno 2010

ABSTRAKT

Tato disertační práce se zabývá novým přístupem k navrhování ortoprotetických kompenzačních pomůcek z hlediska mechanického řešení a netradičního designu. Práce byla řešena pro konkrétního pacienta s vrozeným postižením horních končetin zvaným fokomélie. Pro lidi postižené fokomélií (redukci končetin) není v dnešní době na trhu k dispozici žádná adekvátní kompenzační pomůcka, která by plně respektovala topologii jejich těla a z toho vyplývající specifické potřeby. Řešení vzniklo na základě osobních konzultací a schůzek na specializovaném pracovišti, kde pro našeho pacienta byla vyrobena kompenzační pomůcka na míru, avšak způsobem a z dílů určených pro jiný druh postižení. Jak se ukázalo, používání této pomůcky je spojeno s celou řadou problémů, a proto se ve výsledku toto řešení ukázalo jako nevyhovující. Díky ní však bylo možné problémy blíže specifikovat, odhalit důležité zákonitosti a poukázat na nutnost vývoje zcela nové a unikátní pomůcky speciálně pro pacienty postižené fokomélií. Práce vychází z těchto nabytých zjištění a z rešeršních poznatků z oblasti ortotiky, protetiky, kompenzačních pomůcek a protetického vybavení. Následně byl proveden kompletní redesign, jehož cílem bylo odstranit všechny zjištěné problémy. Výsledkem práce, která je zde předkládána, je jedinečná pomůcka pro osoby se specifickým vrozeným postižením horních končetin, která nese pracovní označení **4TE**. Hlavní důraz je v práci kladen na funkčnost, komfort a tomu odpovídající design. Netradiční koncept a tvarování pomůcky přináší tyto výhody: široký rozsah pohybů, pocit dotyku, intuitivní ovládání, větší komfort používání, atraktivní vzhled. Tyto parametry pozitivně působí na osamostatnění handicapovaných osob, zkvalitnění jejich života a psychickou pohodu.

ABSTRACT

This work deals with a new approach of designing ortho-prosthetic devices in terms of mechanical solution and innovative design. The work was addressed to a specific patient with congenital malformation of upper limbs called phocomelia. A custom-made compensatory aid was made on basis of personal consultations and meetings on specialized workplace; however the aid was built in a way and from parts for other kind of disability. As it turned out, the use of this equipment is associated with many complications, and therefore as a result, this solution proved as unsatisfactory. Nevertheless, thanks to this compensation aid it was possible to specify the problems, to reveal important patterns and highlight the needs for development of entirely new and unique aid designed for patients with phocomelia disability. The work is based on these findings and knowledge acquired from bibliographic search in the field of orthotics, prosthetics, assistive devices and prosthetic equipment. A complete redesign was done with the aim to eliminate all detected problems. The presented result is a unique tool for people with specific congenital disability of upper limbs, with working label 4TE.