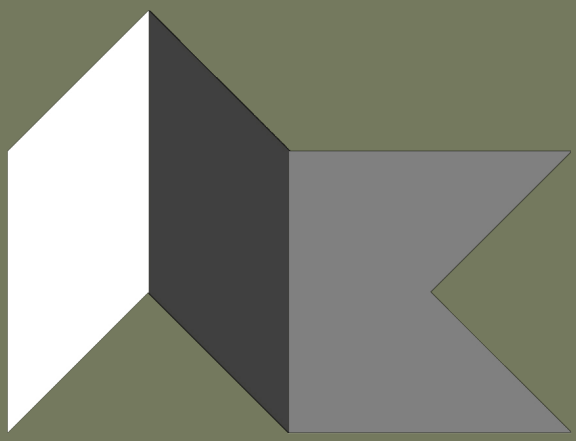
Natálie Horská



NA TĚLO
Ortéza na karpální tunel - ORTO
produktový design

Atelier Karel, Ústav Designu FA ČVUT 2022/2023
ORTÉZA NA KARPÁLNÍ TUNEL - ORTO
Natálie Horská
3. ročník

OBSAH

Motivace 4
Cílová uživatelská skupina 4
Analytická část 5
Proces navrhování 11
Finální návrh 20
Scénář - interakce uživatele 24
Technologie 28
Seznam literatury 30
Seznam obrazových zdrojů 31

MOTIVACE

Hlavním cílem projektu bylo seznámit se s technologií 3D skenování lidských částí těla, 3D modelováním (na bázi programu Z-Brush) a osovojit si přípravu dat pro 3D tisk. Výsledné vytištěné modely se následně testovaly a redesignovaly podle získaných poznatků.

K tomuto účelu bylo zvolené jednotné téma – ortéza na karpální tunel. Účelem ortézy tohoto typu je zabránit ohybu zápěstí ve všech osách, fixovat palec mimo opozici a zároveň umožnit volný pohyb zbývajícími prsty.

Ve svém návrhu produktu jsem kombinovala právě pevné fixační prvky vyrobené zmiňovanou technologií 3D tisku a měkké pojící prvky, které umožňují ortézu přichytit k ruce a zároveň nesnižují komfort uživatele.

Další důležité aspekty procesu navrhování se týkaly rovněž snadného nasazování, rychlého zapínání a zejména vzhledy. Ortéza by měla v ideálním případě působit natolik příjemně a nerušivě, aby se z pouhé lékařské pomůcky mohla stát i určitým doplňkem uživatele. Pro dosažení tohoto cíle jsem zvolila dvojici materiálů, jejichž tvarosloví by spolu vzájemně komunikuje a jednoduchou barevnost.

CÍLOVÁ UŽIVATELSKÁ SKUPINA

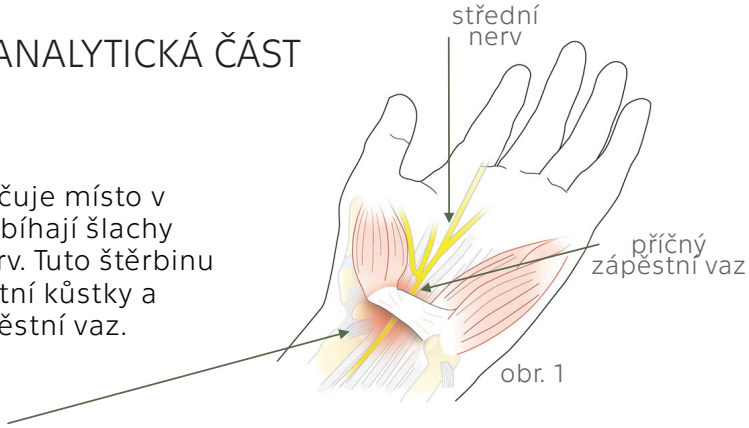
Cílovou uživatelskou skupinu představují lidé, které karpální tunel nejvíce postihuje – ortéza by tedy sloužila především těm, kteří pracují převážně v sedavém zaměstnání a frekventovaně nesprávným způsobem používají počítačovou myš či klávesnici. Tento problém se velmi často týká i nás designérů a architektů. Karpální tunel ale může vzniknout i při zaměstnáních, kde je zápěstí nevhodně namáhané při manuální práci - např. u číšníků, či stavařů.

Ortéza by byla vyráběna v několika velikostech a barvených variantách, aby cílová skupina nebyla omezena ani věkem, ani pohlavím.

ANALYTICKÁ ČÁST

Karpální tunel

Jako karpální tunel se označuje místo v zápěstí, kudy současně probíhají šlachy ohybačů prstů a střední nerv. Tuto štěrbinu ze tří stran obklopují zápěstní kůstky a svrchu ji uzavírá příčný zápěstní vaz.



obr. 1

Zánět karpálního tunelu

Zánět karpálního tunelu je způsoben přílišným sevřením středního nervu. Bolest vzniká kvůli otoku tkáně v tunelu, čímž se vytváří tlak na střední nerv. Tento tlak vzniká především během nepřirozeného ohýbání nebo natahování ruky.[1]

Příznaky bývají individuální, mezi ty nejčastější však patří:


obr. 2

- pocit mravenčení, svědění a bolesti v dlani a prstech (především v palci, ukazováčku a prostředníčku)
- pocit slabosti ruky
- bolest šířící se směrem do paže až ke krční páteři a hlavě
- zhoršená jemná motorika prstů při manipulaci s předměty

Léčba a prevence

Zásadní je především prevence - člověk by se měl vyvarovat kritickým pozicím zápěstí a jeho dlouhodobému zatěžování či setrvání v jedné pozici. Pokud toto není možné, je vhodné alespoň pravidelně provádět speciální cviky na protažení zápěstí, nebo preventivně nosit ortézu na zápěstí.

Pokud se poškození nervů včas neřeší, může se jeho stav zhoršit natolik, že je zapotřebí speciálního chirurgického zákroku, při němž dochází k přestřihnutí příčného zápěstního vazu a celkovému uvolnění tlaku ve vazech.

Bolesti se často projevují v klidovém stavu, tedy nejvíce během spánku. Z tohoto důvodu je vhodné ortézy nosit i na spaní.[2]

Existující běžně prodávané ortézy

Ortézy z elastického plochého úpletu - mívají pro větší zpevnění zápěstí na vnitřní straně ruky zabudovanou pevnou výztuhu. Ortéza je utahována elastickým pásem se suchým zipem. Rozlišuje se provedení na pravou a levou ruku. Jsou vyráběny z prodyšného materiálu.


obr. 4



obr. 5




obr. 6-7


obr. 8


obr. 9


obr. 10

Kompresní rukavice (sloužící také k léčbě revmatu) jsou velmi podobným typem jako ortézy z elastického úpletu - velmi snadno se nasazují. Z důvodu chybějícího zapínacího pásu k utahování ortézy je jejich velkou nevýhodou menší pevnost v ohybu zápěstí. Některé druhy těchto ortéz se pevnost snaží kompenzovat gelovými polštářky přesto se jedná o typ vhodný spíše pro prevenci zánětu.

Zavinovací ortézy s výstužemi narozdíl od předchozích typů fixují navíc i palec mimo opozici. Navíc díky pásovému zapínání na suchý zip zpevňuje tento typ ortézy oblast zápěstí a zamezuje pohybu. Zavinování je velmi snadným a rychlým způsobem nasazení ortézy.



obr. 11



obr. 12



obr. 13



obr. 14



obr. 15



obr. 16



obr. 17

Ortéza s fixovaným palcem a zapínáním na několik suchých zipů umožňuje variabilní utahování v různých částech ruky. Ze všech variant je právě tato nejpevnější, ale také největší. Vysoká funkčnost se tak neblaze projeví na vzhedu ortézy, která na sebe upozorňuje svoji mohutností..

Existující 3D tisknuté ortézy

U 3D tisknutých ortéz se velmi často využívají pevnostní voronoi struktury, kterými se dosahuje velmi dobré tuhosti při minimálním množství použitého materiálu.


obr. 18


obr. 19

Jedním ze způsobů uchycení plastové ortézy na ruku je použití již výše zobrazených pásků suchého zipu. Ortézy se skládají z jedné či dvou částí.


obr. 20


obr. 21

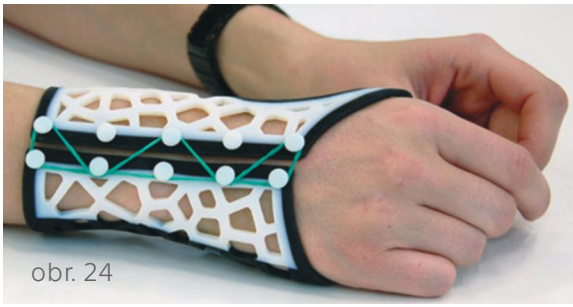
Dalším způsobem uhycení jsou speciálně navržené svorky, či systém přezek, díky kterému dojde ke spojení dvou částí skořepiny.

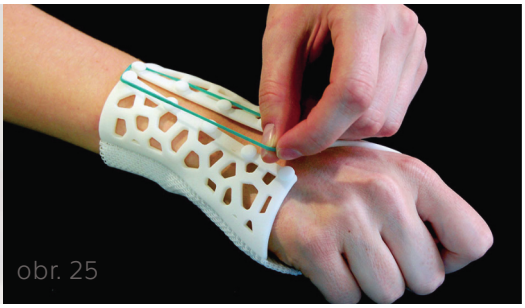

obr. 22


obr. 23

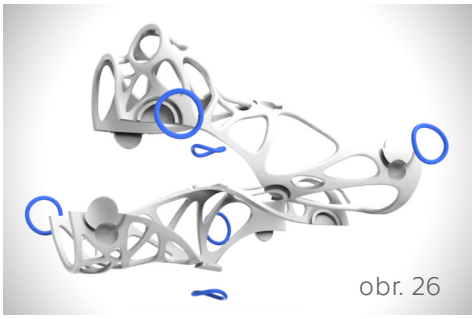
Speciální ortéza svým spirálovým tvarem umožní výrobu ortézy z jednoho kusu i snadné nasazování. Širší plochy jsou doplněny o průduchy.

Často používaný je i princip spojování dvou částí pomocí gumiček, či speciálně navržených kroužků jako u ortéz firmy Xkelet.(obr.25-26)


obr. 24


obr. 25

Firma Xkelet navíc za návrh personalizované ortézy získala ocenění RedDot. Ortézu zápěstí doplňuje hned několik dalších typů ortéz na jiné části těla.3


obr. 26


obr. 27

Posledním typem 3D tisknutých ortéz jsou ortézy kombinované. Jejich fixační část se skládá z pevného materiálu a pojivou složku zde zastává látka či pás na suchý zip nebo patent.

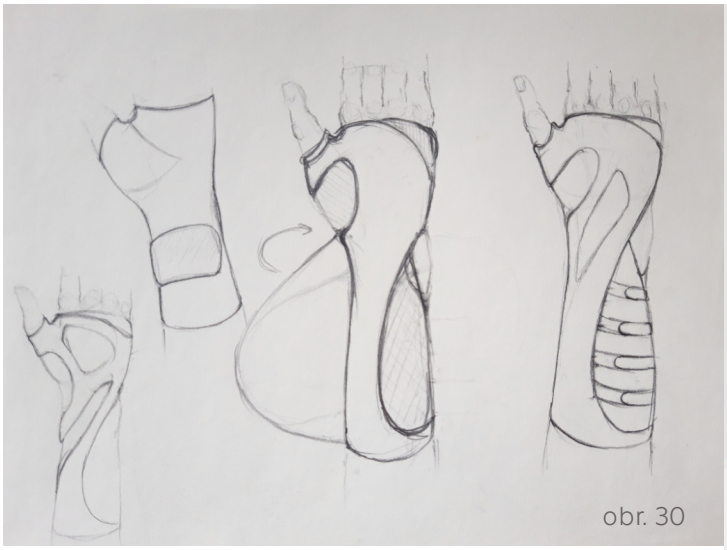

obr. 28


obr. 29

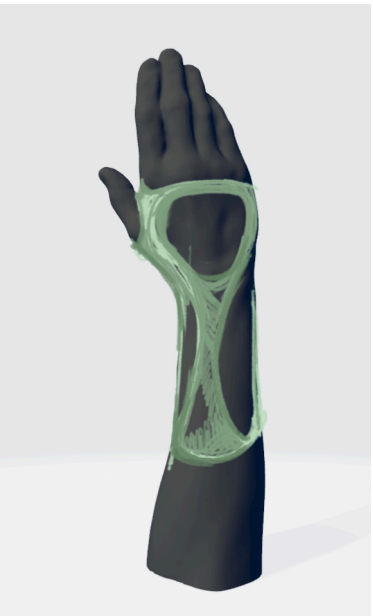
PROCES NAVRHOVÁNÍ

Fáze skicování

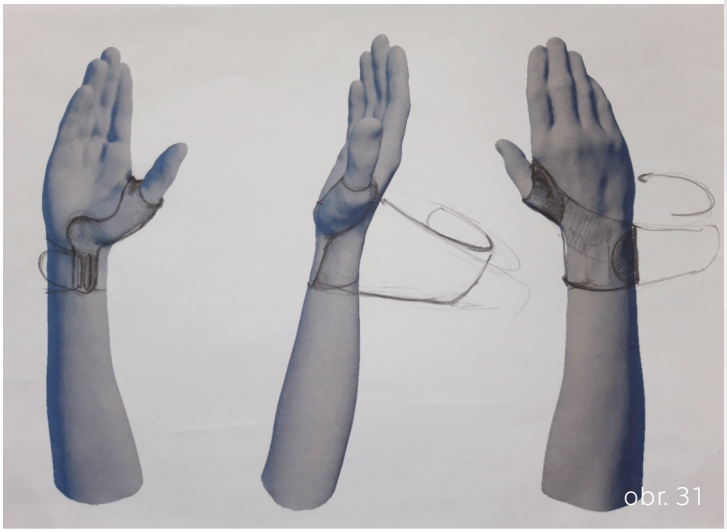
Prvotní skici se základním principem konceptu komunikace a návaznosti mezi pevnou složkou 3D tisku a složkou pojivou - ta mezi produkty viz. Analýza převážně chybí.



obr. 30



První návrhy ortézy spočívaly v hledání vhodného způsobu připevňování tuhé části z 3d tisku k ruce. Tvarová řešení s velkými průřezy pro odvětrávání však byla příliš komplikovaná, a proto došlo k redukci tuhého materiálu a zjednodušení jeho tvaru.



obr. 31



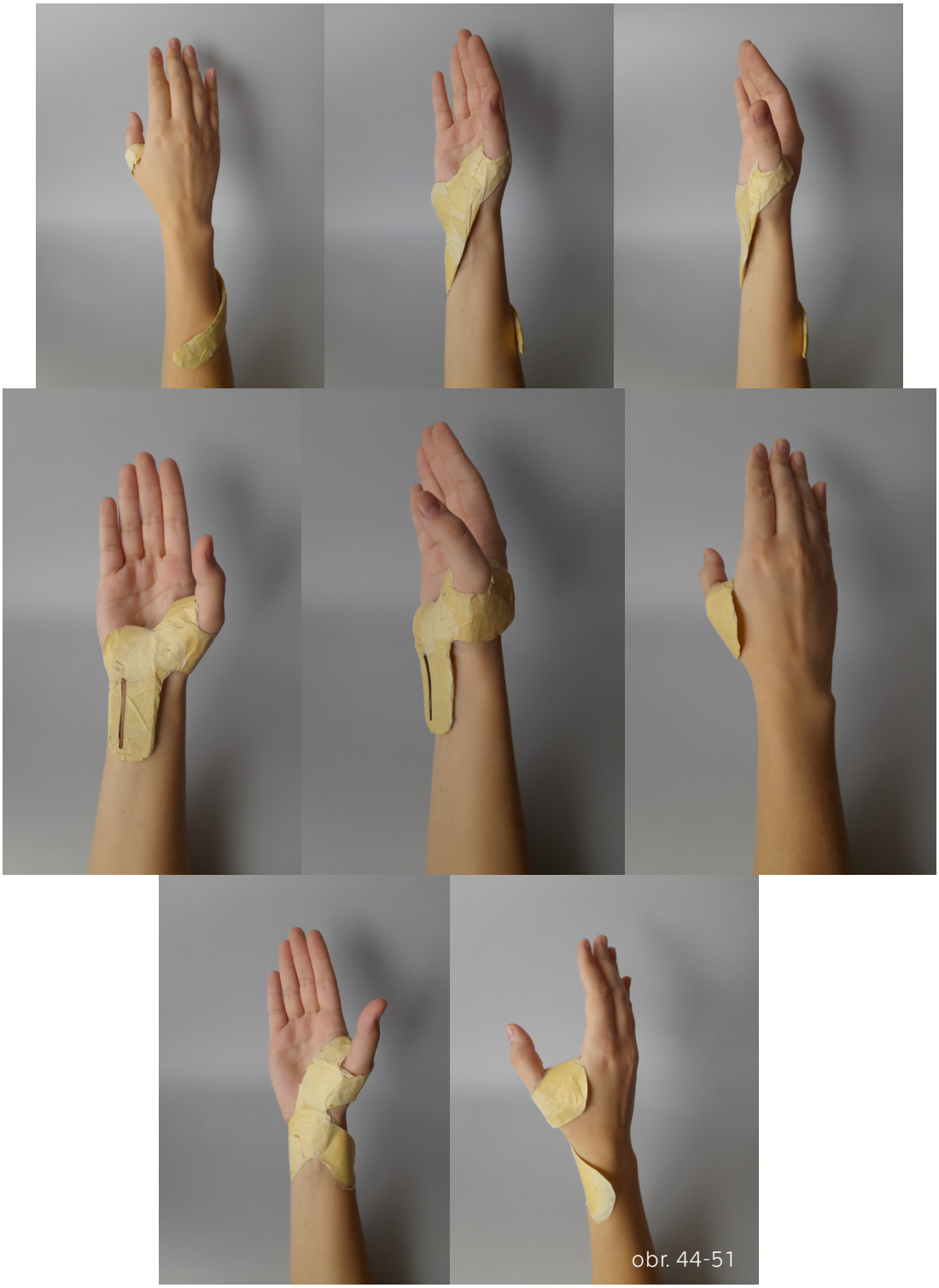
obr. 32-33

Fáze modelování - zkušební modely

Hledání hlavních kritických bodů, které je potřeba při navrhování zohlednit, pomocí několika tvarových typů modelů z papírové lepící pásky.
(fixace palce a pohybu ruky, zpevnění oblasti zápěstí, zamezení vzniku otlačenin v obalsti kloubů)



obr. 34-43

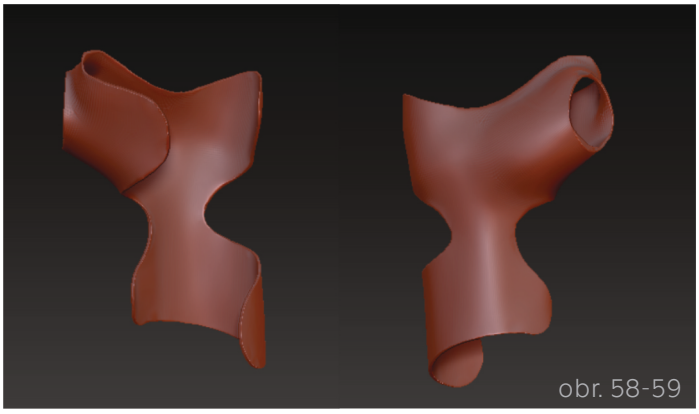


obr. 44-51

Fáze modelování - 3D modely


obr. 52-57

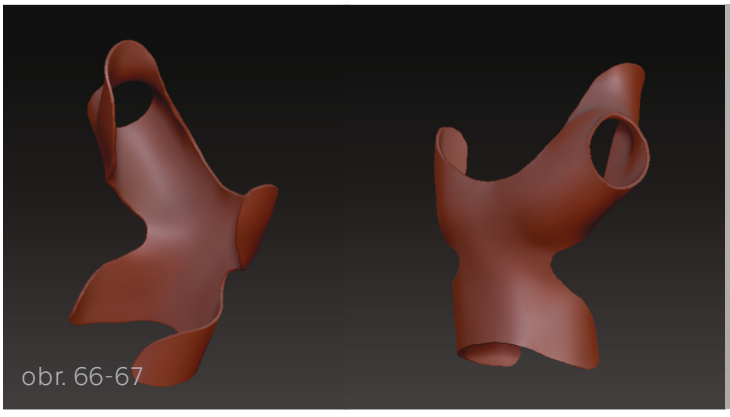
Tvorba 3d modelů na naskenované ruce umožnila zpřesnění tvarů a rovněž lepší orientaci při tvarování. Ověřování původních modelů z papírové pásky a zakomponování zapínání na suchý zip, či zip klasický umístěný na látce.


obr. 58-59



Pokus o redukování materiálu ortézy převážně v oblasti dlaně a zápěstí

Návrh na upevnění ortézy pásky ze suchého zipu (viz. obr. 68).





První verze finálního konceptu - model

Ve finálním konceptu jsem se rozhodla opustit relativně běžně používaný princip zapínání pomocí pásků ze suchého zipu i složité tvary 3D tisku a vytvořila jednoduchý princip zavinování. Otvorem v tuhé části se provlíkne pás, který na hřbetní části doplňuje obloukový tvar tuhé části ortézy.

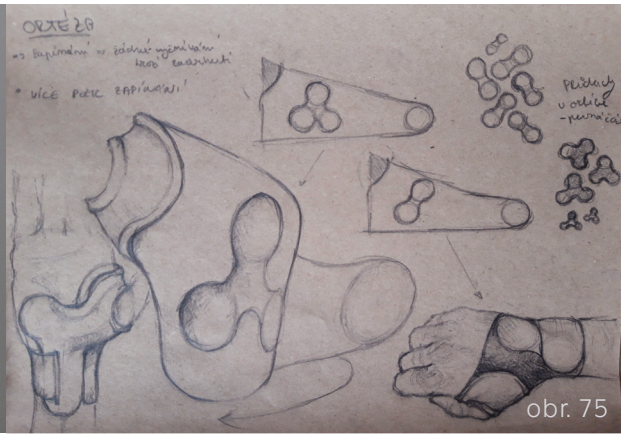


obr. 69-73

Po vytvoření prvního vytsiknutého 3D modelu bylo zapotřebí navrhnout i střih, který by ortézu správně přitáhl k ruce a navazoval na její tvarosloví. Bylo rovněž třeba dosáhnout způsobu umožňujícího určitou felixibilitu v míře utáhnutí ortézy. (viz. Scénář-interakce s uživatelem)



obr. 74



obr. 75

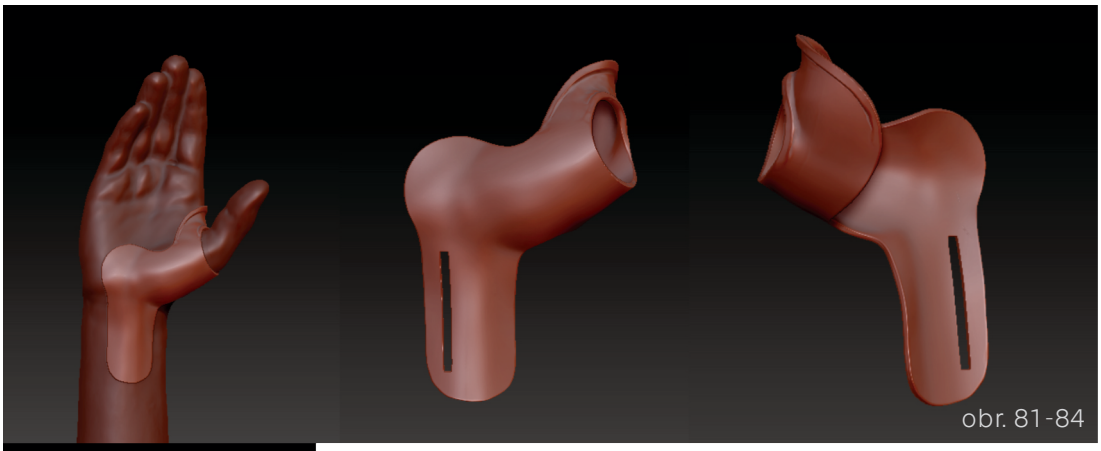


obr. 76-80

V první verzi modelu je látková část přilepena pouze za krajní část ortézy. Při zkouškách na sobě a na několika dalších lidech jsem dospěla k těmto závěrům:

Ortéza se při dlouhodobém nošení příliš zařezává do oblasti mezi palcem a ukazováčkem. Rovněž otvor pro palec není dostatečně velký a nevyhovuje tak všem uživatelům. Část ortézy z hřebtní části se při utáhnutí zařezává a vytváří otlačeniny. V ortéze se navíc kvůli přímému kontaktu pokožky s plastem zapařuje ruka.

Druhá verze finálního konceptu - model

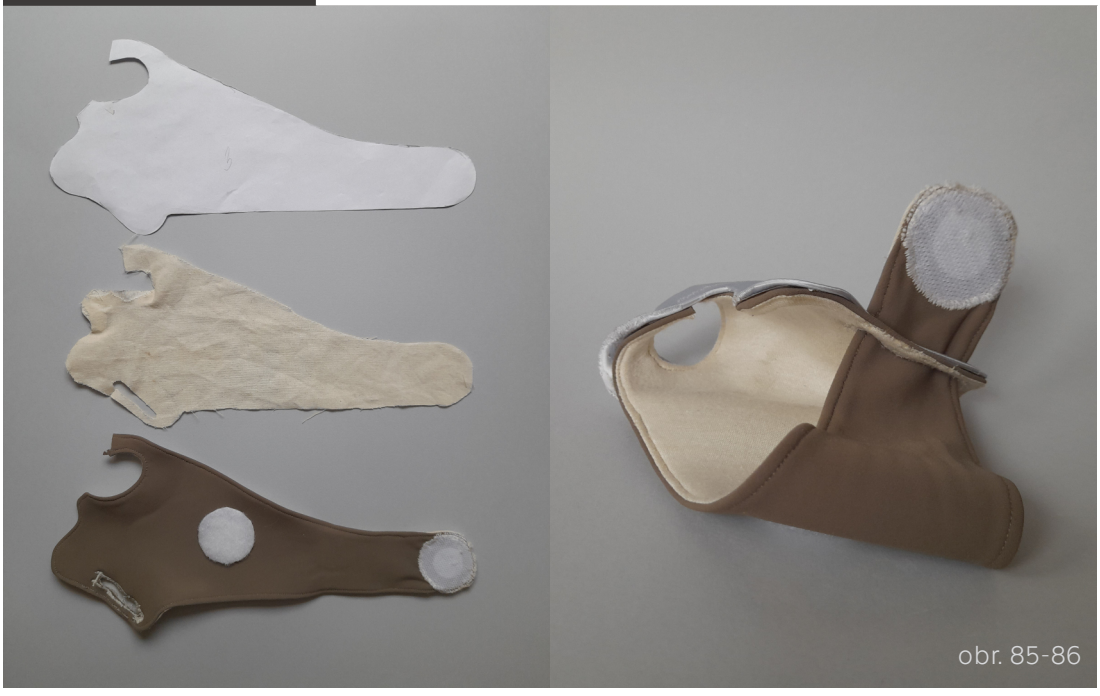


obr. 81-84

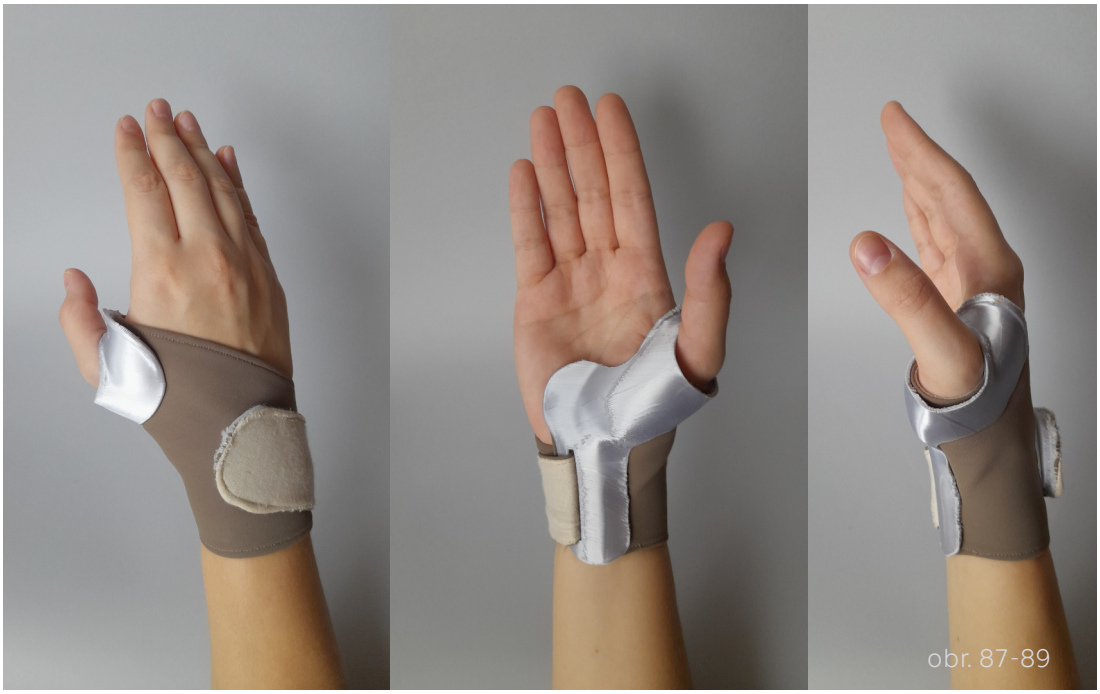


Druhý model jsem přizpůsobila zjištěním ze zkoušek prvního modelu. Přidala jsem volně nabíhající rantl v oblasti palce a ukazováčku, který by měl zabránit otlačenám. Rrovněž jsem zvětšila otvor pro palec.

Látkový model jsem rozšířila tak, aby bylo možné jej vylepit na celý vnitřní povrch pevné části.



obr. 85-86



obr. 87-89

Zvětšením odchýlení a vytvořením rantlu kolem kritického místa v oblasti mezi palcem a ukazováčkem se problém z velké části odstranil - přesto po delším nošení zůstává toto místo otlačené.

Zvětšený otvor pro palec vytvořil větší místo pro kloub a ortéza tak vyhovovala více uživatelům - při potřebě práce, ale došlo k jeho otlačení. Stále zůstává problém v oblasti hřbetu ruky a tahu tuhé části ortézy.

Během zkoušek ortézy ve spánku se objevil problém se zapínáním. Nezakrytá část suchého zipu nepříjemně dřela do pokožky. Látková část byla jinak pro spaní vhodná.

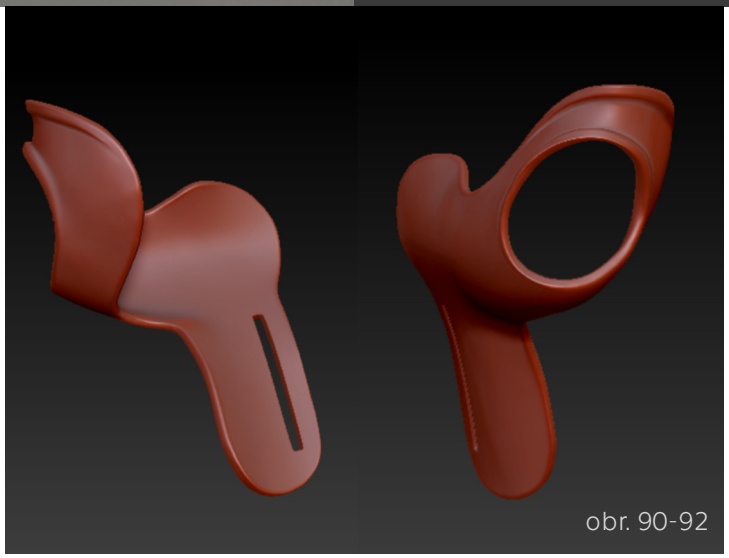
FINÁLNÍ NÁVRH

Ve finálním návrhu došlo k posledním tvarovým změnám - otvor pro palec byl ještě více zvětšen, tudíž by měl padnout, co největšímu počtu lidí. Kritickou oblast mezi palcem a okazováčkem jsem ještě více tvarově navázala a v aktuálním modelu by neměla řezat již vůbec. Došlo k odchýlení a zamezení otlačeninám v hřbetní části ruky. 3D model byl zdokonalen a vyhlazen, aby se do něj nepromítaly veškeré detaily reliéfu scanu ruky. Otvor pro pásek byl zvětšen, aby nedocházelo ke dření o vnitřní stranu látky, zároveň byla hrubá část zipu nahrazena měkkou tudíž ortéza při spaní nedře.



obr. 93





obr. 90-92



obr. 94



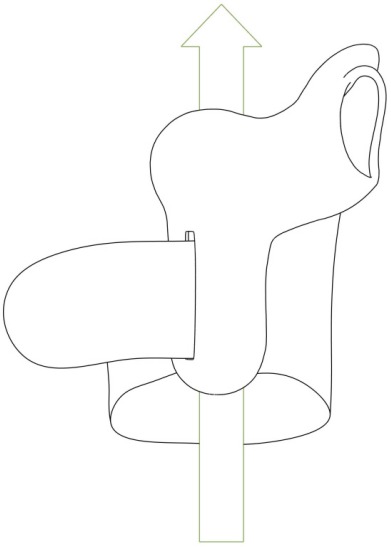
obr. 95-97



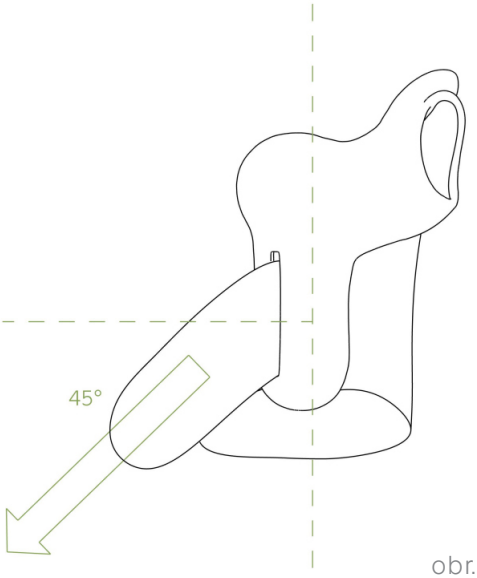
obr. 98-99

SCÉNÁŘ - INTERAKCE UŽIVATELE

Ortézu uživatel nasazuje provlečením celé ruky skrze látkovou část a palce do otvoru ve 3D tisknuté skořepině a následně si ji na ruce usadí tak, aby neodstávala.



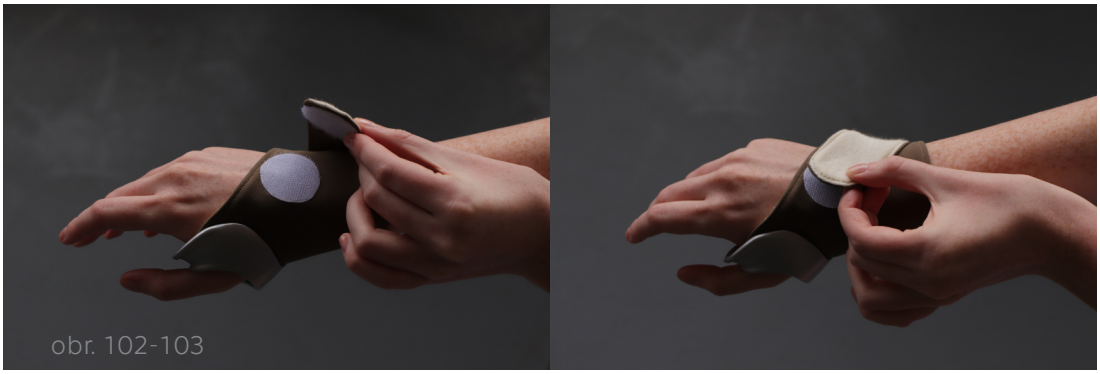
Po nasazení je potřeba utahnout zapínací pás v úhlu 45°. Uživatel táhne směrem dolů - ortéza díky tomu bude vyvíjet tlak v žádaných místech.



obr. 100-101

Pokud uživatel po zkoušce usoudí, že mu ortéza tlakem vyhovuje, obvine pásek z dlaňové části kolem zápěstí a suchým zipem ji připevní k vrchní části.

Při výrobě ortézy se počítá s tím, že si uživatel suchý zip přilepí na ortézu podle individuální potřeby utažení, která bude vyhovovat jemu.
(viz. Technologie)



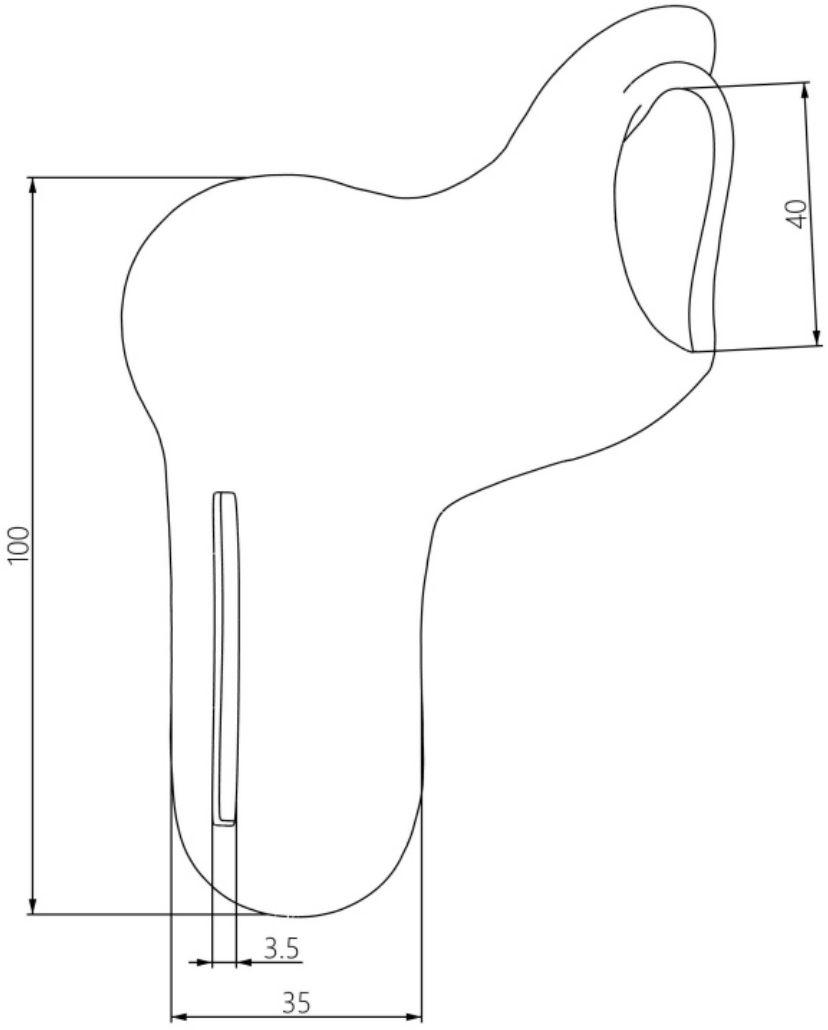
obr. 102-103

V současnosti nerealizovatelnou vizí je způsob pořízení ortézy v lékárnách - naskenováním ruky pacienta či zadáním základních rozměrů ruky uživatele by se vygeneroval tvar, který by osobě přesně padl - včetně úpravy látkového zapínání. Uživatel by si mohl navíc vybrat z různých barvených variant.

Dalším způsobem uplatnění produktu by mohlo být umístění na platformy sdílených 3D tisků společně s návodem, tak aby si uživatelé mohli model sami vytisknout a vyrobit. Nebo by jim byl střih látkového pásu prodán.

ORTO
ortéza na karpální tunel

TECHNICKÝ VÝKRES vmm

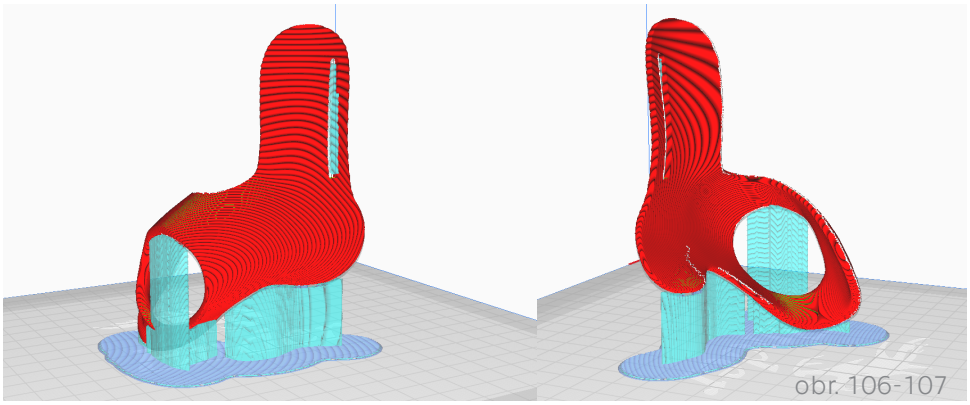


obr. 104

PEVNÁ ČÁST

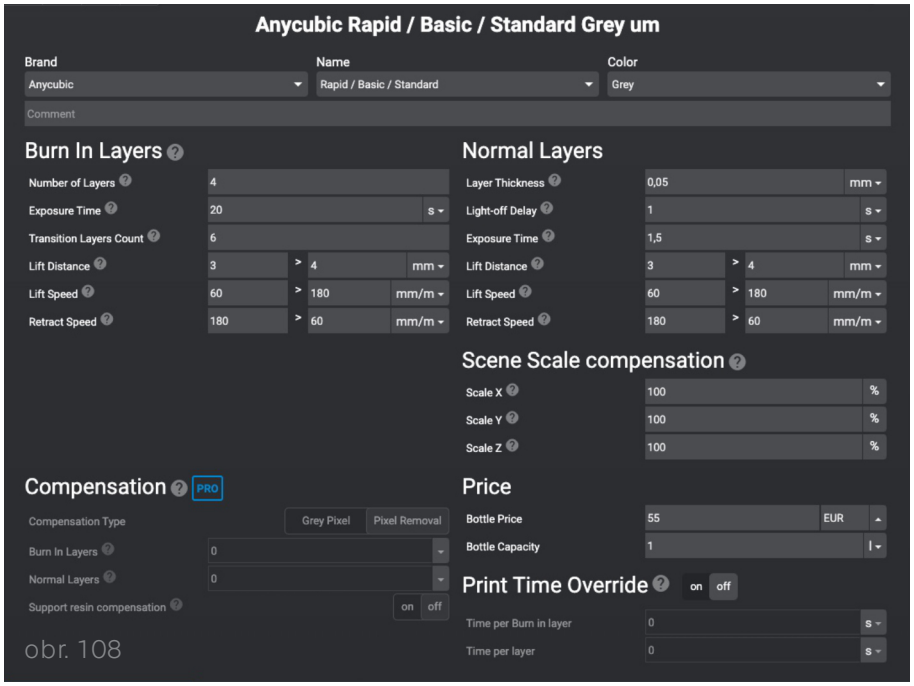
Výroba pomocí technologie 3D tisku

Tisk na FDM tiskárně- způsob sliceování. Doba tisku je 3 hodiny 50 minut při standartní kvalitě 0.2 mm s 40% výplní. Tiskárna spotřebuje 32g materiálu PLA. Součástí modelu jsou také podpory redukované na minimum.



obr. 106-107

Data k tisku pro SLA resinovou tiskárnu, která umožní mnohem přesnější a rychlejší tisk. Povrch modelu je po vytisknutí jemný a tudíž stačí jen nepatrný post procesing narozdíl od FDM tisku, kde jsou viditlené jednotlivé vrstvy.



obr. 108

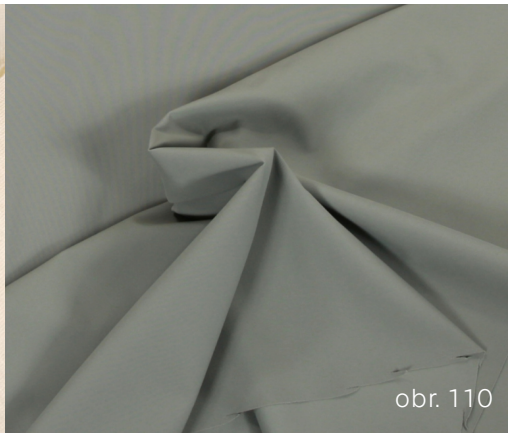
ŠITÁ ČÁST

Látkovou část ortézy tvoří dva odlišné druhy oděvního neoprenu - ten byl zvolený díky svojí schopnosti držet tvar a pro odolnost vůči třepení. Vnitřní část je pružnější a měkká díky vložené molitanové vrstvě, kterou svírají úplety. Tento typ látky se nachází na straně ortézy, která se dotýká pokožky, tudíž je i příjemnější na omak.

Vnější část pak tvoří netřepivý tenký neoprén s hladkou a pevnou strukturou. Je odolný proti zadření a poškození. (složení: Polyamid 76%, Elastan 24%)



obr. 109



obr. 110

Ke spojení pevné části z 3D tisku a části šité je použitý transparentní voděodolný chemoprén. K přilepení kruhů ze suchého zipu (podle potřeby uživatele) je použito běžně dostupné gelové vteřinové lepidlo - chemoprén k materiálu suchého zipu nepřilnul. Vteřinové lepidlo vydrží odlepování suchého zipu a rovněž odolává vodě - ortézu je tedy možné i vyprat.



obr. 111



obr. 112

SEZNAM LITERATURY

1 - Syndrom karpálního tunelu, dostupné na: https://fyzioklinika.cz/poradna/clanky-o-zdravi/265-syndrom-karpalniho-tunelu.
2 - Syndrom karpálního tunelu (CTS), dostupné na: https://www.push.eu/cs/zraneni/zapesti-a-palec/syndrom-karpalniho-tunelu-cts.
3 - Red Dot, dostupné na: https://www.red-dot.org/project/xkelet-34242

SEZNAM OBRAZOVÝCH ZDROJŮ

Obr. 1 - grafické znázornění zápěstí, dostupné na: https://www.push.eu/cs/zraneni/zapesti-a-palec/syndrom-karpalniho-tunelu-cts
Obr. 2 - ilustrační obrazová příloha bolesti zápěstí, dostupné na: https://www.biomag.cz/karpalni-tunel/
Obr. 3- grafika - osobní archiv
Obr. 4 - fotografie ortézy, dostupné na: https://www.dentimedshop.cz/detail/ortopedie-a-rehabilitace/ortezy-a-bandaze-zapesti/ortex-07g-orteza-zapesti-upletova-s-vyztuhou.html
Obr. 5 - fotografie ortézy, dostupné na: https://www.dentimedshop.cz/detail/ortopedie-a-rehabilitace/ortezy-a-bandaze-zapesti/manumed-active-e-motion-zapestni-bandaz.html
Obr.6-7 -fotografie výstužného pásku a ortézy, dostupné na: https://www.dentimedshop.cz/detail/ortopedie-a-rehabilitace/ortezy-a-bandaze-zapesti/orteza-zapesti-manumed-active.html
Obr. 8 - fotografie ortézy, dostupné na: https://www.zdravibezchemie.cz/karpalni-navlek-s-gelem/
Obr. 9 -fotografie ortézy, dostupné na: https://rivalenti.cz/p/kompresni-zdravotni-elasticke-rukavice/
Obr. 10 - fotografie ortézy, dostupné na: https://www.lightinthebox.com/cz/p/medena-artritida-kompresni-rukavice-na-artritidu-medene-pohodlne-rukavice-pro-ulevu-od-bolesti-rsi-revmatoidni-artritida-karpalni-tunel-skvele-na__p8152602.html?c
Obr. 11 - fotografie ortézy, dostupné na: https://unizdrav.cz/zbozi/2160/bandaz-zapesti-s-uchytkou-na-palec
Obr. 12 - fotografie ortézy, dostupné na: https://www.aliexpress.com/item/32757645646.html?spm
Obr. 13 - fotografie ortézy, dostupné na: https://www.aliexpress.com/item/4000092625584.html?spm
Obr. 14 - fotografie ortézy, dostupné na: https://www.argomed.cz/orteza-na-zapesti-catell-base-stabil-cerna-prava-m.html
Obr. 15- fotografie ortézy, dostupné na: https://www.dentimedshop.cz/detail/ortopedie-a-rehabilitace/ortezy-a-bandaze-zapesti/ortex-07c-orteza-zapesti-leva-delka-22-cm.html
Obr. 16 - fotografie ortézy, dostupné na: https://blog.hillvitalshop.cz/syndrom-karpalniho-tunelu-priznaky-priciny-a-lecba/
Obr. 17- fotografie ortézy, dostupné na: https://www.tejpy.cz/orteza-na-zapesti-s-vystuhou-304/
Obr.18 - fotografie ortézy Fix it, dostupné na: https://veganbusiness.com.br/ortese-sustentavel-da-fix-it-feita-de-milho-e-beterraba-substitui-gesso/
Obr. 19 - fotogrfaie ortézy, dostupné na: https://www.premocz.eu/vyuziti-3d-tisku
Obr. 20 -fotografie ortézy ActiveArmour, dostupné na: https://3dprint.com/161617/3d-printed-activarmor-casts/
Obr. 21 - fotografie ortézy NovaCast, dostupné na: https://phys.org/news/2016-04-swapping-plaster-d.html

Obr. 22-23 - fotogrfaie ortézy, dostupné na: https://www.rapidobject.com/branchen/3d-druck-medizintechnik/
Obr. 24 - fotografie ortézy Paterson, dostupné na: https://www.plasticstoday.com/software-will-enable-clinicians-easily-3d-print-wrist-splints-arthritis-sufferers
Obr. 25 - fotografie ortézy Paterson, dostupné na: https://www.lboro.ac.uk/schools/design-creative-arts/whats-happening/news/2022/exhibition-showcases-3d-printing-research/
Obr. 26 - vizualizace ortézy Xkelet, dostupné na: https://hiconsumption.com/xkelet-3d-printed-cast/
Obr. 27 - vizualizace ortézy Xkelet, dostupné na: https://www.red-dot.org/project/xkelet-34242
Obr. 28 - fotogarfie ortézy, dostupné na: https://www.sanomed.cz/sporlastic-7151-orteza-palce-plastova?g
Obr. 29 - vizualizace ortézy Xkelet, dostupné na: https://xkelet.com/
Obr. 30 - skici - osobní archiv
Obr. 31- skici - osobní archiv
Obr. 32-33 - digitální skici - osobní archiv
Obr. 34-43 - fotografie papírových modelů - osobní archiv
Obr. 44-51 - fotografie papírových modelů - osobní archiv
Obr. 52-57 - rendery 3D modelů - osobní archiv
Obr. 58-59- rendery 3D modelů - osobní archiv
Obr. 60-65- rendery 3D modelů - osobní archiv
Obr. 66-67- rendery 3D modelů - osobní archiv
Obr. 68 - model upevnění suchého zipu - osobní archiv
Obr. 69-73- rendery 3D modelů - osobní archiv
Obr. 74 - fotografie látkových střihů - osobní archiv
Obr. 75 - skici - osobní archiv
Obr. 76-80 - fotografie reálného modelu - osobní archiv
Obr. 81-84 - rendery 3D modelů - osobní archiv
Obr. 85-86- fotografie látkových střihů - osobní archiv
Obr. 87-89 - fotografie reálného modelu - osobní archiv
Obr. 90-92 - rendery 3D modelů - osobní archiv
Obr. 93 - fotografie látkových střihů - osobní archiv
Obr. 94 -fotografie reálného modelu - osobní archiv
Obr. 95-99 - série fotografií ortézy - osobní archiv
Obr. 100-101 - grafika - osobní archiv
Obr. 102-103 série fotografií ortézy - osobní archiv
Obr. 104-105- výkresová dokumentace - osobní archiv
Obr. 106-107 - 3D sliceování FDM - osobní archiv
Obr. 108 - 3D sliceování SLA - archiv doc. Mga. Josef Šafařík PhD.
Obr. 109 - Oděvní neoprén, dostupné na: https://e-zet.cz/elasticky-odevni-neopren-sedozeleny-p-8771/
Obr. 110 - Oděvní neoprén, dostupné na: https://e-zet.cz/elasticky-odevni-neopren-sedozeleny-p-8771/
Obr. 111 - Lepidlo Patex, dostupné na: https://obchod.activa.cz/produkt/pattex-chemopren-transparent-kontaktni-lepidlo-50-ml-460520/?
Obr. 112 -- Lepidlo Loctite, dostupné na: https://obchod.activa.cz/produkt/loctite-super-bond-gel-vterinove-lepidlo-2-g-54643/?

ČVUT

FA

Ústav Designu
ATELIER KAREL
ZS 2022/2023

©