

# | Úchopová dlaha pro tetraplegiky

## Diplomová práce

Karel Eliáš | Ateliér Tvarůžek/Blaha | Vedoucí práce MgA. Martin Tvarůžek

Ústav průmyslového designu | FA ČVUT | letní semestr 2021

<b>ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE</b> <b>FAKULTA ARCHITEKTURY</b>	
<b>AUTOR, DIPLOMANT: Karel Eliáš</b> AR 2020/2021, LS  <b>NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:</b> (ČJ) ÚCHOPOVÁ DLAHA PRO OSOBY S TETRAPLEGIÍ  (AJ) ADDAPTIVE GRIPPING SPLINT FOR PEOPLE WITH TETRAPLEGIA <b>JAZYK PRÁCE: ČJ</b>	
<b>Vedoucí práce:</b>	<b>MgA. Martin Tvarůžek</b> <span style="float: right;"><b>Ústav: 15150</b></span>
<b>Oponent práce:</b>	
<b>Klíčová slova (česká):</b>	Kompenzační pomůcka, dlahy, tetraplegie, úchop, hendikep, 3D tisk
<b>Anotace (česká):</b>	Cílem diplomové práce je navrhnout kompenzační dlahu, která bude do určité míry nahradit úchopovou funkci ruky u osob s tělesným postižením (především tetraplegiků). Jedním z kritérií je také využití technologie 3D tisku, která nabízí možnost lepšího přizpůsobení dlahy na míru.
<b>Anotace (anglická):</b>	Main goal of the diploma thesis is to design an addaptive splint, which can partially replace hand's gripping function of handicapped people (foremost tetraplegics). One of main criteria is also the utilization of 3D printing technology, which offers the possibility of better customization.

### Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne

podpis autora-diplomanta

*Tento dokument je nedílnou a povinnou součástí diplomové práce / portfolia a CD.*

### České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

## 2/ ZADÁNÍ diplomové práce

Mgr. program navazující

jméno a příjmení: Karel Eliáš

datum narození: 19/6/1992

akademický rok / semestr: 2020/2021 / 6.semestr  
obor: Průmyslový design  
ústav: 15150  
vedoucí diplomové práce: MgA. Martin Tvarůžek

téma diplomové práce: Pomůcka / vybavení pro hendikepované osoby

zadání diplomové práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Zadáním se rozumí návrh konkrétního typu zdravotní či kompenzační pomůcky nebo vybavení, které hendikepovaným umožní větší komfort a efektivitu při každodenních činnostech či sportu, nebo usnadní zdravotní prevenci pomocí rozcvičování a rehabilitace. Očekávaným cílem bude na základě konzultací s odborníky a hendikepovanými určit problematickou oblast u konkrétní činnosti nebo typu tělesného postižení a následně navrhnout vhodnější řešení problému.

2/ Pro D/ součástí zadání budou jasně a konkrétně specifikované jednotlivé fáze projektu, které jsou nezbytnou součástí řešení

3/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

Výsledný návrh pomůcky/vybavení včetně reálného modelu (měřítko bude upřesněno)  
Výkresy v požadovaném formátu  
2x tištěné portfolio  
2x CD s grafickými výstupy

4/ seznam dalších dohodnutých částí projektu

Datum a podpis studenta

8/2/2021

Datum a podpis vedoucího DP

9.2.2021

01 -03- 2021

## Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat všem osobám, které se nějakým způsobem podíleli na vývoji mé diplomové práce nebo mě v průběhu její tvorby podporovali. Jmenovitě pak těmto osobám:

MgA. Martinovu Tvarůžkovi a Ing. Tomáši Blahovi, za vedení mé práce a dostatečnou volnost a důvěru při jejím zpracovávání.

Davidu Lukešovi a Bc. Barboře Rusínové, za zprostředkování setkání s dalšími členy Centra Paraple.

Mgr. Zuzaně Gregorové a Jiřímu Čeloudovi, za ochotu při konzultacích problematiky a testování prototypu v praxi.

Své rodině, za psychickou podporu.

## Obsah

<b>01 Úvod</b> .....	5
<b>02 Analýza</b> .....	6-8
Tetraplegie .....	6
Funkční ruka tetraplegika .....	6
<b>03 Výstup analýzy</b>	

## 01 | Úvod

Osoby s tělesným postižením jsou skupinou lidí s velmi specifickými potřebami, ať už se jedná o péči, kterou jejich zdravotní stav vyžaduje, nebo produkty, které používají. Navíc je v závislosti na typu hendikepu často žádoucí individuální přístup, kde pomyslným ideálem je přizpůsobení produktů i služeb co nejvíce na míru uživateli. To se samozřejmě v reálném světě setkává s celou řadou komplikací. V případě vývoje a výroby produktů je to například tlak velkých výrobců zdravotních pomůcek na masovost z ekonomických důvodů. Na míru šité produkty jsou tak do jisté míry výsadou těch, kteří si za ně mají možnost připlatit.

Přesto se kulička pokroku kutálí neustále kupředu a již několik let se ke slovu hlásí technologie 3D tisku, která má potenciál srovnat mísky vah mezi cenovou dostupností a individuálním přizpůsobením produktů. Začíná se čím dál častěji vyskytovat termín „Mass customization“, který lze vysvětlit jako možnost přizpůsobit produkty či služby uživatelům na míru se zachováním nízkých nákladů, které jsou spojeny s masovou výrobou.

Ačkoli byl 3d tisk za poslední roky technologií, která našla uplatnění především v oblasti rychlého prototypování a vývoje, existují oblasti, kde může být plnohodnotnou výrobní technologií a právě výroba vybavení pro hendikepované uživatele je jednou z nich. Jedním z cílů mé diplomové práce proto bylo hledání užší oblasti, kde lze využít výhody, které tato technologie poskytuje.

Po průzkumu a zvažování řady možností mi nakonec nejvíce pomohla konzultace v Centru Paraple, díky které jsem záběr své práce zúžil na osoby postižené tetraplegií se soustředěním na kompenzaci úchopové funkce ruky. Jelikož je tetraplegie širší kategorií poranění míchy s různými stupni závažnosti, vyplývají z ní i velmi individuální potřeby jednotlivých osob a představuje tak oblast, kde může vhodné využití 3D tisku přinést skutečný prospěch.



### Tetraplegie

Jak již bylo zmíněno na konci úvodní části, tetraplegie představuje kategorii poranění míchy, která může mít různý stupeň závažnosti. Obecně jde o poranění míchy, které způsobuje úplné ochrnutí dolní části těla a různý stupeň ochrnutí trupu a horních končetin, který je závislý na výšce poškozeného páteřního segmentu v krční oblasti. Čím výše došlo v krční páteři k poškození obratle a s ním i poranění míchy, tím je stav pacienta závažnější.

Na základě závažnosti poranění můžeme tetraplegii dělit na nízkou a vysokou nebo podrobněji na stupnici od 1 do 5. Rozdíl v závažnosti poranění se projevuje právě v míře ochrnutí horních končetin a trupu, od nejméně vážných případů, kdy jsou osoby schopny sedět vzpřímeně bez opory zad a mají různě zachovanou hybnost zápěstí a motoriku v prstech, až po vážné případy, kdy je významně omezena pohyblivost celých paží, trup nelze bez opory držet vzpřímeně a vyskytují se značné obtíže s dýchacím ústrojím.

### Funkční ruka tetraplegika

S ohledem na mé soustředění do oblasti úchopové funkce ruky je potřeba se zmínit o tom, jakým způsobem se pacienti mají možnost s limity v úchopu vypořádat.

„Horní končetiny u tetraplegiků zaznamenávají vždy určitý funkční deficit v závislosti na výšce a rozsahu míšní léze. Avšak v průběhu jednotlivých období po vzniku poškození míchy se může rozsah motorické, senzitivní a vegetativní léze komplikovat ještě dalšími důsledky poruchy funkce míchy, kterými může být spasticita, otoky, bolesti nebo dekubity. Tyto sekundární komplikace mohou vést k dalším funkčním omezením a bránit úspěšnému průběhu rehabilitace tetraplegika při získávání maximální úrovně funkční nezávislosti.“(1)

V závislosti na stupni poranění (vyjímaje toho nejzávažnějšího) může tetraplegik důslednou rehabilitací a nácvikem soběstačnosti vytrénovat tzv. funkční ruku tetraplegika. „Podstatou funkční ruky tetraplegika je dosažení tzv. tenodézy - mírného stažení ohýbačů prstů, kdy při uvolnění zápěstí dlaní dolů se prsty vlivem svalového napětí natahovačů prstů natáhnou a aktivním zvednutím ruky v zápěstí se prsty naopak pasivně sevrou do dlaně. Stažení ohýbačů prstů musí být mírné a tudíž vratné. Lze jej podporovat včasným polohováním do tzv. rukavic nebo vyvazovat s molitanovým míčkem v dlaní. Na polohování navazuje funkční trénink náhradních způsobů úchopů předmětů různých velikostí, povrchové struktury i hmotnosti. Tetraplegik se učí uchopit, udržet a pustit různé předměty.“(2) Dle svých tělesných limitů závislých na stupni poranění může dotyčný dosáhnout aktivní, nebo pasivní funkční ruky.

#### Aktivní funkční ruka

„Tento pojem je vázán na dobrou sílu svalů – zvedačů zápěstí – kdy mechanismus trikových úchopů tetraplegiků s lézí od C6 níže je umožněn výše popsáním tenodézním efektem ohýbačů prstů a přitahovačů palce. Lze vycvičit čtyři typy úchopů – válcový, klíčový, meziprstní a dlaňový.“(3)

#### Pasivní funkční ruka

„Tetraplegici s výškou míšní léze v C5 (skupina 2) nemají zachovanou aktivní hybnost zápěstí. Je nutné jej zpevnit v mírném zvednutí ortézou, která klientovi pomůže ruce funkčně využívat. Předměty je pak schopen uchopit mezi obě ruce zpevněné ortézami nebo využívá pomůcky, např. dlaňovou pásku“ (4)

Po důsledné rehabilitaci, tréninku funkční ruky a nácviku soběstačnosti můžeme osoby rozdělit podle jejich úchopových možností do těchto 4 kategorií:

#### Skupina 1

Není možná žádná forma náhradního úchopu, nulové fyzické zdroje horních končetin, své okolí může tetraplegik ovládat pomocí ústní tyčky (mouthsticku) a počítače a jím řízených robotizovaných systémů a elektronických zařízení.

#### Skupina 2

Úchopová funkce ruky je závislá na síle zvednutí zápěstí (m. extenzor carpi radialis), jsou minimální fyzické zdroje, klíčový sval je m. biceps brachii, slabé extenzory zápěstí. Tetraplegik preferuje bilaterální úchop (oběma rukama), často je třeba k fixaci zápěstí dlažek a využití kompenzačních pomůcek pro základní sebeobsahu, mluvíme o pasivní funkční ruce.

#### Skupina 3

Náhradní úchop je zajištěn tenodézou flexorů prstů a funkčními extenzory (zvedači) zápěstí, částečné fyzické zdroje, klíčovým svalem je m. extenzor carpi radialis, mluvíme o aktivní funkční ruce. Tetraplegik má funkční úchop - pěstní, klíčový i válcový, meziprstní úchop.

#### Skupina 4

Dobrá úchopová funkce ruky, problémem zůstává nedostatečný pohyb palce pro další způsoby jemných úchopů.

Zejména u skupin číslo 2 a 3, kde je úchopová funkce degradována, ale není vyloučena, je velký potenciál, jak pomocí správně navržené pomůcky ulehčit různé každodenní činnosti. Velká řada úchopových pomůcek byla již vyvinuta, ať už se jedná o pomůcky určené pro činnosti vyžadující jemnější motoriku (např. psaní) nebo naopak činnosti vyžadující pevný úchop či jen přesouvání různých předmětů. Nicméně u méně obecných činností, např. různých koníčků či sportů, mohou být požadavky uživatelů na vhodný design pomůcek mnohem více individuální. Do velké míry mohou být v tomto ohledu nápomocni ergoterapeuti, kteří dokáží kromě výroby na míru šitých terapeutických dlah a ortéz vyrobit i kompenzační pomůcky z dlahovacích materiálů i zde jsou ale jistá úskalí, např. co se týče estetiky výsledné pomůcky, která pro klienty z důvodu psychického pohodlí rovněž hraje velkou roli.

## 02 | Analýza

3D tisk



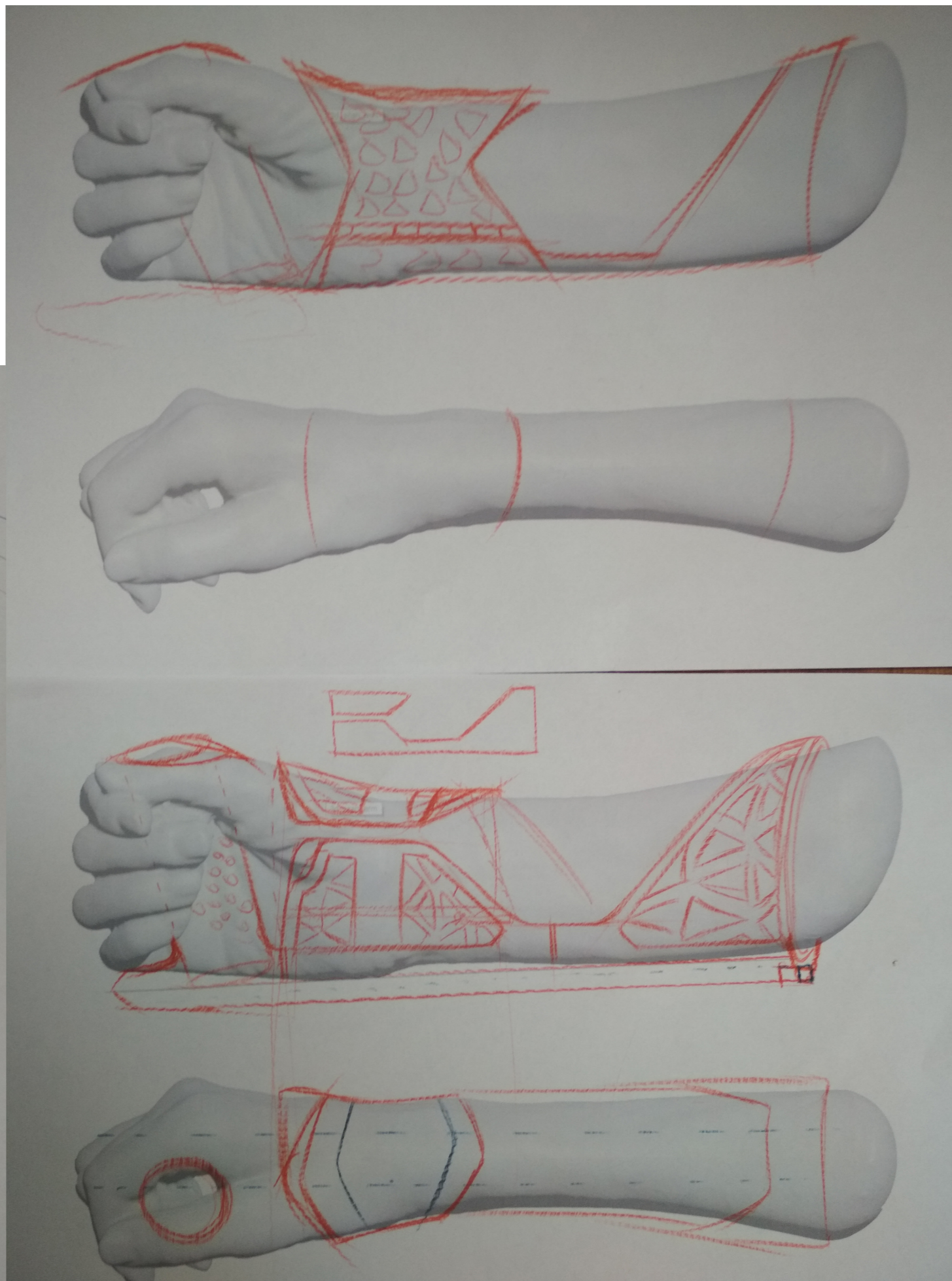
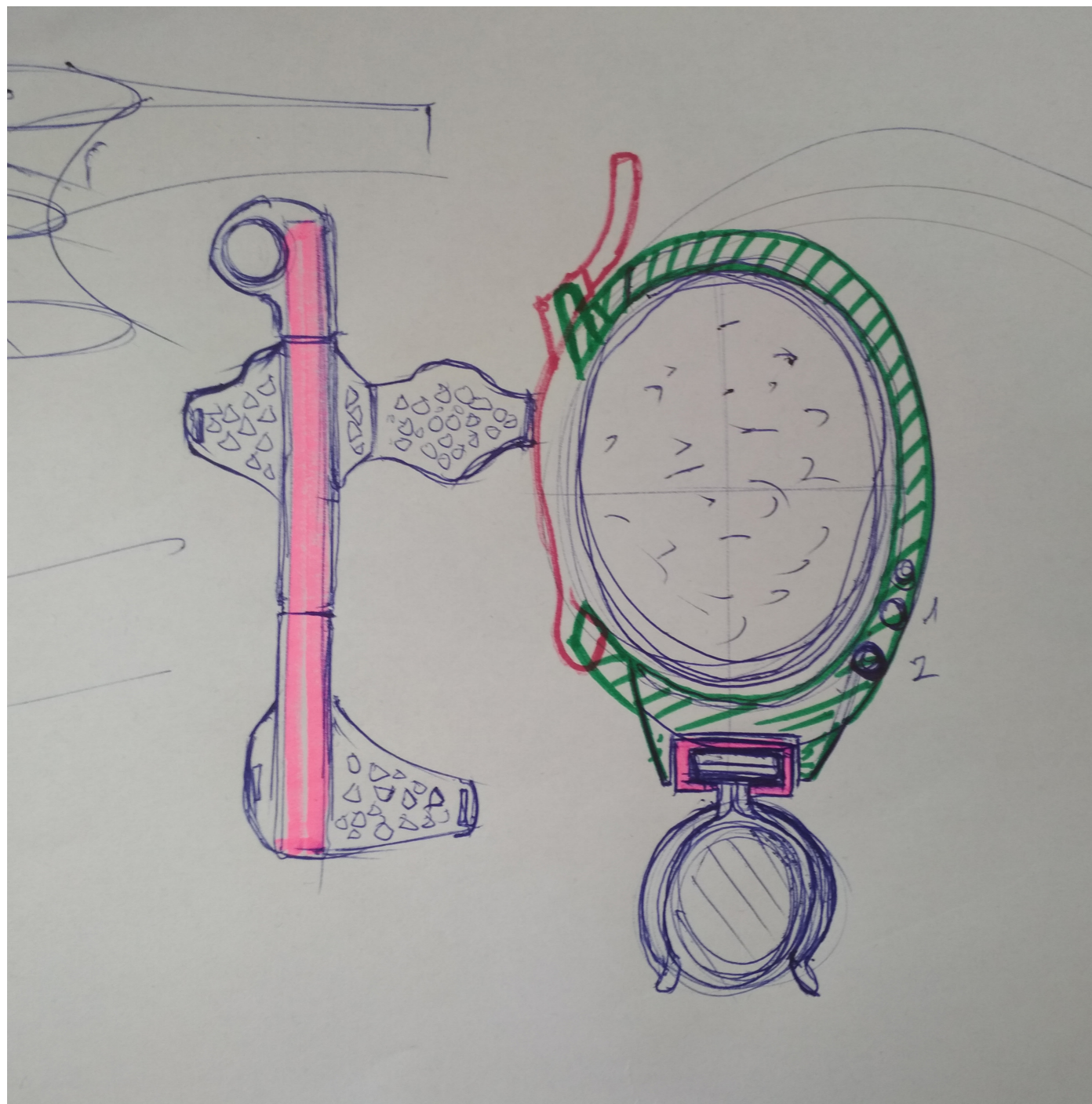
## 03 | Výstup analýzy

3D tisk - technologie nové doby

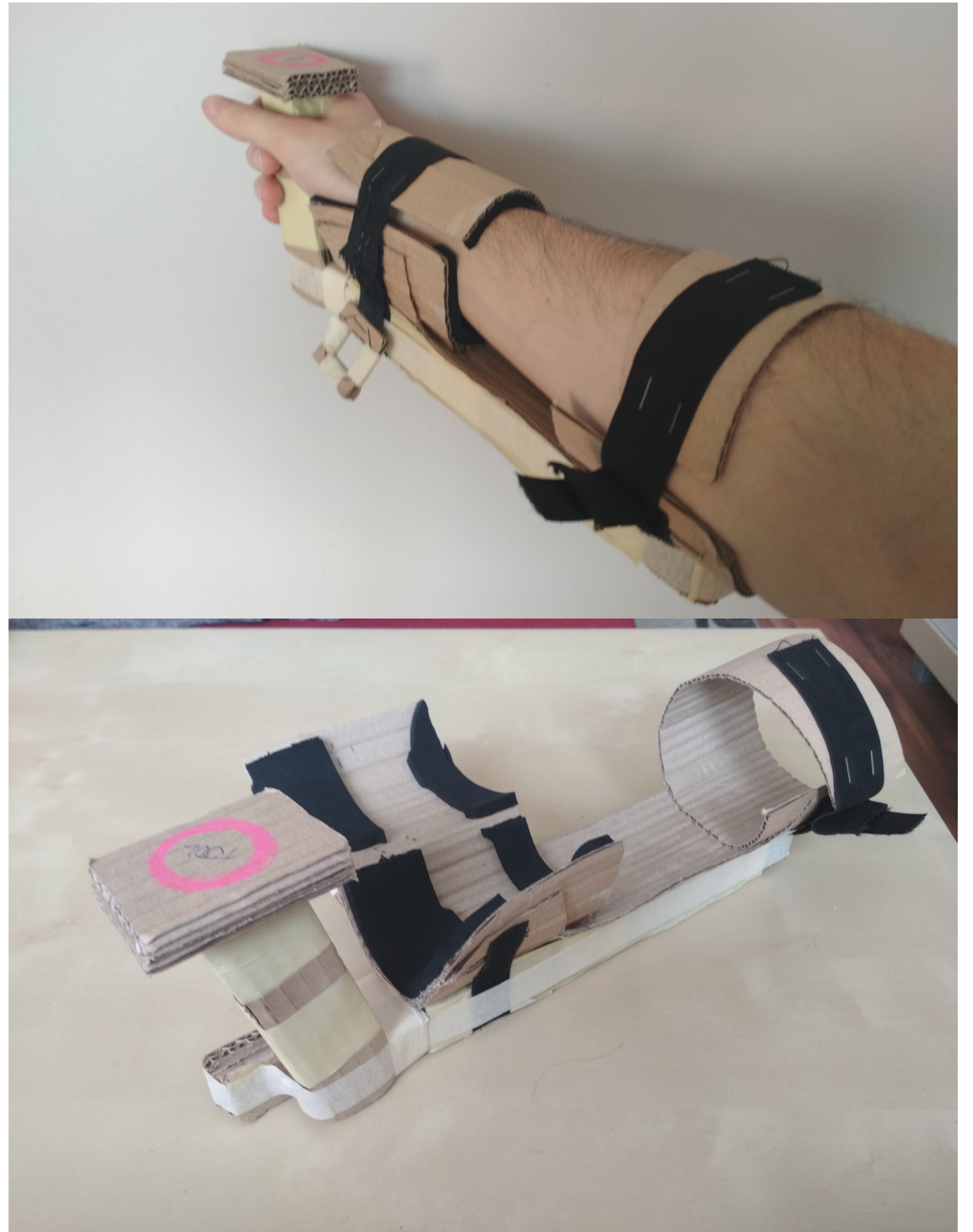
fgdfgsfg



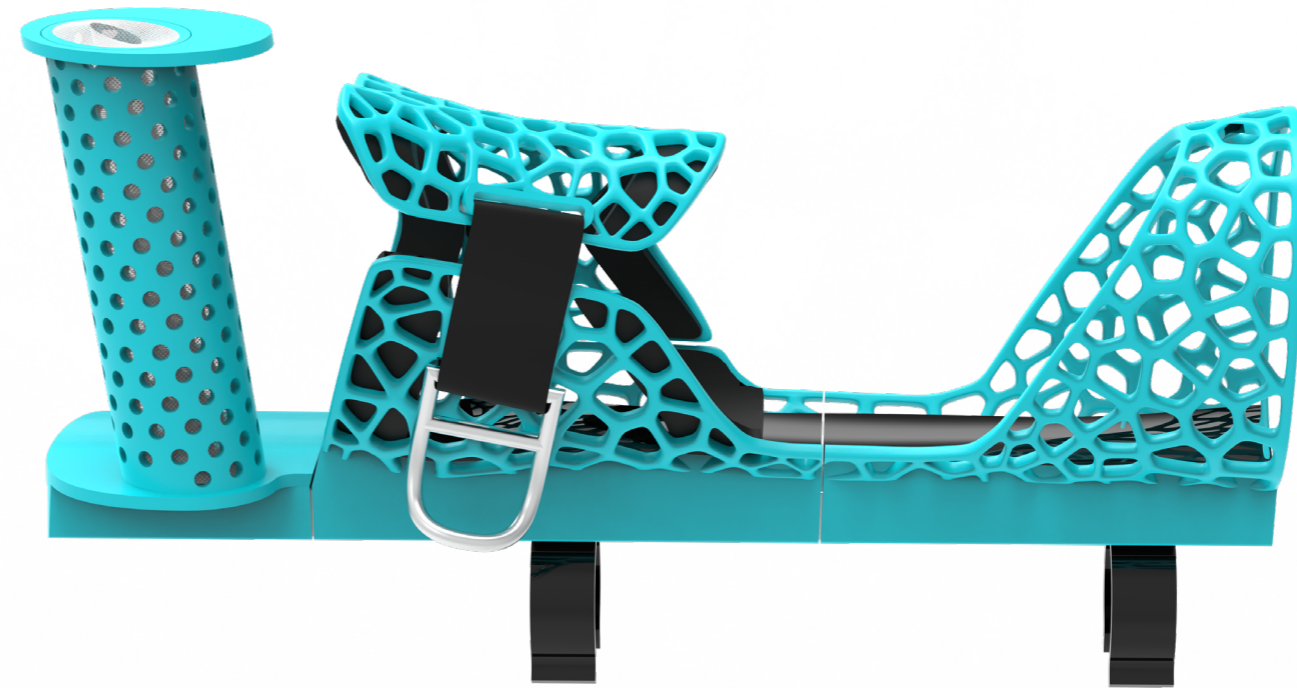
02 | Prověřování variant

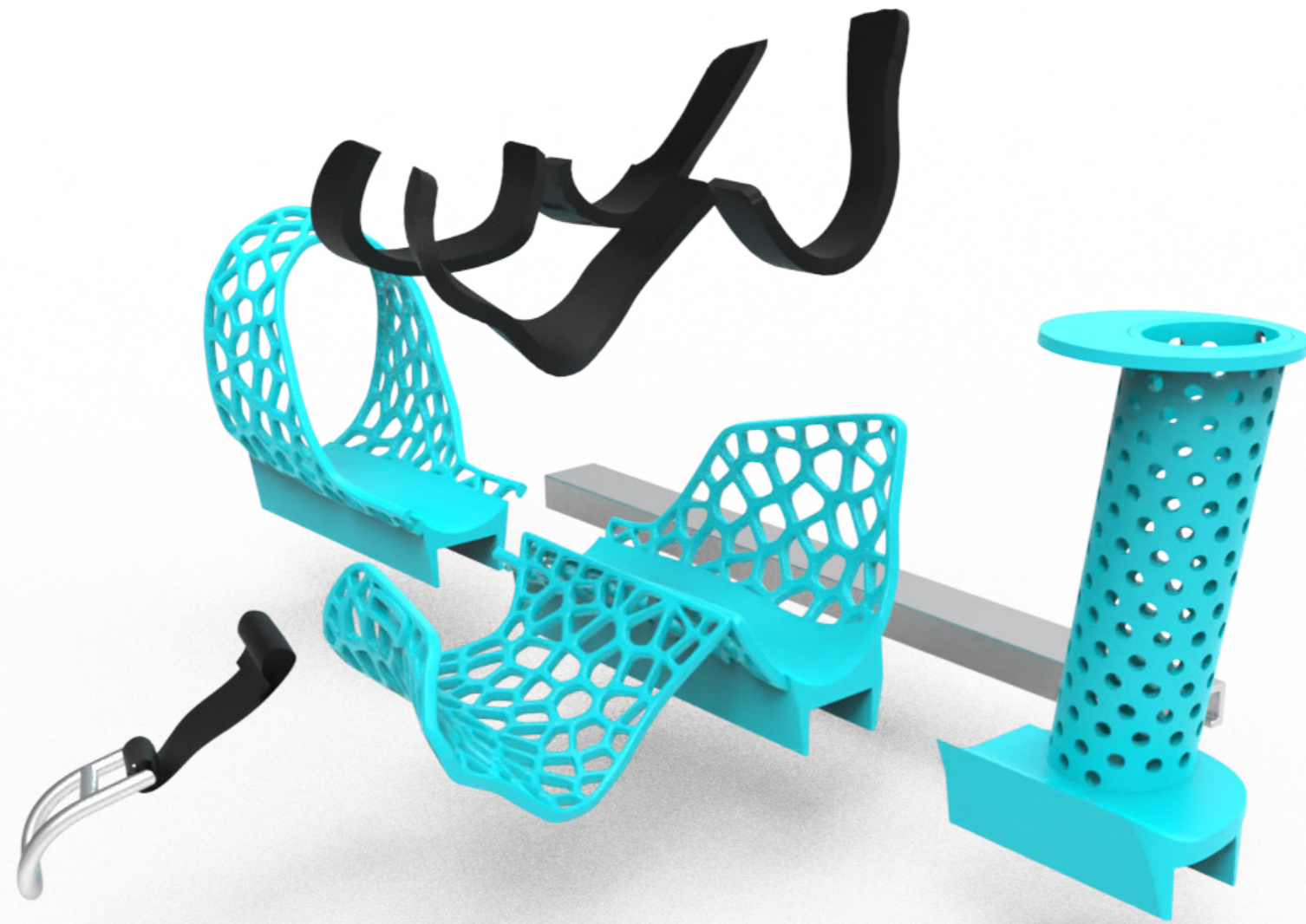


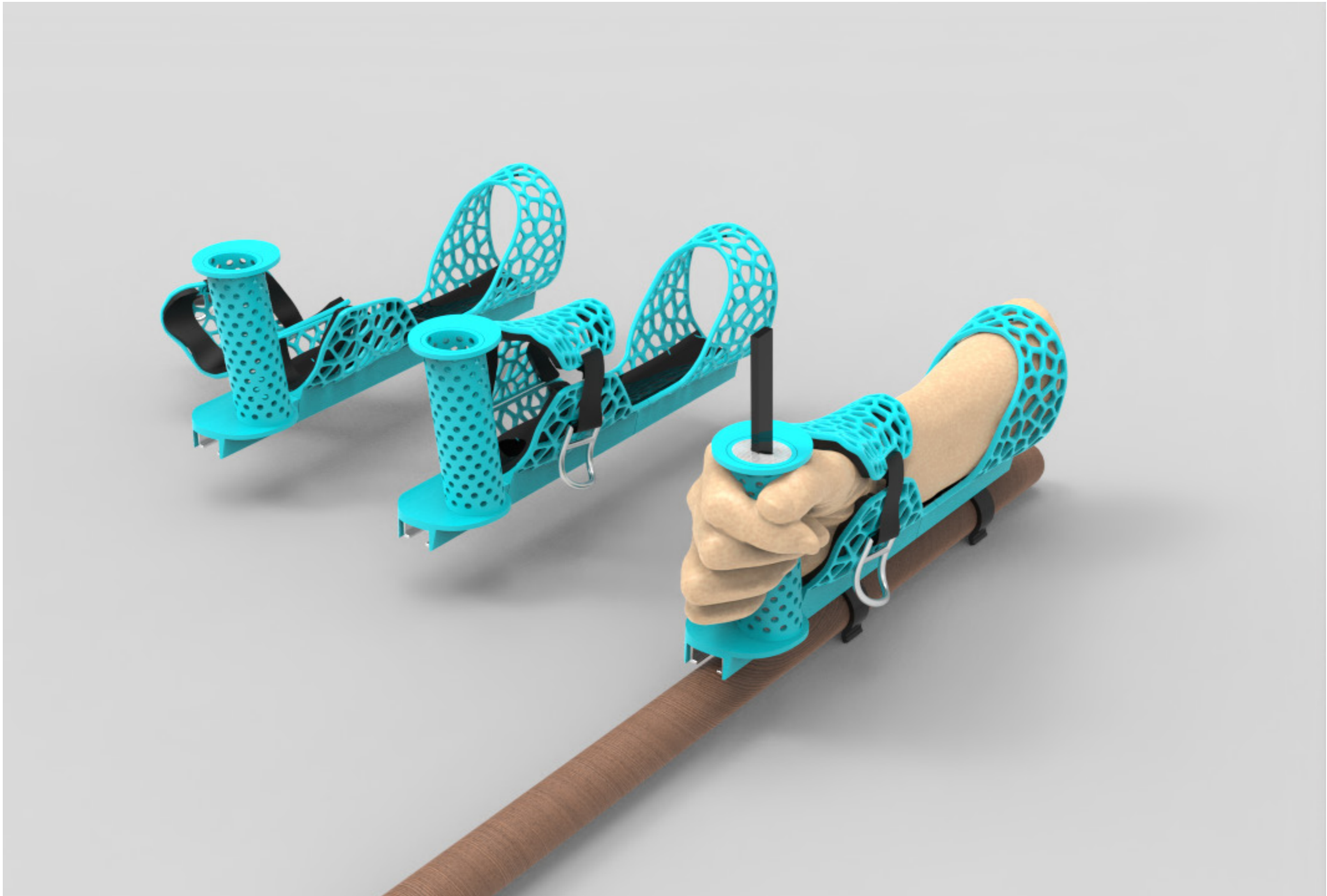
## 02 | Prověřování variant

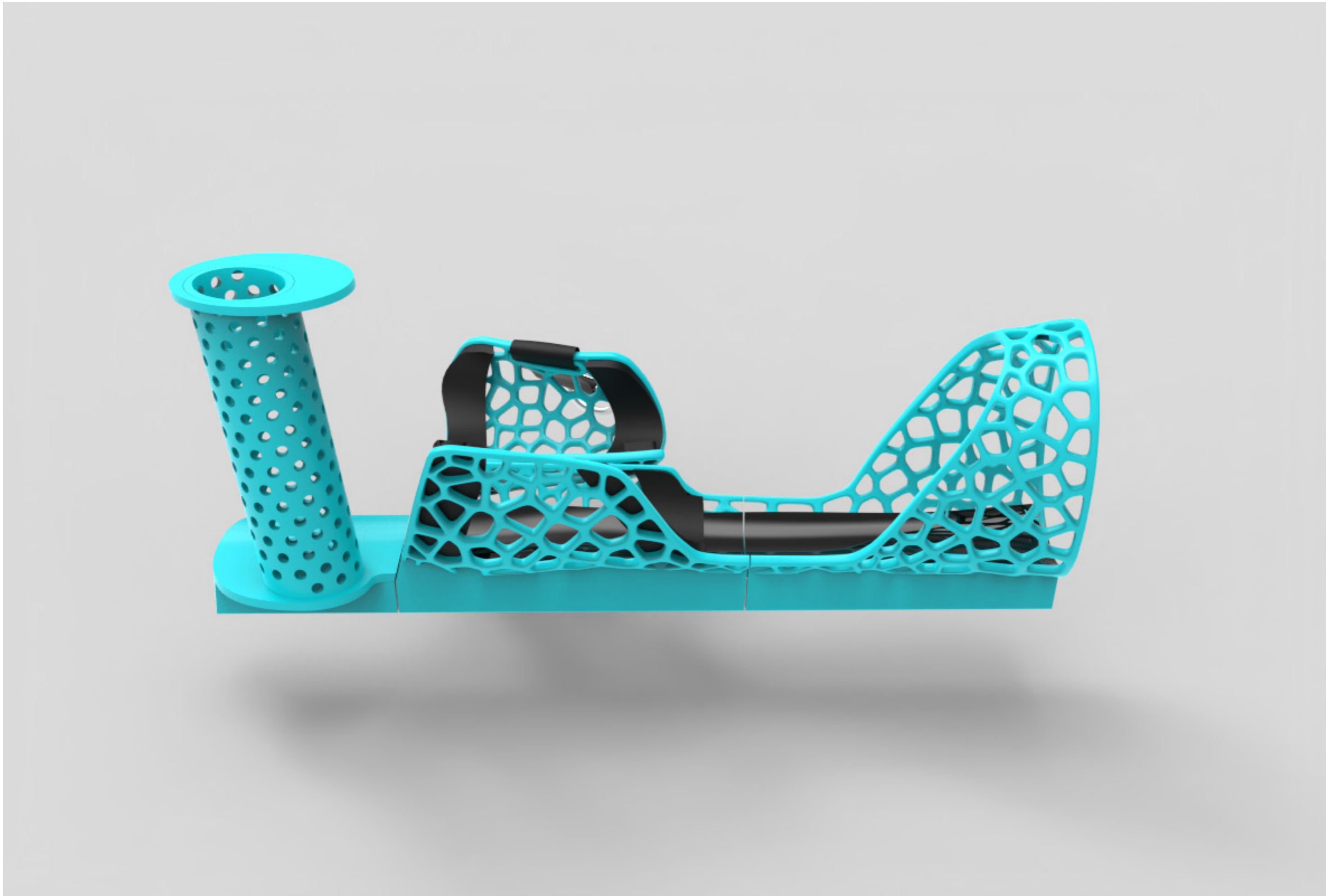


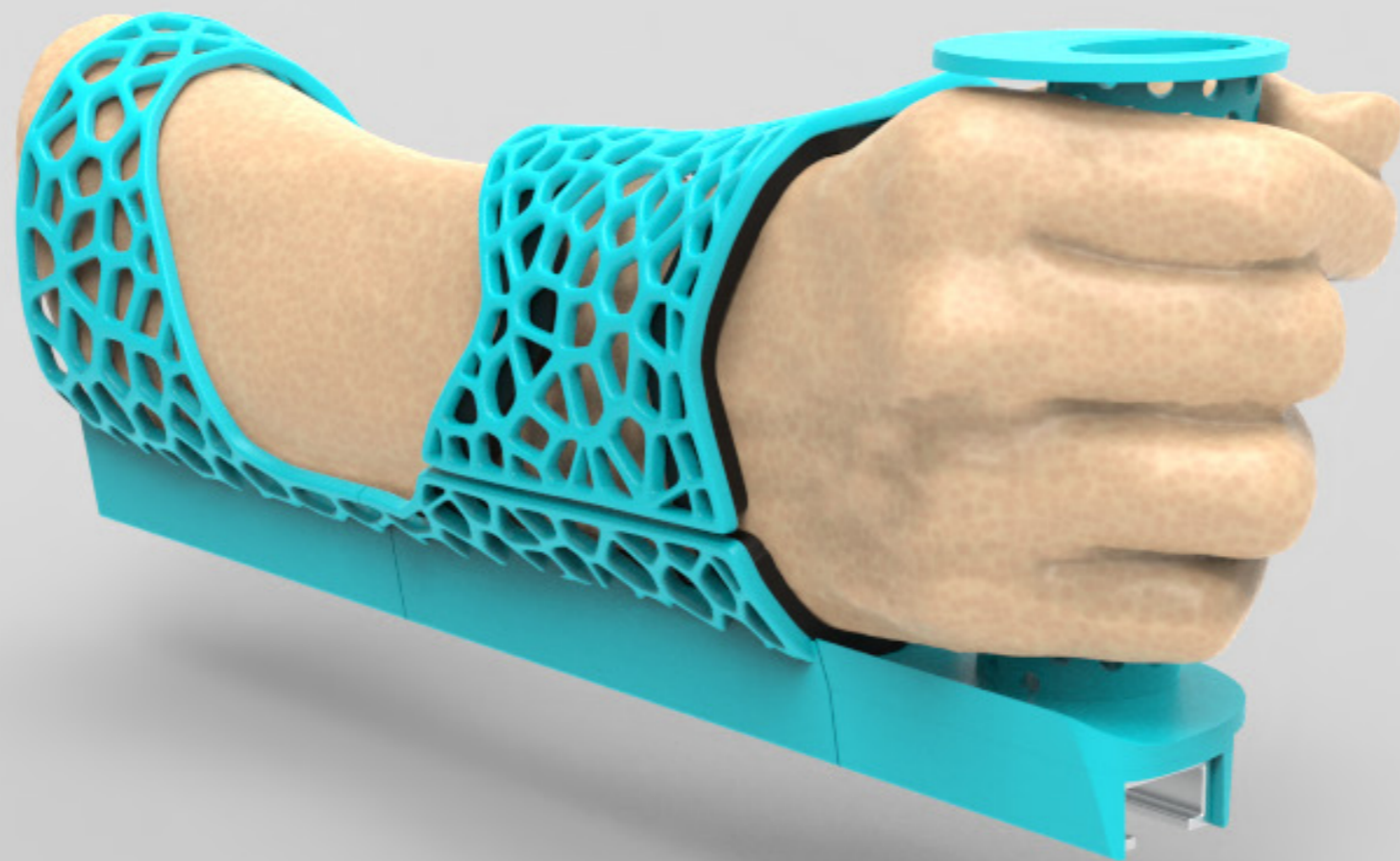
## 02 | Syntéza - výsledný návrh















## | Závěr

## | Zdroje

