

# Diplomová práce

## **ABSTRAKT**

Hlavní myšlenkou návrhu krytí protéz byla individualizace vzhledu protetických pomůcek – protéz dolních končetin. Design krytí protézy tak odráží životní postoj uživatele a vyjadřuje jeho styl také díky tomu, že uživatel sám se podílí na návrhu krytí svých protéz. Návrh krytí také musí počítat s ergonomií a stavbou protéz, které jsou vždy vysoce individuální. Krytí protézy musí mít určitou hmotnost a tvar, neomezující pohyby uživatele.

Klíčová slova: protézy, protéza dolní končetiny, design krytí protézy.

## **ABSTRACT**

Main idea of cover design for these prostheses was a individualization of look of prosthetic aids – lower limb prostheses. The design of coverage reflects user's life attitude and expresses his style also thanks to his participation on the cover design of his own prostheses. The coverage design has to account with ergonomy and construction of the prostheses which are also very individual. The coverage of these prostheses has to have a specific weight and shape not limiting movemovements of the user.

Keywords: prostheses, lower limb prosthesis, cover design of prosthesis.

Děkuji Alešovi, Honzovi, Mariovi a Markétě za psychickou podporu a pomoc.

Děkuji Ing. Jiřímu Rosickému, CSc. za odbornou pomoc a prof. ak. soch. Pavlovi Škarkovi za dlouhodobé vedení v oblasti designu.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>5</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>6</b>
<b>1 HISTORICKÝ VÝVOJ PROTÉZ DOLNÍCH KONČETIN</b> .....	<b>7</b>
1.1 HISTORIE AMPUTACE A PROTETIKY .....	7
<b>2 SOUČASNÝ DESIGN PROTÉZ</b> .....	<b>26</b>
2.1 PROTÉZA JAKO ŽIVOTNÍ STYL .....	26
2.2 DESIGN KRYTÍ PROTÉZ.....	31
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>36</b>
<b>3 DESIGN KRYTÍ PROTÉZ</b> .....	<b>37</b>
3.1 OSOBNÍ PREFERENCE KLIENTA.....	37
3.2 PRVNÍ NÁVRHY.....	40
3.3 NÁVRHY VYPLÝVAJÍCÍ Z KONZULTACÍ A MATERIÁLOVÉ MOŽNOSTI.....	45
3.4 FINÁLNÍ NÁVRH.....	52
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>57</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>58</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>60</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>63</b>

## ÚVOD

Přijít o část těla musí být vždy traumatický zážitek, zvláště v době, kdy je tolik poukazováno na dokonalý ideál krásy. Protéza pak tuto část těla nahrazuje a člověk se tak cítí plnohodnotněji. Čím více se protéza podobá chybějící části, funkčně anebo esteticky, tím lépe se člověk cítí. Hlavně ve společnosti je to důležité. Neinformovaným lidem kolem často nedělá pohled na postižené či chybějící místo dobře a vzápětí to u nich vzbuzuje lítost. Člověk s náhradou o takové pocity nestojí, chce žít stejně plnohodnotný život jako předtím.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 HISTORICKÝ VÝVOJ PROTÉZ DOLNÍCH KONČETIN

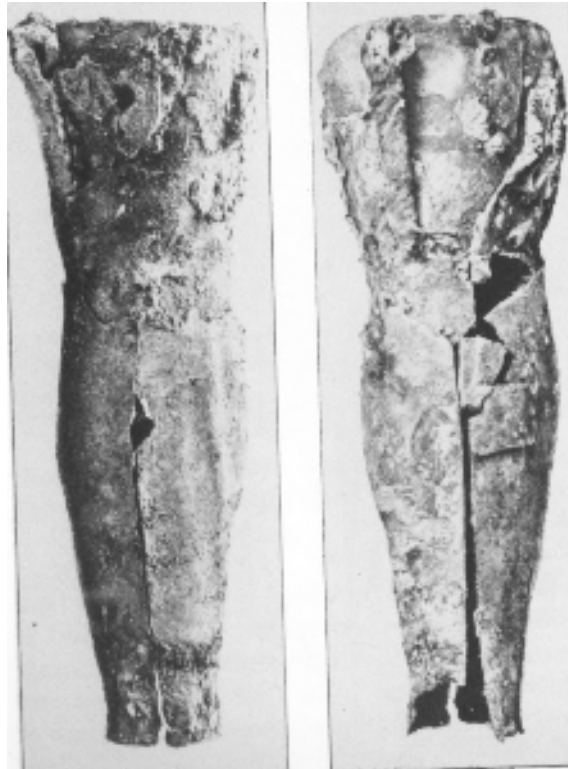
## 1.1 Historie amputace a protetiky

První zmínky o amputacích končetin se objevují ve starověku v Mezopotámii, Egyptě a Izraeli, kde jsou zobrazovány nejčastěji jako mozaiky nebo nástěnné malby, avšak nejsou známy žádné spisy. Nejstarší rukopis o amputaci pochází z Indie z roku kolem 1800 př. n. l., kdy královna Vishpla utrpěla během bitvy válečné zranění a její končetina musela být amputována. Nosila pak železnou nohu, učila se s ní chodit a nakonec se opět účastnila bitev.

První spis o chirurgii, zabývající se blíže amputaci vytvořil Hippokrates, který amputoval jediné při gangréně a protože měl k dispozici jen nůž a ne pilku, amputoval nohu v kolenním kloubu, tzv. „gilotinová amputace“. Aby zamezil krvácení, zaceloval ránu vypalováním.

Kolem roku 0 vyšel spis o amputaci od Aurelia Cornelia Celsa, kde popisuje historii lékařství, patologie, chirurgie, terapie a výživy. Celsus popisuje gilotinovou amputaci na dvou úrovních, známých jako „dvojitý kruhový řez“ nebo „technika dvou řezů“ s pomocí nástrojů nože, pilky a kleští. V letech po Celsovi se znalosti amputace prohloubili a Archigenes a Heliodorus amputovali končetiny kromě gangrén také v případech jako nehojící se vředy, nádory, zranění nebo vrozené vývojové vady, zahrnující nadbytečné prsty na nohou. Ne vždy používali gilotinovou metodu. Po Archigenovi a Heliodorovi byla chirurgie méně sofistikovanější. Kolem roku 200 našeho letopočtu ošetřoval Galen gladiátory, pak se stal osobním lékařem Marca Aurelia, Commoda a Septima Severa. Jeho knihy o lékařství byly jakousi biblí lékařství po čtrnáct století.

Dosud nikdo z těchto osobností starověku nepodal jediné svědectví o existenci protézy, i když se umělé končetiny v jejich době vyráběly a dokonce k tomu byli i specializovaní řemeslníci. Jen archeologické vykopávky dokazují existenci umělých končetin. Starověké protézy měly spíše podobu chůd, byly připojeny na pahýl pomocí jakési ponožky či popruhu a byly většinou dřevěné, někdy s kovovými prvky.



*Obr.1. Protézy z roku 300 př. n. l. (Capua)*

Během třetího až čtvrtého století se všechna kultura soustředila v Byzantské říši a jediní známí Římské chirurgové (také mučedníci a svatí) byla dvojčata Cosmas a Damian. Byli křesťané a praktikovali chirurgii v jednom z římských kostelů.

V Izraeli, po zničení Jeruzaléma Římany, se kvůli regulaci náboženství stala amputace trochu tabu, protože bylo zakázáno dotýkat se odřezané části žijící bytosti. K provedení amputace přistupoval chirurg následující metodou: amputace byla téměř provedena, ale zůstal jen kousek kůže, pak chirurg připojil pacienta s jeho téměř amputovanou končetinou ke zdi. Pacient tak mohl sám amputaci dokončit a tak ani on ani chirurg se nedotkli odřezané části a nestali se nečistými. Proti anestetikům obvykle námitky nebyly.

Kolem roku 1000, po pádu Římské říše a vlivem migrací, nebylo v západní Evropě téměř žádné lékařství na vědecké úrovni. Většinu důvodů stagnace není možné dohledat, nicméně jedním z nich byla církev. Když se Evropa rozdělila na mnoho menších zemí, byla církev jediný záchytný bod. Aby si církevní organizace udržela svou moc, rozdrtila všechny námitky a pochybnosti o vlastním dogma a nejvíce inovativní myšlenky odsoudila jako kacířství. Dalšími důvody stagnace byl zákaz pitev, téměř žádná hygiena a ohromující vliv Ga-



lena. Galen měl vždycky pravdu a když někdo s něčím přišel a bylo to v rozporu s názorem Galena, řeklo se, že nálezce udělal chybu. Úlohou církve také bylo navštěvování nemocných a odehrávalo se formou charity. Biskup pak ustanovil organizaci, která pečovala o nemocné lidi a časem vedle klášterů vznikly ošetrovny. V roce 528 založili Benediktíni „mateřský klášter“ a po jeho vzoru vznikly další kláštery po celé Evropě. Klášterní lékařství zahrnovalo převážně léčivé rostliny a předpisy stravování, vedle toho byli léčeni i zranění a prováděli se chirurgické zákroky. Kolem roku 1000 dosáhla klášterní medicína vrcholu a pak začala upadat kvůli zakládání univerzit a zákazu praktikovat chirurgii. Zákaz chirurgie na klášterní půdě měl dva důvody: za prvé tady byla možnost, že pacient během operace zemře a mnich-chirurg bude nařčen ze zabití; za druhé, že vyšetřování povede k závěrům, které jsou v rozporu s církevním dogmatem.

První univerzita byla založena v Itálii, následovala Francie, Anglie a Německo, ale dávno před tím existovala světská lékařská škola v Salernu, na jejímž založení se kolem roku 850 podíleli čtyři lékaři: Řek, Říman, Žid a Arab. Vzdělání na univerzitách bylo čistě teoretické a takto vedení lékaři měli více vědecký než praktický přístup. Poslouchali stížnosti, předepisovali léčby a radili osobám bez akademického vzdělání (lidovým léčitelům, holičům a šarlatánům), kteří praktikovali léčbu.

Ve středověku se amputaci v západní Evropě nevěnovala velká pozornost, není o ní moc zmínek i když bylo během této doby amputováno mnoho končetin a to nejen kvůli válečným zraněním, ale také kvůli malomocenství a endemickému infekčnímu onemocnění.

Několik vzdělaných lékařů, kteří prošli univerzitou, si během léčení v bitvách uvědomili, že nejsou příliš užiteční. Navštěvovali nejlepší holiče-chirurgy, učili se od nich a později se na univerzitu vrátili vyučovat chirurgii. Fakulta však zakázala studentům navštěvovat jejich lekce a tímto způsobem se udržoval odstup mezi medicínou a chirurgií. Protože bylo jen málo lékařů-chirurgů, stali se holiči-chirurgové chirurgy ve válce a osobními chirurgy krále. Takto se jim konečně dostalo uznání. Jeden z nich založil cech, kde se členové nazývali mistry chirurgy.

V západní Evropě se v 13. a 14. století objevily první spisy o amputaci. Henri de Mondesville preferuje opět amputaci v místě kloubu kolena, ale popisuje i amputaci, kde rozděluje zdravou a nemocnou tkáň na jejich hranici. Guy de Chauliac dával přednost jiné metodě:

pevně umístil obvaz v kloubu nad gangrénou a to vedlo ke spontánní amputaci. Hans von Gersdorff provedl přes 200 amputací kvůli gangréně a infekčnímu onemocnění kůže.

Během období středověku se vyvinul typ protézy zvaný „kneewalker“ („koleno-chodec“), skládal se ze dřevěné holi, která byla trochu kratší než zdravá noha, horní část měla na okraji na třech místech zvýšené boky, ke stehnu byla připojena popruhy. Tento typ protézy bylo snadné vyrobit, byl levný a poskytoval dobrou oporu pro přenášení tělesné váhy během chůze.



Obr.2. a 3. Svatý Antonín s amputovaným chlapcem, první zobrazení amputace:

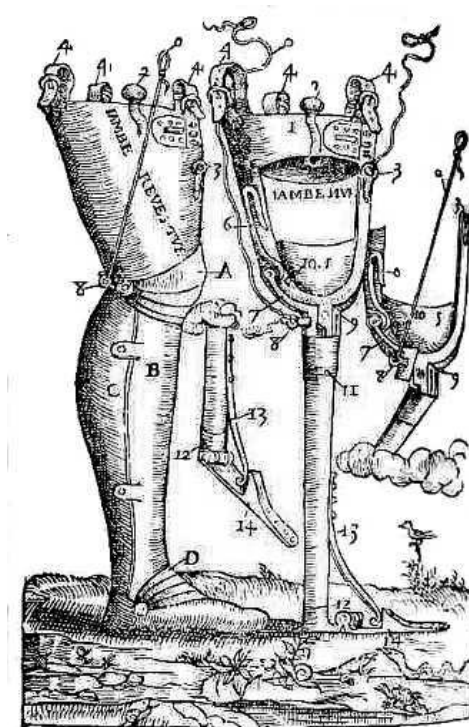
*Serratura*



*Obr.4. Hieronymus Bosch: Žebráci*

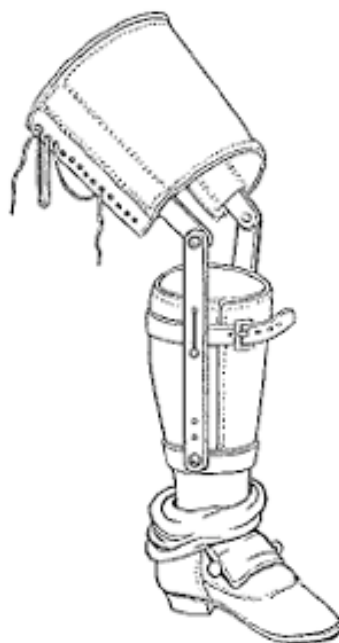
Renesance přivedla zpět vědu a medicínu, byly znovunalezeny spisy od Hippokrata, Celsa a Galena. Lékaři se začali věnovat svému výzkumu a tak přicházely stále nové názory a objevy. Anatomické studie Leonarda da Vinciho objevili mnoho nesrovnalostí s nastolenými názory Galena. Andreas Versalius pak napsal knihu o lidském těle, kde byly velmi viditelné rozdíly ve srovnání s Galenovou anatomií. Nakonec byl uznán Versaliův názor.

Během 16. a 17. století byla chirurgie stále praktikována jedinci, kteří neprošli univerzitou a tak nemohla těžit z anatomických a fyziologických objevů. Až po polovině 18. století vznikla chirurgie na akademické úrovni. Rozvoji chirurgie se dařilo v období, kdy byla Evropa a severní Amerika téměř neustále postižena válkou a váleční chirurgové tak měli dostatek příležitostí k získávání zkušeností. Francouzský chirurg Amboise Paré byl osobním chirurgem čtyř králů a navrhl první protézu.



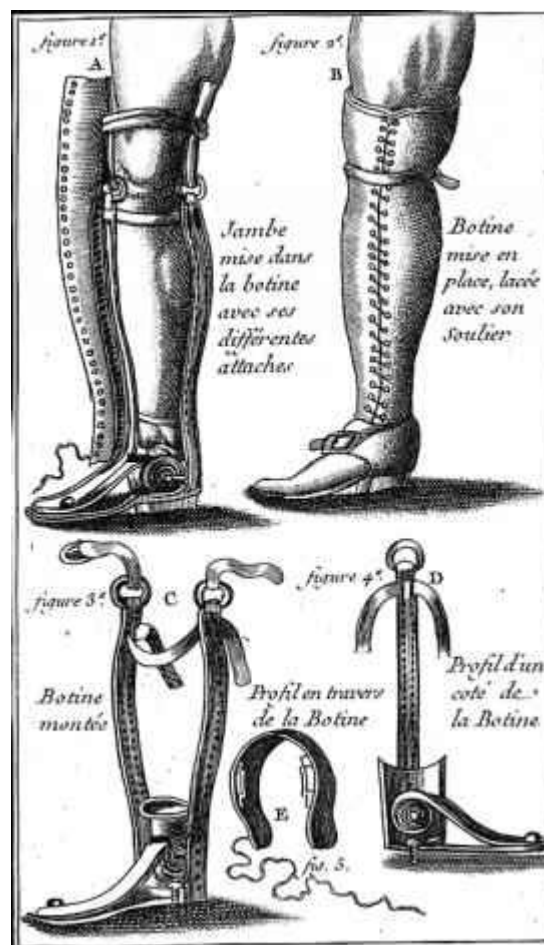
*Obr.5. Ambroise Paré: protéza vypadá jako část brnění*

V Amsterdamu navrhnul Verduyn protézu pro nohu amputovanou pod kolenem, která vypadala jako bota a měla dlahy s klouby v místě kolena.



*Obr.6. Verduyn: protéza s klouby*

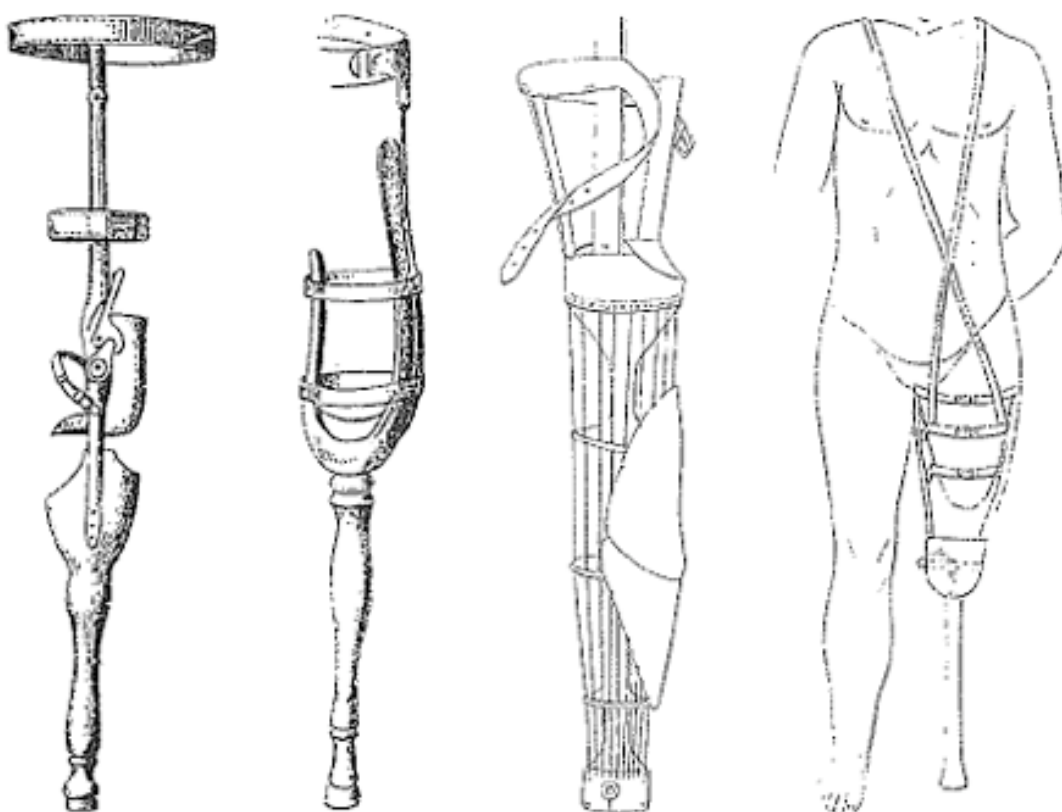
Hugo Ravaton, francouzský chirurg, amputoval nohu dragounovi a navrhnul pro něj i protézu: sestávala ze dvou kovových panelů, končících až na nášlapné ploše. Tam byl mezi ně vložen válec, na který byla napojena listová pružina a při chůzi pak protéza věrně napodobovala pohyb kotníku. Celá protéza pak byla překryta koženou punčochou s vázáním a chodidlo bylo skryté v obuvi.



Obr.7. Ravaton: konstrukce a krytí protézy

Během Francouzské revoluce dosáhlo umění amputace svého vrcholu a bylo navrženo a zhotoveno mnoho protéz. Transfemorální protéza už měla náhradu kolena, která se ohýbala během chůze. Na místě kotníku přibyl také ohýbací kloub a některé protézy měly kloub, který se mohl pohybovat dopředu i dozadu. Někteří návrháři se poprali i s takovými aspekty protézy, jako je váha protézy, zavěšení protézy na pahýl, tření mezi kůží a pomůckou,

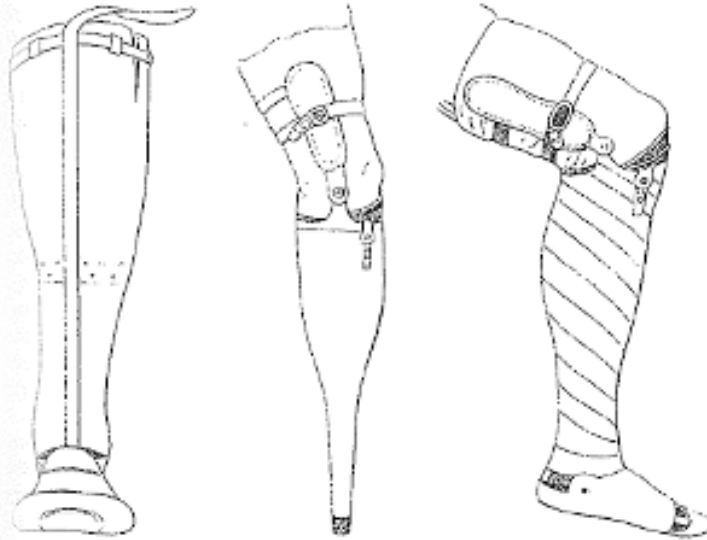
přenášení váhy během pohybu a spojování kováním. Pravdou ale je, že ještě během konce 18. a začátkem 19. století se stále používaly dřevěné ztečnené náhrady „kneewalkery“. Pruský pobočník plukovníka Schmükert přišel během boje s Francouzi o nohu nad kolenem a když zjistil možnosti soudobých protéz, nebyl spokojen s tím, jak jsou protézy těžké a jak mají neuspokojující vzhled, navrhnul si svoji. Dalším designerem byl německý mechanik Gärtner, který měl amputaci v polovině stehna. Vyzkoušel mnoho protéz, ale žádná mu nevyhovovala. Vyrobil si vlastní protézu, která se skládala z dřevěného košíku a kolem pahýlu byla připevněna přezkami, zbytek tvořila tenká dřevěná tyč se zakončením podobné chůdám. Od stehenní části vedly zepředu – přes hlavu – dozadu dva pásy, které tak dlouhou protézu držely na místě.



*Obr.8. Design protézy: Schmükert a Gärtner*

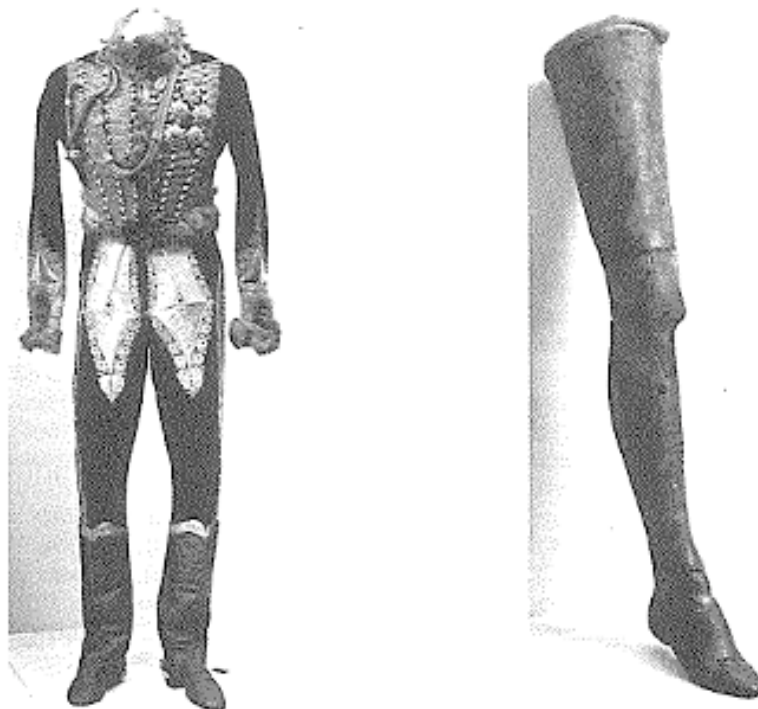
Pro mladou ženu s amputovanou nohou pod kolenem vytvořil dr. Johann Georg von Heine protézu, která byla zčásti kovová a zčásti dřevěná. Chodidlo bylo dřevěné a celou protézu zpevňovaly elastické pásy. Ludwig Martiensen, výrobce umělých končetin, který sídlil v hlavním městě Ruska, vytvořil pro syna známého lékaře von Rühla lehkou protézu. Byla

vyrobena z lipového dřeva, lakovaná, při pohybu se ohýbala v kotníku a v místě prvních článků prstů na nohou.



*Obr.9. Design protézy: Heine a Martiensen*

Protézy pro amputaci nad kolenem s volně pohyblivým kolenním kloubem a kotníkem navrhoval také James Potts. Jeho protézy byly zcela dřevěné a proslavily se díky markýzovi z Anglesey a po něm i dostaly své jméno.



*Obr.10. Design protézy: James Potts*

Caroline Margarethe Eichler byla první známá tvůrkyně protéz a navrhovala protézy pro amputované pod i nad kolenem. Objímka pro pahýl byla vyrobena z bílého železa, zbytek protézy byl dřevěný, koleno a kotník se pohybovaly v jednom směru a pohyb byl řízený složitým systémem, složeným ze spirálovitých pružin. Protéza byla zavěšena kolem krku pomocí popruhu.



*Obr. 11. Design protézy: Caroline M. Eichler*

Před polovinou 19. století bylo vyrobeno relativně málo protéz dolních končetin. Bylo to proto, že málokdo přežil amputaci, ale hlavně kvůli ceně protézy. Nadkolení protéza stála v roce 1839 150 US\$. Takové množství peněz bylo více, než kolik si vydělali pracující za rok a pokud přišli o nohy, neměli se z čeho uživit a žádná charita jim na to nepřispívala. Existovaly však jakési lékařské fondy a jisté cechy přispívaly zdravotně postiženým členům cechu.

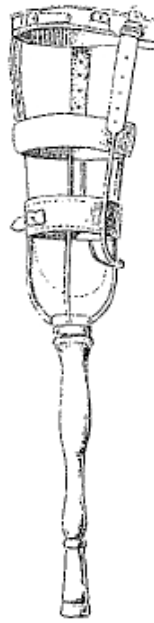
Na konci 17. století začala forma cechů upadat a nahradily je manufaktury. Tady měli zaměstnanci pojištění, které jim přispívalo na výdaje za léčbu. Po okupaci Holandska Francouzi, v roce 1813, lékařské fondy téměř vymizely a vládní lékařská komise přenesla odpovědnost na soukromé osoby. Byl stanoven limit příspěvků na deset až dvacet pracovníků za týden. Pro lidi, kteří vydělávali méně, než většina pracovníků cechů, byla zajištěna péče od městských nebo církevních institucí.



Kvůli zákonu o pracovních úrazech z roku 1921 nemohl holandský občan získat jakékoli odškodnění za platbu protézy. Vojáci si taktéž protézy platili ze svého, jen v několika případech, kdy se voják stal v bitvě slavným, protézu hradila vláda. Během první světové války a po ní se provedlo mnoho amputací, ale kvalita vyráběných protéz byla špatná. V roce 1916 byla v Německu uvedena do provozu továrna, vyrábějící protézy a v Anglii byla založena nemocnice pro beznohé, která se specializovala na amputace a protézy. Holandsko se pod ustanovením třech zákonů o námořním zranění, pracovních úrazech a zemědělských úrazech zásobilo protézami, avšak pro Holanďany byly protézy pořád velmi drahé a zdravotní fondy jim je nehradily. Mohli se však odvolat na Zákon chudých nebo na charitativní organizaci, kde jim na protézy přispěli. V roce 1940 vznikl v Utrechtu nový podnik vyrábějící protézy pro holandské vojáky. Během války tady bylo vyrobeno přes sto prvních montážních protéz a dalších sedmdesát rezervních.

V roce 1941, podle německých okupantů byla Zdravotním fondem vydána vyhláška, kde všichni zaměstnanci museli být pojištěni. Podle pravidel vyhlášky se na všechny zaměstnance vztahovalo právo dostat náhradní končetinu. V Roehamptonu se zabývali léčbou po amputaci. Bylo vyvinuto několik typů protéz a také vzniklo několik typů platebních předpisů. Ten, kdo byl zraněn a jehož zranění podléhalo jednomu z těch tří zákonů, byl vybaven hned dvěma protézami, takže měl vždy v zásobě rezervní protézu. Bylo ustanoveno poslat uživateli do rehabilitačního centra Aardenburgu v Doornu protézu ke trénování. Vojáci, kteří měli provedenou amputaci při této organizaci, byli také vybaveni dvěma protézami, s možností dát protézu kdykoliv opravit do podniku v Utrechtu a bez poplatku.

Protézy dolních končetin byly často unikátní, protože bylo zhotoveno mnoho protéz podle návrhů za použití nejrůznějšího materiálu, jako je dřevo, železo, ocel, celuloid, guma, kůže, plst a korek. Stále se používaly „*kneewalkery*“, podkolenní i nadkolenní protézy byly vyráběny jako objímka pro pahýl a k ní se připojovaly většinou dřevěné protézy.



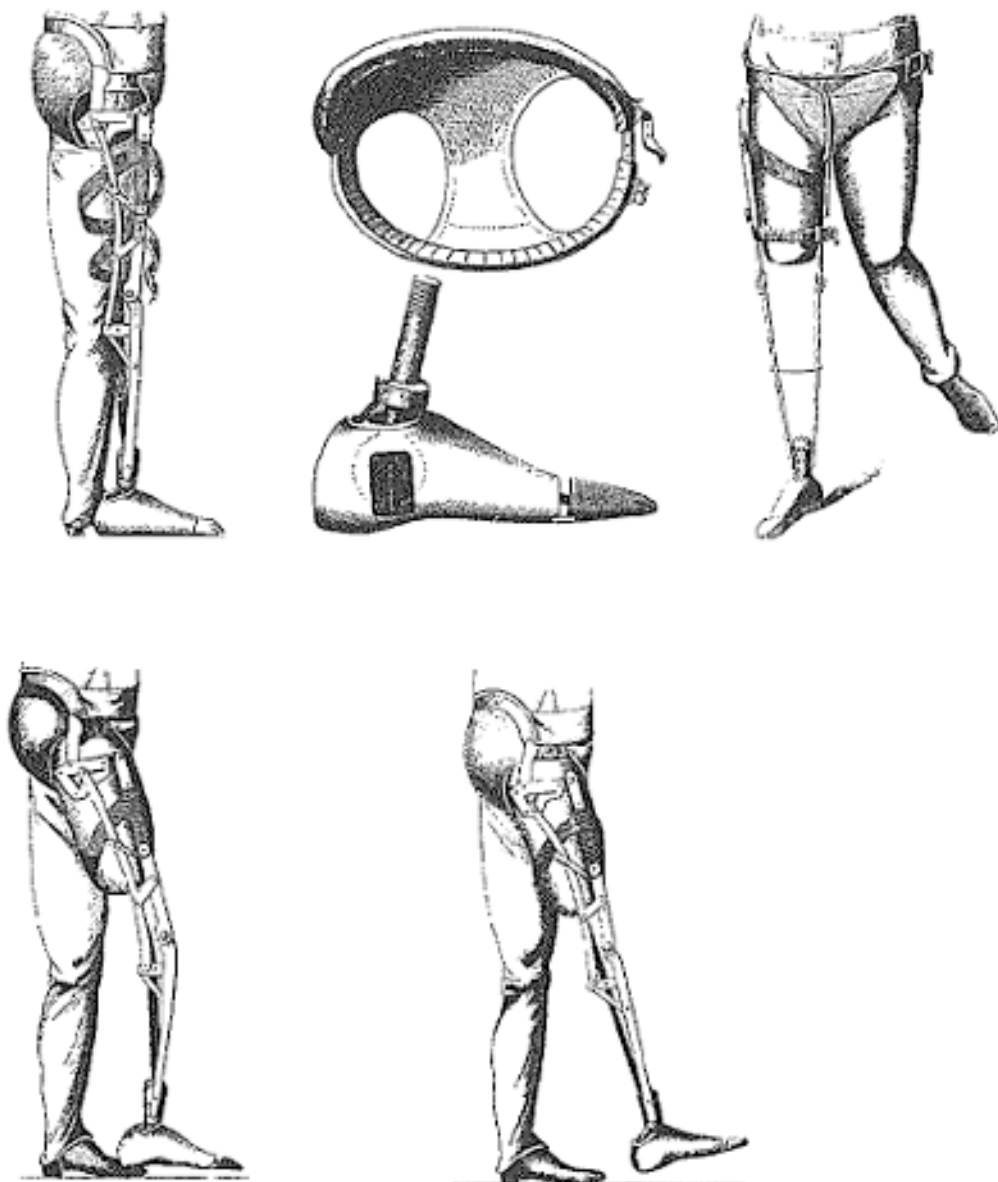
*Obr.12. Nadkolenní protéza, design: Esmark*

Francouz Count de Beaufort, známý producent levných protéz, navrhl chodilo s kulovitou podrážkou, která umožnila snadnější chůzi. Newyorský lékař Douglas Bly vytvořil protézu celou ze dřeva a nazval ji „anatomickou nohou“. Měla jednoosé pohyblivé koleno, s kovovou listovou pružinou, která dodávala chůzi s protézou přirozený pohyb. Kotník neměl žádnou kovovou část a sestával jen ze slonovinové koule, vložené do kousku gumy v protetickém chodidle. Ve spodní části bérce byla vyvrtána díra, která ve spojení s koulí dovolovala pohyb do všech stran. Bérec a chodidlo jsou spojeny čtyřmi elastickými řemínky. Protože protéza neobsahovala téměř žádný kov, byla lehká a při chůzi nedělala hluk. Ne každému však vyhovoval volný pohyb kotníku, který činil chůzi nepřilíš jistou.



*Obr.13. Design protézy: Douglas Bly*

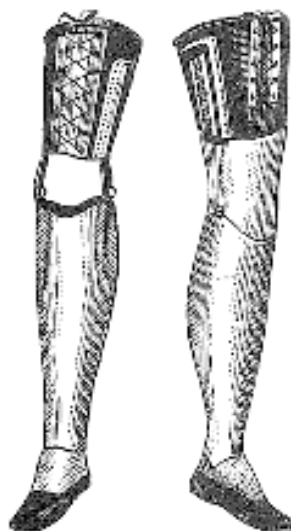
Hermann, pražský výrobce protéz, vytvořil protézu pro amputované nad kolenem, s konstrukcí, kterou se protéza liší od všech předešlých známých návrhů. Základem byla kožená sedací část zabudovaná do kovového korzetu. Pahýl nohy byl pomocí řemínků připojen mezi dva kovové panely, které měly klouby v místě kolena a kotník představovala koule umístěná v protetickém chodidle. Během chůze se koleno napřimovalo a ohýbalo díky důmyslnému mechanismu z kovových tyčí, připojených ke korzetu.



*Obr.14. Design nadkolenní protézy: Hermann*

Dubois S. Parmalee, americký výrobce protéz si nechal už v roce 1863 patentovat „zavěšené lůžko“ a o dva roky později si stejnou věc nechal patentovat jistý Kanad’an. Princip je v tom, že mezi pahýlem a lůžkem není žádný vzduch. Na dně lůžka je ventil a při nasazování se vzduch přetlakem vypustí ven, ale nedostane se dovnitř. Během chůze pak lůžko vytváří podtlak. Tento návrh měl jen malý úspěch, jelikož nebylo snadné vyrobit tak těsně přiléhající lůžko.

Na konci 19. století bylo docela časté, že osoby, které byly amputovány, nebyly spokojeny s protézami, jež jim byly nabízeny a navrhli si nebo vyrobili svou vlastní protézu a přizpůsobili ji svým potřebám. Mezi lety 1846 a 1895 bylo v USA zaregistrováno 250 patentů na protézy. V Holandsku se kolem roku 1914 vyráběly protézy hlavně z kůže a dřeva. Protéza pro amputaci pod kolenem měla stehenní kožený korzet se dvěma panely po stranách a panty představující koleno. Bércové lůžko bylo vyrobeno z kůže nebo z lipového dřeva, chodidlo bylo také ze dřeva, pokryto kůží nebo plstí. Chodidlo bylo k bérce připojeno jednoduchým pantem a mělo jakýsi gumový nárazník k omezení pohybu nohy.



*Obr. 15. Holandské protézy*

Během války bylo zkoumáno, jaký druh stroje by bylo potřeba pro masovou výrobu protetických částí, ale nebyly k dispozici žádné měrné údaje. A tak profesor H. Gocht, ortopedický chirurg z Berlína, započal antropometrické měření na 659 vojácích s měrnými nástroji, které si sám navrhl a získal tak potřebné údaje. Mnoho lidí s amputací nohou byli zaměstnanci nějakého podniku a měli se vrátit do práce. Mohli tak být užiteční v zemědělství nebo válečném průmyslu. V roce 1915 byla v Rakousku-Uhersku otevřena nemocnice pro

amputované a továrna na protézy, zaměřená na kůži a kov. Jakmile byl pahýl zahojený, zhotovila se sádrová forma a protéza pak byla vyrobena na míru pod dohledem lékaře. Amputovaný se pak s protézou učil chodit taktéž s odborným dohledem.

V roce 1919 založil svou firmu Otto Bock se třemi dalšími společníky. Byl prvním, který rozdělil protézu na tři komponenty: lůžko, kolenní kloub s holení a chodidlo s kotníkovým kloubem a tak dosáhl určité standardizace jednotlivých dílů. Firma se stala věhlasnou, navštěvovali ji protetici a přední chirurgové. Kolenní kloub „Jupa knee“ s holení se stal slavným. V Německu se mezi dvěma válkami nosili protézy s korzety. Německo pak bylo jedinou zemí, která vyráběla a užívala protézu se „zavěšeným lůžkem“.



*Obr.16. Slavný kolenní kloub „Jupa knee“*

Po válce potřebovalo přes 40.000 amputovaných lidí protézy nebo jejich opravy a firmy v Roehamptonu měly hodně práce. 75% protéz vyráběných v Anglii bylo vyrobeno s hliníkové slitiny a zbytek ze dřeva. Firmy jako Hanger a Pedestros dostaly od vlády smlouvu na výrobu a údržbu každé nově navržené a vyrobené protézy. Ostatní firmy zůstaly u výroby a údržby protéz, které dodávaly doposud. Pedestros přešel pod firmu Hanger a ta se stala ve své době největší na světě pod jménem J. E. Hanger & Co. Ltd. Protetické komponenty byly vyráběny mechanicky a v obrovském množství. Firma navrhla a vyrobila několik protetických kolenních kloubů a protetických chodidel, které měly velký úspěch a používaly se po celém světě.

Ve Francii zatím neexistovalo žádné vládní nařízení a pokud nějaký voják chtěl náhradu končetiny, navštívil místního výrobce protéz. Francie byla první zemí, kde se začala používat okamžitá montáž protézy. Jednalo se o dočasnou protetickou náhradu, kdy amputovaný dostal na pahýl sádrové lůžko na operačním stole, k lůžku se připojilo chodidlo nebo protéza a amputovaný již mohl po pár dnech chodit.

V Americe, kde přišlo o nohu jen 2. 900 vojáků, nebyli amputovaní shromažďováni ve specializovaných nemocnicích jako v Anglii, ale byli roztroušeni po celé zemi, co nejbližší své rodině. Přesto se Walter Reed Hospital ve Washington DC stala hlavní nemocnicí pro amputované. Protézy se předávaly pacientům šest až osm měsíců po amputaci, ale hlavní chirurg nemocnice se rozhodl urychlit rehabilitaci pomocí dočasné protézy. Šlo opět o sádrové lůžko s připojenými komponenty. Dočasné protézy snížili dobu pobytu v nemocnici a výsledky plynoucí z rehabilitace se dostavily dříve.

Jedním ze známých uživatelů protéz byl esem mezi britskými letci během druhé světové války, Douglas Robert Stuart Bader. V roce 1931 se stal obětí havárie letadla a přišel o obě nohy, pravou nad kolenem a levou pod kolenem. Jakmile měl pahýly zahojené, v Roehamptonu jej vybavili dvěma protézami. Na pravou nohu dostal protézu z lehkého kovu s jednoduchým kolenním kloubem a kotníkem, na levou běžnou protézu. Odmítl však chodit s berlemi a protože v Uxbridu nebylo žádné rehabilitační centrum, učil se sám chodit, tančit, řídit automobil a později se účastnil různých sportů. Na konci třicátých let měl už Bader protézy od firmy Hanger a byl s nimi velmi spokojen. Ve druhé světové válce opět létal a jednou musel s pomocí padáku opustit letadlo. Jeho pravá protéza se ale zasekla v kokpitu, našťastí se popruhy protézy roztrhly a tak mohl z letadla vyskočit. Byl zajat Němci, kteří našli jeho protézu v troskách letadla a nechali mu ji spravit. Jakmile ji měl zpět, pokusil se utéct. Po návratu do Anglie povzbuzoval amputované k tomu, aby měli chuť se opět naučit chodit.

Po druhé světové válce přišel Otto Bock o celou svoji továrnu bez jakékoliv finanční kompenzace. Jeho zeť našťastí založil pobočku firmy na západě okupační zóny a tak mohl Otto Bock svoji firmu přenést do Duderstadtu.

V padesátých letech přišla na trh termoplastická pryskyřice a byla používána na výrobu umělohmotných lůžek v Torontské nemocnici Sunnybrook. Jejich protézy také měly nově navržené chodidlo, které nemělo žádný kotníkový kloub, pohyb během chůze zajišťoval

klínovitý tvar umístěný v patě chodidla. Tento SACH foot (Solid Ankle Cushion Heel) bylo pak nejvíce používané protetické chodidlo.



*Obr.17 Protetické chodidlo SACH foot*

V roce 1949 inženýr Jack Steward vyvinul ve spolupráci se společností Vicker's kolenní kloub s hydraulickým systémem. Během švihové fáze pohybu, když byl pohyb veden přes holeň, uzamkl hydraulický systém koleno. Výrobek byl uveden na trh firmou Unites States Manufacturing Company (USMC) pod názvem Hydra-Cadence Knee.

Po druhé světové válce byla protetika zaměřená na nadkolenní protézy a pro podkolenní protézy se stále ještě používal upravený Verduynův návrh. Američané Radcliffe a Foort představili svůj nový design podkolenní protézy. Protéza měla stehenní korzet, lůžko a holeň byly vyrobeny z plastového laminátu, chodidlo bylo slavné SACH foot. Lůžko bylo vyloženo měkkou kůží. Tělesná váha byla přenesena na holenní kosti, připojené na šlachy čéšky, proto dostala protéza název PTB – Patella Tendon Bearing.

Design PTB protézy se pak stal úspěšný po celém světě a byl také přetvářen. Velkým problémem však bylo pocení kůže pahýlu a kůže, kterou bylo vyloženo lůžko, tento problém ještě zhoršovala. Aby se problém odstranil, musela být vystýlka odstraněna. Další problém byl v zavěšení protézy na pahýl pomocí podtlaku, která ne každému vyhovovala a tak protetici hledali nové řešení bez použití vnějších mechanismů.

Francouzský tým z Nancy představil PTS protézu v roce 1963. Lůžko PTS protézy (Prothèse Tibiale à emboitage Supracondylien) neměla horní okraj lůžka pod kolenem jako PTB

protéza, ale byla posunuta výše, kde kryla koleno. Tady byl vnější mechanismus zbytečný, elastické zavěšení pomocí punčochy bylo velmi bezpečné.

Další modifikací byla KBM protéza (Kondylen Bettung Münster), vyvinuta německým týmem inženýrů, kde byly boky stehna u kolene překryty vyšším okrajem lůžka, ale česka ne.

V roce 1957 byla znovu ve Francii používaná metoda okamžité montáže, kdy se hned po amputaci pacientovi vytvořilo sádrové lůžko, k němu se připojila protéza a pacient mohl chodit již pár dní po amputaci. Okamžitá montáž protézy se pak rozšířila po světě.

Myšlenka výroby modulární protézy se zrodila v pár let po druhé světové válce. V Evropě a Americe se vytvořilo několik návrhů. Prvními firmami byl Otto Bock a USMC. Otto Bock vytvořil modulární systém, který měl nastavitelnou trubkovou konstrukci a klouby skryté v pěnovém materiálu a překryté elastickou punčochou. Pěnová hmota byla a dotek měkká a dala se zformovat do jakéhokoli tvaru. Spolu s krytím protézy byl výsledek z vizuálního hlediska zatím nejlepší.

Díky modulárnímu systému spojování protéz přibýly další jednotlivé návrhy kolen nebo chodidel. Začaly se používat materiály jako PVC, později polyethylen a polypropylen. Pak z odvětví leteckého průmyslu přibyla v osmdesátých letech uhlíková vlákna a titan.

Nejdůležitější částí protézy bylo vždycky lůžko, protože spojovalo amputovaný pahýl s protézou. Problémem bylo, že se pahýl během chůze v lůžku pohyboval. Během švihové fáze se protéza posunula dolů, během stojné fáze se vrátila zpět. Kromě nepříjemného zvuku během chůze, se pahýl dostával v lůžku do smyku a docházelo k odřeninám a drobným poraněním.

Na začátku devadesátých let bylo vyvinuto silikonové lůžko, které se na pahýl navléklo podobně jako punčocha a připojilo se k protéze pomocí „bajonetového“ uchycení. Silikonové lůžko předcházelo zranění.

V roce 1986 vyvinuli designeři lůžko ISNY-socket, které bylo pružné a průsvitné a přizpůsobilo se lépe pahýlu a během chůze eliminovalo různé problémy. Za rok přišel na trh nový koncept CAD/CAM lůžka. Toto lůžko mělo vyšší horní okraj a velkými výhodami byl přenos tělesné váhy na velkou plochu, boční stabilita pánve a dobré přilnutí ke stehnu.



Do roku 1973 neexistovalo to pravé řešení protézy s disartikulací kolenního kloubu. Designeři, v sedmdesátých a osmdesátých letech, se nejvíce zabývali stabilitou kolenního kloubu se stojné fází, na konci osmdesátých let problémy spojenými se švihovou fází. Nejnovější kolenní klouby ovládaly kontrolu švihové fáze buď pomocí hydraulického mechanismu nebo mechanismu pneumatického.

Doposud se používalo chodidlo SACH foot, ale nároky na pohyblivost v kotníku se zvyšovaly. Vzniklo nové chodidlo Flex foot, celé vyrobené z uhlíku.

Během minulých let, díky mezinárodní spolupráci, vzniklo ISPO – mezinárodní sdružení protetiků a ortotiků. V osmdesátých letech začala protetika používat počítačové technologie, které byly používány pro vývoj nových lůžek – CASD (Computer Aided Socket Design – počítač podporující návrh lůžka) a pro navrhování a výrobu protéz CAD-CAM (Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing).

## 2 SOUČASNÝ DESIGN PROTÉZ

### 2.1 Protéza jako životní styl

Phillips Van přišel o nohu a navrhl Flex Foot, protetické chodidlo, které vyrábí firma Össur. Nabízí je pod názvem Cheetah, které používá více než 90% paralympijských atletů.



*Obr.18. Phillips Van: protéza s chodidlem Cheetah*

Firma Össur se zabývá modulárním systémem dílů protéz. Důraz je kladen především na lůžko a stavbu protézy, jelikož tyto dva aspekty určují kvalitu protézy. Lůžko se skládá ze dvou prvků: silikonové lůžko, které se navléká na pahýl a vlastní nosné lůžko protézy. Silikonové lůžko je měkké, chrání pahýl a nese zámkový mechanismus, díky kterému se spojí se zbytkem protézy. Nosné lůžka mohou být vyrobená z termoplastů, laminovací pryskyřice nebo dřeva.

Pro amputaci nad kolenem je k dispozici protetický kolenní kloub, který zajišťuje přirozený pohyb během chůze. Ke kloubu (při amputaci nad kolenem) nebo k lůžku (při amputaci pod kolenem) je připojena trubka z karbonu nebo hliníku a k ní je připojeno protetické chodidlo.



*Obr.19. Modulární systém firmy Össur*



*Obr.20. Současná protéza pro sportovce od firmy Össur. Oskar Pistorius a Marlon Shirley*

Modulární systém od firmy Otto Bock:



*Obr.21. Otto Bock: C-leg*



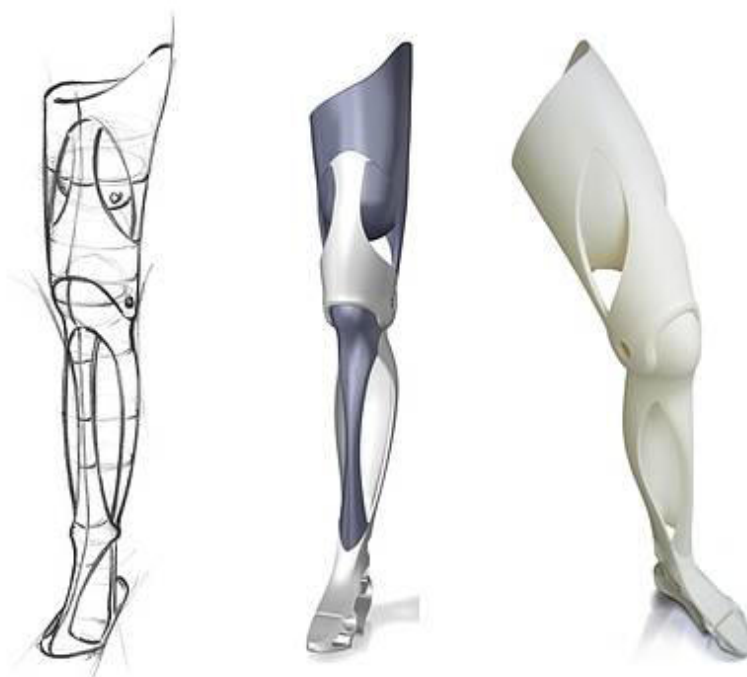
*Obr.22. Bionická protéza ruky, design: Hans Alexander Huseklepp*



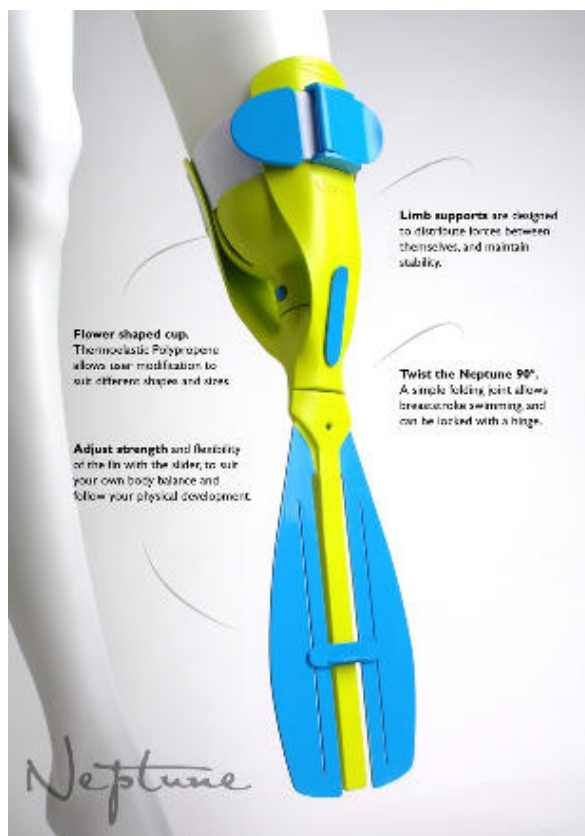
*Obr.23. Bionická protéza ruky, design: Kaylene Kau*



*Obr.24. Protéza dolní končetiny, design: Joanna Hawley*



Obr.25. Designová studie: Fraunhofer Institut



Obr.26. Návrh prtoézy určené k plavání, design: Richard Stark

## 2.2 Design krytí protéz



*Obr.27. Individuální krytí protézy, design: Mario Paravan, ING corporation, s.r.o.*

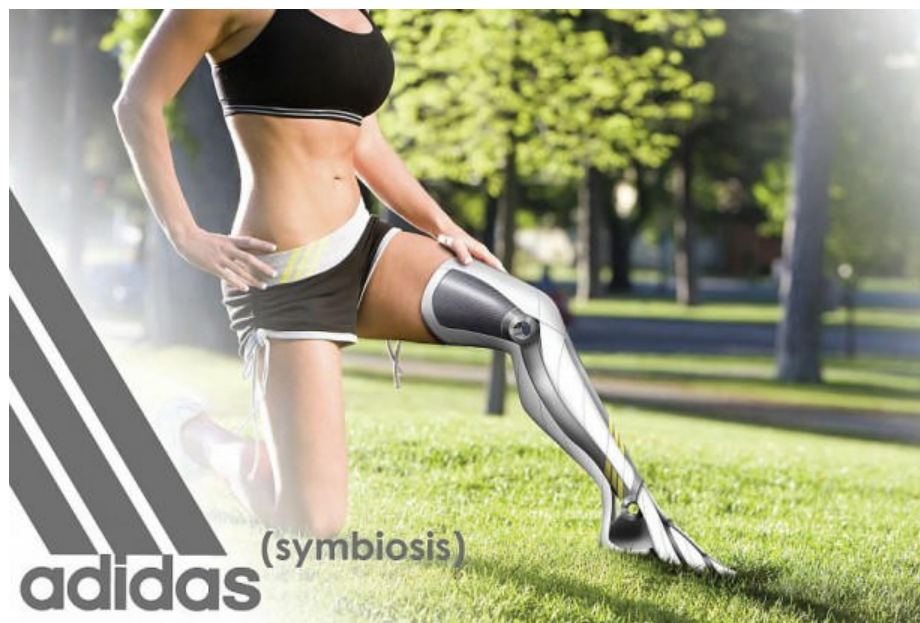


*Obr.28. Individuální krytí protézy – detail, design: Mario Paravan*



Obr.29., 30. Design krytí protězy: Colin Matsco, Nike





*Obr.31. Design krytí protézy: Randal Puzzitiello*



*Obr.32. Design krytí protézy: Bespoke Innovations, 3D tisk*



*Obr.33. Design krytí protézy: Bespoke Innovations, 3D tisk*



*Obr.34. Design krytí protézy: Bespoke Innovations, 3D tisk*



*Obr.35. Design krytí protézy: Bespoke Innovations, 3D tisk*

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 DESIGN KRYTÍ PROTÉZ

#### 3.1 Osobní preference klienta

Návrh krytí protéz dolních končetin probíhá v úzké spolupráci s firmou ING corporation, s.r.o. ve Frýdku-Místku a s klientem. Klient po traumatické amputaci přišel o obě nohy pod kolenem, ve firmě byl vybaven dvěma protézami s možností silikonového krytí naturalistického vzhledu. Klient preferoval přiznání protéz bez imitace celých zdravých nohou. Byla mu nabídnuta možnost individuálního krytí protéz, přičemž zhlédl návrhy designera Colina Matscoa a Hanse Alexandra Husekleppa.



*Obr.36. Protézy klienta: pohled zepředu*



*Obr.37. Protézy klienta: pohled z boční strany*

Klient firmě popsal svůj životní styl a vzápětí zaslal podklady ve formě obrazů, vystihující jeho vkus.



*Obr.38. Transformers - obraz poskytnut klientem*



*Obr.39. Obraz poskytnut klientem*



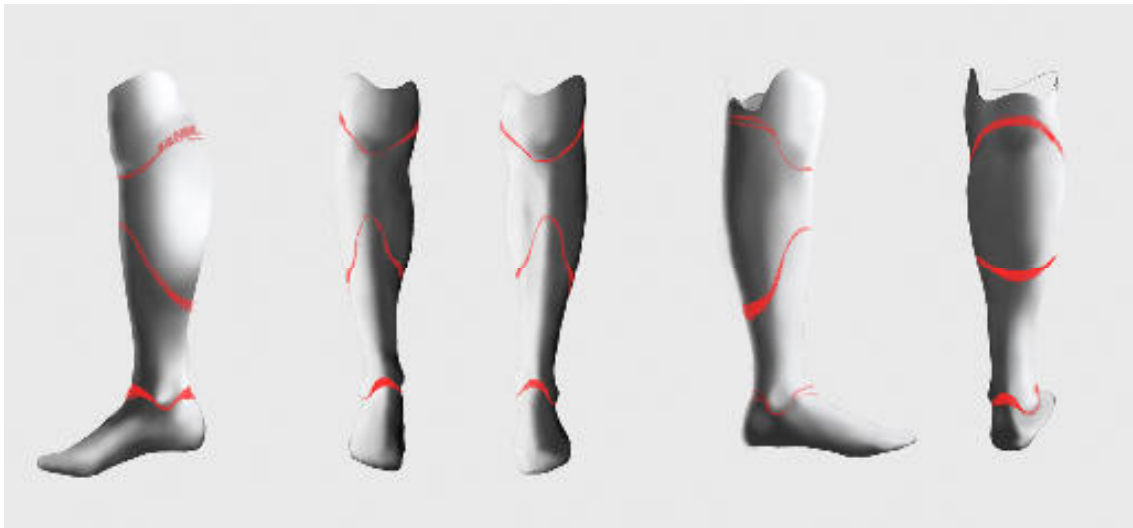
*Obr.40. Obrazy poskytnuty klientem*



*Obr.41. Obraz poskytnut klientem*

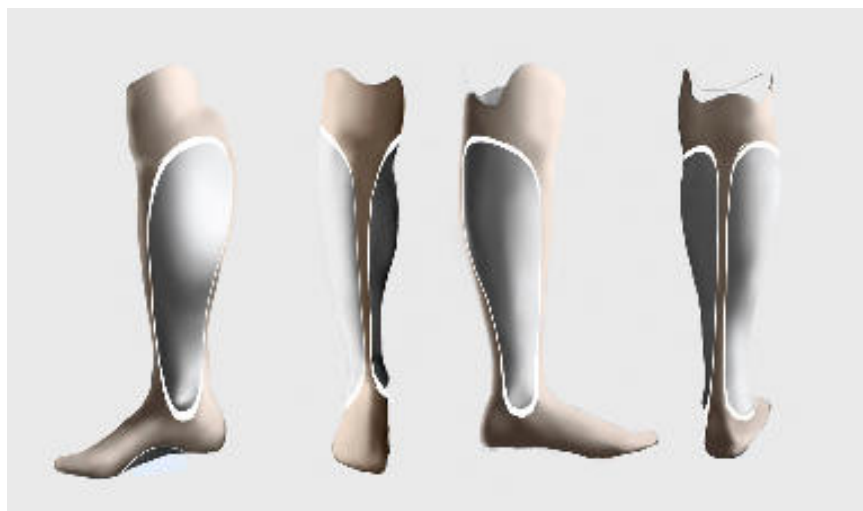
### 3.2 První návrhy

Všechny následující návrhy jsou založené na dělení tvaru s ohledem na anatomii. Zatím všechny respektují přirozený tvar nohy a proto pracují jen s křivkami, jelikož geometrické tvary si spolu s organickým tvarem nohy v této fázi zatím neumím představit.



*Obr.42. Návrh krytí protézy: dělení tvaru*

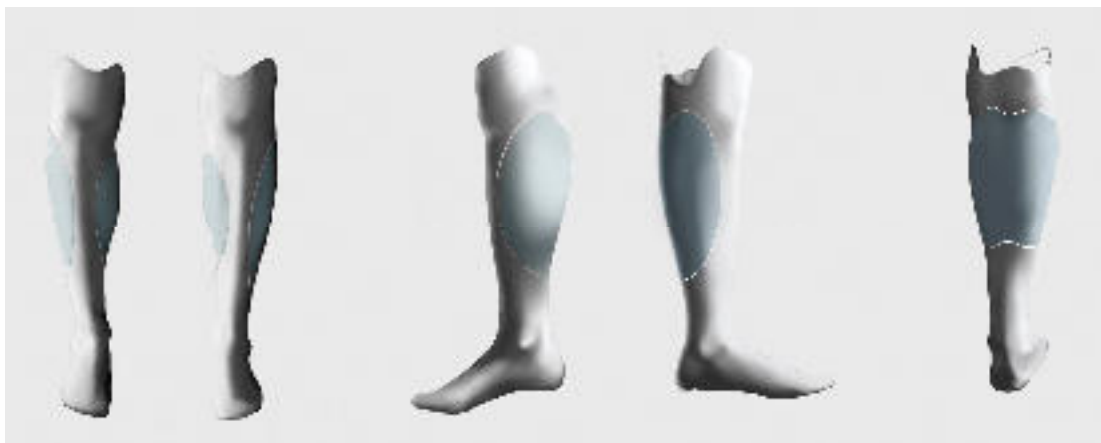
Oblé linie zvýrazňují anatomické části nohy – koleno, lýtkové svaly a kotník. Křivka u kotníku představuje kotník a byla by využita i jako prostor pro reálný pohyb protetického chodidla během chůze.



*Obr.43. Návrh krytí protézy: dělení tvaru*

Tento návrh barevně nebo charakterem použitého materiálu vymezuje měkké části (lýtkové svaly) a tvrdé části (kosti, chodidlo).





*Obr.44. Návrh krytí protézy: pružný díl*

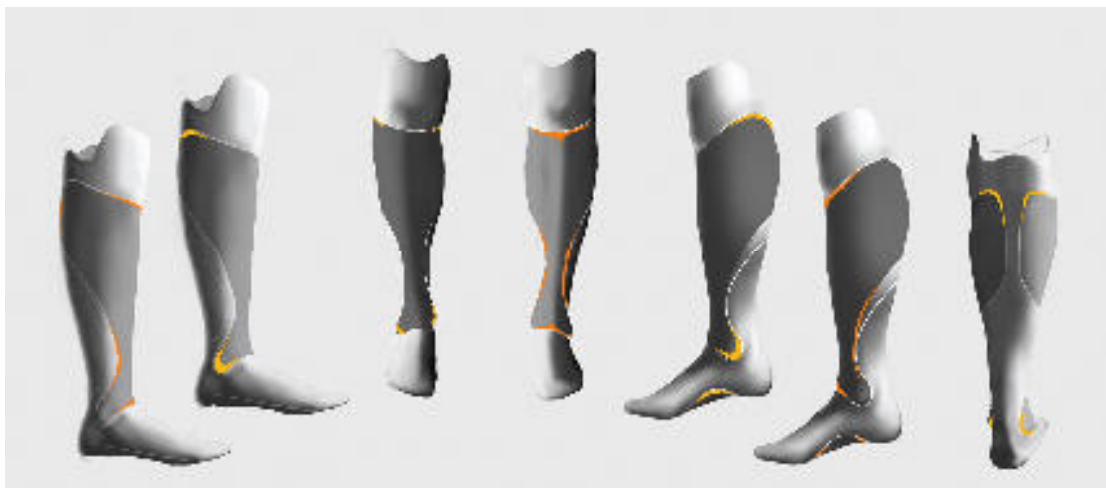
Na měkkém silikonovém krytí je umístěn pevný pružný díl s možností příležitostního nošení, odvážnějšího barevného potisku nebo průhlednosti – klient si pak může protézu sám dotvářet umístěním vlastních kreseb, grafiky nebo fotek. Díl by byl nasazován ze zadu a vlastním tvarem by se fixoval na místě. Přerušeni v přední části demonstruje holenní kost.



*Obr.45. Návrh krytí protézy: pružný díl*

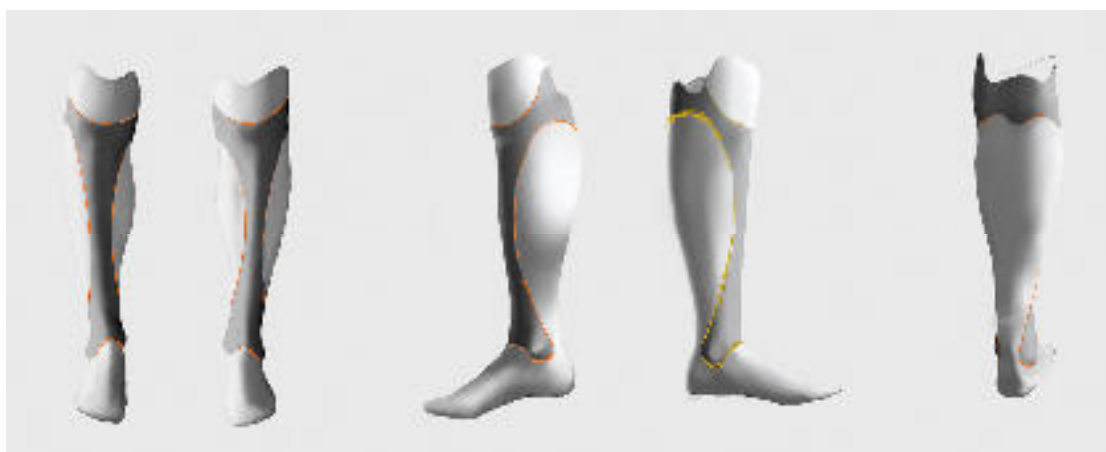
U tohoto návrhu platí to stejné jako u toho předešlého, jen díl je umístěn ze přední strany a vzadu představuje lýtkové svaly.

Tady už jiná barevnost nedemonstruje jen jiný materiál nebo dělicí křivku jako u předchozích návrhů, ale přibližuje se představě o použití barev na krytí. Téměř vždy se počítá se základní neutrální (šedou až černou) barvou krytí s měkčím materiálem než u odnímatelného dílu, jehož barva by pak byla vybrána na základě osobních preferencí klienta.



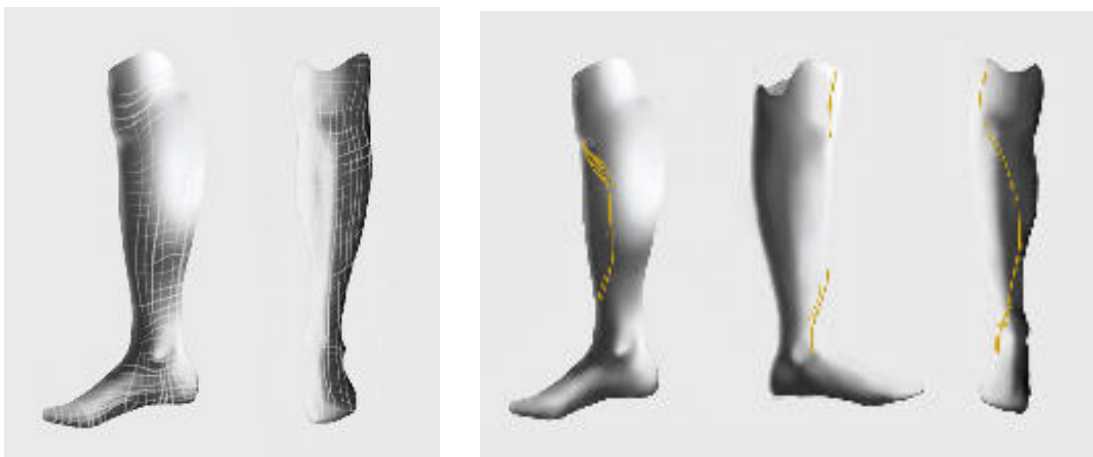
*Obr.46. Návrh krytí protézy: pružný díl*

Pružný díl s nasazováním ze přední strany sám sebe upevňuje pod kolenem a na kotnících. Díl zpevňuje celé krytí, plastické hrany má barevně zvýrazněné.



*Obr.47. Návrh krytí protézy: dělení tvaru*

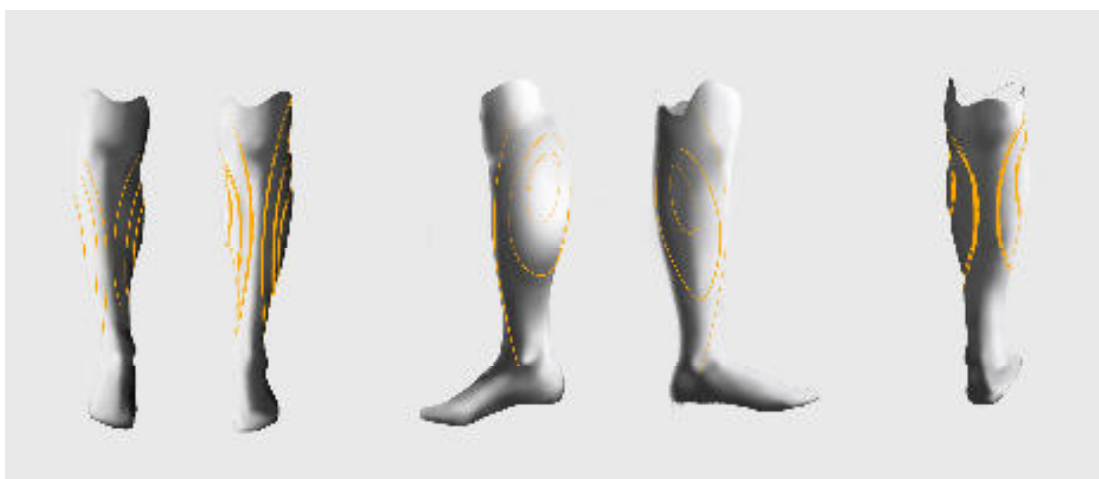
Tento návrh nejvíce ze všech vymezuje měkkou a tvrdou část tvaru. Tmavší díl představuje kosti, silikonové krytí převážně měkké svaly.



*Obr.48.a 49. Návrhy krytí protézy: dělení tvaru*

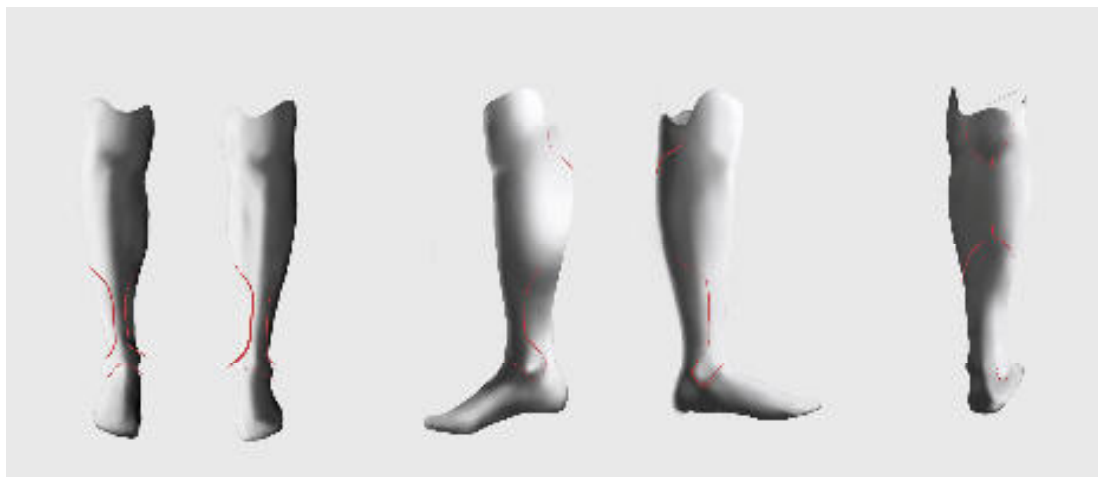
První návrh: krytí je zhotoveno standardním způsobem, jen materiál je v neutrální barvě s mělkou plastickou texturou, v tomto případě jde o polygonovou síť, která vyjadřuje tvar ve 3D modelovacích programech.

Druhý návrh počítá se „zavinováním“ pomocí jednoho pružného dílu, překrývající celé bérce.



*Obr.50. Návrh krytí protézy dělení tvaru*

Inspirace v geografickém znázornění výšek pohoří – vrstevnice. Tvar je vertikálně rozkrájen a jednotlivé vrstvy odděluje jemný schodek.



*Obr.51. Návrh krytí protézy: dělení tvaru*

Tvar nohy je křivkami rozdělen na dva díly. Křivky mají už hranatější charakter.

### 3.3 Návrhy vyplývající z dalších konzultací a materiálové možnosti

Návrhy byly konzultovány s vedením firmy ING corporation s.r.o. Z konzultací také vyplynuly materiálové možnosti firmy v podobě průhledných měkkých i tvrdých materiálů (silikon, plexi, PET) s různými stupni tvrdosti, s možnostmi lesklých a matných povrchů a různou barevností. Dále PUR, taktéž různě tvrdosti, možnostmi povrchů a barevnosti. Uhlíkový kompozit (karbon) s různými povrchy a barevnosti.

Návrhy kreslené na výstup ze 3D skeneru:



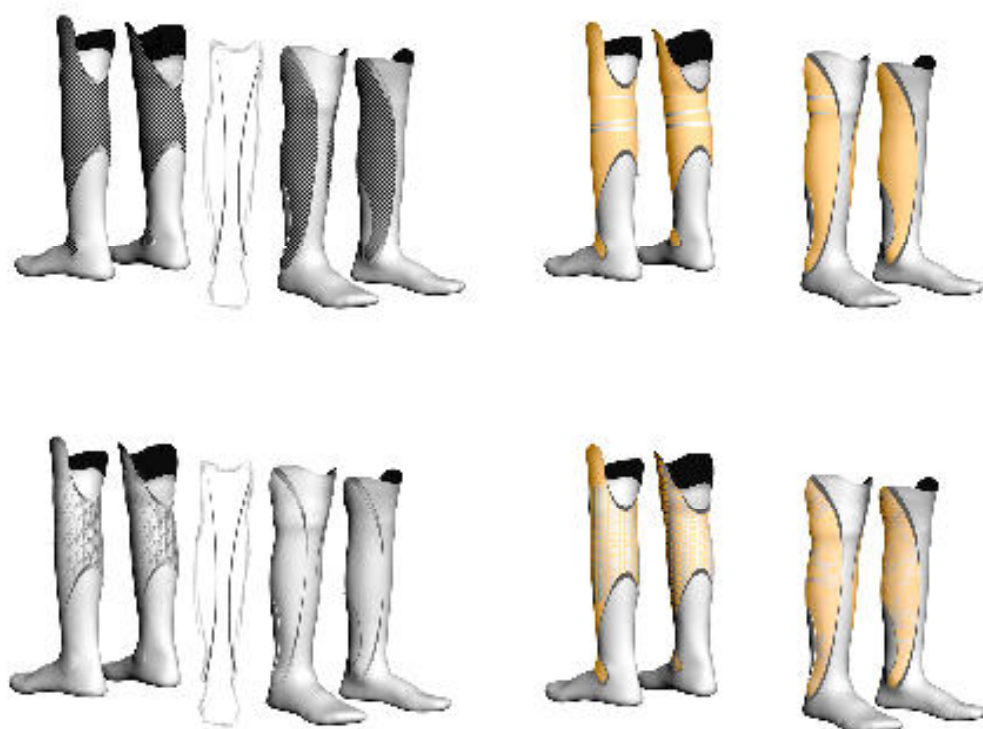
*Obr.52. Návrh krytí protézy: dva pružné díly*

Základ krytí tvoří pevný měkký materiál s mělkou plastickou texturou. Na tvar se mohou přidat jeden nebo dva pružné díly, dají se tedy nosit jednotlivě. Zpevňují však celé krytí mezi lůžkem a chodidlem. Jelikož by se protézy daly nosit jen se základním krytím, mohly by být díly odváznějšího rázu v podobě grafického potisku nebo by mohl být jeden z nich průhledný s tím, že by si konečnou podobu protézy mohl dotvářet sám klient.



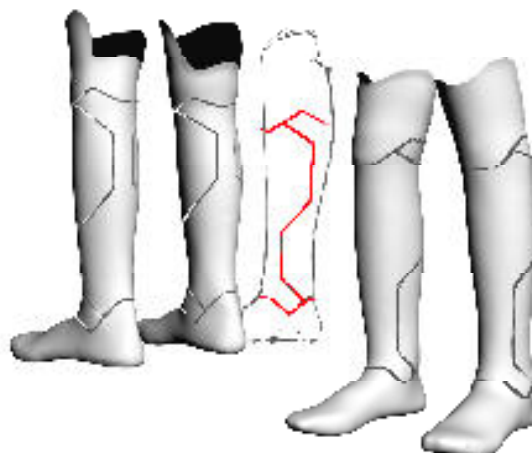
*Obr.53. Návrh krytí protézy: skelet*

V tomto návrhu je použit skelet z kompozitu z uhlíkového laminátu, který zpevňuje prostor mezi lůžkem a chodidlem a fixuje na místě dva boční díly, taktéž s možností dotváření.



*Obr.54. Návrh krytí protézy: Vertical*

Díl, který zpevňuje a spojuje prostor mezi lůžkem a protetickým chodidlem. Díl je z pevného pružného materiálu z uhlíkového laminátu nebo plastu.



*Obr.55. Návrh krytí protézy: Dos*

Dva díly z pružného materiálu do sebe zapadají a jeden druhému tak tvoří oporu a vyhrazuje místo.



*Obr.56. Návrh krytí protézy: Armor*

Jeden až tři díly střídavě přichycené na základu krytí. Díly se mohou nosit všechny nebo jednotlivě.



*Obr.57. Návrh krytí protézy: varianty Armoru*



Během konzultací s klientem bylo zjištěno, že klient preferuje spíše hranatý tvar krytí než organický. Pokusila jsem se tedy přemodelovat tvar nohy v několika návrzích, které byly klientem vybrány.



*Obr.58., 59. Model z hlíny: Vertical*



*Obr.60., 61. Model Armor*



*Obr.62., 63. Model Dos*



*Obr.64. Model Dos*

Klient si vybral černou barvu krytí s matným povrchem s kontrastními bílými obrázky.



*Obr.65. Black Armor*



*Obr.66. Black Vertical*



*Obr.67. Black Dos*

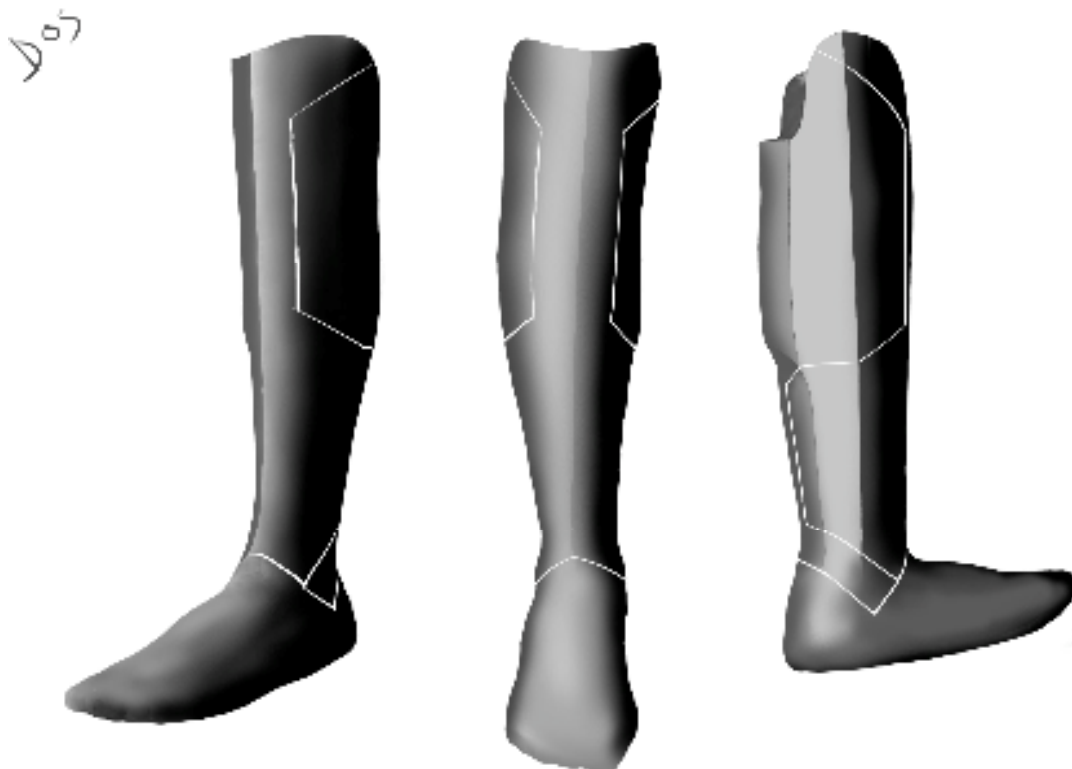
### 3.4 Finální návrh

Klient si vybral návrh „Dos“ s dvěma odnímatelnými díly v černé barvě s matným povrchem a s kontrastní bílou či ledově modrou barvou, objevující se v obrazcích a dotvářející stylovou podobu protézy.

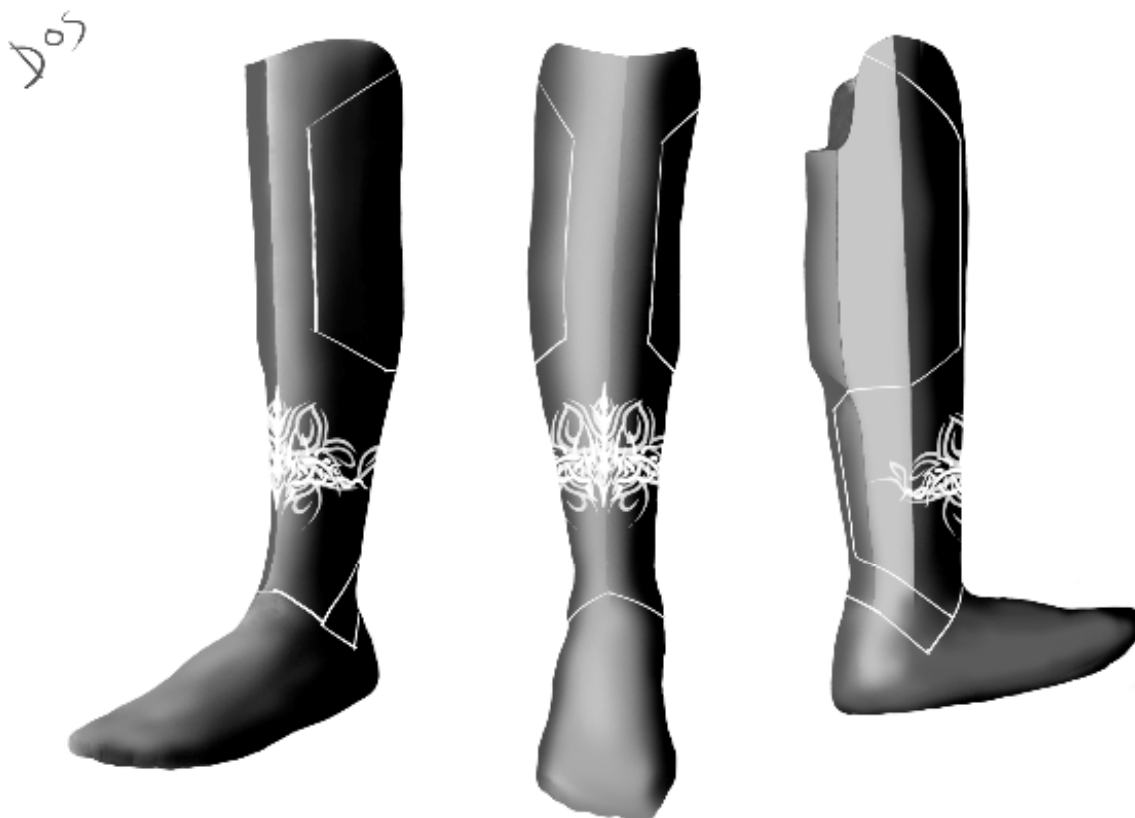
Krytí je vyrobeno z uhlíkového kompozitu (karbonu) kvůli lehkosti celé protézy a sedvičovým způsobem zpevněno, aby lépe odolávalo plošnému tlaku. Po zmatnění se povrch nástřikem zbarví do požadovaného odstínu. Protetické chodidlo se taktéž dá pro úplnost návrhu barevně upravit, v obuvi však není vidět.

Na samotné protéze je pak umístěna pěnová hmota ve tvaru krytí, která zpevňuje prostor mezi protézou a krytím, na tu je pak krytí umístěno. Používání pěnové hmoty je běžné v případě použití naturalistického silikonového krytí.

Díly jsou pak spojeny pomocí šroubů, které se používají ke spojování litých disků kol automobilu a dotváří tak vizuální styl krytí protézy. Kvůli tomu se díly v místech spoje překrývají. Odnímatelnost dílů je využita při různých životních situacích nebo ve sportu.



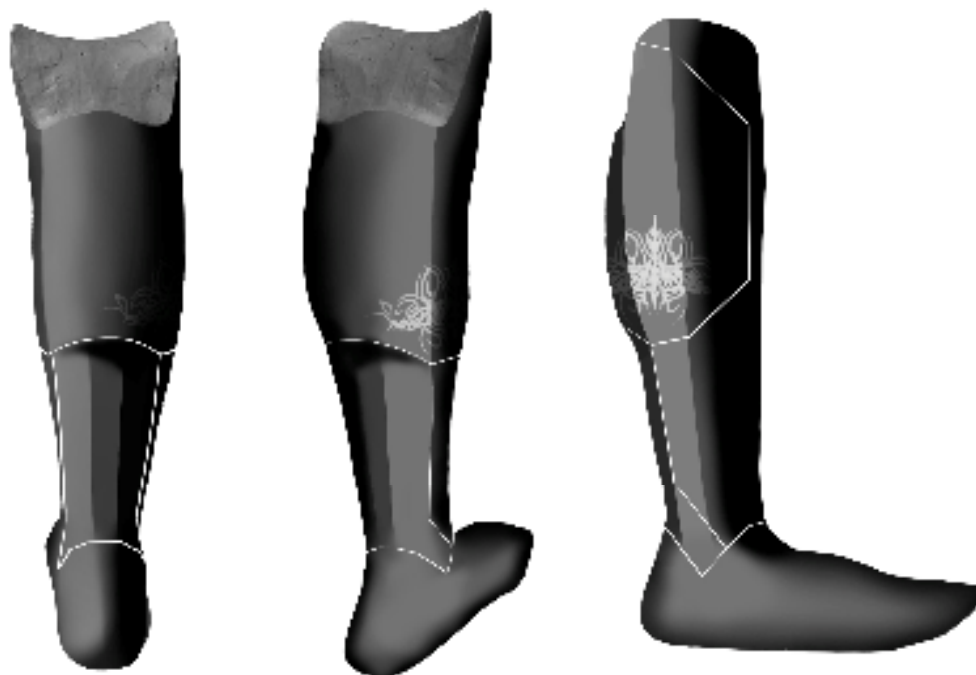
*Obr.68. Finální návrh: Dos*



*Obr.69. Finální návrh s grafickým prvkem: Dos*



*Obr.70. Finální návrh, zadní a boční pohled: Dos*



*Obr.71. Finální návrh s jinou variantou umístění grafického prvku: Dos*



*Obr.72. Finální návrh*



*Obr.73. Finální návrh Dos: grafické umístění prvku na boku krytí protézy, spojení dílů šrouby*



## ZÁVĚR

Design individuálního krytí protéz podle životního stylu a vkusu klienta je snahou o zpříjemnění užívání protézy. Uživatel se může podílet na designu krytí protézy a s tímto přístupem nemá pocit, že dostává do rukou něco cizího. Navíc má volbu kdykoliv krytí sundat a nebo ho nasadit, podle různých příležitostí a životních situací. Užívání krytí protézy vyjadřuje osobní životní postoj uživatele. Protéza pak představuje stylový doplněk, podobně jako oblečení nebo brýle.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Norman, A. D.: Design pro každý den; Dokořán, Praha 2010; ISBN 978-80-7363-314-1

Kulka, J.: psychologie umění; Grada, Praha 2008; ISBN 978-80-247-2329-7

Kolektiv autorů: Designing the 21st century; Taschen, Köln 2005; ISBN 978-3-8228-4802-9

Kolesár, Z.: Kapitoly z dějin designu; Vysoká škola uměleckoprůmyslová škola, Praha 2004; ISBN 80-86863-03-4

VAN DER MEIJ, W.K.N.: No leg to stand on; Thesis edition – University of Groeningen, Netherlands, 1995; ISBN 90-9008240-9

Lusardi, M., Nielsen, C.: Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation; W.B. Saunders Company, 2006; ISBN 0-7506-9807-1

Firemní literatura českých a zahraničních výrobců

## INTERNETOVÉ ZDROJE

[www.ossur.com](http://www.ossur.com)

[www.ossur.cz](http://www.ossur.cz)

[www.ottobock.com](http://www.ottobock.com)

[www.protetikafm.cz](http://www.protetikafm.cz)

[www.yankodesign.com](http://www.yankodesign.com)

[www.bespokeinnovations.com](http://www.bespokeinnovations.com)

[www.resolutdesign.de](http://www.resolutdesign.de)

[www.tuvie.com](http://www.tuvie.com)

[www.prostheticinmotion.com](http://www.prostheticinmotion.com)

[www.rehabtech.org](http://www.rehabtech.org)

[www.fastcompany.com](http://www.fastcompany.com)

[www.cls-solutions.com](http://www.cls-solutions.com)

[www.architter.com](http://www.architter.com)

[www.amputee-coalition.org](http://www.amputee-coalition.org)

[www.albersite.org](http://www.albersite.org)

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr.1. Protézy z roku 300 př. n. l. (Capua).....</i>	<i>8</i>
<i>Obr. 2. Svatý Antonín s amputovaným chlapcem .....</i>	<i>10</i>
<i>Obr. 3. první zobrazení amputace: Serratura.....</i>	<i>10</i>
<i>Obr.4. Hieronymus Bosch: Žebráci.....</i>	<i>11</i>
<i>Obr.5. Ambroise Paré: protéza vypadá jako část brnění .....</i>	<i>12</i>
<i>Obr.6. Verduyn: protéza s klouby .....</i>	<i>12</i>
<i>Obr.7. Ravaton: konstrukce a krytí protézy.....</i>	<i>13</i>
<i>Obr.8. Design protézy: Schmükert a Gärtner .....</i>	<i>14</i>
<i>Obr.9. Design protézy: Heine a Martiensen .....</i>	<i>15</i>
<i>Obr.10. Design protézy: James Potts.....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 11. Design protézy: Caroline M. Eichler.....</i>	<i>16</i>
<i>Obr.12. Nadkolenní protéza, design: Esmark .....</i>	<i>18</i>
<i>Obr.13. Design protézy: Douglas Bly.....</i>	<i>18</i>
<i>Obr.14. Design nadkolenní protézy: Hermann .....</i>	<i>19</i>
<i>Obr.15. Holandské protézy.....</i>	<i>20</i>
<i>Obr.16. Slavný kolenní kloub „Jupa knee“.....</i>	<i>21</i>
<i>Obr.17 Protetické chodidlo SACH foot.....</i>	<i>23</i>
<i>Obr.18. Phillips Van: protéza s chodidlem Cheetah .....</i>	<i>26</i>
<i>Obr.19. Modulární systém firmy Össur .....</i>	<i>27</i>
<i>Obr.20. Současná protéza pro sportovce od firmy Össur. Oskar Pistorius a Marlon Shirley .....</i>	<i>27</i>
<i>Obr.21. Otto Bock: C-leg.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr.22. Bionická protéza ruky, design: Hans Alexander Huseklepp.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr.23. Bionická protéza ruky, design: Kaylene Kau.....</i>	<i>29</i>
<i>Obr.24. Protéza dolní končetiny, design: Joanna Hawley.....</i>	<i>29</i>

<i>Obr.25. Designová studie: Fraunhofer Institut.....</i>	<i>30</i>
<i>Obr.26. Návrh prtoézy určené k plavání, design: Richard Stark.....</i>	<i>30</i>
<i>Obr.27. Individuální krytí protézy, design: Mario Paravan, ING corporation, s.r.o.....</i>	<i>31</i>
<i>Obr.28. Individuální krytí protézy – detail, design: Mario Paravan.....</i>	<i>31</i>
<i>Obr.29. Design krytí protézy: Colin Matsco, Nike .....</i>	<i>32</i>
<i>Obr.30. Design krytí protézy: Colin Matsco, Nike .....</i>	<i>32</i>
<i>Obr.31. Design krytí protézy: Randal Puzziello.....</i>	<i>33</i>
<i>Obr.32. Design krytí protézy: Bespoke Innovations, 3D tisk.....</i>	<i>33</i>
<i>Obr.33. Design krytí protézy: Bespoke Innovations, 3D tisk .....</i>	<i>34</i>
<i>Obr.34. Design krytí protézy: Bespoke Innovations, 3D tisk .....</i>	<i>34</i>
<i>Obr.35. Design krytí protézy: Bespoke Innovations, 3D tisk .....</i>	<i>35</i>
<i>Obr.36. Protézy klienta: pohled zepředu .....</i>	<i>37</i>
<i>Obr.37. Protézy klienta: pohled z boční strany.....</i>	<i>38</i>
<i>Obr.38. Transformers - obraz poskytnut klientem .....</i>	<i>38</i>
<i>Obr.39. Obraz poskytnut klientem .....</i>	<i>39</i>
<i>Obr..40. Obrazy poskytnuty klientem.....</i>	<i>39</i>
<i>Obr.41. Obraz poskytnut klientem.....</i>	<i>39</i>
<i>Obr.42. Návrh krytí protézy: dělení tvaru.....</i>	<i>40</i>
<i>Obr.43. Návrh krytí protézy: dělení tvaru.....</i>	<i>40</i>
<i>Obr.44. Návrh krytí protézy: pružný díl.....</i>	<i>41</i>
<i>Obr.45. Návrh krytí protézy: pružný díl.....</i>	<i>41</i>
<i>Obr.46. Návrh krytí protézy: pružný díl.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr.47. Návrh krytí protézy: dělení tvaru.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr.48. Návrhy krytí protézy: dělení tvaru.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr.49. Návrhy krytí protézy: dělení tvaru.....</i>	<i>43</i>

<i>Obr.50. Návrh krytí protézy dělení tvaru.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr.51. Návrh krytí protézy: dělení tvaru.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr.52. Návrh krytí protézy: dva pružné díly.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr.53. Návrh krytí protézy: skelet.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr.54. Návrh krytí protézy: Vertical.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr.55. Návrh krytí protézy: Dos.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr.56. Návrh krytí protézy: Armor.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr.57. Návrh krytí protézy: varianty Armoru.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr.58. Model z hlíny: Vertical.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr.59. Model z hlíny: Vertical.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr.60. Model Armor.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr.61. Model Armor.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr.62. Model Dos.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr.63. Model Dos.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr.64. Model Dos.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr.65. Black Armor.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr.66. Black Vertical.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr.67. Black Dos.....</i>	<i>52</i>
<i>Obr.68. Finální návrh: Dos.....</i>	<i>53</i>
<i>Obr.69. Finální návrh s grafickým prvkem: Dos.....</i>	<i>53</i>
<i>Obr.70. Finální návrh, zadní a boční pohled: Dos.....</i>	<i>54</i>
<i>Obr.71. Finální návrh s jinou variantou umístění grafického prvku: Dos.....</i>	<i>54</i>
<i>Obr.72. Finální návrh.....</i>	<i>55</i>
<i>Obr.73. Finální návrh Dos: grafické umístění prvku na boku krytí protézy, spojení dílů šrouby.....</i>	<i>56</i>

## SEZNAM PŘÍLOH

PI CD-ROM

PII Model 1:1