

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

**Bakalářská práce**

Plzeň 2018

Ondřej Vyhnal



# **FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

**Ondřej Vyhnal**

Studijní obor: Ortotik protetik (5345R026)

**TECHNOLOGIE VÝROBY TRANSTIBIÁLNÍCH LŮŽEK**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Mgr. Rita Firýtová

PLZEŇ 2018



POZOR! Místo tohoto listu bude vloženo zadání BP s razítkem. Toto je druhá číslovaná strana, ale číslo se neuvádí.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 20. 3. 2018

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování:

Děkuji Mgr. Ritě Firýtové za odborné vedení práce a Bc. Vladanu Princovi za poskytování rad a materiálních podkladů.

## **Anotace**

Příjmení a jméno: Vyhnal Ondřej

Katedra: Rehabilitačních oborů

Název práce: Technologie výroby transtibiálních lůžek

Vedoucí práce: Mgr. Rita Firýtová

Počet stran – číslované: 63

Počet stran – nečíslované: 24

Počet příloh: 3

Počet titulů použité literatury: 32

Klíčová slova: transtibiální amputace, lůžko, technologie výroby

Souhrn:

Tato bakalářská práce se zabývá technologií výroby transtibiálních lůžek. Cílem je shrnout a popsat technologické postupy, které se využívají při výrobě protéz po amputaci v bérce. Práce je rešeršního typu. Obsahuje stručnou historii protetiky, popis základních materiálů a mechanismů ulpění. Největší část práce se věnuje procesu výroby transtibiálních lůžek.



## **Annotation**

Surname and name: Vyhnal Ondřej

Department: Rehabilitation Sciences

Title of thesis: Production technology of transtibial sockets

Consultant: Mgr. Rita Firýtová

Number of pages – numbered: 63

Number of pages – unnumbered: 24

Number of appendices: 3

Number of literature items used: 32

Keywords: transtibial amputation, socket, production technology

### Summary:

This bachelor is focused on production technology of transtibial socket. Aim is to summarize and describe production technologies which are used in the production of prostheses after amputation of the lower leg. The thesis is a research type. It contains a brief history of prosthetics, description of the basic materials and mechanisms of adhesion. The largest part of the thesis deals with the manufacturing process of transtibial sockets.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>1 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>13</b>
<b>2 HISTORIE PROTETICKÝCH POMŮCEK</b> .....	<b>14</b>
<b>3 SOUČASNÉ TECHNOLOGIE A MATERIÁLY</b> .....	<b>21</b>
3.1 LINERY .....	21
3.2 SYSTÉMY PŘIPOJENÍ.....	22
3.3 VHODNÉ VARIANTY .....	23
<b>4 TECHNOLOGIE VÝROBY</b> .....	<b>24</b>
4.1 SNÍMÁNÍ MĚRNÝCH PODKLADŮ .....	24
4.1.1 <i>Vlastní měření</i> .....	24
4.1.2 <i>Měrný list</i> .....	25
4.1.3 <i>Snímání sádrového negativu</i> .....	27
4.1.4 <i>IceCast</i> .....	50
4.1.6 <i>3D SCAN</i> .....	51
4.2 ÚPRAVA SÁDROVÉHO POZITIVU .....	51
4.2.1 <i>Chyby při modelaci pozitivu</i> .....	51
4.2.2 <i>Účelově tvarované lůžko</i> .....	51
4.2.3 <i>Lůžko sádrované v podtlaku</i> .....	52
4.3 PŘÍPRAVA KE ZKOUŠCE.....	53
4.3.1 <i>Výroba měkkého lůžka</i> .....	53
4.3.2 <i>Výroba zkušebního lůžka</i> .....	59
4.4 STAVBA A PŘÍPRAVA KE ZKOUŠCE .....	60
4.4.1 <i>Příprava protézy ke stavbě</i> .....	60
4.4.2 <i>Úvod do stavby lůžka</i> .....	60
4.4.3 <i>Základní stavba</i> .....	61
4.4.4 <i>Postup stavby</i> .....	61
4.4.5 <i>Příprava ke zkoušce</i> .....	62
4.5 ZKOUŠKA .....	64
4.5.1 <i>Statická zkouška</i> .....	64
4.5.2 <i>Dynamická zkouška</i> .....	65
4.6 DOKONČENÍ PROTÉZY-DEFINITIVNÍ LŮŽKO .....	66
4.7 PŘEDÁNÍ POMŮCKY.....	70

<b>5</b>	<b>DISKUZE</b> .....	<b>71</b>
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>73</b>
	<b>SEZNAM ZKRATEK</b> .....	<b>75</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>76</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>79</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>80</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>84</b>
	<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>85</b>

## ÚVOD

Protézy z pohledu technické ortopedie složí k obnově funkce a vzhledu amputované končetiny. Ačkoliv se obor protetika v posledních letech posunul kupředu zejména v oblasti nových technologií a materiálů, historicky se jedná o velmi starý, řemeslný obor, o kterém jsou zmínky již několik tisíc let před naším letopočtem.

Při výrobě náhrady at' horních nebo dolních končetin je potřeba nejen zručnosti, znalosti anatomie, biomechaniky, materiálů, psychologie, ale zejména osvojení správných technologických postupů, které vedou k výrobě optimální protetické pomůcky. Tyto technické postupy se nejčastěji mezi protetiky předávají prostřednictvím odborných školení pořádaných firmami, které se zabývají výrobou a dovozem protetických komponentů. Existuje také řada odborných časopisů, které pojednávají o nových trendech a moderních postupech. Tyto publikace však vychází pouze v anglickém a německém jazyce, a tak jsou čeští protetici, ti bez jazykových znalostí, odkázáni na zprostředkované informace. Většina knih, které o technologiích výroby pojednávají, jsou velmi staré, a tak ani samotné postupy neodpovídají dnešním výrobním standardům. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl sepsat ucelenou teoretickou práci, která bude nepoužívanější technologické postupy popisovat.

Jelikož je protetika dolních končetin velmi rozsáhlou oblastí, chci se ve své práci zaměřit pouze na protézy po transtibiálních amputacích, a to u dvou nejčastěji používaných typů lůžek.

Prvním typem je lůžko s účelovým tvarováním KBM (Kondylen Bettung Münster), což v překladu znamená lůžko se zachycením kondylů. Dnes je tento systém znám také pod názvem „suprakondylární lůžko“. Tento systém využívá v přední části k zachycení protézy k pahýlu kopírování postavení česky a medio-laterální obepnutí anatomických struktur kondylů femur. Díky tomu lůžko velmi dobře drží (Fiala, 2005). V dnešní době se tento typ využívá spíše u starších pacientů, kteří jsou buďto na tento systém zvyklí, anebo nám jejich zdravotní stav nedovoluje využití podtlakového systému.

Druhým typem je lůžko s plným kontaktem TSB (Total Surface Bearing). Tento systém byl znám už dlouho před tím, než se začal využívat. Neexistovaly však materiály, které by výrobu umožnily. Plně kontaktní lůžko využívá maximální plochy pahýlu. Tím zvyšuje opěrnou plochu a snižuje tlak působící na pahýl. Díky použitému podtlaku je zajištěné dobré prokrvení pahýlu, a na rozdíl od lůžka KBM netlačí do zákolenní jamky, kde probíhá cévní zásobení. Při sádrování se využívá kombinace klasického sádrování z ruky a

sádrování v podtlaku. Nevýhodou tohoto systému je nemožnost odlehčení problematických míst, jako je tomu u protéz KBM.

## **1 Cíl práce**

Tato bakalářská práce je zpracována formou rešerše, jejíž cílem je vytvořit ucelený výrobní postup pro protézy po amputaci v bércei.

Cílem práce je analyzovat a shrnout domácí, ale především zahraniční literaturu, včetně aktuálních studií. Dále také popisuje používané materiály, se kterými se můžeme v dnešní protetice setkat.

### **Dílčí cíle:**

1. Načerpání teoretických znalostí z vhodných typů zdrojů o výrobě bérceových protéz.
2. Pomocí kvalitního výzkumu metodou syntézy informací z odborných publikací a rozhovorů s odborníky, sestavit komplexní práci.

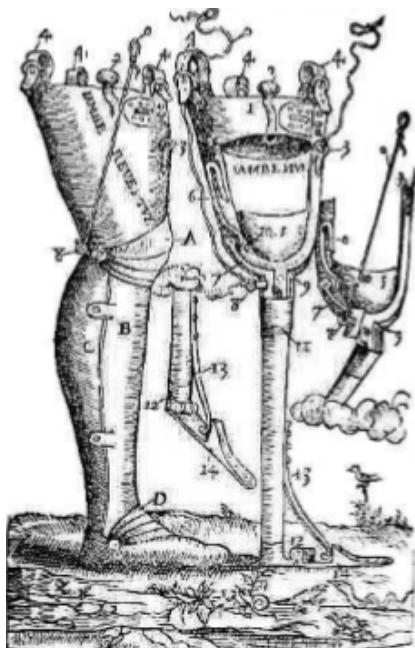
## 2 Historie protetických pomůcek

Historie vývoje protetických pomůcek je dlouhá. Zahrnuje více než 40 století. Nálezem mumifikovaného skeletu ženy v Kazachstánu roku 2300 let př. Kr. se datuje první stopa protetiky dolních končetin. Jednalo se o primitivní bérceovou protézu s kontaktním pahýlovým lůžkem (Hadraba, 1976). O protézách hovoří také nálezy ze 4 stol. př. Kr. z Cluny a Capri. Jsou důkazem, že dřevěné protézy dolní končetiny byly navíc zpevnovány bronzem a železem, měly dokonce tvarované pahýlové lůžko a k tělu byly upevněny bronzovým opaskem.

V raném středověku provádějí amputace především operatéri a mastičkáři bez určitého vzdělání, a tak je amputace velkým rizikem pro krvácení, traumatický šok, gangrénu a infekci, které byly častou součástí (Meij, 1995). Ačkoliv knihy z dob starověku a středověku nezmiňují slovo protéza, můžeme nalézt spoustu důkazů o jejich existenci na keramice či různých vyobrazeních. Díky těmto dochovaným důkazům můžeme předpokládat, že amputaři v této době používali velmi jednoduché protézy vyrobené ze dřeva, a v některých případech vyztuženy kovovými pláty (Gutfleisch, 2003).

Během období středověku se také vyvinul typ protézy zvaný kneewalker. Skládal se z dřevěné hole, 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. Během středověku, od 16. do 19. století, probíhá mnoho válek, které přináší vysoké ztráty na životech a společně s tím také mnoho amputací. Největší počet amputací byl prováděn armádními chirurgy. Díky těmto podmínkám se z armádních chirurgů stali profesionálové v oboru amputací. Jedním z nich byl také Ambroise Paré, který byl francouzským chirurgem a jako první vytvořil návrh protézy dolní končetiny. Ta připomínala spíše nohu v brnění. Na její výrobě často spolupracovali zbrojmistři, kteří vyráběli brnění (Meij, 1995).

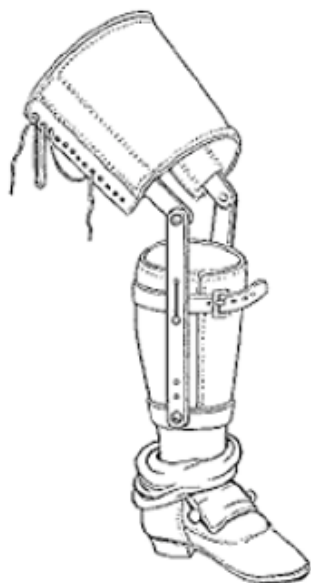
*Obrázek 1 Návrh protézy Ambroisem Parém*



Zdroj: Meij 1995

Na přelomu 17. a 18. století se začaly objevovat nové amputační techniky. Nejznámější byla technika dorsálního laloku, kterou popsal Pieter Verduyn. Jelikož se jednalo o revoluční druh amputace, bylo ovlivněno také protézování. Samotný Verduyn vynalezl nový typ podkolenní protézy, která se skládala z pevného korzetu pro pahýl, postranních kovových tyčí, měděné objímky a chodidla, které bylo vyrobeno ze dřeva. (Meij, 1995).

*Obrázek 2 Podkolenní protéza podle Verduyna*

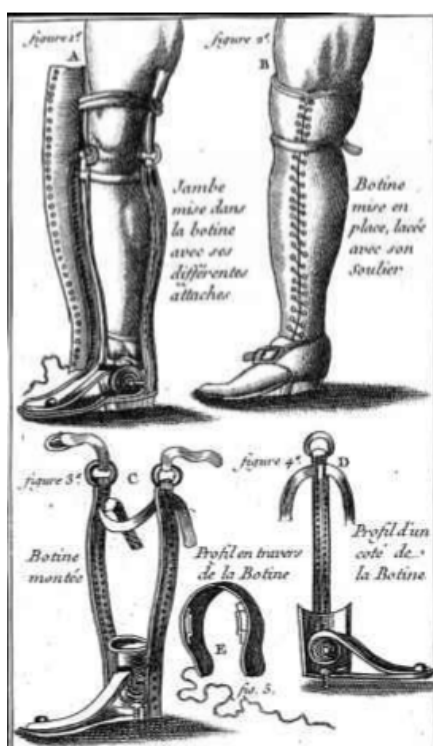


Zdroj: Meij 1995



Dalším významným chirurgem a konstruktérem byl francouzský chirurg Hugues Ravaton, jehož specializací byly podkolenní amputace. V roce 1755 amputoval nohu dragounovi a navrhl pro něj i protézu. Ta byla opatřena dvěma kovovými panely končícími až na nášlapné ploše. Mezi ně byl vložen válec s listovou pružinou, která imitovala pohyb kotníku. Protéza připomínala jezdeckou obuv, a to hlavně díky kůži, která celou konstrukci zakrývala.

Obrázek 3 Kožená protéza podle Ravatona



Zdroj: Meij 1995

Vzhledem k velkému množství amputací, které museli operatéri na bitevních polích provádět, se jejich kvalita znatelně zlepšila. Stále jsou ale protézy spíše vzácnou záležitostí. Jednak kvůli pořizovací ceně, která se mohla vyšplhat až do výše ročního výdělku, a také kvůli vysoké úmrtnosti, která amputační zákroky provázela. Mnoho lékařů se snažilo vyrábět protézy za nižší ceny, tím že upravovali už fungující modely. Tyto pokusy přispěly pozitivně k samotnému rozvoji protetiky. Jako první zažívají velký pokrok stehenní protézy, kdy v roce 1816 přicházejí Peter Baliff a James Potts s návrhy nových kolenních kloubů, které jsou schopny se za chůze ohýbat, a tím přinášejí mnohem přirozenější obraz chůze. Do té doby byly kolenní protézy opatřeny kolenními klouby, které během chůze zůstávaly uzamčeny a chůze s nimi tak nevypadala příliš přirozeně. Peter Baliff přišel s návrhem kloubu, který nejen že se zamyká při nášlapu na patu, ale při odvalení na špičku

se opět uvolní. James Potts vynalezl kloub s podobnou myšlenkou jako Baliff, avšak jeho kloub neobsahoval zámek, který kolenu přináší větší stabilitu. Ta byla zajištěna pomocí elastických popruhů (Meij, 1995).

*Obrázek 4 Design protézy: James Potts*



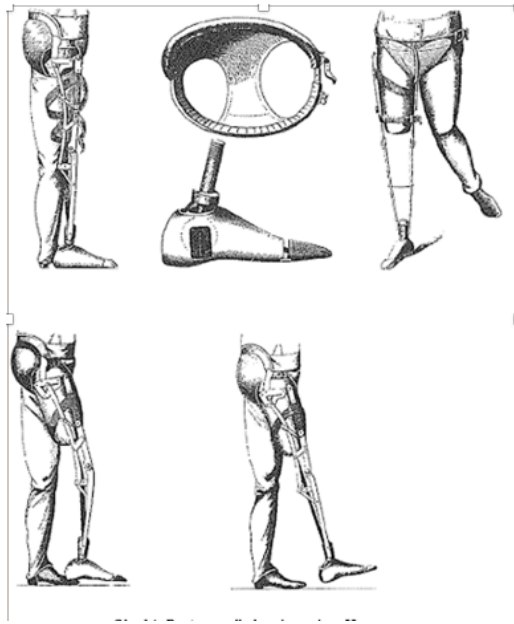
Zdroj: Meij 1995

Mezi tvůrce protéz patřily také ženy. Jednou z prvních byla Caroline Margarethe Eichler, která navrhovala protézy jak bérkové, tak stehenní. Lůžko protézy bylo vyrobeno z bílého železa, zatímco zbytek byl dřevěný. Kolenní kloub a kotník se pohybovaly pouze v jednom směru, byly však řízeny složitým systémem pružin. Ulpívání lůžka na pahýlu bylo zabezpečeno pomocí popruhů zavěšených kolem krku (Meij, 1995).

Díky zavedením anestetik, kolem poloviny 19. století se výrazně snížila úmrtnost během amputačních zákroků, a tím se zvýšila potřeba protetického vybavení. Je to poprvé v historii, kdy se přizpůsobuje amputační technika potřebám protetického vybavení (Meij, 1995)

Protetika se rozvíjela také v českých zemích, nejvíce na konci 18. a v průběhu 19. století. Na mezinárodní úrovni na sebe upozornil především Romauld Božek, který sestrojil protézu s mechanickým, excentrickým kolenním kloubem pro knížete Ypsilantiho. Tímto výrobkem se významně zapsal do historie protetiky. Dalším významným konstruktérem protéz byl prof. Hermann z Prahy, který v roce 1868 navrhl konstrukci protézy pro pacienty s exartikulací v kyčelním kloubu, excentrického chodidla a stehenní protézy (Hadraba, 1976).

Obrázek 5 Design podkolenní protézy: Hermann



Zdroj: Hadraba 1976

Během první světové války přišlo mnoho vojáků o končetiny, a tak se samozřejmě zvyšuje poptávka po jejich náhradách. V tomto období se také objevila potřeba masové výroby protetikých komponentů. Díky tomu by se výroba znatelně urychlila. Jednou z hlavních překážek však bylo nedostatečné množství měrných podkladů, na jejichž základě by se daly komponenty vyrábět. Aby byly tyto informace získány, podnikl profesor H. Gocht, ortopedický chirurg z Berlína, antropometrické měření 659 vojáků. Díky tomu bylo možné zobecnit tyto údaje a začít vyrábět díly ve větším množství a za nižší ceny.

Jedna z prvních firem, která začala vyrábět protetiké díly sériově, nese jméno po svém zakladateli Otto Bockovi. Firma byla první, která rozdělila protézu na tři hlavní komponenty: lůžko, kolenní kloub s holení a chodidlo s kotníkovým kloubem. Většina komponentů se využívala na všech typech protéz. Vznikla tak tzv. modulární stavba protéz. Firma přišla s typem kolenního kloubu „Jupa knee“, který se posléze stal velmi slavným (Dungl, 2005.).

*Obrázek 6 Jupa Knee*



Zdroj: Dungl 2005

Druhá světová válka přinesla do protetiky nový impuls. Začaly se vytvářet nové typy lůžek, nejen z hlediska materiálů (např. plast), ale také z pohledu anatomie. Technický výzkum přináší inovace nových kyčelních, koleních či hlezenních kloubů. Kolenní klouby jsou vybavovány kontrolou stojné fáze a hydraulickou kontrolou fáze švihové. Hydraulický systém jako první uvedl inženýr Jack Steward ve spolupráci se společností Vicker's v roce 1949 pod názvem Hydra-Cadence-Knee. Objevují se také nové návrhy bérceových protéz. První verzi bylo lůžko, které bylo vyloženo měkkou kůží a tělesná váha byla přenesena na holenní kosti připojené na šlachy česky. Proto dostala název PTB – Patella Tendon Bearing. S další verzí přišel francouzský tým v roce 1963 (Marshall, 2015). Tato verze využívala začlenění celé pately k zachycení zátěže a s opřením na ligamentum patellae, kdy dochází k přenesení sil přes laterofrontální plochy amputovaného pahýlu. Z této funkce vychází také název PTS neboli patella tendr-supracondylar suspension socket. Třetí modifikací byla KBM (Kondylen Bettung Munster) protéza, jež obepíná mediální a laterální epicondyl femuru a tím fixuje protézu k pahýlu. (Kaphingst, 2002. s.6-59.).

V osmdesátých letech přichází období objevování nových materiálů, jako například PVC, později polyetylen a polypropylen, silikonu. Z leteckého průmyslu se využívají zejména uhlíková vlákna a titan. Tyto materiály umožňují vytvářet protézy, které jsou mnohem lehčí, silnější a s delší životností. Poprvé se začíná při výrobě a navrhování nových pomůcek využívat také počítač, který také později umožnil zlepšit kontrolu nad protetickými kolenními klouby. V roce 1997 totiž firma Otto Bock jako první představila C-

Leg-kolenní kloub řízený mikroprocesorem, které přináší pacientům přirozenější chůzi, lepší stabilitu a bezpečnost. Během následujících let přichází i další firmy s tímto typem kolene. V dnešní době tato kolena využívají informace získané z řady senzorů a gyroskopu. Bohužel negativním faktorem zde stále zůstává vysoká pořizovací cena, a tak není všem umožněno využívat výhod těchto kolenních kloubů (Marshall, 2015.).

Do protetiky se dostávají také technologie 3D scannerů a 3D tiskáren. Zkušenému protetikovi značně usnadní a urychlí práci. Je otázkou, jak se budou tyto technologie v budoucnu vyvíjet. Je ale jasné, že budou hrát velkou roli v dalším vývoji protetiky.

### **3 Současné technologie a materiály**

V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé varianty linerů, jejich vlastnosti, výhody a nevýhody. Je také zapotřebí uvést jednotlivé možnosti připojení lůžka k pahýlu a proč se určitý typ lineru hodí k určitému typu připojení.

#### **3.1 Linery**

Liner slouží jako „další vrstva pokožky“ mezi měkkými tkáněmi pahýlu (šlachy, svaly, pokožka) a tvrdou skořepinou lůžka. Díky svým vlastnostem redukuje tření a pohyby uvnitř lůžka a tím i síly, které na pahýl působí (rázové, stříhové a rotační síly). Využívá se také ke spojení pahýlu s protézou. Důležité je vybrat správný liner, aby protéza dobře držela a její užívání bylo pro pacienta pohodlné. Podle složky, ze které jsou vyrobeny se dělí na: polyuretanový liner, silikonový liner, kopolymerový liner (Otto Bock. a.).

##### **Silikon liner**

Je odolný a snadno se čistí. Materiál zajišťuje vysokou stabilitu protézového lůžka díky největší adhezi a kompresi pahýlu. Silikon je vhodný pro pahýl s pevnou tkání, dobrým kožním krytím a bez prominujících kosterních struktur, neboť nedostatečně polstruje dané problémové oblasti. Pot je „odpařován“ skrze materiál, ale pouze v místech, kde pokožka a liner jsou bezprostředním kontaktem. Je-li tomu naopak, v prostoru mezi silikonem a kůží se nahromadí pot, který může způsobovat uživateli nepříjemnosti. Tento liner je určen pro pacienty s úrovní aktivity 1-3 (Otto Bock. a.).

##### **Kopolymer liner**

Kopolymer je vysoce elastický. Obsahuje minerální olej šetrný k pokožce, který se během používání postupně uvolňuje. Proto je velmi vhodný pro pahýly se suchou kůží. Snadno se čistí, nelze ho však sterilizovat vysokou teplotou, neboť tento materiál je termoplastický. Liner se ale může díky termoplasticitě individuálně přizpůsobit tvaru pahýlu. Kopolymer snižuje pocení po celé délce pahýlu, včetně oblastí, kde kůže a liner nejsou v kontaktu. Tento liner je určen pro pacienty s aktivitou 1-3 a s různými tvary pahýlů. U transfemorálních amputací je zřídka kdy používán (Otto Bock. a.).

##### **Polyuretan liner**

Zajišťuje rovnoměrné rozložení tlaku a díky nejvyšší viskoelasticitě nabízí přesné a pohodlné uchycení. Optimální tlumení nárazů činí tento materiál vhodným pro citlivé, kostnaté a zjizvené pahýly. Stejně jako kopolymer je termoplastický, tudíž i tento typ line-

ru lze individuálně přizpůsobit tvaru pahýlu. Polyurethan pot vstřebává, tím zvyšuje vlastní hmotnost během užívání, při kterém dochází i k nasávání nečistot. Údržba lineru spočívá v každodenním čištění. V optimálních případech pacient vlastní alespoň dva liny, neboť po očištění lineru musí být důkladně vysušený před dalším užíváním. Liner je určen pacientům s různou úrovní aktivity (Otto Bock. a.).

## 3.2 Systémy připojení

Slouží k připojení pahýlu s lůžkem. Vybírá se vždy podle stupně aktivity. Tato kapitola popisuje stručně systémy připojení, které se využívají u bérkových protéz.

### 1. Mechanický zámek

Při vybavení mechanickým zámkem je liner na distálním konci opatřen trnem (tzv. pin), který se při nasazování zasune do zámku, a tak propojí pahýl s protézou (Otto Bock. a.).

### 2. Pasivní podtlakový systém (jednocestný ventil)

Tento systém se nejčastěji skládá z měkkého lineru, jednocestného ventilu a nákolanky. Tlakem pahýlu je vzduch vytlačován ven z lůžka. Nákolanka slouží k řádnému utěsnění proximálního okraje lůžka. Tento systém zajišťuje bezpečnost, stabilitu a snížení pistového pohybu v lůžku. Využívá se jak u bérkových, tak stehenních protéz pro nízký až střední stupeň aktivity (Otto Bock. a.).

### 3. Aktivní podtlakový systém

Aktivní podtlakový systém využívá zařízení, které aktivně odsává vzduch z lůžka. Proximální okraj utěsňuje nákolanka. Na rozdíl od pasivního systému je v lůžku podtlak vytvářen neustále, nejen ve švihové fázi kroku. Díky tomu můžeme dosáhnout kvalitnějšího ulpění, než je tomu u pasivního podtlaku. Aktivní podtlak snižuje stříhové síly působící v lůžku a zlepšuje prokrvení pahýlu. Díky silnému podtlaku může pacient lépe vnímat podkladový terén a cítit se tak bezpečněji. Je zapotřebí plně kontaktní lůžko. Využívá se jak u bérkových, tak stehenních protéz zejména pro střední až vysoký stupeň aktivity (Princ, 2017).

### 3.3 Vhodné varianty

Vhodné varianty připojení jsou ovlivněny fyzikálními vlastnostmi linerů. Následující tabulka popisuje základní rozdělení variant připojení, jejich výhody a nevýhody.

Tabulka 1 Varianty připojení

<b><u>Varianty připojení</u></b>	<b><u>Výhody</u></b>	<b><u>Nevýhody</u></b>
<b>Mechanický zámek + silikonový liner</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- dobře ulpívá na pahýlu</li><li>- snadná údržba lineru</li><li>- není zapotřebí nákolienka</li><li>- dlouhá životnost</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- nutné účelové tvarování</li><li>- přetížení na distálním konci</li><li>- vysoká komprese, atrofie pahýlu</li></ul>
<b>Pasivní podtlak + kopolymerový liner</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- zvláčňuje pokožku</li><li>- jednoduchá aplikace</li><li>- dobré prokrvení</li><li>- nízká pořizovací cena</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- nutnost nákolienky</li><li>- nelze vytvořit lokální odlehčení</li></ul>
<b>Aktivní podtlak + polyuretanový liner</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- dobrá kontrola sil</li><li>- podporuje prokrvení pahýlu</li><li>- kontrola objemu pahýlu</li><li>- dokonalý kontakt s protézou.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- nutnost precizního zhotovení lůžka</li><li>- nutnost nákolienky</li><li>- vyšší pořizovací cena.</li><li>- nelze vytvořit lokální odlehčení</li></ul>

Zdroj: Otto Bock. a.



## 4 Technologie výroby

Technologický postup výroby transtibiálních lůžek je rozdělen do několika hlavních kroků. Nejprve je potřeba odběr měrných podkladů. Na výběr máme z několika možností. U protéz se nejčastěji využívá technika sádrování. Následuje úprava modelu a výroba zkušebního lůžka. Než bude pacient schopen s pomůckou odejít domů, je zapotřebí provést statickou a dynamickou zkoušku. Potom co pomůcku pacient odzkouší, se můžeme přesunout k výrobě finálního lůžka. Jednotlivé kroky popisují následující kapitoly.

### 4.1 Snímání měrných podkladů

Nezbytným předpokladem pro výrobu pomůcky je zjištění správných měr a údajů pacienta.

#### Možnosti získání měr

Zde je uvedeno základní rozdělení možností, jak získat míry pahýlu. V následujících kapitolách jsou jednotlivé varianty podrobněji popsány.

- 1) Vlastní měření
- 2) Sádrování v zátěži
- 3) Sádrování z ruky – účelový tvar
- 4) Sádrování pro TSB
  - a) Podtlak
  - b) Icecast
- 5) 3D scan

#### 4.1.1 Vlastní měření

V protetice využíváme k měření velkou škálu pomůcek. Je na každém technikovi, kterou při měření využije. K zápisu a uchování získaných údajů nám slouží měrný list. Ten se liší dle typu amputace. Měrné listy poskytují čtoucímu záruku, že je zachován jednotný postup, že míry jsou při případném přeměření navzájem srovnatelné a že je kdokoli bude odečítat stejným jednotným způsobem a shodně je hodnotit. Míry odebíráme jak na amputované, tak zdravé končetině (Hadraba, 1976).

#### 4.1.1.1 Měření na pahýlu

Délku pahýlu měříme zpravidla od kolenní šterbiny. U pahýlů s větším množstvím měkkých tkání je zapotřebí změřit také délku od kostěného konce a od distálního zakončení měkkých tkání. Obvody pahýlu standardně měříme 3-5, v závislosti na délce pahýlu. Měříme v nejužší místě pod kolenem, v půlce bérce a 3-4 cm od distálního konce pahýlu. Na amputované straně je také důležité změřit obvod stehně eventuálně šířku kolene (Učík, 1969).

#### 4.1.1.2 Měření na zdravé končetině

Na zdravé končetině jsou důležité tyto délkové míry:

Délka chodidla a délka bérce.

Délku chodidla si obvykle měříme podle obkresu, který zhotovíme na zadní stranu měrného listu. Délku bérce si změříme na flektované končetině 90° od kolenní šterbiny.

Obvodové míry jsou důležité zejména pro výrobu kosmetického krytí. Standardně měříme obvod v nejužším místě nad kotníkem, v nejširším místě na bérce a v nejužším místě pod kolenem. Ideální je tyto obvodové míry doplnit obkresem (Učík, 1969).

#### 4.1.2 Měrný list

Jak už bylo řečeno, měrný list slouží k uchování informací o daném pacientovi. Je důležité vyplnit všechny potřebné údaje čitelně, aby kdokoliv byl schopný si tyto informace přečíst (Hadraba, 1971).

Obrázek 7 Měrný list-úvodní strana

**ottobock.**

Karta klienta - TT

Jméno:	Příjmení:
Rodné číslo:	Pojišťovna:
Adresa:	
Telefon:	
E-mail:	
Protetika:	
Název:	
Technik:	Datum:

Na úvodní straně najdeme základní informace o pacientovi jako je jeho jméno, rodné číslo, pojišťovna a kontaktní údaje.

Zdroj: Otto Bock. i.

Obrázek 8 Měrný list-celkový zdravotní stav.

**Klinické vyšetření**  
Celkový zdravotní stav

Výška: ..... cm      Váha: ..... kg

**Kardiovaskulární onemocnění**

Hypertenze  
 Srdeční selhání  
 Jiné: .....

**Poruchy rovnováhy / závratě**      Ano      Ne  
**Poruchy koordinace**      Ano      Ne  
**Diabetes mellitus**      Ano      Ne  
**Neuropatie**      Malá      Střední      Vysoká  
**Porucha zraku**      Ano      Ne      poz.: .....

**Ortopedická onemocnění:** .....

**Specifika amputace / pažít**

Strana amputace: Levá  Pravá       Datum amputace: .....

**Příčina amputace:** .....  
**Citlivost pažít:**      Zvýšená (+)      Normální (0)      Snížená (-)  
**Fantomové bolesti:**      Ano      Ne  
**Distální zatížitelnost pažít:**      Ano      Ne  
**Typ pokožky:**      Normální      Šupinatá      Vlnká  
**Typ podkoží:**      Pevné      Normální      Měkké  
**Vasélní jazyk:**      Ano      Ne  
**Výkyvy objemu:**      Ano      Ne  
**Tvar pažít:**      Válcovitý      Kuželovitý      Hruškovitý  
**Deformity / kontraktury:**      Kolenno  Flexe  Extenze      Stupeň: .....  
      Kyčel  Flexe  Extenze      Stupeň: .....

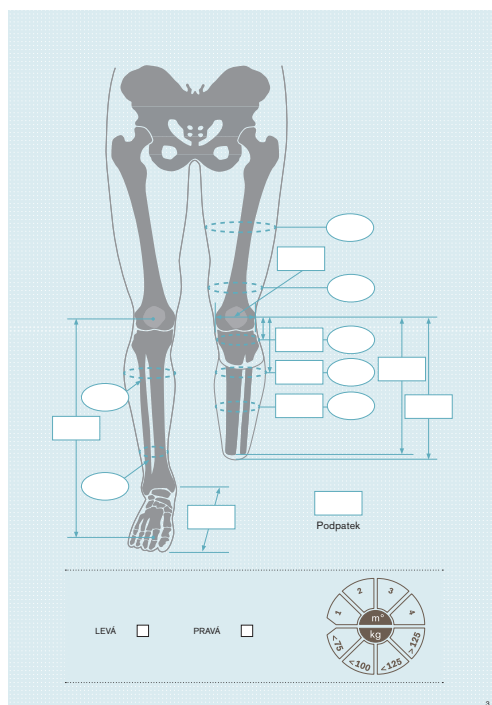
**Svalový test dle Jandy**

Flexe	0	1	2	3	4	5
Extenze	0	1	2	3	4	5
Abdukce	0	1	2	3	4	5
Abdukce	0	1	2	3	4	5

**Abnormality na kontralaterální straně**  
Deformace, omezení pohybu, smyslové poruchy, problémy prokrvení atd. na: .....

Zdroj: Otto Bock. i.

Obrázek 9 Měrný list-zápis měř.



Zdroj: Otto Bock. i.

Druhá strana obsahuje informace o celkovém zdravotním stavu pacienta. Tyto informace většinou získáme přímo od pacienta. Ne všechny informace jsou pro nás důležité, a některé se navzájem vylučují, není proto potřeba vyplňovat vše.

Poslední strana měrného listu slouží k zapisování měř. Na začátku je potřeba si vybrat správný měrný list, který je pro každý druh amputace jiný. Následně si podle naměřených měř na pacientovi zapíšeme co nejpřesněji míry do listu. Kulatá okénka slouží pro zápis obvodových měř, obdélníková okénka zase pro zápis vzdáleností.

### 4.1.3 Snímání sádrového negativu

Sádrování slouží k zachycení přesného tvaru pahýlu. Používají se k tomu sádrová obinadla. Ta se přikládají na končetinu, kterou chceme formovat. Některá obsahují elastická vlákna, jiná jsou pevná. Z těchto obinadel vytváříme takzvané longety, které používáme v místech, kde dochází jednak k tahovým napětím (v ohybech) a jednak k vyztužení nadměrných proláklín nebo vyvýšenin. Sádrová obinadla a longety máčíme před použitím ve vodě.

Předtím než půjdeme pacienta sádrovat, provedeme krátké orientační vyšetření. Nejprve si pohledem zjistíme souměrnost, deformity a kožní změny na sádrované části těla. Na to si pohmatem zjistíme přesné umístění prominentních výstupků a bolestivých míst, kvalitu případných jizev a měkkých částí. Dále si ověřujeme opěrné body a nosné plochy, díky nimž bude pomůcky na dané části těla zachycená. Je dobré tato vyšetření doplnit slovním vysvětlením co a proč provádíme. Jednak pacienta nepřekvapíme pro něj neobvyklým chováním a jednak tím navodíme atmosféru důvěry a spolupráce.

Před samotným sádrováním je nutné povrch těla připravit. Nejprve je nutné izolovat kožní povrch, aby se k němu nepřilepila sádra, neboť hrozí nebezpečí oděrek na místech ochlupení nebo jizev. Kromě toho by bylo sádrování bolestivé a nepříjemné. Dále je nutno zakreslit na sádrované části těla orientační body a bolestivá místa inkoustovou tužkou, ta se po odlití přetiskne do sádrového pozitivu (Hadraba, 1976).

#### 4.1.3.1 Poloha tělní části pacienta při snímání otisku

Obecně se výchozí poloha při snímání otisku řídí druhem vyráběné pomůcky a fyzického stavu pacienta. Pomůcka by však měla být sádrována v takové poloze, ve které bude následně nošena. Poloha měkkých tkání se mění v různých polohách (Hadraba 1976).

#### 4.1.3.2 Chyby při zhotovování modelu

Základním předpokladem pro výrobu kvalitní protetické pomůcky je bezchybné zhotovení modelu. Je proto důležité vyvarovat se následujícím základním chybám:

- Příliš velké utahování sádrového obinadla. Dochází k zařezávání do měkkých tkání.
- Deformace sádrového odlitku nevhodným opřením sádrované části těla o podložku, stojan apod.
- Vytlačení sádry ze sádrových obinadel nepřiměřeným tlakem prstů a ruky. Model se hadrovitě mění a ztrácí pevnost.
- Použití příliš vlhkých sádrových obinadel, ty mají tendenci ze sádrované končetiny sjíždět. Vznikají pak na negativu části, které mají tenké stěny (Hadraba 1976).

#### 4.1.3.3 Nezatížitelná místa na transtibiálního pahýlu

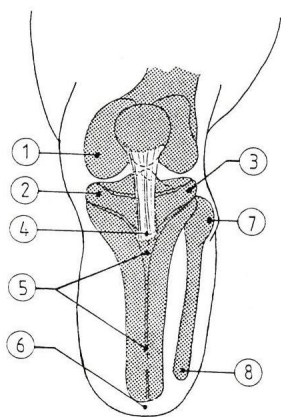
Pro správné sejmnutí sádrového negativu účelově tvarovaného lůžka KBM a lůžka TSB je klíčové znát prominentní, nezatížitelná místa na pahýlu. Tyto struktury představují nejčastěji kostěné plochy, které jsou blízko povrchu.

Síly vznikající mezi pacientem a protézou se přenášejí na styčnou plochu mezi pahýlem a lůžkem. Rozložení těchto sil je nutné provádět podle fyziologických kritérií. Tlak na nezatížitelná místa působí pacientovi nejen bolestivé obtíže, ale může mu také způsobit vážné zdravotní problémy. Tlakem na místo průběhu nervu vznikají obrny, tlakem na cévy špatné prokrvení, což může mít pro pacienta trpícího poruchou prokrvení fatální následky. Z tohoto důvodu je nezbytné znát místa, která jsou zatížitelná a která nikoliv (Kaphingst 2002).

#### Mezi nezatížitelné plochy patří tyto struktury:

- 1) Hrana mediálního kondylu femuru. Dobře hmatatelná při pokrčeném koleni.
- 2) Mediální drsnatina hlavice kosti holenní.
- 3) Laterální drsnatina hlavice kosti holenní. Téměř u všech pacientů je citlivá na tlak.
- 4) Drsnatina kosti holenní, a zároveň úpon šlachy kvadricepsu. Tento kostěný výčnělek, oproti šlaše kvadricepsu, zatížitelný není (Kaphingst, 2002).
- 5) Přední hrana holenní kosti.
- 6) Kostěný a muskulární konec pahýlu. Záleží na individuálním stavu pahýlu, použité technice amputace, stavu měkkých tkání, nervových zakončení a průběhu jizvy.
- 7) Hlavice kosti lýtkové se dá snadno nahmatat, a musí být vždy odlehčena.
- 8) Zakončení kosti lýtkové. Zde platí stejná pravidla jako u bodu č. 6 (Kaphingst, 2002)

*Obrázek 10 Nezatížitelná místa na pahýlu*



Zdroj: Kaphingst 2002

#### 4.1.3.4 Zátížitelná místa na transtibiálního pahýlu.

U každé protetické pomůcky je důležitý kontakt s povrhem těla pacienta. Je to z důvodu, aby protéza měla pevné postavení, vzhledem k pahýlu, neposouvala se a netlačovala nevhodně měkké tkáně. K opření protézy můžeme využít buď celé tělní plochy anebo prominentní struktury (obr. 11).

Abychom mohli využít závěsných ploch, musí být lůžko vymodelované přesně podle těchto ploch. Závěsné plochy představují zúžená místa, pod nimiž se další tělesná plocha rozšiřuje. V praxi se můžeme nejčastěji setkat s prohlubněmi nad akromiem, zúžením v pase, zúžením nad oběma kloubními hrboly kosti pažní, zúžením nad oběma kloubními hrboly kosti stehenní, zúžením nad kotníky a nesmíme zapomenout na zúžení nad kulovitým vrcholem amputačního pahýlu (Hadraba, 1976).

Opěrné body mají k této funkci anatomické předpoklady. Body, které se hodí k této funkci mají blízko pod povrchem kost, nenachází se zde žádné důležité orgány, větší cévy nebo nervy a při pohybu je tento bod pevný – tj. nesmí se při pohybu otáčet, měnit tvar apod.

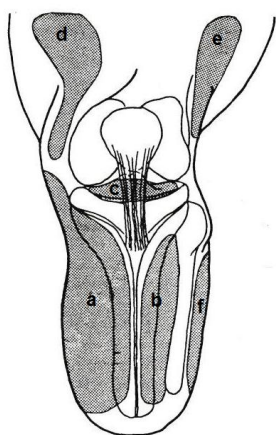
Pokud je pomůcka opřena špatně, posunuje se a nesedí. Následkem toho nemůže plnit svou funkci, kterou od ní požadujeme a očekáváme. Je tedy klíčové využít opěrných bodů a závěsných ploch. Jedině tak splníme požadavky na správnou konstrukci ortopedické pomůcky (Hadraba, 1976)

**Jako zatížitelná místa uvádíme:**

- a) Mediální plocha holenní kosti po celé své délce.
- b) Celá plocha mezi kostí holenní a lýtkovou.
- c) Šlacha kvadricepsu. Ne však úpon této šlachy.
- d) Mediální plocha kondylu kosti stehenní. Ta je schopna zachytit boční tlakové síly.
- e) Laterální suprakondylární plocha. Tato plocha má podobnou úlohu jako v bodě d)

Je nutno uvést také bříška svalů skupiny gastroknemius-soleus a zákolenní jámu (Kaphingst, 2002).

*Obrázek 11 Zatížitelné plochy na pahýlu*



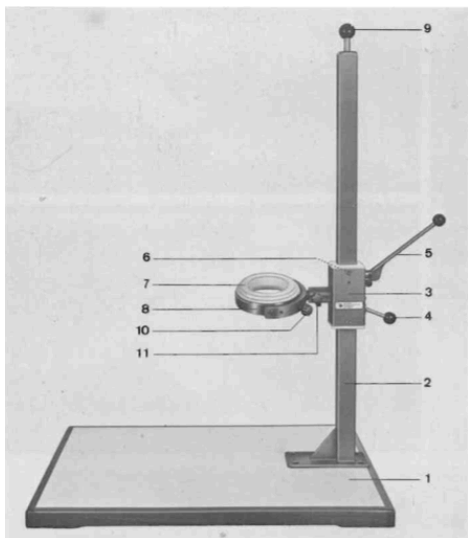
Zdroj. Kaphingst 2002

**4.1.3.5 Sádrování v zátěži-KBM**

Této techniky se využívá při sádrování KBM lůžka. Pokud budeme vycházet z předpokladu, že se snímání sádrového negativu má provádět v poloze, ve které bude pomůcka následně nošena, je sádrování v zátěži správnou sádrovací technikou. Jsme díky tomu schopni zachytit síly působící na pahýl tak, jak se budou objevovat při chůzi., a předejít tak možným nepříjemnostem. Modelace z ruky vyžaduje jisté zkušenosti a zručnosti ze strany protetiků. Dochází k subjektivizaci výsledků v technice sádrování, kdy každý technik využívá trošku jiného úchopu při sádrování. Z tohoto důvodu došlo k vyvinutí techniky sádrování v zátěži s využitím sádrovacího stojanu, která by měl být co možná nejvíce objektivní (Otto Bock. b.).

## Sádrovací stojan

Obrázek 12 Sádrovací stojan



Zdroj: Otto Bock. b.

Sádrovací stojan sestává z následujících částí

1. Základní deska
2. Čtvercový sloup
3. Fixátor výšky
4. Spouštěč výšky
5. Nastavovač výšky
6. Zámek
7. Kroužek
8. Pohyblivý kruh
9. Rukojeť
10. Blokovací šrouby

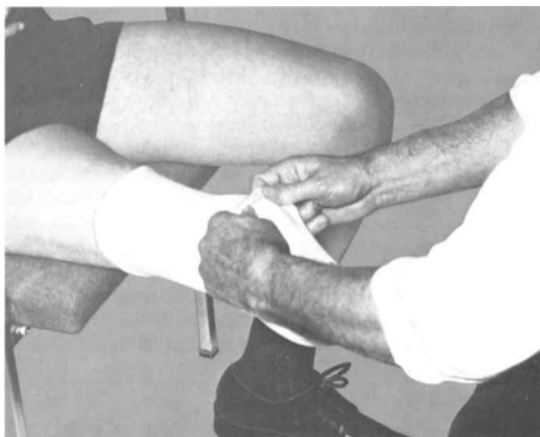
### Postup nastavení sádrovacího stojanu

Nejprve si upevníme do stojanu správnou velikost kroužku. Poté si nastavíme výšku tak, aby byla pánev pacienta v horizontále. Pokud je pánev na amputované straně příliš vysoko, použijeme spouštěč ke snížení (4). Pokud je pánev naopak příliš nízko, nastavíme ji směrem nahoru (5). Pokud máme stojan správně nastavený, můžeme začít se sádrováním pacienta. Sádrování v zátěži se provádí ve dvou krocích. V prvním kroku si pacienta odsádroujeme z ruky do 2/3 pahýlu. Ve druhém kroku za pomoci stojanu dosádroujeme zbylou třetinu pahýlu (Otto Bock. b.).



## Příprava pahýlu pro otisk

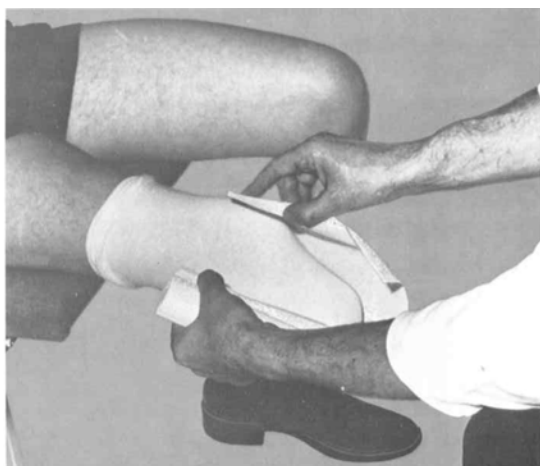
*Obrázek 13 Natažení perlonového návleku.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Na pahýl navlečeme čtyři vrstvy perlonového návleku o vhodné šířce tak, aby odpovídaly obvodu pahýlu. Ty na koncích polokruhovitě sešijeme. Konce musí dosahovat minimálně středu stehna.

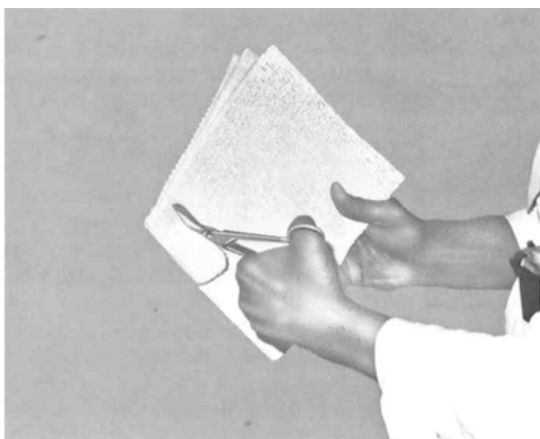
*Obrázek 14 Příprava longety.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Připravíme si pětivrstvou longetu vytvořenou z celonových obinadel. Délka longety odpovídá obvodu pahýlu + 10 cm na překlad. Šířka longety se nastavuje na velikost ruky nad a pod kolenní kloub.

*Obrázek 15 Prostřížení longety*



Zdroj: Otto Bock. b.

Longetu si přeložíme na půl a vystříháme tvar lůžka.

*Obrázek 16 Rozložení longety.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Longetu před namočením rozložíme.  
Konce se musejí nacházet dorzálně.

*Obrázek 17 Umístění longety na pahýl.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Longetu namočíme do vody a umístíme ji  
na mírně ohnutý pahýl (cca 30° flexe).

*Obrázek 18 Modelace longety.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Longetu namodelujeme a vyhladíme.  
Prsty zatlačíme na stehně tam, kde se  
budou nacházet tlakové body lůžka.

*Obrázek 19 Omotání elastickými obinadly*



Zdroj: Otto Bock. b.

Vzniklý sádrový prstenec omotáme elastickým obinadlem ovhodné šířce. Začneme proximálně nad kondyly, postupujeme do konce prstence (do 2/3 délky pahýlu)

*Obrázek 20 Tvarování.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Pokud se jedná o pravostrannou amputaci, vytvoříme pravou rukou přítlak na tibií ve tvaru kleští. Palcem a ukazováčkem vymežíme oblast pately a tuberositas tibie. Levá ruka se nachází kontralaterálně ve fossa poplitea. Levou rukou si korigujeme úhel flexe (cca 30°).

*Obrázek 21 Přítlak v suprakondylární oblasti*



Zdroj: Otto Bock. b.

Zatímco sádrová obinadla tvrdnou, vytváříme levou rukou přítlak v suprakondylární oblasti.

*Obrázek 22 Modelace v oblasti kolene.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Modelujeme také oblast vedle a nad kolennem.

*Obrázek 23 Nastřížení prstence.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Po vytvrzení sádrových obinadel, vyjmeme prsteneč nastřížením nad středem kolenního kloubu.

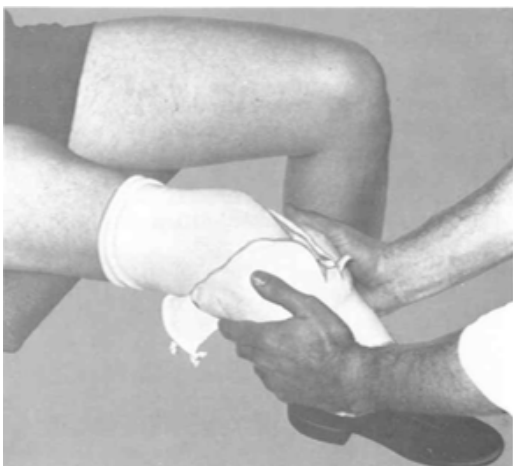
*Obrázek 24 Prodloužení řezu.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Ze středu kolenního kloubu prodloužíme řez radiálně.

*Obrázek 25 Sejmutí prstence.*



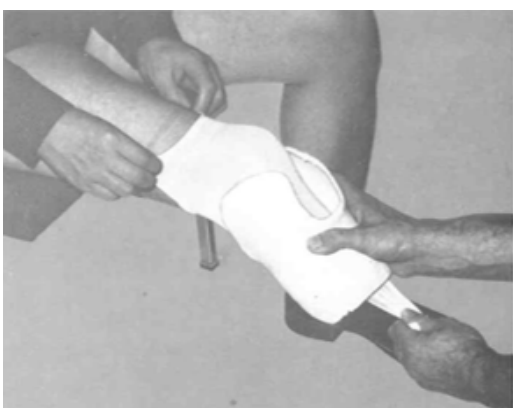
Zdroj: Otto Bock. b.

*Obrázek 26 Zastřížení okrajů.*



Zdroj: Otto Bock. b.

*Obrázek 27 Zkouška sádrového prstence.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Tento speciální řez usnadňuje sejmutí prstence.

Po vytvrzení vyjmeme všechny vrstvy perlonových návleků a zastříhneme okraje prstence.

Pomocí perlonového návleku nasadíme a vyzkoušíme sádrový prstenec. Požádáme pacienta, aby nám přidržel horní okraj perlonového návleku.

*Obrázek 28 Odříznutí přebytečné sádry.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Pokud by pacientovi dělala problém flexe v kolenním kloubu, zkontrolujeme, zdali v podkolenní jamce nepřekáží ztvrdlá sádrová obinadla. Odříznutím přebytečné sádry uvolníme šlachy flexorů kolene.

*Obrázek 29 Kontrola kondylárních ploch.*

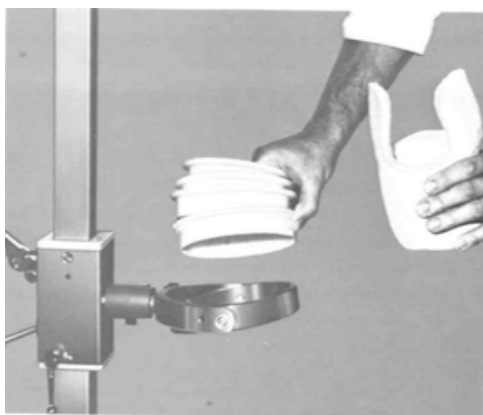


Zdroj: Otto Bock. b.

Zkontrolujeme výšku kondylárních ploch při ohnutém koleni. Měly by být v rovině a zároveň moc nevyčnívat.

### **Příprava sádrovacího kroužku**

*Obrázek 30 Výběr sádrovacího kroužku.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Ze sady kroužků vybereme ten, který velikostí sedí k nasádrovanému prstenci.

*Obrázek 31 Nasazení sádrovacího kroužku.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Nasuneme kroužek na sádrový model asi 3 až 4 cm pod okraj pately a...

*Obrázek 32 Fixace sádrovacího kroužku.*



Zdroj: Otto Bock. b.

...a na tomto místě ho zafixujeme sádrovým obinadlem – obinadlo přiložíme pouze nad kroužek.

*Obrázek 33 Vytvoření klínu.*

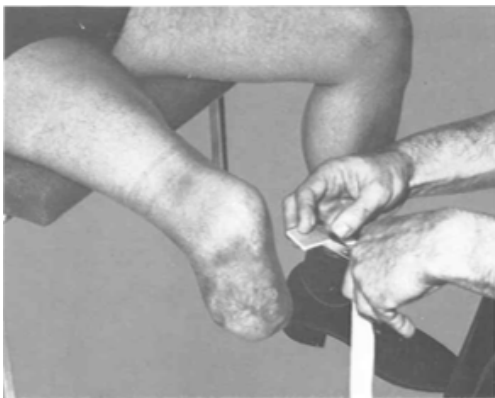


Zdroj: Otto Bock. b.

Ze sádrového obinadla vytvoříme klín.

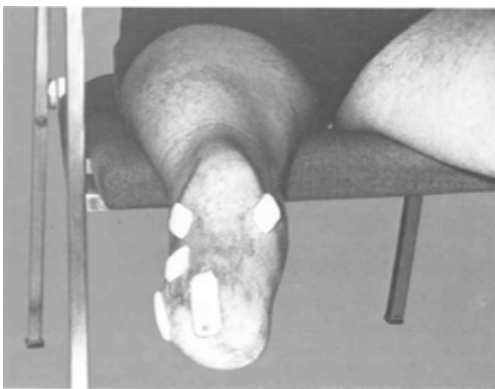
## **Příprava pahýlu na funkční otisk**

*Obrázek 34 Kontrola pahýlu.*



Zdroj: Otto Bock. b.

*Obrázek 35 Označení problematických míst.*



Zdroj: Otto Bock. b.

*Obrázek 36 Odizolování pahýlu.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Určíme prominentní a potencionálně problematická místa na pahýlu.

Podle výsledku vyšetření si vyřízneme z pěnové pásky štítky, kterými si problematická místa označíme.

**Důležité:**

Odizolujeme pahýl pomocí vazelíny.

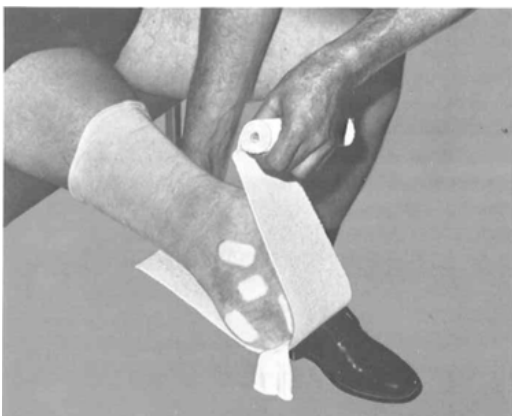


*Obrázek 37 Navléknutí perlonového návleku.*



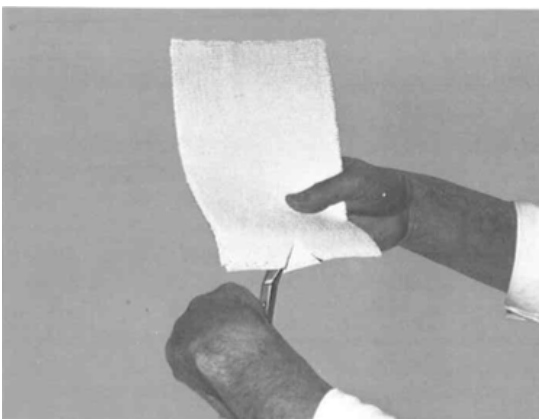
Zdroj: Otto Bock. b.

*Obrázek 38 Příprava longety.*



Zdroj: Otto Bock. b.

*Obrázek 39 Dokončení longety.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Navlékneme jednu vrstvu perlonového návleku se zauzlovaným koncem. Požádáme pacienta, aby nám druhý konec pomohl držet natažený.

Připravíme jednu dvojitou longetu. Délka longety: Nastavíme na šířku ruky nad fossa poplitea k proximálnímu okraji patelly.

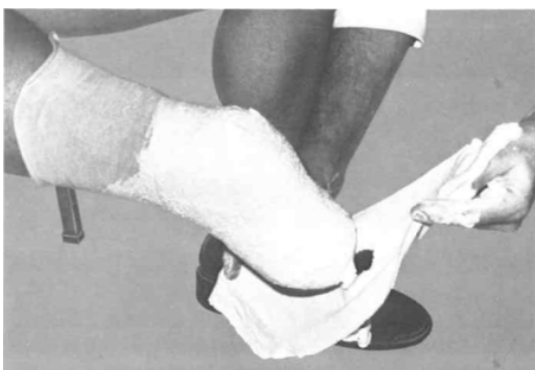
Dvojitou longetu si přeložíme v půlce a ve středu vystříháme otvor, aby vznikl prostor pro protažení perlonu. Longetu rozložíme, ale ještě nepoužíváme.

*Obrázek 40 Použití sádrového obinadla.*



Zdroj: Otto Bock. b.

*Obrázek 41 Umístění longety.*



Zdroj: Otto Bock. b.

*Obrázek 42 Nasazení prstence.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Použijeme sádrové obinadlo o vhodné šířce a ovineme jím pahýl. Ovinujeme střídavě diagonálně a kruhově.

Navlhčenou longetu s vystřiženým klínovým otvorem umístíme na pahýl tak, aby se otvorem protáhl perlonový konec, ten vytáhneme ven. Longetu uhladíme.

Nasádrovaný prsteneček namočíme do vody a za pomoci perlonu ho natáhneme na pahýl.

*Obrázek 43 Ovinutí prstence sádrovými obinadly.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Prstenec ovineme sádrovými obinadly. Začneme nad kroužkem (7) a věnujeme pozornost správné pozice kondylárních uší.

*Obrázek 44 Ovinutí obinadly.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Následně zabalíme i spodní část pod kroužkem.

*Obrázek 45 Postavení pacienta do sádrovacího stojanu*



Zdroj: Otto Buck. b.

Necháme pacienta ať si stoupne do sádrovacího stojanu. Při vkládání přidržujeme kloub.

Poznámka:

Upevnění pacienta do sádrovacího stojanu by mělo proběhnout velice rychle, neboť hrozí ztuhnutí sádry před zatížením.

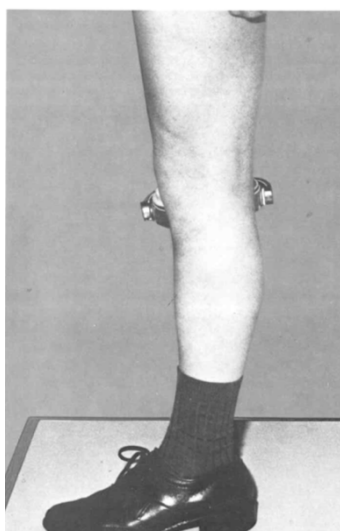
*Obrázek 46 Vyrovnání délky končetiny.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Vyrovnáme délku obou končetin. Poté utáhněte zámek (6).

*Obrázek 47 Srovnání končetin.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Srovnáme pacienta tak, aby při bočním pohledu silueta zdravé strany překrývala siluetu pahýlu (postoj symetrie). Pacient je v plném zatížení.

*Obrázek 48 Rozstříhnutí modelu.*



Zdroj: Otto Bock. b.

Po vytvrzení sádry sejmeme negativ z těla pacienta.

Model rozstříhneme na ventrální straně, aby došlo k uvolnění kondylárních uší.

## Příprava na vylití

Obrázek 49 Odstranění kroužku z modelu.



Zdroj: Otto Bock. b.

Sejmeme model z pahýlu a odstraníme přídržný kroužek.

Obrázek 50 Dokončení negativu.



Zdroj: Otto Bock. b.

Proximální konec nastavíme vhodnou šířkou obinadla. Negativ odseparujeme vazelínou. Model je připraven k vylití sádrou.

### 4.1.3.6 Sádrování z ruky

Sádrování z ruky je jednou z možností, která se nabízí při sádrování účelově tvarovaného lůžka KBM. Oproti sádrování v zátěži je časově méně náročné, avšak není zde přesné zachycení v plném zatížení. V následující kapitole je popsán technologický postup sádrování účelově tvarovaného lůžka v podtlaku přes liner, což je modernější pojetí tohoto typu sádrování (Princ, 2018).

## Materiály

K sádrování je zapotřebí:

- 3 sádrová obinadla
- 3 perlonové návleky
- sádrovací latexový návlek
- inkoustovou tužku
- kuličkové pero
- podtlakové zařízení (Otto Bock. c.)

## Postup sádrování pro výrobu lůžka

*Obrázek 51 Měření na pahýlu.*



Zdroj: Otto Bock. c.

*Obrázek 52 Odizolování lineru.*



Zdroj: Otto Bock. c.

*Obrázek 53 Umístění longety.*



Zdroj: Otto Bock. c.

Naměříme suprakondylární M-L míru, A-P míru od úpony šlachy kvadricepsu do podkolenní jamky a obvody pahýlu. Tyto údaje si zapíšeme do měrného listu.

Odizolujeme liner potravinářskou folii, navlečeme silonku a inkoustovou tužkou si označíme kostěné struktury.

Na pahýl si umístíme longetu (tvar longety se můžeme měnit). Nejprve podél spodního okraje pately a tuberositas tibiae. Přes longety navlečeme silonku.

*Obrázek 54 Sádrování.*



Zdroj: Otto Bock. c.

Přes pahýl přetáhneme sádrovací latexový návlek a připojíme odsávací hadičku. Zapneme podtlak. Latexový návlek řádně utěsníme.

Pozice pahýlu by měla být 90° flexe v koleni.

Vymodelujeme spodní okraj pately a podporu pod mediálním kondylem. Necháme sádro vytvrdnout.

*Obrázek 55 Umístění longety 2.*



Zdroj: OttoBock. c.

Umístíme longetu přes přední hranu tibie a navlečeme silonku.

*Obrázek 56 Odsádrování*



Zdroj: OttoBock. c.

Za použití podtlaku odsádrujeme standardním způsobem. Pahýl držíme ve flexi cca 10°. Sádrová obinadla tvarujeme, než zcela ztuhnou.

*Obrázek 57 Ovinutí sádrovými obinadly*



Zdroj: OttoBock. c.

Pahýl v přibližně 10° flexi ovineme sádrovým obinadlem.

*Obrázek 58 Sádrování v podtlaku.*



Zdroj: OttoBock. c.

Odsádrujeme za pomoci podtlaku. Sádrová obinadla tvarujeme, než zcela ztuhnou.

*Obrázek 59 Připravený negativ.*



Zdroj Otto Bock. c.

Sádrový negativ je připraven k vylití.

#### **4.1.3.7 Sádrování v podtlaku**

Tento typ sádrování se využívá u lůžek TSB, které jsou dnes nejvíce rozšířené. Jedná se o kombinace dvou sádrovacích technik. Klasické sádrování a sádrování v podtlaku. (Otto Bock. d.)

#### **Materiály**

Pro sádrování potřebujeme:

- 3 sádrová obinadla
- 3 perlonové návleky
- sádrovací latexový návlek
- inkoustovou tužku
- kuličkové pero
- podtlakové zařízení



## Postup sádrování pro výrobu lůžka

*Obrázek 60 Nasazení lineru.*



Zdroj: Otto Bock. d.

Navlečeme na pahýl liner, zkontrolujeme jeho tvar a zachycení na pahýlu. Z lineru vymasírujeme vzduchové bublinky. Poté odizolujeme liner pomocí kuchyňské fólie.

*Obrázek 61 Vyznačení prominentních struktur.*



Zdroj: Otto Bock. d.

Na liner natáhneme silonový návlek. Vyznačíme dolní hranu pately a markantní body jako jsou hlava tibie a fibuly.

*Obrázek 62 Příprava longety.*



Zdroj: Otto Bock. d.

Ustříhneme čtyřvrstvou longetu tak, aby zakrývala vyčnělá místa jako hlava tibie a fibuly. Longeta by měla končit distálně cca 1 cm od konce tibie.

*Obrázek 63 Přiložení longety.*



Zdroj: Otto Bock. d.

Přiložíme frontálně čtyřvrstvou longetu a vmasírujeme ji. Tvar longety se může lišit v závislosti na individuálním stavu pahýlu.

*Obrázek 64 Odsátí vzduchu.*



Zdroj: Otto Bock. d.

Přes pahýl přetáhneme silonový návlek a vybraný sádrovací latexový návlek a připojíme odsávací hadičku. Zapneme podtlak.

*Obrázek 65 Ovinutí pahýlu sádrovými obinadly.*



Zdroj: Otto Bock. d.

Sejmeme sádrovací latexový návlek a silonový návlek. Ovineme pahýl 2-3 vrstvami sádrového obinadla Cellona od distálního konce až cca 15 cm nad kolenní kloub.

*Obrázek 66 Sádrování.*



Zdroj: Otto Bock. d.

Navlečeme na pahýl 2 vrstvy silonového návleku a sádrovací latexový návlek. Pro dosažení lepšího podtlaku necháme distálně viset cíp silonového návleku. Utěsníme návlek proximálně rukou nebo podvazovací vulkanovou páskou a zapneme podtlak. Necháme sádro vytvrdnout. Průběžně kontrolujeme 15° flexi kolenního kloubu. Sejmeme sádrovací latexový návlek, sádrový negativ.

#### **4.1.4 IceCast**

Systém IceCast byl navržen firmou Ossür. Jak se můžeme na stránkách této firmy dočíst, jedná se o jednokomorový systém tlakového lití, kde pomocí speciálního vaku a pumpy (Příloha 1) vytváříme tlak na měkké tkáně a tím je tvarujeme. Systém IceCast se využívá jak pro sádrování, tak pro přímou laminaci na těle pacienta pomocí modulárního lůžkového systému (MSS). MSS je kompletní výrobní systém pro vytváření laminátových lůžek. Tento systém umožňuje protetikovi širokou škálu aplikací lůžek a závěsů ([www.ossur.com](http://www.ossur.com)).

V porovnání se sádrováním za použití podtlaku má tento systém jednu nevýhodu, a tou je nemožnost zásahu protetika do modelace. Jelikož se přes pahýl navlékne tlakový válec, nemůže protetik zasáhnout do korekce podle vlastní potřeby. Pro nezkušeného protetika to může být výhodou, ale pokud je zapotřebí individuálního přístupu, je tento systém nevyhovující (Princ, 2018).

#### **Kontraindikace použití systému IceCast jsou:**

Délka pahýlu delší než 25 cm.

Délka pahýlu kratší než 12 cm.

Obvod distálního konce více než 32 cm.

Obvod distálního konce menší než 16 cm.

Proximální obvod větší než 45 cm ([www.ossur.com](http://www.ossur.com)).

#### **4.1.6 3D SCAN**

Jedná se o relativně mladou technologii digitálního snímání obrazu, která přináší nový směr do světa protetiky. Jedná se o jednu z možností, jak získat model pahýlu. Díky této technologii je možno nahradit celý proces sádrování a odlévání pozitivu sádrovou. 3D Scan (Příloha 2) poskytuje bezkontaktní, neinvazivní snímání částí těla pacienta s maximální ohledem na jeho pohodlí. V rukou zkušeného pracovníka se výrazně zkrátí časy konzultací, čekací doba a tím se zvýší počet odbavených pacientů. Nasnímaná data lze rychle upravit ve speciálním programu (Příloha 3) a odeslat přes internet do vzdáleného výrobního centra, kde scan přemění v pěnový model. Ten je odeslán zpět na protetiku a slouží stejně jako sádrový model.

Asi nejvýraznější firmou na trhu je firma Creaform, která od roku 2017 spolupracuje s firmou OttoBock HealthCare ([www.creaform3d.com](http://www.creaform3d.com)).

### **4.2 Úprava sádrového pozitivu**

Úprava pozitivu je nejdůležitější částí výroby TT lůžka. Tato část výroby je zcela individuální a odpovídá danému pahýlu. V této fázi se uplatňují především zručnost, představitivost a zkušenosti protetiky. Model je potřeba upravit tak, aby výsledné lůžko plnilo co nejlépe svoji funkci.

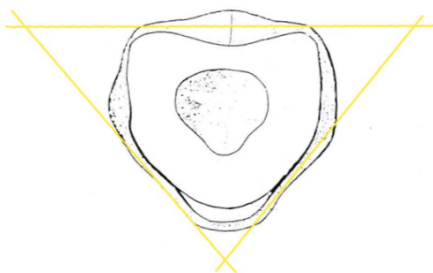
#### **4.2.1 Chyby při modelaci pozitivu**

- Špatné namíchání sádry, které může (při přesycení) mít za následek drolení nebo (u příliš řídké sádry) deformaci pozitivu.
- Neplynulé přechody na povrchu modelu.
- Nedostatečné vyhlazení povrchu (Hadraba, 1971).

#### **4.2.2 Účelově tvarované lůžko**

Při úpravě účelově tvarovaného lůžka vycházíme z fyziologicky zatížitelných (obr.7) a nezatížitelných (obr.8) struktur na pahýlu pacienta. Cílem tvarování je přenést hmotnost pacienta do zatížitelných ploch a nezatížitelná místa odlehčit. Toho docílíme vhodným upravením sádrového pozitivu. Abychom zvětšili plochu a snížili tlak na pahýl, má finální lůžko v průřezu trojúhelníkový tvar. Zároveň tento tvar zabraňuje rotacím pahýlu v lůžku (Princ, 2018).

Obrázek 67 Průřez KBM lůžkem



Zdroj: Kaphingst, 2002

#### 4.2.3 Lůžko sádrované v podtlaku

##### Výroba sádrového pozitivu

Obrázek 68 Sádrový negativ.



Zdroj: Otto Bock. d.

Obrázek 69 Redukce pozitivu.

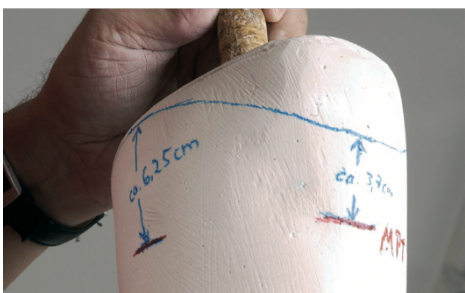


Zdroj: Otto Bock. d.

Na obr. Je sádrový negativ s vyznačenými místy a oříznutým okrajem. Odizolujeme sádrový negativ a naplníme jej sádrovou kaší.

Zkontrolujeme obvodové míry na sádrovém pozitivu. Zredukujeme rovnoměrně pozitiv cirkulárně po obvodě o 5 % včetně distálního konce. Modelace se provádí s ohledem na daný pahýl. Dbáme bezpodmínečně na to, aby se zredukování pozitivu provedlo rovnoměrně a aby se tvar pahýlu nezměnil.

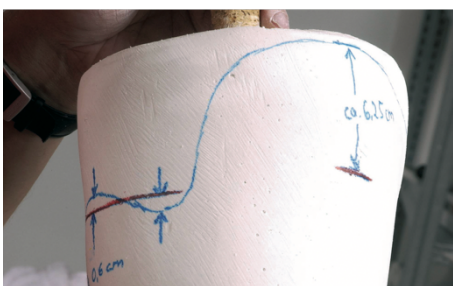
Obrázek 70 Vyznačení okraje lůžka.



Zdroj: Otto Bock. d.

...frontální...

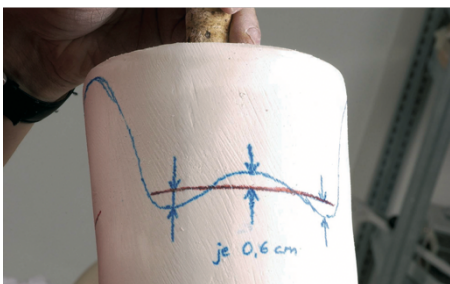
Obrázek 71 Vyznačení okraje lůžka.



Zdroj: Otto Bock. d.

...mediální...

Obrázek 72 Vyznačení okraje lůžka.



Zdroj: Otto Bock. d.

...posteriorní vyznačení průběhu  
okraje.

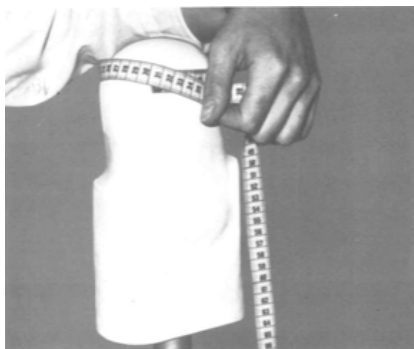
## 4.3 Příprava ke zkoušce

### 4.3.1 Výroba měkkého lůžka

Lůžko KBM je opatřeno měkkým vnitřním lůžkem, k jehož výrobě se využívá pedilínový materiál. Nejen že zlepšuje komfort při nošení, ale pacient je díky němu schopen nasadit protézu přes prominentní struktury. U protéz KBM se nevyrábí lůžko zkušební. Proto se po vyrobení měkkého lůžka přechází rovnou k laminaci a stavbě. V této kapitole je popsán stručný popis výroby měkkého lůžka.

## Postup výroby měkkého lůžka

*Obrázek 73 Změření obvodu distálního konce.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Změříme si obvod modelu na jeho distálním konci.

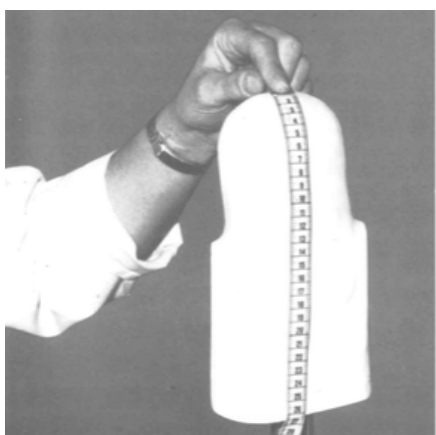
*Obrázek 74 Změření obvodu proximálního konce.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Taktéž provedeme měření obvodu na proximálním konci.

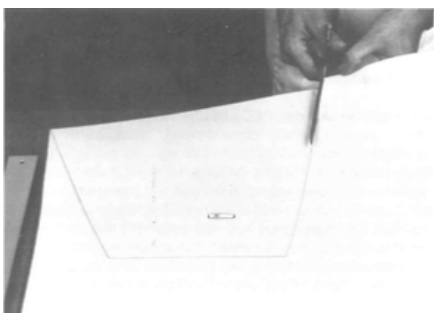
*Obrázek 75 Změření délky modelu.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Změříme délku modelu.

*Obrázek 76 Vystřížení pedilenu.*



Zdroj: Otto Bock. e.

*Obrázek 77 Vyznačení okrajů.*



Zdroj: Otto Bock. e.

*Obrázek 78 Zbroušení okrajů.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Z naměřených hodnot si na desku pedilenu 5 mm narýsuje lichoběžník, který následně vystříhne.

Ve vzdálenosti 2 cm od kraje narýsuje svislici, jednu z vnější strany, jednu z vnitřní.

Vyznačené okraje zbroujíme do tvaru klínu.



*Obrázek 79 Nanesení lepidla.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Oba klíny natřeme kontaktním lepidlem.

*Obrázek 80 Slepění pedilenu.*



Zdroj: Otto Bock. e.

... a slepíme dohromady.

*Obrázek 81 Natažení pedilenu.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Pedilínový rukáv vložíme do přehřáté trouby při 120 °C na cca 10 min a natáh-  
neme přes model tak, aby distální konec  
modelu (2-3 cm) vyčnívali  
z pedilínového rukávu.

*Obrázek 82 Zabroušení pedilenu.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Po vychladnutí rukáv sejmeme z modelu, zastříhneme distální konec, ten zabrousíme na brusce do klínového tvaru.

*Obrázek 83 Vytvoření uzávěru.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Na zakrytí distálního konce použijeme pedilín o tloušťce 5 mm. Ustříhneme ho o 2 až 3 cm větší, než je konec rukávu, včetně zkosení. Tuto horní část vložíme do trouby na 110 °C a vytvoříme uzávěr podle obrázku.

*Obrázek 84 Zastřížení uzávěru.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Zastříhneme přečnívající plochy uzávěru, aniž bysme změnili jeho polohu.

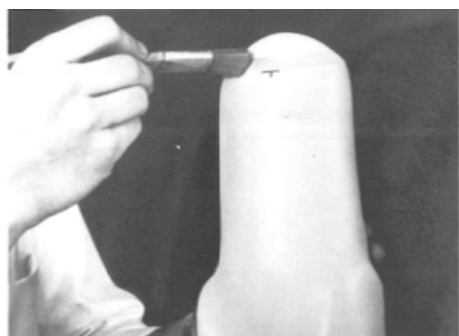
*Obrázek 85 Označení polohy uzávěru.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Označíme polohu uzávěru.

*Obrázek 86 Nanesení lepidla.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Plochy dotyku natřeme kontaktním lepidlem. Po ovačnutí lepidla přilepíme obě plochy k sobě.

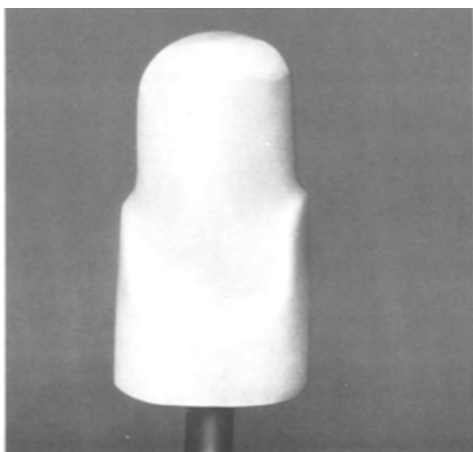
*Obrázek 87 Zabroušení hran.*



Zdroj: Otto Bock. e.

Zabrousíme hranu uzávěru.

Obrázek 88 Pedilinové lůžko.



Hotové pedilinové lůžko.

Zdroj: Otto Bock. e.

- měkké lůžko je připraveno k laminaci a ke stavbě.

#### 4.3.2 Výroba zkušebního lůžka

*U protéz typu KBM se zkušební lůžko nevyrobí, z toho důvodu se následující kapitola vztahuje pouze na lůžka TSB. Je vyrobeno technikou hlubokého tažení, pevné a tvarově stabilní, průhledné z plastu k tomuto účelu určenému. Zhotoveno přímo na model za účelem kontroly tvarového zachycení, provedení statické a dynamické zkoušky. Toto lůžko lze po omezenou dobu využít i pro testování mimo protétiku, zvláště při předpokladu změn pahýlu. Nutné zajistit bezpečné spojení s ostatními díly protézy! Lůžko lze využít po omezenou dobu jako lůžko diagnostické (FOPTO, 2017 str.11).*

#### Technologie hlubokého tažení:

Jedná se o výrobní postup, u kterého pomocí tepla tvarujeme plastovou desku z termoplastického materiálu. Principem je zahřátí materiálu na teplotu k tomu určenou a následné natažení na model, který je za pomoci podtlaku vytvarován (Černý 2011).

#### Příprava materiálu

Vybereme vhodnou tloušťku desky podle obvodu a délky modelu. Čím je model delší, tím silnější musí být deska. Horkovzdušnou pec předehřejeme na teplotu vhodnou pro zpracování materiálu (viz údaje od výrobce). U infračervené pece není zapotřebí předehřev. Před upnutím desky do natahovacího rámu sloupneme ochranné folie. Natahovací rám položíme na stojánek do předehřáté pece (Otto Bock g.)

## Postup natažení zkušebního lůžka.

Obrázek 89 Natažení zkušebního lůžka



Před natažením plastu umístíme na modelu v distální oblasti dmy pro ventil (bílý kroužek). Zhotovíme zkušební lůžko z Thermolynu® technikou hlubokého tažení.

Zdroj: Otto Bock. d.

## 4.4 Stavba a příprava ke zkoušce

### 4.4.1 Příprava protézy ke stavbě

Obrázek 90 Příprava zkušebního lůžka.



Po vychladnutí plastu sejmem lůžko z modelu. Ořízneme a obrousíme okraje. Namontujeme ventilek podle příbalového letáku. Připravíme protézu ke zkoušce dle kritérií pro stavbu bércových protéz.

Zdroj: Otto Bock. d.

### 4.4.2 Úvod do stavby lůžka

Stavba protézy ve velké míře ovlivňuje výslednou kvalitu vybavení. Pro stavbu je důležité dobře padnoucí uložení pahýlu, výběr správného chodidla a v neposlední řadě její funkcionální vlastnosti (Baumgartner,2008). Aby byl pacient schopný dosáhnout co možná největší mobility, je základem pohodlný stoj (Blumentritt, 1998). Směrnice pro stavbu protézy, které udávají výrobci protetických dílů, nejsou koncipovány specificky, podle potřeb daného pacienta. Lze je využít při stavbě protézy, musí ale být optimalizovány podle potřeb amputovaného během statické a dynamické zkoušky (Pinzur,1995).

### **Stavba probíhá ve třech krocích:**

1. Základní stavba (ve stojanu)
2. Statická korekce
3. Dynamická korekce

#### **4.4.3 Základní stavba**

Základní postavení lůžka je v 5° flexe. Je tomu v případě, že se u pacienta nevyskytuje flekční kontraktura. Pokud by se jednalo o kontrakturu, je za potřebí upravit postavení lůžka v daném rozsahu.

Při pohledu z frontální roviny je možné upravit lůžko do abdukce/addukce nebo vnější/vnitřní rotace. Je nutné si uvědomit, že neporušený kolenní kloub addukci a abdukci neumožňuje. U krátkých pahýlů by se mohlo zdát, že vzhledem k vertikále vybočují do lehké abdukce. Je to však dáno fyziologickou polohou konstrukce. Pokud bychom tedy chtěli u pacienta nastavit úzkou/širokou bázi, je nutné měnit stavbu mezi chodidlem a pahýlem, ne polohu bércového lůžka vůči pahýlu (Kaphingst 2002).

Vnější a vnitřní rotace lůžka vůči pahýlu není možná. Ve frontální rovině by se mohlo zdát, že je lůžko bércové protézy v mírné vnější rotaci, je to však dáno postavením pately, která je lateralizována. Ze zadního pohledu se však lůžko jeví jako rovnoběžné.

Nastavení výšky je nutno provést tak, aby byla pánev pacienta horizontálně vyrovnaná. Obecně se připouští odchylka do 1 cm, jelikož ani zdravý člověk nemusí mít obě končetiny stejně dlouhé. Větší rozdíl, než je 1 cm je však nepřijatelný (Kaphingst 2002).

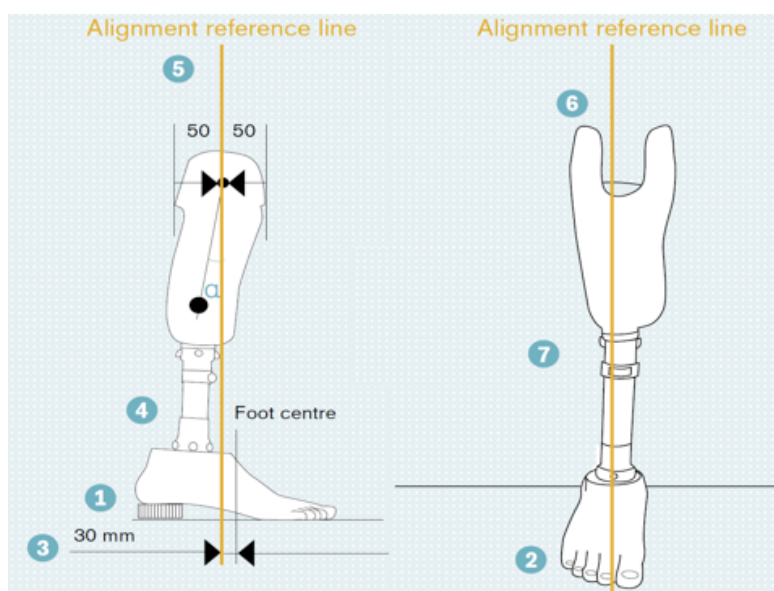
Při stavbě pomůcky můžeme využít stavěcího stojanu, laseru nebo olovnice. Stavěcí stojan nám slouží k uchycení jednotlivých dílů a nastavení jejich umístění. Laser nebo olovnice nám promítají svislici, podle které uspořádáváme jednotlivé díly. Při stavbě bércové protézy postupujeme následovně:

#### **4.4.4 Postup stavby**

Nejprve je nutné zvolit správné komponenty pro stavbu protézy. Výběr typu chodidla se odvíjí podle předpokládaného stupně aktivity. Pokračujeme volbou adaptéru, ten volíme dle hmotnosti uživatele. Obecně ale vybíráme lehké verze z hliníku nebo titanu. Celá konstrukce by měla být ideálně od jednoho výrobce, kombinace dle jeho doporučení. Taktéž podle hmotnosti vybíráme lůžkový adaptér, u kterého je nutné zohlednit možnost správné stavby a zajistit dokonalé spojení s lůžkem. Po výběru těchto komponentů se můžeme přesunout k samotné stavbě.

Začneme nastavením efektivního podpatku +5 cm. Ke změření efektivního podpatku slouží např. pomůcka od firmy OttoBock (příloha 4). Následně si nastavíme vnější rotaci protézového chodidla, která se rovná přibližně 5°. Dále umístíte chodidlo tak, aby referenční čára byla umístěna 30 mm za středem chodidla a připojíme vhodný adaptér k připojení lůžka. Jakmile máme část pod lůžkem správně seřízenou, můžeme začít se stavbou samotného lůžka. V sagitální rovině rozdělíme horní třetinu lůžka v poměru 50:50 a nastavíme flekční úhel [ $\alpha$  = flekční kontraktura + 5°]. Ve frontálním pohledu by měla referenční čára procházet mezi palcem a ukazováčkem a 1 cm laterálně od středu paty. Nakonec nastavíme úhel abdukce/addukce a přilepíme kotvu (Otto Bock. f.).

Obrázek 91 Doporučení pro stavbu bérkové protézy.



Zdroj: Otto Bock. f.

#### 4.4.5 Příprava ke zkoušce

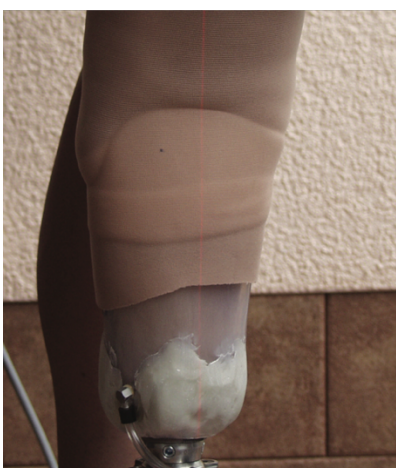
Jakmile jsme se stavbou pomůcky spokojeni, můžeme pozvat pacienta a provést zkoušku. Postup při zkoušce je následující:

*Obrázek 92 Nasazení protězy.*



Zdroj: Otto Bock. d.

*Obrázek 93 Kontrola těsnosti nákolanky.*



Zdroj: Otto Bock. d.

*Obrázek 94 Statická a dynamická zkouška.*



Zdroj: Otto Bock. d.

Navlečeme na pahýl liner. Přes liner natáhneme silonovou punčošku a nasadíme protězu. Silonový návlek přehrneme přes okraj lůžka. Přetáhneme těsnicí nákolenku. Nákolenka musí těsnit na lůžku a alespoň 5 cm proximálně na pokožku stehna. Pokud je liner příliš dlouhý, ohrneme ho. Zkrátit se doporučuje až podle definitivního vzhledu lůžka.

Zkontrolujeme těsnost systému. Mělo by být znatelné přisátí na okraji lůžka a minimální pístové pohyby v lůžku

Běžným způsobem provedene statickou a dynamickou zkoušku protězy.



## 4.5 Zkouška

V klinické praxi se seřízení protézy provádí subjektivně. Aby byl technik schopen individuální optimalizace protézy, je zapotřebí dlouholetých zkušeností. V následujících kapitolách je popsán postup při seřizování bércové protézy s užitím přístroje L.A.S.A.R. Posture, který se v praxi užívá více než 15 let (Blumentritt, 1998).

### 4.5.1 Statická zkouška

Statickou zkoušku můžeme rozdělit do několika částí. Nejprve je důležité zkontrolovat tvarové zachycení pahýlu a objemu, k tomu můžeme využít stojan. Následuje zkouška funkčního zachycení lůžka s namontovanými komponenty, tím se myslí celá protéza. Během zkoušky je potřeba sledovat změnu struktur, zbarvení pokožky na pahýlu, teplotu pokožky nebo jestli nevznikají otlaky.

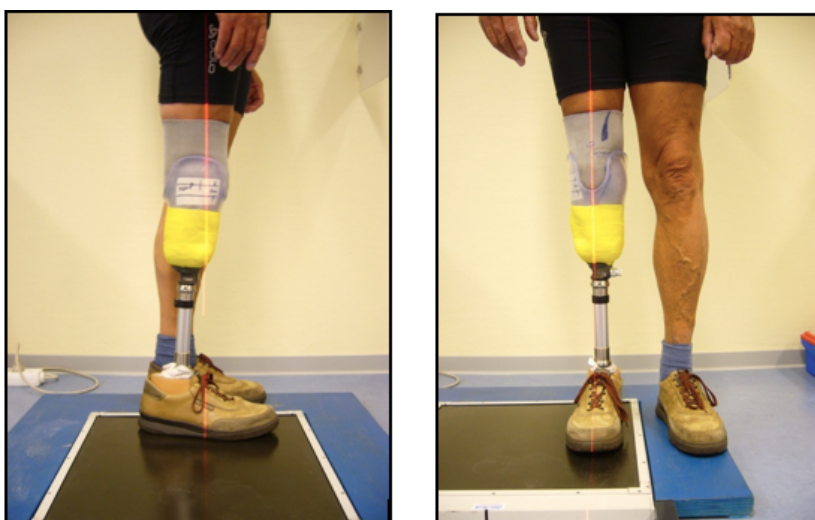
Jak už bylo řečeno, ke statické zkoušce můžeme použít zařízení L.A.S.A.R. Posture. Laserový měřicí přístroj L.A.S.A.R. Posture (Laser assisted static alignment reference) se skládá ze siloměrné desky, projekčního systému, elektronického obvodu, displeje a ovládací jednotky (příloha 5). Slouží ke zjištění vertikální složky reakční síly od podložky, která působí na siloměrnou desku přístroje. Pokud stojí pacient oběma nohama na desce, zjistíme jeho celkovou hmotnost a polohu zátěžové linie. Stojí-li amputovaný na desce pouze jednou nohou, např. protézou, určí se hodnota průměrné síly a z ní vyplývající poloha zátěžové linie (Blumentritt, 1998). Na obrázku 92 je znázorněn pacient s bércovou protézou na měřicím přístroji během určování zátěžové linie.

Optimální seřízení protézy vyžaduje přesné určení anatomické osy kolenního kloubu. Podle Nieterta (Nieter, 1977) se kompromisní osa otáčení nachází asi 20 mm proximálně od kolenní štěrbiny. V A-P směru se nachází tato osa asi 60 % A-P rozměru kolene posteriorně od česky (příloha 6a). Poloha kolenní osy otáčení se určí na kolenním kloubu

bez protézy. Poté si pacient nasadí protézu. Sagitální poloha osy se přenesse na laterální stranu protézy a tam se označí (Příloha 6b).

V praxi si pacienta postavíme na měřicí přístroj a provedeme nastavení v sagitální rovině. Protetik nastaví flexi chodidla tak, aby se kompromisní osa otáčení kolenního kloubu nacházela asi 15 mm posteriorně vůči zátěžové linii, a to bez ohledu na typ chodidla. Následuje seřízení pomůcky ve frontální rovině. Zde musí zátěžová linie probíhat zhruba na laterální straně paty a cca 5 cm před adaptérem uprostřed chodidla (Blumentritt, 1998).

*Obrázek 95 Stavba protézy na L.A.S.A.R. Posture.*



Zdroj: Otto Bock Academy, 2017

#### **4.5.2 Dynamická zkouška**

Pokud jsme nastavili protézu podle pravidel statické zkoušky, můžeme přistoupit k dynamické zkoušce. Necháme pacienta, aby se prošel a sledujeme: délku/šířku kroku, odvalové vlastnosti chodidla, chování pahýlového lůžka ve stojné a švihové fázi, pohyb kolenního kloubu, pohyb trupu, zapojení horních končetin a také kompenzační pohyby.

V sagitální rovině sledujeme přirozenou flexi a extenzi kolene při zatížení. Jak uvádí Blumentritt: (Blumentritt 1990) úhel kolene při dopadu paty a maximální úhel flexe kolene ve stojné fázi je menší než u zdravého jedince. Během přenášení váhy na stojnou nohu je úhel flexe v koleni výrazně ovlivněn sagitální polohou chodidla (Blumentritt, 1998).

Pokud nejsme spokojeni s úhlem flexe a extenze v koleni, vrátíme pacienta na L.A.S.A.R. Posture a přenastavíme A-P posun chodidla. Poté opět provedeme dynamickou zkoušku. Takto pokračujeme do chvíle, až jsme s obrazem chůze spokojeni.

Stejným způsobem sledujeme nastavení ve frontální rovině. Zde ale pozorujeme síly, které nám působí medio-laterálně. Tyto síly by měli být co možná nejmenší. Pokud se koleno na amputované straně vychyluje na jednu či na druhou stranu, přesuneme pacienta na L.A.S.A.R. Posture a nastavíme M-L posun a pronaci-supinaci chodidla (Princ, 2017). Opět provedeme dynamickou zkoušku. Z analýzy chůze víme, že ani při optimálních výsledcích protetického vybavení není obraz chůze amputovaného v bérce totožný s obrazem chůze zdravého jedince (Blumentritt, 1998). Úkolem protetika je, seřadit nastavení protézy tak, aby se výsledný obraz chůze přiblížil zdravému člověku co možná nejvíce.

Pokud jsme s dynamickou zkouškou spokojeni, pomůcku předáme pacientovi na testování.

#### **4.6 Dokončení protézy-definitivní lůžko**

Standardně pacient testuje pomůcku 2-3 týdny. Pokud je protéza vyhovující, není zapotřebí žádných úprav a můžeme přejít k výrobě finálního lůžka.

##### **Materiály**

Na výrobu finálního lůžka se využívá materiálů, které nemění své fyzikální vlastnosti (FOPTO, 2017). V praxi se využívá kompozitních materiálů. Ty se vyznačují vlastnostmi, jako je pevnost, tuhost a dobrá životnost. V první řadě řadíme mezi kompozitní materiály, materiály na bázi sklo-epoxi. Nevýhodou těchto materiálů je vyšší hmotnost, na druhé straně ale stojí nízká pořizovací cena a dobré mechanické vlastnosti. Druhým materiálem, v dnešní době zcela běžně používaným, je kompozitní materiál uhlík-epoxi. Hlavní nevýhodou je vyšší cena, za to má výborné mechanické vlastnosti a nižší hmotnost (Rosický, 1999). Samotná směs na laminování obsahuje laminační pryskyřici a tvrdidlo v přesně stanoveném poměru, volitelně můžeme přidat pigment (Otto Bock. d.).

## Postup výroby finálního lůžka

*Obrázek 96 Použití přenašecího stojanu.*



Zdroj: Otto Bock. h.

*Obrázek 97 Umístění dummy.*



Zdroj: Otto Bock. h.

Pro zachování stavby i po zkoušce se doporučuje využít přenašecího stojanu. Díky tomuto zařízením odpadá potřeba zkoušky s definitivním lůžkem.

Na model připevníme dummy pro ventil viz. příbalový leták.

*Obrázek 98 Armování.*



Zdroj: Otto Bock. h.

Přetáhneme PVA folii. Jako první armovací vrstvu se doporučuje použít Dacronfilc. Poté jednu dvojitou vrstvu perlonu a jednu dvojitou vrstvu carbonové hadice. Na závěr opět dvojitou vrstvu perlonu.

*Obrázek 99 Laminace.*



Zdroj: Otto Bock. h.

Běžným způsobem odlaminujeme.

*Obrázek 100 Upevnění lůžkového adaptéru.*



Zdroj: Otto Bock. h.

*Obrázek 101 Druhá laminace.*



Zdroj: Otto Bock. h.

*Obrázek 102 Dokončení laminace*



Zdroj: Otto Bock. h.

Po vytvrzení připevníme v přenašecím stojanu lůžkový adaptér.

Přelaminujeme adaptér. Jednu dvojitou vrstvu carbonové hadice podvážeme v zářezu adaptéru. Poté naneseme jednu dvojitou vrstvu perlonu. Běžně přelijeme.

Počty vrstev armování je třeba individuálně měnit dle potřeb pacienta.

Po vytvrzení sejmeme lůžko z modelu a obrousíme hrany. Namontujeme ventilek viz. příbalový leták. Dokončíme stavbu protézy.

#### **4.7 Předání pomůcky**

Při předání je nutné naposledy pomůcku zkontrolovat. Zajímá nás zejména tvarové a funkční zachycení lůžka, celkový vzhled, zpracování, odpovídající rozměry a uspořádání komponentů vůči kontralaterální straně. Zkontrolujeme stavbu se zobrazením vertikálních a reakčních sil od podložky, funkci ulpívacích mechanismů lůžka a funkci všech funkčních mechanismů protézy.

Pacienta je také nutno poučit ohledně používání pomůcky. Informovat o všeobecných pokynech a upozornění na limity pomůcky. Do kterých spadá například oblast použití a omezení, jako je voda, teplota, chemické a mechanické vlivy. Vysvětlit a nacvičit s ním nasazování a sundávání protézy, péči o protézu, liner a samotný pahýl.

Jelikož za bezpečnost pomůcky odpovídá výrobce, je nutné provádět pravidelné kontroly a údržbu jednotlivých vybavení podle doby doporučené výrobcem. U prvovybavení by měla kontrola tvarového zachycení proběhnout jednou za 2-4 týdny, je ale možné častěji. U definitivního vybavení by se měla kontrola provádět jedno za 6 měsíců (FOPTO, 2017).

## 5 Diskuze

Jak jsem se sám v praxi přesvědčil, k osvojení technologického postupu je zpočátku zapotřebí postupovat podle návodu. Ty se mezi protetiky předávají různými způsoby, např. prostřednictvím knih, článků v odborných časopisech, přednášek nebo školeních pořádaných protetiky firmami. Mezi nejběžnější a nejrozšířenější patří právě školení. Ta probíhají na odborném pracovišti pod dohledem zkušeného protetika. Školení jsou rozdělena do dvou částí. První část je teoretická a účastníci jsou seznámeni s daným tématem. Následně si na dílně všichni vyzkouší výrobní postup. Některá školení bývají zakončena testem, který ověří získané vědomosti. Za účast na školení dostane protetik certifikát. Mnohem důležitější, než samotný certifikát jsou podle mého získané zkušenosti. Vzhledem k tomu, že se vývoj posouvá neustále dopředu, využívají se nové materiály a přístroje, je nutností se těchto školení pravidelně zúčastňovat.

Při psaní jsem vycházel zejména z německé literatury. Neboť je Německo centrem protetiky. V českém jazyce nové publikace příliš často nevycházejí, na druhou stranu technologie, které se používají dlouhá léta, jsou popsány v některých českých knihách velmi podrobně. Při zpracování technologických postupů jsem čerpal zejména z technických informací firem, které se touto tematikou zabývají. Tyto informace popisují danou technologii tak, jak by se měla správně provádět. Během praxe jsem zjistil, že se některé detaily v postupech liší. Neznamená to, že by byl postup prováděn špatně, naopak je důležité vložit do práce individuální přístup, který se liší u každého pacienta. Došel jsem ale k závěru, že všechny postupy, které jsem měl v praxi možnost vidět, vycházely z návodu, které jsou v mé práci popisovány.

V praxi je stále běžnější práce s počítačem, a tak můžeme očekávat, že se bude čím dál tím více tato technika aplikovat do výrobního procesu. To samozřejmě může u některých protetiků vyvolat obavu ze ztráty pracovního místa. Je ale otázkou, zda počítače dokážou nahradit práci zkušeného protetika. Za sebe mohu říci, že nové technologie vidím jako užitečné pomocníky, kteří v ruce zkušeného technika mohou velmi pomoci a zefektivnit průběh práce. Rád bych uvedl jeden příklad z praxe. 3D scany se už dnes využívají při snímání pacientů v nemocnicích, kde by se sádrování provádělo těžko. Díky scanování je technik schopen zvládnout více pacientů za mnohem kratší čas. Navíc se mnoho pacientů nachází v takovém fyzickém stavu, ve kterém by jen těžko zvládli sádrování, které je pro ně namáhavé a časově náročné. Někteří odborníci jsou ale toho názoru, že tyto technologie staví bariéru mezi pacientem a protetikem. Já osobně si myslím, že je možné používat nové technologie, a přitom neztratit kontakt s pacientem. Vztah mezi pacientem a proteti-



kem je jednou z nejdůležitějších aspektů celého výrobního procesu. Buduje se již od prvního setkání. Najít si čas a probrat pacientův zdravotní stav, co od pomůcky očekává nebo kam by se po fyzické stránce rád dostal, to je právě to, co odlišuje dobrého protetiky od ostatních techniků. Díky těmto získaným informacím je protetik schopen vyrobiť pomůcku, která bude pro pacienta optimální. Při předání pomůcky je naprosto klíčové vysvětlit vše, co by měl pacient vědět. Jedná se jak o nácvik správného stereotypu chůze, tak ovládání, údržbu a limity pomůcky. U starších pacientů může být vlivem stáří předání těchto informací značně ztíženo. Je proto nutné zvolit rozdílný přístup než u mladších pacientů. Samotná konverzace, empatie nebo vlídný přístup mohou sami o sobě pacientovi pomoci, neboť je prokázáno, že psychický stav je velmi úzce spjat s tím fyzickým.

## Závěr

Na začátku práce byl stanoven hlavní cíl. Sepsat ucelený text, který bude sloužit jako technologický návod k výrobě transtibiálních protéz. Práce je zaměřena nejen na čtenáře z oboru, ale také by mohla být přínosná pro fyzioterapeuty, kteří se zabývají prací s amputovanými nebo pro samotné pacienty.

Obsah práce jsem zúžil na dva nejpoužívanější typy lůžek. Lůžko KBM, které se už nevyrábí v takové míře, jako tomu bylo dříve, ale stále se najde mnoho pacientů, kteří ho využívají a lůžko TSB, které je nejrozšířenějším typem bércových protéz nejen u nás, ale i ve světě.

Kapitoly jsem sestavil tak, jak v praxi skutečně postupujeme při výrobě protéz. Podle pacienta, stupně aktivity a typu pahýlu je nutno zvolit vhodný liner a systém připojení. Abych tento výběr usnadnil, sestavil jsem přehlednou tabulku popisující výhody a nevýhody těchto kombinací. Jelikož při samotné výrobě pomůcky není pacient přítomen, je klíčové precizní odebrání měr pacienta. Popsal jsem, jaké máme možnosti měření, jaké pomůcky k tomu můžeme využít a ve stručnosti postup zápisu do měrného listu.

Velkou část kapitoly měrných podkladů jsem věnoval sádrování. Je to v dnešní době stále nejrozšířenější technologie k zachycení tvaru pahýlu. Je to část výroby, u které sebe-menší chyba způsobí značné potíže při následném zhotovení pomůcky. Znalost zatížitelných a nezatížitelných anatomických struktur je naprostou nutností, a to u obou typů lůžek. Samotné sádrování se značně liší podle typu pomůcky. Popsal jsem jednak postupy, které jsou nejpoužívanější tak i ty, od kterých se postupem času upouští, ale rozhodně by se na ně nemělo zapomínat.

Samostatnou kapitolu snímání měrných podkladů tvoří 3D scanování. V roce 2016 na protetickém veletrhu v Lipsku se představily některé firmy s touto novinkou a v dnešní době už u nás můžeme najít protetické firmy, které tuto technologii plně využívají.

Ať už má protetik k dispozici sádrový pozitiv nebo 3D scan, je zapotřebí ho vhodně upravit. Práce se sádrou i s počítačem vyžaduje značných zkušeností a znalostí dané technologie.

Plasty k výrobě zkušebního lůžka jsou navrženy pouze ke zkoušce pomůcky. Není přípustné je považovat za definitivní. Jejich fyzikální vlastnosti se mění a mohou být pro uživatele nebezpečné.

Biomechanika lůžka a stavba protézy by obsáhly celou jednu práci. Z tohoto důvodu jsem stavbu ve své práci popsal stručně, ale doufám, že dostatečně jasně.

Pro výrobu definitivního lůžka jsem uvedl základní materiály a jejich vlastnosti. Postup laminace je stejný, ať laminujeme lůžko KBM nebo TSB. Lišit se může množství vrstev použitého materiálu. To je třeba přizpůsobit hmotnosti uživatele, stupni aktivity a dalším individuálním parametrům.

U předání pomůcky bychom měli naposledy vše překontrolovat. Nejen tvarové zachycení pomůcky, stavbu atd. ale také vzhled pomůcky, neboť výsledná pomůcka je vizitkou ortotika-protetika, který ji zhotovil.

Práce dle mého popisuje vše, co je potřebné znát k výrobě transtibiálních lůžek KBM a TSB. Ke kapitolám, které jsou v této práci podstatné, se mi podařilo shromáždit dostatek informací. Některé kapitoly by si zasloužily detailnější popis, avšak rozsah a téma práce mi to neumožňují. Budu rád, když tato práce v budoucnu poslouží jako zdroj informací studentům při studiu nebo ortotikům-protetikům v praxi.

## **Seznam zkratek**

TSB-Total Surface Bearing

KBM-Kondylen Bettung Muster

PTB-Patella Tendon Bearing

L.A.S.A.R-Laser Assisted Static Aligment Reference

A-P-Anterio-Posteriorní

M-L-Medio-Laterální

## Seznam použité literatury

BAUMGARTNER, BOTTA, R.P., *Amputation und Prothesenversorgung der unteren Extremität*. Stuttgart: Enkle Verlag, 1995.

BLUMENTRITT, S. *Aufbau von Unterschenkelprothesen mittels L.A.S.A.R. Posture*. *Orthopädie Technik*. Dortmund, 1998, (12), 2-6

BLUMRNTRITT, S. Die Beziehung zwischen dem Gang des Menschen und dem Hüftgelenkaufbau in der Frontalebene. *Gegenbaurs morphol. Jahre*. 1990, (136), 677-693

Creaform3D. *CREAFORM ANNOUNCES STRATEGIC OEM AGREEMENT WITH OTTOBOCK*. [online]. Canada, 2017[cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <https://www.creaform3d.com/en/news/creaform-announces-strategic-oem-agreement-ottobock>

ČERNÝ, P. *Technické základy a materiály pro obor ortotika-protetika*. Praha: ORTOTIKA, s.r.o., 2011. ISBN 978-80-260-0930-6.

DUNGL, Pavel. *Ortopedie*. Praha: Grada, 2005. ISBN 8024705508.

FIALA, Pavel. Kompletní systém bércevého pahýlového lůžka. *Ortopedická protetika*. 2005, (12), 20-23. ISSN 1212-6705

GUTFLEISCH, Oliver. Peg legs and bionic limbs: the development of lower extremity prosthetics. *Interdisciplinary Science Reviews* [online]. 2003, 18.6.2013, (28), 139-148 [cit. 2018-02-25]. ISSN 1743-2790. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/030801803225010368?journalCode=yisr20>

HADRABA, Ivan, KŘIVÁNEK František a KRAUS Jaroslav. *Sádrovací technika v ortopedické protetice*. 1971. Praha: Výzkumné protetické pracoviště, 1971.

HADRABA, Ivan. *Stavba protetických pomůcek.: Účelové učební texty min. zdravot. ČSR*. Praha: Min. zdravot. ČSR, 1976.

KAPHINGST, W. et al. *Protetika: základy protetiky dolních a horních končetin: pro učební obor technické ortopedie: [doporučený učební text pro rekvalifikační kurzy]*. Praha: Federace ortopedických protetiků technických oborů, 2002.

MARSHALL, Tabitha a Hubert DE BRUIN. *Terry Fox and the Development of Running Prostheses*. Historia Canada [online]. 2015-08-28, poslední revize 2015-09-01 [cit. 2017-11-09], dostupné z: <http://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/terry-fox-and-the-development-of-running-prostheses/>

MEIJ, W. K. N. *No leg to stand on: historical relation between amputation surgery and prostheseology*. Groningen: W.K.N. van der Meij, 1995.

NIETER, M. Das kniegelenk des Menschen als biomechanisches Problem. *Biomedizinische Technik*. 1977, 13-21.

Ortopedická potetika: *Standardy současných protetických pomůcek*. Federace ortopedických protetiků technických oborů, 2017, (20). ISSN 1212-6705.

Otto Bock HealthCare. *Alignment Instructions TT Prostheses*. Academy 6.5.2017.

Otto Bock. a. *Cesta k optimálnímu protetickému vybavení*. Příručka 646A271=CS-03-1310

Otto Bock. b. *Technische information*. Příručka 646T2=1.1D-4.Auflage – 500 – 05. 1991

Otto Bock. c. *Technical information*. Příručka 646T2112=EN-01-1404

Otto Bock d. *Výroba bércové protézy s podtlakovým systémem*. Příručka 646T211

Otto Bock e. *Technische information*. Příručka 646T2=1.2D–200–04.94

Otto Bock f. *Stavba bércové protézy*. Plakát 646F336=CS-01-1205

Otto Bock g. *Hluboké tažení zkušebního TF lůžka*. Technické informace OK3105 Zruč-Senec: Otto Bock ČR s.r.o.

Otto Bock h. *Laminování definitivního lůžka TF*. Technická informace OK3106. Zruč-Senec: Otto Bock ČR s.r.o.

Otto Bock i. Měrný list TT. Zruč-Senec: Otto Bock ČR s.r.o.

PINZUR, M., KAISER, S., MORRIS T., PATWARDHAN, A., The effect of prosthetic alignment on relative limb loading in persons with trans-tibial amputation: a preliminary report. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 1995, 373-378

PRINC, Vladan. *Biomechanika a indikace*. Hustopeče: Dne: 19.-20.10. 2017

PRINC, V. Zruč-Senec: Otto Bock ČR., dne 8.1.2018

PROTETIKA PLZEŇ, *Modelace 3D scanu*, 13.2.2018

ROSICKÝ, KLEMENT Jiří a Josef. Úvod do problematiky kompozitních materiálů. *Ortopedická protetika*. Frýdek-Místek, 1999, 1(1), 35-38. ISSN 1212-6705.

UČÍK, Otakar. *Protézy horních a dolních končetin*, Praha: Spofa-Výzkumné pracoviště, 1969

Össur. *ICECAST ANATOMY* [online]. Iceland, 2016 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://assets.ossur.com/library/37122/Icecast%20Anatomy%20Instructions%20for%20use.pdf>

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 Varianty připojení .....	23
------------------------------------	----



## Seznam Obrázků

Obrázek 1 Návrh protézy Ambroisem Parém .....	15
Obrázek 2 Podkolenní protéza podle Verduyna .....	15
Obrázek 3 Kožená protéza podle Ravatona .....	16
Obrázek 4 Design protézy: James Potts .....	17
Obrázek 5 Design podkolenní protézy: Hermann .....	18
Obrázek 6 Jupa Knee .....	19
Obrázek 7 Měrný list-úvodní strana .....	25
Obrázek 8 Měrný list-celkový zdravotní stav .....	26
Obrázek 9 Měrný list-zápis měř .....	26
Obrázek 10 Nezátížitelná místa na pahýlu .....	28
Obrázek 11 Zátížitelné plochy na pahýlu .....	30
Obrázek 12 Sádrovací stojan .....	31
Obrázek 13 Natažení perlonového návleku .....	32
Obrázek 14 Příprava longety .....	32
. Obrázek 15 Prostřížení longety .....	32
Obrázek 16 Rozložení longety .....	33
Obrázek 17 Umístění longety na pahýl .....	33
Obrázek 18 Modelace longety .....	33
Obrázek 19 Omotání elastickými obinadly .....	34
Obrázek 20 Tvarování .....	34
Obrázek 21 Přítlak v suprakondylární oblasti .....	34
Obrázek 22 Modelace v oblasti kolene .....	35
Obrázek 23 Nastřížení prstence .....	35
Obrázek 24 Prodloužení řezu .....	35
Obrázek 25 Sejmutí prstence .....	36
Obrázek 26 Zastřížení okrajů .....	36
Obrázek 27 Zkouška sádrového prstence .....	36
Obrázek 28 Odříznutí přebytečné sádry .....	37
Obrázek 29 Kontrola kondylárních ploch .....	37
Obrázek 30 Výběr sádrovacího kroužku .....	37
Obrázek 31 Nasazení sádrovacího kroužku .....	38
Obrázek 32 Fixace sádrovacího kroužku .....	38
Obrázek 33 Vytvoření klínu .....	38

Obrázek 34 Kontrola pahýlu.....	39
Obrázek 35 Označení problematických míst.....	39
Obrázek 36 Odizolování pahýlu.....	39
Obrázek 37 Navléknutí perlonového návleku.....	40
Obrázek 38 Příprava longety.....	40
Obrázek 39 Dokončení longety.....	40
Obrázek 40 Použití sádrového obinadla.....	41
Obrázek 41 Umístění longety.....	41
Obrázek 42 Nasazení prstence.....	41
Obrázek 43 Ovinutí prstence sádrovými obinadly.....	42
Obrázek 44 Ovinutí obinadly.....	42
Obrázek 45 Postavení pacienta do sádrovacího stojanu.....	42
Obrázek 46 Vyrovnání délky končetiny.....	43
Obrázek 47 Srovnání končetin.....	43
Obrázek 48 Rozstřihnutí modelu.....	43
Obrázek 49 Odstranění kroužku z modelu.....	44
Obrázek 50 Dokončení negativu.....	44
Obrázek 51 Měření na pahýlu.....	45
Obrázek 52 Odizolování lineru.....	45
Obrázek 53 Umístění longety.....	45
Obrázek 54 Sádrování.....	46
Obrázek 55 Umístění longety 2.....	46
Obrázek 56 Odsádrování.....	46
Obrázek 57 Ovinutí sádrovými obinadly.....	46
Obrázek 58 Sádrování v podtlaku.....	47
Obrázek 59 Připravený negativ.....	47
Obrázek 60 Nasazení lineru.....	48
Obrázek 61 Vyznačení prominentních struktur.....	48
Obrázek 62 Příprava longety.....	48
Obrázek 63 Přiložení longety.....	49
Obrázek 64 Odsátí vzduchu.....	49
Obrázek 65 Ovinutí pahýlu sádrovými obinadly.....	49
Obrázek 66 Sádrování.....	50
Obrázek 67 Průřez KBM lůžkem.....	52

Obrázek 68 Sádrový negativ.....	52
Obrázek 69 Redukce pozitivu.....	52
Obrázek 70 Vyznačení okraje lůžka.....	53
Obrázek 71 Vyznačení okraje lůžka.....	53
Obrázek 72 Vyznačení okraje lůžka.....	53
Obrázek 73 Změření obvodu distálního konce.....	54
Obrázek 74 Změření obvodu proximálního konce.....	54
Obrázek 75 Změření délky modelu.....	54
Obrázek 76 Vystřížení pedilenu.....	55
Obrázek 77 Vyznačení okrajů.....	55
Obrázek 78 Zbroušení okrajů.....	55
Obrázek 79 Nanesení lepidla.....	56
Obrázek 80 Spleení pedilenu.....	56
Obrázek 81 Natažení pedilenu.....	56
Obrázek 82 Zabroušení pedilenu.....	57
Obrázek 83 Vytvoření uzávěru.....	57
Obrázek 84 Zastřížení uzávěru.....	57
Obrázek 85 Označení polohy uzávěru.....	58
Obrázek 86 Nanesení lepidla.....	58
Obrázek 87 Zabroušení hran.....	58
Obrázek 88 Pedilinové lůžko.....	59
Obrázek 89 Natažení zkušebního lůžka.....	60
Obrázek 90 Příprava zkušebního lůžka.....	60
Obrázek 91 Doporučení pro stavbu bércové protézy.....	62
Obrázek 92 Nasazení protézy.....	63
Obrázek 93 Kontrola těsnosti nákolanky.....	63
Obrázek 94 Statická a dynamická zkouška.....	63
Obrázek 95 Stavba protézy na L.A.S.A.R. Posture.....	65
Obrázek 96 Použití přenašecího stojanu.....	67
Obrázek 97 Umístění dummy.....	67
Obrázek 98 Armování.....	68
Obrázek 99 Laminace.....	68
Obrázek 100 Upevnění lůžkového adaptéru.....	69
Obrázek 101 Druhá laminace.....	69



## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1: Použití systému IceCast

Příloha 2: 3D Scanner

Příloha 3: Úprava 3D scanu v programu

## PŘÍLOHY

### Příloha 1: Použití systému IceCast



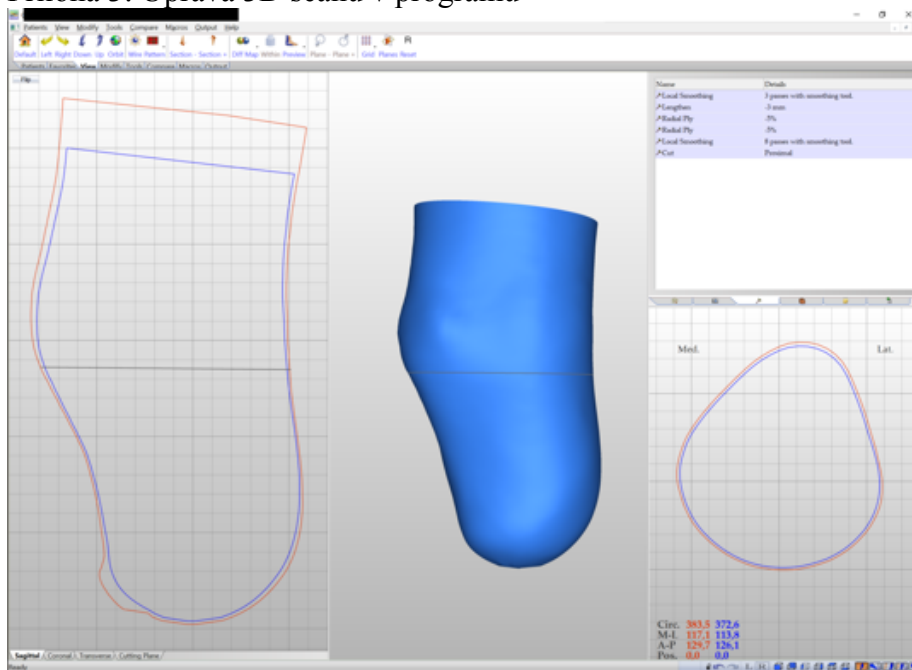
Zdroj: <https://www.ossur.com>

Příloha 2: 3D Scanner



Zdroj: <https://www.creaform3d.com>

### Příloha 3: Úprava 3D scanu v programu



Zdroj: Protetika Plzeň