

Název

Virtual Prototyping

Doktorand

Ing. David Paloušek

Školitel

doc. Ing. Josef Šupák

Obor

Konstrukční a procesní inženýrství

Měsíc a rok

září, 2005

Cílem disertační práce je návrh a metodika výběru vhodné protézy dolní končetiny pomocí nástrojů Virtual Prototypingu.

Dílčí cíle

- Konstrukce a funkční ověření protézy dolní končetiny.
- Metodika výběru vhodného typu protézy pro pacienta.
- Využití 3D digitálních dat v dalších etapách výroby.
- Popsat a vysvětlit problematiku Virtual prototypingu v rámci Product Lifecycle Managementu
- Součástí práce bude příprava potřebných dat pro malosériovou výrobu a ověření vyrobitelnosti jednotlivých komponentů protézy

Teoretická část

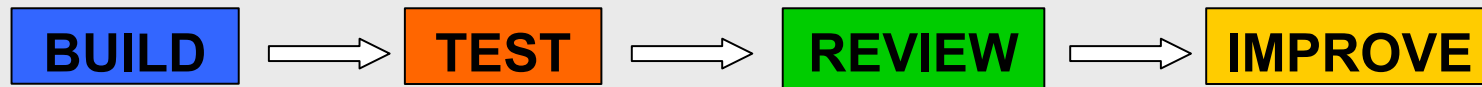
- Úvod do problematiky Virtual prototypingu
- Virtual prototyping
- Využití digitálních dat, PLM

Praktická část

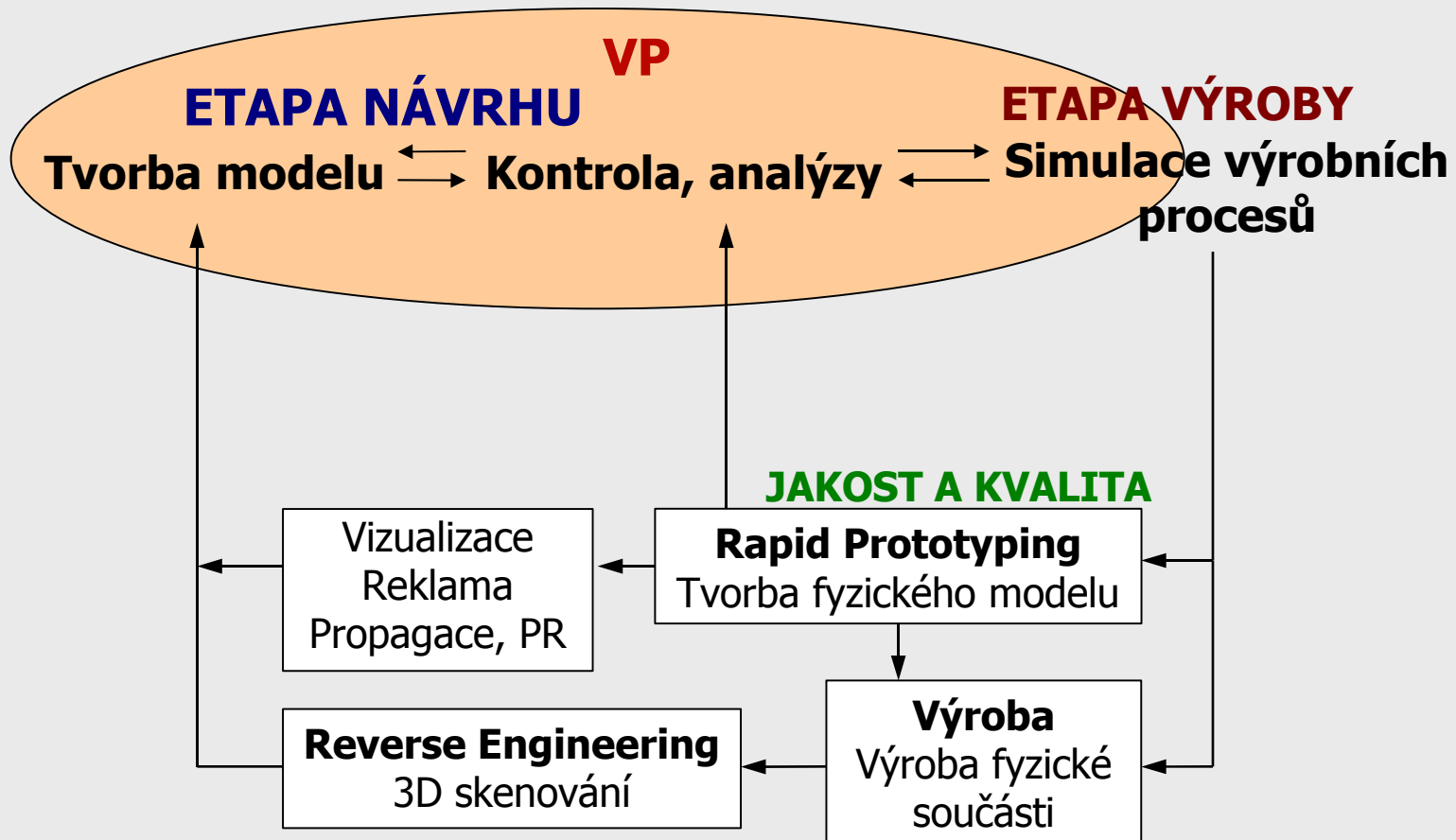
- Úvod do problematiky protéz dolních končetin
- Definice problému a cíl řešení
- Postup řešení
- Dosažené výsledky

- Snižování nákladů a zvyšování kvality
- Digitální data
- Redukce času v návrhové etapě
- Redukce fyzických modelů a zkoušek
- Odhalení provozních problémů ještě během návrhu
- Minimalizaci nákladů, optimalizaci výroby a dodržení požadované kvality
- Komplexní informace
- Další využití digitálních dat

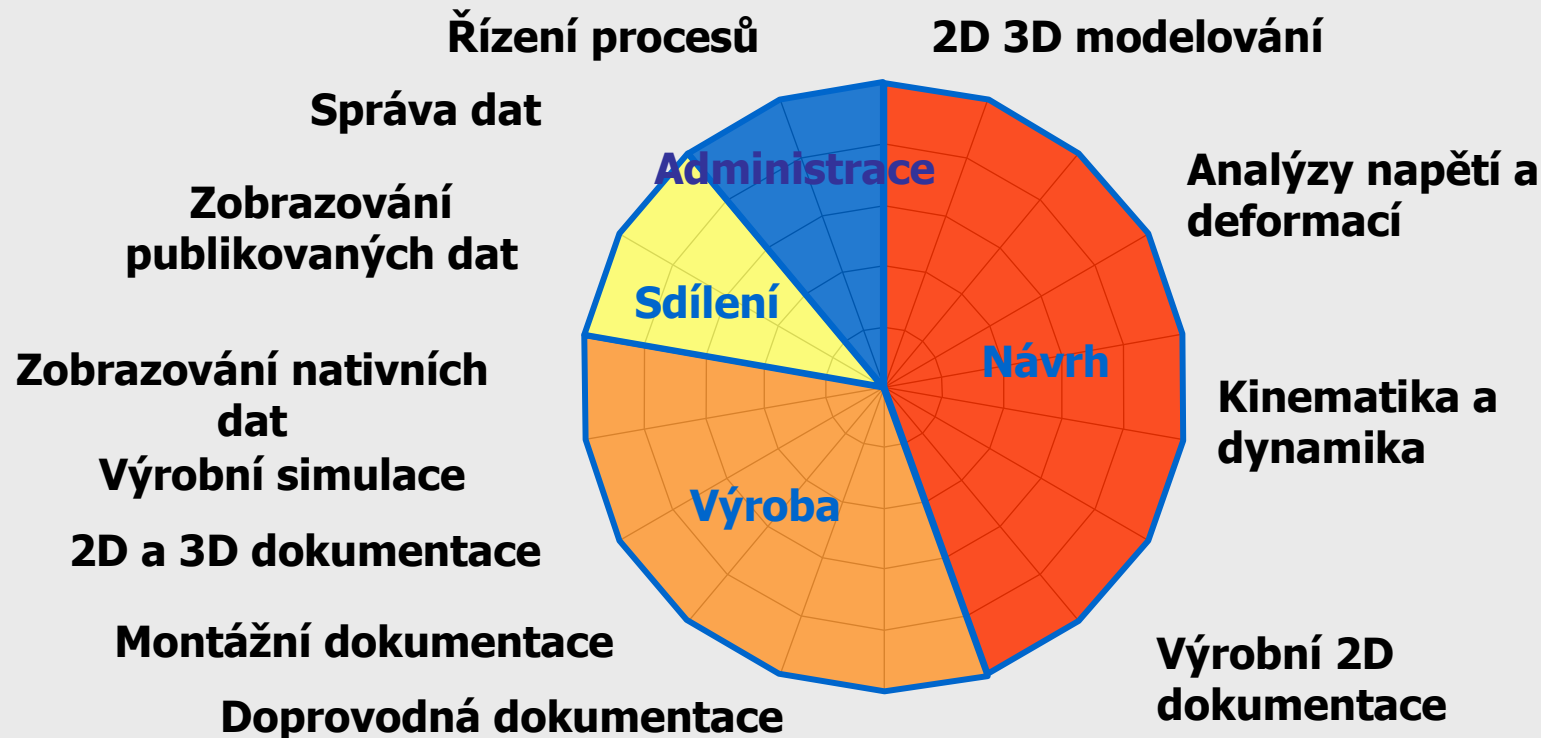
- Virtuální prototypy jsou definovány jako počítačová simulace technického problému a jeho subsystémů. Stupeň funkčního chování je srovnatelný s odpovídajícími fyzickými prototypy. Virtuálním prototypováním lze zredukovat počet fyzických modelů nebo i zcela vyloučit jejich použití.



- Geometrický model
- Výpočtový model
- Technologický model



- PLM (Produkt Lifecycle Management) je řízení informací o výrobku v celém jeho životním cyklu.



Poměrné zastoupení jednotlivých činností v rámci PLM (Autodesk)

- Na základě znalosti pohybu predikovat chování protézy
- Průběh chůze - jednotlivé fáze
- Pohyb těžiště
- Stojná fáze - obtížně řešitelné
- Švihová fáze - prostor pro virtuální model, definice problému

- dle typu amputace
- dle uspořádání - exoskeletární, endoskeletární
- dle určení - interim (včasné) protézy, protéza pro prvovybavení, funkční protéza, speciální typy protéz
- dle provedení - lůžko protézy, klouby, chodidlo, adaptéry

Rozdělení dle typu amputace

AMPUTACE (ISO 8549-2 : 1989)

hemipelvektomie

exartikulace v kyčli

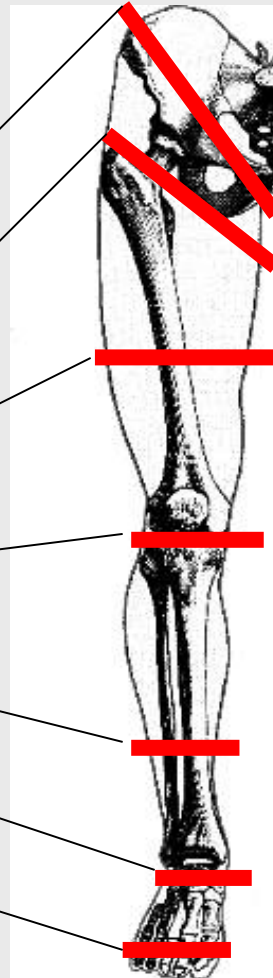
amputace ve stehně

exartikulace v kolenu

amputace v bérci

amputace v hleznu

amputace v noze



PROTÉZA

lůžko protézy

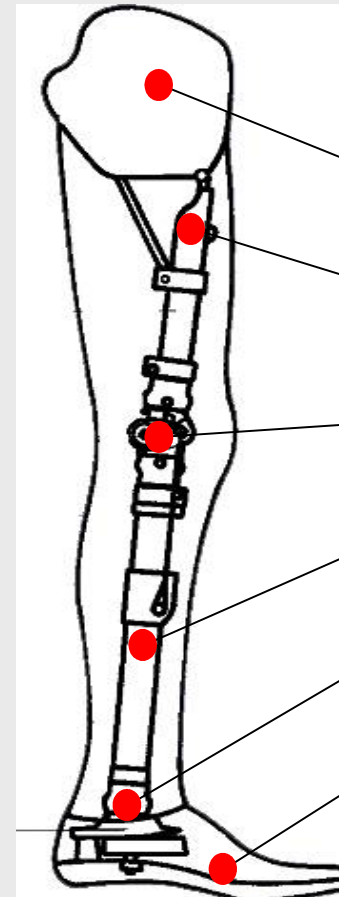
kyčelní kloub

kolenní kloub

spojovací adaptéry

hlezenný kloub

chodidlo



Rozdělení dle typu amputace - protézy



**Amputace
v noze (hleznu)**

**Amputace
v bérce**

**Exartikulace
v koleni**

**Amputace
ve stehně**

**Exartikulace
v kyčli**

EXOSKELETÁRNÍ

ENDOSKELETÁRNÍ

uspořádání protézy

klasické

modulární

zajištění vnějšího tvaru

vnější tvar dílů

kosmetický obal

nosná funkce

vnější tvar dílů

vnitřní moduly

konstrukční materiály

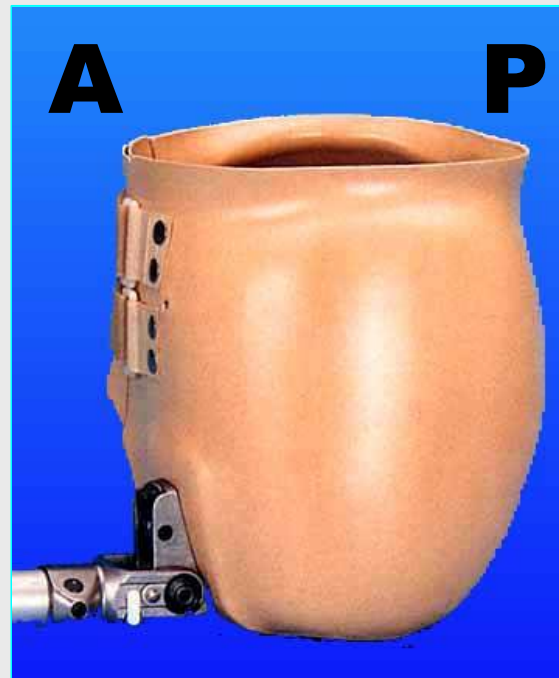
dřevo, plast

plast, kovy





Plastové lůžko
kontaktní



Boční pohled



Čelní pohled



**Kolenní kloub
volný pohyb**



**Kolenní kloub
se zámkem**



**Kolenní kloub
s brzdou**



**Kolenní kloub
polycentrický**

Klasický typ chodidel

Dynamický typ chodidel

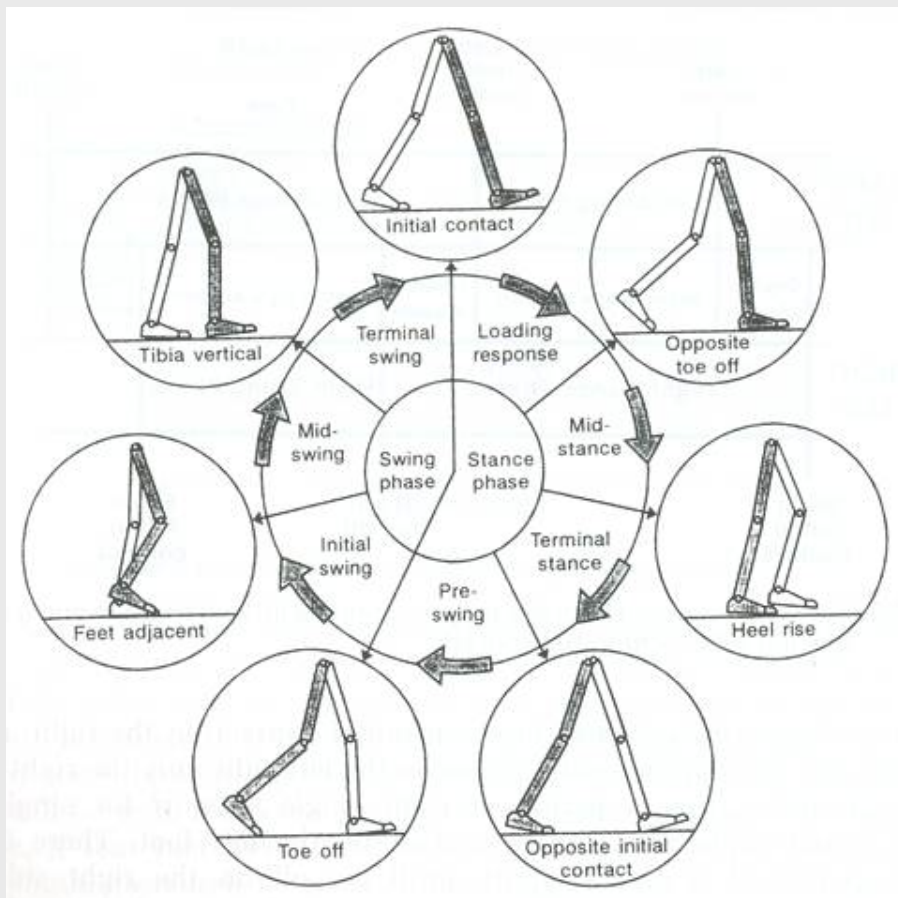
Bez pohybu

S pohybem

Pružný skelet

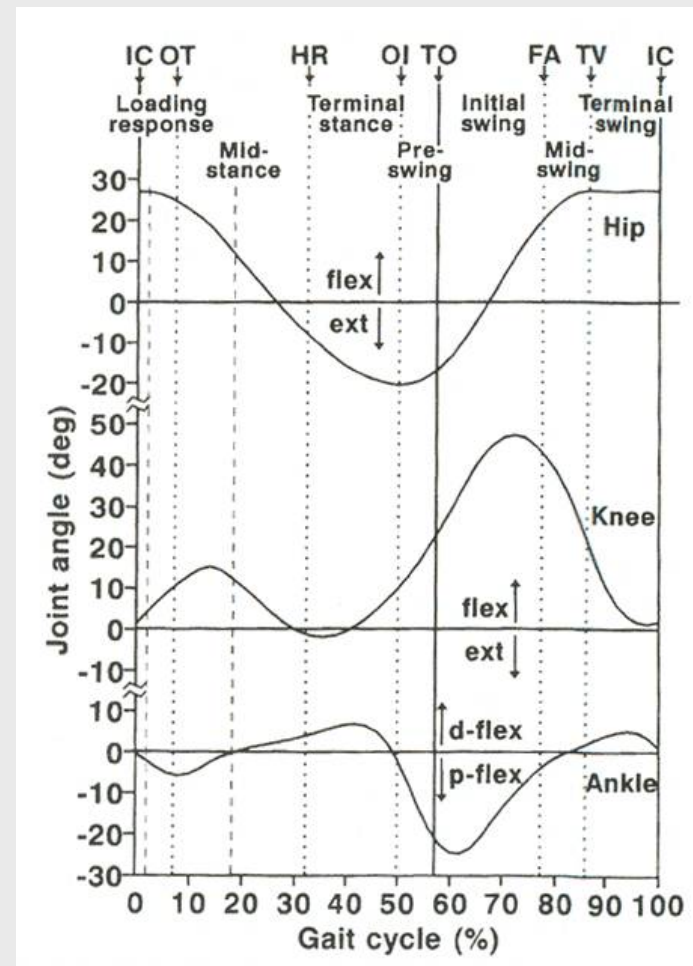
Biomechanický typ





Natočení spojů v rovině sagitální

- IC** – počáteční kontakt, **OT** – zvednutí opačných prstů
- HR** – zdvih paty, **OI** – opačný počátečný kontakt
- TO** – zvednutí prstů nohy, **FA** – přilehnutí chodidla
- TV** – holeň ve vertikální rovině



Stojná nebo švihová fáze pohybu?

- Stojná fáze

Co získáme za informace?

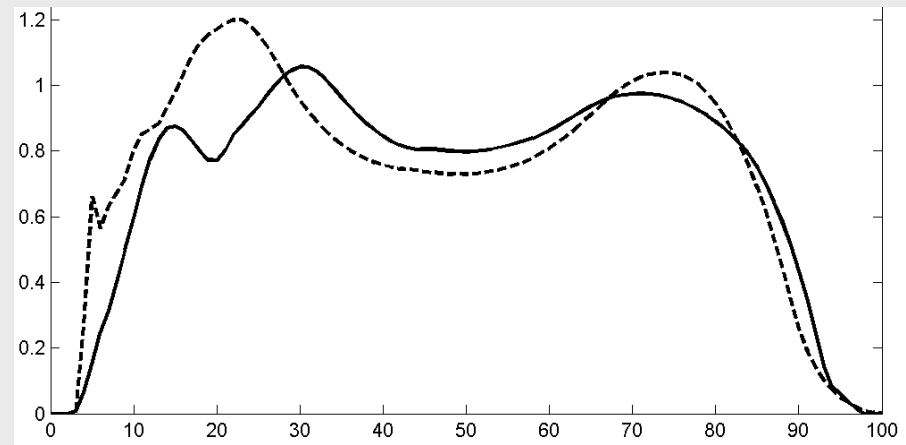
Měření

- Švihová fáze

Ladění protézy, režimy chůze

Protézový bérec

- nadměrně nekývl ve směru flexe
- včas vrátil do polohy extenze



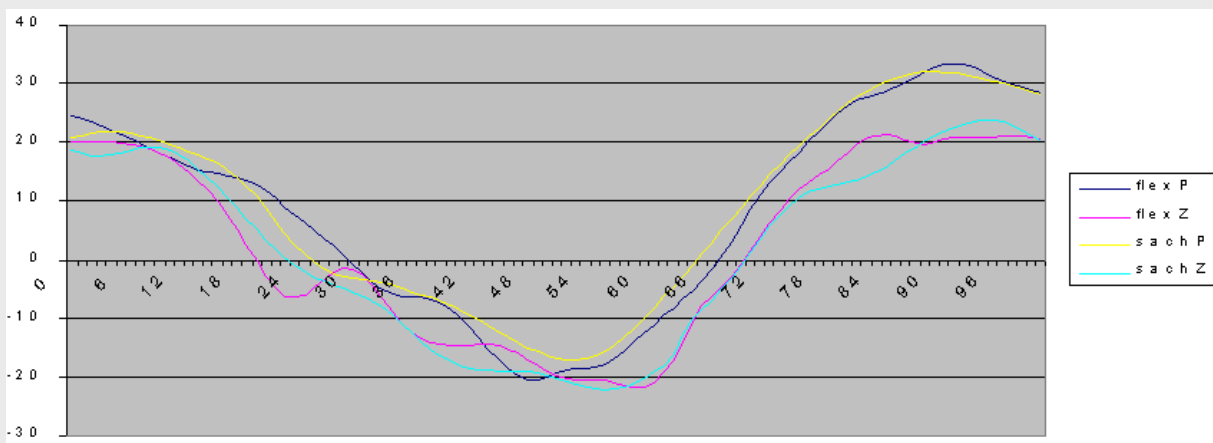
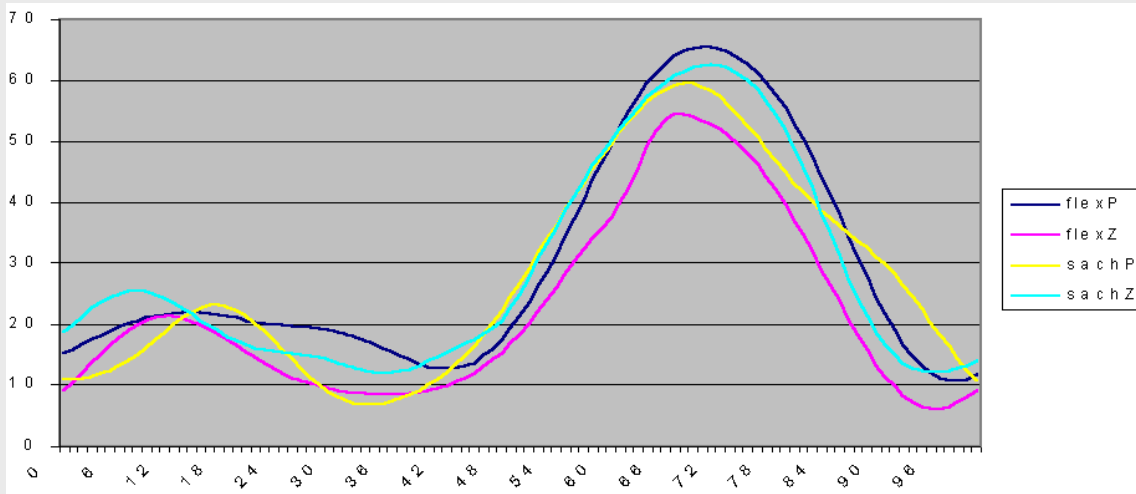
2. vertikální složka reakční síly Sureflex (--- zdravá, — protéza)
3. vertikální složka reakční síly Sach (--- zdravá, — protéza)

Tlakové desky, prostorové senzory, elektromyograf (EMG)

flexe v kolenním kloubu

vertikální složka reakční síly
Sureflex (--- zdravá, — protéza)

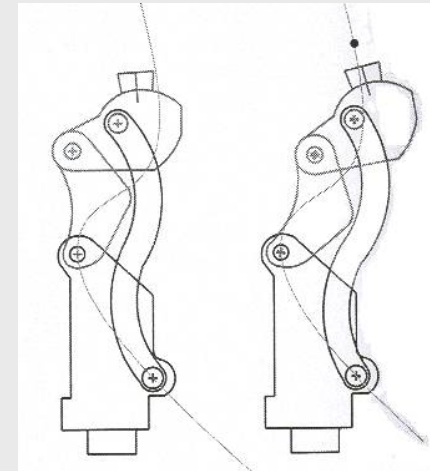
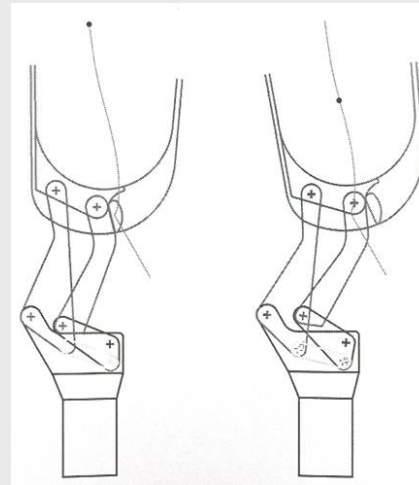
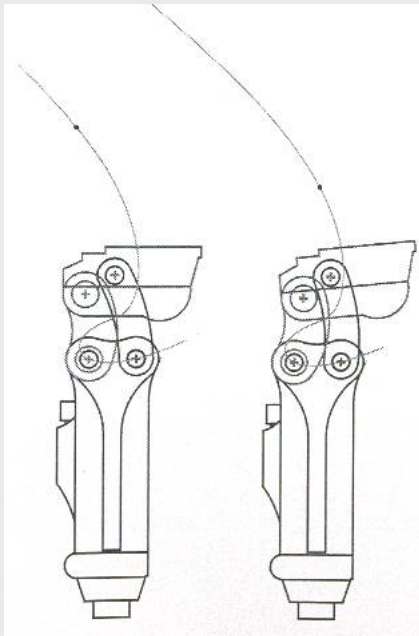
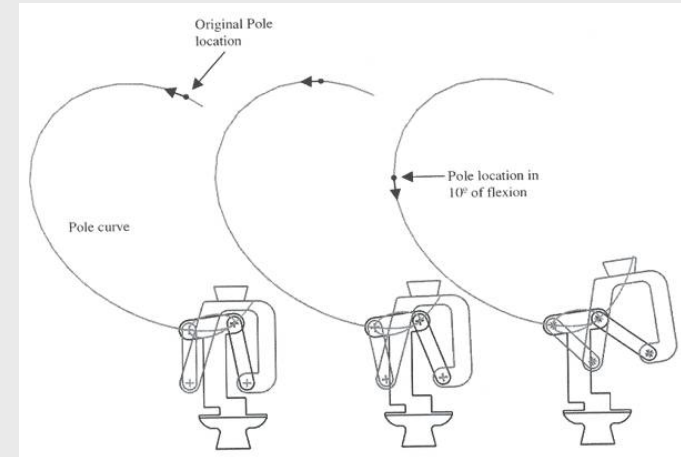
vertikální složka reakční síly
Sach (--- zdravá, — protéza)



flexe v kyčelním kloubu

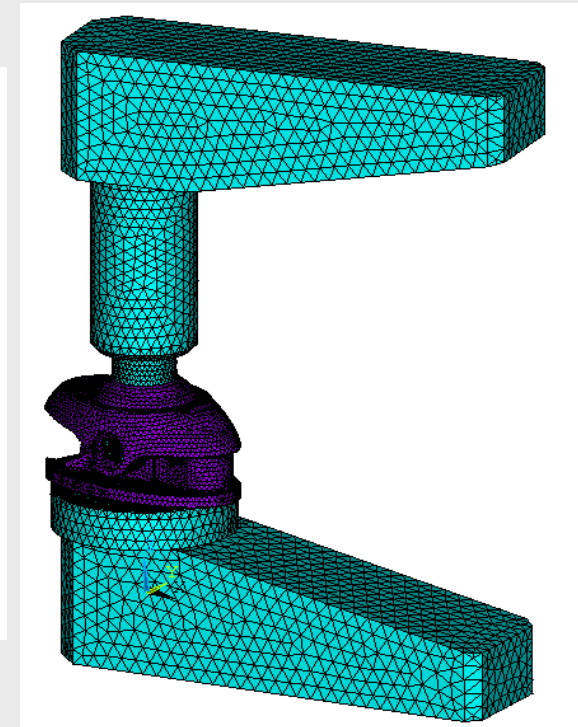
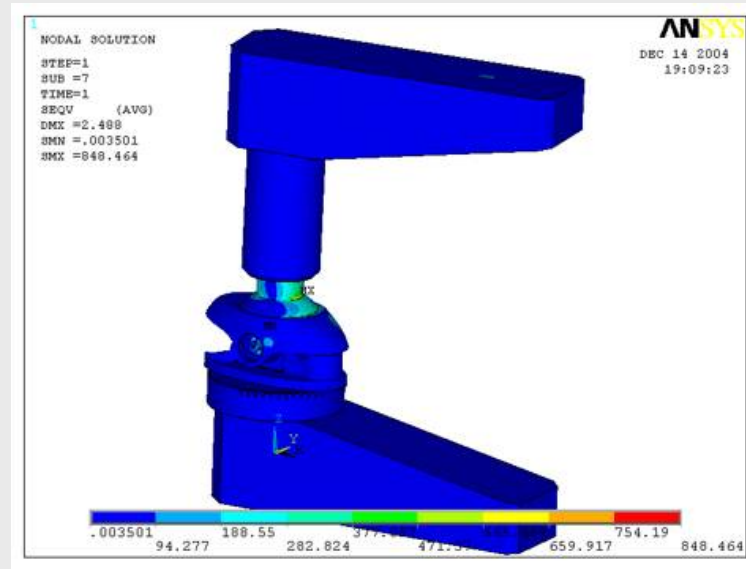
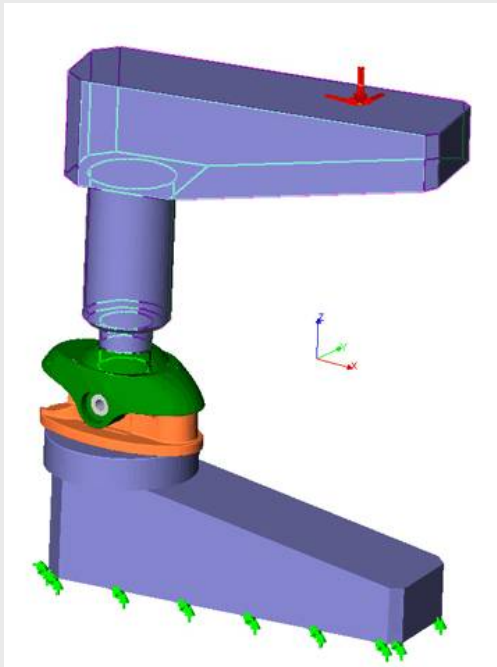
Příklady různých řešení kolenního mechanismu

- Reverzní čtyřpákový mechanismus
- 3R66 of Otto Bock
- Tehlin Graphlite
- Šestipákový mechanismus (historie)



- Metodika výběru vhodné protézy
- Ověření měřením
- Zvolená metoda
- Virtuální model

- Model protézy: proces návrhu, modifikovatelnost, výpočty
- Testování, zkoušky
- Výroba – rapid prototyping, rapid tooling
- Vizualizace

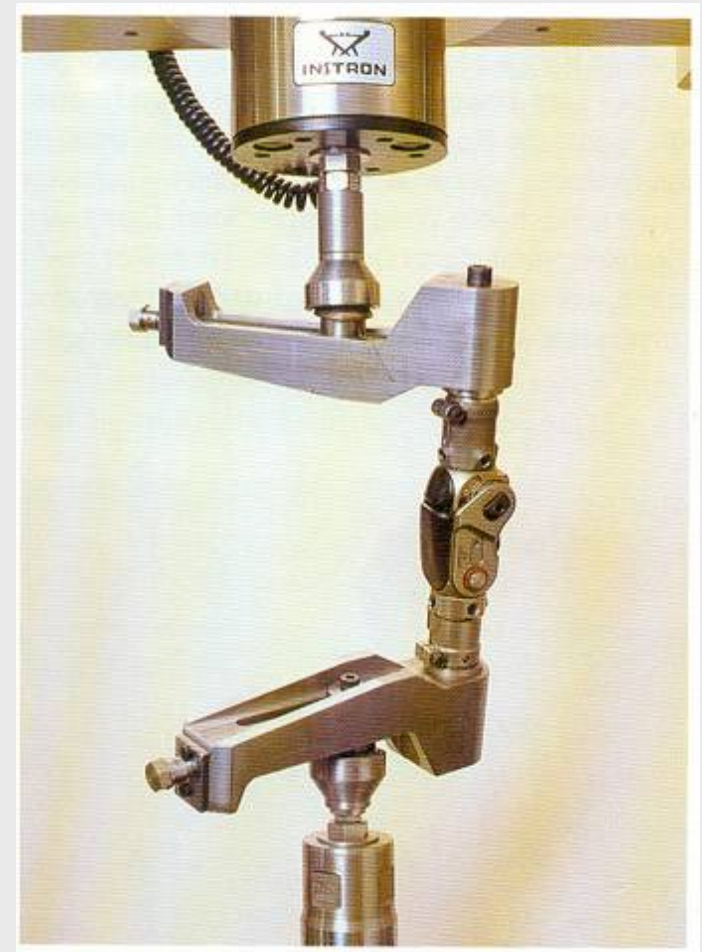


Dosažené výsledky - digitální model protězy



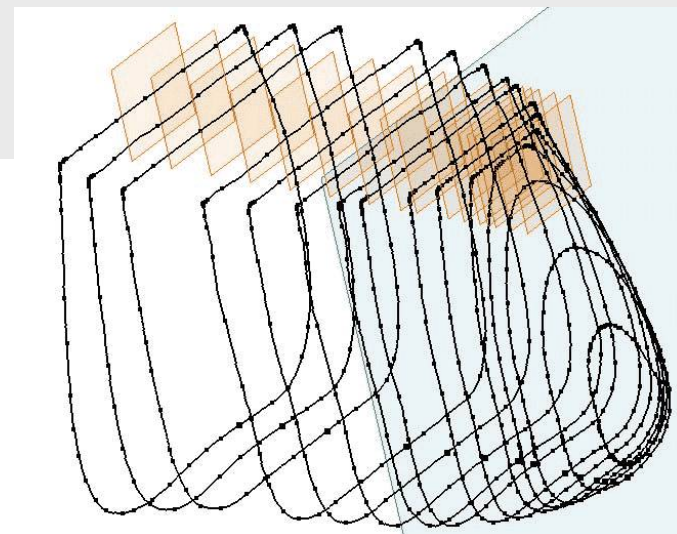
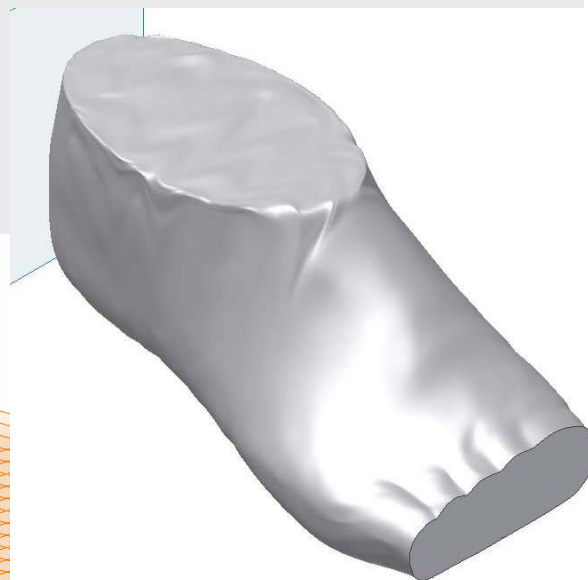
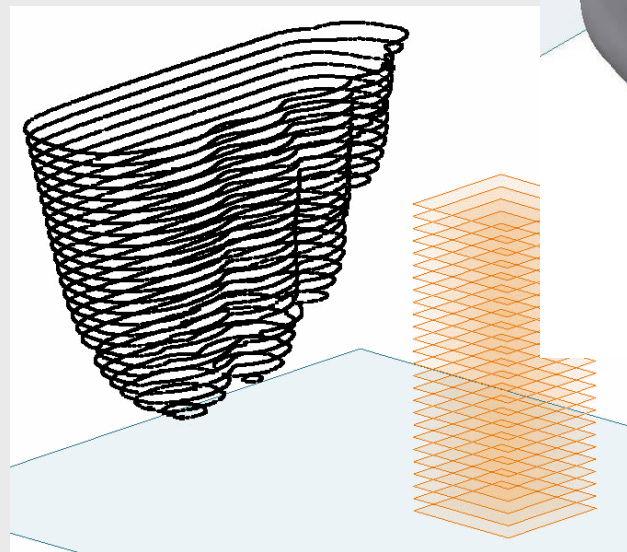
FSI VUT v Brně

Konstrukční inženýrství

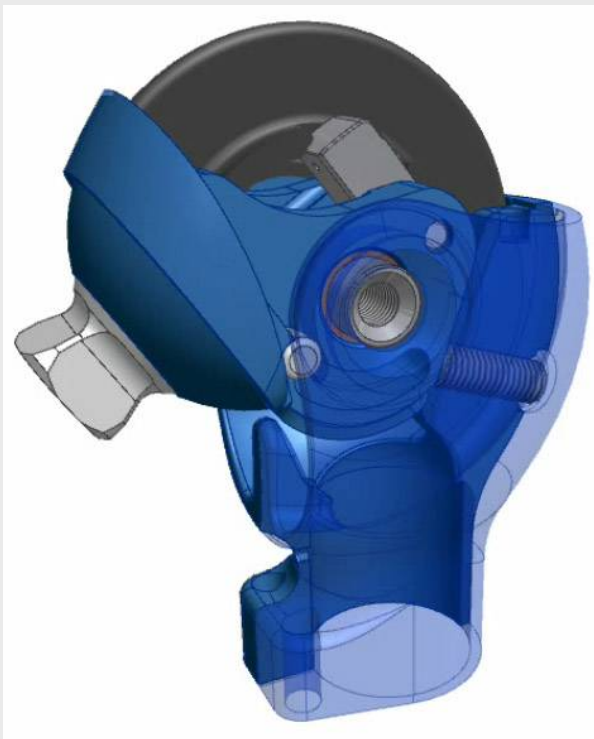


Reverzní inženýrství

- 3D skenování
- Rekonstrukce



- Rapid Prototyping
- Rapid Tooling



Práce komplexně popisuje vznik virtuálního prototypu a na konkrétní úloze ukazuje možné využití digitálních dat.

V předcházejících fázích práce bylo dosaženo výrazných úspěchů a ocenění.

V další fázi bude práce pokračovat na vytvoření funkčního kinematicko-dynamického modelu.

Pro zdárné dokončení disertační práce je zajištěná spolupráce s ING Corporation s. r. o. a Fakultou tělesné kultury Palackého univerzity.

Děkuji za pozornost