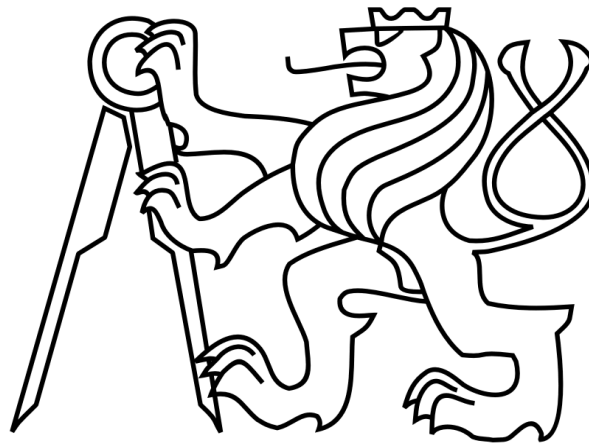


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ – ÚSTAV MECHANIKY, BIOMECHANIKY A MECHATRONIKY

ODBOR MECHANIKY A MECHATRONIKY



Bakalářská práce

Syntéza mechanismu polohování
zádového dílu zdravotnického lůžka

Vedoucí práce: prof. Ing. Zbyněk Šika, Ph.D.

Praha, 2013

Jan Ruprich

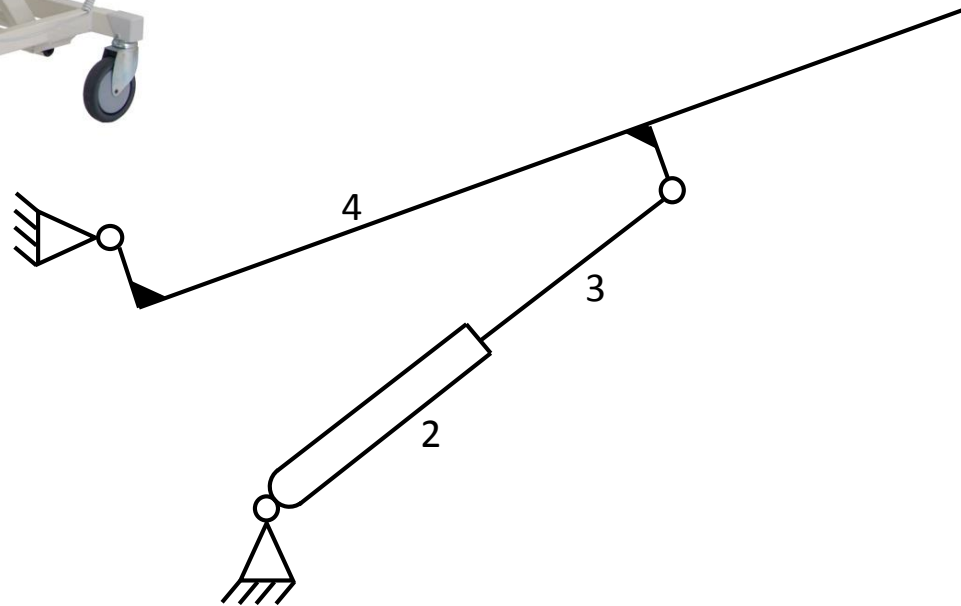
Cíle práce

- Seznámení se s existujícími řešeními polohování ZD
- Sestavení matematického modelu mechanismů
- Parametrická syntéza mechanismu
 - Výběr vhodné struktury mechanismu
 - Formulace funkčních požadavků
 - Volba vhodné optimalizační funkce

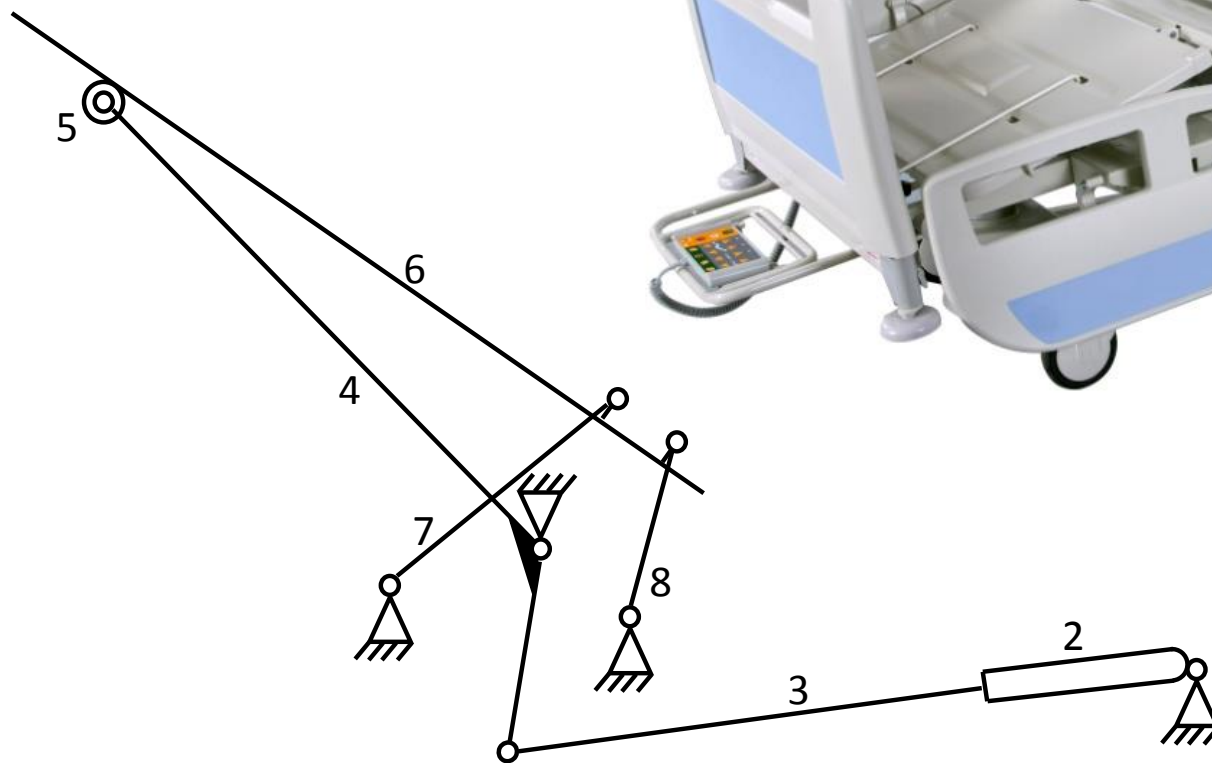
Úvod do problematiky

- Polohování pomocí výsuvného motoru – 1° volnosti
- Předpokládané zatížení lůžka – SWL 250 kg
- Norma ČSN EN 60901-2-52
- Snaha minimalizovat sílu vznikající v motoru
- Ergonomické hledisko polohování

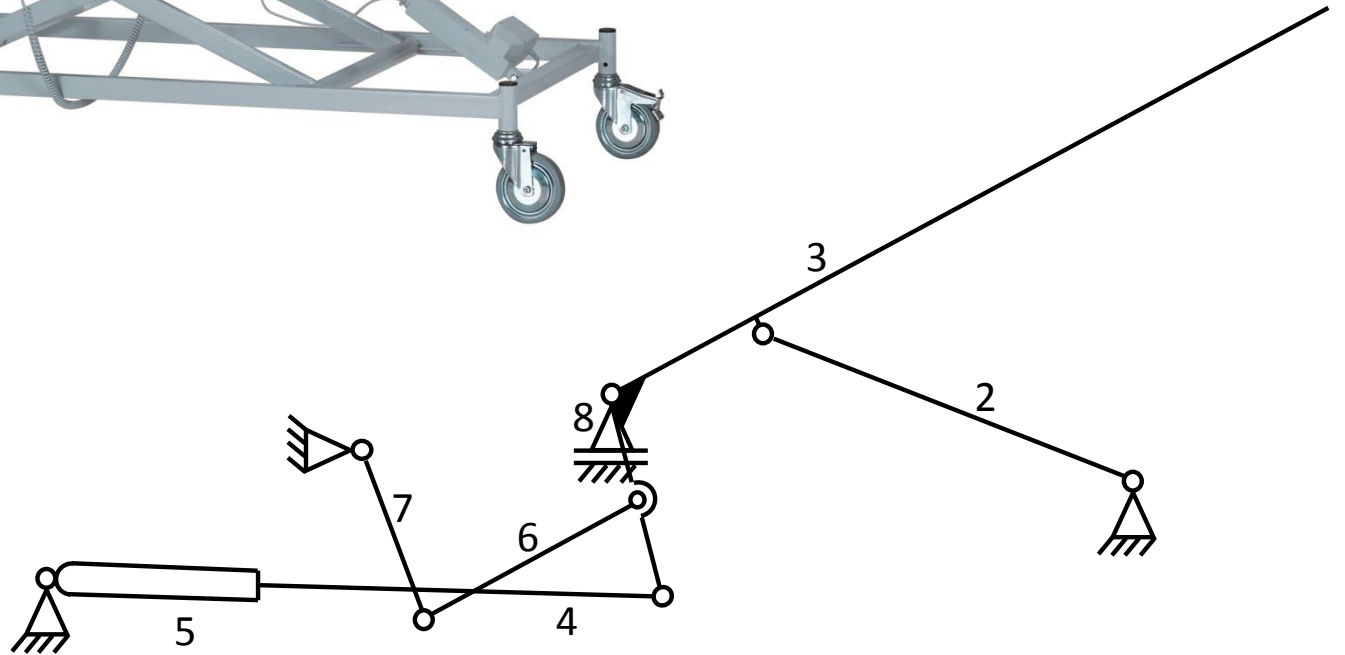
Typ 1



Typ 2



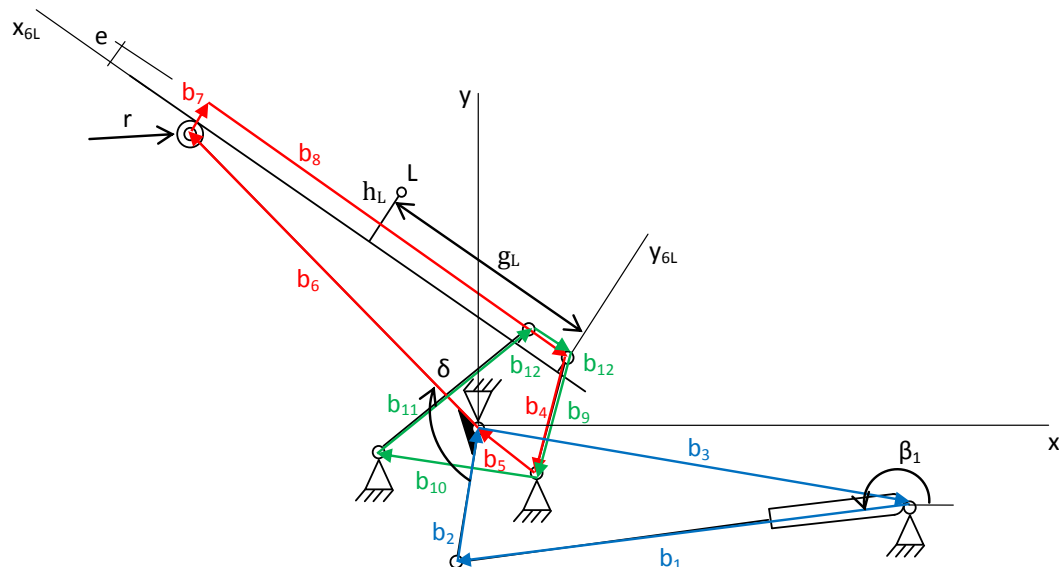
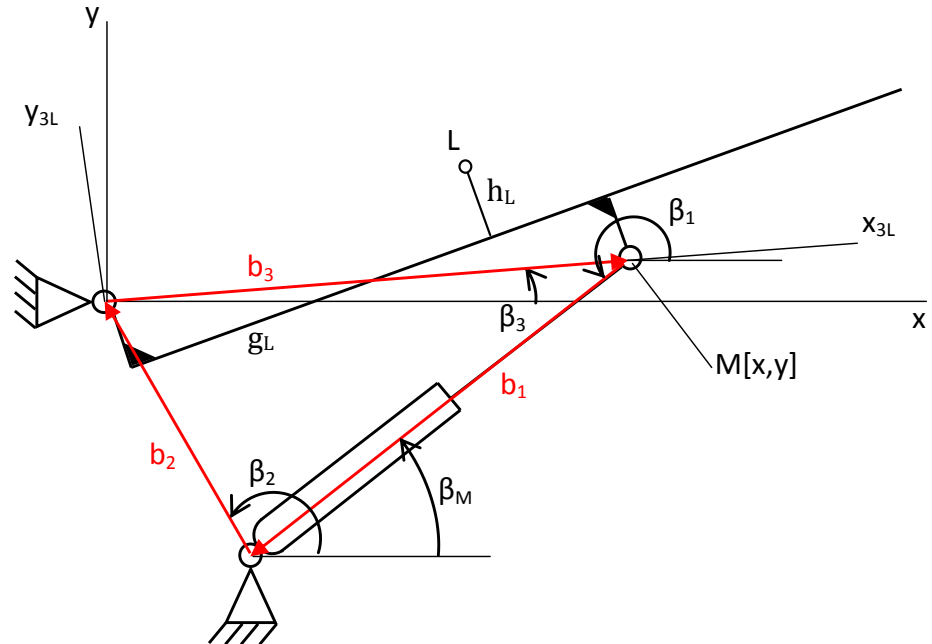
Typ 3



Řešení mechanismů

Přístup analytický

- Trigonometrická metoda
- Použito u Typu 1



Přístup numerický

- Vektorová metoda
- Použito u Typů 2 a 3

Kostra vlastního řešení

- Řešení otázky polohy význačných bodů mechanismu
 - Typ 1: analytické řešení polohy bodu $M[x,y]$
 - Numerické iterační řešení vazbových rovnic smyček
- Řešení rychlostí pomocí časové derivace
- Poloha a rychlost zvoleného výpočtového bodu L
- Výpočet převodu pomocí principu virtuálních výkonů

Východiska pro syntézu aneb funkční požadavky

- ZD je namáhán jedinou gravitační silou o velikosti 1370 N působící v geometrickém středu ZD
- pracovní rozsah polohování je 0° až 70° u typu mechanismu 1 a 0° až 60° u typu 2
- pomyslný výpočtový bod L volím v geometrickém středu ZD (dle zatěžující síly) ve směru horizontálním a 100 mm nad kovovou kostrou ZD ve směru vertikálním
- výsledná reakční síla motoru nesmí přesáhnout 3000 N
- motor bude mít tyto meze: zasunuto 453 mm a vysunuto 658 mm, tedy zdvih je 205 mm
- ergonomické hledisko polohování, tzn. okamžitý střed rotace má ležet co nejbližší kyčli pacienta

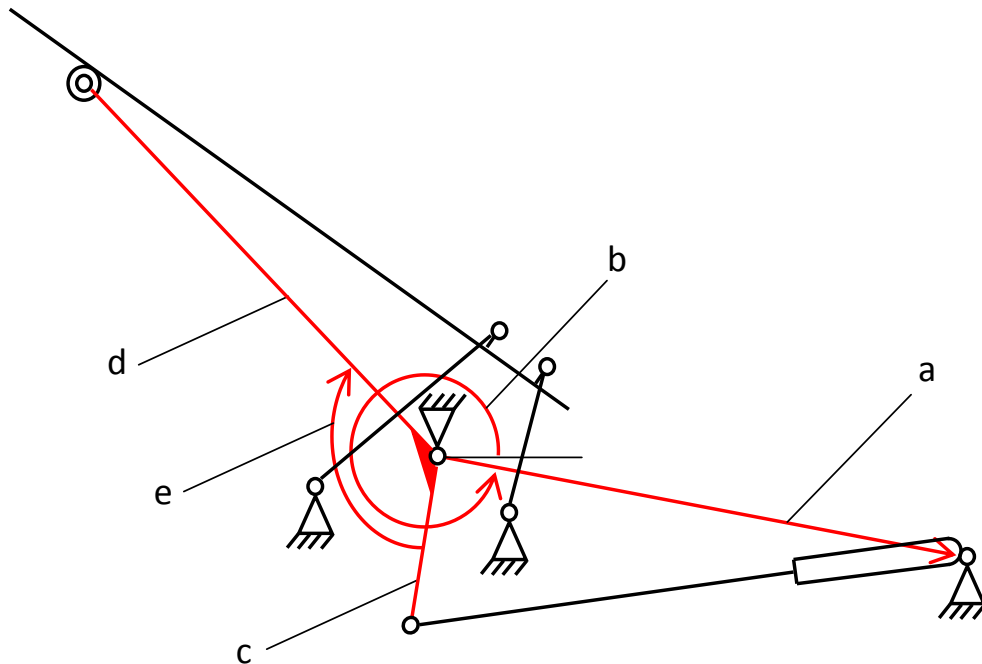
Optimalizační funkce

- Volím funkci MATLABu „fmincon“ $\min_x f(x)$ such that $\begin{cases} c(x) \leq 0 \\ ceq(x) = 0 \\ A \cdot x \leq b \\ Aeq \cdot x = beq \\ lb \leq x \leq ub, \end{cases}$
 - Funkce umožňuje striktní omezení optimalizačních parametrů zdola a shora
 - Využívám nelineární podmínku pro dosažení požadovaného rozsahu zdvihu
- Výstupem z funkce je jedno číslo – maximální síla v motoru
- Funkce hledá takové parametry, aby tato síla byla minimální

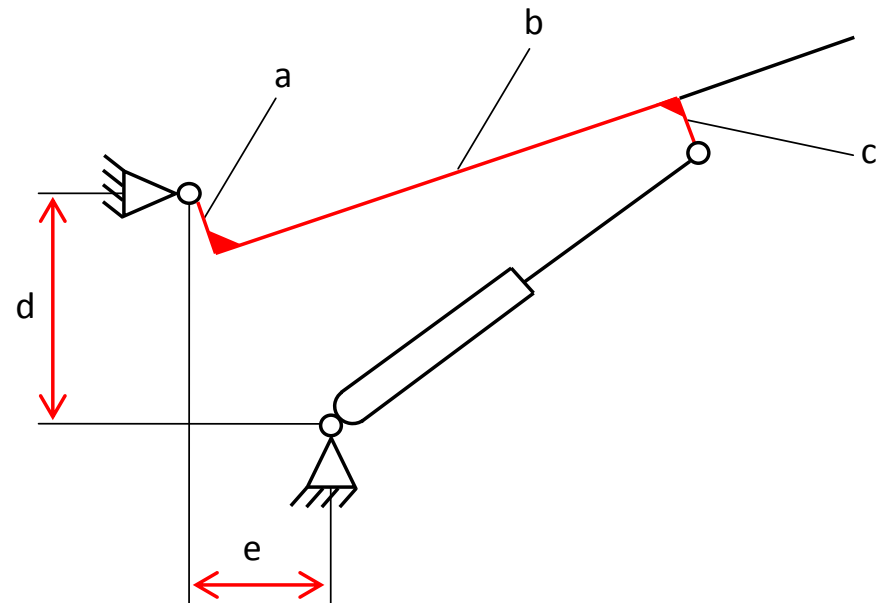
Optimalizační parametry

Volím vždy 2 sady parametrů – jednu více a jednu méně omezenou
zdola a shora podmínkou $lb \leq x \leq ub$

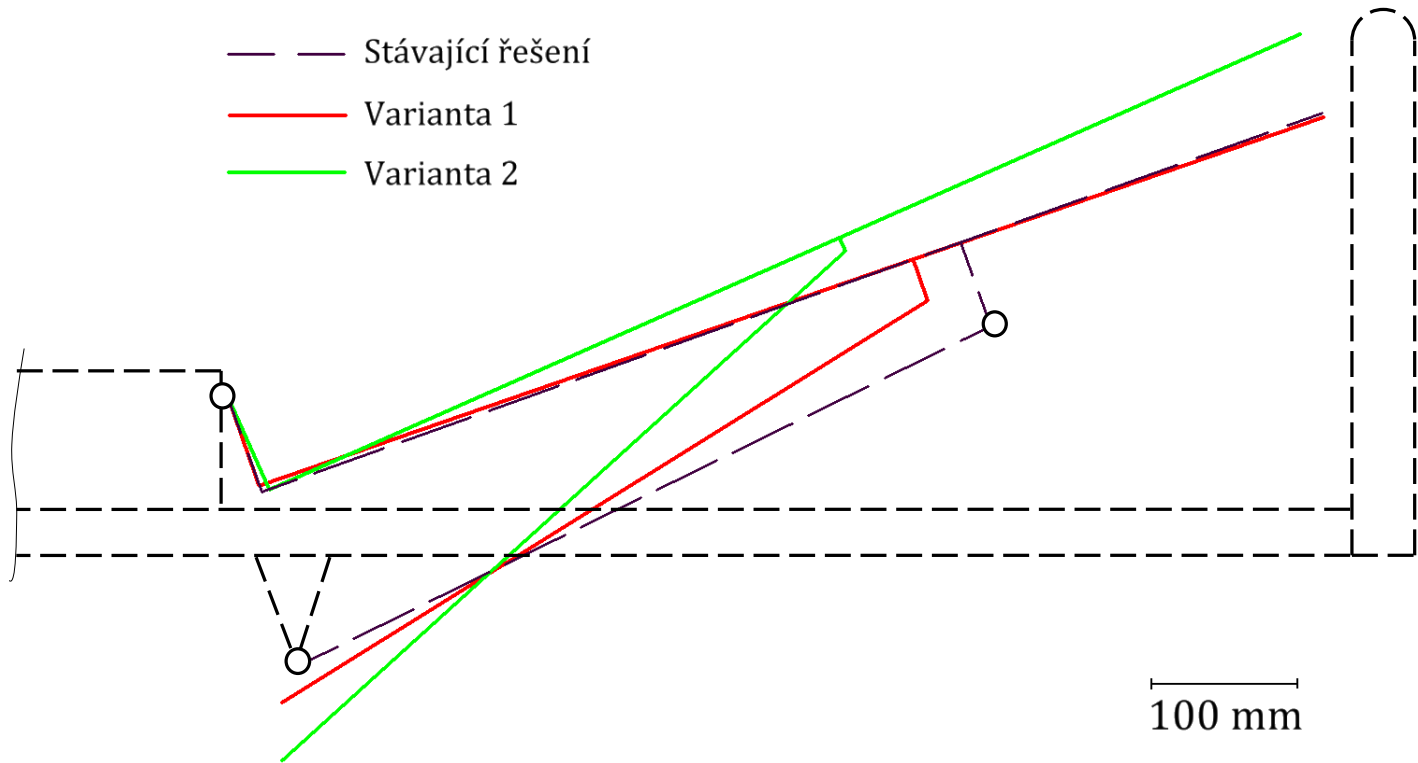
Typ 2



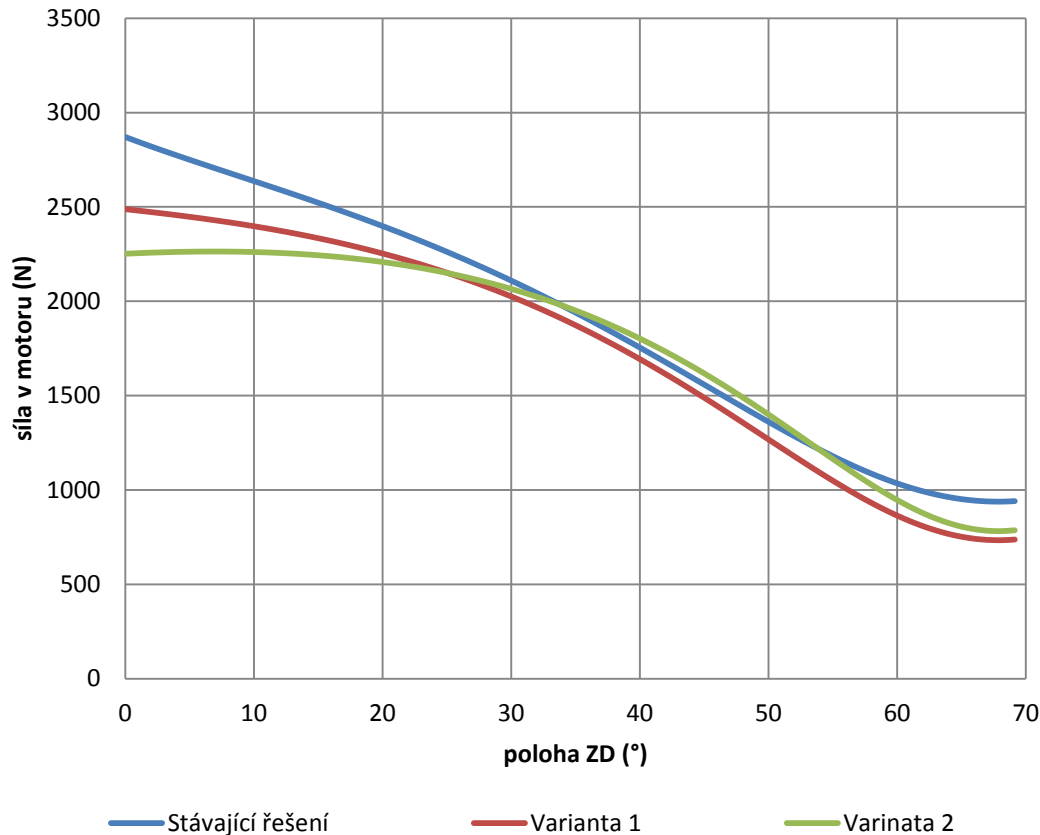
Typ 1



Výsledky syntézy – Typ 1

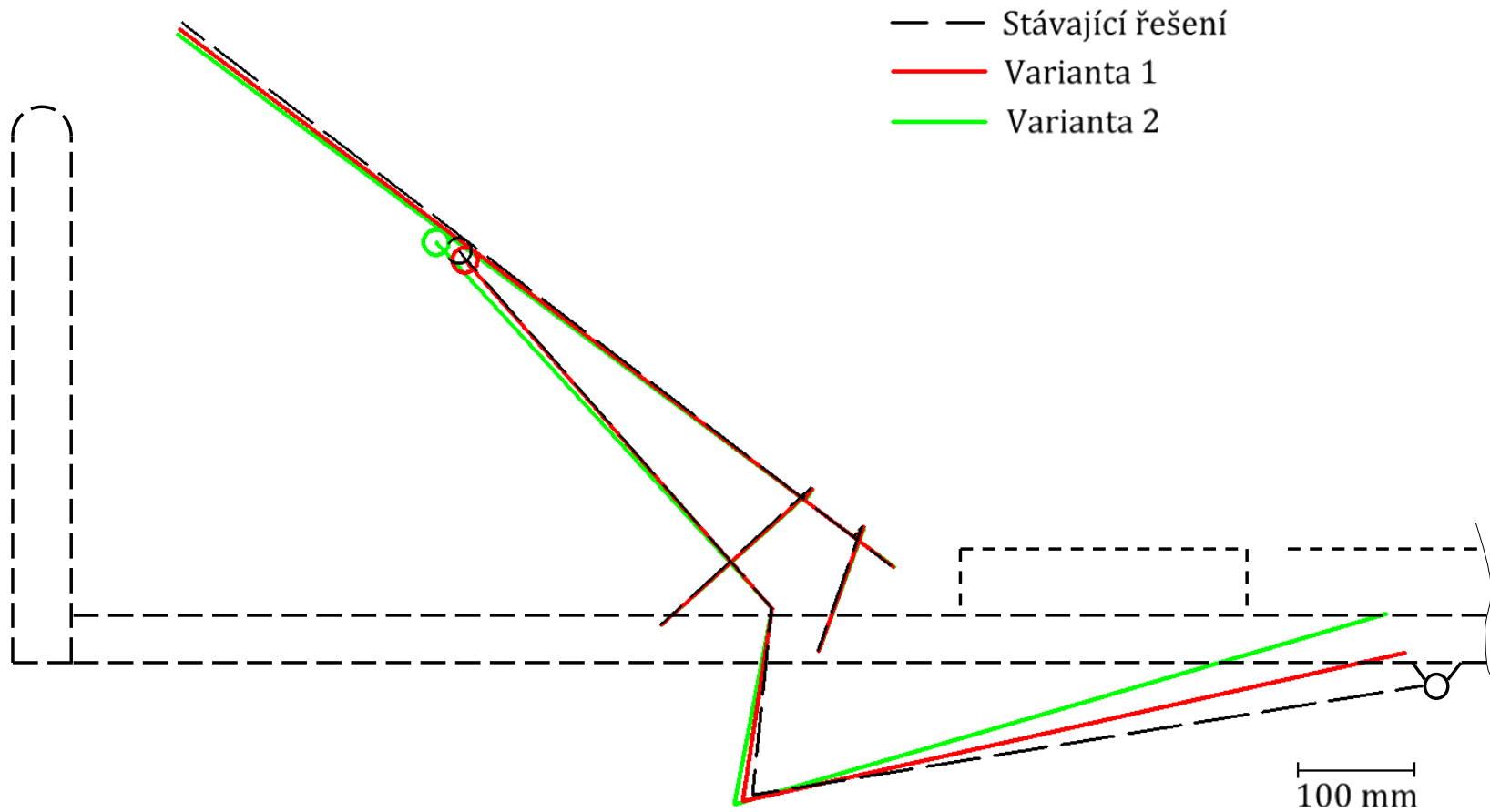


Výsledky syntézy – Typ 1

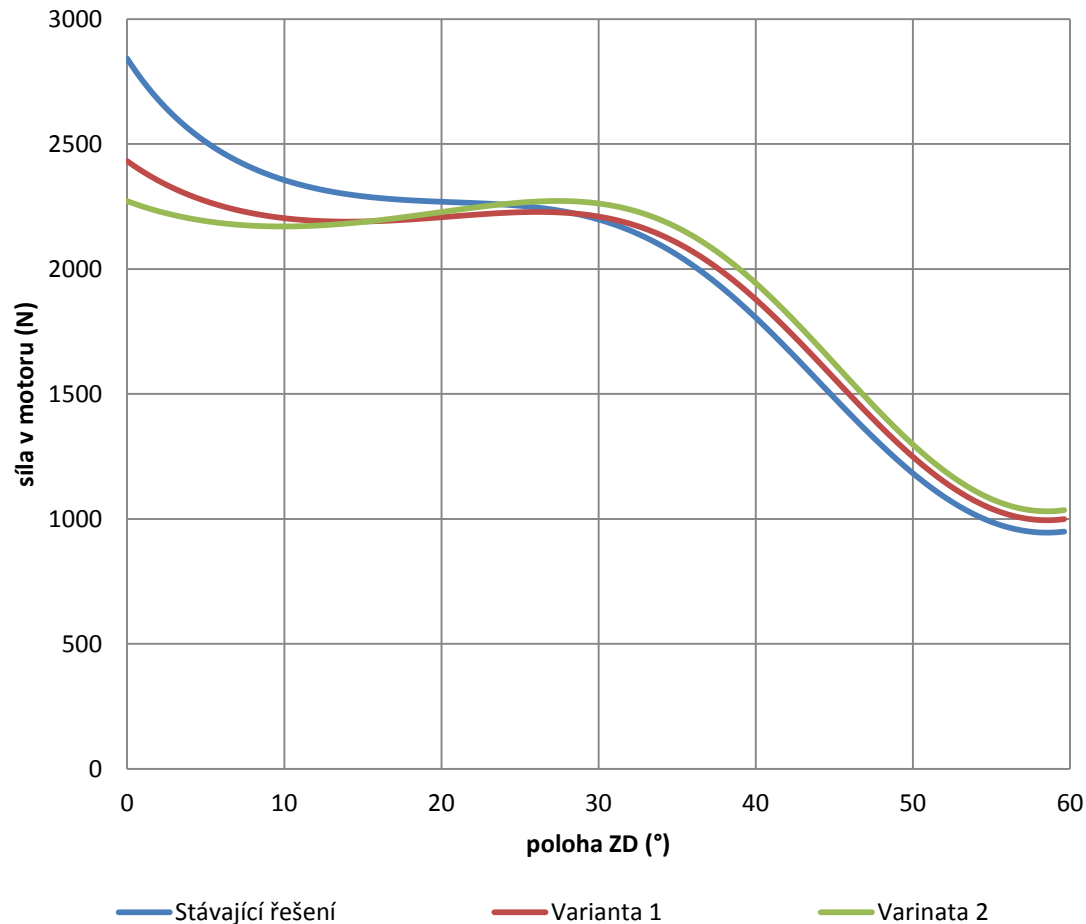


- Odstranění špičky síly v nulové poloze o 13 %, resp. o 21 % u varianty 2
- 3 z 5 parametrů zůstávají na svých okrajových hodnotách
- Jde o parametry „a“, „c“ a „d“

Výsledky syntézy – Typ 2



Výsledky syntézy – Typ 2



- Odstranění špičky síly v nulové poloze o 14 %, resp. o 20 % u varianty 2
- Bod zavěšení motoru má tendenci se dostat co nejvíce nahoru vlevo
- Větší uvolnění parametrů nezpůsobí zásadní změnu rozměrů mechanismu

Závěrem

- Provedl jsem průzkum současných řešení polohování ZD zdravotnického lůžka
- Vypracoval jsem mechanické modely mechanismů
- Provedl jsem parametrickou syntézu na základě vybraných konstrukčních řešeních s ohledem na funkční požadavky

Možná budoucnost

- Zevrubnějšší zkoumání ergonomie zdvihu
- Exaktnější analýza sil a jejich změn v průběhu zdvihu
- Globální začlenění upravených mechanismů do struktury lůžka

Děkuji za pozornost

Jan Ruprich, červen 2013