

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T001 Dopravní a manipulační technika

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Posilovací stroj na posilování rukou pro postižené osoby

Autor: **Bc. Jaroslav ŠOLC**

Vedoucí práce: **Ing. Jiří BARTÁK**

Akademický rok 2013/2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslav ŠOLC**  
Osobní číslo: **S11N0014P**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**  
Název tématu: **Posilovací stroj na posilování rukou pro postižené osoby**  
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

#### Základní požadavky:

Proveďte rešerši týkající se průzkumu trhu posilovacích strojů pro postižené. Rozeberte vhodnou geometrii a ergonomii stroje, pro efektivní posílení jednotlivých svalů paží. S přihlédnutím, že stroj je primárně určený pro handicapované osoby. Navrhněte vlastní posilovací stroj na posilování rukou, za účelem studie možností koncepce. Zhodnoťte vzniklou konstrukci, v případě realizace zařízení porovnejte skutečné vlastnosti s vlastnostmi získanými simulacemi a výpočty.

#### Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

#### Osnova diplomové práce:

1. Vypracování rešerše
2. Specifikace požadavků
3. Návrh konstrukce
4. Simulační výpočet vybraných uzlů
5. Zhodnocení a závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **50-70 stran A4**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.** Příručka strojího inženýra: obecné strojní části. 1, Spoje, otočná uložení, hřídelové spojky, akumulátory mechanické energie.. Praha: Computer Press, 1999

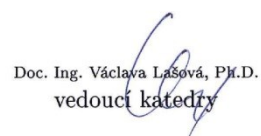
**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.** Příručka strojího inženýra: obecné strojní části. 2, Převodové mechanismy. Praha: Computer Press, 2000

*Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Barták**  
KKS  
Konzultant diplomové práce: **Ing. Tomáš Peleška**  
Smart motion, s.r.o.  
Datum zadání diplomové práce: **23. září 2013**  
Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2014**

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.  
děkan



  
Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. září 2013

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora



# ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Bc. Šolc	<b>Jméno</b> Jaroslav		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2301T001 „Dopravní a manipulační technika“			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení</b> Ing. Barták	<b>Jméno</b> Jiří		
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KKS			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Posilovací stroj na posilování rukou pro postižené osoby			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	99	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	80	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	19
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Úvod této práce je zaměřen na rešerši posilovacích strojů pro postižené i jejich samotné výrobce. Na základě poznatků získaných během konzultací byla sestavena specifikace požadavků kladených na daný technický systém. Práce se dále zabývá vlastním návrhem a popisem součástí stroje, doplněnými o ověřovací a simulační výpočty.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	posilovací stroj, konstrukce, ergonomie, posilování rukou

## SUMMARY SHEET OF DIPLOMA WORK

<b>AUTHOR</b>	Surname Bc. Šolc	Name Jaroslav
<b>FIELD OF STUDY</b>	2301T001 “Transport and handling machinery“	
<b>SUPERVISOR</b>	Surname Ing. Barták	Name Jiří
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Fitness machine for disabled people for strengthening the arms	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2014
----------------	---------------------------	-------------------	-------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	99	<b>TEXT PART</b>	80	<b>GRAPHICAL PART</b>	19
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>	The diploma work is focused on the background of the fitness machines for disabled people and their producers. Based on the knowledge gained during the consultation the specification of requirements for the technical system was prepared. The diploma work also deals with the design and description of the machine components, attached with verification and simulation of calculations.
<b>KEY WORDS</b>	fitness machine, design, ergonomics, strengthening arms

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Jiřímu Bartákovi, konzultantovi Ing. Tomáši Peleškovi a Ing. Petru Bartákovi za výborné vedení při tvorbě této diplomové práce, užitečné profesionální rady a hlavně čas strávený konzultacemi, i když vím, že mnohdy to nebylo jednoduché, vzhledem k absenci praktických zkušeností z mé strany.

Dále děkuji pražskému centru Paraple za uvedení do reálné problematiky handicapovaných a to jmenovitě fyzioterapeutovi Mgr. Jiřímu Pokutovi i ostatním konzultantům.

Nesmím opomenout na podporu ze strany profesorů Západočeské univerzity v Plzni, rodiny a přátel.

## Obsah

Přehled použitých veličin .....	4
1 Úvod a uvedení do problematiky .....	5
2 Rešerše týkající se průzkumu trhu .....	6
2.1 K historii .....	6
2.2 Koncepce posilovacích strojů paží pro postižené .....	6
2.2.1 Venkovní posilovací stroje .....	7
2.2.2 Rehabilitační stroje .....	8
2.2.3 Domácí posilovací stroje .....	9
2.3 Výrobci venkovních strojů pro postižené osoby .....	10
2.3.1 Zahraniční výrobci .....	10
2.3.2 Čeští výrobci .....	10
2.4 Výrobci rehabilitačních stojů pro postižené .....	11
2.4.1 Zahraniční výrobci .....	11
2.4.1 Čeští výrobci .....	11
2.5 Klasické interiérové posilovací stroje .....	12
2.5.1 Zahraniční výrobci .....	12
2.5.2 Čeští výrobci .....	15
2.4 Rozdělení postižení pohybového aparátu .....	16
2.5 Stání příspěvek pro zdravotně postižené .....	17
3 Konstrukce .....	18
3.1 Rám posilovacího stroje .....	18
3.2 Otočná uložení .....	18
3.3 Přenos tažné síly .....	19
3.4 Regulace zátěže .....	20
4 Specifikace požadavků .....	21
4.1 Souhrn základních požadavků .....	21
4.2 Zadání cílů a parametrů stroje .....	22
4.3 Varianty .....	23
4.4 Popis vzniklých variant .....	23
4.5 Výběr optimální varianty .....	24
4.5.1 Odůvodnění kritérií .....	24
4.5.2 Posouzení výsledku .....	25

5	Návrh konstrukce .....	26
5.1	Konstrukce rámu z hlediska ergonomie a cvičební pozice vsedě .....	27
5.1.1	Antropometrické rozměry člověka .....	28
5.1.2	Přehled svalů horní končetiny člověka .....	29
5.1.3	Práce svalů paží těla .....	30
5.1.4	Styčné body při cvičení .....	30
5.2	Vybrané cviky pro posilovací stroj .....	31
5.3	Úrovně nastavení stroje .....	32
5.3.1	Antropometrické rozměry částí lidského těla .....	32
5.3.2	Poloha ovládacích prvků stroje .....	33
5.3.3	Číselné určení poloh pro nastavení rozsahu stroje .....	33
5.3.4	Pojednání o výsledku – nastavení rozsahu stroje .....	34
6	Rozbor navržené konstrukce .....	35
6.1	Hlavní rám (kladkový stroj) .....	35
6.1.1	Rozměry hlavního rámu .....	35
6.1.2	Sestavení hlavního rámu .....	36
6.1.3	Uchycení hlavního rámu do stěny .....	36
6.2	Nerezové vodící profily .....	37
6.2.1	Analytický výpočet zatížení .....	38
6.2.2	Návrh rozměrů vodících profilů .....	42
6.2.3	Výpočet maximálního průhybu .....	43
6.2.4	Uložení vodících leštěných profilů .....	44
6.3	Vertikálně posuvný člen (objímka) .....	44
6.3.1	Kluzná vložka .....	45
6.3.2	Pružinový kolík s tvarovým madlem .....	45
6.3.3	Otočné uložení systému kladek .....	46
6.3.4	Systém kladek .....	46
6.4	Zatěžovací sestava .....	47
6.4.1	Závaží .....	47
6.4.2	Vodící tyče .....	47
6.4.3	Vypružení závaží .....	48
6.4.4	Přenos tažné síly .....	48
6.4.5	Kladky .....	49
6.4.6	Silové poměry na madlech .....	50

6.5 Výklopné rehabilitační šlapadlo pro ruce.....	51
6.5.1 Konstrukce ramena šlapadla.....	51
6.5.2 Otočné uložení ramena.....	52
6.5.3 Plynová vzpěra – zdvih ramena .....	53
6.5.4 Výpočet výtlačné síly vzpěry .....	53
6.5.4 Volba brzdy pro rehabilitační šlapadlo .....	56
6.5.5 Uložení setrvačníku.....	58
7. Pevnostní výpočty s využitím metody konečných prvků.....	63
7.1 Ověření zatížení vodících profilů.....	63
7.2 Zátěžný stav pro horní svařenec rámu s uložení kladek .....	64
7.2.1 Fyzikální model.....	64
7.2.2 Diskretizace a okrajové podmínky .....	64
7.2.3 Výsledky analýzy .....	65
8. Technicko-ekonomické hodnocení .....	67
9. Závěr.....	69
Použité zdroje a software .....	71
1. POUŽITÝ SOFTWARE .....	71
2. KNIŽNÍ PUBLIKACE.....	71
3. PUBLIKACE NA INTERNETU .....	71
4. INTERNETOVÉ ZDROJE .....	71

## Přehled použitých veličin

Veličina	Značka	Zkratka jednotky	Základní jednotka
Čas	$t$	$s$	sekunda
Délka	$l$	$m$	metr
Tloušťka	$t$		
Šířka	$š, b$		
Výška	$h$		
Poloměr	$r$		
Průměr	$d$		
Rozteč	$p$		
Hmotnost	$m$		
Síla	$F$	$N$	newton
Moment síly	$M$	$N.m$	newtonmetr
Napětí	$\Sigma$	$Pa$	pascal
Plocha	$S$	$m^2$	metr čtvereční
Rychlost	$V$	$m/s$	metr za sekundu
Součinitel tření	$F$	-	-
Součinitel bezpečnosti	$K$	-	-
Tuhost	$C$	$N/m$	newton na metr
Úhel	$\alpha,$	$^\circ$	stupeň
Gravitační zrychlení	$G$	$m.s^{-2}$	metr za sek. na druhou
Modul pružnosti v tahu	$E$	$Pa$	pascal
Kvadratický moment	$J_z$	$m^4$	metr na čtvrtou
Průřez. modul v ohybu	$W_o$	$m^3$	metr na třetí

## 1 Úvod a uvedení do problematiky

Pro většinu lidí je dnes běžnou samozřejmostí to, že pokud mají zájem o nějaký sport, nebo si chtějí jen zlepšit fyzickou kondici, snadno mohou ve svém okolí navštívit různá sportoviště, či fitness centra. To jistě není běžný standard pro handicapované osoby, které ať už z jakéhokoliv zdravotního důvodu nemohou bez problémů tyto aktivity vykonávat. Většina těchto lidí má i tak velmi aktivní život, je však velmi důležité, aby mohli rehabilitovat svaly, které ochabují v důsledku opoutání člověka na invalidní vozík. Řešení pro handicapované může být v tom, že si pořídí vlastní posilovací zařízení a užívají ho ve svých domovech bez jakýchkoliv dalších komplikací pro každodenní posilování. Povědomí o fitness zařízení je však takové a realita tomu i odpovídá, že posilovací stroje jsou finančně náročné, statické a zabírají velkou část obytných prostorů. Velké procento strojů není primárně určené pro handicapované a jejich používání postiženými je tak velmi ztížené, či zcela vyloučené.

Jak je uvedeno v následující kapitole 2, na trhu působí pouze několik výrobců posilovacích strojů pro postižené. Ne všechny výrobky se mohou chlubit svou skladností, vhodnou ergonomií pro různé druhy postižení, nebo výhodným poměrem mezi cenou a kvalitou konstrukce.

Za účelem nového návrhu byl vznesen požadavek od jednatele české asociace paraplegiků a pražského centra Paraple na univerzální, domácí posilovací stroj pro postižené, který chybí hlavně na českém trhu a zvládl by procvičit nejdůležitější partie ochabujících svalů vozíčkářů, s minimálními nároky na zástavbové prostory.

Na základě tohoto podnětu vypsala firma Smartmotion, s.r.o. téma této diplomové práce.

*Pražské centrum Paraple pomáhá lidem ochrnutým po poškození míchy, následkem úrazu nebo onemocnění v průběhu života.*



Obrázek 1.: Pražské centrum Paraple<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Paraple.cz: Centrum pro handicapované [online]. 2014 [cit. 2014-01-9]. Dostupné z: [www.paraple.cz](http://www.paraple.cz)

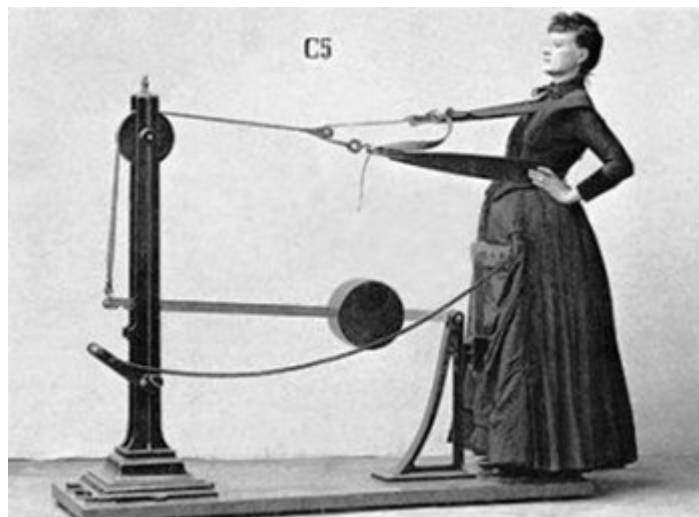


## 2 Rešerše týkající se průzkumu trhu

V dnešní době je na trhu opravdu nespočet výrobců posilovacích strojů, kteří nabízejí na jediné věži možnost posílit různé variace svalů. Ovšem pro osoby se zdravotním postižením už tak široká nabídka není. Tato kapitola je zaměřena na koncepci posilovacích strojů pro postižené a jejich možnosti použití, protože některé vybrané stroje slouží pouze venkovnímu použití a pracují pouze s vlastní vahou cvičence. Jiné plní pouze jeden účel a podobně.

### 2.1 K historii

Lidské tělo se skládá přibližně z 640 svalů a prapůvodem jejich posilování bylo zdvihání těžkých břemen. Účelem bylo mít sílu (Řecko – Řím) na porovnání s ostatními, motivací byla soutěživost. Řekové se tím bavili (hry pod Olympem) - olympijské hry. Následně byla břemena nahrazena činkami a první posilovací stroj přišel na řadu v roce 1960. Jednalo se o běžecký pás, který byl vynalezen konstruktérem Williamem Staubem. První stroje navrhnuté pro lidi se speciálními potřebami byly spíše prototypy vyrobené na míru jednotlivce a o jejich konkrétních konstrukcích není v literatuře zmíněno.<sup>2 3</sup>



Obrázek 2: Historický posilovací stroj, zdroj: <sup>2</sup>

### 2.2 Koncepce posilovacích strojů paží pro postižené

V rámci průzkumu trhu lze stroje rozdělit na tři pomyslné koncepce nabízené na trhu. První a méně rozšířená varianta je stroj, kdy cvičenec využívá hmotnosti vlastního těla jako závaží. Nelze regulovat zátěž, lze pouze navyšovat počet jednotlivých cviků. Druhé a třetí, více populární varianty jsou stroje, které můžeme vyžít v interiérovém prostředí. S tím, že největší rozdíly budou popsány v další kapitole. Rozdělení:

- a) venkovní posilovací stroje pro handicapované,
- b) interiérové rehabilitační stroje pro centra,
- c) domácí posilovací stroje pro handicapované.

<sup>2</sup> Aktin: Internetový magazín o fitness [online]. 2013 [cit. 2013-10-27]. Dostupné z: <http://www.aktin.cz/clanek/788-posilovani-historie-a-charakteristika>

<sup>3</sup> Vibesites.hubpages [online]. 2013 [cit. 2013-10-27]. Dostupné z: <http://vibesites.hubpages.com/hub/The-History-of-Fitness-Equipment#>

### 2.2.1 Venkovní posilovací stroje

Tyto produkty jsou bezpochyby svojí konstrukcí odlišné od běžných posilovacích strojů a svoje využití najdou hlavně na veřejných místech, sportovištích či dětských hřištích. Venkovní prostředí přináší hned několik úskalí. Stroje musí být dobře chráněny proti vlivu počasí, například povrchovými úpravami (zinkováním) či korozivzdorným lakováním ocelových konstrukcí. Ostatní nekovové součásti jako například: měkčené opěrky, dotykové plochy, které musí být vyrobeny z materiálů, které vyhovují nárokům na celoroční používání a dobře odolávají změnám teplot.

Funkčnost venkovních posilovacích strojů pro postižené je zajištěna minimální údržbou pohyblivých uzlů bez vniknutí vody a nečistot. Stroj je zabezpečen proti přemístění či krádeži tak, že jeho střední nosná část je pevně uložena v zemi. Tato část je nejvíce namáhána a proto ukotvení v zemi se běžně provádí betonovými bloky, do kterých je střední část vestavěna. Jak už bylo naznačeno v kapitole 2.2, z principu stroje není možná regulace zátěže. Dráha cvičebního úkonu neboli dráha rukou je převedena přes soustavu pák spojených s plošinou pro vozičkáře. Při pohybu cviku tak dochází ke zdvihání postiženého i s invalidním vozíkem. Hmotnost cvičence a vozíku udává jistý poměr zatížení při daném cviku. Intenzitu cviku lze „regulovat“ pouze počtem opakování.

Výrobce tohoto stroje vyrábí více variant, je však nutné přejíždění cvičence a na jedné pozici lze procvičit jeden i více svalů najednou. Tento venkovní stroj je vyroben v USA firmou Midur Holding, distribuce zasahuje i do České republiky.



Obrázek 3: Venkovní posilovací stroj pro handicapované, výrobce: Midur<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> *strojepisilovaci.cz: Fitness, Wellness, Pilates, Spotr* [online]. 2013 [cit. 2013-11-29]. Dostupné z: <http://www.strojepisilovaci.cz/neomax/eshop/7-1-VENKOVNI-POSILOVACI-STROJE/16-2-FITNESS-PRO-HANDICAPOVANE>

### 2.2.2 Rehabilitační stroje

S rehabilitačními stroji se setkáváme zejména v centrech, důvodem je vyšší pořizovací cena a také možnost, že v určitých případech vypomáhá se cviky či obsluhou samotného stroje kvalifikovaný personál. Využívají se jak pro aktivní tak i pro pasivní cvičení, což je například vhodné k jemnému rozpohybování svalů. Tyto stroje jsou na velmi vysoké technické i ergonomické úrovni, většinou jsou elektronicky řízeny, pohon a zátěž obstarává elektrický motor. Tyto stroje jsou všeobecně známy pod názvem MOTOMED. Elektronickým řízením nejsou vybaveny ve většině případů domácí posilovacího stroje, kde se klade větší důraz na nižší pořizovací cenu.

Stroj na obrázku 3 je ilustrativní, aby vystihl největší rozdíly mezi druhou a třetí kategorií, tedy mezi stroji rehabilitačními a domácími posilovacími stroji. Jako základní přednosti zmíníme hlavně sofistikovanější technickou a ergonomickou úroveň a možnost pomoci od přítomného odborného personálu.



Obrázek 4.: Stroj rehabilitačního centra<sup>5</sup>

<sup>5</sup> *Desmoinesregister.com: Rehabilitation bike aids rehab* [online]. 2013 [cit. 2013-11-2]. Dostupné z: [http://www.desmoinesregister.com/article/20130408/LIFE/304080017/?nclick\\_check=1](http://www.desmoinesregister.com/article/20130408/LIFE/304080017/?nclick_check=1)

### 2.2.3 Domácí posilovací stroje

Koncepce se velmi blíží standardním posilovacím, které vidáme u strojů ve fitness centrech. V místě, kde se běžně nachází sedák, je místo uvolněno pro invalidní vozík.

Mezi největší patří tak zvané „věže“, kde cvičební pozice jsou ze všech čtyř stran. Jejich konstrukce je robustní, zabírají nejvíce místa v prostoru, nehledě na to, že je nelze žádným způsobem uskladnit a zvyšuje se riziko, že se o ně člověk zraní. Lze s nimi také jen velmi obtížně manipulovat. Manipulace je ztížena nejen velkými rozměry, ale i samotnou hmotností. Každá cvičební pozice má totiž svou sadu závaží pro zvyšování zátěže při cvičení a tím pádem pak velmi narůstá již zmíněná hmotnost stroje.

Další posilovací stroje mohou mít pak dvě nebo jedno místo pro cvičence. Dvě posilovací místa jsou umístěna symetricky, kolmo na rovinu symetrie mezi sadami závaží. Rozměry jsou menší a stroj lze lépe využít i ve středně velkých obydlených prostorách. Mezi rozměrově méně náročné posilovací stroje patří ty pro jednu pozici cvičence. Jejich velkou výhodou je, že u některých konstrukcích nemusí postižený člověk ke stroji „couvat“. Zatěžovací systém je zastavěn mimo střed stroje a tím uvolní se přímý vjezd ke z jeho zadní části. Další výhody se týkají skladnosti, hmotnosti a možnosti manipulace při jeho zastavení do prostoru. Nevýhoda je, že do jedné cvičební pozice lze integrovat maximálně tři různé druhy cviků.

K nejmenším strojům k domácímu použití patří různé varianty mechanických či elektronických šlapadel. Tyto stroje jsou kompaktní, snadno přemístitelné a jedním cvikem může postižený procvičit svaly horních končetin. Konkrétní příklad je uveden na obrázku 4.<sup>6</sup>



Obrázek 5.: Domácí šlapadlo<sup>5</sup>



Obrázek 6.: Interiérový posilovací stroj, uchycený do zdi<sup>7</sup>

<sup>6</sup> *Answers.sears.ca: Activ Cycle Motor-assisted Exerciser* [online]. 2014 [cit. 2014-01-13]. Dostupné z: [www.answers.sears.ca/answers/1367-en\\_ca/product/606-000753145-7101/activ-cycle-activ-cycle-activ-cycle-motor-assisted-exerciser-questions-answers/questions.htm](http://www.answers.sears.ca/answers/1367-en_ca/product/606-000753145-7101/activ-cycle-activ-cycle-activ-cycle-motor-assisted-exerciser-questions-answers/questions.htm)

<sup>7</sup> *Medgadget.com: Inclusive Fitness Equipment* [online]. 2013 [cit. 2013-11-28]. Dostupné z: [http://www.medgadget.com/2009/07/the\\_access\\_inclusive\\_fitness\\_equipment.html](http://www.medgadget.com/2009/07/the_access_inclusive_fitness_equipment.html)

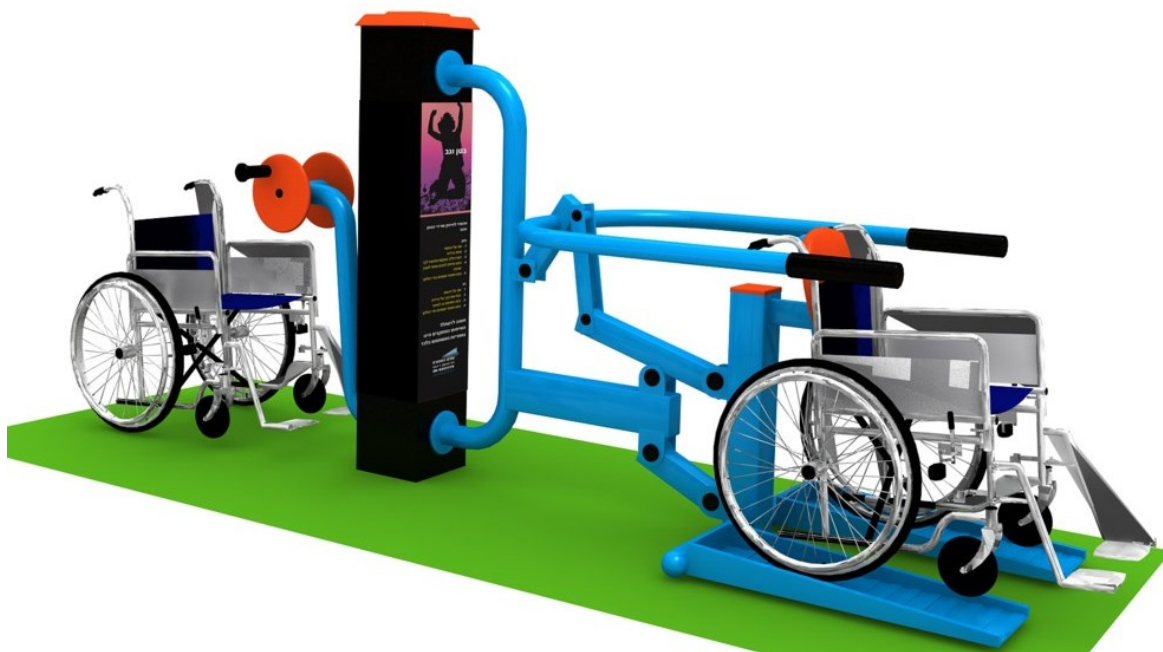
## 2.3 Výrobci venkovních strojů pro postižené osoby

Výrobci v této kategorii není mnoho, výrobci se nezaměřují pouze na produkci venkovních posilovacích strojů, ale i na zařízení pro vyžití na dětských hřištích, či multifunkčních sportovištích.

### 2.3.1 Zahraniční výrobci

**Midur**      [www.midur.eu](http://www.midur.eu)

Výrobce se původně zabýval vybavením pro komerční sporty jako fotbal a basketbal, dále rozšířil portfolio o další segmenty sportu, včetně posilovacích strojů. Centrum výroby je v USA.



Obrázek 7.: Venkovní posilovací stroj<sup>8</sup>

#### Základní informace stroje:

- k procvičení horní poloviny těla, zejména ramen,
- prodejní cena stroje činí 60 499 Kč.

### 2.3.2 Čeští výrobci

Na českém trhu nebyl nalezen žádný výrobce zabývající se konstrukcí zmíněných posilovacích strojů, v ostatních případech se jedná pouze o zahraniční distribuci.

<sup>8</sup> [midur.eu](http://www.midur.eu): *Fitness, Wellness, Pilates, Sport* [online]. 2013 [cit. 2013-11-29]. Dostupné z: <http://www.midur.eu/Posilovaci-stroj-pro-handicapovane-03-d294.htm?tab=description>



## 2.4 Výrobci rehabilitačních strojů pro postižené

Kořeny těchto strojů sahají do Německa a zámoří. V nabídce je velké množství variant, které se liší hlavně funkcemi, velikostí, ale hlavně také cenou.

### 2.4.1 Zahraniční výrobci

**Motomed** [www.motomed.com](http://www.motomed.com)

Sofistikovaný rehabilitační stroj vyšší cenové kategorie, jeho základní předností je aktivní, pasivní či asistovaný trénink. Výrobce má sídlo v Německu, dceřinná společnost Reck se zabývá vývojem motorů pro tyto stroje.



Obrázek 8.: Motomed viva 2 light<sup>9</sup>

#### Základní informace o stroji:

- Příklad vybaven software pro plánování tréninku, motivační, či tréninkové hry, barevný displej a velká dotyková tlačítka.
- Prodejní cena stroje: 93 393 Kč (3 479 EUR).

### 2.4.1 Čeští výrobci

Na českém trhu nebyl opět nalezen žádný výrobce zabývající se konstrukcí zmíněných posilovacích strojů, v ostatních případech se jedná pouze o zahraniční distribuci.

<sup>9</sup> *motomed.com: movement therapy for a better quality of live* [online]. [cit. 2014-02-19]. Dostupné z: <http://www.motomed.com/en/models/motomed-viva2-light.html>

## 2.5 Klasické interiérové posilovací stroje

Dlouhodobě se této problematice věnují hlavně na západ od České republiky a v USA. V zahraničních zemích je výrobců celá řada, ale mezi českou konkurencí je výrobců jen minimum. Mezi největšího českého výrobce fitness zařízení patří firma Grün sport, ve své nabídce však posilovací stroj pro handicapované nemají.

### 2.5.1 Zahraniční výrobci

Jak už bylo řečeno v předchozím odstavci, podpora osob se sníženou pohybovou schopností ve vyspělých světových zemích je na vysoké úrovni. Existuje mnoho firem zabývajících se konstrukcí a stavbou techniky, jež slouží pro zkvalitnění běžného života a možnosti zlepšení fyzické kondice.

#### **Sportaid** [www.sportaid.com](http://www.sportaid.com)

Významný výrobce a distributor veškerého zařízení pro handicapované lidi se sídlem nedaleko Atlanty, který působí na trhu od roku 1987. Sortiment je velice rozmanitý, hlavním produktem jsou invalidní vozíky určené pro sportovní vyžití, závodní vozíky, tříkolky, a v neposlední řadě posilovací stroje. Z celého portfolia je uveden zástupce - univerzální stroj na posílení většiny svalů horní poloviny těla. Je zaveden pod výrobním názvem: Apex Challenge Circuit 7000 Workout Machine. Konstrukce je ocelová, svařovaná a z tří pozic je možné procvičit minimálně pět jednotlivých svalů. Regulace zátěže je standardně sadou závaží a převod na pohybu na závaží je zajištěn kladkami a ocelovými a silonovými lanky.<sup>10</sup>



Obrázek 9.: Apex Challenge Circuit 7000 Workout Machine<sup>10</sup>

<sup>10</sup> *sportaid.com: Wheelchairs and stuff* [online]. 2013 [cit. 2013-11-2]. Dostupné z: [www.sportaid.com](http://www.sportaid.com)

### **Cybox-Chest Press** [www.cyboxintl.com](http://www.cyboxintl.com)

Výrobce opět z USA, který je přední výrobcem fitness zařízení. Jeho popularitu podtrhuje velký počet patentů v oblasti posilovacích strojů. Průkopnické znalosti využívá i při konstrukci produktů pro fyzicky postižené osoby. Poznávacím znakem je možnost používání stroje jak postiženými, tak i zcela zdravými lidmi. Princip spočívá v polohovatelnosti sedáku, který lze v případě použití vozičkáři snadno posunout a uvolní se tak prostor pro zajištění invalidního vozíku. Na obrázku 9 je zobrazen model Chest Press firmy Cybox v poloze sedáku pro cvičení fyzicky postižených osob na invalidním vozíku.<sup>11</sup>



Obrázek 10: Cybox-Chest Press

### **HUR** [www.huruk.co.uk](http://www.huruk.co.uk)

Britský výrobce posilovacích strojů a rehabilitačního zařízení. K regulaci zátěže používá pneumatický systém. Ke stroji se se zajíždí ve směru jízdy invalidního vozíku. Na obrázku 10 je model IFI- Inclusive Fitness Initiative.<sup>12</sup>



Obrázek 11.: Inclusive Fitness Initiative, výrobce HUR

<sup>11</sup> Company Cybox, [online]. 2013 [cit. 2013-11-3]. Dostupné z: <http://www.cyboxintl.com/total-access-chest-press.aspx#>

<sup>12</sup> Company HUR, [online]. 2013 [cit. 2013-11-3]. Dostupné z: <http://www.huruk.co.uk/products/ifi/ifi.html#>



**Uppertone**                      *www.gpk.com*

Firma opět původem z USA, působí zde již od roku 1980. Specializace strojů je zaměřena na samostatnost obsluhy při cvičení.



Obrázek 12.: Posilovací stroj Uppertone<sup>13</sup>

Základní informace o stroji:

- Možno provést až 16 cviků,
- váha bez závaží 93 kg.
- Prodejní cena stroje:                      75 529 Kč (3 599 USD).

**Krankcykle**                      *www.krankcykle.com*



Obrázek 13.: Posilovací stroj Krankcykle<sup>14</sup>

Základní informace o stroji:

- Váha: 76 kg, délka: 1460 mm, šířka: 704 mm, výška: 1190 mm.
- Prodejní cena stroje:                      55 560 Kč.

<sup>13</sup> *Livingspinal.com*, [online]. [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.livingspinal.com/Uppertone-Unassisted-Muscle-Strengthening-System-p/gpk-ut93a.htm>

<sup>14</sup> *Krankcykl.com*, [online]. [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.krankcycle.cz/krankcycle-by-matrix/popis-stroje-krankcycle>

## 2.5.2 Čeští výrobci

Výroba standardních posilovacích strojů je v České republice na dobré úrovni, není však vždy rozšířena o stroje použitelné pro vozíčkáře. V reálném případě je nabídka strojů pro postižené pouze od firmy LAX, jde však jen o jedinou firmu v České republice, v ostatních případech se jedná spíše o prototypové či malosériové produkty vyráběné díky podnětu konkrétního zájemce, nežli za účelem zisku a obchodního úspěchu.

### **LAX**      *www.lax.cz*

Tradiční český výrobce posilovacích strojů a rehabilitačního zařízení. V nabídce je mnoho modelů pro fyzicky postižené osoby, které je dále možno modifikovat dle potřeb a přání zákazníka. Stroje jsou vhodné na procvičení jedno i více svalů. Variabilita sedáku nabízí používat stroj i lidmi bez postižení. Zobrazený model Reha je určený k procvičení tricepsového svalu. Sedák stroje je odnímatelný a posuvný po nerezovém jáklu v kluzném vedení čtvercového průřezu. Polohu sedáku zajišťuje pružinový kolík. Systematicky odstupňované, kalibrované závaží je vedeno přes leštěné nerezové tyče. Pro tichý chod jsou závaží osazena kluznými samomaznými pouzdry. Celá sestava závaží dosedá na pryžové bloky pro zmírnění rázů a hluku.<sup>15</sup>



Obrázek 14: Reha, výrobce Lax<sup>6</sup>

Základní rozměry stroje:

- Výška: 1700 mm, délka: 1600 mm, šířka: 750 mm,
- Prodejní cena stroje: 52 990 Kč.

<sup>15</sup> LAX fitness systems – posilovací stroje [online]. 2013 [cit. 2013-11-3]. Dostupné z: <http://www.lax.cz/k-10-posilovaci-stroje--rehabilitacni--br-posilovaci-stroje.html>

## 2.4 Rozdělení postižení pohybového aparátu

Hlavní rozdělení tělesných postižení:

1. Vrozené postižení
2. Postižení utrpěné během života

**Klasifikace tělesných postižení:**

**Dětská mozková obrna** začíná už v předporodním věku a postihuje pacienta celý život. Obrna je postižení periferní nebo centrální nervové soustavy. Periferní obrna zasahuje obvodové nervstvo, tedy nervstvo končetin, u centrálních obrn je zasažen mozek a mícha. Podle intenzity poškození můžeme rozlišit parézy, tedy částečné ochrnutí a plegie, úplné ochrnutí.<sup>16</sup>

**Lidé s těžkou vadou nosného nebo pohybového ústrojí.** Nejčastější se jedná o mechanicky poškozenou míchu a následné upoutání na invalidní vozík. Další případ je, že se s handicapem člověk narodil. Stroj by měl vyhovovat stavu diagnózy tak zvané nízké míšní léze, kdy je zachována stabilita trupu a pohyby v horních končetinách. Nízké míšní léze jsou v oblasti od Th12 až k L1-2 - pod obratlem L2 už totiž mícha končí a začínají periferní nervy, takže při jejich poškození dochází pouze k periferním parézám a ne celkovému ochrnutí dolních končetin.

Za těžkou vadou nosného nebo pohybového ústrojí se dále považuje:

- a) anatomická ztráta obou dolních končetin v bércích a výše,
- b) funkční ztráta obou dolních končetin na podkladě úplné obrny (plegie) nebo těžkého ochrnutí,
- c) anatomická ztráta podstatných částí jedné horní a jedné dolní končetiny v předloktí a výše a v bérce a výše,
- d) funkční ztráta jedné horní a jedné dolní končetiny na podkladě úplné obrny (plegie) nebo těžkého ochrnutí,
- e) ankylóza obou kyčelních kloubů nebo obou kolenních kloubů nebo podstatné omezení hybnosti obou kyčelních nebo kolenních kloubů pro těžké kontraktury v okolí,
- f) ztuhnutí všech úseků páteře s těžkým omezením pohyblivosti alespoň dvou nosných kloubů dolních končetin,
- g) těžké funkční poruchy pohyblivosti na základě postižení tří a více funkčních celků pohybového ústrojí s případnou odkázaností na vozík pro invalidy; funkčním celkem se přitom rozumí trup, pánev, končetina,
- h) disproporční poruchy růstu provázené deformitami končetin a hrudníku, pokud tělesná výška postiženého po ukončení růstu nepřesahuje 120 cm,
- i) anatomická nebo funkční ztráta končetiny
- j) anatomická nebo funkční ztráta obou horních končetin,
- k) anatomická ztráta dolní končetiny ve stehně s krátkým pahýlem s krátkým pahýlem bez možnosti oprotézování nebo exatrikulace v kyčelním kloubu.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Diplomová práce, Bc. Hana Procházková, *Ergoterapie u osob s tělesným postižením* [online] 2011. [cit. 2014-01-14]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/363442/pedf\\_m/Diplomova\\_prace.txt](http://is.muni.cz/th/363442/pedf_m/Diplomova_prace.txt)

<sup>17</sup> *Liga vozíčkářů* [online]. 2013 [cit. 2013-11-5]. Dostupné z: [www.ligavozick.skynet.cz/ip/zdravotni%20indikace.pdf](http://www.ligavozick.skynet.cz/ip/zdravotni%20indikace.pdf)

### **Senioři se sníženou mírou pohyblivosti**

Snížený rozsah pohybu v kloubech, snížená svalová síla, záměrně zde nejsou uvedeny konkrétní diagnózy, protože se může jednat o různé variace pohybového omezení.

**Jiná onemocnění** u této kategorie lze zmínit především nádorová onemocnění, či onemocnění mozkového původu, atd.

**Centrální paréza (plegie) míšního původu**, ta se v základu dělí na následující:

**Paraparéza** je definována jako poranění v nejnižší části páteře a jedná se o takzvané nekompletní poranění míchy, což zapříčiňuje zhoršenou funkci postižených částí těla. Člověk je samostatný a nepotřebuje k pohybu invalidní vozík. Motorika rukou není omezena a je tudíž možno obsluhovat zařízení pro soběstačnost. Jelikož je soběstačnost na vysoké úrovni, je na to brán zřetel při konstrukci posilovacího stroje.

**Paraplegie** je definována jako poranění páteře (míchy) v hrudní části a jedná se o takzvané kompletní poranění míchy, což způsobuje celkové ochrnutí postižených částí těla. A to pouze dolních končetin, případně trupu. Paraplegie může být různého rozsahu, podle toho v jaké části páteře je mícha porušena. Obecně však plyne, že člověk je upoutaný na invalidní vozík a ruce jsou plně pohyblivé. Z tohoto faktu vyplývá, že stroj musí být navrhnout pro pozici v sedu na invalidním vozíku a ergonomické prvky v prostoru dosahu rukou.

**Kvadruplegie** je definována jako poranění páteře v segmentu nad hrudí (krční páteř). V tomto případě jsou postiženy horní, dolní končetiny i trup. Rozsah postižení horních končetin je opět závislý na poloze poranění míchy, v krční oblasti míchy se nachází nervová plet' a při porušení není postižený schopen ani spontánního dýchání. Závislost na druhé osobě je ve většině případů dosti značná, záleží opět na postižení podle výšky léze. Pokud chce konstruktér vyhovět nárokům této skupiny lidí, musí stroj splňovat vysoké ergonomické, sofistikované parametry. Je nutné mít na paměti, že tato slupina lidí má i silné poruchy jemné motoriky.<sup>18</sup>

## **2.5 Stání příspěvek pro zdravotně postižené**

**Příspěvek na zvláštní pomůcku**, zákon č. 329/2011 Sb., o poskytování dávek osobám se zdravotním postižením.

V zákoně není přesně uvedeno ani vyloučeno, zda se tento příspěvek vyplácí při zakoupení posilovacího stroje pro postižené. Jedná se o jednorázovou a nárokovou dávku, která je určena osobám tělesně postiženým.

Zdravotní kompenzační pomůcky jsou pojištěncům na návrh ošetřujícího lékaře hrazeny za účelem pokračování léčebného procesu.

Příspěvek klientům na zakoupení ostatních neregistrovaných zdravotnických prostředků či pomůcek mimo rámec všeobecného zdravotního pojištění není poskytován, což je případ právě posilovacího stroje.<sup>19</sup>

<sup>18</sup> *Diplomová práce*, Bc. Štěpán Červený, *Handbike pro tělesně postižené* [online] 2011. [cit. 2013-12-1]. Dostupné z: [www.portal.zcu.cz](http://www.portal.zcu.cz)

<sup>19</sup> *E-mailová korespondence*, Mgr. Stanislava Kottbauerová, *Kontaktní centrum služeb klientům VZP ČR* [online] 2011. [cit. 2013-12-1]. Dostupné z: [info@vzp.cz](mailto:info@vzp.cz)

### 3 Konstrukce

Kapitola se týká popsání hlavních částí a pohyblivých, konstrukčních uzlů, o kterých je zmíněno v následující kapitole tj. specifikace požadavků.

#### 3.1 Rám posilovacího stroje

Hlavní nosná část je přizpůsobena cviku a poloze cvičícího. Rám je svařovaný převážně z ocelových profilů obdélníkového či kruhového průřezu. Některé části rámu jsou propojeny šroubovým spojením. Přes rám je přenášeno veškeré zatížení, tudíž jeho konstrukce musí být dostatečně tuhá s požadovanou nosností.



Obrázek 15.: Nosný rám<sup>20</sup>

#### 3.2 Otočná uložení

V tomto segmentu trhu se používají dva základní druhy otočných uložení – valivá a kluzná. Hlavní výhodou valivých ložisek je nižší valivý odpor a tím pádem vyšší účinnost (0,98). Nevýhody jsou vyšší pořizovací cena a větší zástavbové rozměry. Kluzná pouzdra jsou cenově výhodnější a rozměrové nároky na zástavbu jsou minimální. Vyznačují se také tichým chodem bez vibrací. Další variací mohou být valivá lineární ložiska.



Obrázek 16.: Valivé ložisko SKF<sup>21</sup>



Obrázek 16.: Kluzné samomazné ložisko s přírubou PTFE

<sup>20</sup> Grunsport.eu: Fitness zařízení [online]. 2014 [cit. 2014-01-9]. Dostupné z: [www.grunsport.eu](http://www.grunsport.eu)

<sup>21</sup> Skf.com: [online]. 2014 [cit. 2014-01-9]. Dostupné z: [www.skf.com](http://www.skf.com)

### 3.3 Přenos tažné síly

Síla svalů paží může být přenášena přes pletená polyamidová (PA), polypropylenová (PPV) multifilamentní, či polypropylenová (PP) lanka či pásy. Při extrémních zátěžích může být použita aramidová šňůra. Vlastnosti těchto materiálů mají svá specifika, ale mezi největší přednosti lze vyzdvihnout především nízkou hmotnost a bezúdržbový chod. Dále si zachovávají mechanické vlastnosti (ohebnost a měkkost). Osy rotace jednotlivých kladek mohou být bez problému mimoběžné, lze tedy měnit směr vedení lanka. Obdobu této varianty je ocelové lanko.

Jiná možnost je ocelový, článkový řetěz. Při zvolení maximální zátěže nedochází k zratelnému prodlužování. Drobná nevýhoda je, zhoršená změna směru řetězu a hlučnější chod, oproti pleteným lankům.

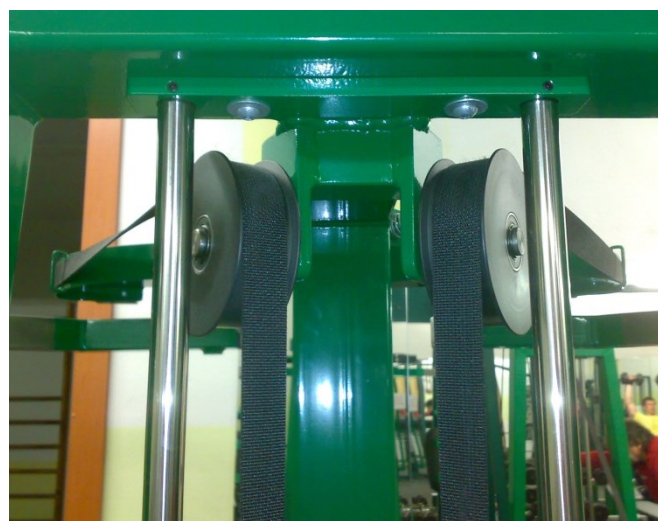
- a) ocelový řetěz
- b) pletené lanko
- c) pletený pás



Obrázek 17.: Přenos síly - válečkový řetěz



Obrázek 18.: Přenos síly - pletené lanko



Obrázek 19.: Přenos síly - pletený pás



### 3.4 Regulace zátěže

Co se týká regulace zátěže posilovacích strojů, z nejrozšířenější jsou ocelová závaží, které jsou vedena přes vodící tyče. Posilovací účinek je lineární při tahu i tlaku svalu. Neposlední variantou jsou pístnice, největší výhodou jsou jejich malé zástavbové rozměry s možností jemné regulace. Nevýhoda pístnic je jejich vysoká pořizovací cena spojená s nároky na utěsnění pohyblivých částí. Jako cenově nejdostupnější variantu lze použít tažné vinuté pružiny a regulaci lze řešit navyšováním jejich počtu v systému.

- a) ocelová závaží
- b) hydraulická (pneumatické) pístnice
- c) vinuté tažné pružiny



Obrázek 20.: Regulace zátěže - ocelová závaží<sup>22</sup>



Obrázek 21.: Regulace zátěže – hyd. pístnice



Obrázek 22.: Regulace zátěže - vinuté pružiny

<sup>22</sup> Grunsport.eu: Fitness zařízení [online]. 2014 [cit. 2014-01-9]. Dostupné z: [www.grunsport.eu](http://www.grunsport.eu)

## 4 Specifikace požadavků

V následující kapitole je kladen důraz na specifikaci základních požadavků, důležitých pro výsledný technický systém. Tento soubor informací poslouží nejen k ujasnění si hlavních parametrů technického zařízení, ale i k nastavení mantinelů, které by neměly být při následné realizaci překročeny. Aby se dal projekt považovat za úspěšný, měly být mantinely nastaveny tak, aby byl výsledný technický systém na vyšší technické úrovni, při srovnatelných, či nižších výrobních nákladech, než konkurenční posilovací stroje uvedeni v kapitole 2.

### 4.1 Souhrn základních požadavků

Pro samotný návrh stroje jsou směrodatné následující specifikace:

- a) **konstrukce,**
- b) **ergonomie,**
- c) **doplňky,**
- d) **ekonomické hledisko.**

Požadavek	Hodnota
<b>Konstrukce</b>	
Rozměry stroje	d,v,š 2000x1500x1250 [mm]
Zástavbové rozměry	1.5 - 2 [m <sup>2</sup> ]
Hmotnost	maximálně 100 [Kg]
Hlavní rám	uzavřené profily, výpalky
Technologie výroby	svařování/ šroubový spoj
Vhodnost pro osoby	postižené/bez postižení
Vhodnost pro postavy	99 % muž – 1 % žena

<b>Ergonomie</b>	
Cvičební pozice	Jedna, dvě
Stabilita v cvičební pozici	vysoká
Počet cviků na stroji	minimálně 3
Stupně zátěže	začátečník/pokročilý

<b>Doplňky</b>	
Čep do záv. na spirále - pád	Jeden
Motivační zařízení	jedno

<b>Ekonomické hledisko</b>	
Výrobní náklady	nízké
Provozní náklady	maximálně 500 [Kč/rok]
Prodejní cena	maximálně 35 000 [Kč]

Tabulka 1.: Souhrn základních požadavků

Doplňující souhrnné požadavky:

**Biomechanika,** vhodnou konstrukcí zajistit správné držení těla (vsedě) při cvičebních úkonech u rozdílných výškových kategorií osob.



## 4.2 Zadání cílů a parametrů stroje

Na základě spolupráce s jednatelem České asociace paraplegiků – CZEPA a následných návštěvách v pražském centru Paraple byl vznesen požadavek na posilovací stroj, který musí být uchycený na zeď, aby co nejméně ovlivnil prostory povětšinou malých bezbariérových bytů handicapovaných lidí. Druhý základní parametr se týká samotných cviků a to kombinace anaerobního cvičení – nejlépe šlapadla pro ruce a kombinace cviků zaměřujících se na svaly, které ochabují při dlouhodobém upoutání na invalidní vozík (prsá, ramena, záda). Po konzultacích a probrání jednotlivých cviků se sportovním terapeutem Mgr. Jiřím Pokutou, zaměstnancem pražského centra Paraple.



Obrázek 23.: Pražské centrum Paraple<sup>23</sup>

### Konkrétně stanovené cíle:

- Co nejmenší půdorysné rozměry – uchycení stroje ke stěně,
- zástavba šlapadla a cviků zaměřených na prsní, ramenní a zádové svalstvo,
- použitelnost pro různé váhové, výškové kategorie osob a odlišné stupně postižení,
- správná ergonomie,
- nízká hmotnost stroje s požadovanou tuhostí,
- průchodnost stroje otevřenými dveřmi (2100 x 900) mm,
- pořizovací cena do 30 000 Kč,
- dotykové plochy z biologicky snášených a vodě odolných materiálů,
- zajištění maximální bezpečnosti při cvičení,
- zajištění pohyblivých částí při absenci úchopů rukou,
- nenákladná výroba za použití dostupných technologických postupů,
- minimální náročnost na údržbu.

<sup>23</sup> Paraple.cz: Centrum pro handicapované [online]. 2014 [cit. 2014-01-9]. Dostupné z: [www.paraple.cz](http://www.paraple.cz)

### 4.3 Varianty

V následující tabulce 2 jsou vyobrazeny tři varianty konstrukčních řešení posilovacího stroje na posílení rukou pro handicapované osoby. Kombinací parametrů (buněk tabulky) lze vytvořit více možných variant. Pro jednu variantu může být z řádku zvolena pouze jedna buňka tabulky. Cílové varianty jsou doplněny komentářem, odůvodněním a zhodnocením.

Parametr		Požadavky na parametry			
		1	2	3	4
1.1	Možnosti koncepce	Venkovní stroj	Pro fitness centra	Pro rehabilitační centra	Domácí stroj
1.2	Statika stroje zajištěna	Půdorysnými rozměry	Upevněním ke zdi	Jiné řešení	
1.3	Stupeň postižení	Kvadruplegie	Paraplegie	Parapareza	Většina postižení
2.1	Přenos tahových sil	Mechanicky	Pouzdrový řetěz	Oc. lanko (vinil. potah)	PA/PES lanka
2.2	Převod pohonu	Kladky/kluzné lož.	Kladky/valivé lož.	Pákový převod	
2.3	Druh zátěže	Bez nastav. (vl. hm.)	Nastavitelná		
2.4	Regulace zátěže pos.	Sada závaží	Hydraul. pístnice	Pneumatická pístnice	Taž. vin. pružiny
2.5	Regulace zát. anaerob.	Setrvačnik	Elektro/magnetická	Elektro/rekuperace	Ventilátor
3.1	Obsluha	Samoobslužný	S výpomocí	Kombinace	
3.2	Počet cvičeb. pozic	Jedna	Dvě	Tři	Věž (čtyři)
3.3	Poč. cviků na 1 pozici	Jeden - dva	Tři - čtyři	Více	
3.4	Aretace změn polohy	Pružinový čep	Kolík	Jiné řešení	

Tabulka 2.: Morfologická matice

### 4.4 Popis vzniklých variant

**Varianta číslo 1 (červená):** Síla svalů paží je přenášena přes pletená polyamidová (PA), případně polyesterová (PES) lanka. Při extrémních zátěžích může být použita aramidová šňůra. Přednosti těchto lanek jsou především nízká hmotnost a bezúdržbový chod. Dále si zachovávají mechanické vlastnosti (ohebnost a měkkost). Lanko je vedeno přes systém kladek uložených na valivých ložiskách, která zajišťují klidný chod a nízký valivý odpor [f]. Velikosti zátěže při cvičení je volena přes sadu kalibrovaných závaží, odstupňovaných po 2,5 kilogramech. Rám stroje je navržen tak, aby splňoval uchycení ke zdi přes šroubový spoj. Variace cviků je uzpůsobena pro optimální cvičební polohu odpovídající postavě jednotlivce. U takto netradičně řešeného rámu je sada závaží umístěna v zadní části stroje. Změna nastavení poloh je možná fyzickou silou člověka. Anaerobní cvik je řešen formou šlapadla.

**Varianta číslo 2 (modrá):** V tomto případě je síla svalů paží přenášena přes klasický ocelový pouzdrový řetěz, který se běžně používá u bicyklů či malých motocyklů. Lze použít i válečkový řetěz v případě, že jsou použity kladky, určené pro tento typ řetězu. Střední obvodová část kladky je vyvýšena pro odvalování válečků. I v tomto případě je převod vedený přes systém kladek. Realizace regulace zátěže je řešena opět sadou závaží, jelikož se

jedná o výhodný cenový kompromis. Při realizaci přenosu tahových sil řetězem je nutné mít na mysli, že je obtížná změna směru pohybu, což neplatí pro lanka.

**Varianta číslo 3 (žlutá):** I tato koncepce je navržena jako stroj pro vnitřní použití. Síla paží je vedena přes pákový mechanismus přímo k pneumatické jednotce. Pro aretaci stavějících prvků ve zvolené poloze je navržen vlastní způsob řešení. Tato třetí varianta řešení nemusí být konečná, v našem případě se však zaměříme na tři základní verze.

## 4.5 Výběr optimální varianty

Varianta č.	Kritérium								
	Cena	Ergonomie	Biomechanika	Hmot.	Nár. údržby	Manipul.	Dynamika	Σ	Poř.
1	4	4	4	3	4	3	3	96	1.
2	3	4	5	2	4	2	3	90	2.
3	2	4	3	4	2	4	4	82	3.
<b>Váha 5-1</b>	5	5	4	3	4	2	3	-	-

Tabulka 3.: Výběr optimální varianty

### 4.5.1 Odůvodnění kritérií

**Cena** je velmi důležitý aspekt. Výrobní a pořizovací ceny jsou samozřejmě odlišné, ale určují, jak si výrobek bude stát mezi konkurencí. V tomto případě je cena, ruku v ruce s kvalitní konstrukcí, klíčová. Velmi záleží na kompromisu ceny a kvalitních materiálů použitých pro výrobu. V případě posilovacího stroje se největší cenový rozptyl týká způsobu stavby hlavního rámu a použitých komponent. Další cenový rozdíl je v regulaci zátěže, mezi nejvíce finančně náročným je možné zmínit hydraulické či pneumatické vyvození zátěže. Cena má v tabulce nejvyšší možnou hodnotu váhy, čím nižší cenu přepokládáme tím vyšší bodové ohodnocení získá navrhovaná varianta.

**Ergonomie** nese opět nejvyšší hodnotu důležitosti. Pokud by byl stroj nevhodně ergonomicky navržen, byl by pro lidi upoutané na invalidní vozík jen obtížně použitelný. Toto kritérium se týká správné a pohodlné cvičební pozice u stroje a také dostupnosti všech manipulačních prvků z pozice vsedě, s vhodnou oporou zad. Důležitým předpokladem je, že stroj lze používat bez přisedání z invalidního vozíku. Pro specifikaci stroje, který je přišroubovaný ke zdi, je však obtížné dosáhnout na nejvyšší bodové ohodnocení.

**Biomechanika** se zabývá analýzou sportovních výkonů a základních pohybů lidského těla. V našem případě se jedná i o biomechaniku funkčního posilovacího sportovního (rehabilitačního) zařízení. Biomechanika je důležitá i při zdokonalování techniky pohybu a zároveň kombinuje funkční znalosti z různých vědních oborů. Jako například: anatomie, mechanika a fyziologie. Cvičení na posilovacím stroji vychází z přirozených pohybů a pohyb je přizpůsobený maximální efektivitě posílení daného svalu. Z více cviků na jednom stroji je komplikovanější dodržení správné biomechaniky. Pro zmíněné kritérium platí přímá úměra, tj. čím vyšší bodové skóre, tím je pro cviky stroj lépe ergonomicky navržený.

**Hmotnost** posilovacích strojů má přímý vliv na stabilitu stroje a na obtížnost jeho přesunu. Pokud má stroj své místo v menších prostorách, je jakákoliv možnost přesunu nebo částečné skladnosti výhodou. Významně se na hmotnosti stroje podílí regulace zátěže realizovaná kalibrovanou sadou závaží. Čím je kritérium výše bodově ohodnoceno, tím je stroj lehčí a je lépe hodnocen.

**Náročnost údržby** je kritériem, které určuje náklady spojené s provozem posilovacích strojů. Náklady se týkají dohledu na stroj, v němž jsou také zahrnuté pravidelné inspekce. Dále údržby obměny opotřebených dílů a v některých případech se může jednat i o vylepšení. Výměny opotřebených dílů není finančně náročná záležitost, týká se především výměny tažného lanka či valivých (kluzných) uložení kladek. Více namáhané prvky jsou také opěrky, u kterých dochází k pravidelnému otěru a také měkčení v místech styku stroje s dlaní. V ideálním případě bychom chtěli, aby náklady a čas vynaložený na údržbu veškerých komponent po dobu životnosti stroje byly nulové. To je ovšem pouze vysněná představa, které v reálném případě nelze dosáhnout, v ideálním případě se můžeme přiblížit. Kritérium je závislé na předpokladu vynaložené údržby, s nižším bodovým ohodnocením se kupříkladu náklady vztažené na rok snižují.

**Manipulace** je úzce spjatá s hmotností a rozměry posilovacího stroje. Se snižující hmotností se sniží i síla potřebná na přemístění (manipulaci) stroje. V případě těchto nároků lze stroj doplnit o přídatná pojezdová kolečka, ovšem za cenu snížení stability stroje. Menšími rozměry lze opět docílit většího komfortu při pohybování se strojem. Je tedy dobré volit optimální kompromis mezi požadovanou hmotností pro zaručenou stabilitu stroje. Hodnocení kritéria nese bodové zvýhodnění pro stroj o menší hmotnosti. Lepší manipulace se strojem přináší vyšší bodové ohodnocení.

**Dynamika** stroje je ovlivněna pohybem sady závaží, které koná posuvný, vratný pohyb ve svislém směru, proto je důležitý útlum energie a vibrací při spuštění závaží na dorazy stroje.

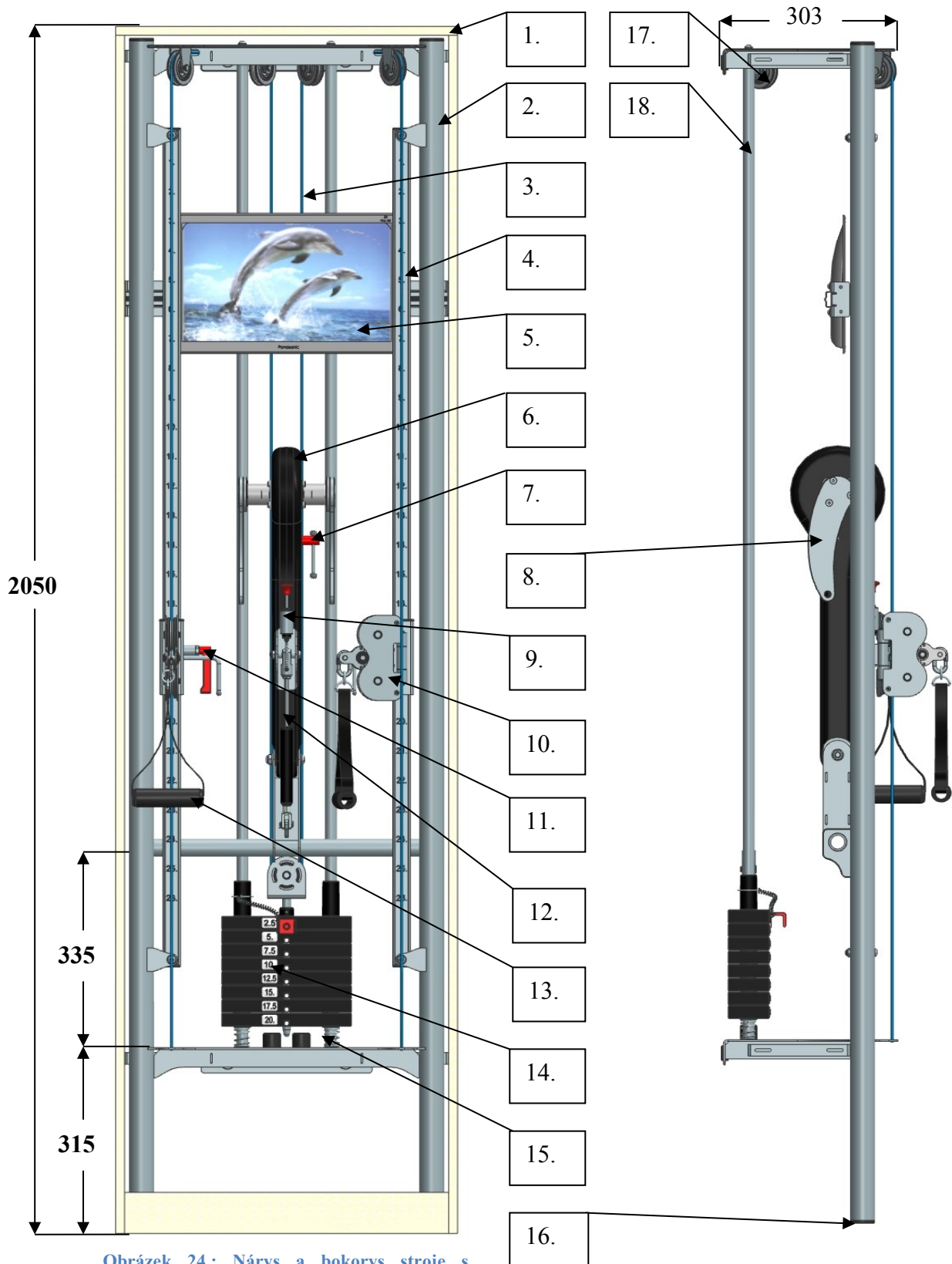
#### 4.5.2 Posouzení výsledku

Z posouzených kritérií vyšla v tabulce 3 nejlépe bodově ohodnocena varianta číslo 1. Na druhém místě, jen s malou bodovou ztrátou, je varianta číslo 2, posouzena jako méně vhodná. I přes malý bodový rozdíl je velmi vhodnou eventualitou. Největší bodovou ztrátu má varianta číslo 3 a je tudíž nejméně vhodná. Vzhledem k výsledkům získaných z výběru optimální varianty je volen první zástupce posilovacího stroje.

Mezi kritéria nebyl zahrnut vzhled. U tohoto zařízení by se z prvního pohledu mohl zdát nedůležitý, opak je však pravdou co se prodejnosti týká, ovšem obtížně se bodově vyjadřuje.

## 5 Návrh konstrukce

Návrh konstrukce pro nejlépe vyhodnocenou variantu v kapitole číslo 3. Obrázek je doplněn popiskami vybraných částí posilovacího stroje.



Obrázek 24.: Nárys a bokorys stroje s popisem

1. – Skříňka, bezpečnostní a designový prvek,
2. – hlavní rám posilovacího stroje,
3. – PES lanko,
4. – nerezové, leštěné profily čtvercového průřezu,
5. – motivační zařízení, plochý televizor s úhlopříčkou 16 palců,
6. – rehabilitační rotoped pro ruce,
7. – ovládání změny zátěže rotopedu,
8. – kliky rotopedu,
9. – ovládání plynové vzpěry,
10. – posuvná objímka s otočným uložením tří kladek,
11. – čepové zajištění posuvné objímky,
12. – plynová vzpěra,
13. – madlo kladkového stroje,
14. – zatěžující sada závaží s kolíkem,
15. – vypružení závaží,
16. – pryžové patky,
17. – kladky s jednořadými kuličkovými ložisky,
18. – nerezové leštěné tyče.

## 5.1 Konstrukce rámu z hlediska ergonomie a cvičební pozice vsedě

Ergonomické řešení stroje je jednou z nejdůležitějších problematik z hlediska konstrukce hlavního rámu. Stroj by měl zajišťovat správnou polohu těla v pozici vsedě a to i při velmi široké rozměrové a váhové škále lidských postav. Zajištění správné polohy těla je obtížně splnitelné u strojů upevněných na stěnu, proto se používají doplňkové pomůcky, například upínací pásy a podobně. U biomechaniky vycházíme hlavně z fyziologie člověka a pohyb při cvičebních úkonech je volen tak, aby v žádném případě nepřesahoval maximální rozmezí pohybů jednotlivých částí lidské paže. Při návrhu je důležité vycházet ze správné pozice vsedě, v našem případě musíme však vyjít z pozice vsedě na invalidním vozíku, kde je posed pohodlnější a přizpůsobený dlouhodobějšímu sezení. Při realizaci se držíme faktu, že stroj by měl být stavěn okolo ergonomicky správného posedu. Ruce zaujímají pozici v místě předpokládaného kontaktu se strojem. Prvky nutné k obsluze stroje při cvičení jsou umístěné vhodně tak, aby byly ze cvičební pozice „nadosah“.

Ergonomií při práci vykonávané vsedě se zabývá velké množství organizací, obecně jsou pravidla při posilování srovnatelná a lze se jimi řídit i v případě posilování z invalidního vozíku. Mezi základní zásady postavení těla patří: Hlava temenem vzhůru, doprovázeno mírným posunutím brady dolů. Záda v přímé poloze, nejlépe opřená o pevnou opěru. Ramena posunout mírně od uší, mírný pohyb by se měl skládat z posunutí ramen dolů a dozadu. Poseď na invalidním vozíku je ergonomicky přizpůsoben dlouhému sezení bez zhoršujícího vlivu na zdraví. Poseď musí vyhovovat různým typům zdravotního postižení a většina standardních invalidních vozíků používaných širokou masou nabízí pohodlí pouze pasivním přizpůsobením se proporcím lidského těla.<sup>24</sup>

Při konstrukci posilovacího stroje je velký předpoklad používání zařízení širokou škálou rozměrově odlišných osob. Věda, zaměřená na rozměry lidského těla, se nazývá

---

<sup>24</sup> Domáci posilovna[online], 2013 [cit. 2013-11-24]. Dostupné z: <http://domaciposilovna.cz/obecne-o-cviceni/zasady-spravneho-drzeni-tela/>

Antropometrie. Měřené rozměry jsou přesně definovány normami a pro technické účely slouží norma ČSN ISO EN 7250. Konkrétněji pak norma ISO 7250-2 *Basic human body measurements for technical design – Part 2: Statistical summaries of body measurements from individual ISO populations*, případně norma původem z USA SAE J833a, či VBI 2780.

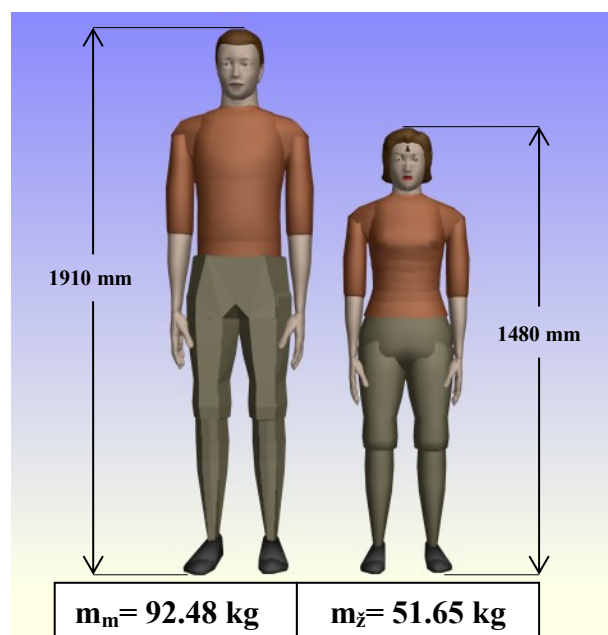
Normy zmíněné v předchozím odstavci jsou základním kamenem pro stavbu dopravních prostředků. Rozměry populace jsou vedeny pro postavy 1% ženy a 99% muže. To znamená, že jen 1% žen je menších než referenční postava ženy a 1% mužů je zase větších než normovaná postava mužů. V normách jsou uvedeny i rozměry v jednotlivých pozicích osob, například ve stoje či vsedě. Toho lze velmi dobře využít i při konstrukci posilovacího stroje pro postižené osoby. Pokud se budeme držet rozměrových mantinelů norem, bude vyhověno požadavku, že stroj bude navrhnout pro široké rozmezí lidí upoutaných na invalidní vozík. Je vhodné podotknout, že výškové průměry české populace jsou během průběhu let odlišné, na což naráží studie o antropometrii Masarykovy univerzity.

	Rok 1970	Rok 2011	Rozdíl	Jednotky
<b>Muži</b>	174,0	180,1	+ 6,1	[cm]
<b>Ženy</b>	162,0	166,0	+ 4,0	[cm]

Tabulka 4.: Průměrné tělesné výšky dospělého člověka<sup>25</sup>

### 5.1.1 Antropometrické rozměry člověka

Pro získání rozměrů osob a konstrukci rámu posilovacího stroje podle aktuálních norem je využito prostředí programu Siemens PLM NX 8.5 – UNIGRAPHICS. V tomto software jsou aktualizované rozměry osob dle stávajících norem. Program vychází z databáze ANSUR, která se zabývá antropometrickými rozměry všech částí lidského těla v jednotlivých pozicích. Z nabídky lze libovolně volit mezi pohlavími a rozměry referenčních osob. Pro příklad uvedeme nabízené možnosti. Procentuální hodnoty jsou 99%, 95%, 50%, 5%, 1%, vždy pro variantu muže i ženy. V našem případě volíme základní mantinely tak, aby stroj spolehlivě vyhovoval variabilitou i ergonomií referenčním osobám v rozsahu odpovídajícím 99 procentního muže a 1 procentní ženy.

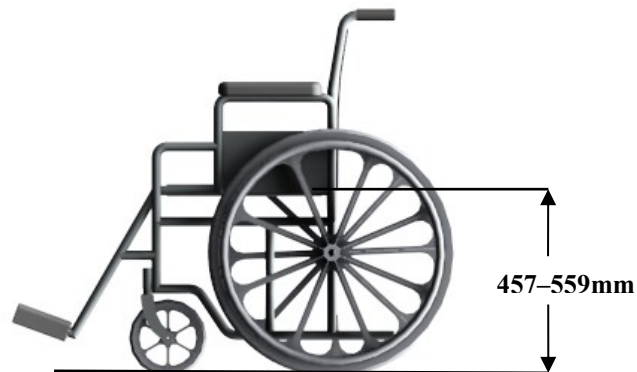


Obrázek 25.: Zvolená Antropometrie pro 99% muže a 1%ženu v software NX 8,5

<sup>25</sup> Dizertační práce, Ing. arch. Martin Kovařík, *Antropometrický výzkum dospělé populace* [online] 2011. [cit. 2013-11-24]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace?zp\\_id=42167](https://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace?zp_id=42167)

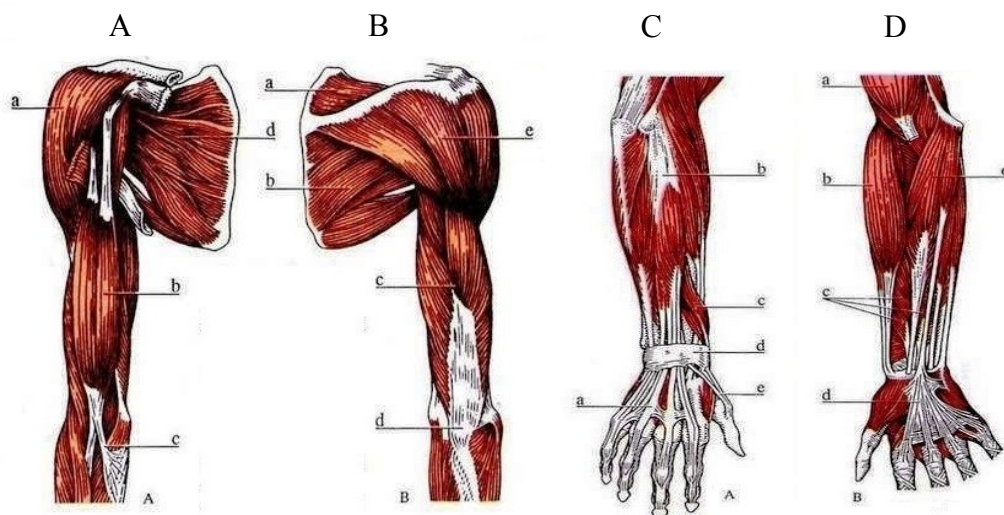


Další rozměry použité pro konstrukci se týkají výšky sedu na invalidním vozíku. Pro standardní vozíky se hodnota pohybuje mezi 457 a 559 mm, hodnoty jsou převzaty z literatury určené pro realizaci zařízení pro vozíčkáře.<sup>26</sup> Na obrázku 26 je konkrétní model mechanického invalidního vozíku CLASSIC LIGHT.



Obrázek 26.: Výška sedu u invalidních vozíků<sup>27</sup>

### 5.1.2 Přehled svalů horní končetiny člověka



Obrázek 27.: Svaly ramenní, paže a svaly předloktí<sup>28</sup>

A	<ul style="list-style-type: none"> <li>a- deltový sval</li> <li>b- dvojhlavý pažní sval</li> <li>c- úpon</li> </ul>	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>a- šlachy natahovače prstů</li> <li>b- svalové břicho prst. natah.</li> <li>c- dlouhé svaly palce</li> <li>d- fixující vaz natahovačů</li> <li>e- šlachy dlouhých svalů palce</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>a,b- lopatkové svaly</li> <li>c- trojhlavý pažní sval</li> <li>d- olekranon</li> <li>e- deltový sval</li> </ul>	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>a- dvojhlavý pažní sval</li> <li>b- svalová skupina extenzorů</li> <li>c- skup. flexorů ruky a prstů</li> <li>d- vazivová vrstva</li> <li>e- ohybače ruky a prstů</li> </ul>

<sup>26</sup> Dmapraha.cz: *Kompenzační pomůcky*[online]. 2014 [cit. 2014-01-11]. Dostupné z: [www.dmapraha.cz/katalog/katalog/0/603?nofresh=YES](http://www.dmapraha.cz/katalog/katalog/0/603?nofresh=YES)

<sup>27</sup> TILLEY, Alvin R. *The measure of man and woman: human factors in design*. Rev. ed. New York: Wiley, c2002, 98 s. ISBN 04-710-9955-4.

<sup>28</sup> NETUŠIL, P., [online] 2008. [cit. 2013-11-28]. Dostupné z: [http://www.netusil.net/index.php?link=soubory&SUF\\_dir=/tretak](http://www.netusil.net/index.php?link=soubory&SUF_dir=/tretak)



### 5.1.3 Práce svalů paží těla

Horní končetiny slouží především k úkonům spojených s jakoukoliv prací, či manipulací. Skládají se z mimořádně pohyblivých pletenců, které připojují paži k trupu. Paže se rozděluje do všeobecně známých segmentů. Tj. paže, předloktí, ruka. Horní končetina disponuje velkou pohyblivostí díky ramennímu kloubu, na němž se nachází mohutné svaly složené z pletence ramenního. Typické dlouhé, ploché a štíhlé svaly nalezneme na předloktí, následují svaly ruky koncentrované do dlaně. Při posilování svaly ruky zajišťují správný úchop. Úchop je ovšem u některých stupňů postižení zcela znemožněn, jak je uvedeno v kapitole 2.4. Obecně vzato svaly i kostra horních končetin jsou při posilování staticky i dynamicky zatíženy. Konkrétněji můžeme tuto problematiku objasnit, pokud se zaměříme přímo na jednotlivé cviky, což je uvedeno v následujících odstavcích.<sup>29</sup>

#### a) Nosná síla pletence ramenního

Pletenec ramenní je složen z mnoha vazů, šlach a měkkých tkání, které vzájemně spojují kosti. Svaly se upínají na lopatku, klíční kost, ramenní kloub a kost pažní a tím je horní končetina spojena s trupem.<sup>30</sup> Ramenní kloub je velmi komplikovaný, disponuje velkým rozsahem pohybů. Při šlapání horními končetinami se tahové a tlakové síly přenášejí právě přes zmíněný pletenec ramenní. Zásadní pro volný pohyb při cviku je výškové nastavení šlapadla podle odlišných antropometrických rozměrů člověka.

#### b) Práce zádových svalů

Toto svalstvo zahrnuje čtyři vrstvy. První je povrchová, druhá vrstva má návaznost na první a je označována jako vlastní.<sup>31</sup> Zádové svalstvo se zapojuje při obou cvicích zmíněných v předchozí kapitole. Při cviku na šlapadle pomáhá zádové svalstvo zesílit silový účinek při správné a stabilní poloze páteře.

#### c) Práce svalů hrudníku

Svaly hrudníku se dělí na dvě základní skupiny podle původu. Do první skupiny patří povrchové svaly původem končetinové. Mezi hlavního zástupce zmíníme hlavně velký prsní sval. Pod povrchovou vrstvou jsou pak vlastní svaly hrudníku<sup>33</sup>. Typickým příkladem pro cvik na posílení velkého prsního svalu je Bench-press, nebo-li soupažný tlak v lehu na rovné lavici s velkou činkou. Principem cviku je napřimování paží v lokti, přičemž pohyb vychází z lopatek.

### 5.1.4 Styčné body při cvičení

Při posilování se postižený člověk dotýká stroje pouze ve dvou bodech horními končetinami. Pokud je úchop vlastními svaly znemožněn, lze použít návleky na zápěstí.

Není-li uchopování postiženo, optimální průměr madel by se měl pohybovat v rozmezí 32 – 38 [mm].<sup>32</sup>

<sup>29</sup> JANDA, V. *Svalové funkční testy*. Praha: Grada publishing a.s., 2004. cit. [2013-11-26] 325 s. ISBN 80-247-0722-5

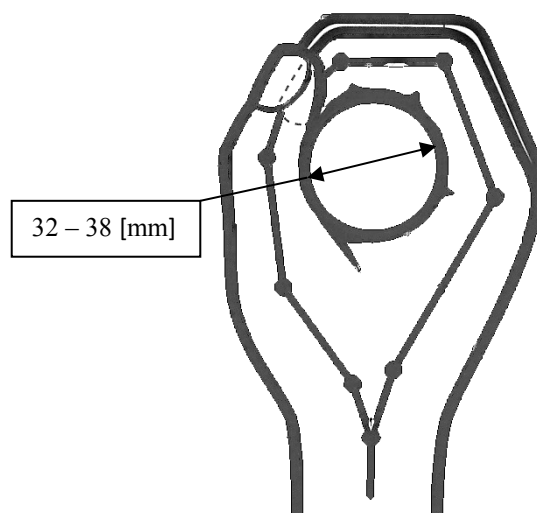
<sup>30</sup> FLUSSEROVÁ, Štěpánka. *Zázračné lidské tělo. rameno (I)*. *Ronnie.cz* [online]. 2006 [cit. 2014-01-17]. Dostupné z: <http://medicina.ronnie.cz/c-2133-zazracne-lidske-telo...-rameno-%28i.%29.html>

<sup>31</sup> FLUSSEROVÁ, Štěpánka. *Svaly zádové*. *Ronnie.cz* [online]. 22.1.2004 [cit. 2012-01-19]. Dostupné z: <http://medicina.ronnie.cz/c-540-svaly-zadove.html>

<sup>32</sup> TILLEY, Alvin R. *The measure of man and woman: human factors in design*. Rev. ed. New York: Wiley, c2002, 98 s. ISBN 04-710-9955-4.



Obrázek 29.: Active hands<sup>33</sup>



Obrázek 28.: Úchop ruky

## 5.2 Vybrané cviky pro posilovací stroj

Na základě konzultací v pražském centru Paraple a se samotnými postiženými byl uveden požadavek na domácí posilovací stroj, který by umožňoval cviky popsané v následujících odstavcích.

### a) Cvik na šlapadle

Jedná se o velmi efektivní cvičení pro horní polovinu těla včetně paží. Tento cvik zlepšuje jak sílu, tak i fyzickou kondici. Kromě paží se tímto způsobem posiluje trup a břišní svaly. Zejména pak svalstvo trupu je u handicapovaných vozíčkářů velmi často oslabené a neposkytuje správnou oporu těla a to ani horním končetinám a bránici. Důsledkem je ztížené dýchání spojené s již zmíněnou ochablou bránicí. Poloha šlapadla by měla být výškově nastavitelná v rozmezí od 666 - 897 [mm] od roviny podlahy. Při splnění toho požadavku je zaručeno, že šlapadlo bude moci využít většina populace, podle antropometrických rozměrů v rozmezí pro 99 procentního muže a 1 procentní ženu.

### b) Cviky na prsní, ramenní a zádové svalstvo

Tyto cviky jsou velmi důležité pro správné držení těla u lidí upoutaných na invalidní vozík. Jejich prsní svalstvo se velmi rychle zkracuje a ramena se „zavírají“. Dále jsou rozhodně důležité cviky na svaly v ramenou (tzn. pletenec ramenní).<sup>34</sup>

<sup>33</sup> ActiveHands.com, návleky na zápěstí, [cit. 2012-01-19]. Dostupné z: <http://abilityinmotion.com.au/products/active-hands/>

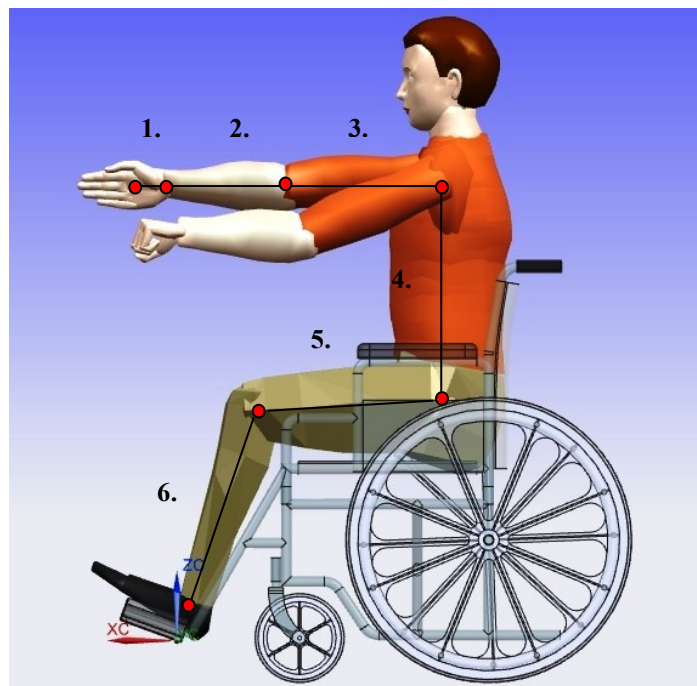
<sup>34</sup> Ligavozíčkářů.cz, časopis, [online]. 2012 [cit. 2014-01-26]. Dostupné z: <http://www.ligavozic.cz/UserFiles/file/Voz02-2012.pdf>

## 5.3 Úrovně nastavení stroje

Podle antropometrických údajů byl v této kapitole určen rozsah nastavení stroje, aby bylo zajištěno jeho použití lidmi s různými fyzickými parametry.

### 5.3.1 Antropometrické rozměry částí lidského těla

V obrázku 30 a tabulce 5 jsou shrnuty antropometrické rozměry člověka, které budou využity k sestavení geometrie rámu. Jsou zde uvedeny rozměry jednotlivých částí lidského těla pro referenční postavy 1% ženy, 50% muže a 99% muže.



Obrázek 30.: Antropometrické rozměry částí lidského těla

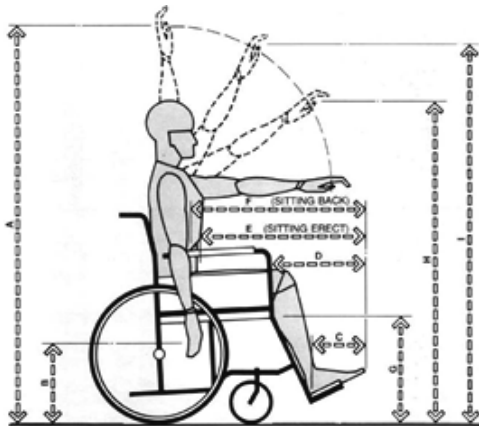
Úsek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Jednotky
<b>1% žena</b>	64	211	234	401	351	338	[mm]
<b>50% muž</b>	76	257	279	460	424	422	[mm]
<b>99% muž</b>	84	274	310	521	467	457	[mm]

Tabulka 5: Antropometrické rozměry částí lidského těla; Zdroj<sup>35</sup>

<sup>35</sup> TILLEY, Alvin R. *The measure of man and woman: human factors in design*. Rev. ed. New York: Wiley, c2002, 98 s. ISBN 04-710-9955-4.

### 5.3.2 Poloha ovládacích prvků stroje

Při návrhu je nutné vzít v úvahu skutečnost, že lidé na vozíku mají snížený rozsah pohybů, což má přímý vliv na ergonomii, rozměry stroje. Na tuto skutečnost musí být brán zřetel při zástavbě ovládacích prvků stroje.



Obrázek 31.: Antropom. roz. vsedě na vozíku<sup>39</sup>

	Muž	Žena	Jednotky
A	1581	1441	[mm]
B	413	445	[mm]
C	222	178	[mm]
D	470	419	[mm]
E	654	584	[mm]
F	730	660	[mm]
G	483	483	[mm]
H	1308	1194	[mm]
I	1480	1352	[mm]

Tabulka 6.: Hodnoty v pozici vsedě<sup>36</sup>

Další důležitá hodnota je minimální výška, do které se může handicapovaný člověk ohnout. Výška ovládacích prvků by neměla klesnout **pod 350 [mm]**, v níž je umístěna i sada závaží. V opačném případě bude činnost pro postižené značně ztížena<sup>37</sup>.

### 5.3.3 Číselné určení poloh pro nastavení rozsahu stroje

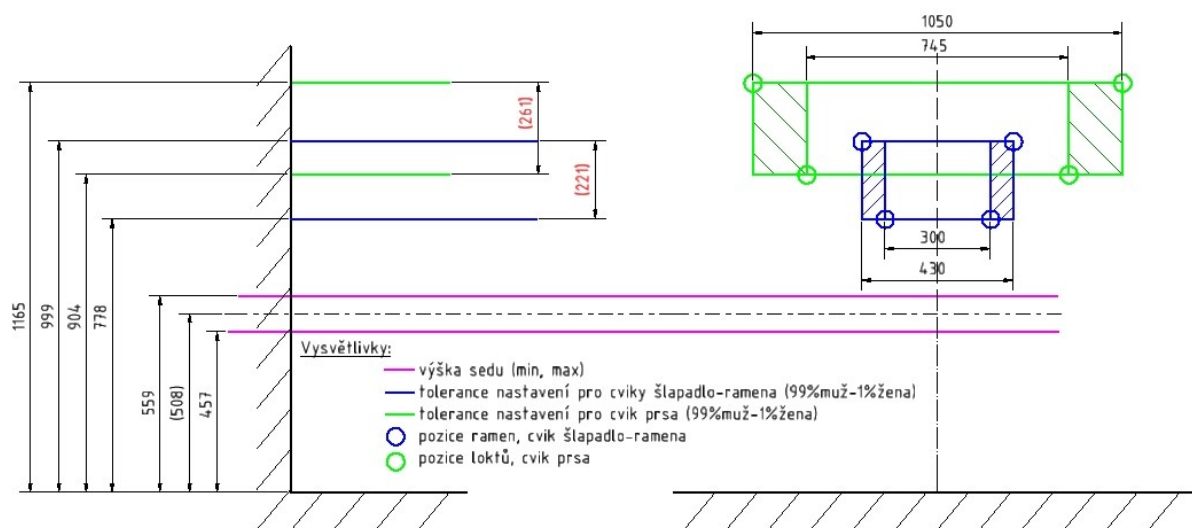
Nejprve byla zakreslena základní rovina, kterou vytyčuje podlaha. Od této roviny byla vynesena výška, kterou určuje rozmezí sedu na invalidním vozíku (viz. kapitola 5.2.1). Rozmezí je dáno odlišnými typy vozíků. Postavení paží v ideální poloze je totožné pro cvik *šlapadlo-ramena*, výšku je opět možné odečíst z antropometrického schématu. V tomto konkrétním případě svírá předloktí a nadloktí úhel 150[°]. Pokud jsou odečteny výškové hodnoty 99% muže a 1% ženy v optimální pozici paží určující rozmezí, ve kterém musí být madla či kliky šlapadla výškově nastavitelná pro procentuální většinu populace. Obdobně se dá vyhodnotit šířkové rozmezí mezi velikostními rozdíly u mužů a žen. U cviku *ramena se* vychází z rozdílu šíře ramen, body jsou opět plošně propojené. Mezní hodnoty šířkového nastavení pro cvik *ramena* pak znázorňuje modře šrafovaná obdélníková plocha na obrázku 32. Analogicky se určuje výškové a šířkové nastavení pro cvik *prsa*, jen s tím rozdílem, že šířkové rozdíly se od sebe odčítají v bodech, které určují lokty. Pozice paží je: lokty vodorovně, odtažené od těla. Úhly mezi trupem, nadloktím a předloktím jsou po 90[°]. Výškové rozmezí pro cvik *prsa* znázorňují zelené přímkové a šířkové nastavení zeleně šrafované obdélníkové plochy.

<sup>36</sup> Diplomová práce, Bc. Václav Panuška, *pomůcka pro tělesně postižené pro překonávání obtížného terénu* [online] 2012. [cit. 2014-01-12]. Dostupné z: [www.portal.zcu.cz](http://www.portal.zcu.cz)

<sup>37</sup> TILLEY, Alvin R. *The measure of man and woman: human factors in design*. Rev. ed. New York: Wiley, c2002, 98 s. ISBN 04-710-9955-4

### Výškové nastavení polohy stroje

### Šířkové nastavení polohy stroje



Obrázek 32.: Výškové a šířkové nastavení poloh stroje

Z grafického schématu je možné získat maximální a minimální výškovou a šířkovou hodnotu základních pozic paží pro jednotlivé cviky. Postavení paží pro cvik na zádové svalstvo je totožné s cvikem na „prsa“ s tím rozdílem, že se mění směr působení zátěže na opačný.

Cvik	Výškové nastavení		Šířkové nastavení	
	Hodnota [mm]	Rozdíl [mm]	Hodnota [mm]	Rozdíl [mm]
Prsa	1165	261	1050	305
	904		745	
Ramena-šlapadlo	999	221	430	130
	778		300	

Tabulka 7.: Číselné vyhodnocení nastavení stroje

#### 5.3.4 Pojednání o výsledku – nastavení rozsahu stroje

Podle výsledků uvedených v tabulce 7 je velmi obtížné sjednotit malé rozměry stroje, zadané pro návrh a vysokou úroveň nastavení stroje pro jednotlivé cviky. Tato překážka byla vyřešena jednouchou konstrukcí, která v sobě zahrnuje horizontální leštěné profily pro změnu polohy madel a výklopný rehabilitační rotoped pro ruce, umístěný mezi těmito profily.

## 6 Rozbor navržené konstrukce

Následující kapitola řeší postupně navržené části stroje, uvedeny jsou základní rozměry, ověřovací a návrhové výpočty. Dále pak zvolený materiál, či technologii samotné výroby. Celý stroj lze rozdělit na dvě imaginární části:

- a) První část - kladkový stroj,
- b) výklopné rehabilitační šlapadlo pro ruce.

### 6.1 Hlavní rám (kladkový stroj)

Základní požadavek na konstrukci rámu je jednoduchá a levná výroba s ohledem na požadovanou tuhost a životnost výrobku. Rám je sestaven ze dvou hlavních, nosných profilů kruhového průřezu. Na tyto profily navazují tvarové výpalky z plechů o tloušťce  $t = 3$  [mm]. Většina spojů je řešena svařováním, alternativně pro možnost demontáže jsou použity šroubové spoje, zejména u leštěných tyčí a profilů.

Pro uložení kladek jsou vhodně voleny normalizované čepy s hlavou a drážkou pro pojistný kroužek.

Nosné, ocelové trubky tvářené za tepla je nakupovaný polotovár o rozměrech a značení TR  $\varnothing 42,4 \times 3 - 2020$  [mm].

Materiál S235JRH (1.0039) dle EN 10219-1, obdoba 11 375. Mez pevnosti  $R_m = 360-510$  [MPa] a mez kluzu  $R_e = 235$  [MPa].

Ocel lze použít na staticky i dynamicky zatěžované nosné konstrukce, s možností navázání ostatních konstrukčních uzlů díky zaručené svařitelnosti.

#### 6.1.1 Rozměry hlavního rámu

Výškové rozměry rámu jsou limitovány maximálním zdvihem závaží, který byl ověřen výpočtem na 1400 [mm], dle rozsahu pohybu horních končetin a antropometrických rozměrů uvedených v kapitole 5.3. Celková výška stroje je 2030 [mm] včetně pryžových patek, které uzavírají v horní a dolní části nosné trubky.

Z důvodu co nejmenších zástavbových rozměrů nabývá šířka rámu hodnoty 535 [mm], s ohledem na nutné volné prostory pro průchod sady závaží. Jednotlivé cihly jsou tvaru kvádrů o rozměrech 220x70x22 [mm], (délka x šířka x výška) a hmotnosti 2,5 [kg].

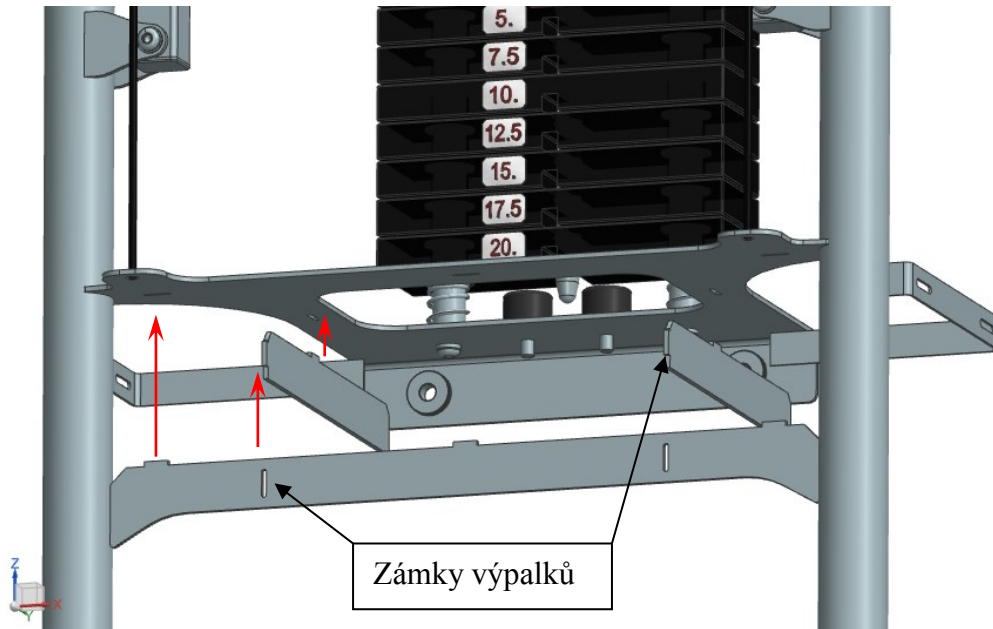
Hloubka rámu je pouze 303 [mm], to z důvodu vyloučení kolize mezi vertikálně pohybující se sadou závaží a setrvačником šlapadla. Rehabilitační rotoped pro ruce (šlapadlo) je uložen na vodorovném příčniku kruhového průřezu TR  $\varnothing 30 \times 3 - 476$  [mm].

Největší nárok na prostor v této části se vztahuje na kliky šlapadla a již zmíněný rotační setrvačnik. Ostatní komponenty pak dále neovlivňují vnější rozměry rámu. Šířka klik je u většiny šlapacích strojů individuální, záleží však také na druhu postižení, to je spojené se zachováním úchopů cvičícího a následným použitím pomůcek, které napomáhají úchopu. Šířka klik by však neměla přesáhnout 350 [mm].

Výška trubkového příčniku je volena na 650 [mm] od půdorysné roviny.

### 6.1.2 Sestavení hlavního rámu

Zajištění předepsané polohy žebrování je vhodně řešeno pomocí zámků. Tento způsob slouží hlavně ke zjednodušení procesu výroby při svařování a zajištění správné polohy výpalků. Šířka otvoru je vždy zvětšena o 0,15[mm].



Obrázek 33.: Vizualizace zámkování

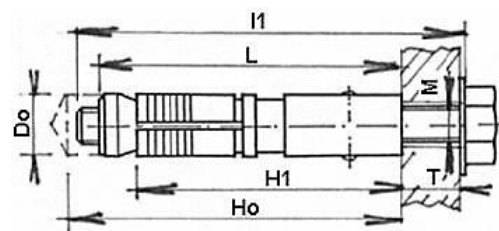
### 6.1.3 Uchycení hlavního rámu do stěny

Stroj je spojen se stěnou čtyřmi šrouby M10x80, což zaručí stabilitu stroje při cvičení. Jde o speciální šroubové kotvy HA, určené pro podobné účely.

V případě instalace kotvy do dutého zdiva je nutné použít univerzální hmoždinku či chemickou kotvu.



Obrázek 34.: Kotva HA



Obrázek 35.: Kotva HA s rozměry<sup>38</sup>

- **Technické parametry:**

Typ	Závit	T max	Do	L	l1	Ho	H1	katalog.	dovolená únosnost	
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		č.	tah [kN]
AE-HA 15x75 M10/20x80	M10	20	15	55	80	70	50	27780	8,5	10,2

Tabulka 8.: Kotva HA - informace uvedené výrobcem<sup>38</sup>

<sup>38</sup> Spojovací materiál, Barton: [online] 2014. [cit. 2014-03-22]. Dostupné z [http://www.barton.cz/index-q-KOTVA\\_HA-nav-det-id-1-pl-1087-bl-1.htm](http://www.barton.cz/index-q-KOTVA_HA-nav-det-id-1-pl-1087-bl-1.htm)

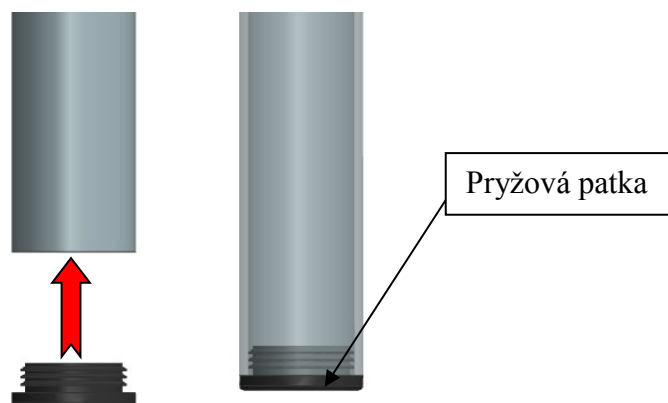


Aby nedocházelo k přenosu rázů a vibrací do stěny od pohybujícího se závaží, je hlavní rám vypružený přes pryžové silentbloky a stažený kotvou do stěny.



Obrázek 36.: Pryžové silentbloky pro vypružení hlavního rámu

V místě kontaktu rámu s podlahou zastanou funkci tlumení pryžové patky o průměru 42,4 [mm] a výšce tlumícího profilu 5 [mm].



Obrázek 37.: Pryžová patka

## 6.2 Nerezové vodící profily

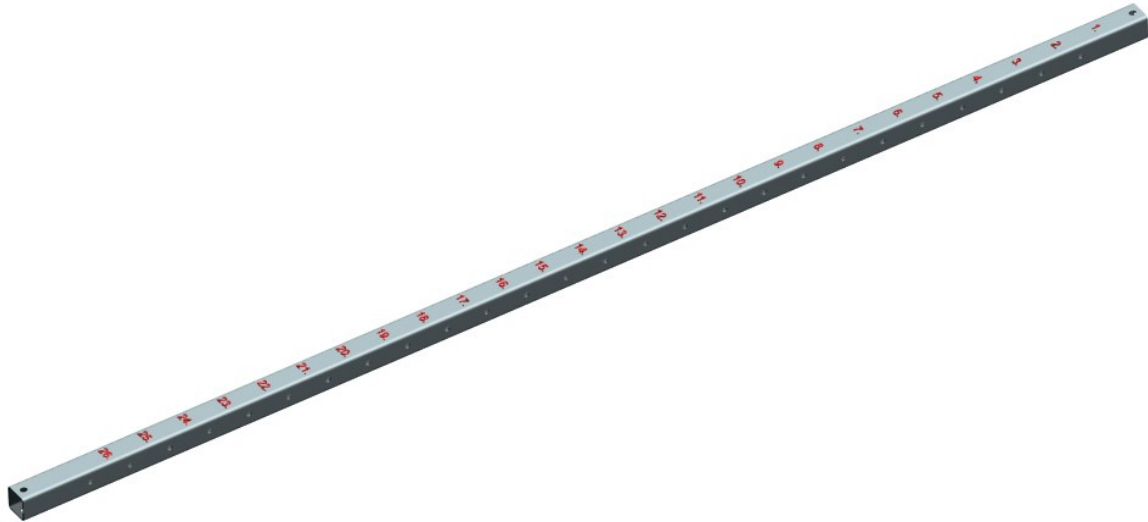
Kluzně vedou objímku s trojicí kladek a madlem. Vertikální změnou výšky je zajištěna změna variace cviků i nastavení poloh pro fyzicky odlišné osoby. Z důvodu kompaktnosti stroje jsou profily uloženy blíže ke středové ose posilovacího stroje.

Profily mají čtvercový průřez rozměru strany  $A = 30$  [mm], délce  $l = 1420$  [mm], a tloušťka stěny  $t = 2$  [mm]. Povrch je upraven broušením a leštěním. Materiál X5CrNi18-10 (1.4301) se smluvní mezí kluzu  $R_{p0,2} = 195-235$  [MPa] mezi pevnosti  $R_m = 500-700$  [MPa].<sup>39</sup> Výškové polohy jsou číselně označeny, aby nedocházelo k jejich otěru vlivem častého posouvání objímky, jsou hodnoty na povrch profilu vyznačeny pomocí laserového gravírování.

Levnější varianta je číselník nalepit, je však nutná úprava kluzného pouzdra. Do profilu jsou dále vyvrtány díry o průměru 6 [mm] pro zajištění polohy posuvného členu (objímky). Počet otvorů je 26 a jejich rozteč je 50 [mm].

<sup>39</sup> Nerezové profily a tyče. NEREZOVÉ MATERIÁLY s.r.o. [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.nerezove-materialy.cz/files/1360767673-svarovane-nerezove-ctvercove-a-obdelnikove-profilu.pdf>.



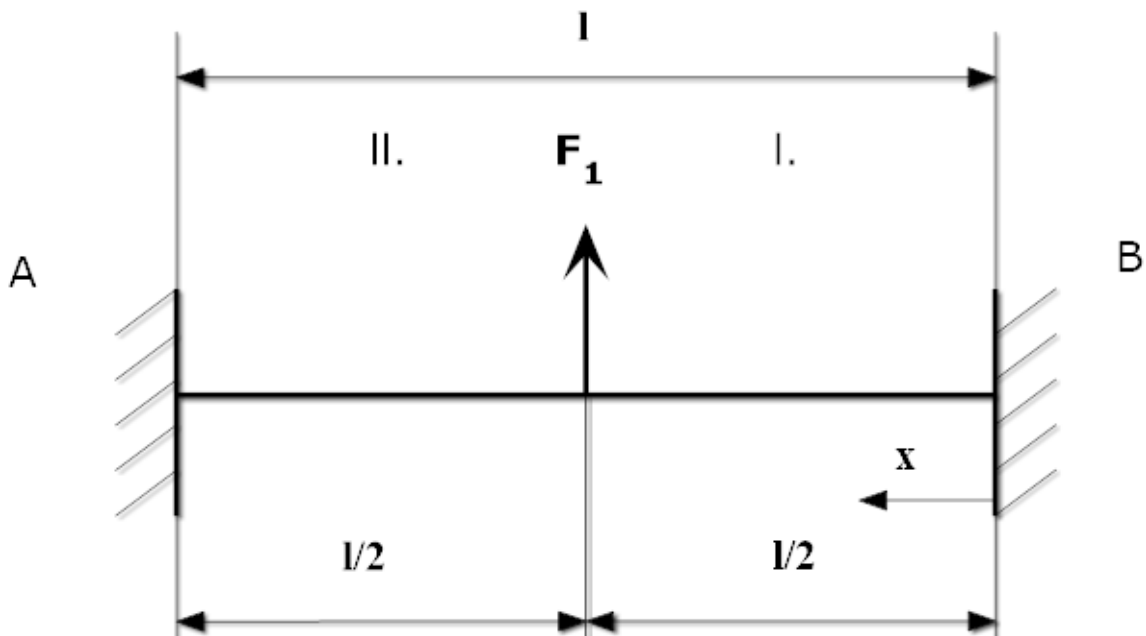


Obrázek 38.: Nerezové leštěné profily

### 6.2.1 Analytický výpočet zatížení

V našem případě se jedná o tenkostěnný profil, který je na obou koncích uchycen k rámu šroubovým spojem. Způsob uložení profilů odebrává všech šest stupňů volnosti (tři rotace a tři posuvy) a uložení lze teoreticky uvažovat jako vetknutí, při zanedbání vůle mezi šroubem a otvorem.

Problematiku výpočtu lze zjednodušit na výpočet nosníku dvakrát vetknutého. Úloha je tedy staticky neurčitá a počet neurčitých je potřeba nahradit takzvanými deformačními podmínkami. Nosník je namáhán od hmotnosti zatěžovací sestavy, přičemž největší deformace způsobí síla ( $F_1$ ) přímo uprostřed nosníku, tedy na délce 710[mm]. Celková délka nosníku je 1420[mm], jak už bylo jednou uvedeno v předchozí kapitole 6.2.



Obrázek 39.: Výpočtové schéma zjednodušeného nosníku

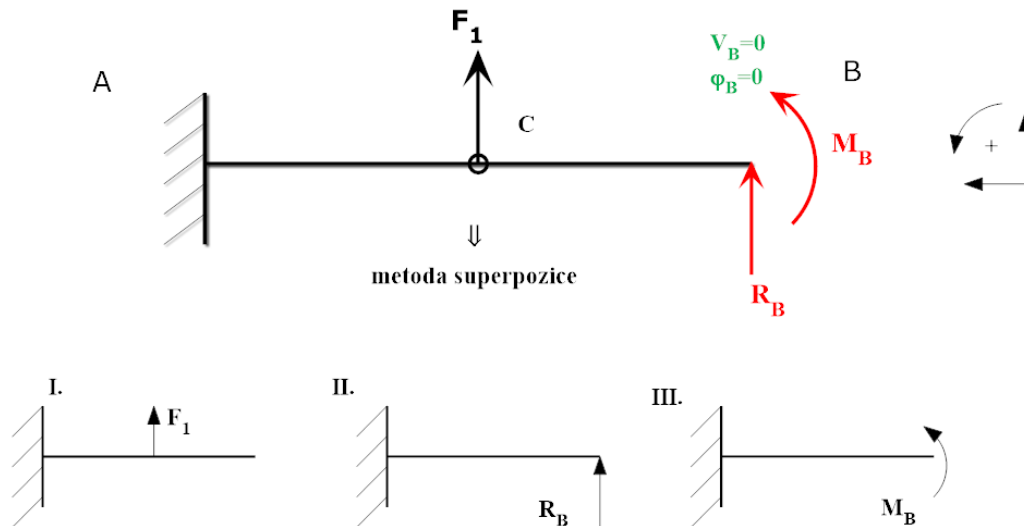
$$F_1 = m_z \cdot g = 20 \cdot 9,81 = 196,2[N] \quad (1)$$

$$l = 1420[mm]$$

Kde:  $m_z$  - celková hmotnost sady závaží [kg],  
 $g$  - gravitační zrychlení [ $m \cdot s^{-2}$ ],  
 $M_o$  - ohybový moment [N.m],  
 $E$  - modul pružnosti v tahu [MPa],  
 $J_z$  - kvadratický moment [ $mm^4$ ],  
 $W_o$  - průřezový modul v ohybu [ $mm^3$ ].

Nyní celou úlohu převedeme na staticky určitou tím, že uvolníme jedno vetknutí. To nahradíme staticky neurčitou silou  $R_B$  a momentem  $M_B$  a doplníme deformačními podmínkami. K řešení problematiky použijeme metodu superpozice, viz dále.

Pro posouzení průhybu v bodě C reakcí  $R_B$  a  $M_B$  stačí určit pouze ohybové momenty  $M(x)$  rovnice (2) v jednotlivých kvadrantech pro tři výpočtové modely.



Obrázek 40.: Výpočtové modely nosníku

$$x \in \langle 0; l/2 \rangle \quad x \in \langle l/2; l \rangle \quad (2)$$

$$M_{oI} = 0$$

$$M_{oII} = R_B \cdot x$$

$$M_{oIII} = M_B$$

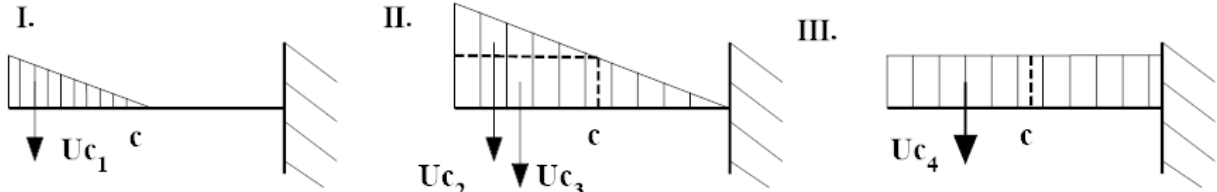
$$M_{oI} = F \cdot (x - l/2)$$

$$M_{oII} = R_B \cdot x$$

$$M_{oIII} = M_B$$

- fiktivní posouvající síly a ohybové momenty k bodu **B**, pro určení reakcí **R<sub>B</sub>** a **M<sub>B</sub>**

fiktivní nosníky



Obrázek 41.: Výpočtový model s fiktivními silami

$$Tf_{BI} = -\frac{\frac{F \cdot l}{2} \cdot \frac{l}{2}}{2} = -\frac{F \cdot l^2}{8}$$

$$Tf_{BII} = -\frac{R_B \cdot l^2}{2}$$

$$Tf_{BIII} = -M_B \cdot l$$

$$Mf_{BI} = \frac{\frac{F \cdot l}{2} \cdot \frac{l}{2}}{2} \cdot \left(\frac{l}{2} + \frac{l}{3}\right) = \frac{F \cdot l^2}{8} \cdot \frac{5l}{6} = \frac{5Fl^3}{48}$$

$$Mf_{BII} = \frac{R_B \cdot l \cdot l}{2} \cdot \frac{2}{3}l = \frac{R_B \cdot l^3}{3}$$

$$Mf_{BIII} = M_B \cdot l \cdot \frac{l}{2} = \frac{M_B \cdot l^2}{2}$$

- úhel natočení  $\varphi_B$

$$\varphi_i = \frac{1}{EJ_z} \cdot Tf_i \tag{3}$$

$$\varphi_{BI} = \frac{1}{EJ_z} \cdot \left(-\frac{F \cdot l^2}{8}\right)$$

$$\varphi_{BII} = \frac{1}{EJ_z} \cdot \left(-\frac{R_B \cdot l^2}{2}\right)$$

$$\varphi_{BIII} = \frac{1}{EJ_z} \cdot (-M_B \cdot l)$$

$$\varphi_B = \varphi_{BI} + \varphi_{BII} + \varphi_{BIII} = 0 \tag{4}$$

$$\varphi_B = \frac{1}{EJ_z} \cdot \left[-\frac{F \cdot l^2}{8} - \frac{R_B \cdot l^2}{2} - M_B \cdot l\right] = 0$$

$$\rightarrow -\frac{F \cdot l^2}{8} - \frac{R_B \cdot l^2}{2} - M_B \cdot l = 0$$

$$M_B = -\frac{F \cdot l}{8} - \frac{R_B \cdot l}{2} \quad (5)$$

- průhyb  $v_B$

$$v_i = \frac{1}{EJ_z} \cdot M f_i \quad (6)$$

$$v_I = \frac{1}{EJ_z} \cdot \left( \frac{5Fl^3}{48} \right)$$

$$v_{II} = \frac{1}{EJ_z} \cdot \left( \frac{R_B \cdot l^3}{3} \right)$$

$$v_{III} = \frac{1}{EJ_z} \cdot \left( \frac{M_B \cdot l^2}{2} \right)$$

$$v_B = v_{BI} + v_{BII} + v_{BIII} = 0 \quad (7)$$

$$v_B = \frac{1}{EJ_z} \cdot \left[ \frac{5Fl^3}{48} - \frac{R_B \cdot l^3}{3} - M_B \cdot l \right] = 0$$

$$\rightarrow \frac{5Fl^3}{48} + \frac{R_B \cdot l^3}{3} + \frac{M_B \cdot l^2}{2} = 0$$

$$R_B \cdot l^3 = -\frac{5F \cdot l^3}{16} - \frac{3M_B \cdot l^2}{2}$$

$$R_B = -\frac{5F}{16} - \frac{3M_B}{2l} \quad (8)$$

Tímto dostáváme dvě obecné rovnice o dvou neznámých pro řešení reakce a reakčního momentu v bodě B. Dosazením rovnice (8) do (5) získáme konkrétní hodnoty.

$$R_B = -\frac{5F}{16} - \frac{3 \cdot \left( -\frac{F \cdot l}{8} - \frac{R_B \cdot l}{2} \right)}{2l} = -\frac{5F}{16} + \frac{3F}{16} + \frac{3R_B}{4}$$

$$R_B - \frac{3R_B}{4} = -\frac{2F}{16}$$

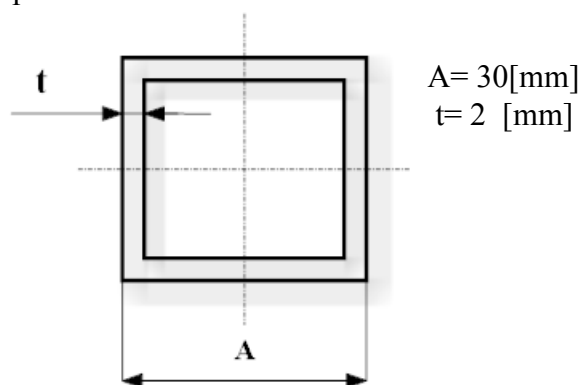
$$\frac{4R_B}{4} - \frac{3R_B}{4} = -\frac{2F}{16} \rightarrow \frac{R_B}{4} = -\frac{2F}{16}$$

$$R_B = -\frac{F}{2} = -\frac{196,2}{2} = -98,1 \text{ [N]} \quad (9)$$

$$M_B = -\frac{F \cdot l}{8} - \frac{R_B \cdot l}{2} = -\frac{196,2 \cdot 1,42}{8} - \frac{(-98,1 \cdot 1,42)}{2} = 34,8255 \text{ [N} \cdot \text{m]} \quad (10)$$

## 6.2.2 Návrh rozměrů vodičích profilů

Pro realizaci vertikálního vedení byl zvolen čtvercový, tenkostěnný, nerezový profil o rozměrech uvedeném na obrázku 42. Pro návrh byly zvažovány i obdélníkové profily o konkrétních rozměrech TR 4HR 30 x 40 x 2 – 1420[mm]. Výsledky ukázaly, že se maximální průhyb zmenšil o téměř polovinu (na 0,251 [mm]) a maximální napětí se zredukovalo o třetinu původní hodnoty. Napětí i deformace jsou ovšem tak malé hodnoty, že není zapotřebí použití stranově asymetrického profilu.



Obrázek 42.: Navrhovaný vodičící profil,

- kvadratický moment voleného průřezu

$$J_z = \frac{1}{12} [A^4 - (A - 2t)^4] \quad (11)$$

$$J_z = \frac{1}{12} [30^4 - (30 - 2 \cdot 2)^4]$$

$$J_z = 29\,418,6667 \text{ [mm}^4\text{]}$$

- průřezový modul v ohybu

$$W_o = \frac{J_z}{\frac{A}{2}} = \frac{29\,418,6667}{15} = 1961,2445 \text{ [mm}^3\text{]} \quad (12)$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{34\,825,5}{1961,2445} = 17,7568 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{Dov} = \frac{R_{p0,2}}{k} = \frac{210}{2} = 105 \text{ [MPa]} \quad (13)$$

$$\sigma_{Dov} \geq \sigma_o = 17,7568 \text{ [MPa]} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### 6.2.3 Výpočet maximálního průhybu

Je zřejmé, že maximální průhyb bude uprostřed nosníku, pro jeho zjištění je dále nutné určení fiktivních momentů k bodu C u třech případů.

- maximální průhyb  $v_{max}$  v bodě C

$$v_C = v_{C1} + v_{CII} + v_{CIII} \quad (14)$$

$$Mf_{C1} = U_{C1} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{l}{2}\right) = \frac{F \cdot l}{2} \cdot \frac{l}{2} \cdot \left(\frac{l}{3}\right) = \frac{F \cdot l^3}{24}$$

$$Mf_{CII} = U_{C2} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{l}{2}\right) + U_{C3} \cdot \frac{l}{4} = \frac{R_B \cdot l}{2} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{3} + R_B \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4} = \frac{R_B \cdot l^3}{24} + \frac{R_B \cdot l^3}{16} = \frac{5R_B \cdot l^3}{48}$$

$$Mf_{CIII} = U_{C2} \cdot \frac{l}{4} = M_B \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4} = \frac{M_B \cdot l^2}{8}$$

$$v_{cmax} = \frac{1}{EJ_z} \cdot Mf_c = \frac{1}{EJ_z} \left[ \frac{F \cdot l^3}{24} + \frac{5R_B \cdot l^3}{48} + \frac{M_B \cdot l^2}{8} \right] \quad (15)$$

$$v_{cmax} = \frac{1}{210\,000 \cdot 10^6 \cdot 29418,67 \cdot 10^{-12}} \cdot \left[ \frac{196,2 \cdot 1,42^3}{24} + \frac{5(-98,1) \cdot 1,42^3}{48} + \frac{34,8255 \cdot 1,42^2}{8} \right]$$

$$v_{cmax} = \frac{1}{210\,000 \cdot 10^6 \cdot 29418,67 \cdot 10^{-12}} \cdot [23,4074 - 29,2592 + 8,7778]$$

$$v_{cmax} = 4,73622 \cdot 10^{-4} [m] \approx 0,473622 [mm] \quad (16)$$

### 6.2.4 Uložení vodících leštěných profilů

Profily jsou nasazeny mezi dva tvarové výpalky z plechu přivařené k rámu, tloušťka materiálu výpalků je volena  $t = 4$  [mm]. V koncových otvorech jsou profily spojeny s rámem pomocí šroubových spojů.

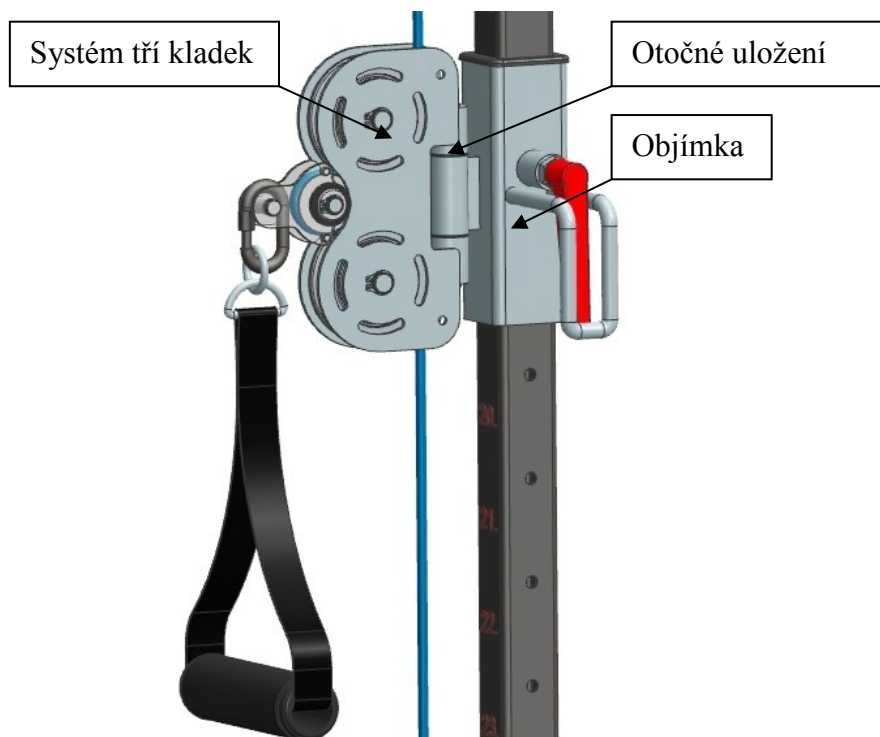


Obrázek 43.: Vizualizace uložení leštěných profilů

### 6.3 Vertikálně posuvný člen (objímka)

Objímka je kluzně vedena po nerezovém leštěném profilu. Dále je otočně spojena se sestavou tří kladek. Celý systém umožňuje vertikální posuv pro změnu polohy madel na obou stranách stroje nezávisle na sobě, bez nabývání délky lanka.

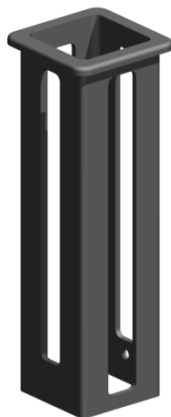
Polotovar objímky je tenkostěnný profil čtvercového průřezu TR 4HR 40 x 3 a délce  $l = 125$  [mm].



Obrázek 44.: Posuvná objímka

### 6.3.1 Kluzná vložka

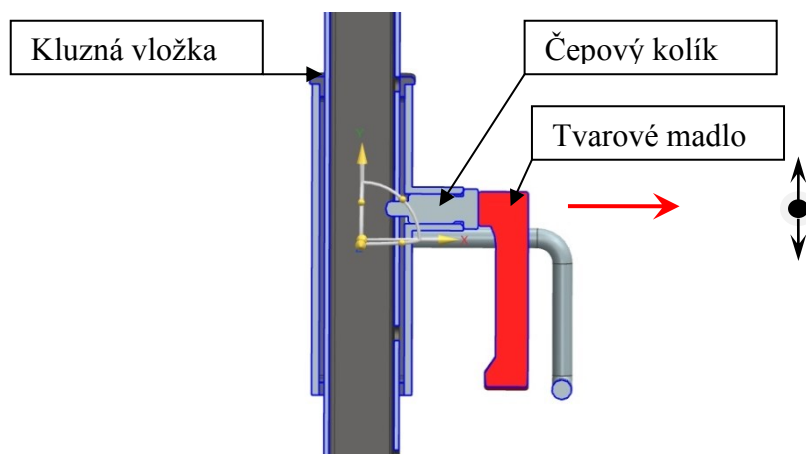
Pro hladký chod je uvnitř objímky kluzná vložka, která je proti axiálnímu posuvu uvnitř objímky zajištěna nýtem. Tato komponenta se nakupuje od výrobců posilovacích strojů.



Obrázek 45.: Kluzná vložka

### 6.3.2 Pružinový kolík s tvarovým madlem

Zajištění polohy je řešeno pomocí normalizovaného čepového kolíku GN 817-6-9-B<sup>40</sup>. Tvarové madlo slouží k odjištění čepového kolíku a je navrženo tak, aby jej mohl použít i uživatel s kvadruplegií, která postihuje mimo jiné i úchopy ruky. Například klasické kulové zakončení čepových kolíků je v tomto případě nepoužitelné.



Obrázek 46.: Řez objímkou

<sup>40</sup> Průmyslová výroba. *Elesa-ganter* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: [http://www.elesa.com/scheda\\_pdf\\_stampa\\_en\\_2\\_8142\\_1\\_4\\_1\\_25\\_53\\_720.aspx?t=-8588032521640046300](http://www.elesa.com/scheda_pdf_stampa_en_2_8142_1_4_1_25_53_720.aspx?t=-8588032521640046300)

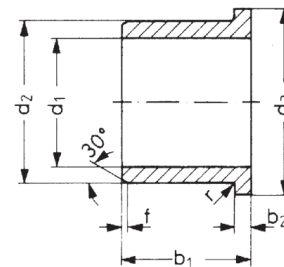


### 6.3.3 Otočné uložení systému kladek

Pro snížení hmotnosti je použit odlehčený čep o průměru  $d_1 = 10$  [mm] s vnitřním otvorem  $d_2 = 5$  [mm] a délce  $l = 92$  [mm] na obou koncích osazený drážkou pro vnější pojistný kroužek. Odlehčený čep byl vybrán z katalogu firmy MISUMI, do otočného uložení čepu byly voleny samomazná, kluzná pouzdra (s přírubou) od firmy Iglidur, typ pouzdra G zajišťuje volné otáčení okolo osy odlehčeného čepu.

#### Hlavní výhody:

Bezúdržbová,  
samomazná,  
pohlcují vibrace,  
odolnost proti prachu a nečistotám,  
pro nízké až střední rychlosti,  
pro kývavé a rotační pohyby,  
příznivá cena.



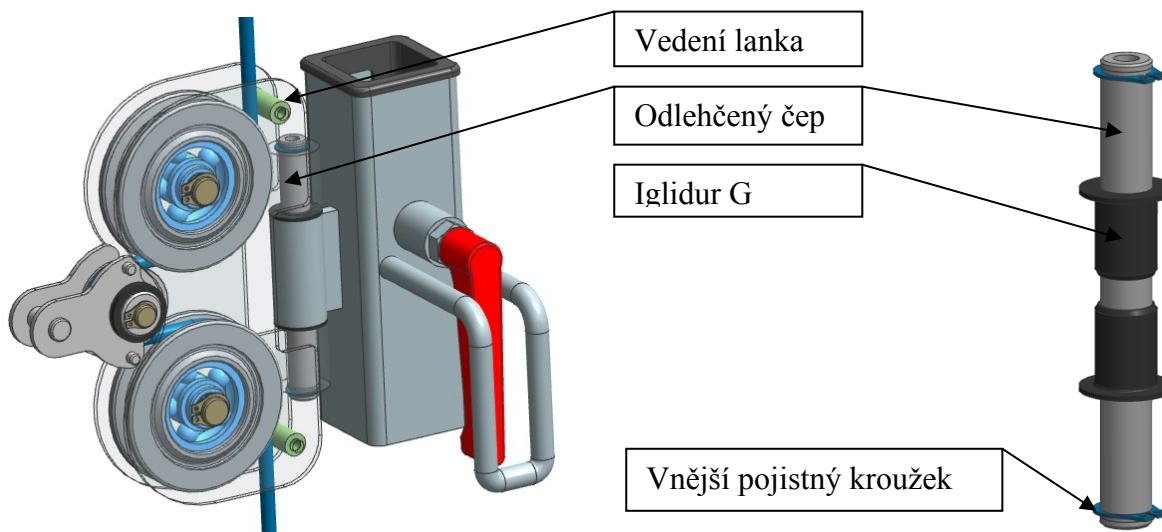
Obrázek 47.: Iglidur tvar F

- rozměry pouzdra:

$d_1 = 10$  [mm]  
 $d_2 = 12$  [mm]  
 $d_3 = 18$  [mm]  
 $b_1 = 17$  [mm]  
 $b_2 = 1$  [mm]<sup>41</sup>

### 6.3.4 Systém kladek

Systém se skládá ze tří kladek, dvou uložených pevně a jedné volné, umožňující pohyb madla. Přímému kontaktu lanka s kladkami napomáhá dvojice válečků (vedení lanka) o průměru  $d = 8$  [mm] a délce  $l = 18$  [mm].



Obrázek 48.: Vizualizace sestavy tří kladek

<sup>41</sup> Kluzná samomazná pouzdra. HENLICH s.r.o. [online]. 2014 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://lin-tech.hennlich.cz/produkty/kluzna-pouzdra-43.html>

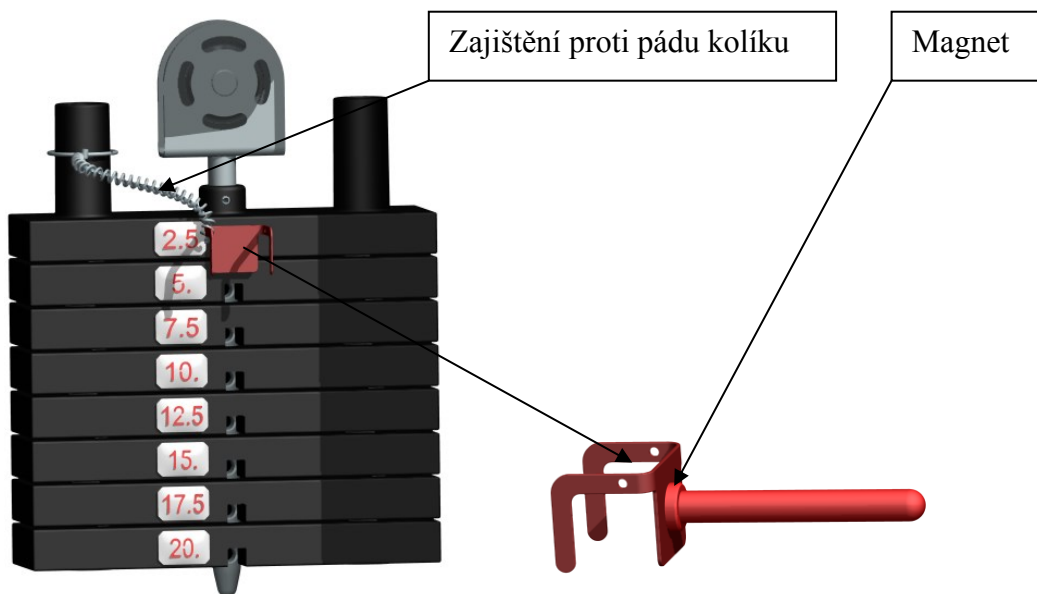
## 6.4 Zatěžovací sestava

Závaží jsou vertikálně vedena nerezovými leštěnými tyčemi a síla zdvihu se přenáší přes volnou kladku.

Sestava je složena z nerezových leštěných tyčí, sady cihel, vodící cihly, trnu a pryžových bloků pro tlumení rázů od závaží. Sadu je možné pořídit od výrobce posilovacích strojů LAX, popřípadě firmy Grün sport, rozdíl je pouze v menší výšce cihly u druhého výrobce.

Nakupovaná sestava zahrnuje: Komplet sloupec o hmotnosti 30 [kg], opískování, lakování (černá barva) a očíslování. V ceně je dále započtena vodící cihla s trnem.

- Pořizovací cena kompletu je:  $4\,490 + (\text{DPH}) = 5\,432 \text{ [Kč]}^{42}$ .



Obrázek 49.: Zatěžovací sestava

Pro komplikace s úchopem standardních kolíků byl navržen vlastní tvar, s možností vybavení magnetem pro dosednutí čepu na závaží.

### 6.4.1 Závaží

Cihly jsou kalibrovány na hmotnosti 2.5[kg], 5[kg] a 7.5 [kg]. Pro jemnější regulaci zátěže jsou pro návrh stroje vynechány nejtěžší varianty závaží, což docení cvičenci s vyšší úrovní postižení. Vybrané cihly mají rozměr 220 x 70 x 22[mm] a hmotnost 2.5[kg].

Celková hmotnost sloupce je volena na 20[kg], což je pro cvičení z invalidního vozíku dostačující, při vyšších hmotnostech by docházelo k vytahování uživatele z invalidního vozíku.

### 6.4.2 Vodící tyče

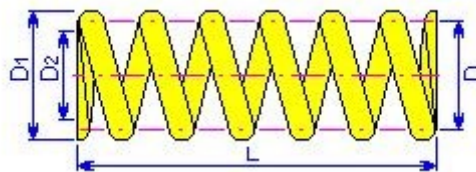
Sada závaží je vedena ve vertikálním směru přes kluzná, samomazná pouzdra po nerezových, leštěných tyčích. Délka tyčí  $l = 1699$ [mm], průměr  $d = 20$ [mm] a rozteč  $p = 150$ [mm].

<sup>42</sup> Posilovací stroje LAX, Miroslav Šupka: [online] 2014. [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: info@lax.cz

Materiál nerezových tyčí je: X5CrNi18-10 (1.4301) podle EN 10297 - 2 : 2005. Jedná se opět o nakupované komponenty. Do konce tyčí je vyříznutý závit M8x1.5 pro uložení do hlavního rámu.<sup>43</sup>

### 6.4.3 Vypružení závaží

Tlumení rázů při předčasném uvolnění madel stroje a následném, nekontrolovaném volném pádu závaží je řešeno dvojím způsobem. Menší rázy tlumí tlačné vinuté pružiny. V případě spuštění závaží a stlačení vinutých pružin zastaví ráz normalizované, válcové, pryžové bloky. Průměr pryžového bloku  $d = 30$  [mm] a výška  $v = 20$  [mm]. Základní údaje o tlačných pružinách jsou uvedeny v tabulce 9.



Obrázek 50.: Schéma tlačné pružiny

Zatížení			Závity		
			Činné	5	
Pracovní zatížení F	100	[N]	Závěrné	1	
			Přechodové	2	
Rozměry			Materiál		
Průměr drátu d	2,5	[mm]	Mez pevnosti v tahu $\sigma_t$	1 860	[MPa]
Vnější průměr $D_1$	26	[mm]	Dov. napětí v krutu $\tau_a$	930	[MPa]
Vnitřní průměr $D_2$	21	[mm]	Modul pruž. ve smyku G	68 500	[MPa]
Délka volné pružiny	45	[mm]	Hustota materiálu $\rho$	7 850	[m <sup>3</sup> /kg]

Tabulka 9.: Tlačná vinutá pružina hodnoty

### 6.4.4. Přenos tažné síly

Síla svalů lidského těla je přenášena přes tažné, polyesterové (PES) pletené lanko. Vyznačuje se hlavně nižší tažností, vysokou pevností a ořezuvzdorností. Průměr lanka je volen na 5 [mm]. Pevnost uvedená výrobcem je 300 [kg] s měrnou hmotností 20 [g/m].<sup>44</sup>



Obrázek 51.: PES- pletené lanko<sup>44</sup>

<sup>43</sup> Nerezové tyče kruhové. ARMAT spol. s.r.o. [online]. 2014 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://www.armat.cz/nerez-tyc-kruhova-kulatina.html>

<sup>44</sup> Viking, s.r.o. [online]. 2014 [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://viking-rtv.cz/e-shop/lana-snury-pletene/1354-lano-a-snura-pletene-pes-s-dusi>

### 6.4.5 Kladky

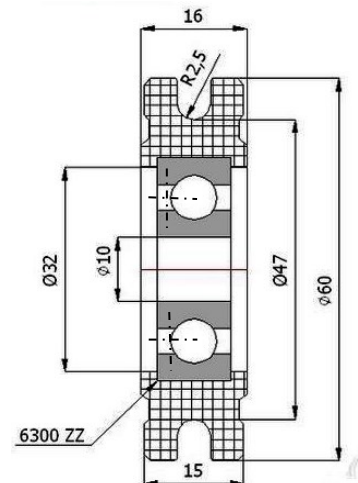
Kladky jsou z důvodu nízkého valivého odporu uloženy na jednořadých, kuličkových ložiscích. Samotné ložisko není potřeba zajišťovat v axiálním směru, protože plastové tělo kladky je při výrobě zaformováno přímo na ložisko. Při opotřebení jednoho ze sestavy (ložisko, tělo kladky) se mění komponenta jako celek.

Valivá (kuličková) ložiska	Součinitel tření $\mu$	0,0015
Kluzná pouzdra		0,03-0,08

Tabulka 10.: Hodnoty součinitele tření



Obrázek 52.: Vytvořený 3D model kladky



Obrázek 53.: Rozměry použitých kladek<sup>45</sup>

#### Technické parametry kladky:

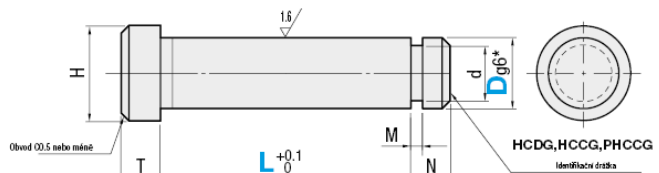
Typ	Cena [Kč s DPH]	Nosnost [kg]
C60/5L	54,50	60

Tabulka 11.: Doplnující informace kladky<sup>46</sup>

- **Použité čepy pro kladky**

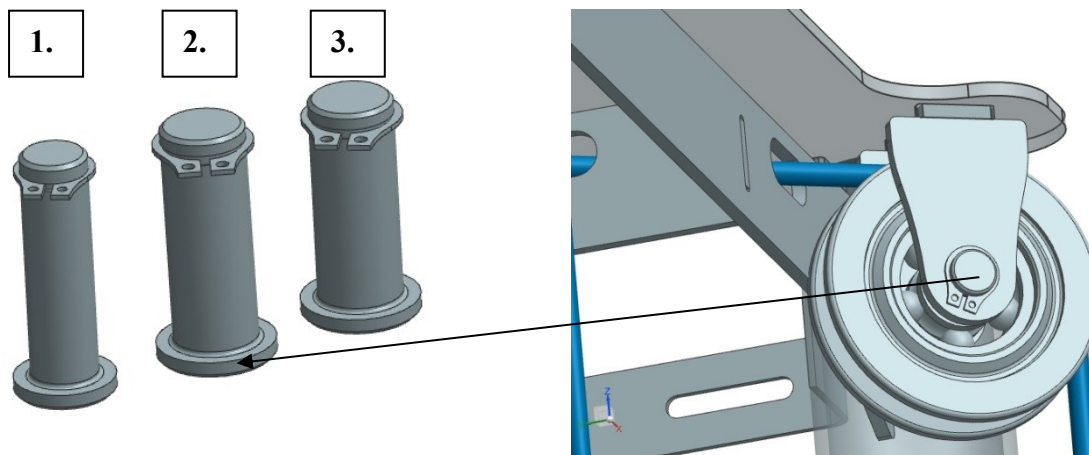
Čepy pro kladky byly voleny z katalogu firmy MISUMI, jedná se o čepy s hlavou a drážkou pro pojistný kroužek. Délka čepu je volitelná a průměry odpovídají vybraným kladkám, tj.  $D = 10$  a  $8$  [mm]. Použity byly tři varianty čepů.

Čep	Rozměry							Jednotky
	H	T	L	M	N	d	D	
1.	12	2	25	0.9	3	7	8	[mm]
2.	14	2	24	1.15	3	9.6	10	[mm]
3.	14	2	22	1.15	3	9.6	10	[mm]



Tabulka 12.: Varianty použitých čepů- rozměry<sup>46</sup>

<sup>45</sup> Pojezdová kola, kladky a rolny. ZABI CZECH s.r.o [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.zabi.cz/pojezdova-kola-kladky-a-rolny/kladka-plastova-profilovana-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17y>

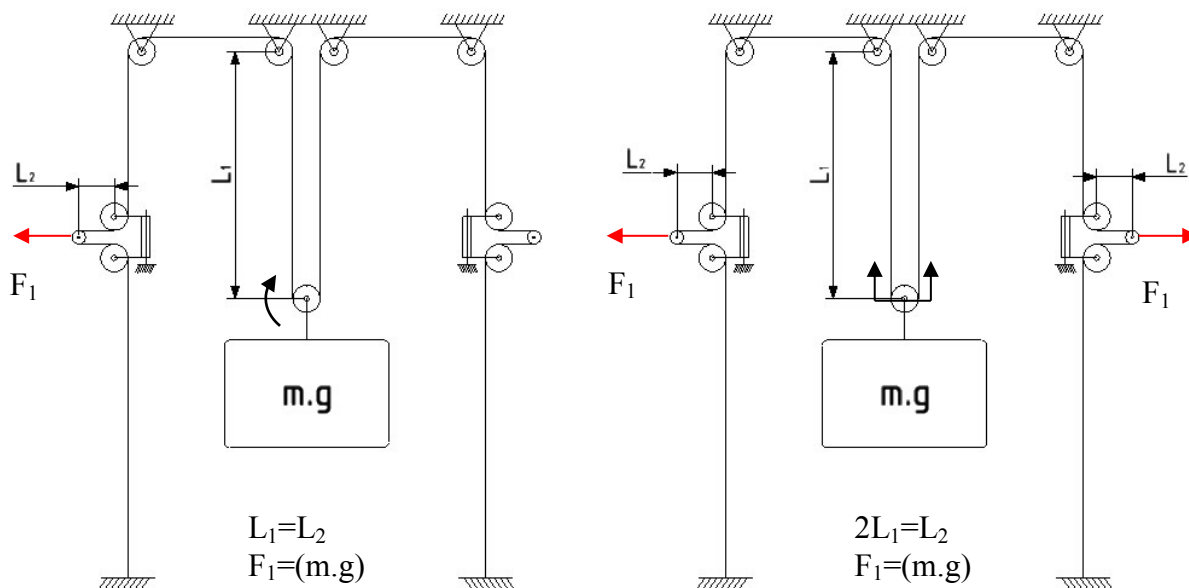


Obrázek 54.: Příklad použití vybraného čepu

### 6.4.6 Silové poměry na madlech

Maximální zatížení je 20[kg], při cvičení s jedním madlem stroje (jednou horní končetinou) s maximálním zatížením se chová kladka na sadě závaží jako „volná,“ tj. cvičící působí silou  $F_1$  (**1**) a zdvih madla i závaží je stejný  $L_1=L_2$ , obrázek 55 (levá část).

V druhém případě (pravá část obrázku 55) používá uživatel obě madla, síly na madlech jsou totožné s volenou hmotností na závaží, ovšem madla jsou vytahována poloviční délkou, než je zdvih závaží.



Obrázek 55.: Schéma silových poměrů na stroji

## 6.5 Výklopné rehabilitační šlapadlo pro ruce

Jeden z nejužitečnějších anaerobních cviků k procvičení většiny svalů horní poloviny těla.

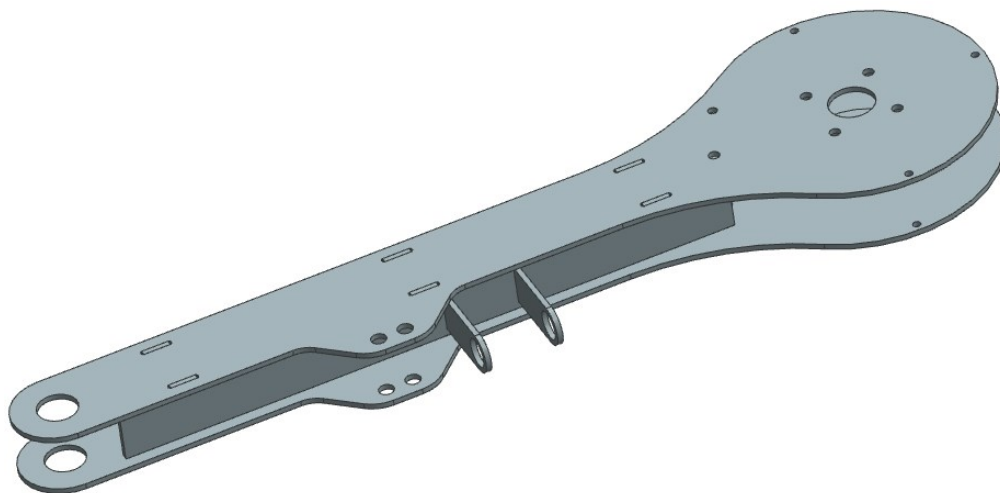
### 6.5.1 Konstrukce ramena šlapadla

Základním stavebním kamenem jsou laserové výpalky z plechů o tloušťce 3 [mm]. Sestava se skládá z horní a spodní části

Materiál S235JRH (1.0039) dle EN 10219-1, obdoba 11 375. Mez pevnosti  $R_m = 360-510$ [MPa] a mez kluzu  $R_e = 235$ [MPa].

- **Horní část ramena**

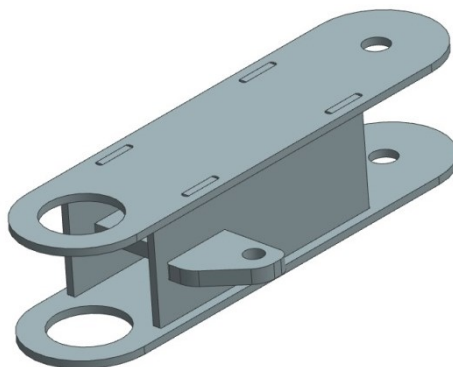
Slouží především pro jako zástavba setrvačnicku. Konstrukce je zesílena podélným žebrováním. Obě části ramena (spodní a horní) jsou otočně spojeny.



Obrázek 56.: Horní část ramena šlapadla

- **Spodní část ramena**

Pevně spojena s konstrukcí hlavního rámu. V místě uložení vzpěry je materiál zesílen na tloušťku  $t = 6$ [mm], na základě předpokladu přetížení horní části ramene vlastní hmotností cvičence. Příkladem je vzepření se do klik rotopedu.

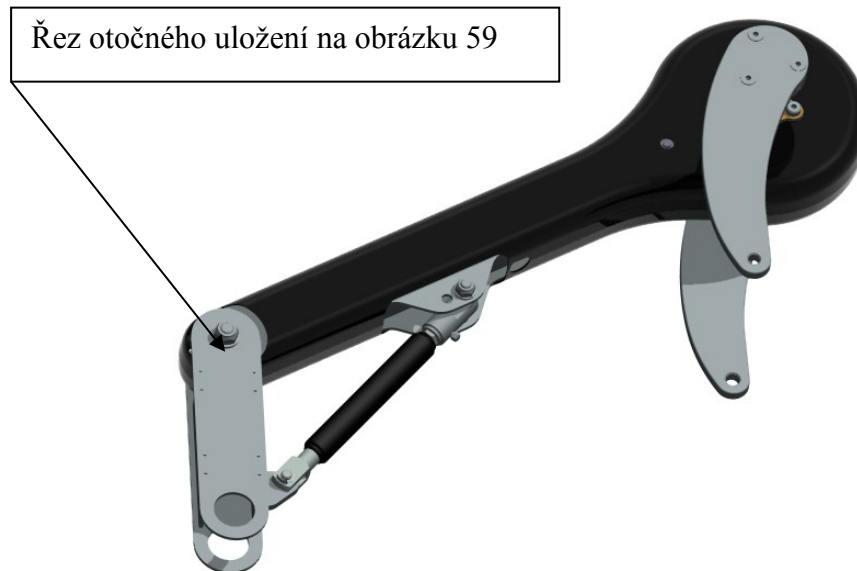


Obrázek 57.: Spodní část ramena

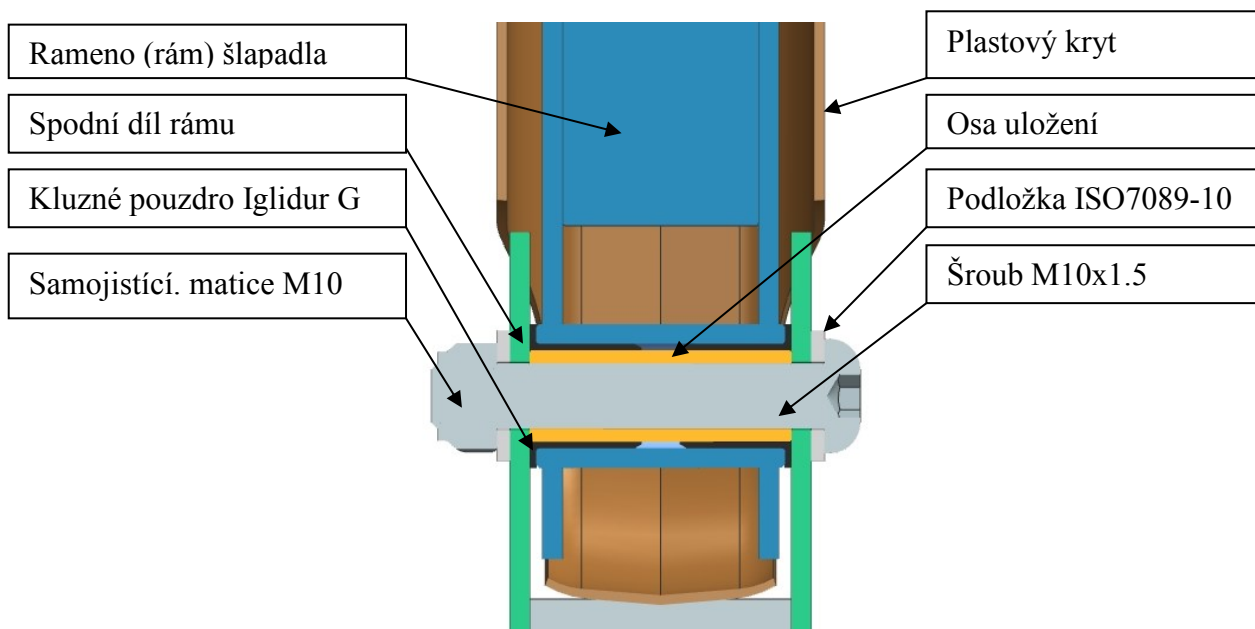


### 6.5.2 Otočné uložení ramena

Rameno lze sklopit okolo vodorovné osy díky otočnému uložení. Hladký chod zajišťují opět samomazná kluzná pouzdra Iglidur. Pouzdra nepodléhají ani vysokým tlakům bez jakékoliv údržby během provozu.



Obrázek 58.: Výklopné rehabilitační šlapadlo



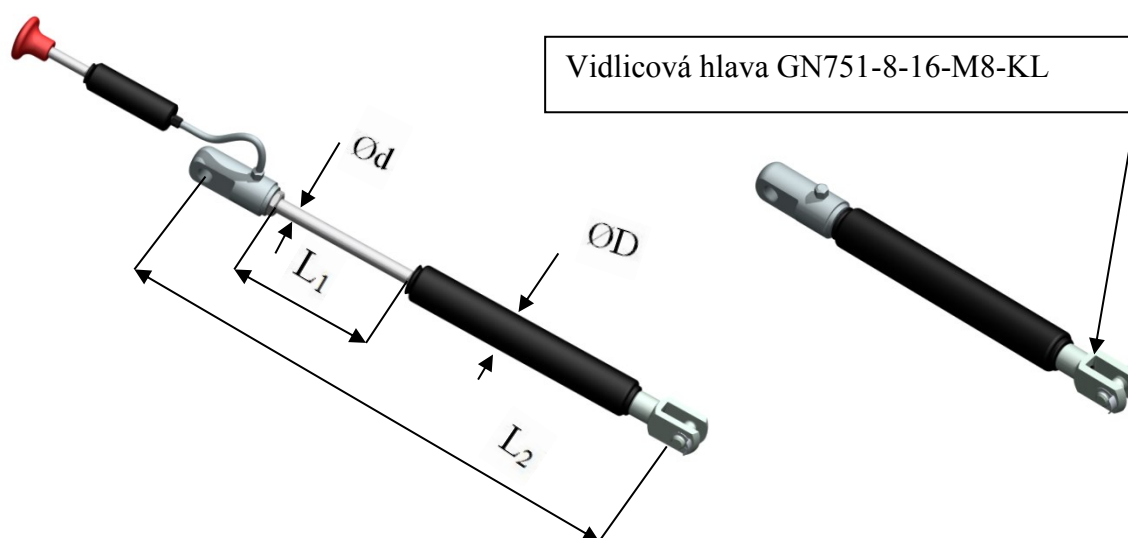
Obrázek 59.: Řez modelem otočného uložení



### 6.5.3 Plynová vzpěra – zdvih ramena

Hmotnost sestavy horní části ramena se setrvačником byla vyčíslena pomocí CAD softwaru na 5,8[Kg], což je pro člověka s vyšším stupněm postižení poměrně velký problém, a to jak pro vyklápění, tak i sklápění ramene. Toto úskalí bylo vyřešeno použitím pneumaticko-hydraulické vzpěry od firmy Gaysan, typ vzpěry je LIFT-BLOCK-ACTION, což znamená, že pohyb pístnice lze aretovat v jakékoliv délce a to jak při vysouvání, tak i zasouvání. Princip je podobný jako u vzpěr kancelářských křesel. V katalogu firmy je mnoho variant s různými zdvihy a silovými rozsahy, ty se dají měnit díky předepnutí plynu (dusíku) uvnitř vzpěry v krocích po 50 [N]. Ovládání lze volit opět ve více variantách. Přesné informace jsou uvedeny v katalogu dodaném v příloze.

- $L_1 = 80[\text{mm}]$ ,  $L_2 = 288[\text{mm}]$ ,  $\varnothing d = 8[\text{mm}]$ ,  $\varnothing D = 21[\text{mm}]$ .



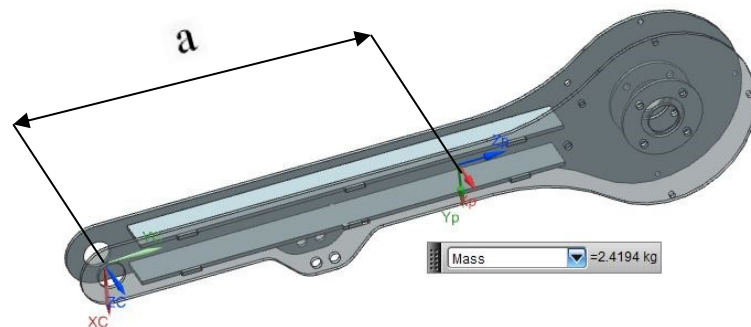
Obrázek 60.: Rozměry plynové vzpěry

### 6.5.4 Výpočet výtlačné síly vzpěry

Výpočet výtlačné síly vzpěry vychází z momentové podmínky k otočnému uložení ramene. Do výsledku se zahrnuje 10% navýšení z výsledné výtlačné síly, což je hodnota udaná výrobcem. Dle katalogu byla vybrána vzpěra, jejíž zdvih je 80[mm] a výtlačná síla 200[N].

- **Potřebné hodnoty pro výpočet**

Pro výpočet výtlačné síly vzpěry  $F_{vz}$  je nutné znát hmotnost a polohu těžiště výpalků ramena a sestavy uložení hřídele se setrvačником. Hodnoty byly vyčísleny pomocí aplikace v CAD systému. V následujícím obrázku je uveden příklad určení hmotnosti a těžiště celého svařence výklopného ramena s výztužnými žebry.



Obrázek 61.: Svařenec ramena - hmotnost a těžiště

• **Použité hodnoty pro výpočet**

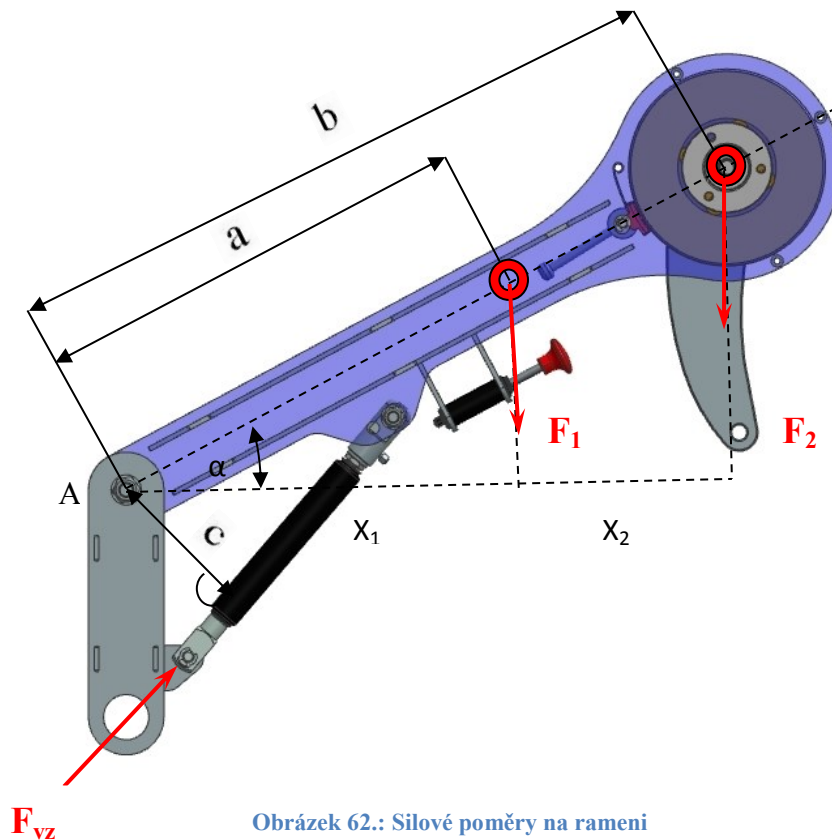
$a = 289[\text{mm}]$ ,  $m_r = 2,4194[\text{kg}]$ ,  
 $b = 450[\text{mm}]$ ,  $m_{\text{setr}} = 2,03[\text{kg}]$ ,  
 $c = 103[\text{mm}]$ ,  $m_{\text{kl}} = 0,215[\text{kg}]$ ,  
 $\alpha = 28[^\circ]$ ,  $m_{\text{hr}} = 0,785[\text{kg}]$ .

Kde:  $a$  – poloha těžiště výklopného ramena spolu s výztužným žebrováním [mm],  
 $b$  – poloha těžiště setrvačnicku a sestavy hřídele k bodu A [mm],  
 $c$  – kolmice k ose vzpěry procházející bodem A  
 $\alpha$  – úhel sklonu ramena v koncové poloze vzpěry [°].

$m_r$  – hmotnost výklopného ramena spolu s výztužným žebrováním  
 $m_{\text{setr}}$  – hmotnost setrvačnicku [kg],  
 $m_{\text{kl}}$  – hmotnost kliky [kg],  
 $m_{\text{hr}}$  – hmotnost hřídele se sestavou uložení [kg],  
 $x_1$  – rameno síly  $F_1$  k bodu A [mm],  
 $x_2$  – rameno síly  $F_2$  k bodu A [mm],

$$\begin{aligned}
 x_1 &= a \cdot \cos\alpha = 289 \cdot \cos 28 = 255,17 \text{ [mm]}, & (17) \\
 x_2 &= b \cdot \cos\alpha = 450 \cdot \cos 28 = 397,33 \text{ [mm]}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_1 &= m_r \cdot g = 2,4194 \cdot 9,81 = 23,73 \text{ [N]}, \\
 F_2 &= (m_{\text{setr}} + 2m_{\text{kl}} + m_{\text{hr}}) \cdot g = (2,03 + 2 \cdot 0,215 + 0,785) \cdot g = 31,84 \text{ [N]}. & (18)
 \end{aligned}$$



- Výtlačná síla vzpěry

$$\sum_{i=1}^n M_{Ai} = 0 \quad (19)$$

$$F_{vz} \cdot c = F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2$$

$$F_{vz} = \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2}{c} = \frac{23,73 \cdot 0,25517 + 31,84 \cdot 0,39733}{0,103} = 181,61 \text{ [N]}$$

Dle výrobce se ještě k výsledné síle pro rovnováhu přičítá 10% z  $F_{vz}$

$$F_{celk} = 181,61 + 18,161 = 199,771 \text{ [N]} \quad (20)$$

- Výtlačná síla vzpěry, úhel skonu ramena  $\alpha = 50^\circ$  a  $c = 84,3$ [mm]

$$x_1 = a \cdot \cos\alpha = 289 \cdot \cos 50 = 185,77 \text{ [mm]},$$

$$x_2 = b \cdot \cos\alpha = 450 \cdot \cos 50 = 289,25 \text{ [mm]}.$$

$$F_{vz\ 50} \cdot c = F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2$$

$$F_{vz\ 50} = \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2}{c} = \frac{23,73 \cdot 0,18577 + 31,84 \cdot 0,28925}{0,0843} = 161,54 \text{ [N]} \quad (21)$$

- Výtlačná síla vzpěry, úhel skonu ramena  $\alpha = 70^\circ$  a  $c = 63,8$ [mm]

$$x_1 = a \cdot \cos\alpha = 289 \cdot \cos 70 = 98,85 \text{ [mm]},$$

$$x_2 = b \cdot \cos\alpha = 450 \cdot \cos 70 = 153,91 \text{ [mm]}.$$

$$F_{vz\ 70} \cdot c = F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2$$

$$F_{vz\ 70} = \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2}{c} = \frac{23,73 \cdot 0,09885 + 31,84 \cdot 0,15391}{0,0638} = 113,57 \text{ [N]} \quad (22)$$

### 6.5.4 Volba brzdy pro rehabilitační šlapadlo

Pro realizaci brzdného odporu přicházelo v úvahu hned několik možností:

- Stejnoseměrný elektrický motor pracující v generickém režimu, napojený na drátový rezistor a řízený regulátorem,
- magnetická, elektromagnetická regulace odporu,
- rotační setrvačnick s třecí brzdou – vybrána k realizaci.

Při výběru vhodné varianty se bral zřetel na malé zástavbové rozměry a nízkou cenu.

	Třecí brzda	Magnetická regulace	El. motor s regulací
Výhody	Nízká cena	Malé rozměry	Plynulost regulace
	Jednoduchost	Bezkontaktní	Aktivní režim
Nevýhody	Hmotnost setrvačnicku	Výšší cena	Cena
	Horší regulace zátěže	Vyšší otáčky - další převod	Nekompatibilita systému

Tabulka 13.: Varianty regulace šlapadla

Pro návrh brzdy byla známá pouze hmotnost a průměr setrvačnicku, hodnoty vycházely z již prověřených, funkčních, rehabilitačních šlapadel pro ruce, další parametry byly voleny, nebo vypočteny.

#### • Třecí materiál

Brzda je ze stejného materiálu jako se používá u standardních cyklotrenažerů, jedná se o technickou vlnu, nebo jinak řečeno plst. Výhoda je minimální hlučnost oproti kovo-keramickým materiálům a jednoduché spojení s podložnou částí pomocí lepení. Tuto komponentu lze nakoupit ve více variantách rozměrů.



Obrázek 63.: Technická plst<sup>47</sup>



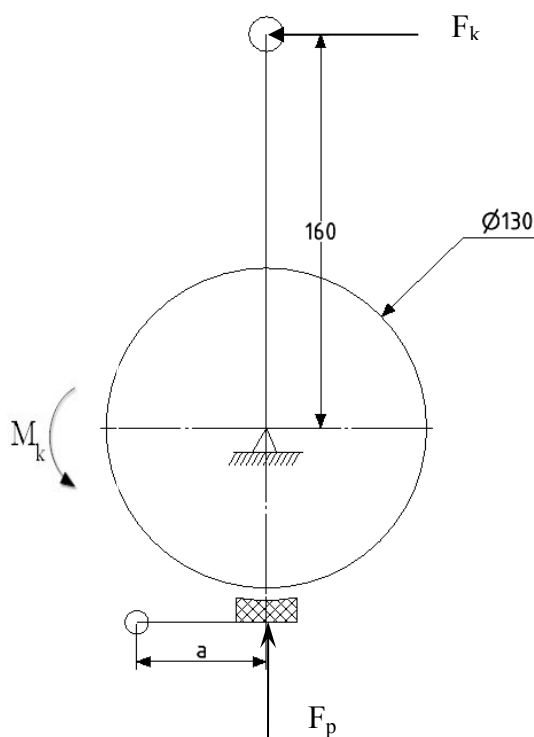
Obrázek 64.: Destičky s plstí<sup>48</sup>

<sup>47</sup> Brněnská továrna plstí. BTP [online]. 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.tovarna-plsti.cz/technicka-plst.html>

• **Parametry rehabilitačního šlapadla**

Parametr	Označení veličiny	Hodnota veličiny	Jednotky	
Hmotnost setrvačnicku	$m_s$	2,037	[kg]	Zadáno
Průměr setrvačnicku	$D_s$	130	[mm]	Odvozeno
Šířka setrvačnicku	$s_s$	20	[mm]	Zvoleno
Délka kliky	$l_k$	160	[mm]	Zvoleno
Síla jedné horní končetiny	$F_k$	70	[N]	Odvozeno
Krouticí moment	$M_k$	11,2	[N.m]	Vypočteno

Tabulka 14.: Použité veličiny



Obrázek 65.: Schéma setrvačnicku s brzdou

• **Zajištění setrvačnicku na hřídeli, spoj perem**

Přenos krouticího momentu z hřídele na setrvačnick zajišťuje spoj perem, je však velmi obtížné odhadnout sílu působící na kliku při brzdění setrvačnicku poddajným materiálem (plst). Zatížení lze minit z úvahy, že dospělý člověk bez obtíží dokáže dlouhodobě vyvodit sílu na jedné horní končetině 35[N]. Navýšená hodnota pro výpočet je 70[N].

<sup>48</sup> CHECHI ENTERPERISE [online]. 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://chechee.imb2b.com/sell/index.php?itemid=30349>

- **Výpočet délky pera**

Kontrola pera na tlak mezi bokem drážky setrvačnicku a perem. PERO 5h9x5x16.

Kde:	F	–	střižná síla [N],
	$M_k$	–	kroučící moment [N.m],
	d	–	průměr hřídele [m],
	$t_1$	–	hloubka drážky v setrvačnicku [m],
	b	–	šířka pera [m],
	l	–	délka pera [m],
	$p_d$	–	dovolený tlak [MPa].

$$F = \frac{M_k}{\frac{d}{2} + \frac{t_1}{2}} = \frac{22,4}{\frac{0,017}{2} + \frac{0,0021}{2}} = 2345,55 [N] \quad (23)$$

$p_d = 120$  [MPa] pro ocelový setrvačnick

$$p = \frac{F}{S} \leq p_d \quad (24)$$

$$\frac{F}{t_1 \cdot (l - b)} \leq p_d$$

$$t_1 \cdot (l - b) = \frac{F}{p_d} \rightarrow l = \frac{F}{p_d \cdot t_1} + b \quad (25)$$

$$l = \frac{2345,55}{120 \cdot 10^6 \cdot 0,0021} + 0,005 = 0,0143 \approx 14,3 [mm] \rightarrow \text{volím } 16 [mm]$$

### 6.5.5 Uložení setrvačnicku

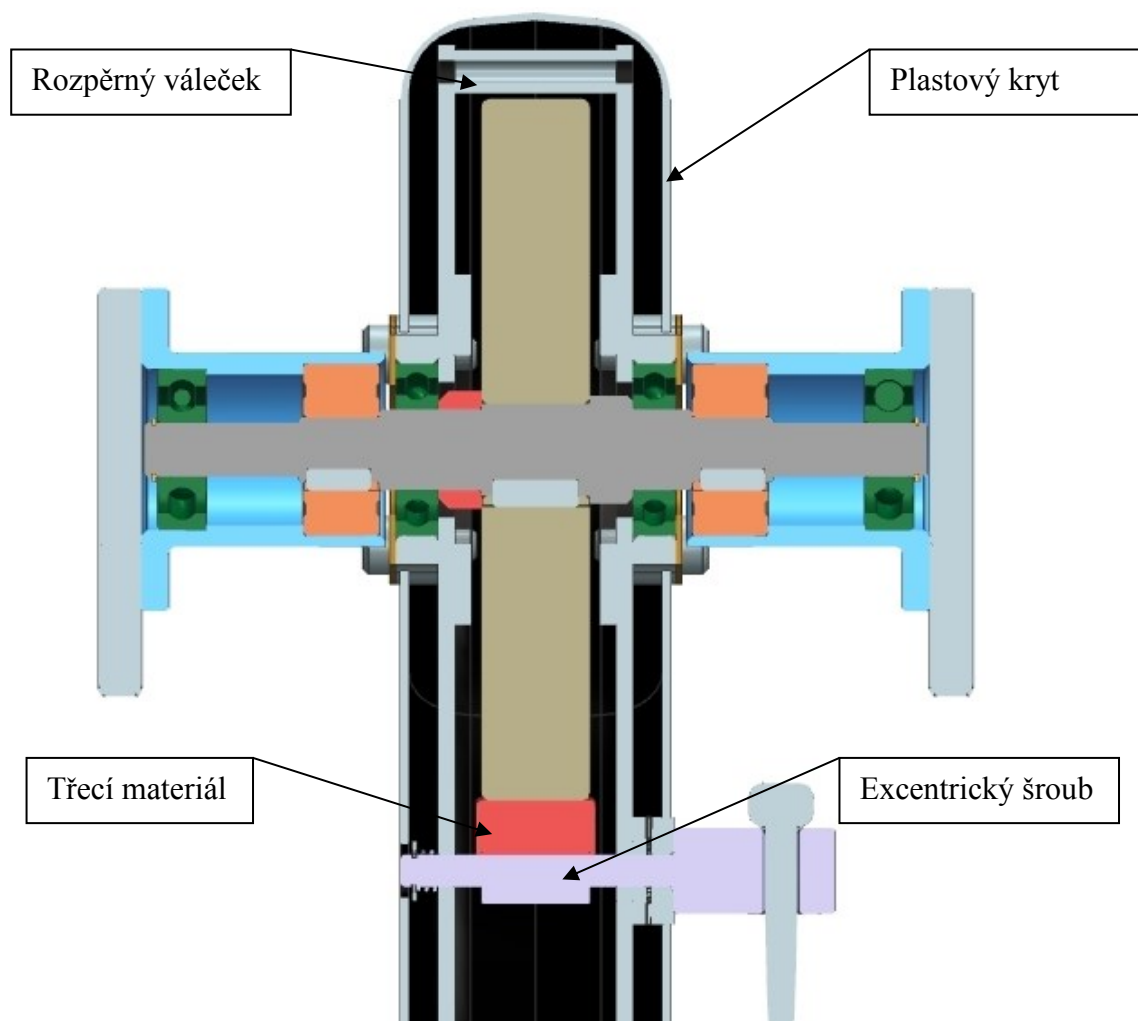
Uložení je navrženo tak, že umožňuje souběžný i pootočený pohyb klik díky dvěma samostředícím volnoběžkám. Toto řešení přináší výhodu z pohledu uživatele, jelikož při souběžném pohybu klik se zapojují hlavně horní končetiny, při pootočení klik posiluje uživatel i svaly trupu. Další funkce volnoběžek je zřejmá, cvičit lze i jednou klikou a při zastavení vlastního pohybu ruky není přenášen kroučící moment ze setrvačnicku na kliky, které tak zůstávají vždy v klidu.



Obrázek 66.: Vizualizace souběžného a pootočeného pohybu klik







Obrázek 68.: Rez modelem sestavy setrvačnicku

- **Kliky**

Kliky jsou laserové výpalky z hliníkové ploché tyče o rozměrech 150x8x170[mm] (šířka, tloušťka, délka), rozměr polotovaru umožňuje vypalovat obě kliky vedle sebe. Cvičení na rotopedu simuluje jízdu na handbiku, proto je délka kliky převzata z funkčních standardů, kde se délka ramen klik pohybuje v rozmezí 145-200[mm]. V našem případě je volena délka klik 160[mm].

Kliky jsou shodné tvarově, nikoliv však konstrukčně. Rozdíl je v levém a pravém závitu pro rukojeti, aby předešlo povolování při cvičení.

Klika je přišroubována na přírubu třemi šrouby M6 se zápusťnou hlavou a vnitřním šestihranem.

Materiál, slitina hliníku AlMg0,7Si, EN 573- AW 6063 T66 nabízí vhodný kompromis mezi nízkou hmotností, dostačující pevností a tržní dostupností. Mez kluzu slitiny je  $R_{p0,2} = 195$ [MPa] a mez pevnosti  $R_m = 230$ [MPa].<sup>49</sup>

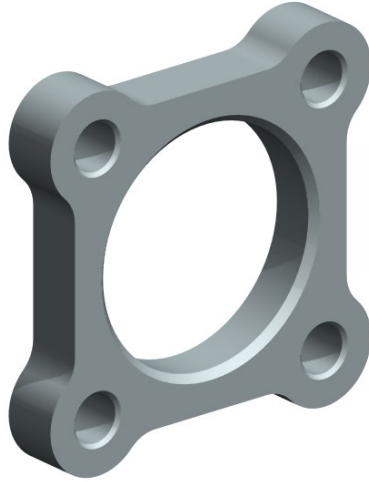
<sup>49</sup> Hliníkové plocháče. *EHLINIK.CZ* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.ehlinik.cz/ploche-a-ctvercove-hlinikove-tyce-plochace-hranoly/kat-K300000101.html>



- **Stranový ložiskový domek a krycí plech**

Stranový ložiskový domek je výpalek z plechu o tloušťce 8[mm] s vnitřní tolerovanou dírou pro kuličkové ložisko. Krycí plech ložiska je opět výpalek, tloušťka 1,5[mm],

Materiál S235JRH (1.0039) dle EN 10219-1, obdoba 11 375. Mez pevnosti  $R_m = 360-510$ [MPa] a mez kluzu  $R_e = 235$ [MPa].

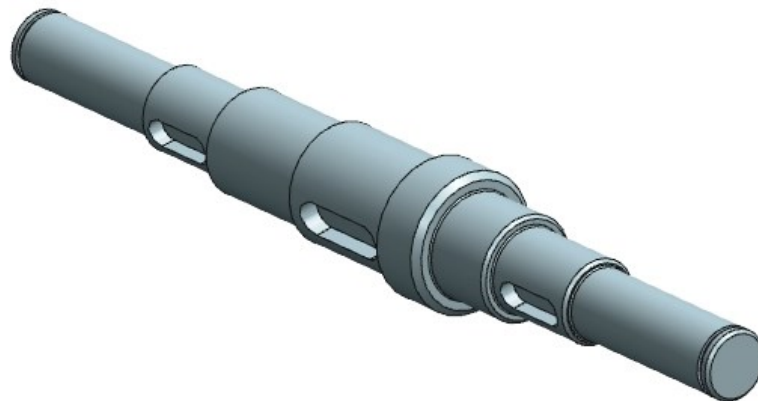


Obrázek 71.: Stranový ložiskový domek - izometrický pohled

- **Hřídel**

Hřídel je vyráběná součást, polotovár je kruhová tyč o průměru 22 [mm] a délce 150 [mm].

Materiál S355JR (1.0045) dle EN 10025-2, obdoba ČSN 11 503. Mez pevnosti  $R_m = 470-610$ [MPa] a mez kluzu  $R_e = 355$ [MPa].



Obrázek 72.: Hřídel šlapadla

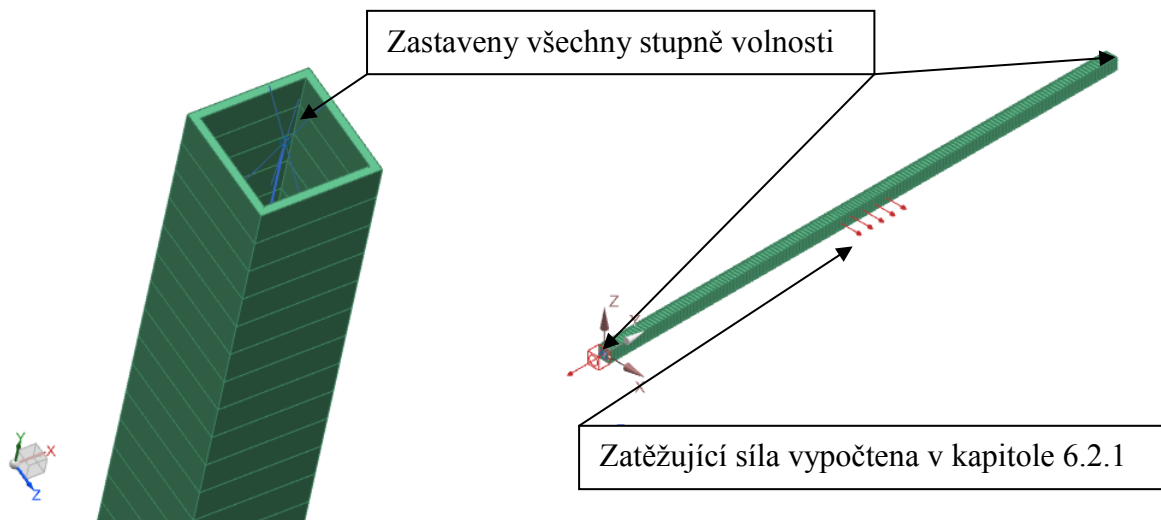
## 7. Pevnostní výpočty s využitím metody konečných prvků

Pro simulaci zatížení částí posilovacího stroje byla využita metoda konečných prvků (MKP).

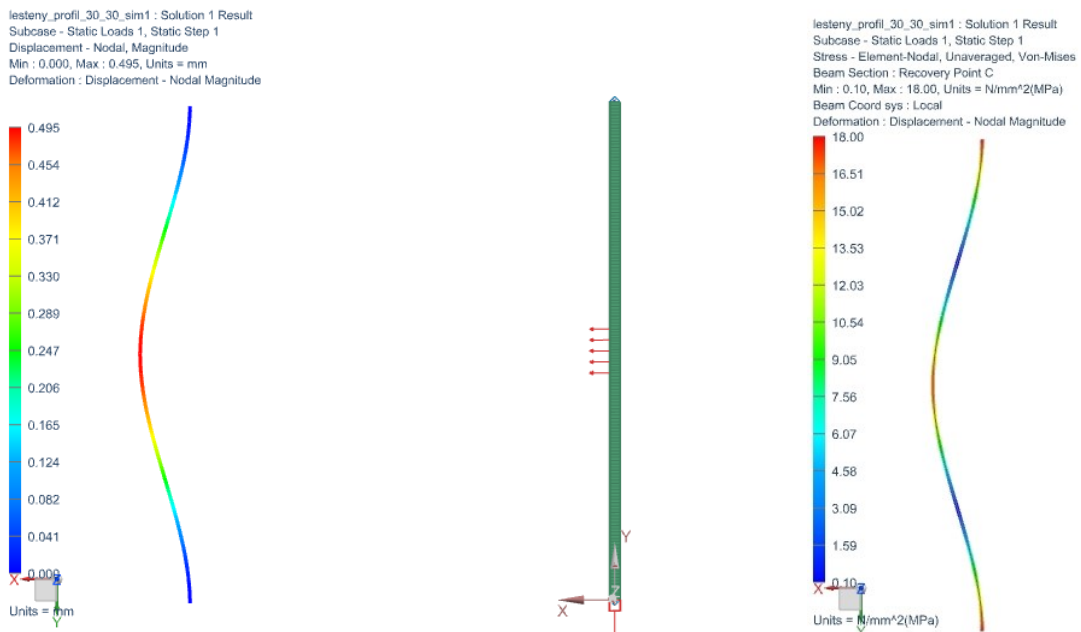
VYTVOŘENO V PROGRAMU: Siemens PLM NX 8.5 - UNIGRAPHICS

### 7.1 Ověření zatížení vodících profilů

Fyzikální model byl vytvořen pomocí napojování tří zjednodušených 1D prvků typu BEAM o celkové délce  $l = 1420$ [mm], simulující tenkostěnný profil. V následujícím kroku byla provedena diskretizace modelu (1D MESH). Následně byl síti přiřazen materiál a konkrétní rozměry profilu (30x30x2). Řešen byl maximální zátěžný stav, zatížení od závaží (200 N) simulující zatížení v délce  $l = 125$ [mm] přenášené od posuvné objímky. Zatěžující síla působí v přímém směru k uživateli stroje.



Obrázek 73.: Fyzikální model s okrajovými podmínkami



Obrázek 74.: Hodnoty celkového posunutí a napětí

Maximální posunutí:  $0.495$ [mm], napětí (Von-Mises):  $18$ [MPa].

Pro ověření byly softwarové výsledky porovnány s analytickými výpočty získanými v kapitole 6.2.1. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 15.

Metoda	Porovnání získaných výsledků	
	Průhyb/deformace [mm]	Napětí [MPa]
Metoda konečných prvků	0,495	18
Analytický výpočet	0,474	17,756

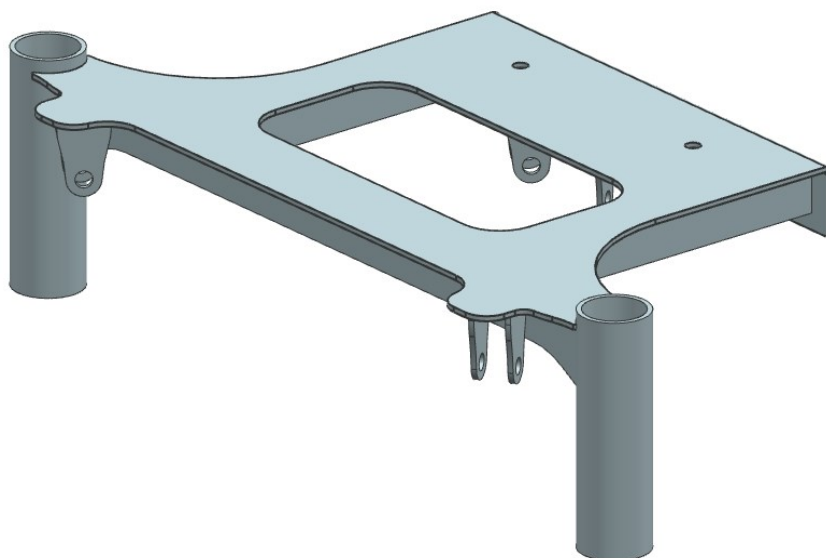
Tabulka 15.: Porovnání výsledků

## 7.2 Zátěžný stav pro horní svařenec rámu s uložením kladek

Ve zmíněném místě je předpoklad koncentrace napětí v malém plošném spoji mezi plechovým výpalkem a uložením kladek. Maximální zátěžná síla od závaží (20kg) je rozložena na uložení kladek. Síla působí pod úhlem 45°, což vychází ze silového poměru na kladkách.

### 7.2.1 Fyzikální model

Fyzikální model pro výpočet byl zaměřen na horní část svařence rámu. Model byl ponechán pro výpočet jako 3D těleso, vhodnou náhradou je i použití zjednodušených 2D prvků (shell), čímž se zkrátí se výpočetní čas - výhodné u tenkostěnných plechů.

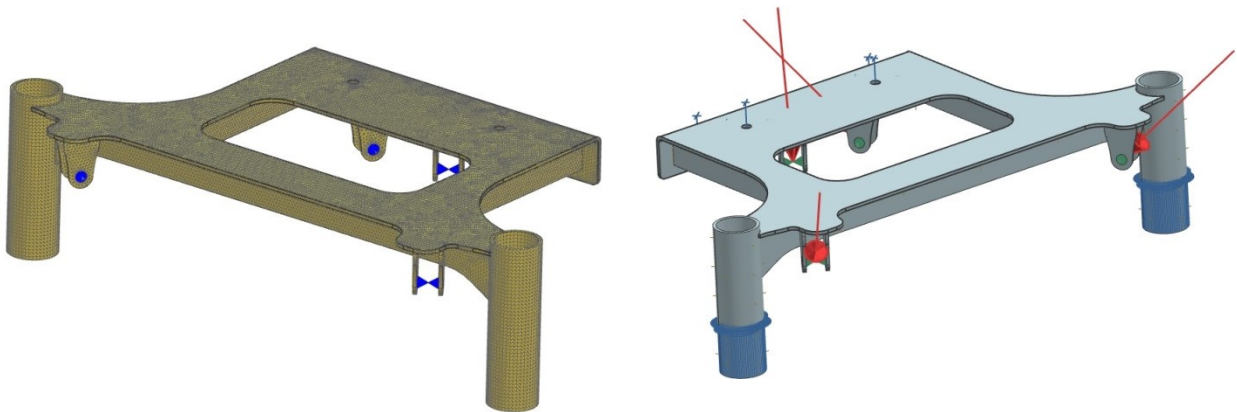


Obrázek 75.: Výpočtový model

### 7.2.2 Diskretizace a okrajové podmínky

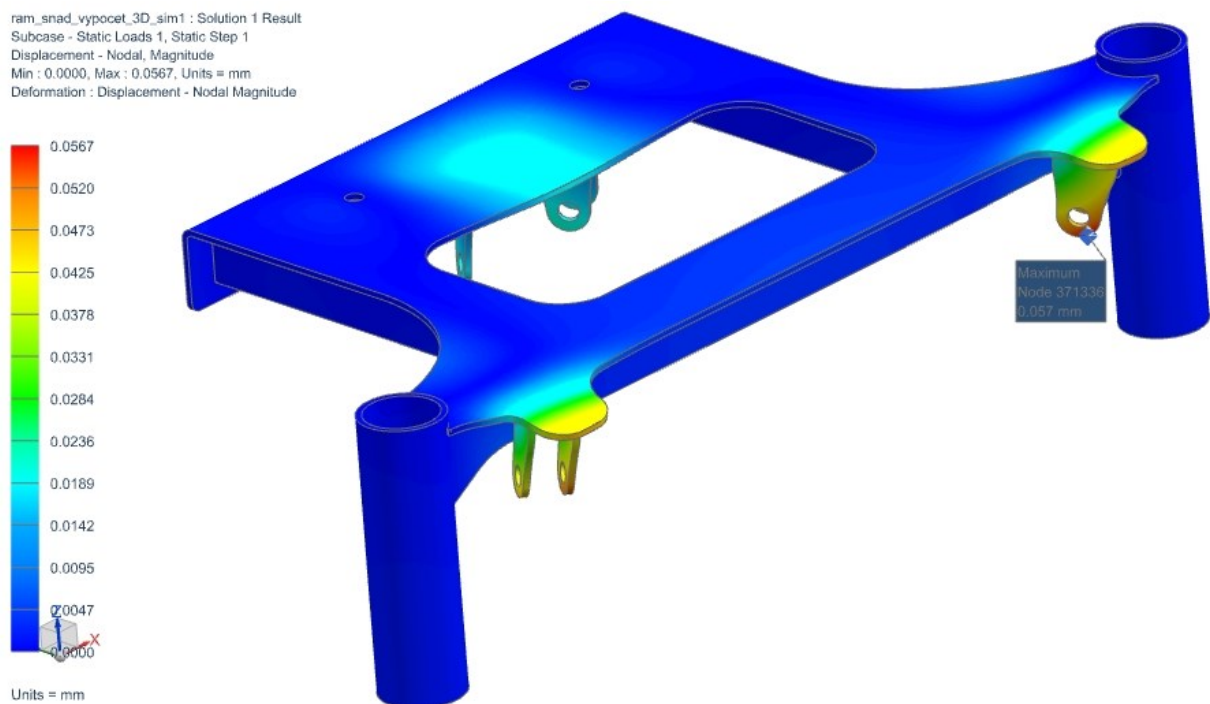
Diskretizace modelu proběhla za pomoci 3D sítě, prvky typu CQUAD8 s velikostí elementů 2 [mm]. Pro okrajové podmínky platí zastavení posuvů v místě uchycení stroje ke stěně i pro kontakt výpalku s leštěnými tyčemi. Svislé posunutí nahrazující podpěru je nastaveno do řezu trubek.

Svarové spoje byly realizovány funkcí Gluing (lepení), která je pro takovéto pevné spojení adekvátním řešením. Čepy kladek byly nahrazeny dokonale tuhými prvky (RBE2), do kterých bylo definováno zatížení, zadané maximální zátěžnou hodnotou.



Obrázek 76.: Diskretizace a zadání okrajových podmínek

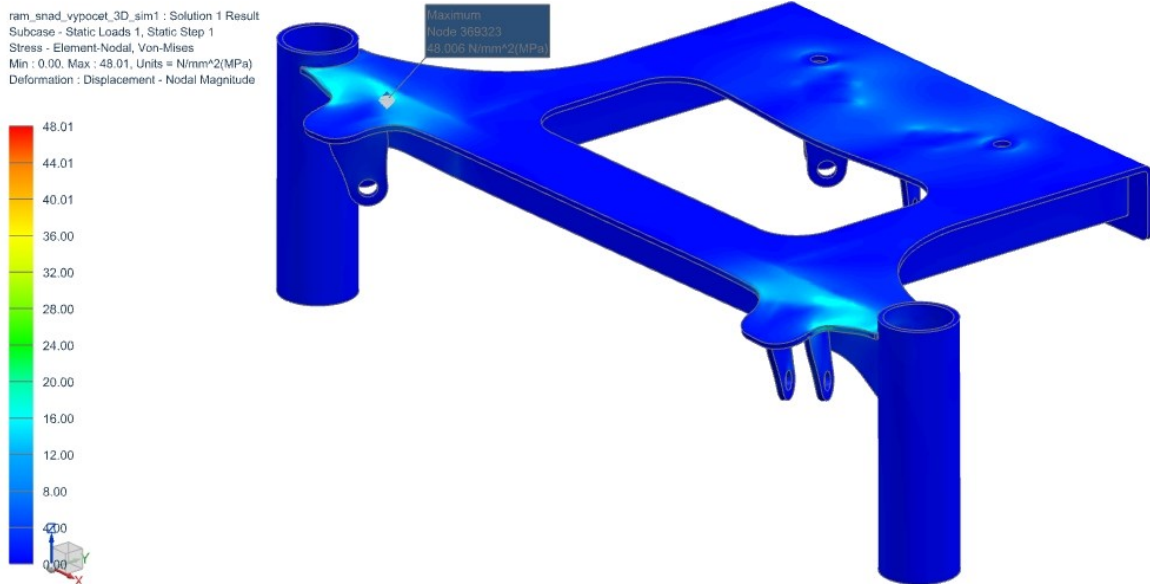
### 7.2.3 Výsledky analýzy



Obrázek 77.: Celkové posunutí

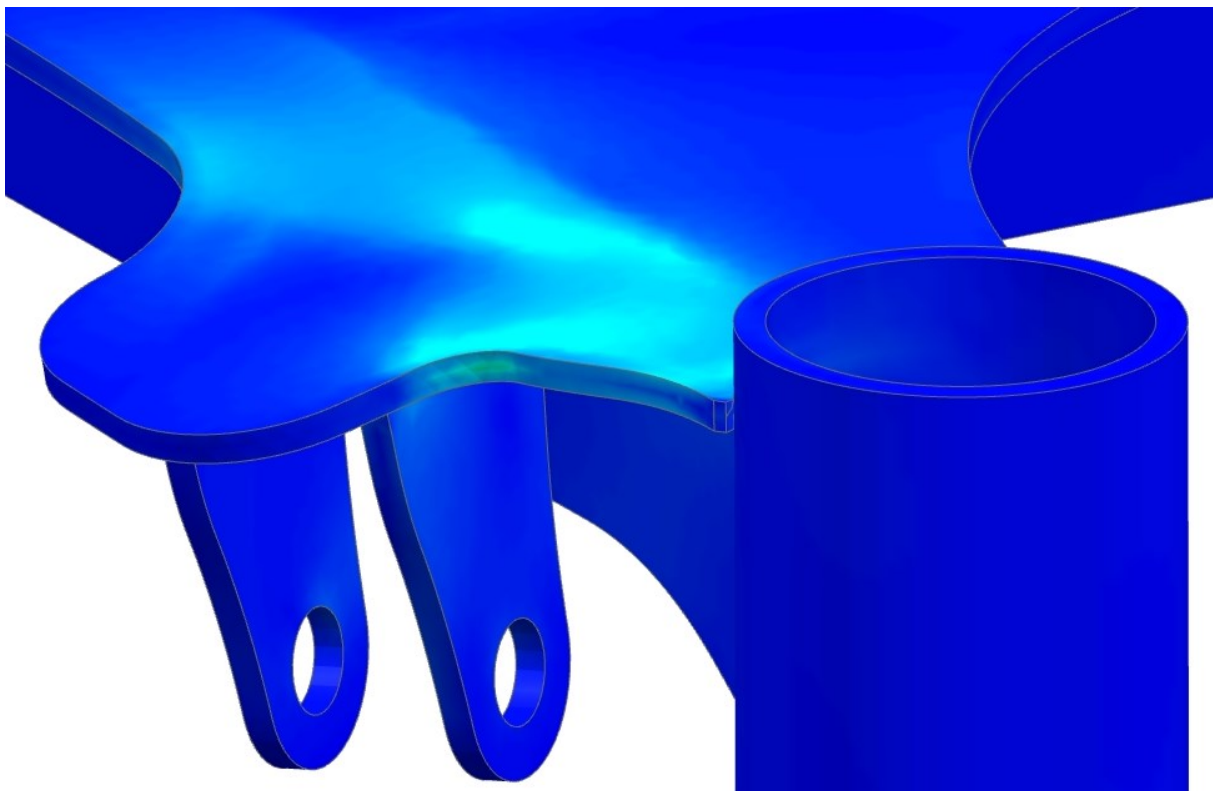
*Maximální posunutí: 0.0567 [mm]*





Obrázek 78.: Napětí- Von-Mises

Maximální napětí: 48.10 [MPa]



Obrázek 79.: Detail uložení kladky

Maximální napětí: 48.1 [MPa]

Materiál rámu je S235JHR s mezí v kluzu  $R_e = 235$ [MPa]. Bezpečnost proti mezi kluzu je  $k = 4.7$ , což je dostačující hodnota. Plošné napětí se v místech uložení kladek se pohybuje okolo hodnoty 20[MPa].

$$k = \frac{R_e}{\sigma_{max}} = \frac{235}{48.1} = 4,89 \quad (27)$$

## 8. Technicko-ekonomické hodnocení

Z ekonomického hlediska byla tato diplomová práce směřována k co nejnižším výrobním nákladům, s tímto je přímo spojena i prodejní cena a ta je ve většině případů pro postižené při nákupu stěžejní. Z důvodu snížení ceny byly pro rám stroje použity polotovary (trubky) a výpalky z plechů z běžné konstrukční oceli.

Konstrukce posilovacího stroje se však nevyhnula ani navýšení ceny a to hlavně z důvodu univerzálnosti, nevylučující možnost obsluhy i lidmi s vyšším stupněm postižení nebo dodržení podmínek zadavatele. Tímto je míněno použití hydropneumatické vzpěry Gaysan, zdvih šlapadla se tak ovládá pouze tlačítkem, ovšem bez jejího použití by byla manipulace s ramenem šlapadla například pro kvadruplegika vyloučena. Vysoká pořizovací cena v poměru s ostatními nakupovanými komponenty se týká i samostředících volnoběžek, jejich cena je však zjišťována pouze v rámci České republiky. Velkou výhodou navrženého posilovacího stroje je minimální údržba, ta se týká pouze výměny kladek, popřípadě tažného PES lanka. V případě konce životního procesu výrobku vyřeší likvidaci návštěva výkupu kovů, či tříděných odpadů.

Bohužel odhad celkové výrobní ceny není jednoduché predikovat, je to spíše otázka na konkrétní firmy, které zajišťují jednotlivé výrobní procesy.

Celková cena se skládá z vlastních nákladů výroby (nakupované komponenty, materiál a práce). Správní a odbytové režie jsou neznámé, k přibližné představě jsou v následujících tabulkách vyčísleny náklady na materiál a ceny nakupovaných komponent, u kterých byla zjištěna pořizovací cena. V kalkulaci jsou uvedeny ceny včetně daně z přidané hodnoty.

Profil			Cena	
Charakteristický rozměr [mm]	Tvar profilu/ pásová ocel	Délka profilu [m]	[kč/m]	[kč]
30x2	jákl	2,84	150	426
40x3	jákl	0,25	54,48	14
30x6	pás. ocel 6 mm	0,08	33,52	5
150x8	pás. Al 8 mm	0,17	406,8	70
Ø 20	kulatina	3,398	211,49	719
Ø 22	kulatina	0,15	115,78	18
Ø 30x3	trubka	0,476	28,42	14
Ø 42,4x3	trubka	4,04	43,79	177
Ø 60,3x17,5	trubka	0,1	806,59	81
Spojovací materiál				500
Distanční kroužky/ válečky				150
<b>Plechy/laminovaná deska</b>				
Charakteristický rozměr [mm]	Tloušťka	Plocha [m <sup>2</sup> ]	[kč/m <sup>2</sup> ]	[kč]
350x200	plech 2 mm	0,07	425,7	30
800x750	plech 3 mm	0,6	638,88	344
200x100	plech 4 mm	0,02	851,84	18
200x200	plech 8 mm	0,005	1703,68	9
2500x700	lamin. d. 16 mm	1,75	241	422
<b>Celková cena za nakupovaný materiál</b>				<b>2983</b>

Tabulka 16.: Náklady na materiál



Komponent	Cena s DPH/kus	Počet kusů	Cena [kč]
Zatěžovací sada-komplet	5433	1	5433
Plynová vzpěra Gaysan	1815	1	1815
Samostředící volnoběžky UKC 12 2RS	974	2	1948
Laminovaná deska 1220x2240	800	1	800
Nerez profily TR 4HR 30x2-1420	170	2	340
Lano pletené (PES)	72,6	1	72,6
Kladka C60/5L	52	9	468
Ložisko 16200 2RS	48,4	2	96,8
Ložisko 6200 2RS	43,56	2	87,12
Kladka C29/5L	41,19	2	82,38
Pryžový blok	100	2	200
			<b>11 343[kč]</b>

Tabulka 17.: Nakupované komponenty se zjištěnými cenami

Celková cena je získána součtem nákladů materiálových a cen nakupovaných komponent.

$$CNM = NM + NK \quad (27)$$

Kde:

- CNM celkové náklady na materiál,
- NM náklady na materiál,
- NK nakupované komponenty.

Celkové materiálové náklady vztažené k jednomu posilovacímu stroji jsou **14 326 kč**.

## 9. Závěr

Tato diplomová práce se zabývá konstrukčním návrhem domácího posilovacího stroje na posilování rukou pro postižené osoby. Hned z úvodu práce po vznesení konkrétních požadavků od jednatele českého svazu paraplegiků a pražského centra Paraple bylo jasné, že nepůjde o klasickou konstrukci posilovacího stroje, na kterou jsme běžně zvyklí, což potvrdil tuzemský i zahraniční průzkum v úvodních kapitolách práce. Mezi kritéria s přímým vlivem na konstrukci bych zmínil uchycení stroje na stěnu v obydlí postiženého. Důvod je ten, že pokud se člověk, ať už z jakéhokoliv zdravotního důvodu, ocitne na invalidním vozíku, chce být po léčení co nejvíce soběstačný a předpoklad je, že si najde bezbariérové bydlení. Tyto byty jsou však menších kapacit a prostorově objemný stroj by pak zabíral cenné místo již tak stísněného bytu. Mezi druhé kritérium patří kombinace cviků stroje, ty mají zajistit procvičení svalových partií ochabující při dlouhodobém upoutání na invalidní vozík. Jedná se zejména o zádové, ramenní, prsní svalstvo a doplňující anaerobní cvik na šlapadle. Použití těchto cviků bylo konzultováno s fyzioterapeutem Mgr. Jiřím Pokutou, zaměstnancem zmíněného pražského centra Paraple.

Dalším krokem bylo určení správné geometrie rámu, aby stroj svým nastavením vyhovoval i postavám různého vzrůstu a odlišné výšky sedu z invalidního vozíku, zde bylo vycházeno z antropometrických rozměrů referenčních postav 99% muže a 1% ženy. K přiblížení se konkrétním hodnotám byla provedena i grafická analýza výškového a šířkového rozsahu nastavení stroje, která poukázala na jednoduché řešení pomocí dvou vodících leštěných profilů, po kterých je kluzně vedena objímka s otočným uložením systému tří kladek pro variabilní nastavení polohy madel. Ovládací prvky byly navrženy tak, aby je dokázal používat i člověk s vyšším stupněm postižení, konkrétně pak kvadruplegií, jež postihuje i úchopy ruky. Ze stejného důvodu bylo znemožněno použití standardních zajišťovacích kolíků zakončených koulí, proto byl navrhnut vlastní tvar zajišťovacího čepu. Sada závaží musela být posunuta do výšky 315 [mm] od půdorysné roviny (minimální dosah člověka z invalidního vozíku).

Kladkový stroj je opět řešen nekonvenčním způsobem pouze s jednou sadou závaží. Výhoda tohoto řešení je výšková nezávislost levého i pravého madla. Na rám kladkového stroje volně navazuje sklopné rameno šlapadla, jež je realizováno třecí brzdou se setrvačником, velká přednost šlapadla tkví v uložení setrvačniku na dvou samostředících volnoběžkách, které umožňují souběžný či pootočený pohyb klik, výhodou je rozmanitost cviku a zapojení odlišných svalových partií. Pohyb ramena šlapadla zajišťuje hydropneumatická vzpěra, jejíž pohyb lze aretovat pomocí tlačítka v jakékoliv poloze při vysouvání i zasouvání. Zástavba vzpěry sice navýší prodejní cenu, její použití je však důležité až nevyhnutelné z pohledu snadné obsluhy handicapovaného uživatele.

Jako hlavní přínos konstrukce bych rád uvedl univerzálnost stroje, který může být v domácím prostředí využíván celou rodinou, nejen samotným postiženým. Dále pak způsobem upevnění na zeď, čímž má stroj jen minimální půdorysné rozměry a ve finále je celý stroj uzavřený ve skříňce, aby nenarušoval celkový design místnosti a nevznikalo možné riziko poranění o konstrukci. Dalším přínosem je již zmíněné uložení setrvačniku, který umožňuje souběžný i pootočený pohyb klik. Pro motivaci nebo jen ke zpříjemnění cvičení může být v horní části stroje zastavěn šestnácti palcový plochý televizor s úhlopříčkou 40 [cm].

Na závěr bych podotkl, že tento stroj si najde své uplatnění nejen mezi samotnými postiženými, ale i v rehabilitačních centrech. Variabilní konstrukce dovoluje provedení minimálně čtyř cviků na (zádové, prsní, ramenní svalstvo a šlapadlo), v kombinaci s malými zástavbovými rozměry je tento stroj jediný svého druhu. Co se týká konkurenceschopnosti, jediný český výrobce (viz. kapitola 2.3.2), který se zabývá posilovacími stroji pro postižené prodává pouze jednoúčelové stroje, robustní konstrukce a jejich prodejní cena neklesá pod 50 000Kč.

## Použité zdroje a software

### 1. POUŽITÝ SOFTWARE

Microsoft office 2010

Siemens NX 8,5

Autodesk Inventor 2014

### 2. KNIŽNÍ PUBLIKACE

[52] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra: obecné strojní části. 1, Spoje, otočná uložení, hřídelové spojky, akumulátory mechanické energie*. Praha: Computer Press, 1999

[53] LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky, páté vydání. Úvaly: Albra 2011*

[27, 32, 35,37] TILLEY, Alvin R. *The measure of man and woman: human factors in design*. Rev. ed. New York: Wiley, c2002, 98 s. ISBN 04-710-9955-4.

[29] JANDA, V. *Svalové funkční testy*. Praha: Grada publishing a.s., 2004. cit. [2013-11-26] 325 s. ISBN 80-247-0722-5

### 3. PUBLIKACE NA INTERNETU

[2] *Aktin: Internetový magazín o fitness* [online]. 2013 [cit. 2013-10-27]. Dostupné z: <http://www.aktin.cz/clanek/788-posilovani-historie-a-charakteristika>

[16] *Diplomová práce*, Bc. Hana Procházková, *Ergoterapie u osob s tělesným postižením* [online] 2011. [cit. 2014-01-14]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/363442/pedf\\_m/Diplomova\\_prace.txt](http://is.muni.cz/th/363442/pedf_m/Diplomova_prace.txt)

[18] *Diplomová práce*, Bc. Štěpán Červený, *Handbike pro tělesně postižené* [online] 2011. [cit. 2013-12-1]. Dostupné z: [www.portal.zcu.cz](http://www.portal.zcu.cz)

[25] *Dizertační práce*, Ing. arch. Martin Kovařík, *Antropometrický výzkum dospělé populace* [online] 2011. [cit. 2013-11-24]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace?zp\\_id=42167](https://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace?zp_id=42167)

[36] *Diplomová práce*, Bc. Václav Panuška, *pomůcka pro tělesně postižené pro překonávání obtížného terénu* [online] 2012. [cit. 2014-01-12]. Dostupné z: [www.portal.zcu.cz](http://www.portal.zcu.cz)

### 4. INTERNETOVÉ ZDROJE

[1,23] *Paraple.cz: Centrum pro handicapované* [online]. 2014 [cit. 2014-01-9]. Dostupné z: [www.paraple.cz](http://www.paraple.cz)

[3] *Vibesites.hubpages* [online]. 2013 [cit. 2013-10-27]. Dostupné z: <http://vibesites.hubpages.com/hub/The-History-of-Fitness-Equipment#>

[4,8] *Strojeposilovaci.cz: Fitness, Wellness, Pilates, Sportr* [online]. 2013 [cit. 2013-11-29]. Dostupné z: <http://www.strojeposilovaci.cz/neomax/eshop/7-1-VENKOVNI-POSILOVACI-STROJE/16-2-FITNESS-PRO-HANDICAPOVANE>

- [5] *Desmoinesregister.com: Rehabilitation bike aids rehab* [online]. 2013 [cit. 2013-11-2]. Dostupné z: [http://www.desmoinesregister.com/article/20130408/LIFE/304080017/?nclick\\_check=1](http://www.desmoinesregister.com/article/20130408/LIFE/304080017/?nclick_check=1)
- [6] *Answers.sears.ca: Activ Cycle Motor-assisted Exerciser* [online]. 2014 [cit. 2014-01-13]. Dostupné z: [www.answers.sears.ca/answers/1367-en\\_ca/product/606-000753145-7101/activ-cycle-activ-cycle-activ-cycle-motor-assisted-exerciser-questions-answers/questions.htm](http://www.answers.sears.ca/answers/1367-en_ca/product/606-000753145-7101/activ-cycle-activ-cycle-activ-cycle-motor-assisted-exerciser-questions-answers/questions.htm)
- [7] *Medgadget.com: Inclusive Fitness Equipment* [online]. 2013 [cit. 2013-11-28]. Dostupné z: [http://www.medgadget.com/2009/07/the\\_access\\_inclusive\\_fitness\\_equipment.html](http://www.medgadget.com/2009/07/the_access_inclusive_fitness_equipment.html)
- [9] *Motomed.com: movement therapy for a better quality of live* [online]. [cit. 2014-02-19]. Dostupné z: <http://www.motomed.com/en/models/motomed-viva2-light.html>
- [10] *Sportaid.com: Wheelchairs and stuff* [online]. 2013 [cit. 2013-11-2]. Dostupné z: [www.sportaid.com](http://www.sportaid.com)
- [11] *Company Cybex*, [online]. 2013 [cit. 2013-11-3]. Dostupné z: <http://www.cybexintl.com/total-access-chest-press.aspx#>
- [12] *Company HUR*, [online]. 2013 [cit. 2013-11-3]. Dostupné z: <http://www.huruk.co.uk/products/ifi/ifi.html#>
- [13] *Livingspinal.com*, [online]. [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.livingspinal.com/Uppertone-Unassisted-Muscle-Strengthening-System-p/gpk-ut93a.htm>
- [14] *Krankcykl.com*, [online]. [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.krankcycle.cz/krankcycle-by-matrix/popis-stroje-krankcycle>
- [15] *LAX fitness systems – posilovací stroje* [online]. 2013 [cit. 2013-11-3]. Dostupné z: <http://www.lax.cz/k-10-posilovaci-stroje--rehabilitacni--br-posilovaci-stroje.html>
- [17] *Liga vozíčkářů* [online]. 2013 [cit. 2013-11-5]. Dostupné z: [www.ligavozick.skynet.cz/ip/zdravotni%20indikace.pdf](http://www.ligavozick.skynet.cz/ip/zdravotni%20indikace.pdf)
- [19] *E-mailová korespondence*, Mgr. Stanislava Kottnauerová, *Kontaktní centrum služeb klientům VZP ČR* [online] 2011. [cit. 2013-12-1]. Dostupné z: [info@vzp.cz](mailto:info@vzp.cz)
- [20,22] *Grunsport.eu: Fitness zařízení* [online]. 2014 [cit. 2014-01-9]. Dostupné z: [www.grunsport.eu](http://www.grunsport.eu)
- [21] *Skf.com*: [online]. 2014 [cit. 2014-01-9]. Dostupné z: [www.skf.com](http://www.skf.com)
- [24] *Domáci posilovna*[online], 2013 [cit. 2013-11-24]. Dostupné z: <http://domaciposilovna.cz/obecne-o-cviceni/zasady-spravneho-drzeni-tela/>
- [26] *Dmapraha.cz: Kompenzační pomůcky*[online]. 2014 [cit. 2014-01-11]. Dostupné z: [www.dmapraha.cz/katalog/katalog/0/603?norefresh=YES](http://www.dmapraha.cz/katalog/katalog/0/603?norefresh=YES)
- [28] NETUŠIL, P., [online] 2008. [cit. 2013-11-28]. Dostupné z: [http://www.netusil.net/index.php?link=soubory&SUF\\_dir=/tretak](http://www.netusil.net/index.php?link=soubory&SUF_dir=/tretak)
- [29] COOMBS, Joseph. Virginia Tech. *Design of user-weight-based exercise machines*. [online] 1997. [cit. 2013-12-03]. Dostupné z: <http://scholar.lib.vt.edu/theses/public/etd-5115131974430/etd.pdf>
- [30,31] FLUSSEROVÁ, Štěpánka. *Zázračné lidské tělo... rameno (I)*. *Ronnie.cz* [online]. 2006 [cit. 2014-01-17]. Dostupné z: <http://medicina.ronnie.cz/c-2133-zazracne-lidske-telo...-rameno-%28i.%29.html>

- [33] *ActiveHands.com, návleky na zápěstí*, [cit. 2012-01-19]. Dostupné z: <http://abilityinmotion.com.au/products/active-hands/>
- [34] *Ligavozičkáři.cz, časopis*, [online]. 2012 [cit. 2014-01-26]. Dostupné z: <http://www.ligavozi.cz/UserFiles/file/Voz02-2012.pdf>
- [38] *Spojovací materiál, Barton*: [online] 2014. [cit. 2014-03-22]. Dostupné z [http://www.barton.cz/index-q-KOTVA\\_HA-nav-det-id-1-pl-1087-bl-1.htm](http://www.barton.cz/index-q-KOTVA_HA-nav-det-id-1-pl-1087-bl-1.htm)
- [39] *Nerezové profily a tyče. NEREZOVÉ MATERIÁLY s.r.o.* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.nerezove-materialy.cz/files/1360767673-svarovane-nerezove-ctvercove-a-obdelnikove-profilu.pdf>
- [40] *Průmyslová výroba. Elesa-ganter* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: [http://www.elesa.com/scheda\\_pdf\\_stampa\\_en\\_2\\_8142\\_1\\_4\\_1\\_25\\_53\\_720.aspx?t=-8588032521640046300](http://www.elesa.com/scheda_pdf_stampa_en_2_8142_1_4_1_25_53_720.aspx?t=-8588032521640046300)
- [41] *Kluzná samomazná pouzdra. HENLICH s.r.o.* [online]. 2014 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://lin-tech.hennlich.cz/produkty/kluzna-pouzdra-43.html>
- [42] *Posilovací stroje LAX*, Miroslav Šupka: [online] 2014. [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: [info@lax.cz](mailto:info@lax.cz)
- [43] *Nerezové tyče kruhové. ARMAT spol. s.r.o.* [online]. 2014 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://www.armat.cz/nerez-tyc-kruhova-kulatina.html>
- [44] *Viking, s.r.o.* [online]. 2014 [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://viking-rtv.cz/>
- [45] *Pojezdová kola, kladky a rolny. ZABI CZECH s.r.o* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.zabi.cz/pojezdova-kola-kladky-a-rolny/kladka-plastova-profilovana-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17y>.
- [46] *MISUMI* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://cz.misumi-ec.com/eu/ItemDetail/10300095750.html>
- [47] *Brněnská továrna plstí. BTP* [online]. 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.tovarna-plsti.cz/technicka-plst.html>
- [48] *CHECHI ENTERPERISE* [online]. 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://chechee.imb2b.com/sell/index.php?itemid=30349>
- [49] *Hliníkové plocháče. EHLINIK.CZ* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.ehlinik.cz/ploche-a-ctvercove-hlinikove-tyce-plochace-hranoly/kat-K300000101.html>
- [50] *Bezešvé ocelové trubky. SCHMOLZ-BICKENBACH. CZ* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: [http://www.schmolz-bickenbach.cz/pdf/brozura/trubky/Stahlrohre\\_GER.pdf](http://www.schmolz-bickenbach.cz/pdf/brozura/trubky/Stahlrohre_GER.pdf)
- [51] *Samostředicí volnoběžky. T.E.A. technik s.r.o.* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.teatechnik.cz/samostredici-volnobezky>

## **5. SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1: Výběr základních cvičebních pozic posilovacího stroje

Příloha č. 2: Katalogové listy

Příloha č. 3: Rozsah pohybu z invalidního vozíku

Příloha č. 4: Seznam výkresové dokumentace

## **PŘÍLOHA č. 1**

### **Výběr základních cvičebních pozic posilovacího stroje**





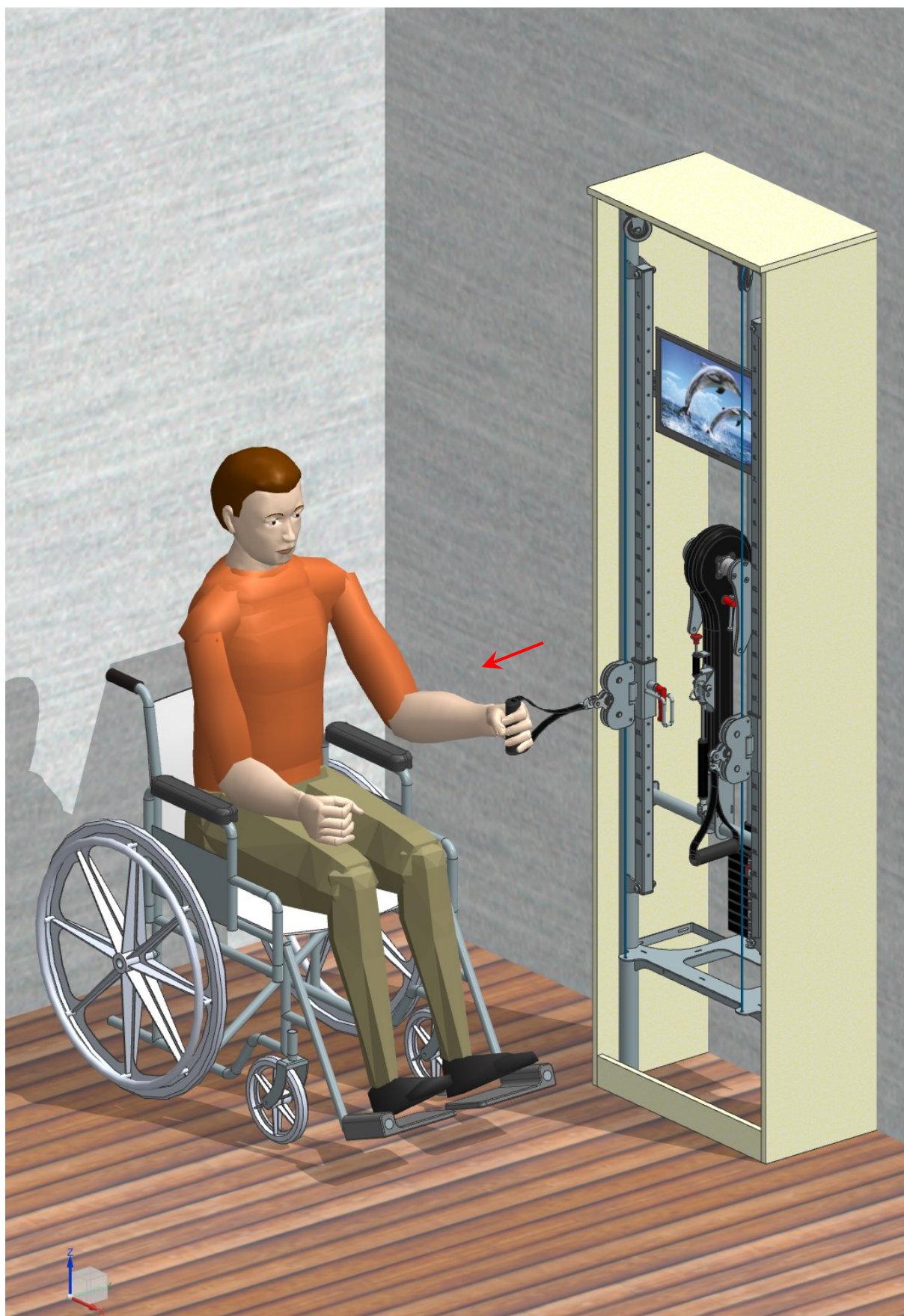
Obrázek 1.: Cvik na rehabilitačním rotopedu





Obrázek 2.: Cvik na ramenní svalstvo





Obrázek 3.: Cvik na prsní svalstvo





Obrázek 4.: Cvik na zádové svalstvo

## **PŘÍLOHA č. 2**

### **Katalogové listy vybraných součástí**

# KONSTRUKČNÍ A KALIBROVANÉ TRUBKY



## Všeobecné technické podmínky

- výrobní délka 4 - 8m
- balení do svazků
- atest na požádání
- konzervace povrchu proti korozi
- konce tyčí bez otřepů
- trubky jiných průměrů a tvarů lze vyrobit po dohodě

## Normy rozměrové

ČSN EN 10219-2, DIN EN 10219-2 (DIN 2458)

## Technické dodací podmínky

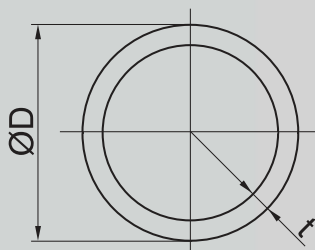
ČSN EN 10219-1, ČSN EN 10305-3, (DIN 2394-2)  
ČSN EN 10255-A1, ČSN EN 10217-1 po dohodě  
elektro-magneto-induktivní metoda zkoušení  
NDT vířivými proudy podle ČSN EN 10246-1,3  
na požádání

## Materiál

Pásky z nelegované oceli, válcované za tepla  
i studena (materiál třídy 11)

vstupní materiál: za tepla válcovaný (HRC svitky)  
jakost S235, S275, S355 za studena válcovaný  
(CRC svitky) jakost E155, E195 ekvivalent DC01,  
DD11.

rozměr mm	tl. stěny mm
ø 12,7	0,8 - 1,5
ø 16	0,8 - 2,0
ø 3/8"	1,8 - 2,3
ø 17,2	1,8 - 2,3
ø 18	0,8 - 2,0
ø 19	0,8 - 2,0
ø 20	0,8 - 2,0
ø 1/2"	1,8 - 2,6
ø 21,3	1,8 - 2,6
ø 22	1,0 - 2,6
ø 25	1,0 - 2,6
ø 26	1,0 - 2,6
ø 3/4"	1,8 - 3,0
ø 26,9	1,8 - 3,0
ø 30	1,0 - 3,0
ø 32	1,0 - 3,0
ø 1"	1,5 - 3,25
ø 33,7	1,5 - 3,25
ø 38	1,5 - 3,25
ø 42,4	1,5 - 3,25
ø 48,3	1,5 - 3,25
ø 55	1,5 - 3,25
ø 57	1,5 - 3,25
ø 60,3	1,5 - 3,25



## Tyč kruhová:

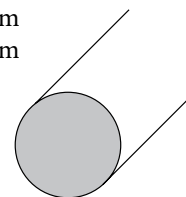
### Materiály:

AISI 304/L	(DIN 1.4301/7)
AISI 316/L	(DIN 1.4401/4)
AISI 321	(DIN 1.4541)
AISI 316Ti	(DIN 1.4571)
AISI 303	(DIN 1.4305)
AISI 316L	(DIN 1.4435)

### Specifikace:

nerezové tyče za studena tažené DIN 671 h9:  
nerezové tyče za tepla válcované DIN 1013/7527:

výrobní délka 3-4 m  
výrobní délka 5-6 m



Ø (mm)	kg / m	Ø (mm)	kg / m
3	0,06	70	30,38
4	0,10	75	34,88
5	0,16	80	39,68
6	0,22	85	44,80
7	0,30	90	50,22
8	0,40	95	55,96
9	0,50	100	62,00
10	0,62	105	68,36
11	0,75	110	75,02
12	0,89	115	82,00
13	1,05	120	89,28
14	1,22	125	96,88
15	1,40	130	104,78
16	1,59	140	121,52
17	1,79	150	139,50
18	2,01	160	158,72
19	2,24	165	168,80
20	2,48	170	179,18
21	2,73	180	200,88
22	3,00	185	212,20
24	3,57	190	223,82
25	3,88	200	248,00
26	4,19	210	273,42
28	4,86	220	300,08
30	5,58	230	327,98
32	6,35	240	357,12
35	7,60	250	387,50
36	8,04	260	419,12
38	8,95	280	486,08
40	9,92	285	503,60
45	12,56	300	558,00
50	15,50	340	716,72
55	18,76	400	992,00
60	22,32	450	1255,50



Jiné provedení na poptávku - materiál / rozměry ...



# Svařované nerezové čtvercové a obdélníkové profily

## Čtvercové svařované profily

Rozměry (mm)			Materiál	
A	B	tl.	kg/m	1.4301
10,0	10,0	x 1,0	0,294	■
12,0	12,0	x 1,5	0,551	■
15,0	15,0	x 1,0	0,453	■
		x 1,2	0,538	□
		x 1,5	0,661	■
20,0	20,0	x 1,0	0,613	■
		x 1,2	0,729	■
		x 1,5	0,901	■
		x 2,0	1,176	■
25,0	25,0	x 1,0	0,772	□
		x 1,2	0,921	■
		x 1,5	1,140	■
		x 2,0	1,495	■
		x 3,0	2,167	□
30,0	30,0	x 1,0	0,932	□
		x 1,2	1,112	■
		x 1,5	1,379	■
		x 2,0	1,814	■
		x 3,0	2,645	■

Rozměry (mm)			Materiál	
A	B	tl.	kg/m	1.4301
35,0	35,0	x 1,0	1,091	□
		x 1,2	1,304	□
		x 1,5	1,618	■
		x 2,0	2,133	■
		x 3,0	3,124	□
40,0	40,0	x 1,0	1,251	□
		x 1,2	1,495	■
		x 1,5	1,858	■
		x 2,0	2,452	■
		x 3,0	3,602	■
45,0	45,0	x 1,0	1,410	□
		x 1,2	1,686	□
		x 1,5	2,097	□
		x 2,0	2,771	■
		x 3,0	4,081	□
50,0	50,0	x 1,2	1,878	□
		x 1,5	2,336	■
		x 2,0	3,09	■
		x 3,0	4,559	■
60,0	60,0	x 1,5	2,814	■
		x 2,0	3,728	■
		x 3,0	5,516	■
		x 4,0	7,255	■
		x 5,0	8,943	■
70,0	70,0	x 2,0	4,366	■
		x 3,0	6,473	■
		x 4,0	8,531	□
		x 5,0	10,538	□

Rozměry p profilu			Materiál	
A	B	x tl.	kg/m	1.4301
80,0	80,0	x 2,0	5,004	■
		x 3,0	7,430	■
		x 4,0	9,807	■
		x 5,0	12,133	■
100,0	100,0	x 2,0	6,279	■
		x 3,0	9,344	■
		x 4,0	12,359	■
		x 5,0	15,323	■
120,0	120,0	x 2,0	11,258	■
		x 3,0	14,910	■
		x 4,0	18,513	■
		x 5,0	22,065	■
150,0	150,0	x 3,0	14,050	■
		x 4,0	19,130	■
200,0	200,0	x 4,0	24,600	■

■ skladové rozměry  
□ rozměry na objednávku



## Materiál: iglidur® G

### Základní vlastnosti:

hustota:	1.37 g/cm <sup>3</sup>
barva:	černá
max. absorpce vlhkosti při 23°C / 50% r. v.:	1.4 % hmotnosti
max. absorpce vlhkosti:	5.6 % hmotnosti

### Mechanické vlastnosti:

modul pružnosti:	7800 MPa
mez pevnosti v tahu při 20 °C:	240 MPa
tvrdost dle Shoreho:	79

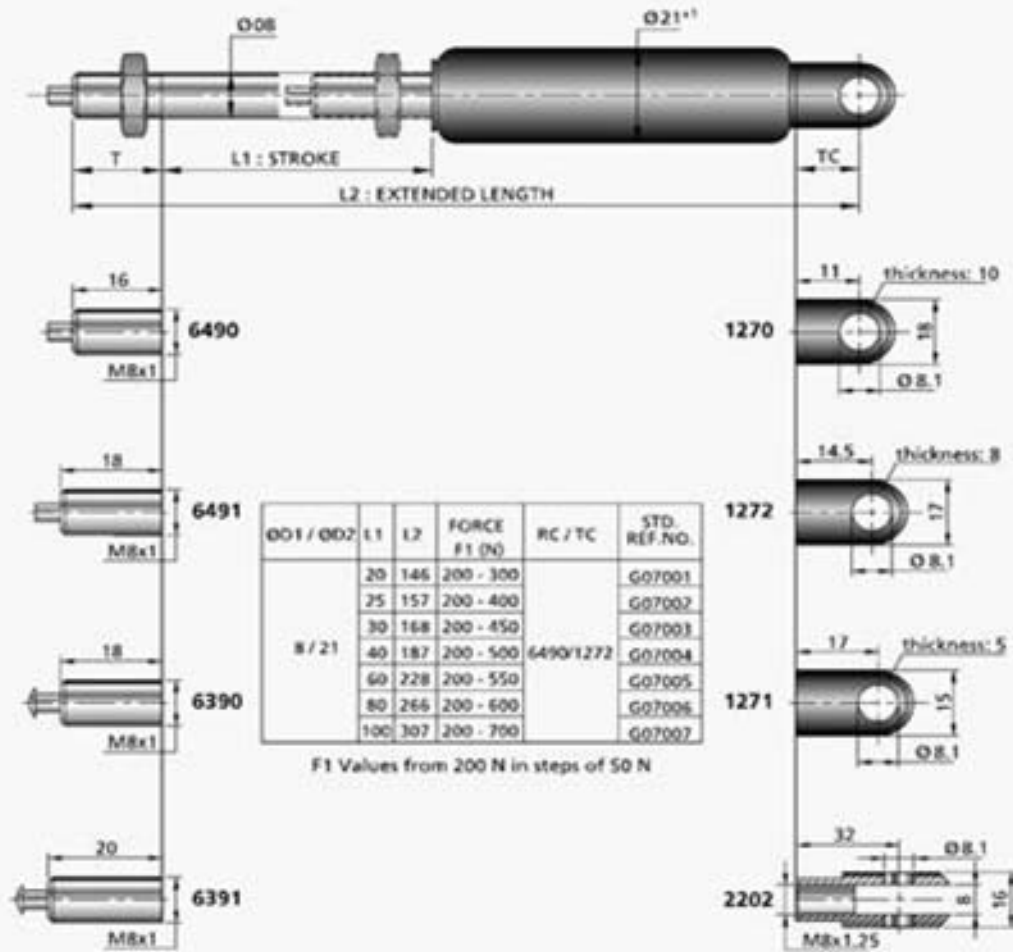
### Fyzikální a tepelné vlastnosti:

max. dlouhodobě působící teplota:	120 °C
max. krátkodobě působící teplota:	180 °C
minimální teplota:	-40 °C

### Elektrické vlastnosti:

specifická hodnota odporu:	>10 <sup>11</sup> Ωcm
povrchový odpor:	>10 <sup>11</sup> Ω

Informace obsažené v tomto „Datovém listu materiálu“ jsou založeny na našich současných znalostech tohoto materiálu. Při kombinaci více vlastností materiál neposkytuje záruku na jednotlivé vlastnosti.



OD1 / OD2	L1	L2	FORCE F1 (N)	RC / TC	STD. REF. NO.
8 / 21	20	146	200 - 300	6490/1272	G07001
	25	157	200 - 400		G07002
	30	168	200 - 450		G07003
	40	187	200 - 500		G07004
	60	228	200 - 550		G07005
	80	266	200 - 600		G07006
	100	307	200 - 700		G07007

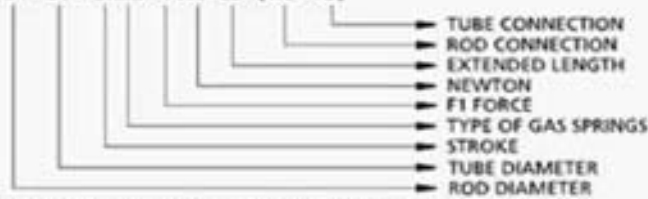
F1 Values from 200 N in steps of 50 N

OD1	OD2	TYPE	FORCE OF EXTENSION F1(N)		MAX. STROKE L1	X (-)	FR max. (N)	WORKING TEMPERATURE RANGE
			min.	max.				
08	21	ELASTIC	200	700	150	1.10	80	-30°C +80°C

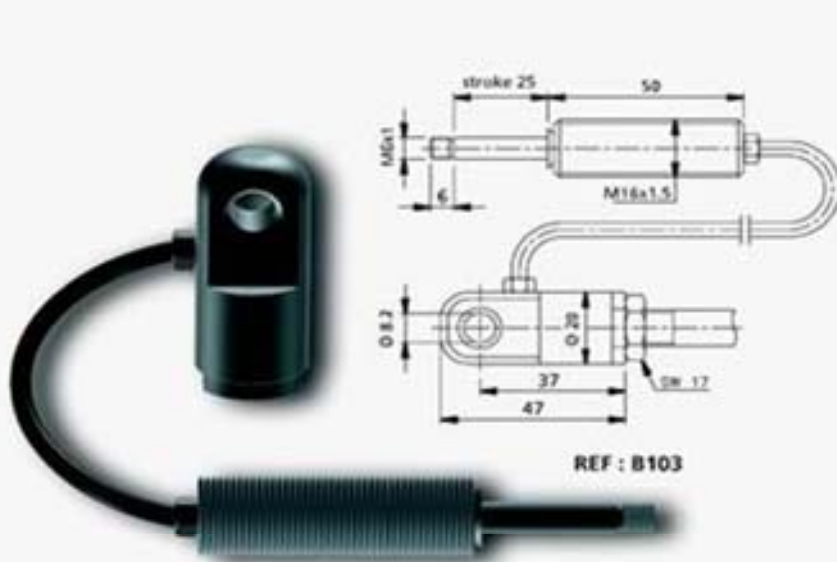
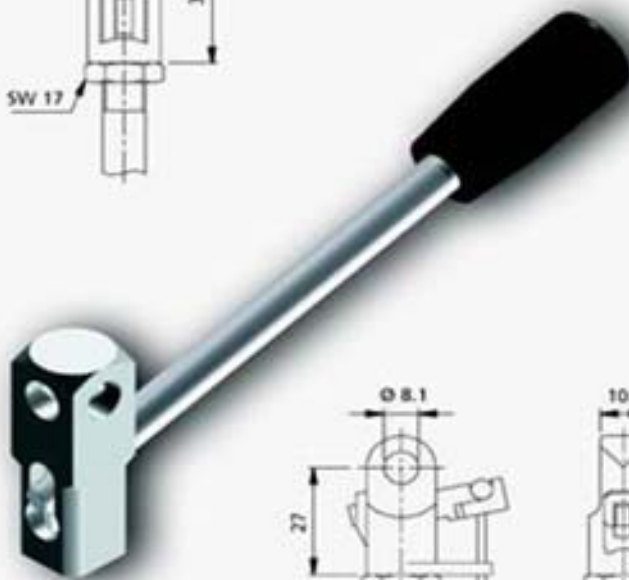
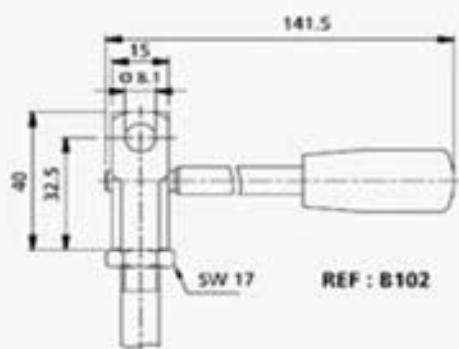
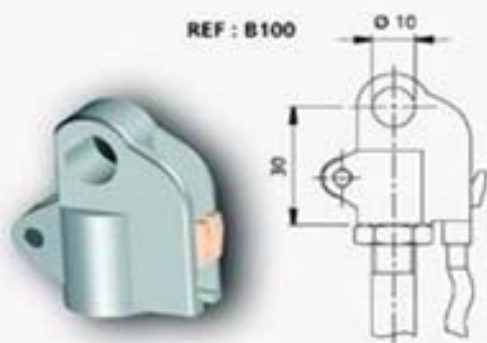
OD1	OD2	L2 CALCULATION FORMULA
08	21	$L1 \times 2 + (65 + T + TC)$

ORDERING EXAMPLE:

D1 - D2 - L1... / F1 : N - L2 (RC - TC)



Dimensions in mm / We reserve the right to make modifications



# Volnoběžné spojky

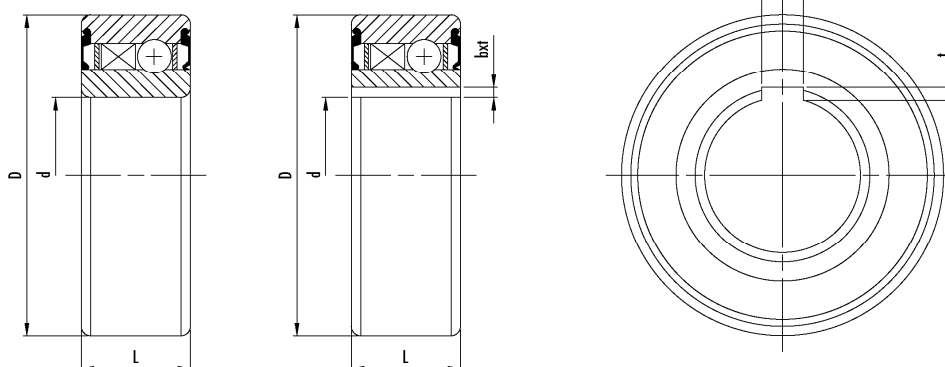
Typ UK..2RS



Typ UK..2RS

UK..2RS

UKC..2RS



Volnoběžky typu UK..2RS mají shodné rozměry jako ložiska řady 62.

Samostředící volnoběžky jsou voděodolné a jsou již naplněny mazivem.

U modelů UK..2RS dochází k přenosu krouticího momentu díky toleranci n6 pro hřídel a N6 pro dosedací plochu.

Modely UKC..2RS jsou vybaveny drážkou pro pero na vnitřním kroužku, tolerance pro hřídel je k6. Dosedací plochy musí být provedeny s tolerancí N6.

Typ UK..2RS je sestaven s vůlí C5, která se po namontování změní na běžnou vůli. Kroužky mohou být přilepeny na hřídel i dosedací plochu. V tom případě zůstává vůle C5.

Pracovní teplota: -10°C až +60°C

Objednací číslo	d mm	D <sup>h5</sup> mm	L mm	b JS10 mm	t mm	Hmotnost kg	n <sub>max</sub> min <sup>-1</sup>	Zatížení		T <sub>N</sub> Nm	Ztrátový krouticí moment (Nm)
								dyn. (N)	stat. (N)		
UK 12 2RS*	12 <sup>-0,01</sup>	32	14	-	-	0,04	10000	6100	2770	9,3	0,007
UK 15 2RS*	15 <sup>-0,01</sup>	35	16	-	-	0,06	8400	7400	3400	16,9	0,009
UK 17 2RS	17 <sup>-0,01</sup>	40	17	-	-	0,07	7350	7900	3800	30,6	0,011
UK 20 2RS	20 <sup>-0,01</sup>	47	19	-	-	0,11	6000	9400	4450	50,0	0,013
UK 25 2RS	25 <sup>-0,01</sup>	52	20	-	-	0,14	5200	10700	5450	85,0	0,020
UK 30 2RS	30 <sup>-0,01</sup>	62	21	-	-	0,21	4200	11700	6450	138,0	0,044
UK 35 2RS*	35 <sup>-0,01</sup>	72	22	-	-	0,30	3600	12600	7250	175,0	0,058
UK 40 2RS*	40 <sup>-0,01</sup>	80	27	-	-	0,50	3000	15540	12250	325,0	0,070
UKC 12 2RS*	12 <sup>H7</sup>	32	14	4	1,3	0,04	10000	6100	2770	9,3	0,007
UKC 15 2RS*	15 <sup>H7</sup>	35	16	5	1,2	0,06	8400	7400	3400	16,9	0,009
UKC 17 2RS	17 <sup>H7</sup>	40	17	5	1,2	0,07	7350	7900	3800	30,6	0,011
UKC 20 2RS	20 <sup>H7</sup>	47	19	6	1,6	0,11	6000	9400	4450	50,0	0,013
UKC 25 2RS	25 <sup>H7</sup>	52	20	8	2,0	0,14	5200	10700	5450	85,0	0,020
UKC 30 2RS	30 <sup>H7</sup>	62	21	8	2,0	0,21	4200	11700	6450	138,0	0,044
UKC 35 2RS*	35 <sup>H7</sup>	72	22	10	2,4	0,30	3600	12600	7250	175,0	0,058
UKC 40 2RS*	40 <sup>H7</sup>	80	27	12	3,3	0,50	3000	15540	12250	325,0	0,070

## Poznámka

$T_{MAX} = 2 \times T_N$

Drážka pro pero UKC 15 - 35 DIN 6885 strana 3

Drážka pro pero UKC 40 DIN 6885 strana 1

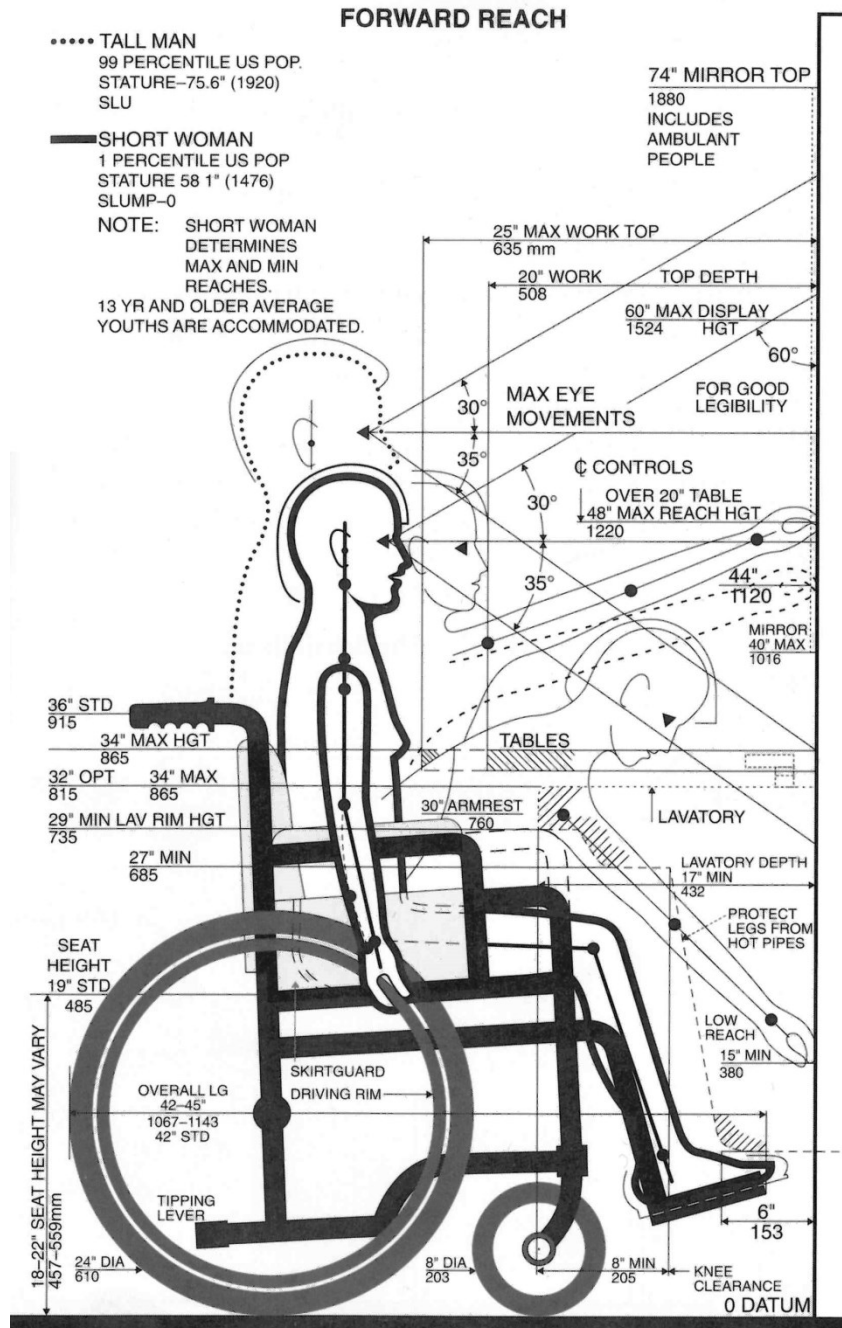
\*Výroba se připravuje



## **PŘÍLOHA č. 3**

### **Rozsah pohybu z invalidního vozíku**





Obrázek 1.: Rozsah pohybu z invalidního vozíku

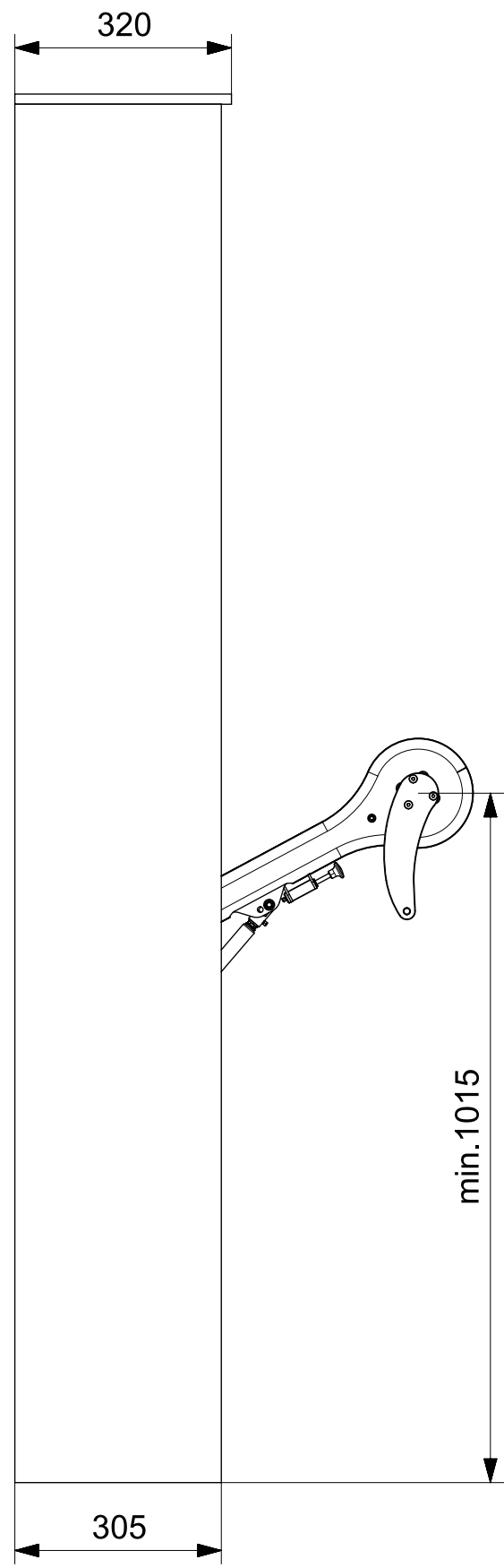
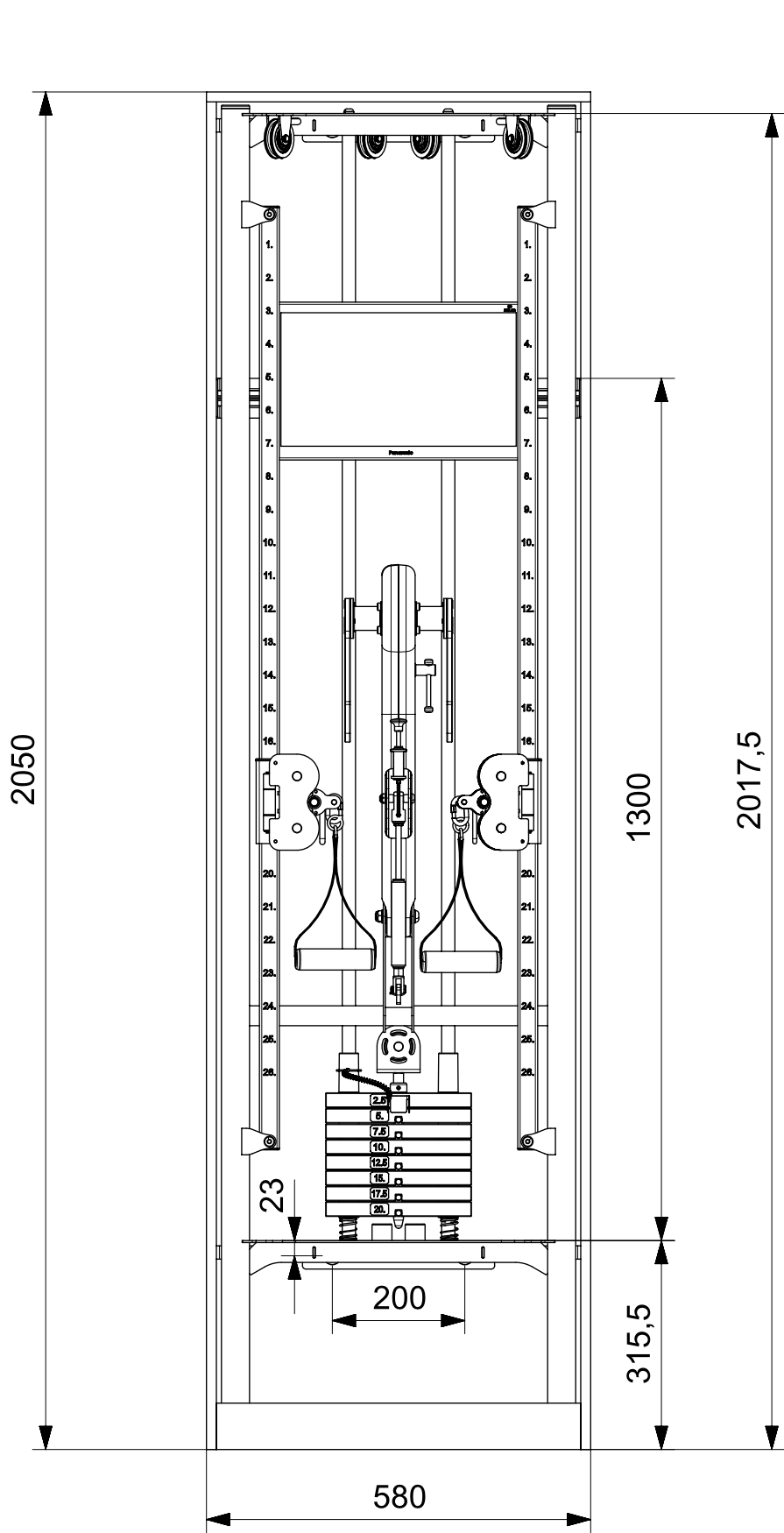
## **PŘÍLOHA č. 4**


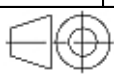
### **Seznam výkresové dokumentace**

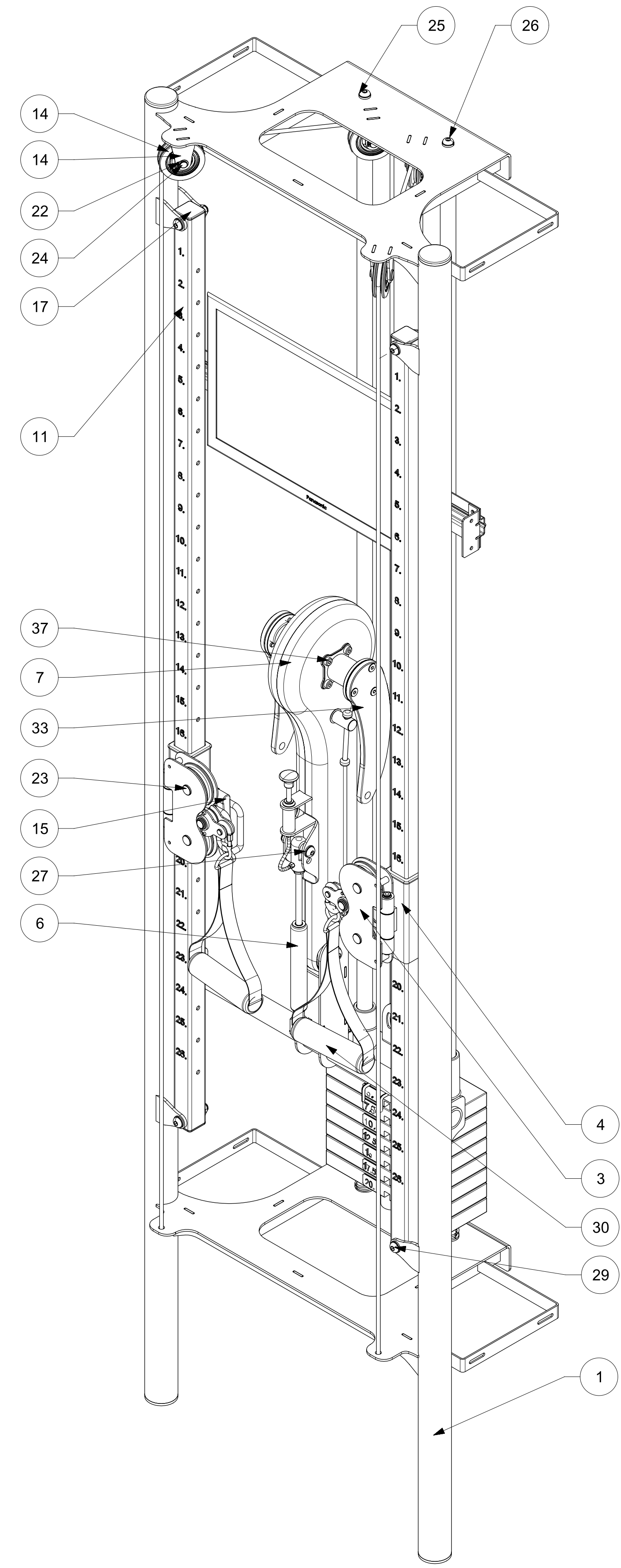
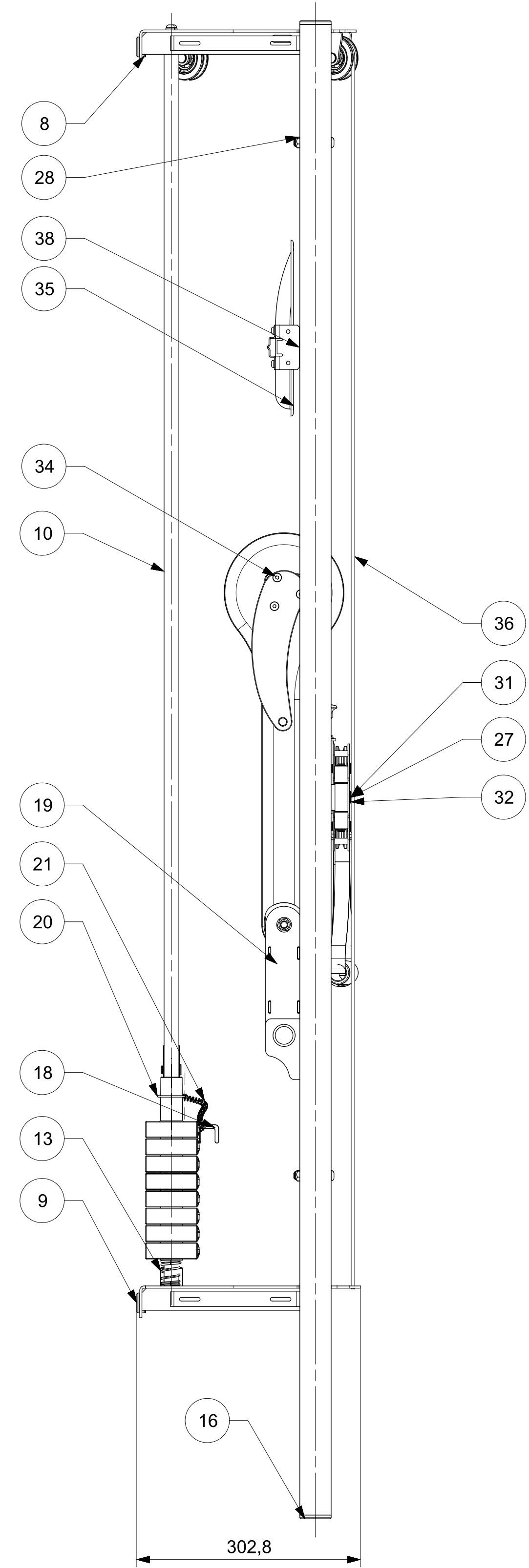
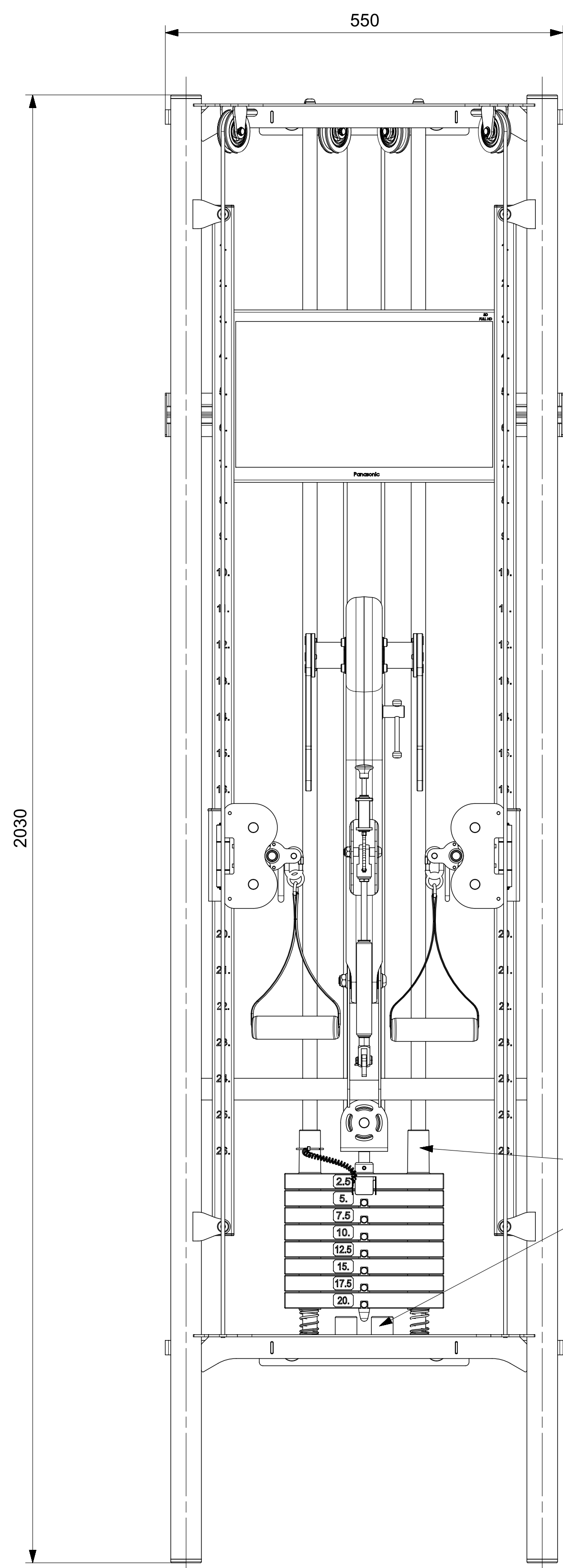


## **SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE**

- 1. JS\_01\_01\_DP\_2014**
- 2. JS\_01\_02\_DP\_2014**
- 3. JS\_01\_03\_DP\_2014**
- 4. JS\_02\_01\_DP\_2014**
- 5. JS\_02\_02\_DP\_2014**
- 6. JS\_02\_03\_DP\_2014**
- 7. JS\_03\_01\_DP\_2014**
- 8. JS\_03\_02\_DP\_2014**

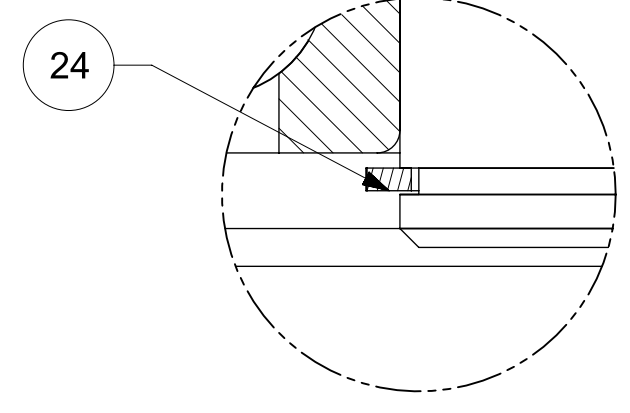
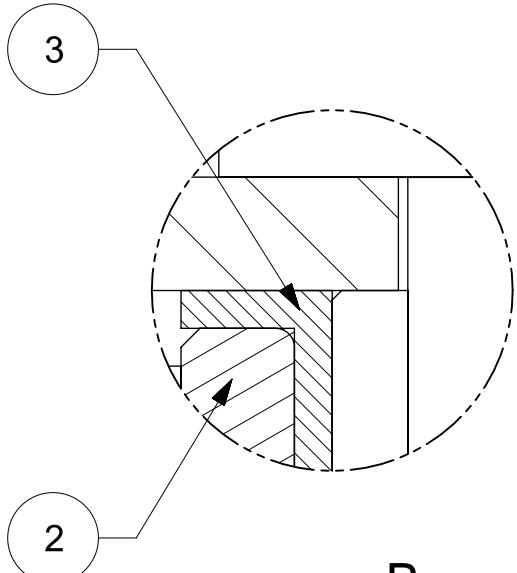
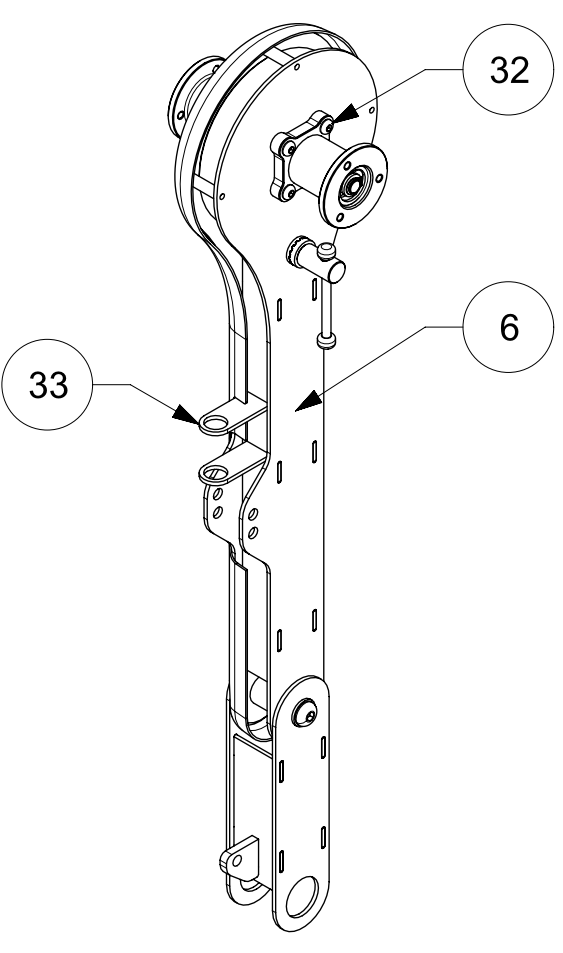
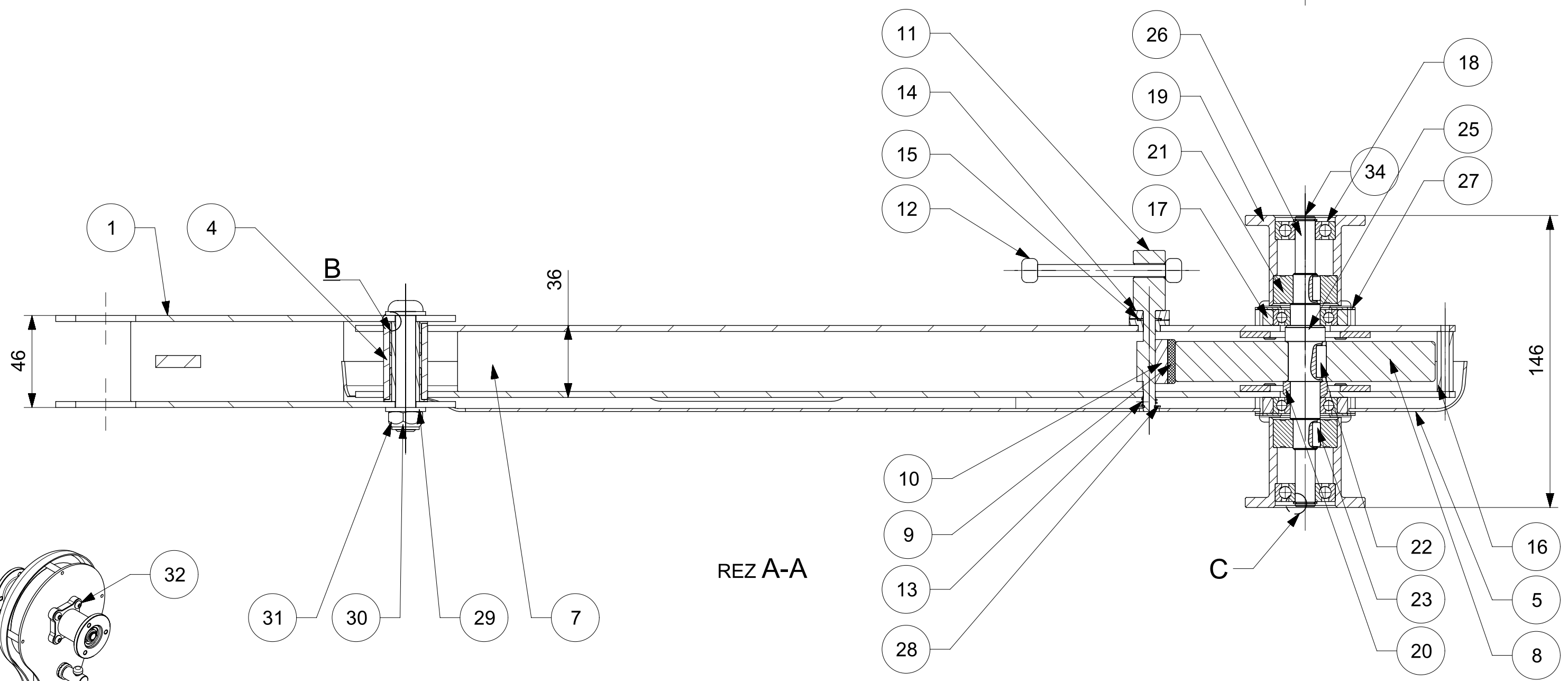
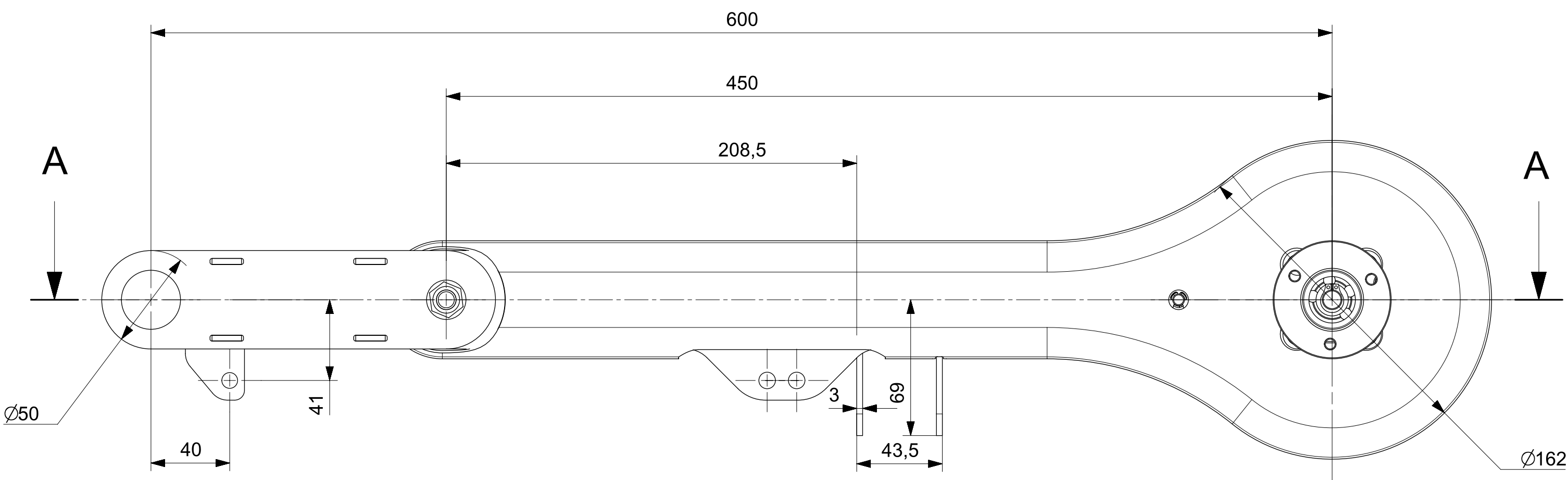


						90 kg		---	
Pocet ks.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material	T.O.	C.hmot.	Hr.hmot.	Cislo vykresu sestavy	Poz.	
Quant.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.	
CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name			 <b>FAKULTA STROJNI ZAPADOCESKE UNIVERZITY V PLZNI</b> <small>Vsechna prava vyhrazena / All rights reserved</small>				
Kreslil / Drawn by	12.5.2014	Jaroslav Solc							
Prezkousel / Checked by	---	---							
Schvalil / Approved by	---	---							
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note:				
---	---	---	---	---	---				
---	---	---	---	---	---				
 Tolerance / Tolerovani ISO 8015 ISO 128 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file			Projekt / Project:		Meritko / Scale			
	a_sestava			POSILOVACI STROJ		1:10			
Soubor-vykres / DRW-file			C.sestavy / Assembly No.						
a_sestava			---						
Nazev / Title				Rev.	Cislo vykresu / Drawing No.			Format	
VNEJSI_ROZMERY					JS_01_01_DP_2014			420.0 x 297.0	
				List / sheet no.	1	Pocet listu / sheets		1	



38	DRZAK_LCD_TELEVIZORU	1
37	SROUB_S_VNITRNICM_SESTIHRANEM_M6 x1x16	8
36	LANKO_5	1
35	LCD PANASONIC 16	1
34	SROUB_SE_ZAPUSTNOU_HLAVOU_ISO 10642-M6X18	6
33	KLIKA	2
32	CEP_KLADKY_8_25	2
31	PODLOZKA_8	4
30	MADLO	2
29	SROUB_S_VNITRNICM_SESTIHRANEM_M8 x1.25x50	8
28	SAMOJISTNA_MATICE_M8X1.25X35_ANSI_B18.16.3M	5
27	PODLOZKA_8	14
26	SROUB_S_VNITRNICM_SESTIHRANEM_M8 x1.25x35	8
25	PRUZNA_PODLOZKA_8	4
24	CEP_KLADKY_10_24	4
23	CEP_KLADKY_10_22	5
22	VEJSI_POJISTNY_KROUZEK_10	13
21	SPIRALA	1
20	KROUZEK	1
19	SPODNI_CAST_RAMENA	1
18	ZAJISTENI_ZAVAZI	1
17	ZATKA_30_26	4
16	PRYZOVA_PATKA	4
15	PRUZINOVY_CEP_S_MADLEM_GN41006	2
14	ULOZENI_KLADEK_ROVNE	4
13	TLACNA_PRUZINA	2
12	PRYZ_BLOK_30X25_M8	2
11	LESTENY_PROFIL_TR_4HR_30X2_1420	2
10	LESTENA_TYC_PR_20_1699[mm]	2
9	VYPRUZENI_RAZU_PRYZ	4
8	VYPRUZENI_RAZU_CEP	4
7	SESTAVA_REHABILITACNIHO_SLAPADLA	1
6	SESTAVA_PLYNOVE_VZPERY_GAYSAN	1
5	SESTAVA_KLADKY_60_[mm]	9
4	SESTAVA_POSUVNE_OBJIMKY_TR_4HR_40X3_125	2
3	SESTAVA_ULOZENI_TRI_KLADEK	2
2	ZATEZOVACI_SESTAVA	1
1	SESTAVA_SVARENCE_HLAVNIHO_RAMU	1
POZICE NAZEV_NORMA		POC_KUSU

65 kg		---						
POCET ks.	Nazev - rozmer	Podlozov	Material	T.O.	C.zmot.	Hr.zmot.	Celo vykresu sestavy	Pos.
Quant.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.
001	Datum / Date	Jmeno / Name						
Krebill / Drawn by	11.5.2014	Jaroslav Solc						
Prechecked / Checked by	---	---						
Schválil / Approved by	---	---						
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schválil / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note			
---	---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---	---			
Tolerance / Tolerovani	Soubor=modul / ASMDfile	vykres_sestavy		Projekt / Project	POSILOVACI STROJ		Meritko / Scale	
ISO 128	ISO 8015 ISO 2768mk	vykres_sestavy		C sestavy / Assembly No.	---		1:5	
Nazev / Title	vykres_sestavy			Celo vykresu / Drawing No.	JS_01_02_DP_2014		Format	
				List / sheet no.	1 Pocat listu / sheets 7		A1	



34	JS_04_05_PRIRUBA	1
33	DRZAK_OVLADACE_VZPERY	1
32	SROUB_ISO_7380-M6 X 16	8
31	SAMOJ_MATOCE_M10_ANSI_B18.16.3M	1
30	SROUB_M10 X 60	1
29	PODLOZKA_ISO_7089_10	2
28	VNEJSI_POJISTNY_KROUZE K_6	1
27	KRYCI_PLECH_LOZISKA	2
26	HRIDEL_SLAPADLA	1
25	LOZISKO_SKF_16002-2Z	2
24	VNEJSI_POJISTNY_KROUZE K_10	2
23	PERO_4h9_4_12 CSN 02 2562	2
22	PERO_5h9_5_16 CSN 02 2562	1
21	VOLNOBEZKA_UKC_12_2RS	2
20	DISTANCNI_KROUZEK	1
19	PRIRUBA	1
18	JEDNOR_KUL_LOZ_SKF_6200 -2Z	2
17	LOZISKOVY_DOMEK	2
16	ROZPERNA_TRUBICKA_8_4_30	3
15	PROTIKUS_ARETACE	1
14	ARETACE_EXCENTRICKEHO_SROUBU	1
13	VRATNA_PRUZINKA	1
12	OVLADACI_TYCKA_PR_6	1
11	EXCENTRICKY_SROUB	1
10	PRITLACNA_DESTICKA	1
9	TRECI_MATERIAL_PLST	1
8	SETRVACNIK_PRUMER_130	1
7	VYPALEK_ZEBRO_RAMENA	2
6	VYPALEK_RAMENA_ROZ_450	2
5	PLATOVY_KRYT	1
4	TRUBKA_18_24	1
3	IGLIDUR_KL_P_16_18_17	2
2	OSA_ULOZENI_13_16	1
1	SPODNI_CAST_RAMENA	2
POZICE NAZEV_NORMA		POC_KUSU

Pocet ks.		Nazev - rozmer		Pokotovar	Material	T.O.	C.hmot.	Hr.hmot.	Cislo vykresu sestavy	Poz.
Quant.		Title - size		Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.
CAD 1		Datum / Date		Jmeno / Name						
Kreslil / Drawn by		12.5.2014		Jaroslav Solc						
Prezkoušel / Checked by		---		---						
Schválil / Approved by		---		---						
Index zmeny		Popis zmeny / change description		Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature		Poznámka / Note:		
---		---		---	---	---		---		
---		---		---	---	---		---		
Tolerance / Tolerovani		Soubor-model / ASM-file		a_sestav		Projekt / Project		POSILOVACI STROJ		Meritko / Scale
ISO 128		ISO 8015 ISO 2768mK		Soubor-vykres / DRW-file		a_sestav		C.sestavy / Assembly No.		2
Nazev / Title		VYKRES_SESTAVY_SLAPADLA		Rev.		Cislo vykresu / Drawing No.		JS_01_03_DP_2014		Format
List / sheet no.		1		Pocet listu / sheets		1		A2		

VYKRES SESTAVY SLAPADLA

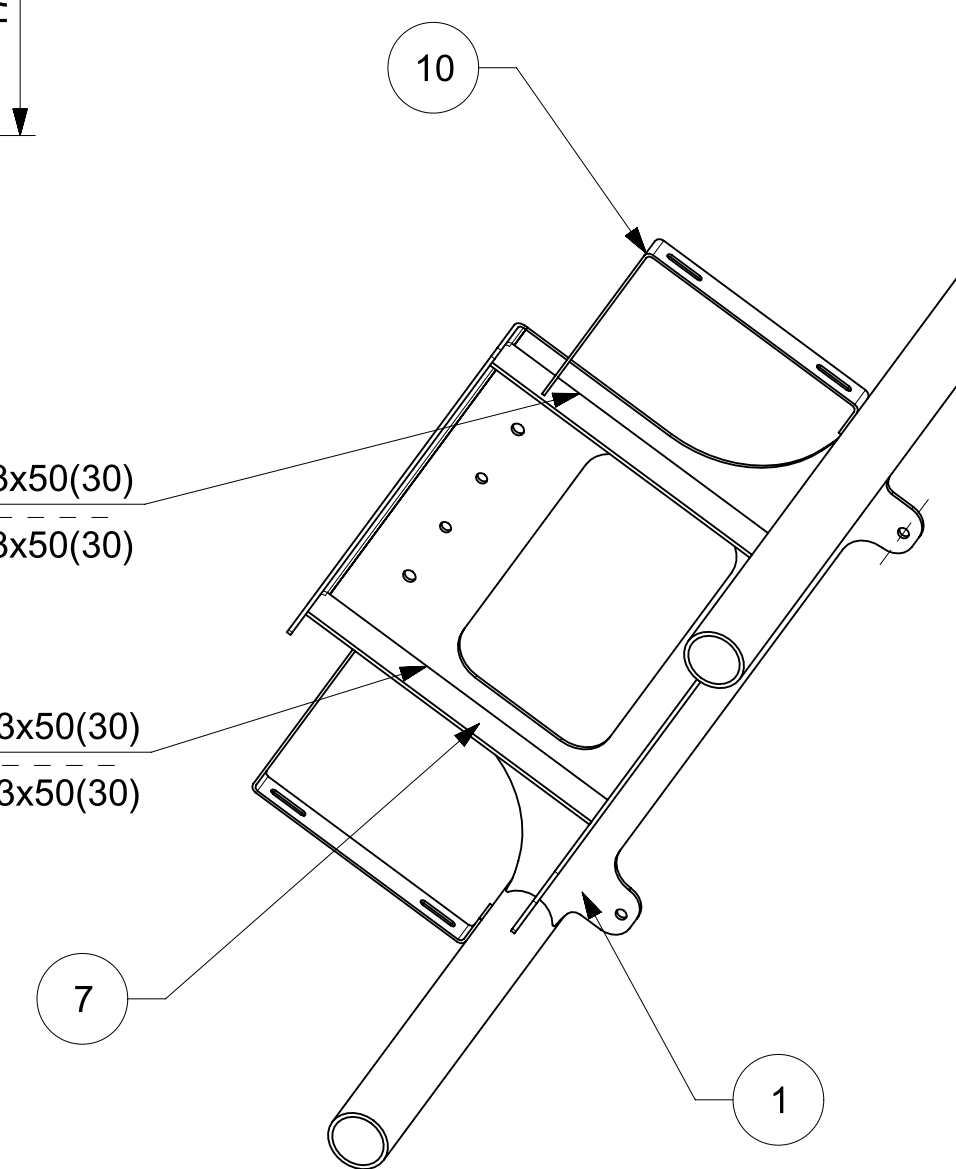
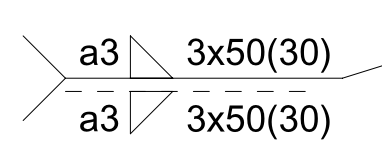
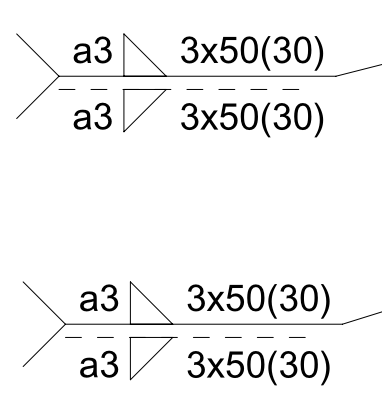
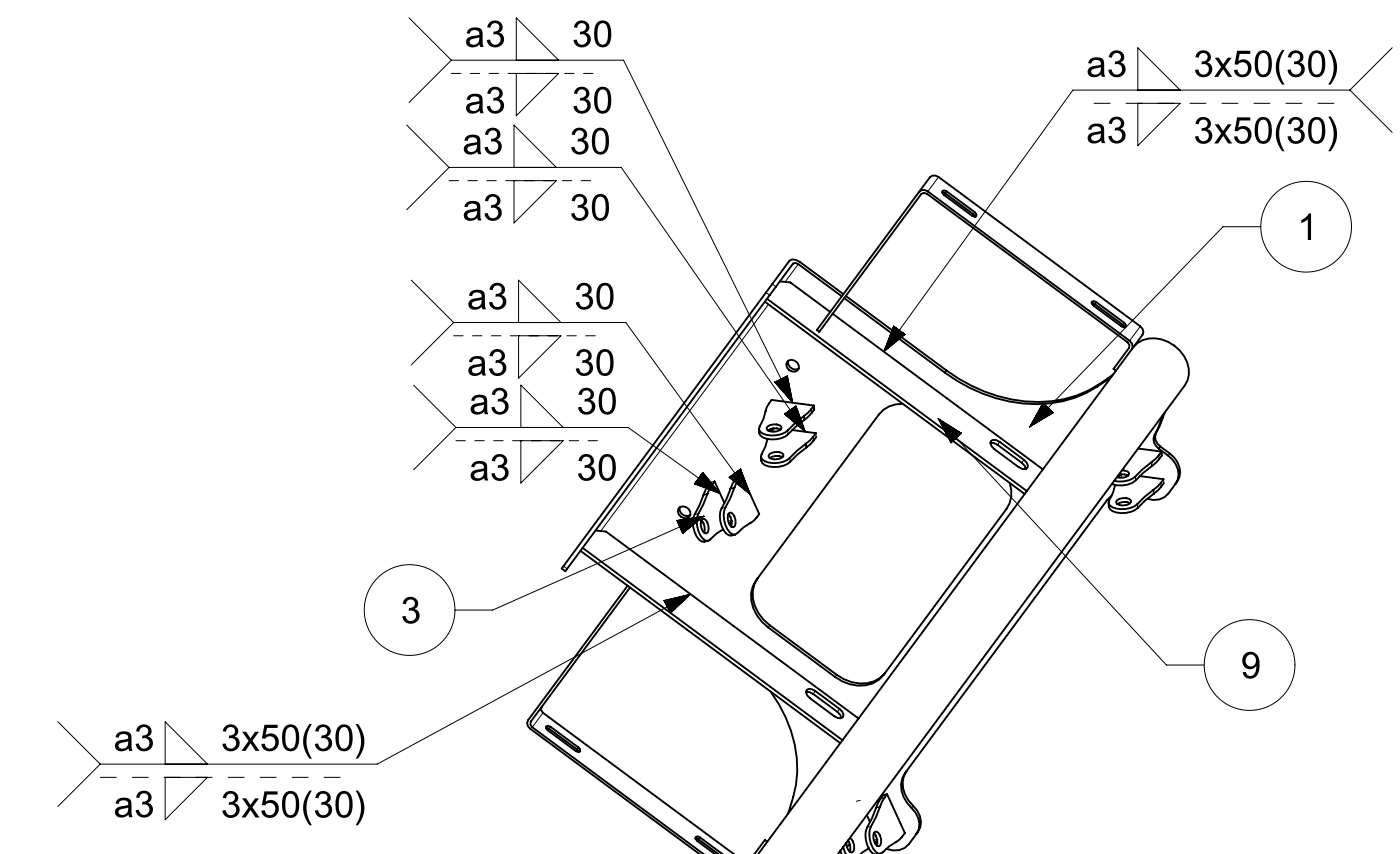
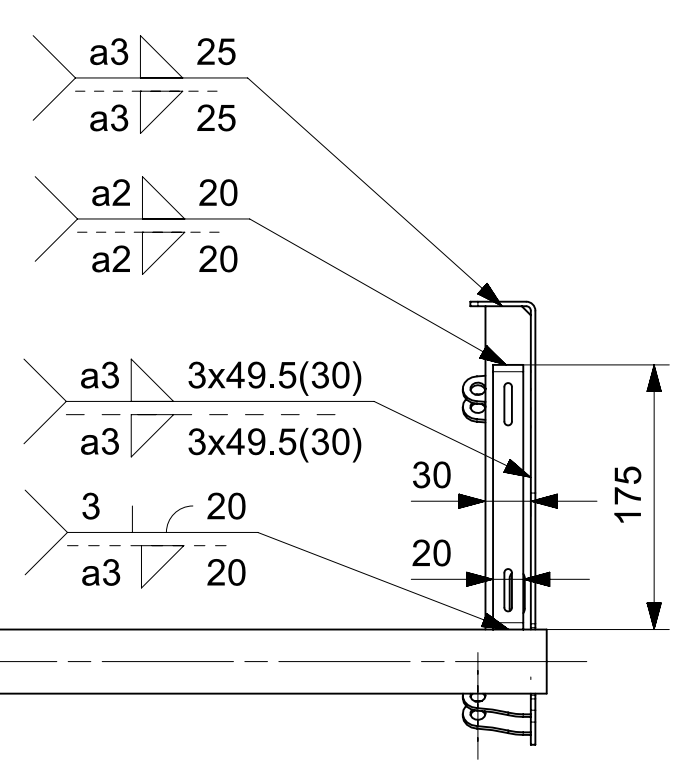
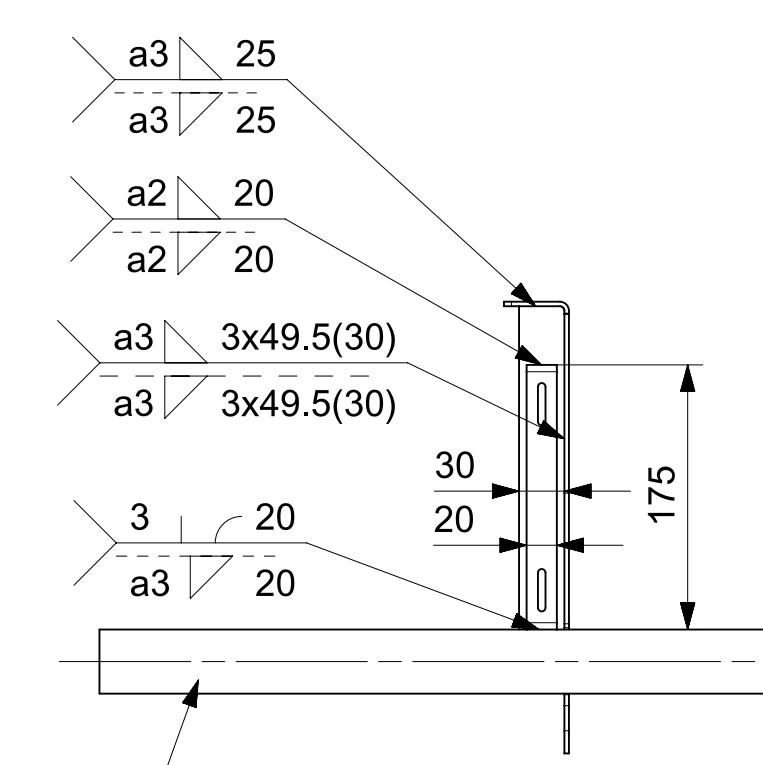
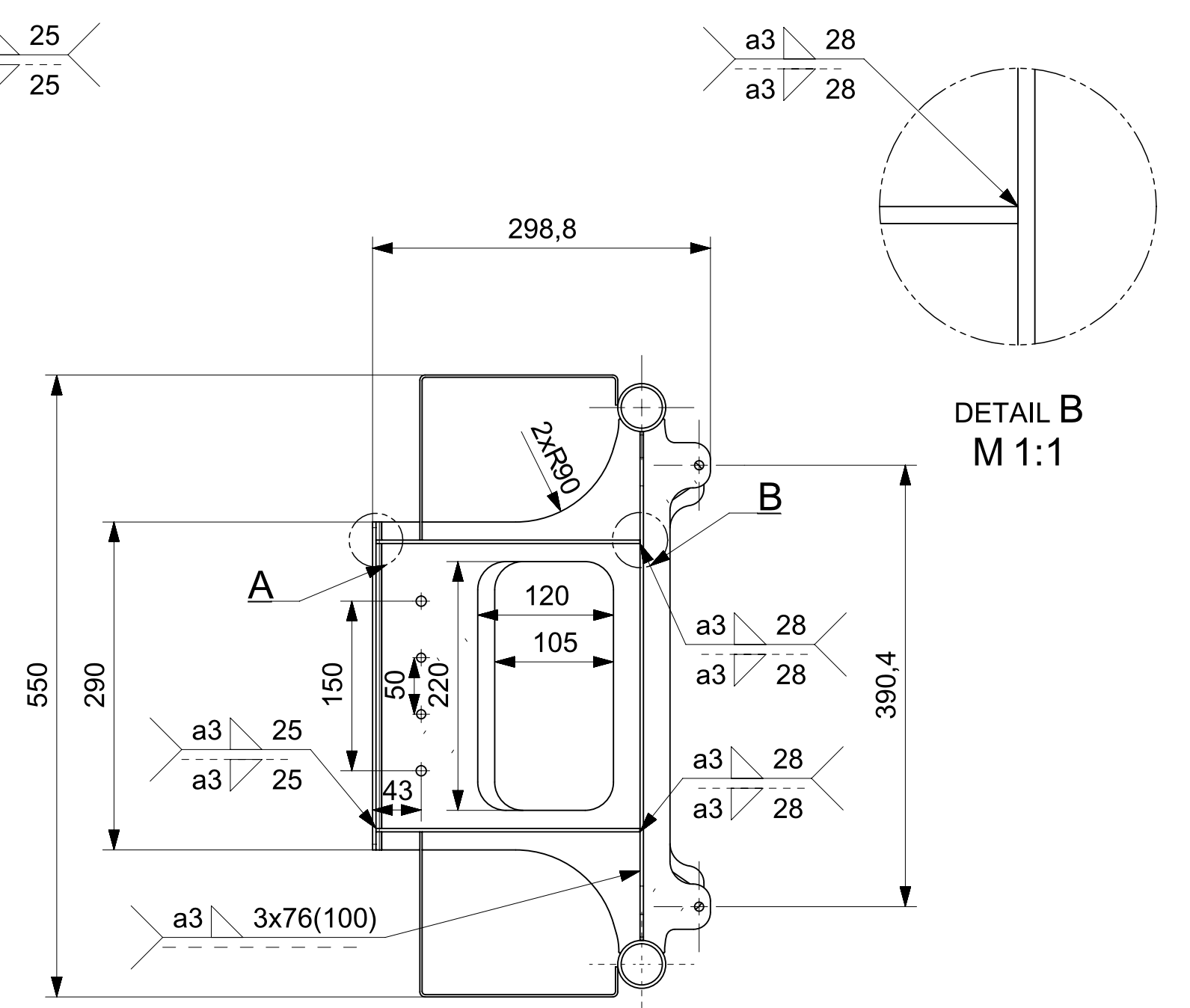
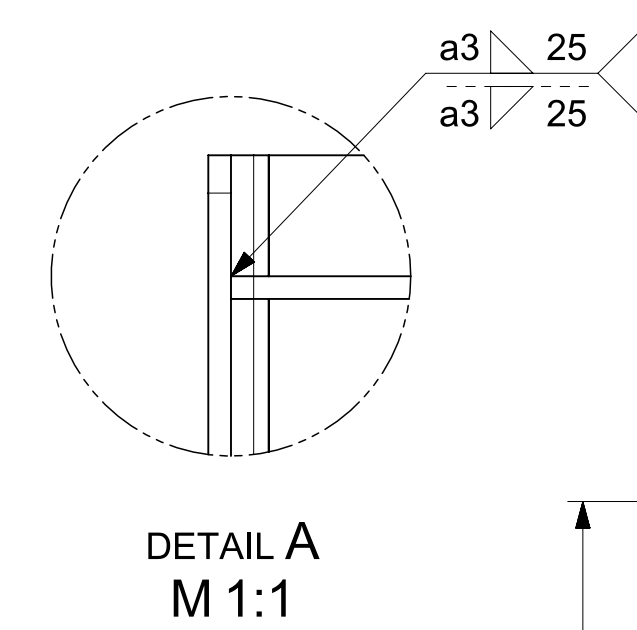
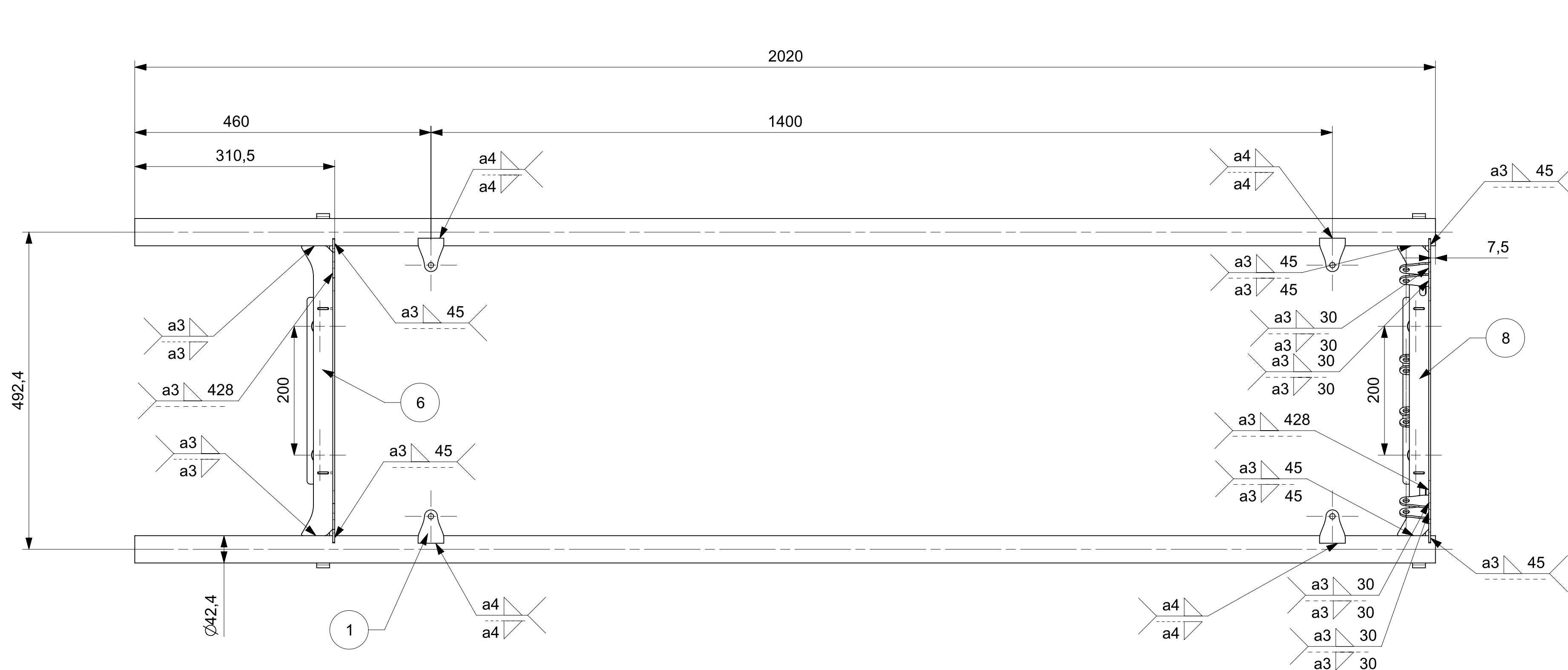
DETAIL B M 5:1

DETAIL C M 5:1

VYKRES SESTAVY SLAPADLA

JS\_01\_03\_DP\_2014

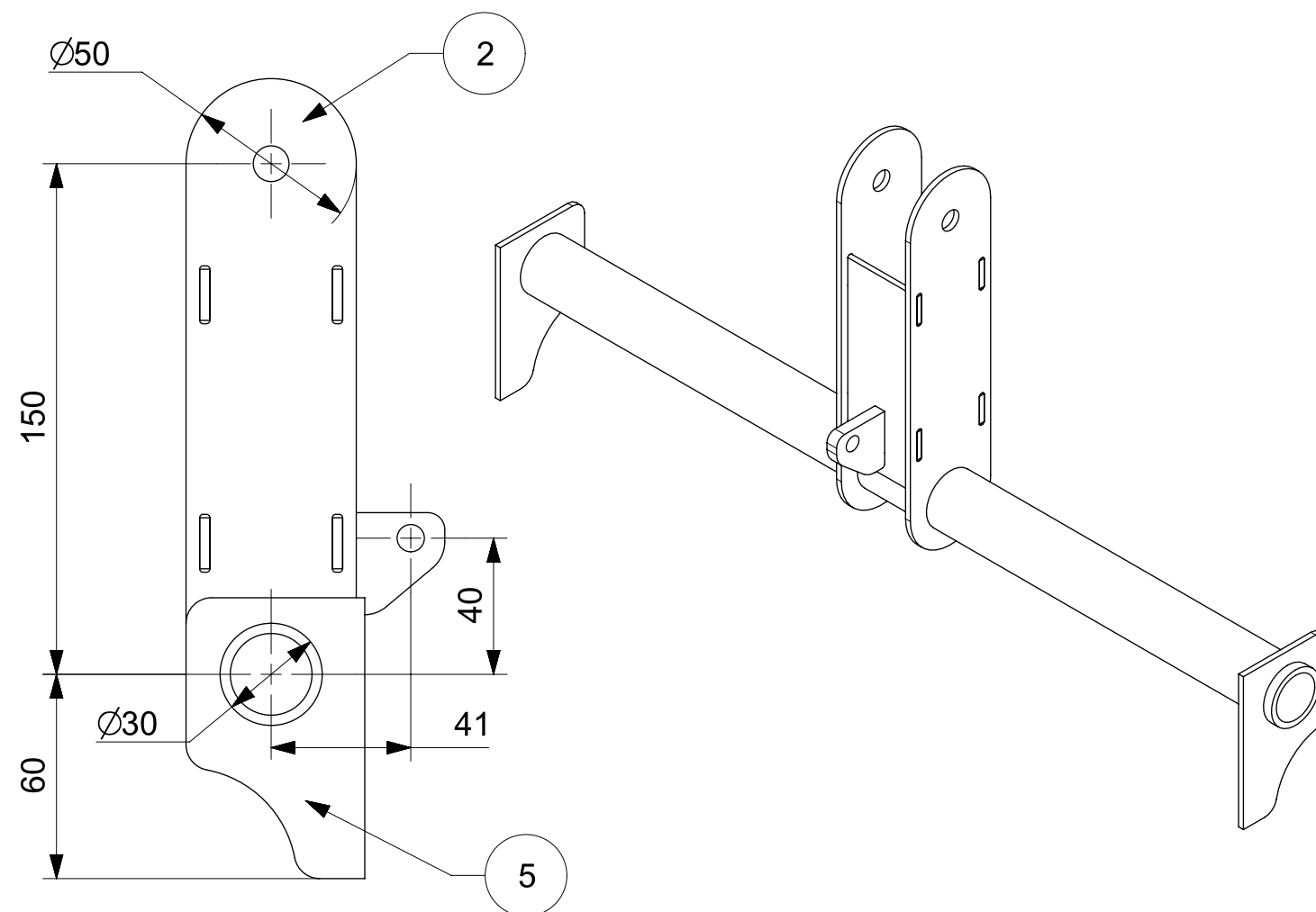
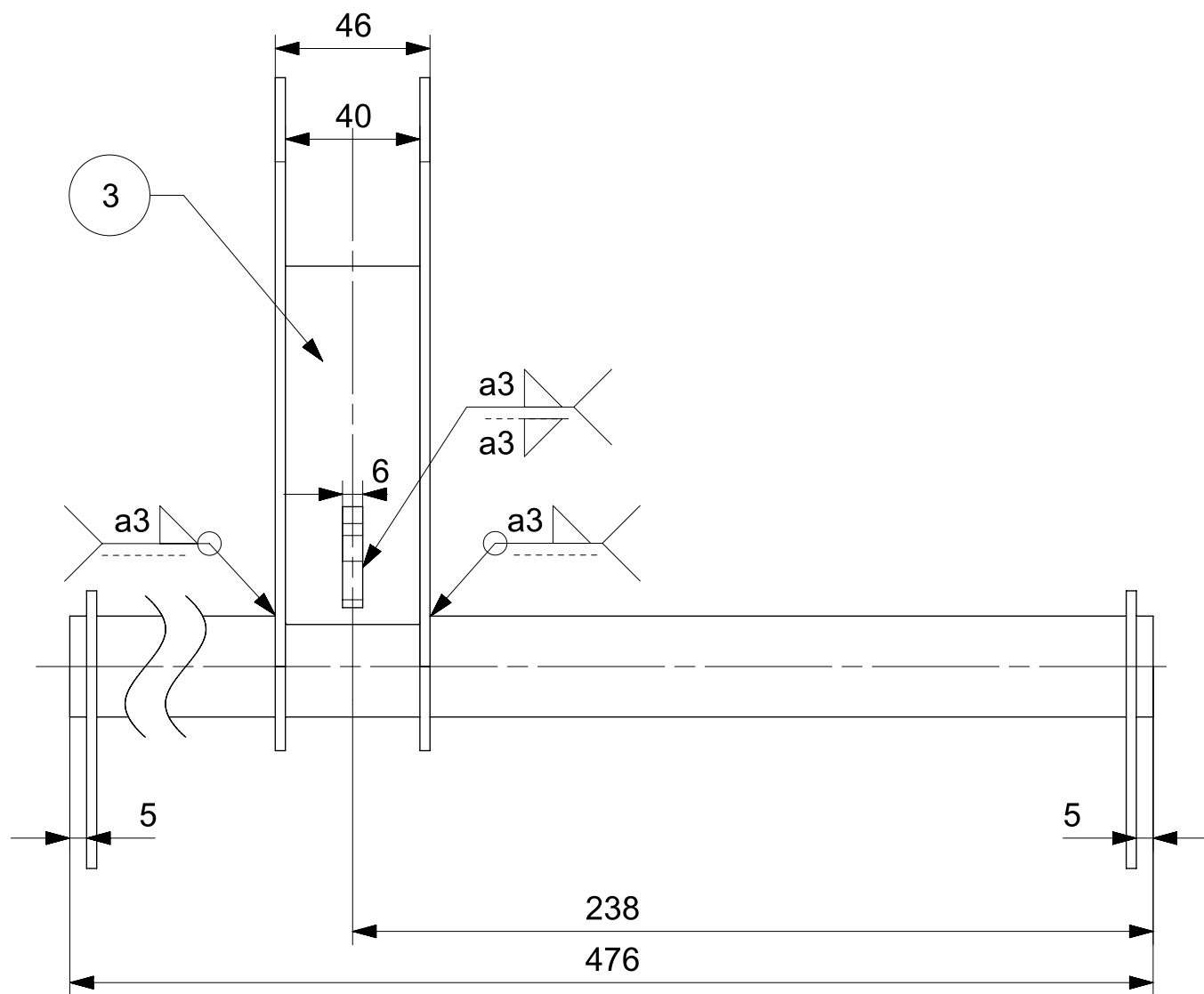
A2



SVARENO DLE TECHNOLOGIE ČSN EN ISO 13920, ČSN EN 25817

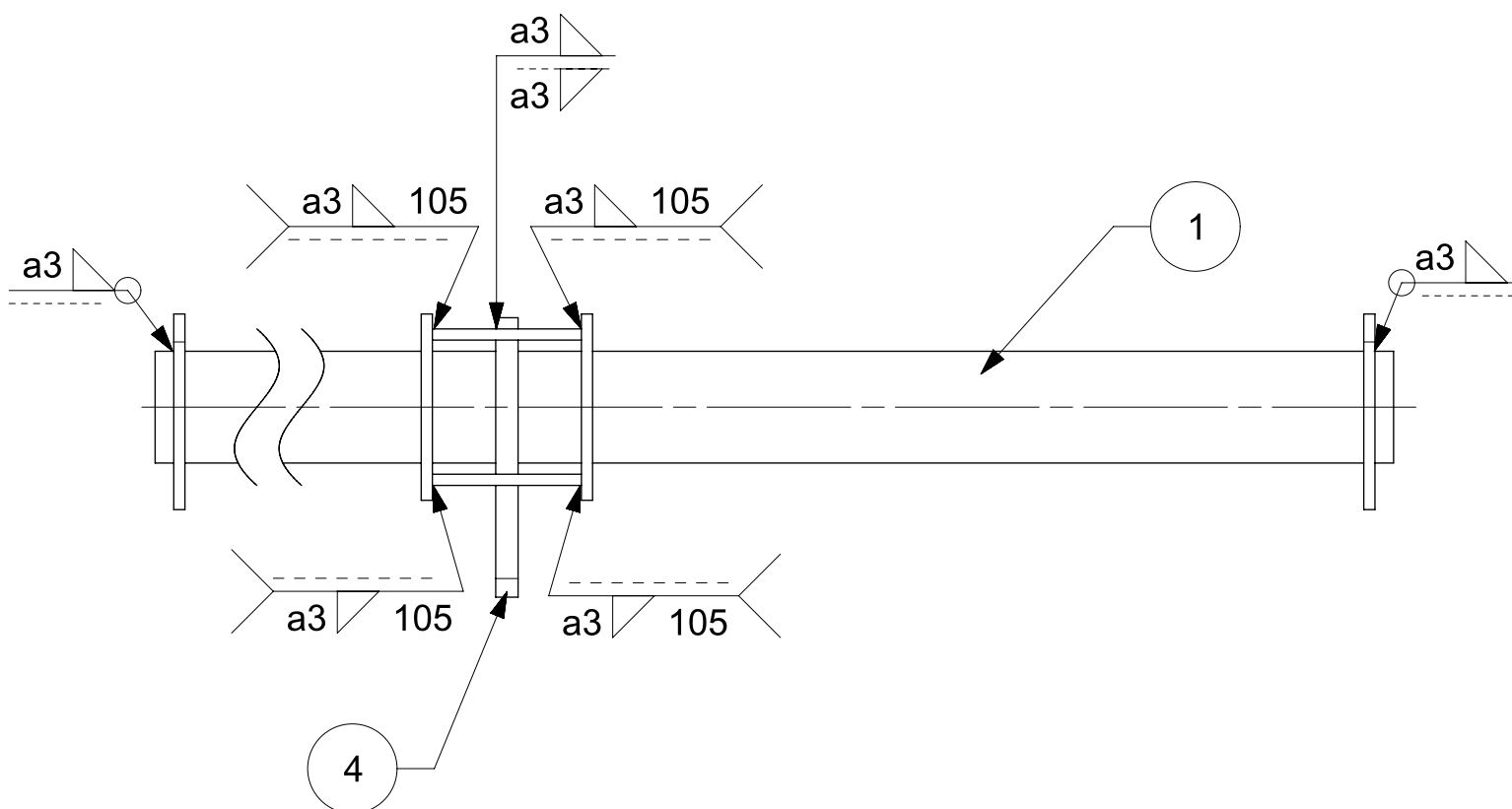
POZICE	NAZEV_NORMA	POC_KUSU
10	PRIDRZNY_PLECH_SKRINE	4
9	ZEBRO_MALE_S_OTVORY	2
8	ZEBRO_PRICNE_S_OTVORY	1
7	ZEBRO_MALE	2
6	ZEBRO_PRICNE	1
5	PLECHOVY_VYPALEK_HORNI	1
4	PLECHOVY_VYPALEK_SPODNI	1
3	ULOZENI_KLADEK_ROVNE	8
2	ULOZENI_LESTENYCH_PROFILU	8
1	PODELNA_TRUBKA_TR_Ø42,4 X 3_2020	2



POZICE		NAZEV_NORMA		S235JHR		18kg		---	
Pocet ks.	Nazev - rozmer	Polkovar	Material	T.O.	C.zmot.	Hr.zmot.	Celo vykresu sestavy	Poz.	
Quant.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.	
Col 1	Datum / Date	Jmeno / Name							
Krebill / Drawn by	15.5.2014	JAROSLAV SOLC							
Prekresoval / Checked by	---	---							
Schválil / Approved by	---	---							
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schválil / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note				
---	---	---	---	---	---				
Tolerance / Tolerovani	Soubor-nodul / ASMDfile	a_sestava_welding_1		Projekt / Project		POSILOVACI_STROJ		Merkito / Scale	
ISO 128	ISO 8015 ISO 2768mk	Soubor-vykres / DRW-file		C sestavy / Assembly No.		---			
Nazev / Title	a_sestava_welding_1		Celo vykresu / Drawing No.		JS_02_01_DP_2014		Format		A1
				Rev.		Celo vykresu / Drawing No.			
						JS_02_01_DP_2014			
				List / sheet no.		1		Pocet listu / sheets	
						2			

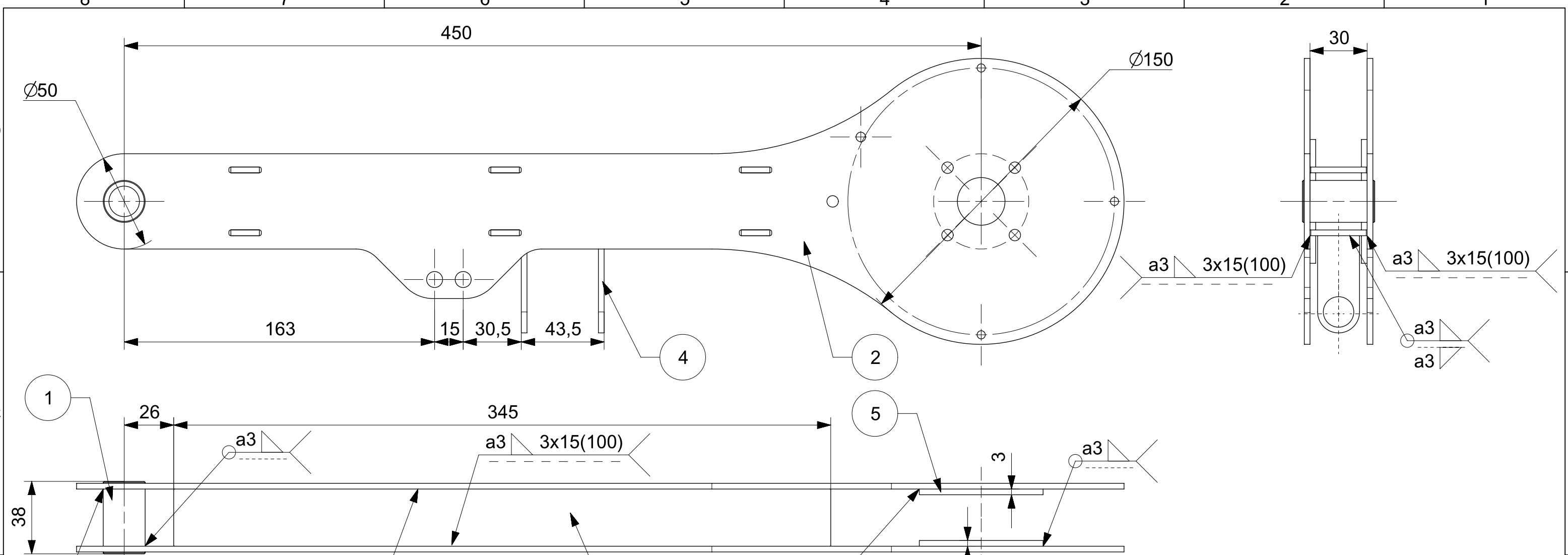


SVARENO DLE TECHNOLOGIE ČSN EN ISO 13920, ČSN EN 25817

5	KONZOLA	2
4	DRZAK_VZPERY	1
3	VYPALEK_ZEBRO_SPODNI_DIL	2
2	VYPALEK_SPODNI_DIL_ROZTEC_150	2
1	PRICNA_TRUBKA_TR_Ø30X3_476	1
POZICE	NAZEV_NORMA	POC_KUSU

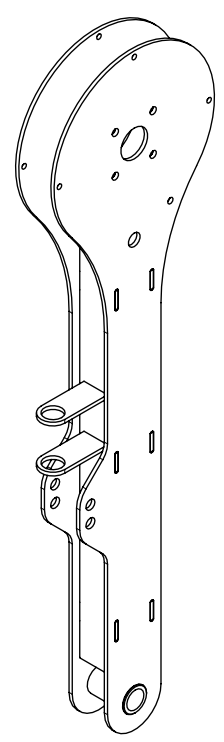




		S235JHR							
Pocet ks.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material	T.O.	C.hmot.	Hr.hmot.	Cislo vykresu sestavy	Poz.	
Quant.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.	
CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name			 <b>FAKULTA STROJNI ZAPADOČESKE UNIVERZITY V PLZNI</b> <small>Vsechna práva vyhrazena / All rights reserved</small>				
Kreslil / Drawn by	17.5.2014	JAROSLAV SOLC							
Prezkoušel / Checked by	---	---							
Schválil / Approved by	---	---							
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note:				
---	---	---	---	---	---				
---	---	---	---	---	---				
 Tolerance / Tolerovani ISO 8015 ISO 2768mK		Soubor-model / ASM-file spodni_dil_r_welding			Projekt / Project: POSILOVACI_STROJ		Meritko / Scale 1:2		
		Soubor-vykres / DRW-file spodni_dil_r_welding			C.sestavy / Assembly No.				
Nazev / Title <b>SPODNI_CAST_RAMENA</b>				Rev.		Cislo vykresu / Drawing No. <b>JS_02_02_DP_2014</b>		Format <b>A3</b>	
				List / sheet no. 1		Pocet listu / sheets 1			

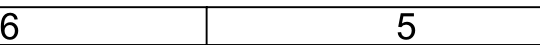
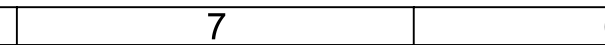
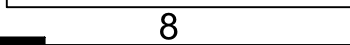
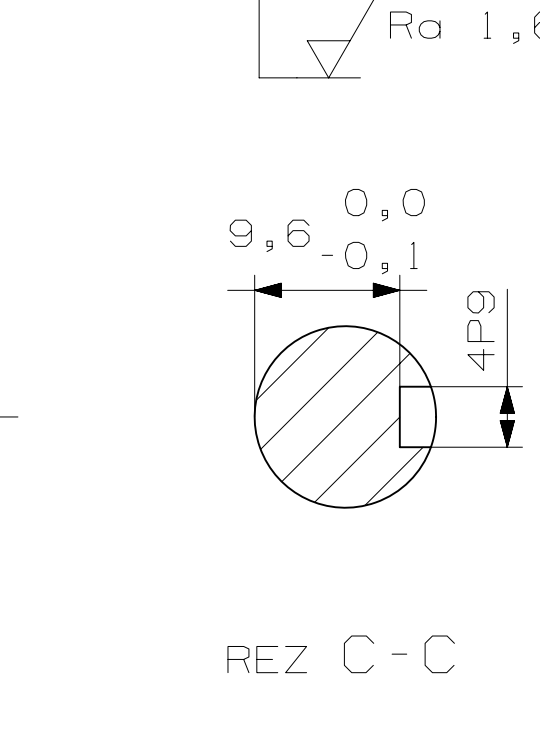
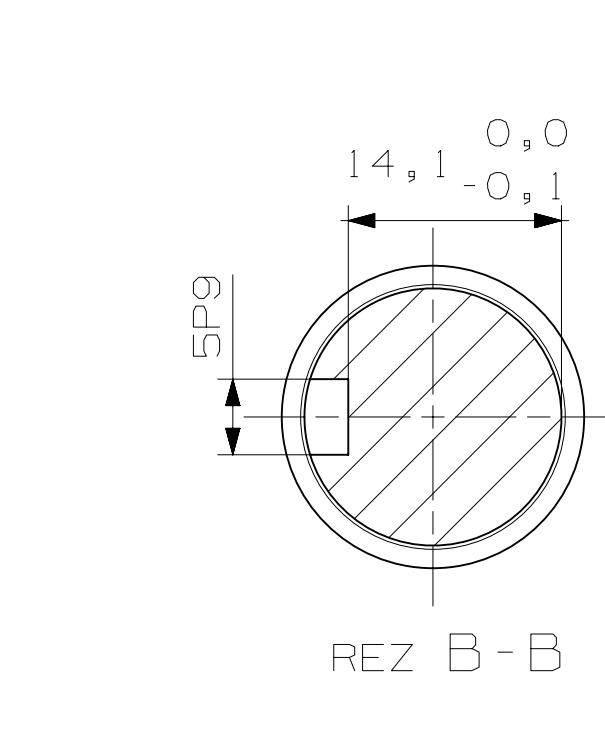
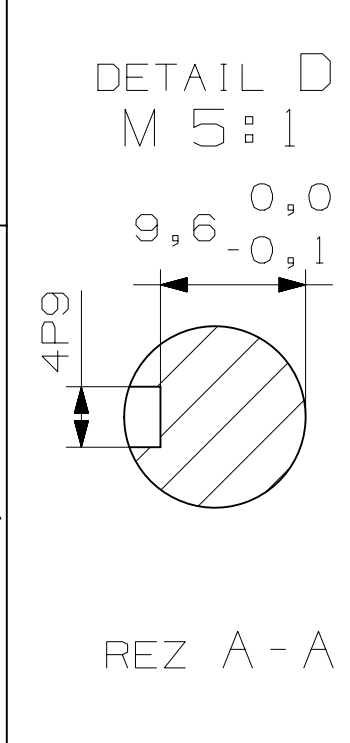
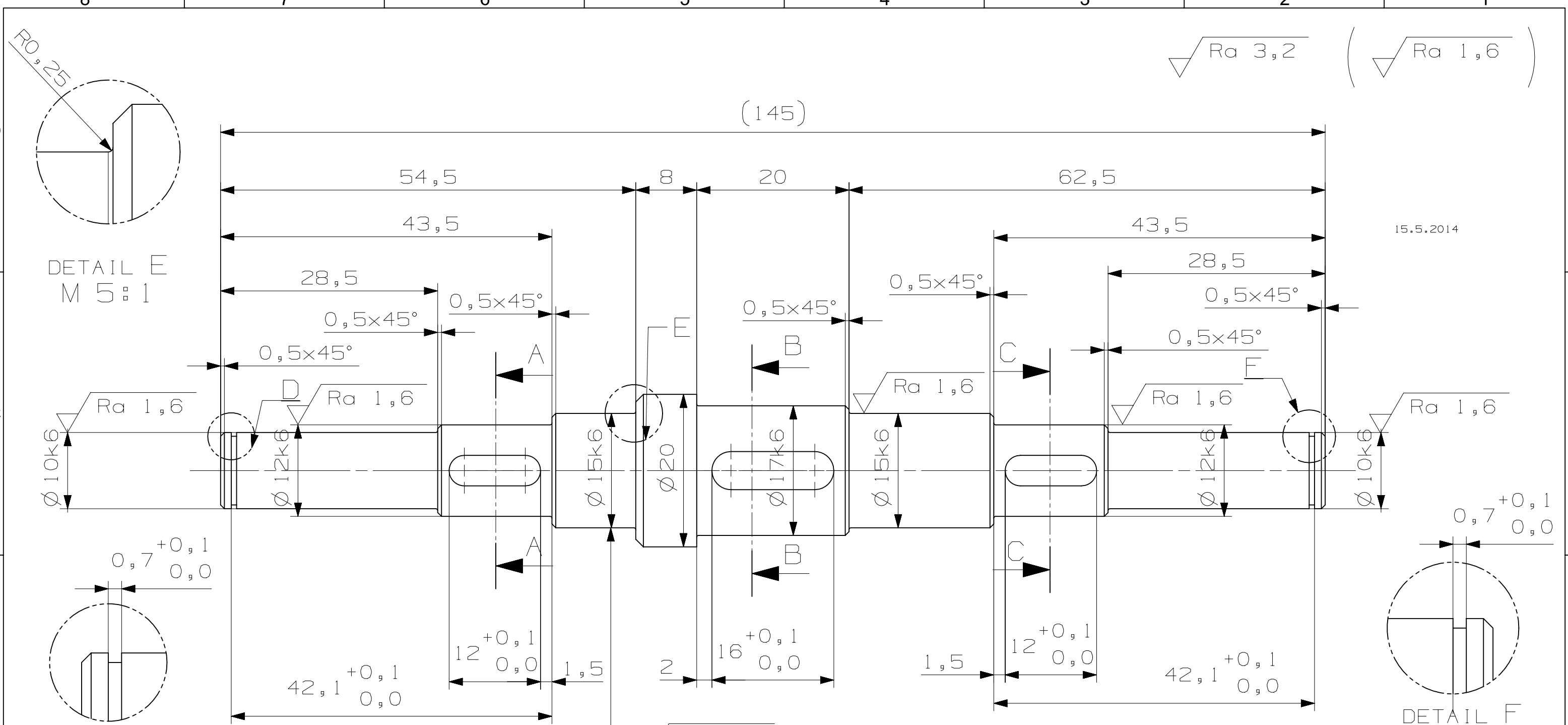


SVARENO DLE TECH. ČSN EN ISO 13920, ČSN EN 25817

5	ZAVITOVE_MEZIKRUZI	2
4	DRZAK_OVLADACE_VZPERY	2
3	ZEBRO	2
2	VYPALEK_RAMENA	2
1	TRUBKA_TR_Ø24 X 3_38	1
POZICE	NAZEV_NORMA	POC_KUSU



	☑		S235JHR		2.5kg		---	
Pocet ks.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material	T.O.	C.hmot.	Hr.hmot.	Cislo vykresu sestavy	Poz.
Quant.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.
CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name			 FAKULTA STROJNI ZAPADOCESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Vsechna prava vyhrazena / All rights reserved</small>			
Kreslil / Drawn by	15.5.2014	JAROSLAV SOLC						
Prezkousel / Checked by	---	---						
Schvalil / Approved by	---	---						
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note:			
---	---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---	---			
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file		horni_cast_r_welding		Projekt / Project:	POSOLIVACI_STROJ		Meritko / Scale
	Soubor-vykres / DRW-file		horni_cast_r_welding		C.sestavy / Assembly No.	---		1:2
Nazev / Title				Rev.	Cislo vykresu / Drawing No.			Format
HORNI_CAST_RAMENA_SVARENEC					JS_02_03_DP_2014			A3
				List / sheet no.	1	Pocet listu / sheets	1	



		☑	Ø 22x145	S355JR					
Pocet ks.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material	T.O.	C.hmot.	Hr.hmot.	Cislo vykresu sestavy	Poz.	
Quant.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.	
CAD 1	Datum / Date	Jmeno			 <b>FAKULTA STROJNI ZAPADOCESKE UNIVERZITY V PLZNI</b> <small>Vsechna prava vyhrazena / All rights reserved</small>				
Kreslil / Drawn by		JAROSLAV SOLC							
Prezkousel / Checked by		15.5.2014							
Schválil / Approved by									
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note:				
					VYROBNI VYKRES				
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK		Soubor-model / ASM-file hrideL_slapadlo			Projekt / Project:		Meritko / Scale		
		Soubor-vykres / DRW-file hrideL_slapadlo			C.sestavy / Assembly No.				
Nazev / Title HRIDEL_SLAPADLA				Rev.	Cislo vykresu / Drawing No. JS_03_01_DP_2014				Format A3
				List / sheet no.	1	Pocet listu / sheets		2	



