

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Design průmyslové techniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Univerzální nákladní manipulátor

Autor: **Jakub Ryneš**

Vedoucí práce: **Ing. Martin Kopecký**

Akademický rok 2013/2014

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | | | | |
|----------------------|--|-------------------|-------------------------|--|
| AUTOR | Příjmení Ryneš | Jméno Jakub | | |
| STUDIJNÍ OBOR | „Design průmyslové techniky“ | | | |
| VEDOUCÍ PRÁCE | Příjmení (včetně titulů) Ing. Kopecký | Jméno Martin | | |
| PRACOVISŤE | ZČU - FST - KKS | | | |
| DRUH PRÁCE | DIPLOMOVÁ | BAKALÁŘSKÁ | Nehodící se škrtněte | |
| NÁZEV PRÁCE | Univerzální nákladní manipulátor | | | |

| | | | | | |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|
| FAKULTA | strojní | KATEDRA | KKS | ROK ODEVZD. | 2014 |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

| | | | | | |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|---|
| CELKEM | 56 | TEXTOVÁ ČÁST | 50 | GRAFICKÁ ČÁST | 6 |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|---|

| | |
|--|--|
| STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY | <p>Bakalářská práce se v úvodu zabývá analýzou dosavadních možností v oblasti manipulace s materiálem. Dále analýzou trhu v oblasti prostředků pro ruční manipulaci a následně návrhem konstrukce a designu univerzálního manipulátoru pro každodenní použití v běžném životě.</p> |
| KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE | <p>manipulace s materiálem, CAD, ruční, design</p> |

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

| | | | |
|--------------------------|---|-----------------|-----------------------------------|
| AUTHOR | Surname Ryneš | Name Jakub | |
| FIELD OF STUDY | “Industrial design“ | | |
| SUPERVISOR | Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kopecký. | Name Martin | |
| INSTITUTION | ZČU - FST - KKS | | |
| TYPE OF WORK | DIPLOMA | BACHELOR | Delete when not applicable |
| TITLE OF THE WORK | Universal handling device | | |

| | | | | | |
|----------------|------------------------|-------------------|----------------|---------------------|------|
| FACULTY | Mechanical Engineering | DEPARTMENT | Machine Design | SUBMITTED IN | 2014 |
|----------------|------------------------|-------------------|----------------|---------------------|------|

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

| | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|---|
| TOTALLY | 56 | TEXT PART | 50 | GRAPHICAL PART | 6 |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|---|

| | |
|---|---|
| BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS | Bachelor thesis analyzes the existing possibilities in the area of material handling. Subsequently is analysed the market for manual handlig devices. Also is proposed the construction and design of universal manipulator for daily use in everyday life. |
| KEY WORDS | material handling, CAD, hand truck, design |

Poděkování

Tato bakalářská práce byla podpořena formou odborné konzultace Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České Republiky v rámci projektu č.

CZ.1.07/2.3.00/45.0012 „Badatelská výuka a popularizace výzkumu a vývoje ve strojním inženýrství (REGIOPOPULÁR)“

Odborným konzultantem této práce byl Ing. Martin Kopecký, kterému děkuji za poskytnuté konzultace, kvalifikované rady a odbornou pomoc při sepsání této BP.

| | |
|---|-----------|
| 1 ÚVOD, CÍLE PRÁCE | 1 |
| 2 REŠERŠE V OBLASTI BĚŽNÝCH MANIPULAČNÍCH PROSTŘEDKŮ | 2 |
| 2.1 HISTORIE..... | 2 |
| 2.2 ZÁKLADNÍ POJMY, DEFINICE, ČLENĚNÍ PROSTŘEDKŮ MANIPULACE S MATERIÁLEM | 2 |
| 2.2.1 <i>Definice a význam manipulace s materiálem.....</i> | <i>2</i> |
| 2.2.2 <i>Pojmy související s problematikou manipulace s materiálem.....</i> | <i>2</i> |
| 2.2.3 <i>Manipulovatelné materiály</i> | <i>3</i> |
| 2.2.4 <i>Technologické stupně manipulace s materiálem.....</i> | <i>4</i> |
| 2.2.5 <i>Skutečnosti ovlivňující volbu zařízení pro manipulaci s materiálem</i> | <i>4</i> |
| 2.2.6 <i>Členění prostředků manipulace s materiálem</i> | <i>4</i> |
| 2.3 PRŮZKUM TRHU, SOUČASNÁ ŘEŠENÍ..... | 10 |
| 2.3.1 <i>Plošinové vozíky</i> | <i>10</i> |
| 2.3.2 <i>Policové vozíky.....</i> | <i>11</i> |
| 2.3.3 <i>Balíkové vozíky</i> | <i>11</i> |
| 2.3.4 <i>Speciální typy ručních vozíků.....</i> | <i>12</i> |
| 2.3.5 <i>Paletové vozíky nízkozdvížené s ručním pohonem.....</i> | <i>12</i> |
| 2.3.6 <i>Paletové vysokozdvížené vozíky s ručním pohonem.....</i> | <i>13</i> |
| 2.3.7 <i>Stavební kolečka</i> | <i>13</i> |
| 2.3.8 <i>Rudly.....</i> | <i>14</i> |
| 2.4 VYHODNOCENÍ REŠERŠE..... | 15 |
| 3 NÁVRH VARIANT A JEJICH ZHODNOCENÍ..... | 17 |
| 3.1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY | 17 |
| 3.1.1 <i>Přepravovaný materiál</i> | <i>17</i> |
| 3.1.2 <i>Ergonomie.....</i> | <i>17</i> |
| 3.1.3 <i>Pracovní prostředí</i> | <i>17</i> |
| 3.1.4 <i>Design</i> | <i>17</i> |
| 3.2 NÁVRHY VARIANT | 17 |
| 3.2.1 <i>Varianta A.....</i> | <i>17</i> |
| 3.2.2 <i>Varianta B.....</i> | <i>18</i> |
| 3.2.3 <i>Varianta C.....</i> | <i>19</i> |
| 3.2.4 <i>Varianta D.....</i> | <i>20</i> |
| 3.3 VÝBĚR DÁLE ZPRACOVANÉ VARIANTY..... | 20 |
| 4 ZPRACOVÁNÍ VYBRANÉ VARIANTY | 21 |
| 4.1 ZÁKLADNÍ ČÁSTI | 21 |
| 4.2 ŘEŠENÍ DOSAŽENÍ POLOHY PRO PLNĚNÍ NÁDOBY | 22 |
| 4.2.1 <i>Určení geometrie mechanismu překlápění</i> | <i>24</i> |
| 4.3 ŘEŠENÍ SKLÁPĚNÍ LOPATKY | 26 |
| 4.3.1 <i>Určení minimálního průměru kolíků branicích protočení lopatky.....</i> | <i>27</i> |
| 4.3.2 <i>Řešení vyvození síly pro zajištění lopatky v požadovaných polohách</i> | <i>29</i> |
| 4.4 NÁVRH KOL..... | 30 |
| 4.4.1 <i>Použitý Materiál.....</i> | <i>30</i> |
| 4.4.2 <i>Návrh designu ráfku</i> | <i>30</i> |
| 4.4.3 <i>Řešení zavěšení kol.....</i> | <i>31</i> |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.5 | OBJEM VANY..... | 31 |
| 4.6 | ŘEŠENÍ MADEL | 32 |
| 4.7 | URČENÍ CELKOVÉ HMOTNOSTI MANIPULÁTORU..... | 33 |
| 4.8 | VYPRACOVÁNÍ DETAILNÍHO 3D MODELU..... | 34 |
| 5 | CELKOVÉ VYHODNOCENÍ A ZÁVĚREČNÉ SHRNU TÍ | 39 |
| 5.1 | KONSTRUKCE A DESIGN..... | 39 |
| 5.2 | ZÁVĚR..... | 39 |
| 6 | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 40 |
| 6.1 | POUŽITÁ BIBLIOGRAFIE | 40 |
| 6.2 | POUŽITÉ INTERNETOVÉ ZDROJE..... | 40 |
| 7 | SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ | 40 |
| 8 | SEZNAM OBRÁZKŮ | 40 |

Seznam použitých zkratk a symbolů

| | |
|------|---|
| CAD | Computer aided design (počítačová podpora konstruování) |
| DMU | Digital mockup (digitální maketa) |
| ČSN | Česká státní norma |
| ABS | Označení plastu |
| PVC | Označení plastu |
| PTFE | Označení plastu |

| | | Jednotky |
|-------------|-------------------------|----------------------|
| p_D | Dovolený tlak | [MPa] |
| τ_S | Smykové napětí | [MPa] |
| τ_{DS} | Dovolené smykové napětí | [MPa] |
| M_k | Kroutící moment | [N.mm] |
| g | Gravitační zrychlení | [m.s ⁻²] |

1 ÚVOD, CÍLE PRÁCE

Cílem práce je na základě literární rešerše a průzkumu trhu navrhnout design a kompletní konstrukci manipulátoru pro běžné použití v oblasti dům a zahrada nebo pro zásobování a manipulaci s běžnými břemeny například v menších podnicích z oblasti potravinářského průmyslu či pohostinství.

Základním pilířem předkládané práce bylo navržení skutečně univerzálního transportéru pro každodenní využití. Přemísťování nejrůznějších břemen, aniž by si tuto skutečnost člověk uvědomoval, je dnes vsutku velice běžná věc. V každodenním životě se potýkáme s problémem přenést "něco" "někam". Domácnosti se běžně zásobují potravinami, čas od času je potřeba přemístit nějaký nábytek. Pokud někdo vlastní dům se zahradou, setkává se s přemísťováním těžkých nákladů skutečně často. V průmyslu připadá na manipulaci s materiálem značná část provozních nákladů a času.

Příkladem z gastronomie může být restaurační zařízení, kde je cílem prodej jídla a pití. Jídlo je připravováno ze základních surovin, které se samozřejmě musí nějakým způsobem nabýt (objednávka s následným závozem či samozásobování), přičemž pokaždé je nutné se zbožím manipulovat a transportovat ho. Předkládaná práce není zaměřena na problematiku překonání delší trasy obchod/sklad - restaurace. V tomto případě se jistě velmi osvědčila automobilová doprava. Práce je zaměřena na problém přemístění zboží např. z nákladového prostoru vozidla do skladovacího prostoru restauračního zařízení. Při nákupu v obchodě se obvykle pro přemístění zboží z prostoru obchodu do nákladního prostoru silničního vozidla využívá jednoduchý nákupní vozík. Ten v prostředí obchodu a jeho okolí svůj účel splňuje velmi dobře, protože tyto prostory jsou tomuto prostředku dobře přizpůsobené, tzn.: hladký povrch bez překážek. Pro takto snadnou manipulaci s nákladem je podmínkou přizpůsobení terénu v prostorách (nakloněná rovina namísto schodů, nájezdy, rampy, výtahy atp.), což přináší i řadu komplikací. Další možností je volba vhodného prostředku, který bude zkonstruován tak, aby dokázal překonat běžné překážky a vyhovoval pro požadovaný náklad. Design takového zařízení je právě předmětem této práce.

2 REŠERŠE V OBLASTI BĚŽNÝCH MANIPULAČNÍCH PROSTŘEDKŮ

2.1 Historie

Potřeba manipulace s jakýmikoli předměty je stará jako lidstvo samo. Už od pradávna, kdy se člověk napřímil, musel nějakým způsobem své hmotné statky přemísťovat. Ať už musel přemístit naloženou kořist z místa lovu do svého obydlí, či z nějakých důvodů přesunout celé své obydlí a majetek někam jinam. To, že člověk je ze své podstaty tvor „líný“ můžeme chápat tak, že vlastně byl a je předurčen pro evoluční vývoj, který je dnes samozřejmě nepopíratelný. Kdyby se člověk nesnažil nějakým způsobem dále rozvíjet, aby byl schopen přemístit více svých hmotných statků najednou, pravděpodobně by náš druh nebyl tolik rozvinutý, jako je tomu dnes. Lidstvo se tedy snaží usnadnit si práci s přesouváním předmětů již velmi dlouho. Jakožto jeden z prvních milníků snahy o zlepšení efektivity práce s nákladem můžeme označit vynález obyčejného kola. Kolo jako takové je totiž součástí jakéhokoli vozidla či vozíku. Jeho hlavní výhodou je, že při jeho odvalování je nutné překonat pouze valivý odpor, který je vždy podstatně menší než smykové tření, které musíme překonávat při obyčejném posouvání břemene po podlaze. Příkladem takového jednoduchého manipulátoru může být např. obyčejný trakař, který ještě relativně nedávno nacházel své uplatnění v zemědělství. Později byl však nahrazen důmyslnějšími prostředky.

2.2 Základní pojmy, definice, členění prostředků manipulace s materiálem

Tato kapitola je zaměřena na shrnutí podstatných informací týkajících se dosavadních řešení problematiky manipulace s materiálem a jejich členění.

2.2.1 Definice a význam manipulace s materiálem

Základ manipulace s materiálem je pohyb, fyzické přemísťování materiálu (surovin, polotovary, dílů, hotových výrobků)[1].

Manipulace s materiálem je soubor operací, zahrnující převážně přemísťování, ale i skladování, balení, vážení, měření, počítání a třídění hmotných částí jak ve výrobním procesu, tak i při oběhu.[1]

2.2.2 Pojmy související s problematikou manipulace s materiálem

Názvosloví v oblasti manipulace s materiálem je u nás, právě tak jako v zahraničí v mnohých pojmech dosud nevyjasněno. Byla sice vydána norma ČSN 26 002 o základním názvosloví v manipulaci s materiálem, ta však obsahuje velmi málo názvů. Proto postupem doby bylo názvosloví v manipulaci doplněno o další normy, a to: ČSN 26 9000 - názvosloví skladového hospodářství a ČSN 26 9006 - Paletizace a kontejnerizace.[2]

- **Manipulační operace**

Je souborem manipulačních úkonů, které jsou složeny z manipulačních pohybů. Příkladem manipulační operace je: naložení, přeprava, vyložení.[1]

- **Manipulační zařízení a prostředky**

Slouží k účelnému přemísťování materiálů (surovin, výrobků, zboží apod.) ve výrobě, oběhu a skladování.[1]

- **Manipulační systém**

Seskupení dvou nebo více zařízení a prostředků pro manipulaci s materiálem, vytvářejících celek pro určitou oblast manipulace, včetně organizace a řízení. [1]

- **Manipulační jednotka**

Materiál (balený i nebalený, svazkovaný, ložený volně nebo na přepravním prostředku) tvořící samostatně nebo s přepravním prostředkem celek, který je uzpůsoben pro mechanizovanou manipulaci, přepravu či skladování a zachovává svůj tvar při oběhu, přičemž s jeho částmi nelze samostatně manipulovat.[1]

- **Ložné operace**

Jsou nakládka, vykládka, překládka materiálu.[2]

- **Nakládka**

Je ložná operace, při níž se materiál nakládá (ukládá, sype, hází atd.) na dopravní prostředek nebo do přepravních prostředků. Nezahrnuje zpravidla přemísťování na vzdálenost větší než 3 m, neboť pak jde již o dopravu.[1]

- **Překládka**

Je ložná operace, při níž je materiál rovnou přemísťován z jednoho dopravního prostředku nebo přepravního prostředku na druhý dopravní nebo přepravní prostředek.[2]

- **Vykládka**

Je ložná operace, při níž se materiál odebírá z dopravního prostředku nebo přepravních prostředků. Nezahrnuje přemísťování na vzdálenost větší než 3 m, neboť pak se jedná o dopravu.[2]

- **Meziobjektová doprava**

Doprava materiálu mezi jednotlivými objekty na území závodu. Zpravidla začíná a pokračuje dopravou vnitroobjektovou.[2]

- **Vnitroobjektová doprava**

Je veškerá doprava materiálu vykonávaná uvnitř hranic jednoho objektu.[2]

2.2.3 Manipulovatelné materiály

Materiály, se kterými manipulujeme, se dělí na tuhé, kapalné a plynné. Přičemž z hlediska manipulace se ve většině případů kapalné a plynné materiály mohou posuzovat jako pevné díky přepravním a obalovým prostředkům (nádoby).

Tuhé materiály se dále člení na:

- jednotlivé kusy,
- manipulační jednotky,
- volně ložený materiál.[3]

2.2.4 Technologické stupně manipulace s materiálem

Technologie pohybu materiálu souvisí s druhem použitých prostředků a zařízení. V závislosti na typu použitých prostředků lze rozlišovat tyto stupně technologických procesů.

- Ruční -nepředpokládá se použití žádných mechanizačních zařízení
- Mechanizovaný -lidská práce je doplněna mechanizačními prostředky, které ji usnadňují
-v závislosti na stupni mechanizace hovoříme o malé, střední, velké či komplexní mechanizaci
- Automatizovaný -manipulace vyžadující minimální zásah člověka

2.2.5 Skutečnosti ovlivňující volbu zařízení pro manipulaci s materiálem

Volba správné manipulační techniky záleží na řadě konkrétních podmínek. Hlavní vlivy, které tuto volbu ovlivňují, jsou:

- fyzikální vlastnosti manipulovaných materiálů (křehké, hořlavé atd.)
- rozsah manipulačních operací
- množství manipulovaného materiálu (pro větší množství jsou výhodná specializovaná, pro menší však univerzální řešení)
- nároky na kvalifikaci a kvalifikační úroveň zaměstnanců
- investiční náročnost
- velikost provozních nákladů posuzované technologie
- požadavky na bezpečnost a hygienu práce
- speciální požadavky zákazníka

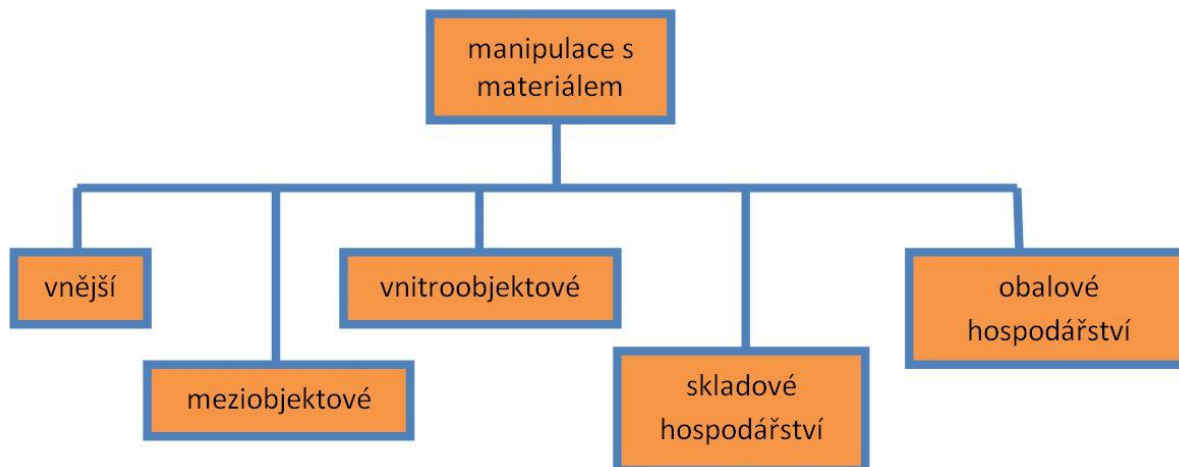
K manipulaci s materiálem jsou využívány prostředky a zařízení, které jsou uvedeny v normě ČSN 26 0002 a zahrnují:

- zdvihací zařízení (jeřáby, zdvihadla, výtahy apod.)
- dopravní zařízení (dopravníky, lanovky, prostředky pneumatické a hydraulické dopravy apod.)
- zařízení pro operační a mezioperační manipulaci (roboty a manipulátory)
- zařízení pro ložné operace (rýpadla, zakladače, zemní a stavební práce)
- přepravní prostředky (obaly, palety, kontejnery)
- skladovací zařízení (zařízení pro sklad kus. zboží, zařízení pro ložné operace)
- zařízení pro úpravu materiálu k manipulaci (váhy, plnicí a balicí stroje, transportní zařízení)
- dopravní prostředky (vozíky, přívěsy, návěsy, automobily, kolejová vozidla, lodě, letadla)

2.2.6 Členění prostředků manipulace s materiálem

Manipulace s materiálem, je souhrn operací skládajících se převážně z nakládky, přepravy, vykládky a překládky, tedy z dopravy materiálu. Při vývoji manipulace s materiálem se u nás ustálilo její obecné členění.[2]

Obecné členění manipulace s materiálem



Obr. 1 Schéma obecné rozdělení manipulace s materiálem[1]

Členění dle dopravovaného materiálu

- **Dopravníky pro sypké materiály**

 - Vibrační dopravníky

 - Šnekové dopravníky

 - Korečkové elevátory

 - Pomocné prostředky pro manipulaci se sypkými materiály

- **Manipulační prostředky pro sypký i kusový materiál**

 - Skluzy

 - Žlabové dopravníky

 - Pásové dopravníky

 - Čláňkové dopravníky

 - Lanové dráhy

- **Prostředky pro manipulaci s kusovým materiálem**

 - Válečkové a kladičkové tratě

 - Závěsové dopravníky

 - Dopravní vozíky

 - Vozíky s ručním pohonem

 - Vozíky s motorickým pohonem

 - Indukčně vedené dopravní prostředky

 - Zdvihací a přemísťovací zařízení

 - Mostové jeřáby

 - Portálové jeřáby

 - Sloupové jeřáby

 - Věžové jeřáby

 - Konzolové jeřáby

 - Vozidlové (samohybné) jeřáby

 - Speciální jeřáby

 - Manipulátory a roboty

 - Ruční a pneumatické manipulátory

 - Polohovadla

 - Podlahové manipulátory

 - Roboty

 - Moderní prvky v manipulaci s materiálem

 - Manipulace na vzduchovém polštáři[1]

Členění dle způsobu manipulace:

Následující část je zaměřena na rozdělení manipulačních prostředků z hlediska zahrnujícího způsobu, jakým je prostředek ovládán, a zároveň je zohledněn technologický stupeň manipulace.

- **Ruční, manuální manipulace:**

Historicky nejstarší způsob manipulace lidskou silou. Příklad ruční manipulace: zvedání, přenášení, ukládání břemen do hromad, stohů, regálů, ukládání na dopravníky, házení břemen.

Výhody: - univerzálnost, člověk je schopen realizovat veškeré manipulační operace

Nevýhody: - cena pracovní síly neustále narůstá

- nízká produktivita práce
- velké riziko vzniku úrazu, možný zdroj nemocí z povolání

Využití:

- manipulace s lehčími předměty
- na krátké vzdálenosti
- s nízkou opakovatelností

Ruční manipulace s břemeny je navíc omezena legislativou (Nařízení vlády č. 178/2001 Sb.). Tato legislativa omezuje:

- energetický výdaj jedince za směnu
- frekvence zdvihů za minutu
- přípustnou hmotnost přenášených břemen vztaženou k dané vzdálenosti
- celkovou přípustnou hmotnost manipulovaných břemen za pracovní směnu

• **Manipulační prostředky s ruční manipulací**

Zatímco předchozí způsob manipulace vyžaduje značnou fyzickou námahu člověka (s břemenem se manipuluje přímo), zde dochází k usnadnění jednoduchým strojem. Do této kategorie spadají ruční vozíky, rudly atp.

Výhody:

- univerzálnost
- možnost manipulace i se značně těžšími břemeny než u ruční manipulace
- vhodné i pro větší vzdálenosti
- variace speciálně upravených vozíků pro specifická břemena (vozik na sudy na tlakové lahve)
- nízká cena

Nevýhody:

- prostředí musí být do jisté míry přizpůsobené pro snadnou manipulaci s těmito prostředky (rampy, nakloněné plošiny, zdviže)

Využití:

- vhodné k meziobjektové, vnitroobjektové i mezioperační dopravě
- pro menší přepravní výkony

- **Manipulační prostředky pojezdové**

Prostředky pro horizontální dopravu hmotnějších nákladů na větší vzdálenosti.

- paletizační vozíky s ruční obsluhou
- pojízdné palety
- motorizované vozíky
- vlečné vlaky
- bezobslužné vozíky

- **Dopravníky, skluzy**

Jsou zařízení pro nepřetržitý pohyb sypkého materiálu, kusového zboží nebo ucelených manipulačních jednotek.

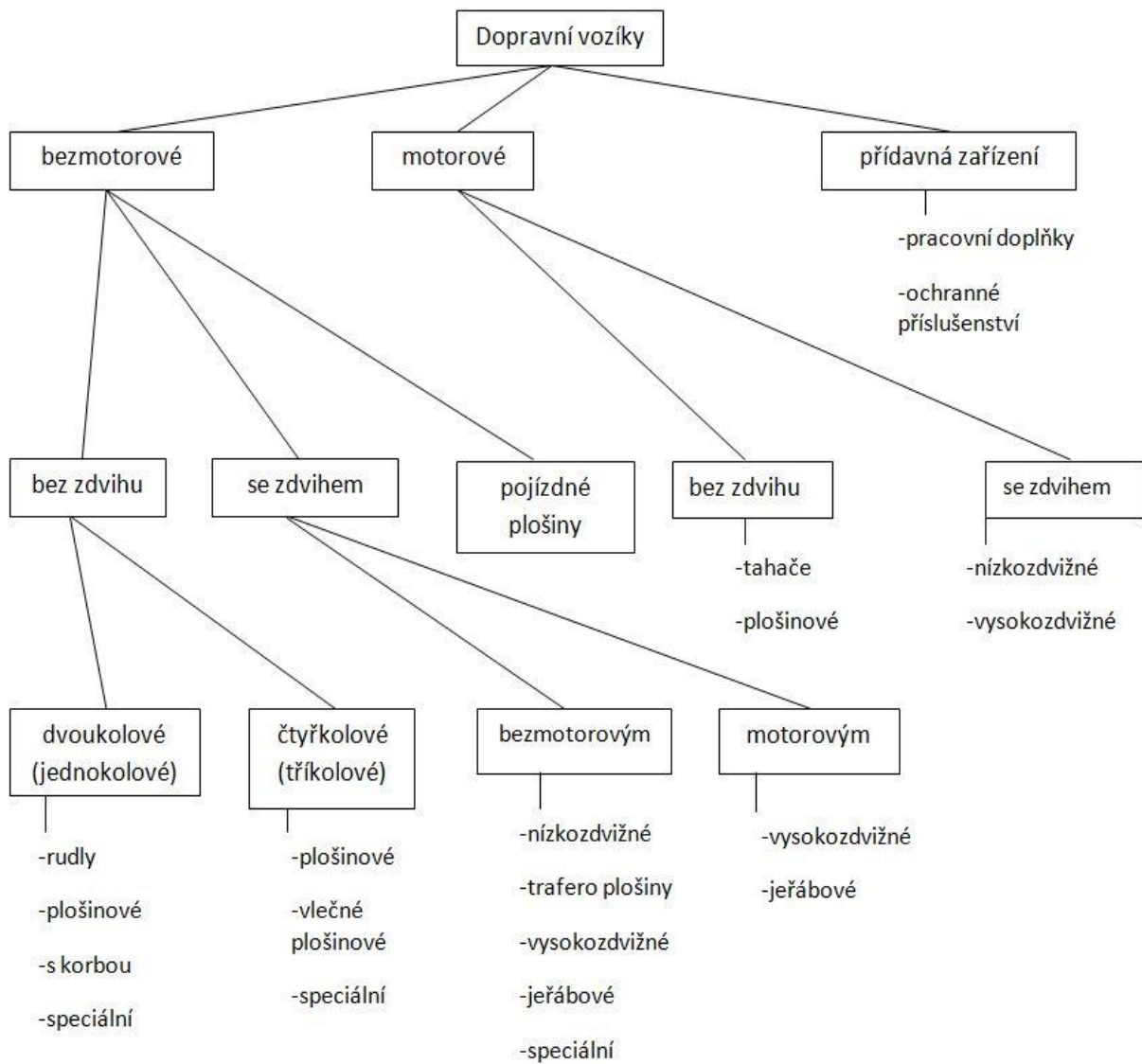
- dopravníky pásové
- dopravníky šnekové
- skluzy
- dopravníky závěsné
- dopravníky vibrační
- dopravníky korečkové
- válečkové tratě
- redlery

- **Manipulační prostředky pro zdvih**

Do této kategorie řadíme prostředky, které umožňují horizontální i vertikální manipulaci.

- jeřáby, kladky
- nízkozdvížené vozíky
- vysokozdvížené vozíky

Rozdělení dopravních vozíků



Obr. 2 Schéma rozdělení dopravních vozíků [1]

2.3 Průzkum trhu, současná řešení

Tato kapitola se podrobněji zabývá analýzou problematiky manipulace v oblasti běžného života v domácnostech např. nákup potravin, stěhování, zásobování tuhými palivy, hobby zahradnictví a stavitelství atd. V potravinářském průmyslu menšího formátu, jako například řešení zásobování v gastronomii, cateringu nebo obchodu.

Současný trh nabízí velice pestrou škálu manipulačních prostředků. Od jednoduchých vozíků až po složité stroje využívajících pohon například elektrinou či dokonce spalovacími motory. V této práci bude řešena konkrétní oblast, a to manipulační prostředek s ruční manipulací, bez zdvihu, bez pohonu.

Nyní je tedy třeba shrnout, jaké manipulační prostředky s ruční manipulací najdeme na dnešním trhu. Mezi výrobce ručních manipulačních prostředků patří například: Toyota, FEBBA, LOGiMAN, Enprag atp.

2.3.1 Plošinové vozíky

Jedná se o velmi jednoduchá zařízení obvykle s vodorovnou ložnou plochou, vyrobenou z plechu nebo překližky. Zpravidla bývají osazeny čtyřmi samostatnými koly s pryžovou obručí. Kola na straně obsluhy jsou volně otočná kolem svislého čepu, což umožňuje změnu směru jízdy vozíku. Některé verze jsou vybaveny brzdou, kvůli pohodlnějšímu nakládání a vykládání. Pro snadné uvedení do pohybu jsou vozíky vybaveny madlem nebo ojí. U provedení s madlem se vozík tlačí před sebou, u provedení s ojí obsluha vozík táhne. Tyto vozíky bývají obvykle dimenzovány pro náklady do 200 kg, ale některé dokonce až pro 500 kg. Rozměrově bývají uzpůsobeny rozměrům přepravek a palet. Jsou vhodné pro přepravu materiálu po přímých plochách. Značná nevýhoda tohoto prostředku spočívá v komplikovaném, či dokonce nemožném překonávání sebemenších překážek. I přesto tento jednoduchý typ vozíku nachází uplatnění v mnoha oblastech použití.



Obr. 3 Plošinový vozík[4]

2.3.2 Policové vozíky

Podobné jako plošinové. Mají více vodorovných ložných ploch nad sebou (police). Mohou sloužit zároveň jako skladovací zařízení.



Obr. 4 Policový vozík[4]

2.3.3 Balíkové vozíky

Zde je vodorovná ložná plocha navíc ohraničena například mříží, což umožňuje převážet větší množství kusů nepravidelných tvarů a velikostí.



Obr. 5 Balíkový vozík[4]

2.3.4 Speciální typy ručních vozíků

Vhodnými úpravami konstrukce můžeme získat řadu modifikovaných vozíků přizpůsobených speciálnímu využití. Na Obr. 6 je vidět například kombinace vozíku s koloběžkou, která umožňuje rychlé přesuny obsluze i nákladu. Další varianty mohou být například: úklidový vozík, servírovací vozík, vozík pro dopravu oděvů atp.



Obr. 6 Speciální vozík s koloběžkou[4]

2.3.5 Paletové vozíky nízkozdvížené s ručním pohonem

Tyto vozíky jsou velice časté v provozech, kde se využívá transportu na normalizovaných paletách nebo bednách, které mají vhodné nabírací otvory. Základem konstrukce je vidlicový nosník, rozměrově odpovídající právě normalizovaným paletám. Volné konce nosníků jsou podpírány pojezdovými válečky. Paletové vozíky mohou operovat pouze na zpevněných rovných plochách, jako jsou výrobní a skladové haly. Neumožňují stohování palet nebo jejich zakládání do regálů. Na tažné oji je umístěna ovládací páčka hydrauliky, která má obvykle tři polohy: zdvih, jízda a spouštění. V poloze zdvih se pumpováním ojí žene hydraulická kapalina do válce a náklad je zvedán. V poloze spuštění je tíhou nákladu kapalina vytlačována z válce do zásobníku. V poloze jízda je hydraulické čerpadlo blokováno, oj je volná a slouží jen k tažení a řízení vozíku. Existují také elektricky poháněné varianty, kde je pojezd i hydraulické čerpadlo poháněno elektromotory. Tyto vozíky jsou lehčí a levnější než vysokozdvížené. Nosnost standardních provedení bývá 2000 kg. Některé modely bývají vybaveny váhou, která umožňuje zvážení přímo naloženého nákladu.



Obr. 7 Paletový nízkozdvíhací vozík[4]

2.3.6 Paletové vysokozdvíhací vozíky s ručním pohonem

Vysokozdvíhací vozíky s ručním pohonem se uplatňují hlavně při stohování palet a při nakládání a skládání břemen z nákladních vozů. Vidlice se zdvihají hydraulickými válci s kloubovým řetězem. Čerpadlo se pohání kývavým pohybem páky. Vidlice se spouštějí ruční pákou umístěnou na tělese čerpadla. Zdvih je maximálně 1600 mm. [2]



Obr. 8 Paletový vysokozdvíhací vozík s ručním pohonem[4]

2.3.7 Stavební kolečka

Velmi často využívaný jednokolový prostředek pro dopravu zejména sypkého a kusového materiálu menších rozměrů jako například cihly. Korba o objemu obvykle kolem 80 l bývá

z pravidla tažená z plechu. Uváděná nosnost je 100 kg. Princip tohoto prostředku je opět páka s osou totožnou s osou kola.



Obr. 9 Stavební kolečko[5]

2.3.8 Rudly

Rudl je dvoukolový ruční vozík pro manipulaci nejčastěji se zbožím v krabicích nebo bednách. Svislá trubková konstrukce je v horní části vybavena madly pro držení. Ve spodní části je kolmo k nosné konstrukci upevněna plošina pro náklad. Obvykle se konstruují z tenkostěnných ocelových trubek, ploška pro náklad z ocelového plechu. Kola bývají buď s plnou pryžovou obručí, nebo s pneumatikou. Uloženy jsou častěji na kluzných ložiskách, kvalitnější rudly mohou mít dokonce kuličková ložiska. Některé rudly s nižší nosností mohou být vyrobeny z hliníkových profilů, doplněny prvky z tvrdého plastu.



Obr. 10 Klasický rudl[6]

Rudly jsou velice univerzální manipulační prostředky, jsou velice levné a dostupné. Často bývají běžným vybavením v nákladních vozidlech sloužících pro rozvoz. Umožňují skládání zboží takřka kamkoliv. I s běžným rudlem není problém zdolávat schody či obrubníky (právě k těmto účelům byly vyvinuty speciální schodišťové rudly, viz Obr. 11). Navíc existují různé další speciální varianty rudlů pro manipulaci se standardními břemeny jako například sudy, tlakové lahve nebo například na palivové dřevo. Velmi dobře se s ním manipuluje ve stísněných prostorách, protože dvoukolová konstrukce zajišťuje velmi malý poloměr otáčení.

Konstrukce rudlu funguje vlastně jako páka s osou totožnou s osou kol. Nakládací plošina se zasune pod náklad, pak jej obsluha překlopí lehce směrem k sobě. Během jízdy je tedy nutné rudlu s nákladem vyvažovat, na rozdíl od tří a čtyřkolových vozíků.



Obr. 11 Schodišťový rudl[6]

2.4 Vyhodnocení řešerše

V této chvíli již máme ucelený přehled možností, jaké skýtá dnešní trh v oblasti ručně poháněných manipulačních prostředků. Z jednotlivých popisů a obrázků je zřejmé na jakém principu tyto jednoduché stroje fungují, jak se používají a pro jaké aplikace jsou vhodné.

Paletové vozíky jsou jistě velmi užitečné ve větších provozech, kde je jim přizpůsobeno prostředí a povrch je dostatečně hladký. Používají se tam, kde je zaveden systém palet, tzn. sklady, velkoobchody, výrobní podniky atd. Pro každodenní použití se však nehodí.

Plošinové vozíky pro běžné využití jsou jistě vhodnější. Nákupní vozíky, které jsou využívány v obchodech a velkoobchodech jsou vlastně založeny na podobném principu. Díky konstrukčním úpravám lze získat řadu upravených vozíků pro univerzální i speciální použití. Část takového vozíku může být uzpůsobena pro drobnější předměty, další část pro objemnější břemena. I tyto vozíky však vyžadují přijatelný terén. Nepříjemná komplikace může nastat i během zdolávání nízkého prahu či malého počtu schodů. Také pojíždění po nerovném povrchu jako například kamenná dlažba, trávník je s tímto typem vozíku obtížné.

Stavební kolečka jsou velice praktická a využitelná právě v oblasti hobby a zahrada, hobby stavitelství. Snad každý vlastník domu se zahradou tento prostředek někdy využil. Má však řadu nevýhod. Hlavním problémem je velice nevýhodné uspořádání páky vzhledem k těžišti nákladu. Pro náklon do provozní polohy musí obsluha vynaložit značnou sílu směrem vzhůru a pro uvedení do pohybu začít navíc působit vodorovnou silou ve směru jízdy. Stavební ko-

lečko je kvůli své jednokolové konstrukci také velmi nestabilní a při pojíždění je nutné držet madla oběma rukama.

Dvoukolové vozíky, zvané rudly, jsou velmi univerzální, neuvěřitelně obratné a lze s nimi snadno překonávat běžné překážky. Nerovný rozmanitý povrch není díky dvojici velkých kol žádným problémem. S klasickými modely s plochou lopatkou můžeme snadno stěhovat i objemná a těžká břemena, zkušená obsluha může převážet dokonce předměty značné tvarové rozmanitosti, viz Obr. 12. Pro manipulaci s drobnějším kusovým nákladem však obyčejný rudl s rovnou lopatkou nestačí. V této situaci se nabízí využití vhodných přepravek, krabic, beden či balíků.

Pro naplnění požadavků předkládané práce se zdá vhodné, vycházet z univerzální podstaty dvoukolových rudlů, avšak jejich nevýhody potlačit vhodnými konstrukčními úpravami a kombinacemi prvků ostatních druhů vozíků.



Obr. 12 Ukázka přepravních možností rudlu

3 NÁVRH VARIANT A JEJICH ZHODNOCENÍ

V této kapitole bude zpracováno vlastní návržení daného manipulátoru. Nejprve je třeba vymezit si základní požadavky pro návrh. Dále jsou zobrazeny skici jednotlivých variant v chronologickém pořadí, tak jak se postupně vyvíjely. V závěru této kapitoly je zdůvodněn výběr varianty, která bude dále zpracována.

3.1 Základní požadavky

Jak je již zmíněno v úvodu, práce se zabývá návrhem univerzálního manipulačního prostředku pro každodenní využití v běžném životě, při práci u domu a pro zásobování běžným spotřebním zbožím a potravinami. Z těchto předpokladů je možné přibližně určit základní požadavky pro vypracování.

3.1.1 Přepravovaný materiál

Jistě se v tomto případě bude jednat o tuhý materiál, poněvadž i tekutiny, pokud jsou balené, mají charakteristiku tuhého materiálu. Tuhý materiál zahrnuje sypké materiály (písek, šterk, mulčovací kůra, mouka). Kusové materiály (ovoce, zelenina, masné výrobky, palivové dřevo, kameny), což je větší množství balených nebo nebalených kusů podobných rozměrů. Dále pak přepravní jednotky jako například: jednotlivé krabice, pytle, svazky, balíky, nábytek apod.

3.1.2 Ergonomie

Je důležité, aby navržený prostředek byl dobře ovladatelný, stabilní a přízpůsobivý osobám různých tělesných proporcí. Měl by být přízpůsoben tak, aby umožňoval, co možná nejsnazší a neméně namáhavou manipulaci.

3.1.3 Pracovní prostředí

Navrhovaný prostředek by měl být univerzální i z hlediska prostředí, ve kterém bude pracovat. Měl by bez obtíží zdolávat běžné překážky, jako prahy, schody a pojíždět po nerovném členitém povrchu. Zároveň by se s ním mělo snadno manipulovat v rozměrově omezených prostorách. Samozřejmostí je například, že musí být schopen projet dveřmi.

3.1.4 Design

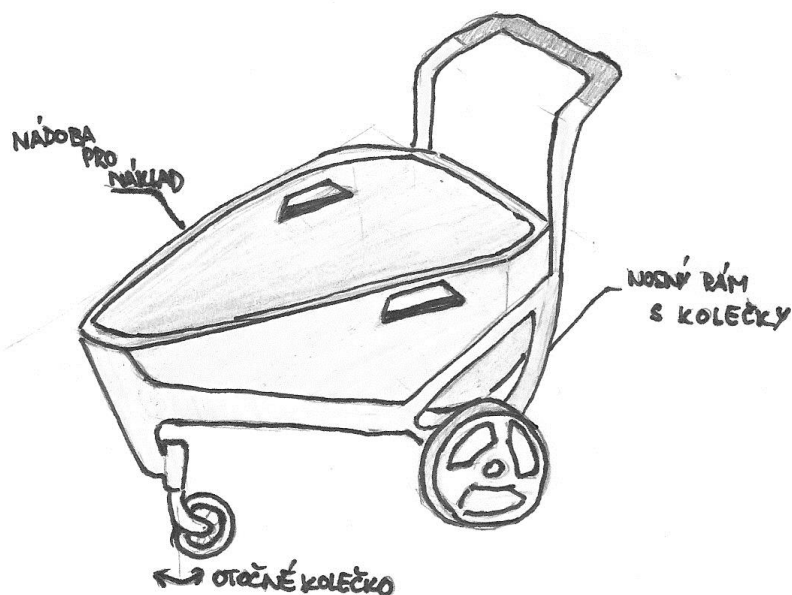
Atraktivní design, který zároveň nenaruší účel výrobku. Tvar zajišťující odpovídající tuhost je nutný. Manipulátor by měl být rozměrově co nejskladnější, aby jej bylo možné převážet jinými prostředky a snadno skladovat. Zároveň by měl umožňovat manipulaci s objemnými tělesy. Zbytečné tvarové prvky, jež omezí některý z výše uvedených aspektů, jsou nežádoucí. Z podstaty funkce a účelu výrobku se nabízí volit spíše minimalističtější řešení.

3.2 Návrhy variant

3.2.1 Varianta A

Tato varianta je úplně prvním návrhem. Skládá se z rámu a odnímatelné plastové nádoby pro náklad. Jedná se o tříkolovou konstrukci, kde dvě zadní kola jsou uložena na pevné ose a zbývající přední kolo je uloženo na otočném čepu, což umožňuje jeho otáčení pro snadnou změnu směru jízdy vozíku. Jedná se o jedinou variantu, která není založena na principu rudlu,

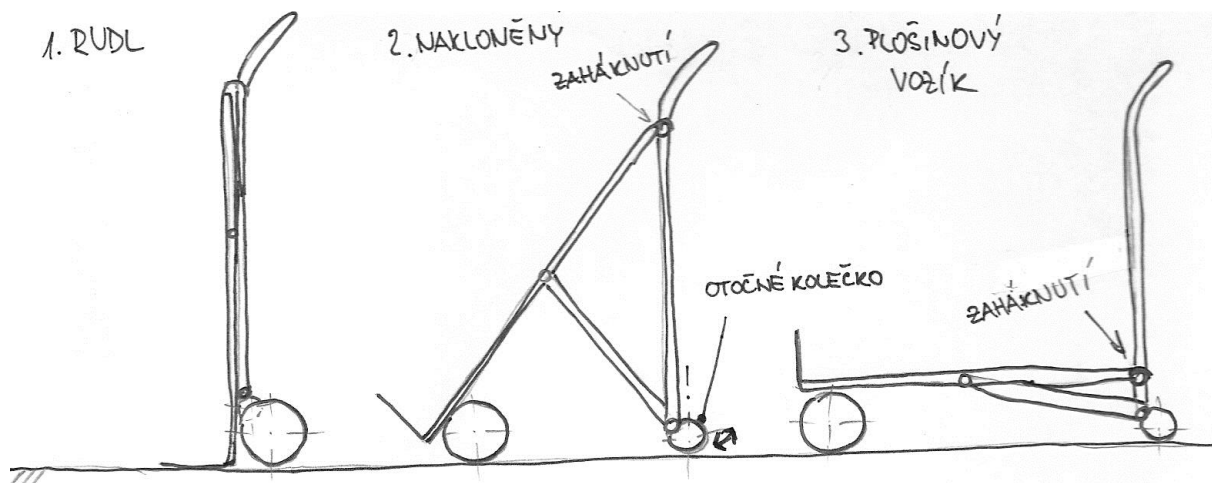
spíše vychází z principu plošinového vozíku, což přináší nevýhody v problematice překonávání překážek a nerovností terénu a skladnosti vozíku.



Obr. 13 Varianta A

3.2.2 Varianta B

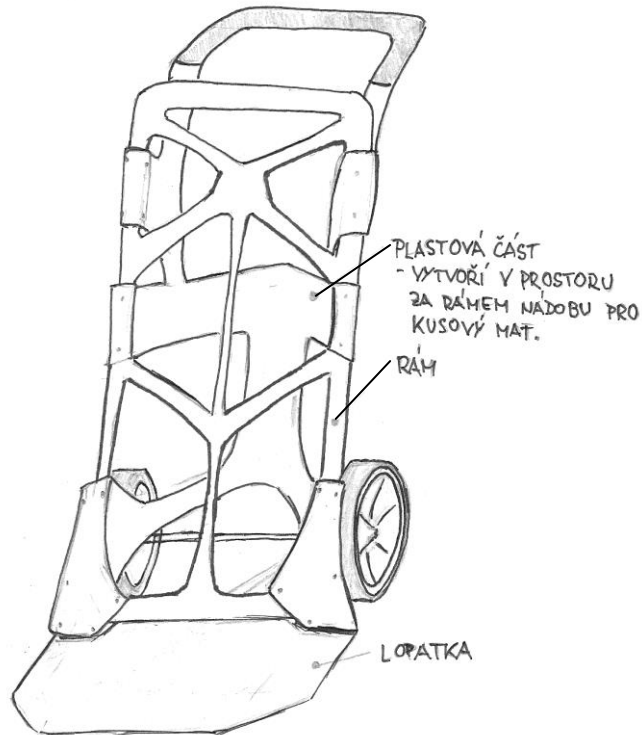
Tato varianta je založena na principu rudlu, který je přestavitelný buď na vozík s nakloněnou ložnou plochou, nebo na plošinový vozík s vodorovnou ložnou plochou, což je patrné na Obr. 14. Tyto variace by měly zajistit větší stabilitu při nakládce a vykládce přepravovaného materiálu. Rám se skládá ze tří částí, které jsou kloubově spojeny, což umožňuje zmíněnou přestavbu. Tato varianta však není vhodná pro manipulaci se sypkým a kusovým materiálem bez použití jiné nádoby.



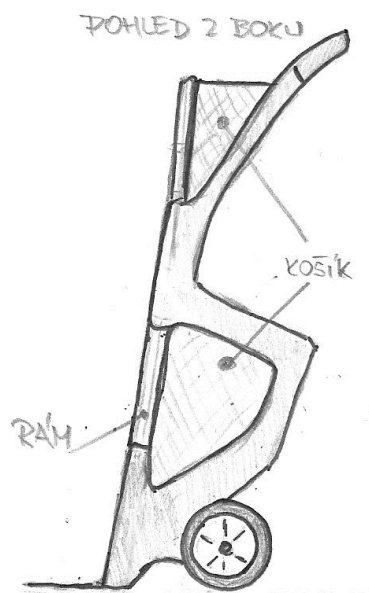
Obr. 14 Varianta B

3.2.3 Varianta C

Toto řešení je dvoukolový vozík se svislým rámem a vodorovnou lopatkou pro převážení manipulačních jednotek a jednotlivých větších břemen. Pro manipulaci se sypkým a kusovým materiálem slouží zadní plastová konstrukce, která umožňuje zasunutí nádoby či košíku, což je zřejmé z Obr. 16. Problémem této varianty je obtížná vykládka sypkého materiálu ze zadní nádoby.



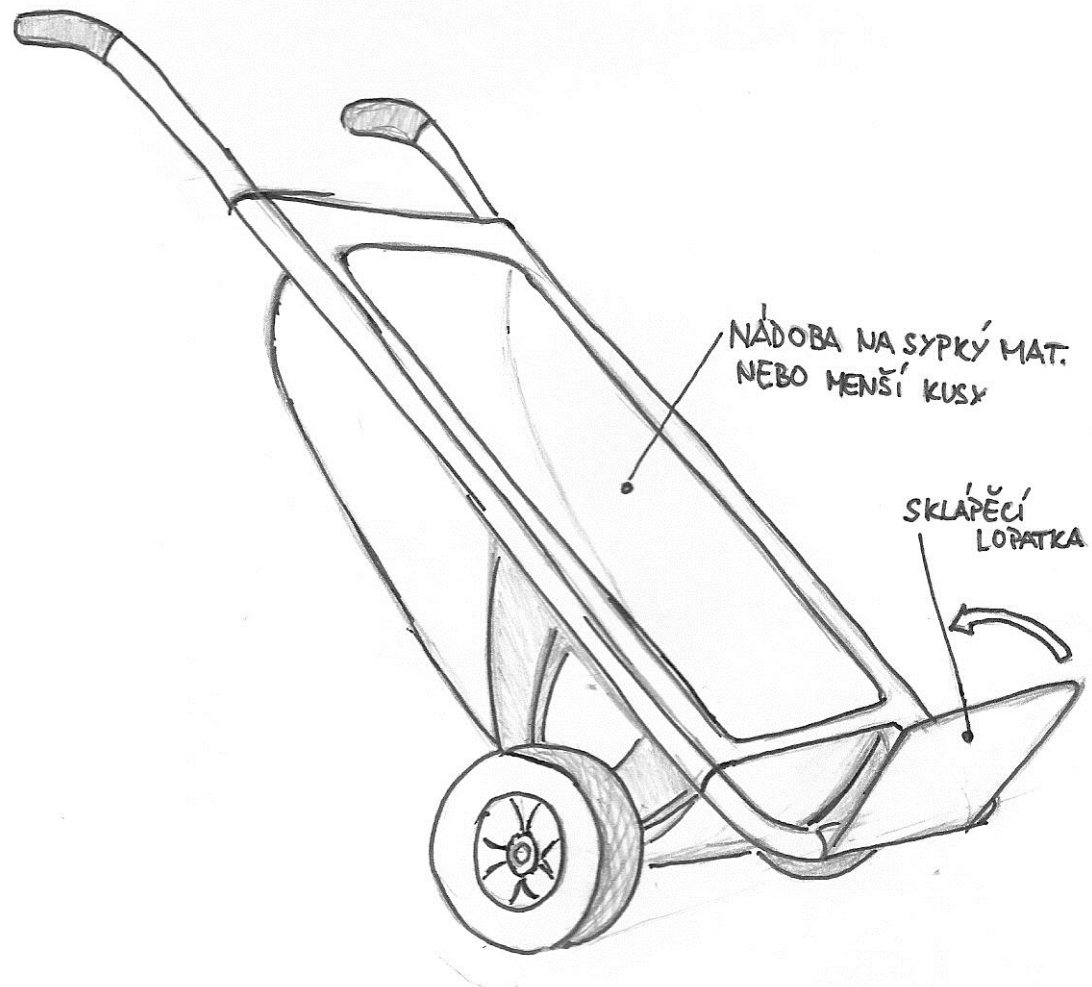
Obr. 15 Varianta C - pohled zředu



Obr. 16 Varianta C - boční pohled

3.2.4 Varianta D

Je evidentní, že tato varianta vychází z kombinace konstrukce rudlu a stavebního kolečka. Rám tvoří ohnutá trubka, na níž je ve spodní části připevněna sklopná lopatka. Ta umožní přepravování i objemných břemen jako je tomu u klasického rudlu. Pro přepravu sypkých materiálů a většího množství těles menších rozměrů slouží nádoba ve tvaru vany, která je umístěna tak, aby bylo možné náklad snadno vysypat. Oproti stavebnímu kolečku je osa kol umístěna vhodněji k těžišti nákladu, což značně sníží namáhavost manipulace.



Obr. 17 Varianta D

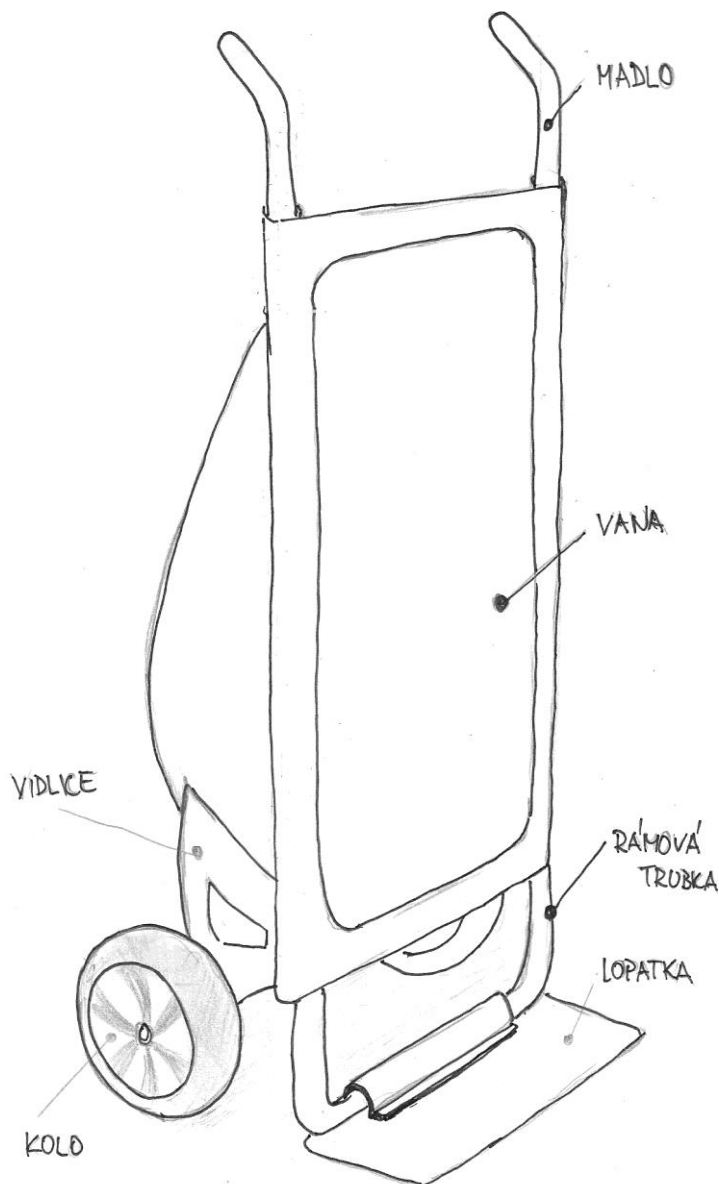
3.3 Výběr dále zpracované varianty

Na základě výše uvedených popisů a nákresů jednotlivých variant, byla pro další zpracování vybrána varianta D. Toto řešení splňuje z pohledu autora všechny základní požadavky pro návrh daného manipulačního zařízení.

4 ZPRACOVÁNÍ VYBRANÉ VARIANTY

V této kapitole je vybraná varianta dále propracována. Podrobně se budou řešit jednotlivé části, aby mohla být vytvořena kompletní stavební struktura. Pro navržení kompletní konstrukce bude použit počítačový 3D CAD software, konkrétně Catia V5. Za pomoci tohoto programu budou vytvořeny realistické rendery a výkresová dokumentace.

4.1 Základní části



Obr. 18 Základní části

Navrhovaný manipulátor se skládá ze základní rámové trubky, která je bodově svařena s vanou. Vidlice slouží k upevnění kol, je spojena (svařena) s vanou a zároveň s rámovou trubicí. Dvě madla umožňují pohodlné držení. Aby byly splněny ergonomické požadavky, madla jsou teleskopická - nastavitelná na různé délky. Ve spodní části manipulátoru se nachází lopatka, která slouží jako ložná plocha pro objemná břemena.

Rámová trubka je ocelová trubka o průměru 35 mm a tloušťce stěny 2,6 mm ohnutá do tvaru písmene "U".

Vana je vylisována z ocelového plechu o tloušťce 1,5 mm. Na okrajích je zahnutá, aby přiléhala k rámové trubce. Kapkovitý tvar ve spojení s rámovou trubkou zajišťuje dobrou prostorovou tuhost.

Vidlici tvoří pár symetrických odlitků z oceli. Její tvar kopíruje tvar vany, aby mohlo dojít k pevnému spojení.

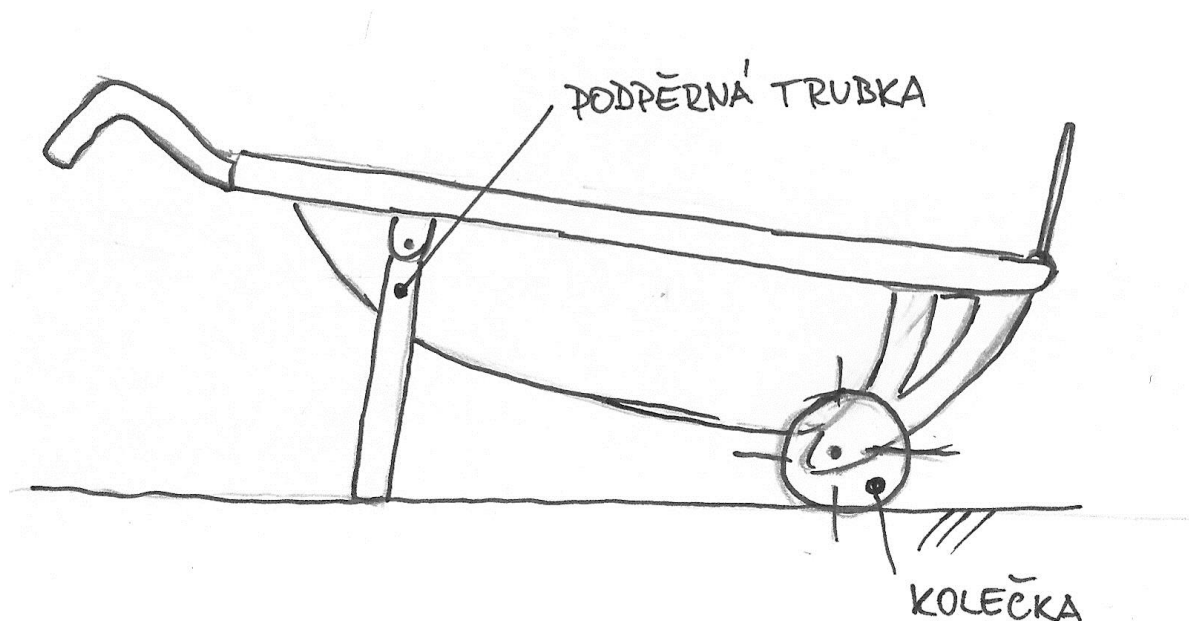
Madlo je z jedné strany ergonomicky ohnutá ocelová trubka, která je druhou stranou vsunuta do hlavní rámové trubky, což umožňuje zmíněné nastavení délky.

Kolo tvoří ráfek a pneumatika. Ráfek je vyroben z pevného plastu. Pneumatiky jsou plnopryžové.

4.2 Řešení dosažení polohy pro plnění nádoby

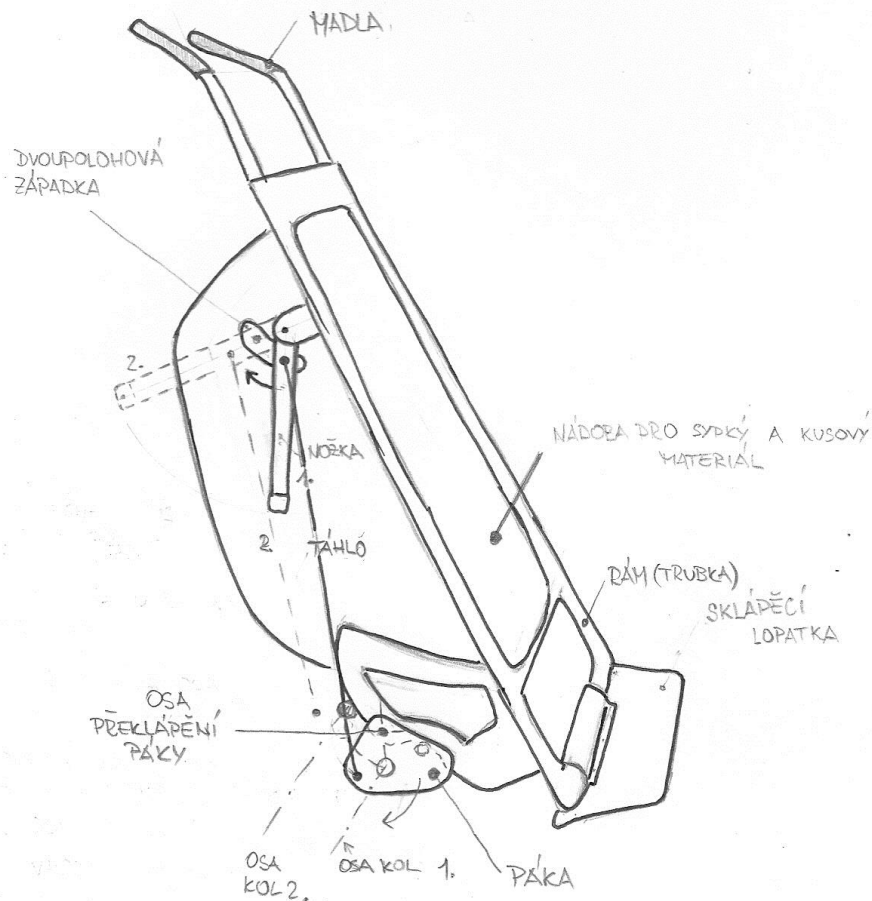
Je nutné zajistit, aby byla umožněna nakládka do prostoru nádoby pro sypký a kusový materiál. Pokud by byl manipulátor navržen pouze tak, jak je zobrazen na Obr. 18., nebylo by možné bez pomoci další osoby plnění nádoby např. sypkým materiálem.

Pro řešení tohoto problému se nabízí zkonstruovat jednoduchou podpěru v podobě trubky na otočném kloubu, jak je znázorněno na Obr. 19.



Obr. 19 Zobrazení polohy pro plnění nádoby

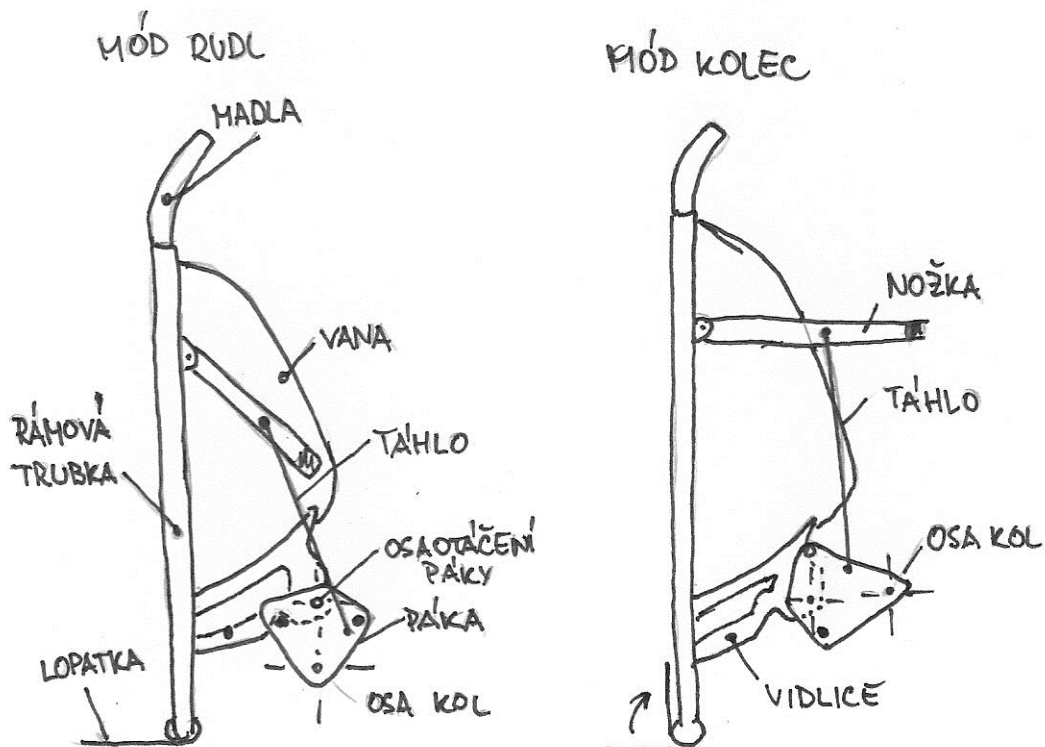
Byl navržen mechanismus, který při vyklopení podpůrné trubky zároveň změní polohu osy kol tak, že bude vhodněji umístěna vzhledem k těžišti nákladu nacházejícího se v nádobě tvaru vany.



Obr. 20 Mechanismus překlápění osy kol

Jedná se o čtyřkloubový mechanismus, jehož funkce je znázorněna na Obr. 20. Podpůrná nožka je táhlem propojena s pákou, na níž je umístěna osa kol. Při vyklopení nožky do polohy 2, znázorněné přerušovanou čarou, se změní poloha táhla a dojde k překlapaní páky tak, že se osa kol posune směrem doleva a výše. Ve skutečnosti tedy směrem ke dnu nádoby. V poloze 1 je osa kol umístěna blíže k rámové trubce a zároveň tak, že okraj kola leží v rovině lopatky, což je vhodná poloha pro použití manipulátoru na princip rudlu. Aretaci v těchto dvou polohách zajistí dvoupolohová západka, což jsou vlastně dvě díry se závitem, do kterých je zašroubován šroub procházející nožkou.

Manipulátor tedy pracuje ve dvou módech. Dále v práci budou tyto módy označeny jako mód rudl, kdy je rámová trubka svisle a vozíkem je manipulováno jako s klasickým rudlem. Při poloze, kdy je rámová trubka vodorovně a nožka vyklopena do polohy 2 bude označen jako mód kolec. Pozn.: Slovem kolec se označuje lidově stavební kolečko v některých částech České republiky.

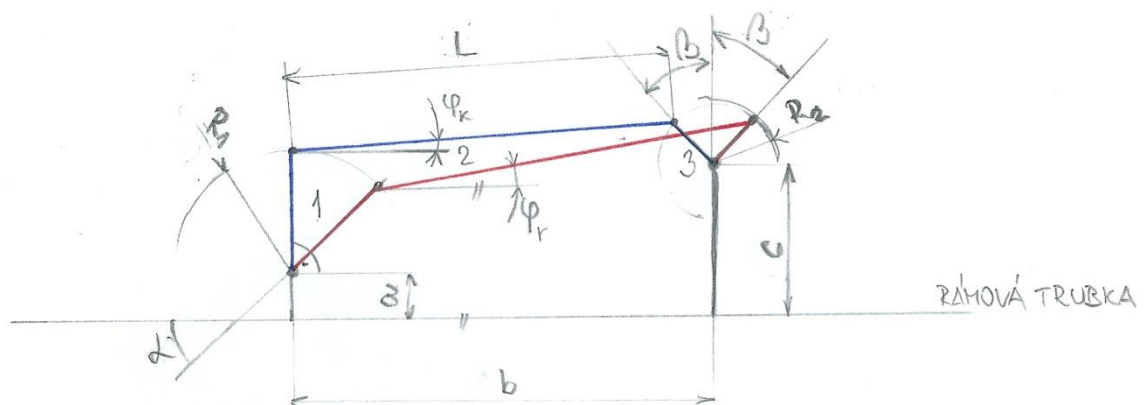


Obr. 21 Zobrazení pracovních módů

Na obrázku (Obr. 21) je vidět, jak se změní poloha osy kol v jednotlivých módech. Páka je otočně spojena s vidlicí, která je pevně spojena (svařena) s hlavním rámem. V páce jsou nalisovány dva čepy, které zapadají do lůžek ve vidlici a zajišťují pevné opření.

4.2.1 Určení geometrie mechanismu překlápění

Je nutné určit přesné rozměry mechanismu tak, aby části mechanismu dosahovaly požadovaných poloh.



Obr. 22 Schéma překlápěcího mechanismu

Na Obr. 22 je znázorněno schéma tohoto mechanismu. Červenou barvou je zakreslena poloha pro mód rudl, modrou pro mód kolec. Část 1 je nožka, 2 táhlo, 3 páka. Rozměry a , b , c , L

byly vhodně zvoleny na základě již zkonstruovaných částí. Právě tak úhly α, β . V poloze pro mód rudl platí předpoklad, že nožka bude natočena kolmo k rámové trubce. Zbývá tedy určit rozměr R_1 , což je vzdálenost osy otočného uložení nožky k rámové od osy otočného uložení táhla v nožce a rozměr R_2 - poloměr páky.

Zvolené rozměry:

$$a = 600 \quad [\text{mm}]$$

$$b = 62 \quad [\text{mm}]$$

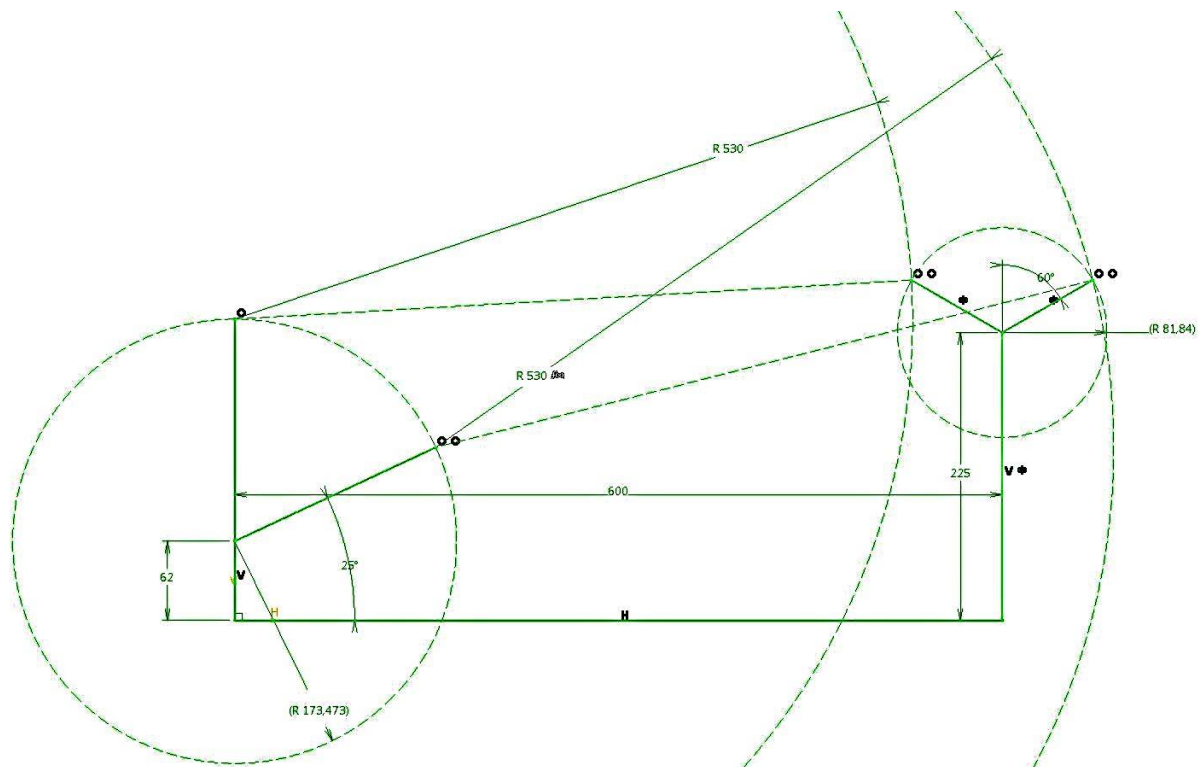
$$c = 225 \quad [\text{mm}]$$

$$L = 530 \quad [\text{mm}]$$

$$\alpha = 25 \quad [^\circ]$$

$$\beta = 60 \quad [^\circ]$$

Zbývající rozměry R_1 a R_2 byly určeny grafickou metodou pomocí zmíněného CAD systému.



Obr. 23 Grafické řešení rozměrů mechanismu

Zjištěné rozměry:

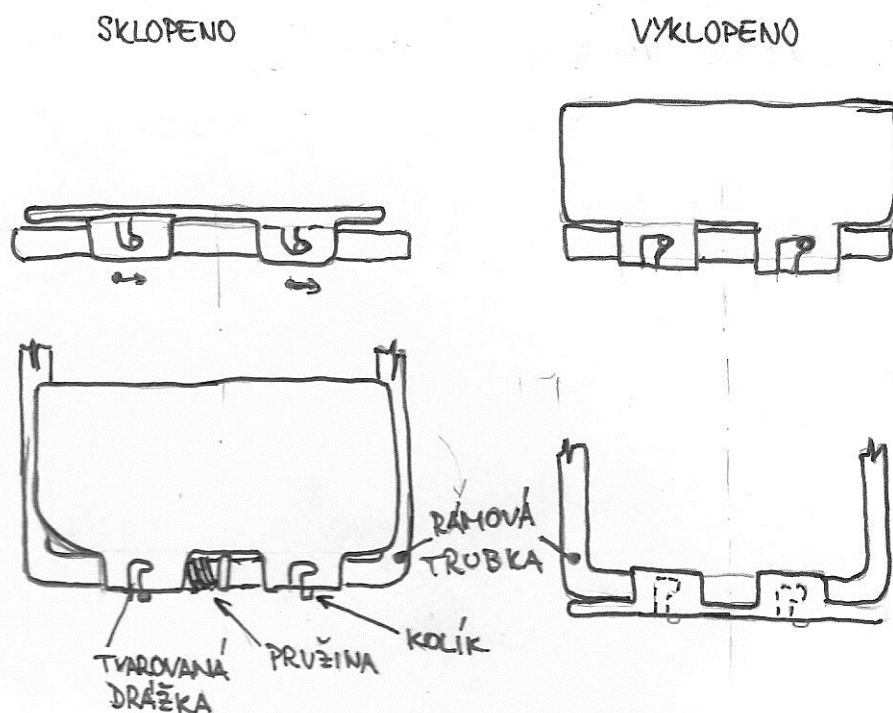
$$R_1 = 173,47 \quad [\text{mm}]$$

$$R_2 = 81,84 \quad [\text{mm}]$$

4.3 Řešení sklápění lopatky

Lopatka je část sloužící jako ložná plocha v módu rudl, eventuelně může být využita i jako opora nákladu v módu kolec. V případě, kdy bude zapotřebí např. vysypat náklad z nádoby, by lopatka překážela. Proto je nutné, aby byla sklopitelná. Navržená lopatka je výpalek z ocelového plechu o tloušťce 4 milimetry, který je ohnutý kolem spodní části rámové trubky a svařen tak, aby se lopatka mohla kolem trubky otáčet.

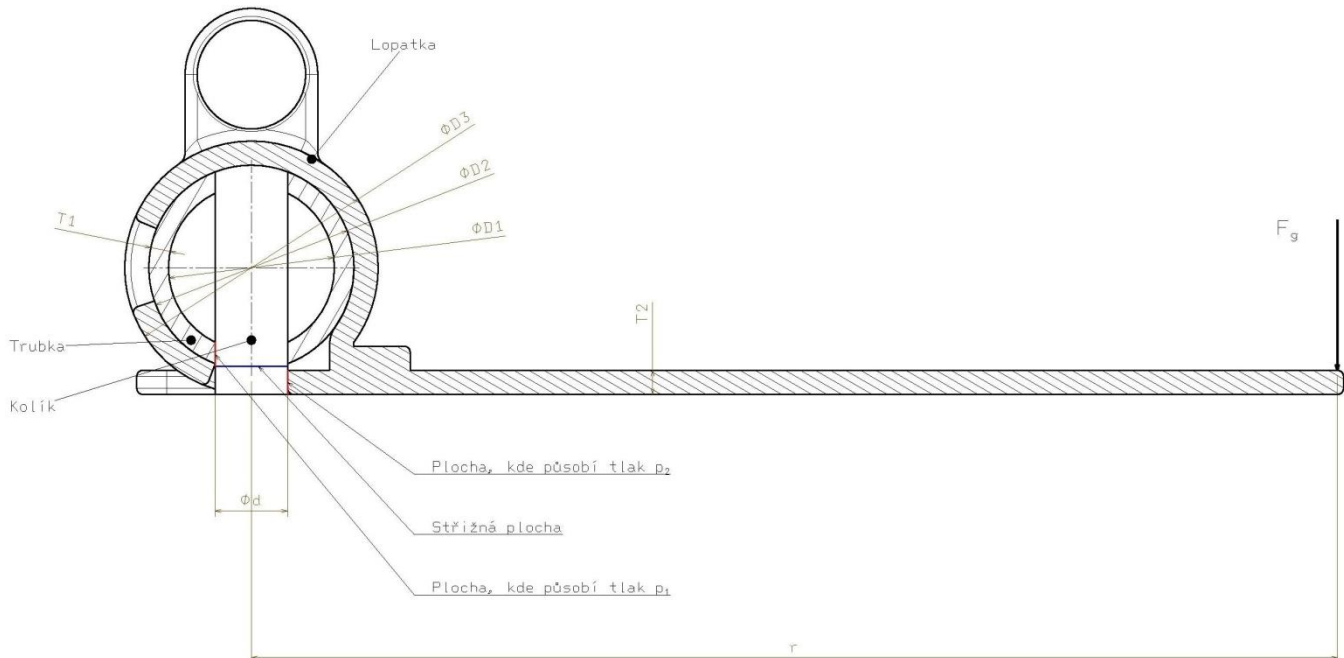
Na Obr. 24 je návrh mechanismu sklápění. Do rámové trubky je nalisován kolík, který vyčnívá do drážky vyfrézované do objímky tvořené ohnutým koncem lopatky. Drážka je tvarovaná tak, že umožní otočení lopatky vůči rámové trubce o 90° a zároveň při posunu lopatky ve směru osy rámové trubky zajistí zablokování ve svislé nebo vodorovné poloze. Aby nedošlo k samovolnému vyklopení do vodorovné polohy, je nutné vyvodit sílu působící na lopatku ve směru osy rámové trubky. V tomto případě se nabízí řešení vyvození síly pružinou. Pro cílené vyklopení lopatky do vodorovné polohy je nutné překonat sílu vyvozenou pružinou. V případě znázorněném na Obr. 24 je pro vyklopení lopatky do vodorovné polohy nutné posunout lopatku vůči rámové trubce směrem doprava.



Obr. 24 Návrh sklápěcí lopatky

4.3.1 Určení minimálního průměru kolíků bránících protočení lopatky

Pro následující výpočet je uvažováno maximální zatížení 130 kg na konci lopatky viz Obr. 25. Toto zatížení vyvodí v místě uložení kolíku krouticí moment M_k , který způsobí v kolíku smykové napětí v rovině znázorněné modrou barvou a tlak ve stykových plochách znázorněných červenou barvou.



Obr. 25 Řez rovinou kolíku

Z dovoleného napětí ve smyku pro materiál čepu (ocel 11 700), při předpokládaném míjivém průběhu zatížení (při pojíždění po nerovnostech bude docházet k rázům) bude určen minimální průměr kolíku.

Pro zvolený kolík bude zkontrolován tlak ve stykových plochách mezi kolíkem a lopatkou a mezi kolíkem a rámovou trubkou.

Zadané a zjištěné hodnoty:

Rámová trubka: TR \varnothing 35 x 2,6 - ČSN 42 5323.0 Mat: Ocel 11 353

$$\varnothing D_2 = 35 \text{ mm}$$

$$T_1 = 2 \text{ mm}$$

$$p_D = 63 \text{ MPa (pro míjivé zatížení)}$$

Kolík: ISO 2338 Mat.: Ocel 11 600

$$\tau_{DS} = 65 \text{ Mpa (pro míjivé zatížení)}$$

$$p_D = 90 \text{ MPa (pro míjivé zatížení)}$$

Lopatka: Plech 4 x 750 x 500 - ČSN 42 5315 mat.: 17 022

| | | |
|------------------|---|--------------------------|
| Zatížení | m | = 130 kg |
| Poloměr | r | = 180 mm |
| Tíhové zrychlení | g | = 9,81 m.s ⁻² |
| Počet kolíků | n | = 2 |

Výpočet:

$$\text{Krouťicí moment: } M_k = m \cdot g \cdot r = 130 \cdot 9,81 \cdot 180 = \underline{229554 [N \cdot mm]}$$

Odvození minimálního průměru kolíků:

$$\tau_s = \frac{F_s}{S} = \frac{\frac{2M_k}{D_2}}{\frac{\pi d^2}{4} n} = \frac{8M_k}{\pi D_2 d^2 n} \leq \tau_{DS}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{8M_k}{\pi D_2 \tau_{DS} n}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 229554}{\pi \cdot 35.65.2}} = \underline{11,3 [mm]} \text{ zvolím kolíky } \varnothing 12 \text{ mm}$$

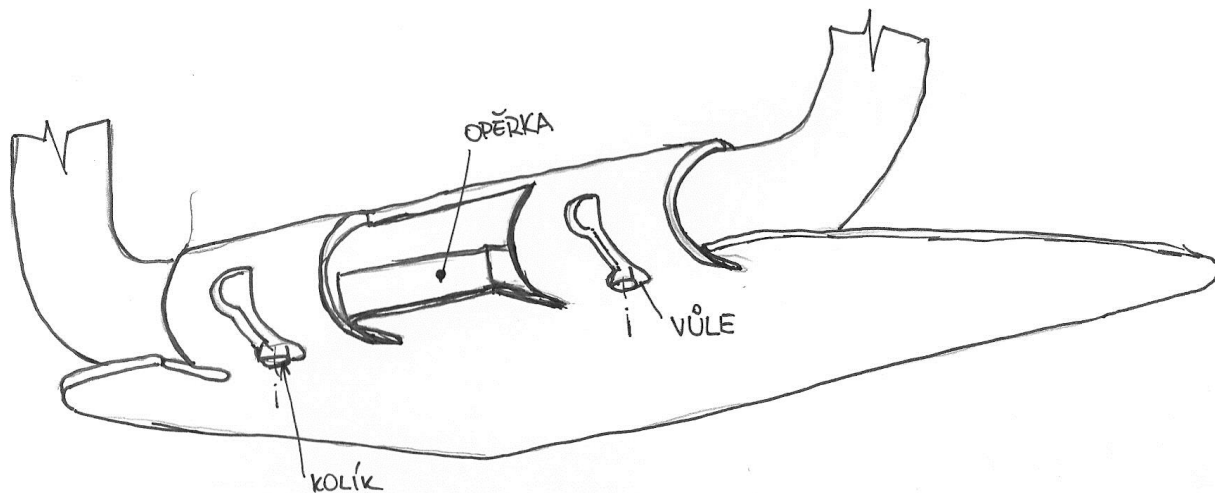
Kontrola tlaku ve stykových plochách

$$p_1 = \frac{F_{p1}}{nS_1} = \frac{\frac{M_k}{D_1 + T_1}}{nDT_1} = \frac{M_k}{ndT_1(D_1 + T_1)} = \frac{229554}{2 \cdot 12 \cdot 2 \cdot (31 + 2)} = \underline{145 [MPa]} > p_D \text{ NEVYHOVUJE}$$

Vyhodnocení: Průměr kolíku byl navržen z rovnice pro smykové napětí. Při kontrole tlaku ve stykových plochách však bylo zjištěno, že dojde k vymačkání součástí v kontaktních plochách. Nabízí se následující možnosti řešení:

1. Zvětšit počet kolíků
2. Zvolit tloušťky materiálů tak, aby došlo ke zvětšení stykových ploch a následnému snížení tlaku.
3. Navrhnout konstrukční úpravu, jež zajistí ochranu proti protočení lopatky.

Byla zvolena možnost č. 3. K rámové trubce bude přivařen hranolek, o který se lopatka opře tak, že s jistotou přenesou požadované zatížení, aniž by došlo k protočení. Zároveň byla vytvořena vůle mezi kolíkem a dosedací plochou drážky, aby docházelo k opření pouze o navážený hranolek. Kolík bude tedy sloužit převážně jen k aretaci svislé nebo vodorovné polohy lopatky.



Obr. 26 Detail sklopitelné lopatky

4.3.2 Řešení vyvození síly pro zajištění lopatky v požadovaných polohách

Jak bylo již předesláno, nabízí se řešení tuto sílu vyvozovat pružinou. Pružinu je vhodné umístit tak, aby nijak nepřekážela při manipulaci s vozíkem a nedošlo k jejímu případnému poškození. Navržené řešení se skládá z válcového pouzdra přivařeného k objímce lopatky. V tomto pouzdře je umístěna pružina a trn s kulovou plochou na konci. Pružina tlačí trn směrem ven z pouzdra a ten se kulovou plochou opírá o opěrnou desku, jež je přivařena k rámové trubce, jak je znázorněno na Obr. 27. Pro snadnou montáž pružiny je na opačné straně pouzdro uzavřeno zátkou se závitem. Tato zátka se zašroubuje do pouzdra, hloubkou zašroubování je možné regulovat přepětí pružiny a tím i vyvozovanou sílu.



Obr. 27 Detail umístění pružiny

4.4 Návrh kol

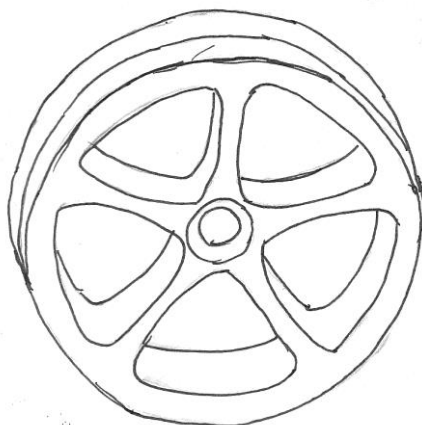
4.4.1 Použitý materiál

Kolo se skládá z plastového ráfku a plnopryžové (superelastické) pneumatiky. Pro výrobu hlavní nosné části ráfku byl zvolen plast značený zkratkou ABS. Tento plast je velice pevný, lehký a odolný mechanickému poškození. Protože, bylo zvoleno kluzné uložení kola, bude v náboji ráfku umístěno tenké pouzdro z PTFE (teflon), což je plast, který má výborné kluzné vlastnosti.

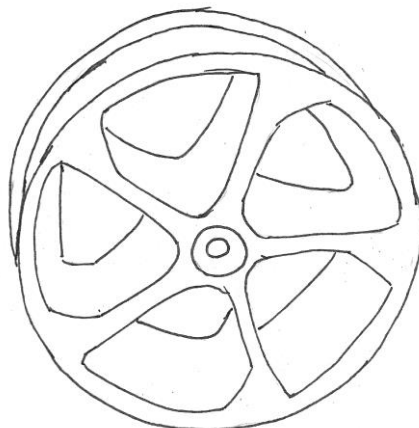
Pneumatiky byly zvoleny plnopryžové, konkrétně tzv. superelastické. Tento typ pneumatik se obvykle skládá ze tří vrstev. Vnější vrstvu tvoří tvrdý a odolný běhoun zaručující dlouhou životnost. Střední vrstva je velice pružná a tudíž velmi dobře tlumí otřesy. Vrstva nejbližší k ráfku je z velmi tvrdého materiálu, někdy bývá vyztužena ocelovými lanky, aby celá pneumatika pevně seděla na ráfku a nehrozilo sesmeknutí. Superelastické pneumatiky mají také několik výhod oproti pneumatikám vzdušnicovým, které se často používají právě u rudlů. Mezi tyto výhody patří vysoká odolnost proti opotřebení a odolnost proti průrazu ostrými předměty. Tento typ pneumatik se používá hlavně u vysokozdvizných vozíků.

4.4.2 Návrh designu ráfku

Při návrhu ráfků je zapotřebí brát ohled na hmotnost a pevnost. Z hlediska designu je atraktivnější lichý počet praprsků. Byly navrženy dvě varianty.



Obr. 28 Varianta ráfku A



Obr. 29 Varianta ráfku B

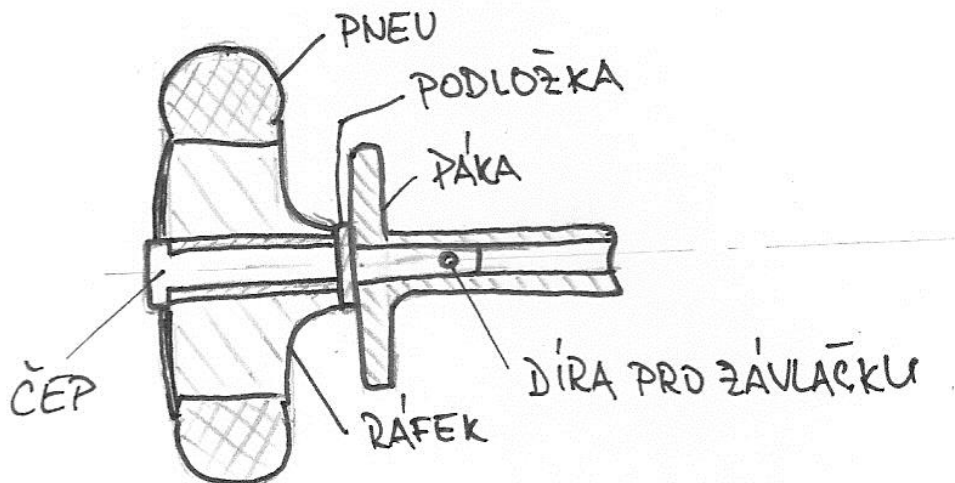
Varianta B z pohledu autora lépe zapadá do celkové koncepce navrhovaného manipulátoru.

4.4.3 Řešení zavěšení kol

Z důvodu splnění požadavku skladnosti bude řešeno upevnění kol k rámu tak, aby bylo snadné kola z vozíku sejmout. Předpokládá se však, že kola nebudou demontována při každém odstavení vozíku např. do sklepa či zahradního domku. Pokud však bude nutné manipulátor převézt nějakým dopravním prostředkem, snímatelná kola budou jistě výhodou.

Jak již bylo zmíněno, kola jsou připevněna k hlavnímu rámu přes páku, aby bylo možné jejich překlápění viz kapitola 4.2. Páku tvoří dvě ocelové desky spojené trubkou. Tato trubka tvoří společnou osu obou kol, přičemž každé kolo se musí otáčet zvlášť, jinak by nebylo možné měnit směr jízdy.

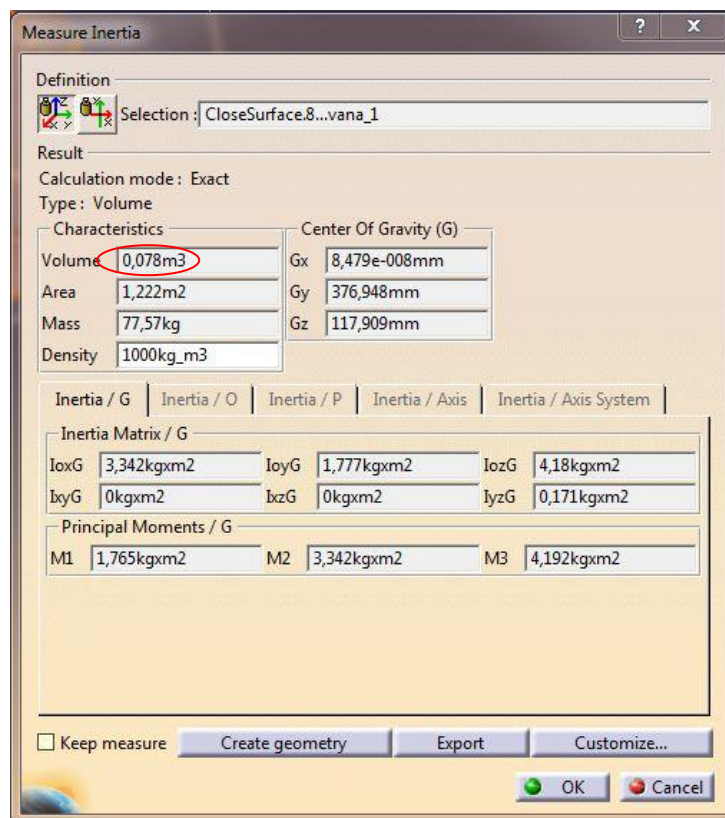
Ráfek kola s teflonovým pouzdrům je nastrčený na ocelovém čepu, který je zasunut do otvoru trubky a zajištěn závlačkou.



Obr. 30 Zavěšení kola

4.5 Objem vany

Tento parametr je považován za vskutku podstatný. Vana je navržena tak, aby její se její objem blížil objemu korby stavebního kolečka, který se obvykle pohybuje kolem hodnoty 80 litrů. Vana byla vymodelována v 3D CAD systému, její rozměry pak byly upravovány tak, aby bylo splněno toto kritérium. Výsledný objem je $0,078\text{m}^3$, tedy 78 litrů.



Obr. 31 Ukázka měření objemu pomocí CAD

4.6 Řešení madel

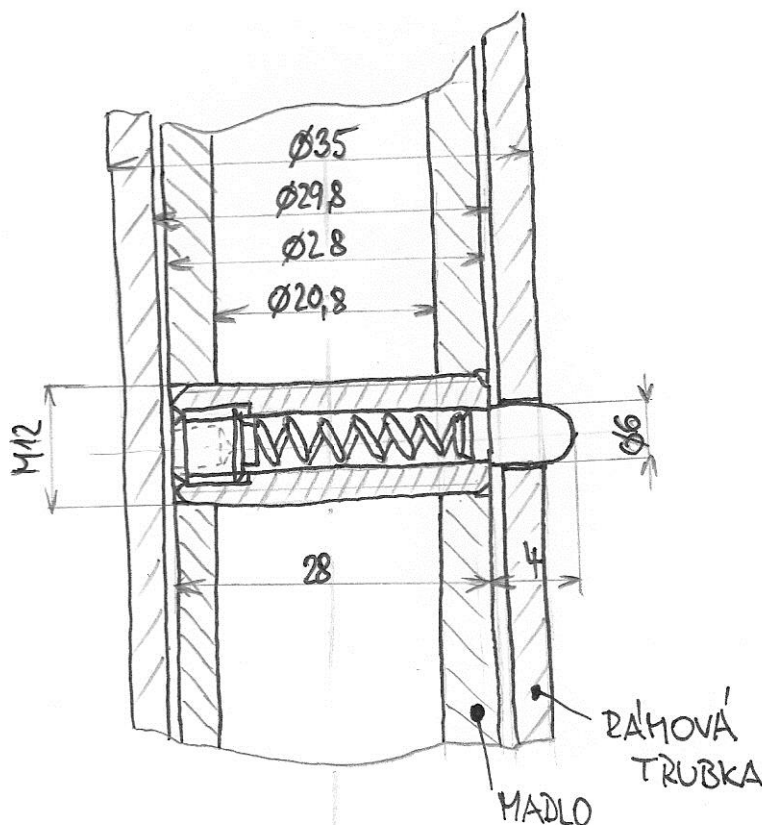
Jeden z požadavků ergonomie je, aby byla madla délkově nastavitelná. Tento problém je řešen teleskopickým způsobem, kdy je trubka madla zasouvána přímo do rámové trubky a v jednotlivých polohách zajištěna pomocí pružné opěrky s tlačným čepem. Madlo bude možné nastavit do tří délek určených otvory v rámové trubce. Tyto tři otvory mají rozteč 145 mm a čep vyčnívající z madla do těchto otvorů zapadá. Opěrka s tlačným čepem je standardní součást vyráběna v několika provedeních. Pro konstrukci tohoto manipulátoru byla zvolena opěrka od firmy Kipp viz Obr. 32.

Teleskopické řešení madel přináší také možnost madla od vozíku oddělit, což je velmi užitečné z hlediska skladnosti vozíku pro jeho transport.



Obr. 32 Pružná opěrka s tlačným čepem od firmy Kipp[7]

Tato opěrka je zašroubována do trubky madla, jak je znázorněno na Obr. 33.



Obr. 33 Pružná opěrka v trubce madla

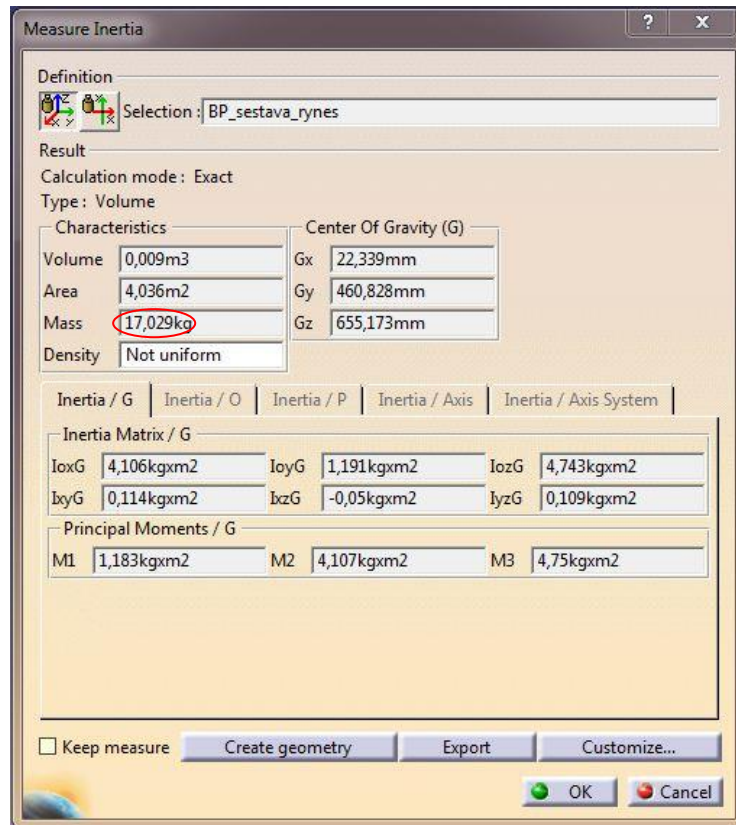
Pro změnu délky táhla obsluha zamáčkne čep, tím dojde k uvolnění madla. Vysunováním a zasunováním dosáhne požadované délky táhla v rámci roztečí otvorů v rámové trubce. Pro toto použití byla vybráno provedení opěrky se sníženou silou pružiny (aby bylo možné čep snadno zatlačit) nesoucí označení: K0317.112, jehož parametry jsou zobrazeny v příloze č. 1.

Konce madel jsou opatřeny rukojeťmi z pěnového PVC, což umožňuje pohodlné držení.

4.7 Určení celkové hmotnosti manipulátoru

Tento parametr je poměrně důležitý. Manipulátor má usnadnit manipulaci s nákladem, z čehož plyne, že musí být zkonstruován tak, aby nebyl příliš těžký.

V průběhu návrhu konstrukce byl brán ohled na hmotnost jednotlivých dílů a byly upravovány tak, aby byly co nejlehčí a zároveň zůstala zachována jejich pevnost. Toho je dosaženo vhodným umístěním a orientací odlehčovacích otvorů. Výsledná hmotnost byla změřena pomocí CAD systému Catia, kde byla na 3D modelu každému dílu přiřazen materiál s odpovídající hustotou. Výsledná hmotnost vozíku je 17 kg. Hmotnost běžného stavebního kolečka se pohybuje kolem 14 kg. Hmotnost Běžného rudlu pak 10 kg.



Obr. 34 Ukázka výpočtu hmotnosti

4.8 Vypracování detailního 3D modelu

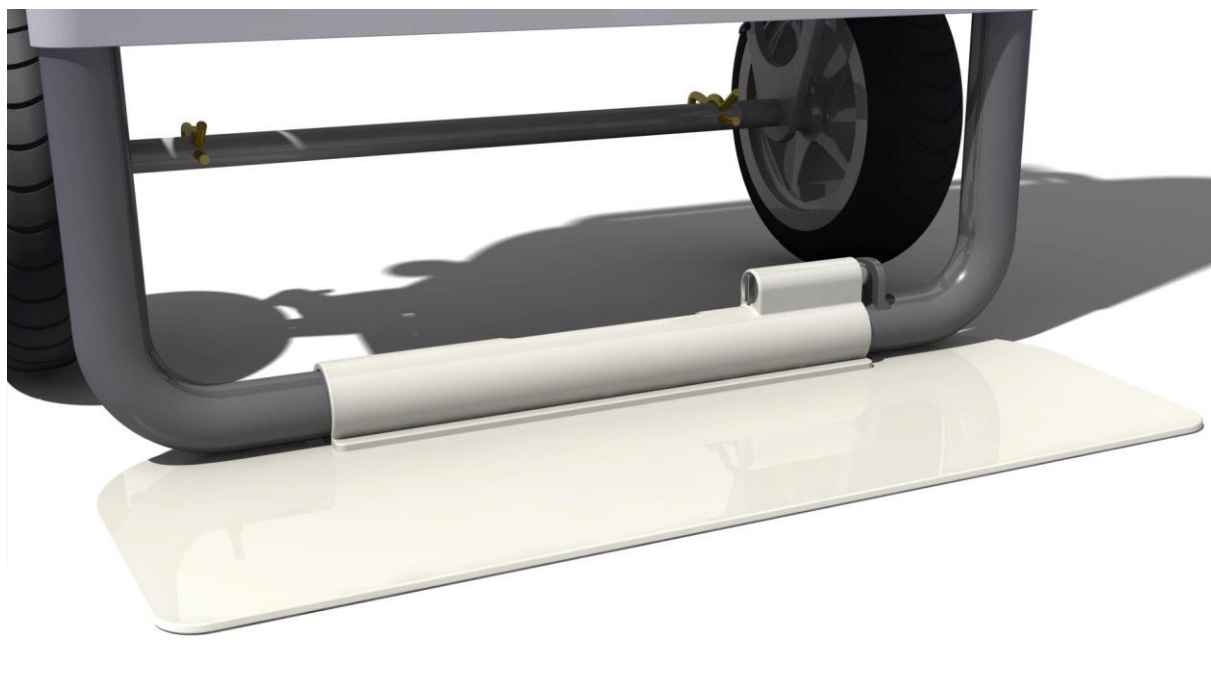
Na základě uvedených poznatků byl vytvářen kompletní 3D model v CAD systému Catia. Tento model byl postupně propracován do větších detailů. Jednotlivé díly byly poskládány do výsledné sestavy a pomocí modulu DMU Kinematics byla simulována kinematika mechanismů. V poslední fázi byly vytvořeny rendery reprezentující kompletní design.



Obr. 35 Navržený manipulátor v módu rudl



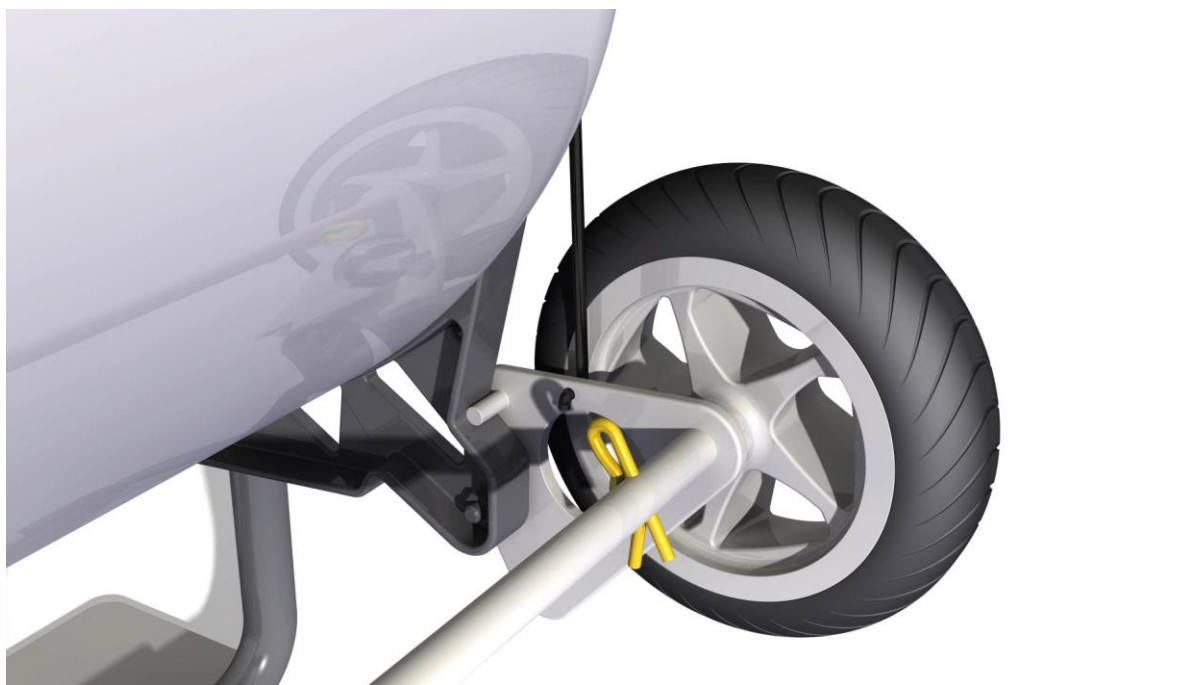
Obr. 36 Navržený manipulátor v módu kolec



Obr. 37 Detail vykloněné lopatky



Obr. 36 Detail kola v poloze pro mód rudl



Obr. 37 Detail kola v poloze pro mód kolec



Obr. 38 Manipulátor v módu rudl s obsluhou



Obr. 39 Manipulátor v módu vozík s obsluhou

5 CELKOVÉ VYHODNOCENÍ A ZÁVĚREČNÉ SHRNUÍ

5.1 Konstrukce a design

Jedná se o inovativní řešení v oblasti manipulace s materiálem pro každodenní vyžití. Vývoj tohoto vozíku vychází ze spojení předností rudlu a manipulačních možností stavebního kolečka. Navržená konstrukce umožňuje efektivní manipulaci s těžkými a objemnými břemeny (např. nábytek, velké elektrospotřebiče), sypkými hmotami (písek, zemina) ale i kusovým materiálem (nápojové kartony, palivové dřevo). Konstrukce nabízí snadnou přestavbu do dvou módů využitím jednoduchých mechanismů, přičemž je díky použití pevných materiálů dosaženo dostatečné pevnosti. Vyčnívající části vozíku je možné snadno oddělit, což přináší možnost převážení vozíku například osobním automobilem. Návrhu kompletní stavební konstrukce předcházelo řešení jednotlivých uzlů částí

Tvarové pojetí navrženého manipulátoru se zakládá na jednoduchosti a efektivnosti, což by mělo odpovídat účelu výrobku. Zároveň byla snaha o vytvoření moderního a atraktivního designu. Z pohledu autora působí navržený model v celku minimalisticky, přestože bylo použito více částí a prvků než je tomu například u konvenčních rudlů a stavebních koleček. Pro zhotovení tvarově složitých ploch byl model tvořen jako plošný a následně byl převeden na solid přidáním tloušťky materiálu nebo vyplněním uzavřeného útvaru. Pro návrh rozměrů byl využit modul Catia Human Builder, kde bylo poměřováno navrhované dílo s proporcemi a pohybovými možnostmi člověka průměrné výšky. Předběžná odhadovaná výrobní cena se pohybuje okolo tří tisíc českých korun.

5.2 Závěr

Předkládaná práce se z počátku zabývá analýzou dosavadních možností v oboru manipulace s materiálem. Tyto možnosti sou shrnuty a rozděleny dle standardních kritérií. Následně je vymezena oblast, do které spadá navrhovaný manipulátor. Dále se práce zabývá průzkumem trhu pro zjištění dostupných možností manipulace s materiálem v dané oblasti. Na základě těchto poznatků byla navržena kompletní konstrukce a design univerzálního nákladního manipulátoru.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

6.1 Použitá bibliografie

- [1.] **Hlavenka, Bohumil.** *Manipulace s materiálem : Systémy a prostředky manipulace smateriálem.* 4. vydání. Brno : PC-DIR Real, s.r.o, 2000. str. 164. ISBN 80-214-1698-X.
- [2.] **Dražan, František a Jeřábek, Karel.** *Manipulace s materiálem.* Praha : SNTL, 1979. str. 456. ISBN 04-220-79.
- [3.] **Němejc, Jiří.** *Projektování manipulace s materiálem.* Plzeň : ZČU, 1993. ISBN 80-7082-090-X.

6.2 Použité internetové zdroje

- [4.] <<http://www.toyota-forklifts.cz>>.
- [5.] <<http://www.jad.cz>>.
- [6.] <<http://www.febe-praha.cz>>.
- [7.] <<http://www.kipp.cz>>.

7 SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ

Microsoft Office Word 2007, 2007

Dassault Systemes Catia V5R19, 2010

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Schéma obecné rozdělení manipulace s materiálem[1]
- Obr. 2 Schéma rozdělení dopravních vozíků [1]
- Obr. 3 Plošinový vozík[4]
- Obr. 4 Policový vozík[4]
- Obr. 5 Balíkový vozík[4]
- Obr. 6 Speciální vozík s koloběžkou[4]
- Obr. 7 Paletový nízkozdvíhový vozík[4]
- Obr. 8 Paletový vysokozdvíhový vozík s ručním pohonem[4]
- Obr. 9 Stavební kolečko[5]
- Obr. 10 Klasický rudl[6]
- Obr. 11 Schodišťový rudl[6]
- Obr. 12 Ukázka přepravních možností rudlu
- Obr. 13 Varianta A

- Obr. 14 Varianta B
- Obr. 15 Varianta C - pohled z předu
- Obr. 16 Varianta C - boční pohled
- Obr. 17 Varianta D
- Obr. 18 Základní části
- Obr. 19 Zobrazení polohy pro plnění nádoby
- Obr. 20 Mechanismus překlápění osy kol
- Obr. 21 Zobrazení pracovních módů
- Obr. 22 Schéma překlápěcího mechanismu
- Obr. 23 Grafické řešení rozměrů mechanismu
- Obr. 24 Návrh sklápěcí lopatky
- Obr. 25 Řez rovinou kolíku
- Obr. 26 Detail sklopitelné lopatky
- Obr. 27 Detail umístění pružiny
- Obr. 28 Varianta ráfku A
- Obr. 29 Varianta ráfku B
- Obr. 30 Zavěšení kola
- Obr. 31 Ukázka měření objemu pomocí CAD
- Obr. 32 Pružná opěrka s tlačným čepem od firmy Kipp[7]
- Obr. 33 Pružná opěrka v trubce madla
- Obr. 34 Ukázka výpočtu hmotnosti
- Obr. 35 Navržený manipulátor v módu rudl
- Obr. 36 Navržený manipulátor v módu kolec
- Obr. 37 Detail vyklopené lopatky
- Obr. 38 Detail kola v poloze pro mód rudl
- Obr. 39 Detail kola v poloze pro mód kolec
- Obr. 40 Manipulátor v módu rudl s obsluhou
- Obr. 41 Manipulátor v módu vozík s obsluhou

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Design průmyslové techniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PŘÍLOHY

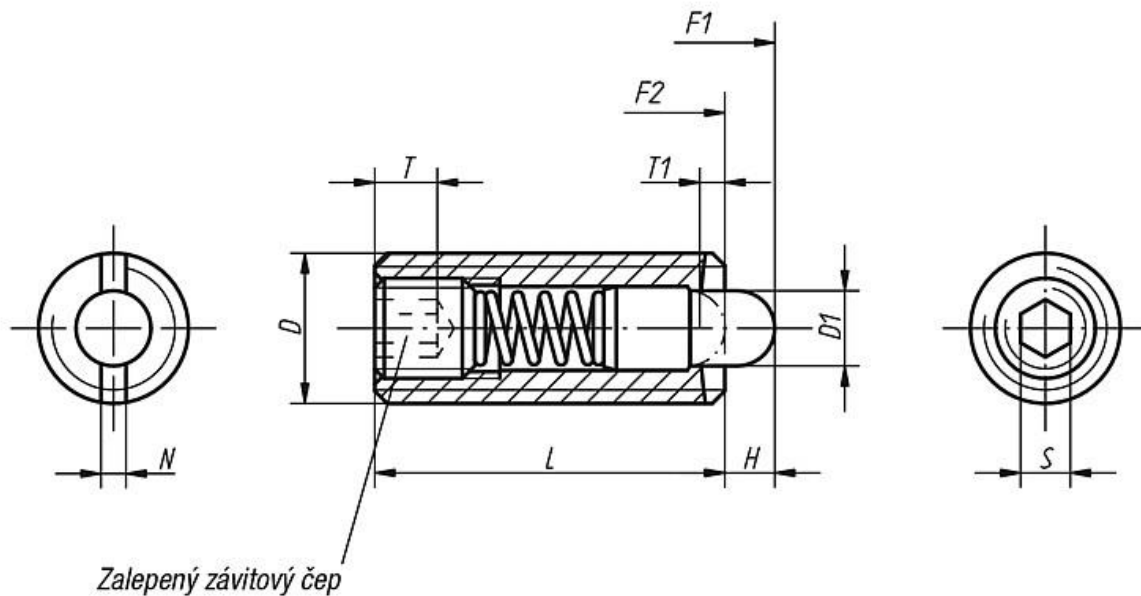
Univerzální nákladní manipulátor

Autor: **Jakub Ryněš**
Vedoucí práce: **Ing. Martin kopecký**

Akademický rok 2013/2014

PŘÍLOHA č. 1

Provedení pružných opěrek s tlačným čepem



Obr. 40 Parametry pružné opěrky[7]

| Objednací číslo | D | D1 | L | H | T | T1 | N | S | Síla pružiny začátek F1 cca N | Síla pružiny konec F2 cca N | Hmotnost cca g |
|-----------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| K0317.104 | M4 | 1,5 | 15 | 1,5 | 2 | 0,6 | 0,6 | 1,3 | 2 | 7 | 0,8 |
| K0317.105 | M5 | 2,4 | 18 | 2,3 | 2 | 0,8 | 0,8 | 1,5 | 3 | 10 | 1,3 |
| K0317.106 | M6 | 2,7 | 20 | 2,5 | 2,5 | 1 | 1 | 2 | 3 | 9 | 2,5 |
| K0317.108 | M8 | 3,5 | 22 | 3 | 3 | 1,4 | 1,2 | 2,5 | 4 | 16 | 6 |
| K0317.110 | M10 | 4 | 22 | 3 | 3,5 | 1,4 | 1,6 | 3 | 4 | 16 | 9 |
| K0317.112 | M12 | 6 | 28 | 4 | 5 | 2 | 2 | 4 | 5 | 27 | 16 |
| K0317.116 | M16 | 7,5 | 32 | 5 | 6 | 2,5 | 2,5 | 5 | 20 | 45 | 35 |

Tabulka 1 Parametry pružných opěrek[7]

PŘÍLOHA č. 2

Rendery 3D modelu

Příloha č. 2



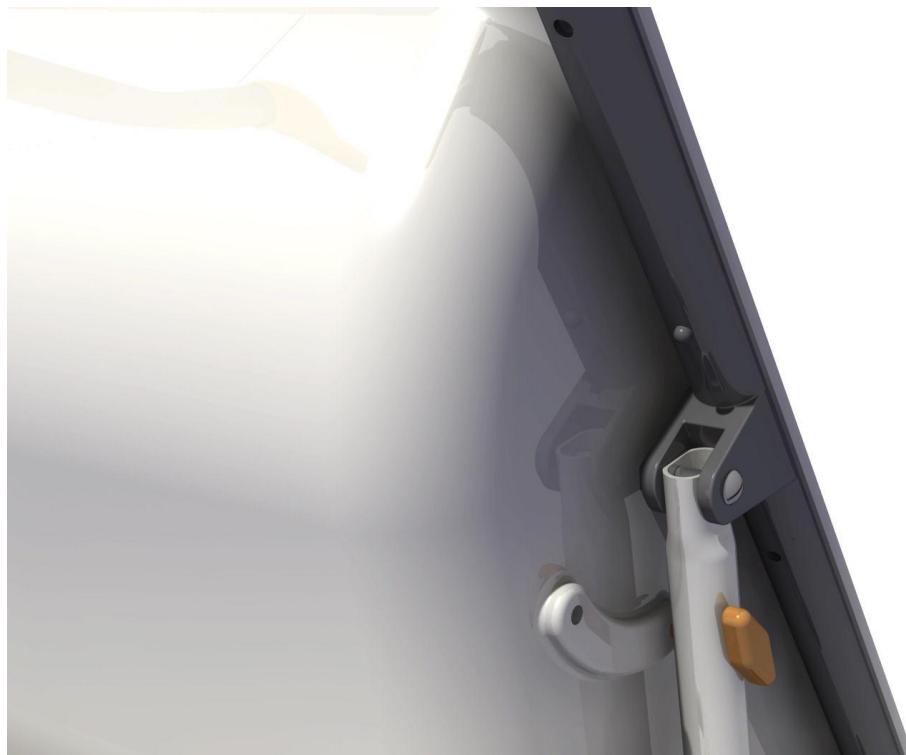
Obr. 41 Obsluha zdvihací manipulátor v módu kolec

Příloha č. 2

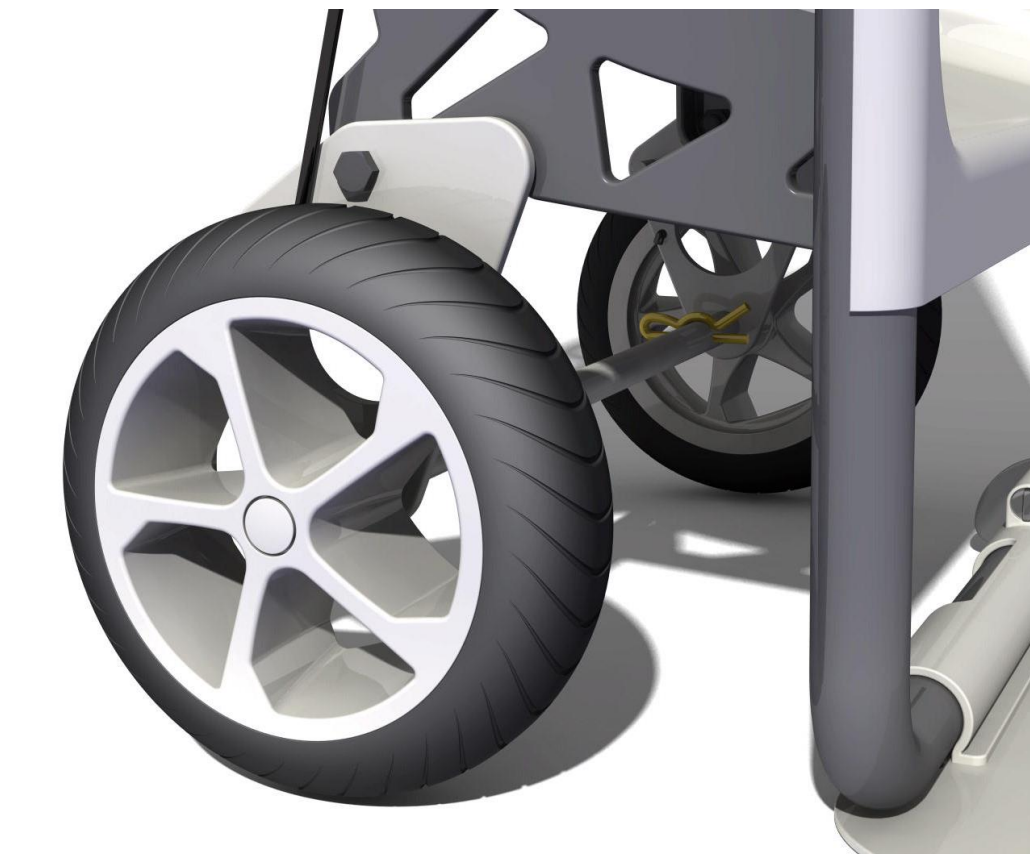


Obr. 42 Obsluha uchopující manipulátor v módu rudl

Příloha č. 2



Obr. 43 Detail řešení aretace sklopného mechanismu



Obr. 44 Detail kola

Příloha č. 2



Obr. 45 Jiná barevná varianta

Seznam obrázků:

Obr. 42 Parametry pružné opěrky[7]

Obr. 43 Obsluha zdvihací manipulátor v módu kolec

Obr. 44 Obsluha uchopující manipulátor v módu rudl

Obr. 45 Detail řešení aretace sklopného mechanismu

Obr. 46 Detail kola

Obr. 47 Jiná barevná varianta

Seznam tabulek:

Tabulka 1 Parametry pružných opěrek[7]