

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

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

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Návrh mechanismu pro nakládku invalidního vozíku do automobilu

Autor: **Petr JEŽEK**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Josef FORMÁNEK, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr JEŽEK**  
Osobní číslo: **S14N0023P**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**  
Název tématu: **Návrh mechanismu pro nakládku invalidního vozíku do automobilu**  
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:

Cílem je provést rozbor technických možností konstrukčního řešení mechanismu pro nakládání invalidního vozíku do osobního automobilu. Konstrukční uspořádání by mělo obsahovat prvky jednoduchosti, snadné manipulace s respektováním bezpečnostních požadavků. U výsledného řešení provést zhodnocení navržených technických parametrů.

#### Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

#### Osnova diplomové práce:

1. Vypracování rešerše včetně systematické specifikace požadavků.
2. Vypracování rozboru technických parametrů.
3. Zpracování možných technických variant.
4. Zhodnocení vybraného navrženého technického řešení.

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

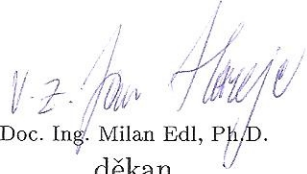
**VALA, M. *Teorie a konstrukce silničních vozidel I.* Pardubice: Univerzita pardubice, 2003**

**VLK, F. *Stavba motorových vozidel.* Brno: Vlk, 2005**


**JAN, Z., ŽDÁNSKÝ, B., ČUPERA, J. *Automobily 1. Podvozky.* Brno: Avid spol. s r.o., 2007**

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

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.**  
Katedra konstruování strojů  
Konzultant diplomové práce: **Mgr. Ilona Zahradnická**  
Katedra fyzioterapie a ergoterapie  
Datum zadání diplomové práce: **21. září 2015**  
Termín odevzdání diplomové práce: **20. května 2016**

  
Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



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

V Plzni dne 21. září 2015

## **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 DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Ježek	<b>Jméno</b> Petr	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	23-35-8 „Dopravní a manipulační technika“		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Formánek, Ph.D.	<b>Jméno</b> Josef	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Návrh mechanismu pro nakládku invalidního vozíku do automobilu		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	74	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	73	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	1
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b> <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Diplomová práce obsahuje řešší variant mechanismů pro nakládání invalidního vozíku do automobilu, která jsou na trhu. Součástí práce je popis problematiky využití různých typů nakládacích mechanismu pro různé typy karoserií osobních vozidel. Poslední částí práce je hrubý konstrukční návrh varianty mechanismu, který bude schopný nakládat jak bočními, tak zadními dveřmi vozidla.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b> <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	nakládací mechanismus, invalidní vozík, osobní vozidlo, hendikepovaní lidé

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Ježek	<b>Name</b> Petr
<b>FIELD OF STUDY</b>	23-35-8 "Transport and handling machinery"	
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Doc. Ing. Formánek, Ph.D.	<b>Name</b> Josef
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b> <b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Design of a mechanism for loading a wheelchair into a car	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2016
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	74	<b>TEXT PART</b>	73	<b>GRAPHICAL PART</b>	1
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	This diploma thesis contains a background research of variants of mechanism for loading a wheelchair into a car that are on the market. Part of this work is a description of the problems of using different types of loading mechanisms for different types of bodywork of cars. The last part of this thesis is to design a variant of an mechanism that will be able to load through the side as well as through the rear doors of the car.
<b>KEY WORDS</b>	loading mechanism, wheelchair, car, handicapped people

## **Poděkování**

Chtěl bych především poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, panu doc. Ing. Josefu Formánkovi, Ph.D., za jeho čas, ochotu a cenné rady, které mi během psaní této diplomové práce poskytl.

Dále bych chtěl poděkovat mé rodině, za podporu v průběhu celého studia.

## Obsah

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>12</b>
<b>2. INVALIDNÍ VOZÍKY .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Mechanické invalidní vozíky .....</b>	<b>13</b>
Standardní vozík .....	13
Odlehčený vozík .....	14
Polohovací vozík.....	14
Transportní vozík.....	15
Dětský vozík .....	15
Aktivní vozík .....	16
Sportovní vozíky .....	16
<b>2.2 Elektrické invalidní vozíky .....</b>	<b>17</b>
<b>3. REŠERŠE RŮZNÝCH ŘEŠENÍ PRO NAKLÁDÁNÍ INVALIDNÍHO VOZÍKU .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Typy nakládacích zařízení.....</b>	<b>18</b>
Nakládací ližiny a rampy .....	18
Zvedací plošiny .....	18
Navijáky a jeřáby .....	19
Střešní box .....	20
Uložení invalidního vozíku využívající tažné zařízení vozidla .....	20
Robotické „paže“ .....	21
<b>3.2 Porovnání typů nakládacích řešení.....</b>	<b>22</b>
<b>4. VHODNOST RŮZNÝCH TYPŮ KAROSERÍ VOZIDEL PRO PŘEVOZ INVALIDNÍCH VOZÍKŮ .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Typy vozů (10) .....</b>	<b>24</b>
Miniwozy .....	24
Malé vozy.....	24
Nižší střední třída.....	24
Střední třída.....	25
Vyšší střední třída .....	25
Luxusní vozy.....	25
Sportovní vozy .....	26
Roadstery, kabria .....	26
Dodávky, Pickupy a MPV .....	26
Terénní vozy, SUV, SUC, crossovery .....	27
<b>4.2 Vyhodnocení vhodnosti různých řešení pro nakládání invalidních vozíků do osobních automobilů .....</b>	<b>27</b>
<b>5. SUBJEKTIVNÍ ZHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT PRO PŘEVOZ INVALIDNÍHO VOZÍKU S PŘÍHLÉDNUTÍM K TYPU KAROSERIE VOZIDLA .....</b>	<b>28</b>
<b>6. POŽADAVKY NA NAKLÁDACÍ MECHANISMUS.....</b>	<b>30</b>

<b>7. PROCES NALOŽENÍ VOZÍČKU DO VOZIDLA.....</b>	<b>32</b>
<b>7.1 Černá skříňka .....</b>	<b>32</b>
<b>7.2 Návrh technologie transformačního procesu.....</b>	<b>33</b>
<b>7.3 Morfologická matice typů řešení.....</b>	<b>34</b>
7.3.1 Popis varianty 1.....	35
7.3.2 Popis varianty 2.....	35
7.3.3 Výběr vhodné varianty.....	36
<b>8. VLASTNÍ KONSTRUKČNÍ NÁVRH .....</b>	<b>37</b>
<b>8.1 Výpočty .....</b>	<b>37</b>
8.1.1 Zjednodušení výpočtového modelu .....	37
8.1.2 Průhyb na konci hlavního nosníku.....	38
8.1.3 Pevnostní kontrola ramene jeřábu.....	39
<b>8.2 Technické řešení návrhu.....</b>	<b>40</b>
8.2.1 Popis konstrukce nakládacího zařízení .....	41
8.2.2 Uchycení jeřábu ve vozidle.....	41
8.2.3 Otočná vazba.....	44
8.2.4 Zvedání invalidního vozíku / nákladu – konstrukční řešení navijáku.....	53
8.2.5 Nosná a teleskopická část .....	54
8.2.6 Pohon teleskopické části .....	55
8.2.7 Konstrukční návrh jeřábu na naložení invalidního vozíku do osobního vozidla - varianta 1 ..	57
<b>8.3 Ověření varianty pomocí výpočtu MKP (Metoda Konečných Prvků) .....</b>	<b>59</b>
8.3.1 Uchycení a zatížení sestavy .....	60
8.3.2 Výstup z výpočtu .....	61
8.3.3 Shrnutí výsledků MKP analýzy .....	63
<b>8.4 Další možné řešení návrhu.....</b>	<b>65</b>
8.4.1 Technické řešení alternativní varianty návrhu .....	65
8.4.2 Konstrukční návrh jeřábu na naložení invalidního vozíku do osobního vozidla - varianta 2 ..	66
8.4.3 Porovnání obou konstrukčních návrhů: .....	68
<b>9. ZHODNOCENÍ .....</b>	<b>69</b>
<b>9.1 Technicko ekonomické hodnocení .....</b>	<b>69</b>
<b>9.2 Neuvažované vícenáklady .....</b>	<b>69</b>
Pro výrobce: .....	69
Pro zákazníka: .....	69
<b>10. ZÁVĚR.....</b>	<b>71</b>

## Seznam tabulek

TABULKA 1 – POROVNÁNÍ TYPŮ NAKLÁDACÍCH ŘEŠENÍ.....	22
TABULKA 2 – SUBJEKTIVNÍ ZHODNOCENÍ PARAMETRŮ VARIANT NAKLÁDACÍCH MECHANISMŮ .....	29
TABULKA 3 – MORFOLOGICKÁ MATICE .....	35
TABULKA 4 – VLASTNOSTI MATERIÁLU AL 6061 .....	59
TABULKA 5 – VÝSLEDNÉ HODNOTY Z MKP ANALÝZY .....	63

## Seznam obrázků

OBR. 1 - STANDARDNÍ VOZÍK (3).....	13
OBR. 2 - ODLEHČENÝ VOZÍK (4).....	14
OBR. 3 - POLOHOVACÍ VOZÍK (2) .....	14
OBR. 4 - TRANSPORTNÍ VOZÍK (2) .....	15
OBR. 5 - DĚTSKÝ VOZÍK (2) .....	15
OBR. 6 - AKTIVNÍ VOZÍK (4) .....	16
OBR. 7 - VOZÍK NA TENIS (2).....	16
OBR. 8 - VOZÍK NA RUGBY (2) .....	16
OBR. 9 – ELEKTRICKÝ INVALIDNÍ VOZÍK (5).....	17
OBR. 10 - NAKLÁDACÍ LIŽINY (6).....	18
OBR. 11 - NAKLÁDACÍ RAMPY (6).....	18
OBR. 12 - NAKLÁDACÍ PLOŠINA VE VOZIDLE (6).....	19
OBR. 13 - NAKLÁDACÍ PLOŠINA POD VOZIDLO (6).....	19
OBR. 14 – NAVIJÁK (6).....	19
OBR. 15 - JEŘÁB (6).....	19
OBR. 16 - STŘEŠNÍ BOX PRO VOZÍČEK (7).....	20
OBR. 17 - ULOŽENÍ NA TAŽNÉ ZAŘÍZENÍ (8).....	20
OBR. 18 – PŘÍVĚS PRO VOZÍČEK (8).....	20
OBR. 19 - ROBOT (ZA ŘIDIČE) (6).....	21
OBR. 20 - ROBOT (ZAVAZADLOVÝ PROSTOR) (9) .....	21
OBR. 21 – MINIVOZY (11) .....	24
OBR. 22 – MALÉ VOZY (11).....	24
OBR. 23 – NIŽŠÍ STŘEDNÍ TŘÍDA (HATCHBACK) (11) .....	24
OBR. 24 – STŘEDNÍ TŘÍDA (KOMBI) (11) .....	25
OBR. 25 – VYŠŠÍ STŘEDNÍ TŘÍDA (SEDAN) (11) .....	25
OBR. 26 – LUXUSNÍ VŮZ (SEDAN) (11) .....	25
OBR. 27 – SPORTOVNÍ VŮZ (11) .....	26
OBR. 28 - ROADSTER (11) .....	26
OBR. 29 - KABRIO (11).....	26
OBR. 30 - MALÉ MPV (11) .....	26
OBR. 31 – VELKÉ MPV S POSUVNÝMI ZADNÍMI DVEŘMI (11) .....	26
OBR. 32 – TERÉNNÍ VŮZ (11) .....	27
OBR. 33 – SUV (11) .....	27
OBR. 34 - SUC (11) .....	27
OBR. 35 – SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PROCESU (12) (9) .....	32
OBR. 36 – ČERNÁ SKŘÍŇKA - NALOŽENÍ .....	32
OBR. 37 - ČERNÁ SKŘÍŇKA - VYLOŽENÍ .....	32
OBR. 38 – SCHÉMA TRANSFORMAČNÍHO PROCESU NALOŽENÍ INVALIDNÍHO VOZÍKU .....	33
OBR. 39 - SCHÉMA TRANSFORMAČNÍHO PROCESU VYLOŽENÍ INVALIDNÍHO VOZÍKU .....	34
OBR. 40 – ŠKODA OCTAVIA COMBI 1U5 (11) .....	40
OBR. 41 - STANDARDNÍ VOZÍK (3).....	41
OBR. 42 – UMÍSTĚNÍ REZERVNÍHO KOLA ŠKODA OCTAVIA COMBI 1U5.....	42
OBR. 43 – UMÍSTĚNÍ REZERVNÍHO KOLA HYUNDAI I10 (15) .....	43
OBR. 44 – UMÍSTĚNÍ MOŽNÉHO UCHYCENÍ JEŘÁBU – VARIANTA 1.....	44
OBR. 45 - UMÍSTĚNÍ MOŽNÉHO UCHYCENÍ JEŘÁBU – VARIANTA 2 (15) .....	44
OBR. 46 – OTOČNÁ KONSTRUKCE JEŘÁBU.....	45
OBR. 47 – VÝPOČET HRÍDELE .....	45

OBR. 48 – VÝPOČET LOŽISKA A .....	46
OBR. 49 – VÝPOČET LOŽISKA B .....	47
OBR. 50 – ŠNEKOVÝ PŘEVOD S POHONEM A ULOŽENÍM.....	48
OBR. 51 – VÝPOČET PŘEVODU .....	49
OBR. 52 – VÝPOČET HŘÍDELE ŠNEKU.....	50
OBR. 53 – VÝPOČET LOŽISKA C .....	51
OBR. 54 – VÝPOČET LOŽISKA D .....	51
OBR. 55 – ZAKRYTOVÁNÍ OTOČNÉ KONSTRUKCE A ŠNEKOVÉHO PŘEVODU .....	52
OBR. 56 – STĚRAČOVÝ ELEKTROMOTOR .....	53
OBR. 57 – STĚRAČOVÝ ELEKTROMOTOR (NAHOŘE) A Z NĚJ VYTVOŘENÝ NAVIJÁK (DOLE) .....	54
OBR. 58 – KONSTRUKCE TELESKOPICKÉ ČÁSTI .....	55
OBR. 59 – „SUPERJACK“ LINEÁRNÍ POHON (15) .....	55
OBR. 60 – 3D MODEL LINEÁRNÍHO POHONU „SUPERJACK“ – ZASUNUTÁ POLOHA (NAHOŘE), VYSUNUTÁ POLOHA (DOLE) .....	56
OBR. 61 – JEŘÁB PRO NALOŽENÍ INVALIDNÍHO VOZÍKU DO OSOBNÍHO VOZIDLA – POHLED 1.....	57
OBR. 62 – JEŘÁB PRO NALOŽENÍ INVALIDNÍHO VOZÍKU DO OSOBNÍHO VOZIDLA – POHLED 2.....	57
OBR. 63 – UMÍSTĚNÍ A FUNKCE JEŘÁBU VE VOZIDLE (16) .....	58
OBR. 64 – ZJEDNODUŠENÝ MODEL PRO VÝPOČET .....	59
OBR. 65 – SÍŤOVANÝ MODEL .....	60
OBR. 66 – UCHYCENÝ A ZATÍŽENÝ MODEL.....	60
OBR. 67 – MKP VÝPOČET – DEFORMACE SESTAVY .....	61
OBR. 68 - MKP VÝPOČET – NAPĚTÍ VON MISES.....	62
OBR. 69 - MKP VÝPOČET – NAPĚTÍ VON MISES – DETAIL 1 .....	62
OBR. 70 - MKP VÝPOČET – NAPĚTÍ VON MISES – DETAIL 2 .....	63
OBR. 71 - MKP VÝPOČET – NAPĚTÍ VON MISES – DETAIL 3 .....	63
OBR. 72 – KONSTRUKCE VÝSUVNÉ ČÁSTI – VARIANTA 2.....	65
OBR. 73 - JEŘÁB PRO NALOŽENÍ INVALIDNÍHO VOZÍKU DO OSOBNÍHO VOZIDLA (VYSUNUTÝ) – VARIANTA 2 .....	66
OBR. 74 - JEŘÁB PRO NALOŽENÍ INVALIDNÍHO VOZÍKU DO OSOBNÍHO VOZIDLA (ZASUNUTÝ) – VARIANTA 2 .....	67
OBR. 75 - UMÍSTĚNÍ A FUNKCE JEŘÁBU VE VOZIDLE – VARIANTA 2 (18).....	67
OBR. 76 – UMÍSTĚNÍ OBOU VARIANT VE VOZIDLE (18).....	68
OBR. 77 – OTOČNÉ SEDADLO ŘIDIČE (17) .....	70
OBR. 78 – ÚPRAVA DVEŘÍ NA POSUVNÝ PRINCIP .....	70

## 1. Úvod

Tato diplomová práce se bude zabývat mechanismy pro nakládání invalidního vozíku do osobního automobilu.

Mechanismy tohoto typu jsou velkou pomocí hendikepovaným lidem. Vzhledem k jejich postižení je pro ně často naložení invalidního vozíku vlastními silami do vozidla velmi obtížné a někdy může být i nemožné. Záleží na stupni postižení a fyzické zdatnosti každého jedince. Pokud je hendikepovaná osoba schopná řídit vozidlo, například díky přestavbě na kompletně ruční ovládání, může se díky mechanismu, který jí invalidní vozík do vozidla naloží, stát relativně nezávislá na pomoci jiných osob a tím dosáhnout zvýšení kvality svého života.

V úvodní části této práce bude provedena rešerše různých řešení nakládacích mechanismů, která jsou dostupná na trhu. U těchto variant budou vyzdvíženy jejich výhody a nevýhody.

V další části práce bude rozebrána problematika typů konstrukce karoserií osobních vozidel z hlediska využití a montáže nakládacího mechanismu pro invalidní vozík.

Poslední částí práce bude hrubý návrh vlastní konstrukční varianty nakládacího mechanismu, která by přinesla nějakou výhodu oproti řešením, která se již na trhu vyskytují.



## 2. Invalidní vozíky

Invalidní vozík je kompenzační pomůcka určena k dopravě sedících osob s porušeným pohybovým aparátem, především pak s dolními končetinami. Je to pomůcka, která umožňuje těžce tělesně postiženému člověku být mobilní, a tím zlepšuje kvalitu jeho života. Zvyšuje jeho možnosti kontaktu s okolím a snižuje závislost na asistenci. Jako doplněk k invalidnímu vozíku musí být pro jeho jednoduché využívání vybudovány také bezbariérové nájezdy a výtahy v budovách a například nízkopodlažní vozidla hromadné dopravy. Tím vším se stává invalidní osoba méně závislá na pomoci ostatních, stejně tak, jako v případě vozidla upraveného na ruční ovládání a s mechanismem pro nakládání invalidního vozíku. (1)

Historie invalidních vozíků je velmi dlouhá. Existují prokazatelné záznamy o počátcích jejich existence ze staré Číny nebo antiky. Jednalo se o židle opatřené velkými koly doplněnými o tlačné rukojeti. S časem se tyto původní vozíčky upravovaly. Zlepšoval se komfort například podpěry pod nohy, loketní opěrky nebo sklopná opěradla. S rozvojem osobní dopravy se poté i do invalidních vozíků začaly implementovat spalovací a elektrické motory. Posledním vývojem bylo zlepšení ovládání pro osoby s výrazným postižením, které je zajištěno například joysticky nebo pomocí hlasu. (1)

Invalidní vozíky lze nejjednodušeji dělit podle zdroje hybné síly na mechanické a elektrické.

### 2.1 Mechanické invalidní vozíky

Jedná se o vozíky, které jsou poháněny silou vyprodukovanou člověkem. Nevyužívají motor na pohon kol. Jsou určeny na tlačení osobou nebo k pohonu pomocí rukou postiženého člověka, proto se hodí pro jedince, kteří mají pouze omezenou hybnost dolních končetin. Protože pohon je náročný na fyzickou zdatnost osoby, především její síly v pažích, je potřeba, aby tyto vozíky měly co nejnižší hmotnost. (1)

Existuje více typů mechanických vozíků, které se mohou dělit dle použití na následující typy: standardní, odlehčené, polohovací, transportní, dětské, aktivní a sportovní. (1)

#### Standardní vozík

Tento typ vozíku je pohybován pomocí ruční síly uživatele. Přenos síly z paží na kola je řešen pomocí obruče na velkých kolech vozíku (hmatná obruč). Hmotnost těchto vozíků se většinou pohybuje v rozmezí 14 až 22 kg. (2)



Obr. 1 - Standardní vozík (3)

### **Odlehčený vozík**

U odlehčeného vozíku se konstrukčně jedná o prakticky stejný model, jako je standardní vozík. Rozdíl je především v materiálech, ze kterých jsou jednotlivé části vozíku vyrobeny. Použitím lehčích materiálů (např. využití duralu místo chromované oceli na konstrukci rámu vozíku) lze získat velkou hmotnostní úsporu a snížit tak nutné úsilí na pohyb vozíku. Hmotnost těchto vozíků se pohybuje nejčastěji v rozmezí 8 až 17 kg. (4)



**Obr. 2 - Odlehčený vozík (4)**

### **Polohovací vozík**

Tento typ invalidního vozíku svou konstrukcí vychází ze standardního vozíku. Liší se svou variabilitou, kdy umožňuje větší polohování některých částí (zádová opěrka, stupačky) a tím přispívá k lepší individualizaci vozíku pro potřeby jednotlivých zákazníků. Tyto úpravy, ale navyšují hmotnost vozíku. Hmotnost těchto vozíků se pohybuje okolo 25 až 30 kg. (2)



**Obr. 3 - Polohovací vozík (2)**

### Transportní vozík

Transportní vozík je typ vozíku, u něhož není předpokládáný pohon osobou, která na vozíku sedí. Tento vozík je určený jen pro tlačení jinou osobou. Proto také v jeho výbavě nejsou obruče na kolech a zadní kola jsou menší než u ostatních mechanických vozíků. Tyto vozíky se používají především v nemocnicích a léčebnách k přesunu pacientů, případně u osob, které mají kombinované postižení tělesné a mentální. (2)



Obr. 4 - Transportní vozík (2)

### Dětský vozík

Oproti standardnímu provedení jsou tyto typy vozíku navíc vybaveny madly pro doprovod, dále např. pomocnými stabilizačními kolečky apod. Hmotnost dětských vozíků, je díky menší velikosti nižší než u standardních vozíků a při výrobě jsou často použity i lehké materiály, protože není požadována tak vysoká nosnost a je předpokládána menší síla, kterou na pohyb vozíku může dítě vyprodukovat. Hmotnost těchto vozíků se pohybuje většinou v rozmezí 8 až 14 kg. Často se u dětských kol hledí také více na designovou atraktivitu vozíku. Vozíky tak mohou být vybaveny kryty kol s animovanými motivy, aby se dětem více líbily. (2)



Obr. 5 - Dětský vozík (2)

### Aktivní vozík

Tyto vozíky vykazují proti standardu větší variabilitu nastavení prakticky všech částí. U těchto vozíků je předpokládáno aktivnější používání, než u standardního typu. Proto je na nich využito kvalitnějších materiálů, kvalitnějších součástí (např. ložiska) a jsou vyráběny s menšími výrobními tolerancemi. To vše slouží k jednoduššímu pohybu s vozíčkem a snížení hmotnosti. Hmotnosti aktivních vozíků jsou podobné jako u odlehčených. Tedy okolo 8 až 17 kg. (4)



Obr. 6 - Aktivní vozík (4)

### Sportovní vozíky

Mezi sportovní vozíky patří široká škála výrobků. Většinou pro každou sportovní disciplínu, kterou hendikepovaní mohou provozovat, existují různě upravené typy vozíků, které v dané disciplíně umožňují dosáhnout požadované vlastnosti, jako například lehkost, stabilitu, rychlost nebo rychlou změnu směru. Některé typy těchto vozíků lze vidět na obrázcích zobrazených níže. (2)



Obr. 7 - Vozík na tenis (2)



Obr. 8 - Vozík na rugby (2)

## 2.2 Elektrické invalidní vozíky

U elektrických invalidních vozíků je pohon kol zajištěn elektrickým motorem, který je napájen z akumulátoru. Tyto vozíky jsou určeny především pro osoby s těžším tělesným postižením nebo pro pacienty, kteří mají postižené dolní končetiny a omezenou hybnost horních končetin. Nebo nemají takovou fyzickou kondici (např. kvůli nemoci nebo stáří), že by mohli užívat mechanický invalidní vozík bez pomoci jiné osoby. (1)

Elektrické vozíky se nevyrábí v tolika provedeních jako mechanické. Je to způsobeno určením pro užší skupinu osob s těžším postižením. Tyto vozíky jsou v porovnání s mechanickými velmi těžké (hmotnost nejčastěji v rozmezí 50 až 150 kg, dle konstrukce a typu vozíku) a neskladné. Musí být vybaveny kompletním osvětlením, brzdami a mají většinou akumulátory, které jim umožní dojezd do 50 kilometrů na jedno nabití. (1)

U elektrických vozíků je také důležité, jakým způsobem jsou ovládány. Většinou je ovládání zajištěno pomocí joysticku, který může být ovládán např. pomocí brady, ústy, ruky nebo nohy. Pokud nelze použít ovládání pomocí joysticku, lze použít ovládání vozíku pomocí hlasových pokynů. (1)



Obr. 9 – Elektrický invalidní vozík (5)



### 3. Rešerše různých řešení pro nakládání invalidního vozíku

Na trhu existuje celá řada mechanismů pro naložení invalidního vozíku do vozidla. Často se jedná o individuální přestavbu konkrétního vozidla, nebo přestavbu použitelnou na konkrétní model nebo typ vozidla.

Použití jednotlivých mechanismů záleží značně na typu invalidního vozíku, který je potřeba naložit, a dále také hlavně na vozu, který máme pro tuto úpravu k dispozici. Podle těchto parametrů se liší, kam (a jestli vůbec) lze invalidní vozík do vozidla nejlépe uložit.

#### 3.1 Typy nakládacích zařízení

##### Nakládací ližiny a rampy

Jedná se o technicky nejjednodušší způsob, jak naložit invalidní vozík. Ale je potřeba vynaložit větší fyzické síly na naložení. Nakládací ližiny nebo rampy jsou použitelné pouze pro naložení do zavazadlového prostoru případně postranními posuvnými dveřmi u vozidel dodávkového typu. Jejich nevýhodou je potřeba většího prostoru na nakládání než u jiných variant. Nevhodné je také, pokud má vozidlo vysokou nakládací hranu, protože se tím zvětší úhel stoupání a tím i znesnadní nakládání. Je pak například nutné použít delší ližiny, aby zůstalo zachováno přijatelné stoupání, anebo je potřeba nakládat vozík z vyvýšeného místa. (6)



Obr. 10 - Nakládací ližiny (6)



Obr. 11 - Nakládací rampa (6)

##### Zvedací plošiny

Slouží k jednoduššímu nakládání invalidního vozíku, než je naložení přes ližiny nebo rampy. Tyto plošiny jsou dimenzovány i na použití pro těžší elektrické invalidní vozíky. U těchto systémů je ale oproti předchozímu řešení složitější zástavba do vozidla a potřeba připojení pohonů, které sníží nároky na lidskou pomoc. Zvedací plošiny jsou stejně jako rampy a ližiny vhodné zejména pro dodávkové automobily a pro převoz vozíčkáře jako spolucestujícího a ne jako řidiče. Zvedací plošiny se vyrábí v několika variantách, které se liší především způsobem upevnění k vozidlu. Upevněny mohou být buď v zavazadlovém prostoru vozidla, nebo pod podvozkem vozidla. (6)



Obr. 12 - Nakládací plošina ve vozidle (6)



Obr. 13 - Nakládací plošina pod vozidlo (6)

### Navijáky a jeřáby

Tyto systémy slouží k naložení prázdného invalidního vozíku do vozidla. Na obr. 14 lze vidět nakládání vozíku do vozidla zadními posuvnými dveřmi pomocí navijáku, který je umístěn na B sloupku vozidla na protilehlé straně k posuvným dveřím. Vozík se zavěsí za lanko a potom je navijákem vtáhnut do vozidla (6).

Na obr. 15 je vidět jeřáb umístěný v zavazadlovém prostoru vozidla. Invalidní vozík se zavěsí za lano jeřábu. Vozík se následně jeřábem vytáhne do výšky a jeřáb se s vozíkem otočí, aby se kompletně umístil do zavazadlového prostoru. (6)



Obr. 14 – Naviják (6)



Obr. 15 - Jeřáb (6)



## Střešní box

Střešní box je zařízení, které je využitelné jen pro naložení prázdného vozíku. Je vhodné také pouze pro mechanické invalidní vozíky, protože se musí vzít v úvahu maximální povolené zatížení střechy vozidla, které by bylo u většiny vozidel při naložení elektrického vozíku přesaženo. (7)

Výhodou tohoto řešení je možnost montáže na velké spektrum vozidel a zachování vnitřního prostoru ve vozidle a jeho zavazadlovém prostoru. Nevýhodami jsou zvýšení čelního odporu vozidla a tím i jeho spotřeby a emisí výfukových plynů a také zvýšení těžiště vozidla, díky kterému dochází ke zhoršení jeho jízdních vlastností.



Obr. 16 - Střešní box pro vozíček (7)

## Uložení invalidního vozíku využívající tažné zařízení vozidla

Tažné zařízení je možno použít pro tažení přívěsu, který slouží pro převoz invalidního vozíku, nebo na něj lze upevnit držák, který je v podstatě obdobou držáku jízdních kol na tažné zařízení. Rozdílem je užší stavba a uzavíratelná konstrukce.

Obě tyto varianty uložení invalidního vozíku mají nevýhodu v tom, že neulehčí nijak nakládání. Jsou pouze variantou uložení, nikoliv naložení vozíku. Další nevýhodou obou je pak samozřejmě také zvýšení spotřeby paliva a emisí výfukových plynů a také především u varianty přívěsu, zhoršení jízdních vlastností.



Obr. 17 - Uložení na tažné zařízení (8)



Obr. 18 – Přívěs pro vozíček (8)



### Robotické „paže“

Tyto systémy jsou stejně jako předchozí typ pro naložení prázdného invalidního vozíku. Na obr. 19 je vidět mechanismus, který nakládá vozík skrz zadní boční dveře vozidla do prostoru pro cestující na zadních sedadlech.



Obr. 19 - Robot (za řidiče) (6)

Na obr. 20 je složitý vícekloubový mechanismus s mnoha elektromotory, který je uchycen v zavazadlovém prostoru vozidla a nakládá invalidní vozík do zavazadlového prostoru. Tento mechanismus může opisovat složité trajektorie pohybu a je tak variabilní pro použití v různých typech vozidel, které se liší svými rozměry.



Obr. 20 - Robot (zavazadlový prostor) (9)

### 3.2 Porovnání typů nakládacích řešení

Typ mechanismu	Výhody	Nevýhody
<b>Nakládací rampy a ližiny</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nemění rozměry vozidla, nezvětšuje aerodynamický odpor</li> <li>- lehké</li> <li>- levné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- neumožňuje automatické naložení vozíku</li> <li>- potřeba velkého prostoru za nebo vedle vozidla pro naložení/vyložení</li> <li>- potřebný prostor pro převoz ve vozidle</li> </ul>
<b>Nakládací plošiny</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- automatické naložení vozíku</li> <li>- nemění rozměry vozidla, nezvětšuje aerodynamický odpor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozměrově náročné</li> <li>- těžké</li> <li>- potřebný prostor pro převoz uvnitř nebo vně vozidla</li> </ul>
<b>Navijáky a jeřáby</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- automatické naložení vozíku</li> <li>- nemění rozměry vozidla, nezvětšuje aerodynamický odpor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- omezuje prostor pro posádku nebo zavazadla</li> </ul>
<b>Střešní box</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- automatické naložení vozíku</li> <li>- zachovává prostor pro posádku a pro zavazadla ve vozidle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mění rozměry vozidla, zvětšuje aerodynamický odpor a omezuje vjezd do nízkých prostorů</li> </ul>
<b>Využívající tažné zařízení</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zachovává prostor pro posádku a pro zavazadla ve vozidle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- neumožňuje automatické naložení vozíku</li> <li>- výrazně mění délku vozidla, zvětšuje aerodynamický odpor</li> </ul>
<b>Robotická paže</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- automatické naložení vozíku</li> <li>- nemění rozměry vozidla, nezvětšuje aerodynamický odpor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- omezuje prostor pro posádku nebo zavazadla</li> </ul>

Tabulka 1 – Porovnání typů nakládacích řešení

## 4. Vhodnost různých typů karoserií vozidel pro převoz invalidních vozíků

K zlepšení kvality života invalidní osoby, která používá k pohybu invalidní vozík, je důležité, aby tento vozík mohla přepravovat v automobilu a zvětšila tak svůj akční rádius. Na úrovni postižení a typu invalidního vozíku, který osoba užívá, je pak také nutné rozdělit postižené osoby na ty, které mohou řídit samy vozidlo (např. přestavené na ruční ovládání) a na ty, kteří mohou být ve vozidle pouze transportováni jako spolujezdci.

Lidé s těžšími postiženími, kteří využívají elektrické invalidní vozíky, jsou v podstatě odkázáni pouze na vozidla s karoserií dodávky, pickupy, velká terénní vozidla, nebo velkoprostorová vozidla MPV. Je to dáno tím, že pokud je přepravovaná osoba umístěna na elektrickém invalidním vozíku, je jediným místem, kam ji lze umístit a zajistit její polohu, zavazadlový prostor vozidla, který musí mít dostatečné rozměry. Problematickým místem je také velikost vstupního otvoru a výška nakládací hrany, protože se nakládání vozíku děje nejčastěji nakládáním přes výklopnou plošinu nebo pomocí navijákového mechanismu nebo jeřábu. Důležitým parametrem vozidla je také jeho nosnost, protože jsou elektrické vozíky ve srovnání s mechanickými několikanásobně těžší.

Osoby, které využívají mechanického invalidního vozíku, jsou často schopny samy řídit vozidlo. Invalidní vozík je pak nejčastěji pomocí různých nakládacích mechanismů uložen ve vozidle v zavazadlovém prostoru nebo v oblasti zadních sedadel vozidla (pokud jimi vozidlo disponuje).

Pokud je vozík uložen v zavazadlovém prostoru, záleží jen na objemu a tvaru zavazadlového prostoru, zda do něj vozík lze uložit.

Pokud je vozík uložen na místě zadních sedadel vozidla, musí se dle prostoru v těchto místech a dle velikosti nastupovacího otvoru zadních dveří v některých případech použít úpravy těchto míst. Jedná se například o vyjmutí některého ze zadních sedadel nebo o úpravu otevírání dveří. Dveře se často upravují ze stranově výklopných na dveře posuvné, které nezasahují do nástupního otvoru.

Z výše uvedených faktů vyplývá, že nejvýhodnější jsou vozidla s velkým vnitřním prostorem anebo s velkým dobře přístupným zavazadlovým prostorem.

V následujících podkapitolách jsou uvedeny výhody a nevýhody různých kategorií vozidel.

Rozčlenění osobních vozidel je disciplínou, která nemá stanoveny ostré hranice, a mnoho modelů osobních automobilů může být na pomezí několika tříd. Rozdělení do tříd se může provádět na základě rozměrů (délka, rozvor,...) nebo objemu motoru, nebo typu vozidla (sportovní, terénní,...).

## 4.1 Typy vozů (10)

### Minivozy

Minivozy jsou kategorií vozidel, která jsou určena pro městský provoz. Jejich délka je většinou do 3,5 metru a jsou poháněna především motory o objemu do 1 litru. Jedná se o třídveřová nebo pětídveřová vozidla s malým zavazadlovým prostorem.



Obr. 21 – Minivozy (11)

Minivozy nejsou vhodné pro převoz invalidního vozíku, protože mají malý objem vnitřního prostoru a malý objem zavazadlového prostoru.

### Malé vozy

Malé vozy jsou kategorií vozidel, která jsou určena především pro městský provoz. Jejich délka je většinou do 4,2 metru a jsou poháněna především motory o objemu do 1,4 litru. Karoserie je nejčastěji typu hatchback a u některých modelů se prodává i odvozená verze typu kombi.



Obr. 22 – Malé vozy (11)

U kategorie malých vozů jsou pro transport invalidního vozíku vhodné verze kombi. U verzí hatchback je problém s prostorem, který lze řešit vyjmutím sedadla a umístěním vozíku na jeho místo. Další nevýhodou jsou malé nástupní otvory (k zavazadlovému prostoru, zadním sedadlům). Často je tento problém řešen pomocí přepracování mechanismu otevírání dveří z výkyvného na posuvný (pokud se nejedná pouze o třídveřovou verzi).

### Nižší střední třída

Vozy nižší střední třídy jsou vozy, které mají většinou délku do 4,5 metru a jsou nejčastěji poháněny motory o objemu do 2 litrů. Vozidla nižší střední třídy se vyrábí především v provedení karoserie hatchback nebo sedan, ale vyskytují se i verze liftback. Od těchto karosářských verzí jsou pak především na evropských trzích hojně prodávány odvozené verze kombi.



Obr. 23 – Nižší střední třída (hatchback) (11)

U vozů nižší střední třídy je vhodnost pro převoz invalidního vozíku podobná avšak o něco lepší než u kategorie malých vozů. I tady platí, že nejvýhodnější je umístění invalidního

vozíku do verze kombi a pro verze liftback a hatchback je většinou potřeba vytvořit prostor pro vozík a nakládací mechanismus vyjmutím zadního sedadla. Verze sedan je nejméně vhodná a záleží u ní především na objemu zavazadlového prostoru.

### **Střední třída**

Vozy střední třídy jsou vozy s délkou do 4,7 metru. Vozy střední třídy se vyrábí v karosářských verzích sedan, liftback a od nich odvozená varianta kombi.



**Obr. 24 – Střední třída (kombi) (11)**

Vozy střední třídy jsou většinou již velmi prostorné, a proto lze nakládací mechanismus a vozík do vozidla umístit bez velkých úprav na vozidle. I zde platí, že nejvýhodnější je verze kombi následována verzí liftback a nejhorší variantou je verze sedan, která má obvykle oddělený zavazadlový prostor od prostoru pro posádku a invalidní vozík se do něj musí vkládat ve složené poloze naležato.

### **Vyšší střední třída**

Vozy vyšší střední třídy jsou vozy s délkou do 5,2 metru. Vozy vyšší střední třídy se vyrábí v karosářských verzích sedan a kombi.



**Obr. 25 – Vyšší střední třída (sedan) (11)**

Pro vozy vyšší střední třídy, které jsou ještě prostornější, je situace obdobná jako u vozů střední třídy.

### **Luxusní vozy**

Luxusní vozy jsou nejčastěji vozy přesahující délku 5,2 metru, jsou poháněny výkonnými motory a mají karoserii typu sedan. Mají reprezentativní funkci a jsou uzpůsobeny pro komfortní jízdu převážně na delší vzdálenosti. Interiéry těchto vozidel obsahují velký počet elektronických systémů a jsou koncipovány s důrazem na pohodlí jak předních, tak především zadních pasažérů.



**Obr. 26 – Luxusní vůz (sedan) (11)**

Luxusní vozy by byly pro převoz invalidního vozíku a umístění nakládacího mechanismu pro vozík vhodné, protože jsou prostorné především pro posádku na zadních sedadlech a mají

také zavazadlové prostory s velkým objemem, ale pravděpodobnost použití luxusního vozu pro převoz invalidních vozíků je velmi malá, díky cenám těchto vozidel.

### Sportovní vozy

Do sportovních vozidel spadají vozidla, která mají obvykle karoserii typu kupé, mají v porovnání s ostatními vozidly nízkou výšku a jsou poháněny výkonnými motory. Tato vozidla jsou nejčastěji dvoumístná, výjimečně čtyřmístná a mají velmi malý zavazadlový prostor.



Obr. 27 – Sportovní vůz (11)

Sportovní vozidla nejsou vhodná pro převoz invalidního vozíku, protože mají malý objem vnitřního i zavazadlového prostoru.

### Roadstery, kabria

Jedná se o kategorie vozidel, která umožňují jízdu se staženou střechou. Střecha může být skládací z kovu nebo textilního materiálu. V otevřeném stavu může být střecha uložena v zavazadlovém prostoru, který je tím poté značně zmenšen. Roadstery jsou vozidla často odvozená od sportovních vozidel a mají pouze dvě místa. Kabria jsou odvozena obvykle od vozů nižší střední nebo střední třídy a mají nejčastěji čtyřmístné uspořádání.



Obr. 28 - Roadster (11)

Obr. 29 - Kabrio (11)

Tato vozidla nejsou vhodná pro převoz invalidního vozíku, protože mají malý objem vnitřního i zavazadlového prostoru. Pouze u kabriolů by bylo možné umístit invalidní vozík na prostor zadních sedadel.

### Dodávky, Pickupy a MPV

Jedná se o kategorii vozidel, která jsou určena pro přepravu více osob nebo pro přepravu nákladu. Tyto typy vozidel se vyrábějí v rozdílných velikostech, s různými koncepcemi pohonu a například také s různými způsoby otevírání dveří.



Obr. 30 - Malé MPV (11)

Obr. 31 – Velké MPV s posuvnými zadními dveřmi (11)

Vozy těchto kategorií jsou vhodná pro převoz invalidních vozíků. Záleží ale také na velikosti konkrétního modelu, variabilitě jeho interiéru, užité hmotnosti, velikosti otvorů nástupních a

zavazadlového a na způsobu otevírání zadních dveří (posuvné, výkyvné) a zavazadlového prostoru (výklopné – jednodílné, dvoudílné; dvoukřídlé výkyvné).

### **Terénní vozy, SUV, SUC, crossovery**

Jedná se o vozidla, která mají zvýšenou světlou výšku a tím pádem mají zvýšenou i pozici řidiče za volantem. Terénní vozidla jako jediná z těchto kategorií nemají samonosnou karoserii, ale mají karoserii s nosným rámem a jsou určena a uzpůsobena pro jízdu v těžkém terénu.



Obr. 32 – Terénní vůz (11)

Obr. 33 – SUV (11)

Obr. 34 - SUC (11)

Vozy kategorií terénních vozidel, SUV, SUC jsou vhodná pro převoz invalidních vozíků, protože se často jedná o velká, prostorná vozidla, která mají vysoké užité zatížení. Záleží ale také na velikosti konkrétního modelu, variabilitě jeho interiéru, velikosti otvorů nástupních a zavazadlového. Nevýhodou je vysoká nakládací hrana zavazadlového prostoru. Vozidla kategorie SUC mají oproti ostatním typům nevýhodu v karoserii, která se tvarově přibližuje vozům kupé, a proto mají nižší zavazadlový prostor. Vozidla kategorií crossover spadají nejčastěji velikostí a také prostorností do kategorie malých vozidel nebo vozidel nižší střední třídy a mají tedy i podobnou prostornost.

## **4.2 Vyhodnocení vhodnosti různých řešení pro nakládání invalidních vozíků do osobních automobilů**

V podkapitole 4.1 byly stručně uvedeny klady a zápory různých tříd osobních automobilů z pohledu vnitřního prostoru a zavazadlového prostoru.

Pro varianty, které nabízí vhodný prostor, lze upřednostnit nakládací mechanismus vozíku umístěný uvnitř vozidla. U těchto variant jsou největšími přínosy neměnnost rozměrů a aerodynamického odporu vozidla a zachování jízdních vlastností vozidla.

Pro vozidla s nedostatečným vnitřním prostorem lze využít řešení pomocí střešního boxu nebo lze využít tažné zařízení. Bohužel u mnoha takových vozidel je často nemožné vozidlo vybavit jak střešním boxem, tak tažným zařízením (osobní vozidla kategorií roadster nebo sportovní vozy).

V další části této diplomové práce bude řešen mechanismus pro nakládání invalidního vozíku do vozidel karoserií typu hatchback, kombi a různá vozidla kategorií SUV a crossovery a mpv, které se vyskytují velmi často. Tato vozidla mají relativně objemné a dobře využitelné zavazadlové prostory a proto jsou pro vozíčkáře vhodnou a na rozdíl od dodávek také v mnoha případech výhodnější volbou (jak z hlediska kupní ceny, tak z hlediska provozních nákladů a z hlediska jízdního komfortu). Proto se lze s přestavbami vozidel těchto typů setkat velmi často.

## **5. Subjektivní zhodnocení jednotlivých variant pro převoz invalidního vozíku s přihlédnutím k typu karoserie vozidla**

Toto hodnocení slouží k subjektivnímu porovnání variant nakládacích mechanismů popsaných v kapitole 3. Hodnocení je provedeno v Tabulce 2 dle níže uvedených parametrů. Na konci této kapitoly se nachází slovní zhodnocení variant, které již zohledňuje zvolený typ karoserie vozidla.

### **Parametry podle kterých bude provedeno hodnocení:**

#### Složitost konstrukce

- Tento parametr hodnotí složitost výrobku z hlediska výroby. U různých typů mechanismů se do tohoto hodnocení projeví pohony mechanismu (např. počet elektromotorů, které mechanismus pohání), počet součástí mechanismu a např. jednoduchost montáže do vozidla.

#### Pravděpodobnost poruchy

- Parametr, který je závislý na složitosti konstrukce. Čím složitější konstrukce s mnoha elektrickými součástkami a vysokým počtem dílů, tím horší hodnocení.

#### Cena

- Cena je závislá především na složitosti konstrukce. Dále do ceny vstupují faktory jako softwarové řízení mechanismu, servisní náklady...

#### Změna aerodynamického odporu vozidla

- Parametr, který do hodnocení zahrnuje vliv zařízení pro naložení invalidních vozíků, která nejsou umístěna uvnitř, ale vně vozidla. Tím zhoršují obtékání vzduchu okolo vozidla a zvyšují tím spotřebu vozidla. Tím se zvyšují náklady na provoz pro majitele vozidla.

#### Automatizace nakládání

- Tento parametr zahrnuje do hodnocení možnost automatického naložení invalidního vozíku na určité místo ve vozidle, nebo například do střešního boxu. Tím je umožněno nasednutí vozíčkáře z invalidního vozíku na místo řidiče a následné automatické naložení vozíku, díky čemuž se vozíčkář stává v tomto směru soběstačný.

#### Prostorová náročnost ve vozidle

- Tento parametr určuje, jak moc bude zástavbou nakládacího mechanismu invalidního vozíku ovlivněn prostor ve vozidle v prostoru pro cestující případně v zavazadlovém prostoru.



<b>Varianta nakládacího mechanismu</b>	<b>Parametry hodnocení</b>						<b>Součet bodů</b>
	<i>Složitost konstrukce</i>	<i>Změna aerodynam ického odporu vozidla</i>	<i>Automatiz ace nakládání</i>	<i>Pravděpod obnost poruchy</i>	<i>Prostorová náročnost ve vozidle</i>	<i>Cena</i>	
<i>Nakládací rampy a ližiny</i>	5	5	0	5	1	5	<b>21</b>
<i>Nakládací plošina</i>	4	5	3	3	1	3	<b>19</b>
<i>Navijáky</i>	3	5	3	3	2	3	<b>19</b>
<i>Jeřáby</i>	3	5	3	3	3	3	<b>20</b>
<i>Střešní box</i>	1	0	5	1	5	1	<b>13</b>
<i>Systémy využívající tažné zařízení</i>	4	2	0	4	5	4	<b>19</b>
<i>Robotická paže</i>	1	5	5	2	4	1	<b>18</b>

Tabulka 2 – Subjektivní zhodnocení parametrů variant nakládacích mechanismů

### Slovní zhodnocení:

Ze subjektivního hodnocení dosáhlo nejlepšího výsledku řešení pomocí nakládací rampy nebo nakládacích ližin. Jedná se o řešení, které je z hlediska konstrukce jednoduché a je tedy i levné z hlediska výroby.

Protože v dalších kapitolách bude v této práci řešen nakládací mechanismus, který bude sloužit k automatickému naložení invalidního vozíku do osobního automobilu, musíme však tuto variantu zavrhnout. Bez přídatného zařízení (které by ovšem změnilo hodnocení z hlediska složitosti konstrukce, pravděpodobnosti poruchy a ceny) totiž nelze dosáhnout automatického naložení invalidního vozíku a problémem je také použití nakládacích plošin u malých osobních vozů. Jsou vhodné spíše pro dodávkové vozy. Ze stejného důvodu bylo zavrženo také použití nakládacích plošin a z hlediska automatizace byl zavržen jakýkoliv systém, který by využíval připojení na tažné zařízení, protože by se jednalo o velmi složité a tudíž neekonomické řešení.

Ze zbylých 4 variant byla vyhodnocena jako nejlepší varianta jeřábu. Jeřáb nemá příliš složitou konstrukci, nemá oproti ostatním řešením velké nároky na zástavbový prostor a lze s ním automaticky invalidní vozík naložit.

Z těchto výše uvedených důvodů byla tedy zvolena varianta jeřábu pro nakládání invalidního vozíku do auta a v následujících kapitolách bude řešena podrobněji.

## 6. Požadavky na nakládací mechanismus

V této kapitole jsou sepsány požadavky, které souvisí s nakládáním invalidního vozíku do osobního vozidla. Splněním všech těchto požadavků by bylo docíleno maximálního ulehčení manipulace s invalidním vozíkem hendikepované osobě.

### Požadavky na ideální konstrukci mechanismu (jeřábu):

- jednoduchá konstrukce
- nízké riziko poruch mechanismu
- snadná opravitelnost
- jednoduchá obsluha jednou osobou
  - o výhodné je umožnění ovládnutí přímo hendikepovanou osobou, které je pro ni co nejjednodušší, bezpečné a ergonomické
- relativně jednoduché nastupování z vozíčku do auta
  - o nezávisí pouze na typu nakládacího mechanismu, ale je ovlivněno především typem vozidla
  - o lze vylepšit úpravami vozidla (např. otočné sedadlo řidiče)
- umožnit jak nakládání skrz zadní dveře vozidla na straně řidiče, tak nakládání skrz víko zavazadlového prostoru
- bezpečnost pro hendikepovanou osobu
  - o např. ovládací tlačítko (zařízení) pro složení vozíku a naložení do vozidla v interiéru vozu, aby nebylo možno složit vozík i s hendikepovanou osobou
- použitelné pro mechanické vozíky
  - o v práci nejsou uvažovány vozíky elektrické, protože pro ně není mnoho typů nakládacích mechanismů vhodných vůbec (robotická paže, naviják, střešní box, box umístěný na tažném zařízení,...) a některé jen v úpravě pro mnohonásobně vyšší hmotnost vozíku (nakládací rampy, plošiny, jeřáby,...)
- použitelnost pro více rozměrových řad vozíků
  - o invalidní vozíky se vyrábějí v mnoha typech a rozměrových řadách a neměl by nastat problém, aby nějaký typ vozíku nešel naložit
- malá prostorová náročnost mechanismu
- použitelnost mechanismu pro více typů vozidel
- nízká hmotnost
  - o co nejméně snížit užitečnou hmotnost vozidla
  - o co nejméně zvýšit vlastní hmotnost vozidla, která ovlivňuje jízdní vlastnosti vozidla (aby nemuselo dojít k dodatečnému vyztužení/výměně některých částí vozidla)
  - o hmotnost pokud možno rozložit co nejnižší a do středu vozidla, aby byly zachovány co nejlépe jízdní vlastnosti vozidla
- nízká cena
- ovládnutí pomocí mechanismu
  - o elektromotorem
    - nejjednodušší řešení, využití zdroje energie, který je již ve vozidle k dispozici
  - o pneumaticky

- nevhodné, v osobních vozidlech není zdroj tlakového vzduchu
  - hydraulicky
    - nevhodné, v osobních vozidlech není zdroj tlakové kapaliny
- automatické vysunutí mechanismu po otevření dveří
  - zjednodušení ovládání pro hendikepovanou osobu
  - ale nevhodné, protože při každém otevření dveří nemusí být potřeba tohoto mechanismu (vozidlo může být používáno více různými osobami)
- automatické složení vozíku při uskladnění do vozidla
  - zjednodušení ovládání pro hendikepovanou osobu
- automatické rozložení vozíku při vyložení z vozidla
  - zjednodušení ovládání pro hendikepovanou osobu
- zajištění vozíku ve vozidle proti pohybu
  - vozík musí být ve vozidle zajištěn proti pohybu, aby neohrožoval posádku při jízdě nebo dopravní nehodě nekontrolovaným pohybem

Splnění některých z těchto požadavků může být ekonomicky velmi náročné. Proto výsledné řešení nabídne výhodný kompromis mezi splněním požadavků a ekonomickou náročností konstrukce. Výsledný návrh tedy nemusí splňovat ty požadavky, které by byly jen velmi nákladně proveditelné a nepřinesly by adekvátní ulehčení nebo zvýšení komfortu pro hendikepovanou osobu. Nižší pořizovací cenou si produkt také zachová širší spektrum eventuálních zákazníků.

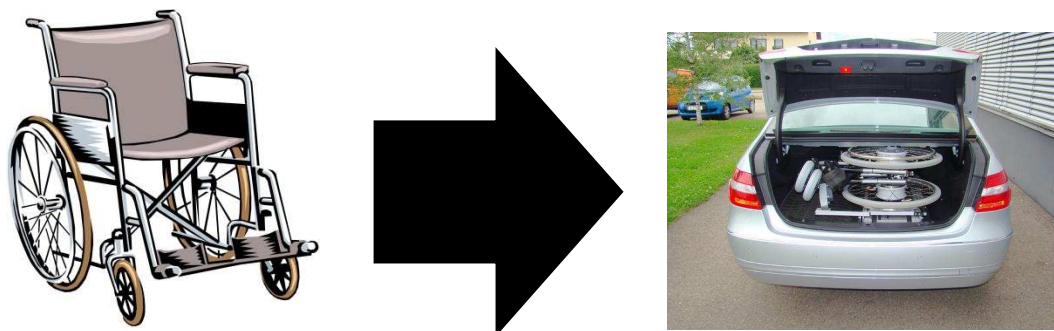
## 7. Proces naložení vozíčku do vozidla

Návrh transformačního procesu vychází z tzv. černé skříňky. V tomto případě je černá skříňka článkem mezi invalidním vozíkem vně vozidla a vozíkem uloženým uvnitř vozidla. Černá skříňka byla následně upravena na návrh technologie transformačního procesu, poté byl tento návrh použit k sestavení úplného návrhu transformačního procesu.

### 7.1 Černá skříňka

V této části bude uvedeno schéma černé skříňky s jejími vstupy a výstupy.

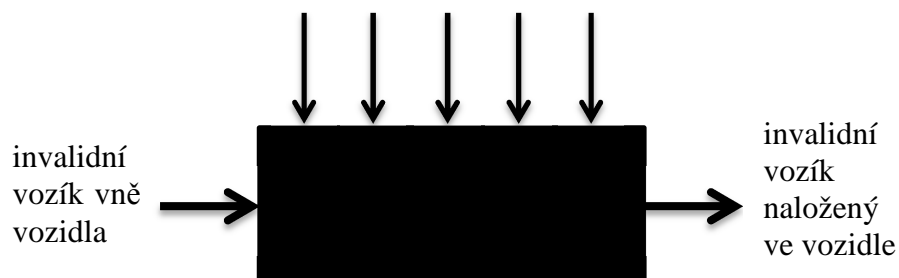
Na následujícím obrázku je zobrazeno schéma procesu nakládání invalidního vozíku do vozidla. Černou šipkou je znázorněna černá skříňka.



Obr. 35 – Schematické znázornění procesu (12) (9)

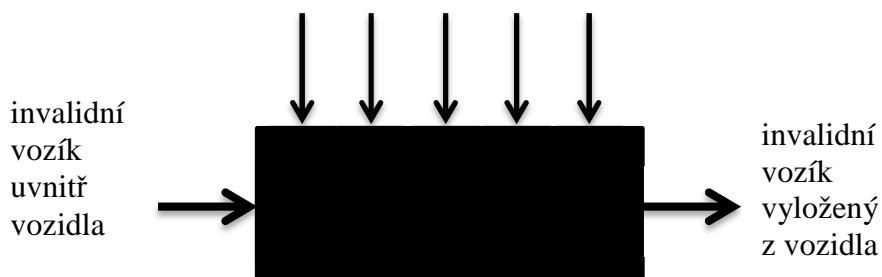
Schematické znázornění černé skříňky:

**Proces naložky invalidního vozíku:**



Obr. 36 – Černá skříňka - naložení

**Proces vykládky invalidního vozíku:**

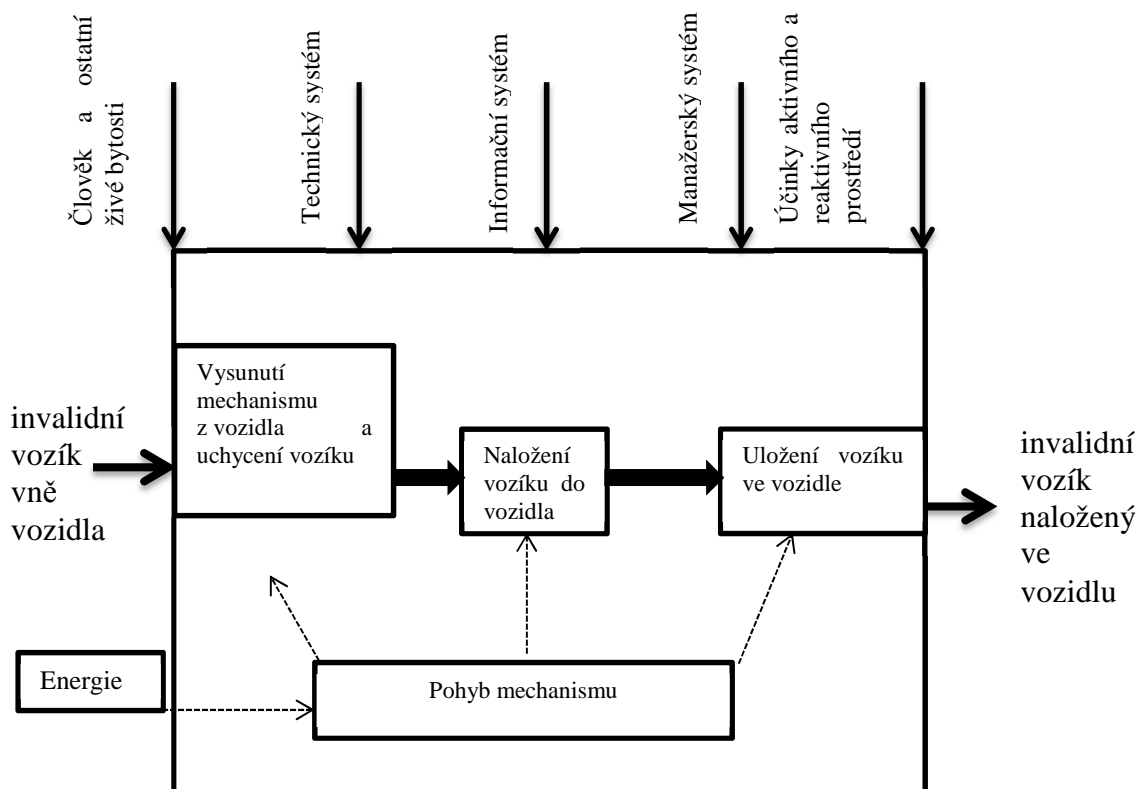


Obr. 37 - Černá skříňka - vyložení

## 7.2 Návrh technologie transformačního procesu

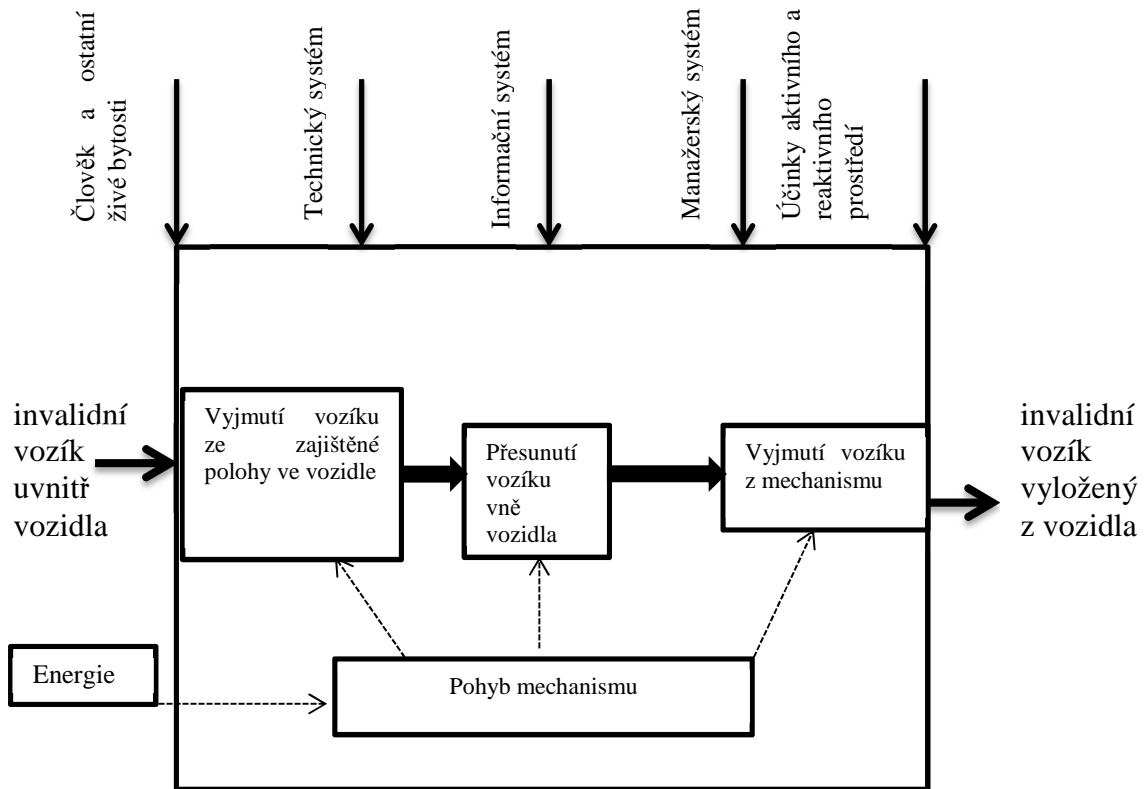
Na následujícím schématu je černá skříňka upravena způsobem, kdy do ní byly uvedeny požadavky, které budou potřeba k naložení invalidního vozíku do vozidla. Tím vznikl návrh technologie transformačního procesu.

### Proces naložky invalidního vozíku:



Obr. 38 – Schéma transformačního procesu naložení invalidního vozíku

### Proces vykládky invalidního vozíku:



Obr. 39 - Schéma transformačního procesu vyložení invalidního vozíku

### 7.3 Morfologická matice typů řešení

Morfologická matice je vytvořena k nalezení vhodné varianty řešení, ke kterému bude zhotoven konstrukční návrh.

Funkce	Varianty možných řešení funkce			
	1	2	3	4
<b>Umožnit otáčivý pohyb</b>	otočné vodorovné rameno jeřábu	otočný celý jeřáb		
<b>Umožnit výsuv ramene</b>	teleskopicky v jednom stupni	vícetupňově teleskopicky		
<b>Zajistit otáčivý a výsuvný pohon</b>	ručně	elektromotorem	pneumaticky	hydraulicky
<b>Umožnit naložení navijákem</b>	ručně	elektromotorem		
<b>Lineární pohon umístit</b>	uvnitř konstrukce	vně konstrukce		

<b>Využít tažný element</b>	textilní lano	ocelové lano		
<b>Tažný element vést</b>	vnitřkem konstrukce	vnějškem konstrukce		
<b>Umístit naviják</b>	spodní část	nejbližší část ramene	nejvzdálenější část ramene	
<b>Zajistit požadovanou tuhost</b>	ramenem bez výztuhy	ramenem s výztuhou		

Tabulka 3 – Morfologická matice

Varianta 1 

Varianta 2 

### 7.3.1 Popis varianty 1

Varianta A má otočnou funkci řešenou pomocí otáčení celé konstrukce jeřábu. Toto řešení je pozitivní z hlediska snížení těžiště konstrukce. Lineární část je řešena výsuvem v 1 stupni. Pro všechny pohony je využit elektromotor. Využití ruční síly nesplňuje zadání automatizace naložení a pneumatické nebo hydraulické řešení nejsou vhodná, protože ve vozidle není zdroj stlačené kapaliny nebo vzduchu a automobil by o něj musel být doplněn.

Vedení lineárního pohonu a textilního lana navijáku jsou řešena vnějškem nosné konstrukce, což zajistí jednodušší konstrukci, snadnou montáž a demontáž a dobrý přístup při opravách zařízení. Ze stejných důvodů je umístěn naviják na konci výsuvného ramene, přičemž z hlediska zatížení se nejedná o nejvhodnější variantu. Také z hlediska designu není toto řešení atraktivní.

Nosná konstrukce bude realizovaná bez příčné výztuhy, aby nebyly omezeny manipulační schopnosti v omezených prostorech určených pro zavazadla.

### 7.3.2 Popis varianty 2

Varianta 2 má otočnou funkci řešenou pomocí otáčení celé konstrukce jeřábu. Toto řešení je pozitivní z hlediska snížení těžiště konstrukce. Lineární část je řešena výsuvem ve více stupních. Toto řešení je pro dosažení velkých zdvihů zařízení při stejných rozměrech, nebo malých rozměrů při stejném zdvihu v porovnání s variantou 1. Pro všechny pohony je využit

elektromotor. Využití ruční síly nesplňuje zadání automatizace naložení a pneumatické nebo hydraulické řešení nejsou vhodná, protože ve vozidle není zdroj stlačené kapaliny nebo vzduchu a automobil by o něj musel být doplněn.

Vedení lineárního pohonu a textilního lana navijáku jsou řešena vnitřkem nosné konstrukce. V porovnání s variantou 1 se jedná o složitější konstrukci. Z hlediska rozložení hmotnosti a zatěžovacích sil je výhodné umístění navijáku na spodní otočné vazbě. Toto řešení však přináší nutnost vedení lana navijáku přes soustavu kladek ke konci výsuvného ramene. Vedení tohoto lanka a kladek by bylo vhodné umístit uvnitř nosné konstrukce.

Další nevýhodou tohoto řešení je nutnost synchronizace pohonu navijáku s lineárním pohonem, aby nedocházelo k situacím, kdy budou oba pohony pracovat proti sobě, a došlo by k poničení zařízení.

Lineární pohon by bylo vhodné také umístit uvnitř nosné konstrukce, čímž by byla zajištěna designově čistá a bezpečná konstrukce bez přebytečných výstupků.

Nosná konstrukce bude realizovaná bez příčné výztuhy, aby nebyly omezeny manipulační schopnosti v omezených prostorech určených pro zavazadla.

### **7.3.3 Výběr vhodné varianty**

Z výše uvedených variant 1 a 2 bude konstrukční návrh v kapitole 8 odvozen z varianty 1, která je výhodná z hlediska jednodušší konstrukce, snažší vyrobitelnosti a nižších výrobních nákladů.

V kapitole 8.6 bude uvedena alternativní varianta, která vychází částečně z řešení varianty 2 a je vhodná pro vozidla, kde použití varianty 1 není možné.



## 8. Vlastní konstrukční návrh

### 8.1 Výpočty

#### 8.1.1 Zjednodušení výpočtového modelu

**Budou uvažována svislá zatížení ve směru osy z:**

- od hmotnosti ramene jeřábu
- od hmotnosti nákladu
- od hmotnosti navijáku

**Pro zjednodušení nebudou uvažována:**

- odstředivá zatížení ve směru os x a y, která vznikají rotací jeřábu, protože otáčení bude probíhat malými rychlostmi a zatížení by byla zanedbatelná oproti svislé síle

**Potřebné hodnoty hmotností:**

Hmotnost ramene jeřábu a hmotnost lineárního pohonu (orientační hodnota zvolená dle hmotností použitých profilů a přibližné hmotnosti lineárního pohonu):

$$m_r = 15 [kg]$$

Hmotnost nákladu (maximální uvažovaná hmotnost mechanického invalidního vozíku, případně nákladu):

$$m_{nd} = 30 [kg]$$

Hmotnost navijáku (hmotnost navijáku sestaveného ze stěračového motoru, navíjecího bubnu a lana s příchytými háky):

$$m_{nk} = 5 [kg]$$

Pro orientační výpočet zatížení je použit postup dle normy ČSN 27 0103 (Navrhování konstrukcí jeřábů):

**Jeřáb výložníkového typu (dle normy zvoleny následující třídy):**

- uvažovány jsou nejpříznivější podmínky (bez vlivu větru, bez nepříznivých povětrnostních podmínek, žádný vliv vysokých teplot,...); z normy zvoleny následující parametry:

Zdvihová třída: H2

Druh provozu: D3

Spektrum napětí: S1

Provozní skupina: J3

**Potřebné koeficienty:**

Dynamický součinitel zdvihový:  $\delta_h = 1,15 + 0,15 \cdot v_h = 1,15 + 0,15 \cdot 0,4 = 1,21 [-]$

Dynamický součinitel pojezdový:  $\delta_t = 1,1 [-]$

Součinitel zatížení od vlastní hmotnosti:  $\gamma_g = 1,1 [-]$

Součinitel zatížení od vodorovných sil setrvačných:  $\gamma_i = 1,1 [-]$

Součinitel zatížení od jmenovitého břemena:  $\gamma_{l0} = 1,4 [-]$

Zatížení od vlastní hmotnosti ramene jeřábu:

$$F_1 = m_r \cdot g \cdot \gamma_g \cdot \delta_t = 25 \cdot 9,81 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = \underline{297 [N]}$$

Zatížení jmenovitým břemenem (náklad – invalidní vozík):

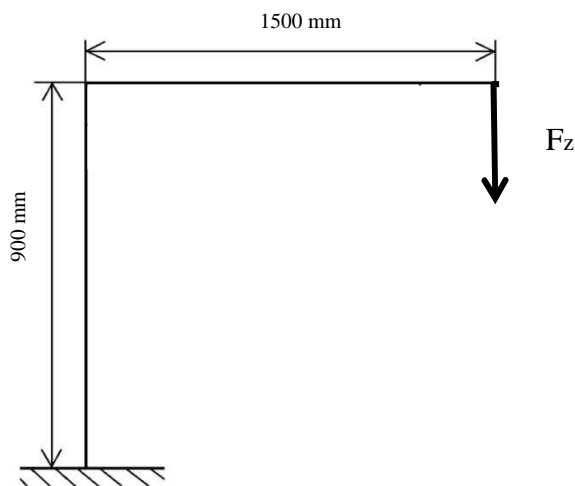
$$F_2 = m_{nd} \cdot g \cdot \gamma_{l0} \cdot \delta_h = 30 \cdot 9,81 \cdot 1,4 \cdot 1,21 = \underline{499 [N]}$$

Zatížení stálým břemenem (naviják):

$$F_3 = m_{nk} \cdot g \cdot \gamma_g \cdot \delta_h = 5 \cdot 9,81 \cdot 1,1 \cdot 1,21 = \underline{66 [N]}$$

Celkové zatížení:

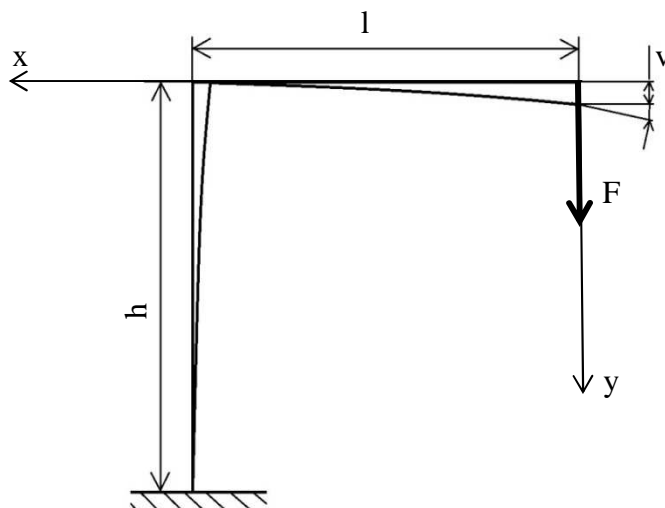
$$F_z = F_1 + F_2 + F_3 = 297 + 499 + 66 = \underline{862 [N]}$$



Maximální ohybový moment:

$$M_{omax} = F_z \cdot l = 862 \cdot 1,5 = \underline{1293 [Nm]}$$

### 8.1.2 Průhyb na konci hlavního nosníku



$$v = \frac{1}{E \cdot J} \int M_o \cdot \frac{\partial M_o}{\partial F} \cdot ds$$

**Úsek I:**  $x \in < 0; l >$   $M_I = F \cdot x$   $\frac{\partial M_I}{\partial F} = x$

$$v_I = \frac{1}{E \cdot J} \int_0^l F \cdot x \cdot x \cdot dx = \frac{1}{E \cdot J} \cdot F \cdot \frac{l^3}{3}$$

**Úsek II:**  $y \in < 0; h >$   $M_{II} = F \cdot l$   $\frac{\partial M_{II}}{\partial F} = l$

$$v_{II} = \frac{1}{E \cdot J} \int_0^h F \cdot l \cdot l \cdot dy = \frac{1}{E \cdot J} \cdot F \cdot l^2 \cdot h$$

**Celkové posunutí (úsekI + úsekII):**

$$v = v_I + v_{II} = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot J} \left( 1 + 3 \cdot \frac{h}{l} \right)$$

modul pružnosti v tahu pro Al6061:  $E = 68\,900 \text{ GPa}$

délka ramene:  $l = 1500 \text{ mm}$

výška:  $h = 900 \text{ mm}$

Vnější průměr trubky:  $D = 100 \text{ mm}$

Vnitřní průměr trubky:  $d = 80 \text{ mm}$

kvadratický moment průřezu:  $J = \frac{\pi \cdot D^4}{64} - \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 100^4}{64} - \frac{\pi \cdot 80^4}{64} = 2\,898\,119 \text{ [mm}^4\text{]}$

$$v = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot J} \left( 1 + 3 \cdot \frac{h}{l} \right) = \frac{862 \cdot 1500^3}{3 \cdot 68\,900 \cdot 2\,898\,119} \left( 1 + 3 \cdot \frac{900}{1500} \right) = \underline{13,59 \text{ [mm]}}$$

### 8.1.3 Pevnostní kontrola ramene jeřábu

$$\sigma = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_d$$

modul průřezu v ohybu:  $W_o = \frac{J}{\frac{D}{2}} = \frac{2898119}{\frac{50}{2}} = 57962 \text{ [mm}^3\text{]}$

maximální ohybový moment:  $M_{oMAX} = F \cdot l = 862 \cdot 1500 = 1293000 \text{ [Nmm]}$

mez kluzu v tahu pro Al6061:  $R_e = 275 \text{ [MPa]}$

zvolená bezpečnost:  $k = 2$

$$\sigma_d = \frac{R_e}{k} = \frac{275}{2} = 137,5 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma = \frac{M_{oMAX}}{W_o} = \frac{1293000}{57962} = 22,3 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma \leq \sigma_d : 22,3 < 137,5 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

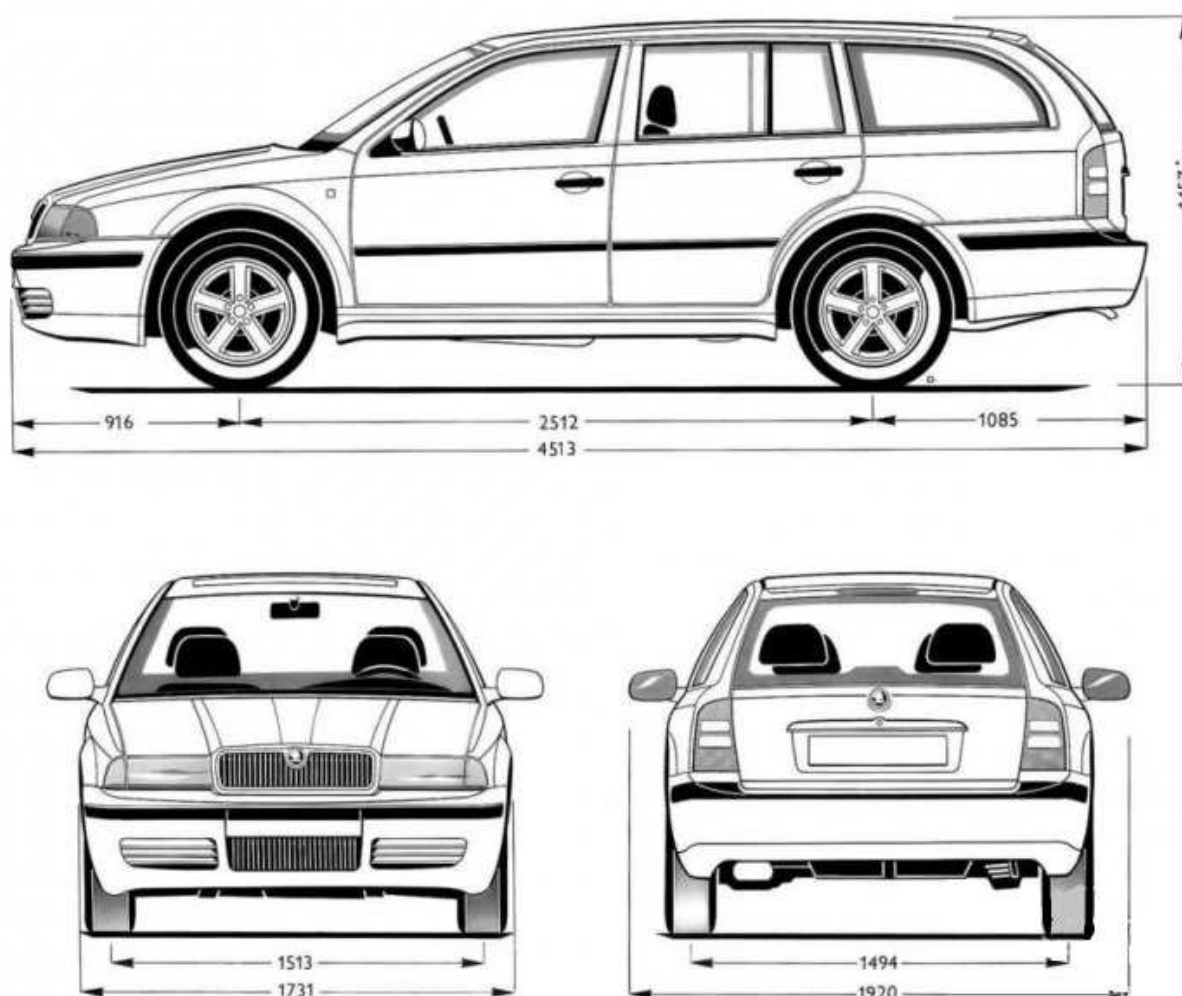
## 8.2 Technické řešení návrhu

Jak již bylo uvedeno v předešlých kapitolách, byl jako nakládací mechanismus zvolen jeřáb, který bude řešen pro umístění do zavazadlového prostoru vozidel s karoserií hatchback, kombi a různých vozidel typu SUV, crossoverů a mpv.

Rozměry vozidel a rozměry a tvar jejich zavazadelníku se model od modelu mohou velmi lišit. Proto je nemožné vytvořit variantu, která by mohla být bez výhrad použitelná ve veškerých modelech daných typů karoserií.

V práci bude proto řešení uvedeno pro vozidla s nejčastějším výskytem na tuzemském trhu s osobními automobily a bude vyvinuta snaha o řešení, které lze možnými úpravami na různé modely co nejnázve adaptovat.

**Pro orientační rozměry jako typové vozidlo poslouží Škoda Octavia Kombi typ 1U5, vyráběná v letech 1996 – 2010.**



Obr. 40 – Škoda Octavia Combi 1U5 (11)

Vnější rozměry:

délka:	4514 [mm]
šířka:	1731 [mm] (bez vnějších zpětných zrcátek)
výška:	1457 [mm]

Objem a rozměry zavazadlového prostoru:

minimální objem:	548 [l]
maximální objem:	1512 [l]
délka:	105 [mm]
šířka:	98 - 120 [mm] (variabilní dle místa měření)
výška:	100 [mm]

**Pro orientační rozměry a hmotnosti mechanického invalidního vozíku byl zvolen standardní vozík Service 3.600 od německého výrobce Meyra v celkové šířce 65 cm. Datový list vozíku viz příloha 1.**



Obr. 41 - Standardní vozík (3)

### 8.2.1 Popis konstrukce nakládacího zařízení

Jeřáb, který je v této práci řešen, by měl splnit požadavky, které jsou uvedeny v kapitole č. 6. Jeřáb bude uchycen v zavazadlovém prostoru vozidla a měl by disponovat dosahem skrz zadní dveře vozidla na straně řidiče (nad zadními sedadly; slouží pro naložení invalidního vozíku do míst zadních cestujících) a zároveň víkem zavazadlového prostoru vně vozidla (slouží pro nakládání nákladu do zavazadlového prostoru). Aby byl jeřáb schopný zabezpečit dosah do obou míst, je potřeba, aby byla konstrukce jeřábu otočná.

Z důvodu dostatečného dosahu jeřábu vně vozidla a zároveň kompaktnosti musí být konstrukce vodorovného ramene jeřábu teleskopická.

### 8.2.2 Uchycení jeřábu ve vozidle

Prvotním problémem, který je nutno vyřešit, je místo uchycení jeřábu do vozidla. Uchytit jeřáb ve vozidle je třeba na dostupných místech karoserie, která mají dostatečnou tuhost, aby sama (nebo s pomocnou výztuhou) vydržela namáhání jak od tíhy jeřábu, tak od momentu, kterým bude působit invalidní vozík při nakládání a vykládání z vozidla.

Po prohlédnutí několika skeletů karoserií vozidel bylo jako nejvýhodnější zvoleno umístění na podlahové části zavazadlového prostoru, protože je zde mnoho dobře přístupných a vyztužených míst oproti boční a střešní části vozidla.

Aby byl zajištěn požadavek na možnost zvedání nákladu jak skrze zadní dveře na straně řidiče, tak víkem zavazadlového prostoru, bylo nutné uvažovat montáž jeřábu na protilehlé straně zavazadlového prostoru (tedy využití zavazadlového prostoru na straně spolujezdce).

Problém nastal při pohledu do zavazadlového prostoru typového vozidla, kdy bylo zjištěno, že prostor pro rezervní kolo neleží v ose vozidla, ale je posunut k pravé straně vozidla, pravděpodobně z důvodu umístění výfukové soustavy a palivové nádrže. Z tohoto důvodu nezbyvá v pravé přední části zavazadlového prostoru (ideální pozice z hlediska trajektorie jeřábu a i z hlediska rozložení hmotnosti ve vozidle) dostatek místa na uchycení jeřábu.

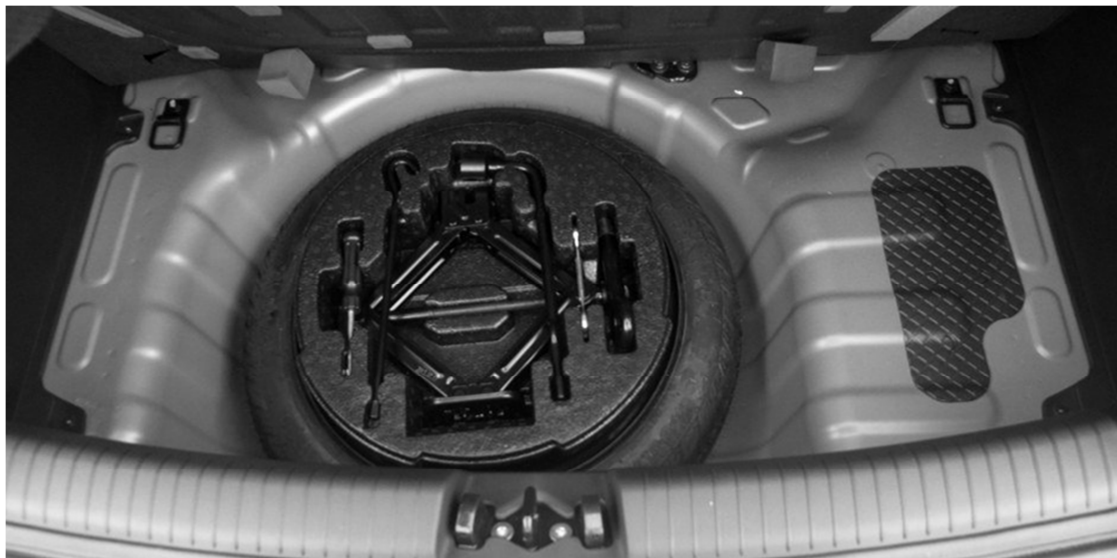
Bohužel takto provedený zavazadlový prostor má velká část vozidel provozovaných v České republice. Jedná se například o modely Škoda Octavia Kombi (všechny generace), Škody Fabie (všechny generace), tak VW Passat Variant nebo VW Golf a VW Golf Variant, které v ČR již dlouhodobě zauímají velkou část trhu s novými i ojetými vozidly (12). Dále také některé modely francouzských výrobců, nebo například modely značek Ford a Opel.

Pro některé modely například značek BMW nebo Mercedes nelze použít ani jedno z řešení, protože ve vhodných místech mají umístěny (kvůli výhodnému rozložení hmotnosti vozidla) autobaterii. Stejný problém se vyskytuje také u velkého množství hybridních vozidel, a také vozidel na alternativní paliva.



**Obr. 42 – Umístění rezervního kola Škoda Octavia kombi 1U5**

Z tohoto hlediska je výhodná konstrukce vozů asijské výroby (například Kia, Hyundai, Honda), kteří mají otvor pro rezervu umístěný také mimo osu vozidla, ale blíže ke straně řidiče, což je v tomto případě velká výhoda, která snižuje ekonomickou a prostorovou náročnost zařízení pro nakládání invalidního vozíku.



Obr. 43 – Umístění rezervního kola Hyundai I10 (15)

Z důvodu tohoto zjištění není možné v této diplomové práci vytvořit jedno detailní řešení, které by bylo výhodné pro jakýkoli typ vozidla vybraných typů karoserií a zároveň nejekonomičtější variantou, ale práce bude směřovat ke dvěma různým hrubým návrhům konstrukčních variant, které budou uvažovat v předchozích odstavcích popsaná specifika jednotlivých vozů. Následně bude podrobněji popsáno jednodušší řešení (např. pro vozy Hyundai, Honda, ...). Složitější řešení (vozy koncernu Volkswagen) bude uvedeno pouze jako alternativní varianta konstrukčního návrhu.

### **Uchycení jeřábu v typovém vozidle Škoda Octavia Kombi**

Pro umístění jeřábu nelze využít z kinematického a prostorového hlediska ideální místo (pravý přední roh).

Při využití levého předního rohu by nebylo možné poměrně jednoduchým mechanismem (s jednoduchou kinematikou) zajistit dosah jak pro nakládku skrz zadní dveře na straně řidiče, tak skrz víko zavazadlového prostoru. Na tomto místě by se dala realizovat pouze jednodušší varianta, která by neměla otočné uložení, ale pouze výsuvné rameno, které by zvedalo pouze náklad skrz víko zavazadlového prostoru.

Jediným místem v zavazadlovém prostoru, které je z kinematického hlediska vhodné pro mechanismus, který využívá otočného sloupce a teleskopického ramene je v pravé zadní části. Nevýhodou tohoto řešení je, že zatížení, které bude působit od konstrukce, je nevýhodně velmi vzdálené od středu vozidla. Dle hmotnosti konstrukce to může více či méně ovlivnit jízdní vlastnosti vozidla.



Obr. 44 – Umístění možného uchycení jeřábu – varianta 1

### Uchycení jeřábu ve vozidlech s odlišným umístěním rezervního kola

Pokud má vozidlo umístěnou rezervu obdobně, jako je vidět na obr. 46. V tom případě lze upevnit konstrukci jeřábu do pravé části zavazadlového prostoru a díky jednoduché otočné konstrukci a teleskopického ramene zajistit dosah do prostor nástupu do zadních dveří vozidla a před zavazadlový prostor vozidla.



Obr. 45 - Umístění možného uchycení jeřábu – varianta 2 (15)

### 8.2.3 Otočná vazba

Otočná vazba může být vytvořena na jeřábu dvěma způsoby. Buď může být otočná celá konstrukce jeřábu, nebo může být svislá část nosné konstrukce jeřábu pevná a k ní otočně uložené vodorovné rameno jeřábu.

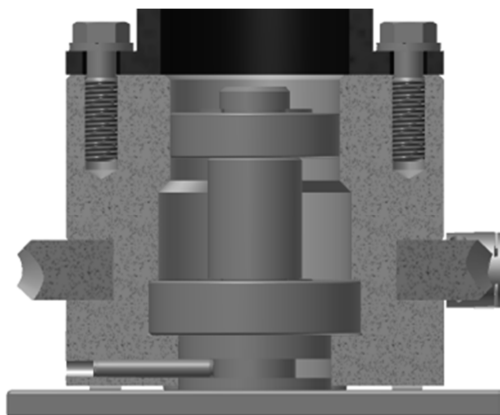
Druhá varianta je z hlediska namáhání svislé nosné části jeřábu méně výhodná a oproti první variantě také zvyšuje těžiště vozidla, což je nechtěné. Proto bude na konstrukci uvažována varianta otočného jeřábu jako celku.

#### Konstrukční návrh otočné části

Nosná trubka jeřábu bude uchycena pomocí šroubů k ložiskové skříni, která bude pomocí dvou radiálně axiálních kuličkových ložisek uložena na hřídeli, která bude spojena se základní deskou pro přišroubování k podlaze vozidla.



Hřídel je zatížena osovou silou od hmotnosti konstrukce a maximálním ohybovým momentem, který na ni působí, když je zdvihán maximální náklad při maximálním vysunutí teleskopického ramene. Výpočet byl proveden v programu Autodesk Inventor 2011.



Obr. 46 – Otočná konstrukce jeřábu

**Materiál**

Vlastní

Modul pružnosti v tahu E 206000 MPa

Modul pruž. ve smyku G 80000 MPa

Hustota ρ 7860 kg/m<sup>3</sup>

**Vlastnosti výpočtu**

Použít hustotu

Použít součinitel smykového posunutí 1,188 ul

Počet dělení hřídele 1000 ul

Režim redukovaného napětí HMM1

**Zatížení a podpory**

Zatížení

Ohybový moment

Axiální síla

**Výsledky**

L 128,000 mm

Hmotnost 1,359 kg

σ<sub>B</sub> 71,465 MPa

τ<sub>S</sub> 13,964 MPa

τ 0,000 MPa

σ<sub>T</sub> 0,557 MPa

σ<sub>red</sub> 72,747 MPa

f<sub>max</sub> 4,667 microm

φ 0,00 deg

**1. zatížení**

f<sub>y</sub> -2,994 microm

f<sub>x</sub> 0,000 microm

**2. zatížení**

f<sub>y</sub> 1,089 microm

f<sub>x</sub> 0,000 microm

**1. podpora**

F<sub>Z</sub> 0,000 N

F<sub>Y</sub> 9872,091 N

F<sub>X</sub> 0,000 N

Y<sub>Y</sub> 0,000 microm/N

f<sub>Y</sub> -0,000 microm

f<sub>X</sub> 0,000 microm

**2. podpora**

F<sub>Z</sub> 700,000 N

F<sub>Y</sub> -9858,762 N

F<sub>X</sub> 0,000 N

Y<sub>Y</sub> 0,000 microm/N

f<sub>Y</sub> -0,000 microm

f<sub>X</sub> 0,000 microm

Náhled 2D

16:57:31 Výpočet: Vypočteno.

Obr. 47 – Výpočet hřídele

Reakce v ložiscích budou mít hodnoty:

- menší ložisko A:
  - o Fa = 0 [N]
  - o Fr = 9872 [N]
- větší ložisko B:
  - o Fa = 700 [N]
  - o Fr = 9859 [N]

Redukované napětí dosahuje hodnoty 72,75 MPa.

Na součást lze použít materiál ocel ČSN 11523, která má mez kluzu 355 MPa. (14)

$$\text{bezpečnost: } k = \frac{Re}{\sigma_{red}} = \frac{355}{72,75} = 4,9$$

→ hřídel vyhovuje

## Volba a výpočet ložiska A

- zachycuje pouze radiální složku síly

Výpočet trvanlivosti ložiska v hodinách a výpočet statické bezpečnosti

$$\text{Trvanlivost ložiska v hodinách: } L_{10h} = \frac{10^6}{3600 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$\text{Ekvivalentní zatížení: } P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

$$\text{Statická bezpečnost ložiska: } s_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

Otáčky:  $n = 1,46$  [ot/min]

Radiální síla:  $F_r = 9872$  [N]

Axiální síla:  $F_a = 0$  [N]

- výpočet byl proveden v programu Autodesk Inventor 2011
- zvoleno bylo ložisko SKF 6306 – 2RS1 (oboustranně utěsněné,  $d = 30$  [mm],  $D = 72$  [mm],  $b = 19$  [mm],  $C_0 = 16$  [kN],  $C = 29,6$  [kN])

The screenshot shows the Autodesk Inventor 2011 'Výpočet' (Calculation) window for a bearing. The 'Typ pevnostního výpočtu' (Strength Calculation Type) is set to 'Kontrolní výpočet' (Control Calculation). Under 'Zatížení' (Load), the radial load  $F_r$  is 9872,558 N, axial load  $F_a$  is 0 N, and speed  $n$  is 1,46 rpm. The 'Vlastnosti ložiska' (Bearing Properties) section includes: 'Základní dynamická únosnost' (Basic dynamic load rating) C = 32500 N, 'Základní statická únosnost' (Basic static load rating)  $C_0$  = 16000 N, 'Součinitel dynamického radiálního zatížení' (Dynamic radial load factor) X = 1,00 ul / 0,56 ul, 'Součinitel dynamického axiálního zatížení' (Dynamic axial load factor) Y = 0,00 ul / 0,00 ul, 'Mezní hodnota  $F_a/f_r$ ' (Limit value  $F_a/f_r$ ) e = 0,40 ul, 'Součinitel statického radiálního zatížení' (Static radial load factor)  $X_0$  = 0,60 ul, 'Součinitel statického axiálního zatížení' (Static axial load factor)  $Y_0$  = 0,60 ul, and 'Exponent pro určení životnosti' (Life exponent) p = 3,00000 ul. The 'Výpočet životnosti ložiska' (Bearing life calculation) is set to 'Výpočet dle ANSI/AFBMA 9-1990 (ISO 281-1990)'. The 'Připustné otáčky pro mazání tukem' (Permissible speeds for grease lubrication) are  $n_{Lim1}$  = 9000 rpm and  $n_{Lim2}$  = 11000 rpm. The 'Připustné otáčky pro mazání olejem' (Permissible speeds for oil lubrication) are  $n_{Lim1}$  = 9000 rpm and  $n_{Lim2}$  = 11000 rpm. The 'Výsledky' (Results) section shows:  $L_{10}$  = 407246 hr,  $L_{na}$  = 407246 hr,  $L_{10r}$  = 36 ul,  $L_{nar}$  = 36 ul,  $S_{0c}$  = 1,62065 ul,  $P_z$  = 0,03396 W,  $F_{min}$  = 160 N,  $P_0$  = 9873 N,  $P$  = 9873 N,  $k_n$  = 6164,384 ul,  $a_1$  = 1,00 ul,  $f_t$  = 1,00 ul,  $n_e$  = 1 rpm,  $n_{min}$  = 1 rpm, and  $n_{max}$  = 1 rpm. The 'Ložisko' (Bearing) section shows dimensions: D = 72,000 mm, d = 30,000 mm, and B = 19,000 mm. The status bar at the bottom indicates '18:17:13 Výpočet: Výpočet skončil úspěšně!' (Calculation: Calculation completed successfully!).

Obr. 48 – Výpočet ložiska A

Výsledky:  $L_{10h} = 407246$  [h]

$$s_0 = 1,62$$

➔ Jak z hlediska trvanlivosti, tak z hlediska statické bezpečnosti ložisko vyhovuje.

## Volba a výpočet ložiska B

- zachycuje radiální i axiální složky síly

Výpočet trvanlivosti ložiska v hodinách a výpočet statické bezpečnosti

$$\text{Trvanlivost ložiska v hodinách: } L_{10h} = \frac{10^6}{3600 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$\text{Ekvivalentní zatížení: } P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

$$\text{Statická bezpečnost ložiska: } s_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

Otáčky:  $n = 1,46$  [ot/min]

Radiální síla:  $F_r = 9859$  [N]

Axiální síla:  $F_a = 700$  [N]

- výpočet byl proveden v programu Autodesk Inventor 2011
- zvoleno bylo ložisko SKF 6308 – 2RS1 (oboustranně utěsněné,  $d = 40$  [mm],  $D = 90$  [mm],  $b = 23$  [mm],  $C_0 = 24$  [kN],  $C = 42,3$  [kN])

The screenshot shows the Autodesk Inventor 2011 interface for bearing calculation. The 'Vlastnosti ložiska' (Bearing Properties) section is active, displaying various parameters. The 'Výsledky' (Results) section on the right shows the calculated life ( $L_{10} = 900962$  hr) and static safety factor ( $s_{0c} = 2,43374$ ). A graph on the left shows the equivalent load over time, which is constant at  $9,861e+004$  N x rpm.

Obr. 49 – Výpočet ložisko B

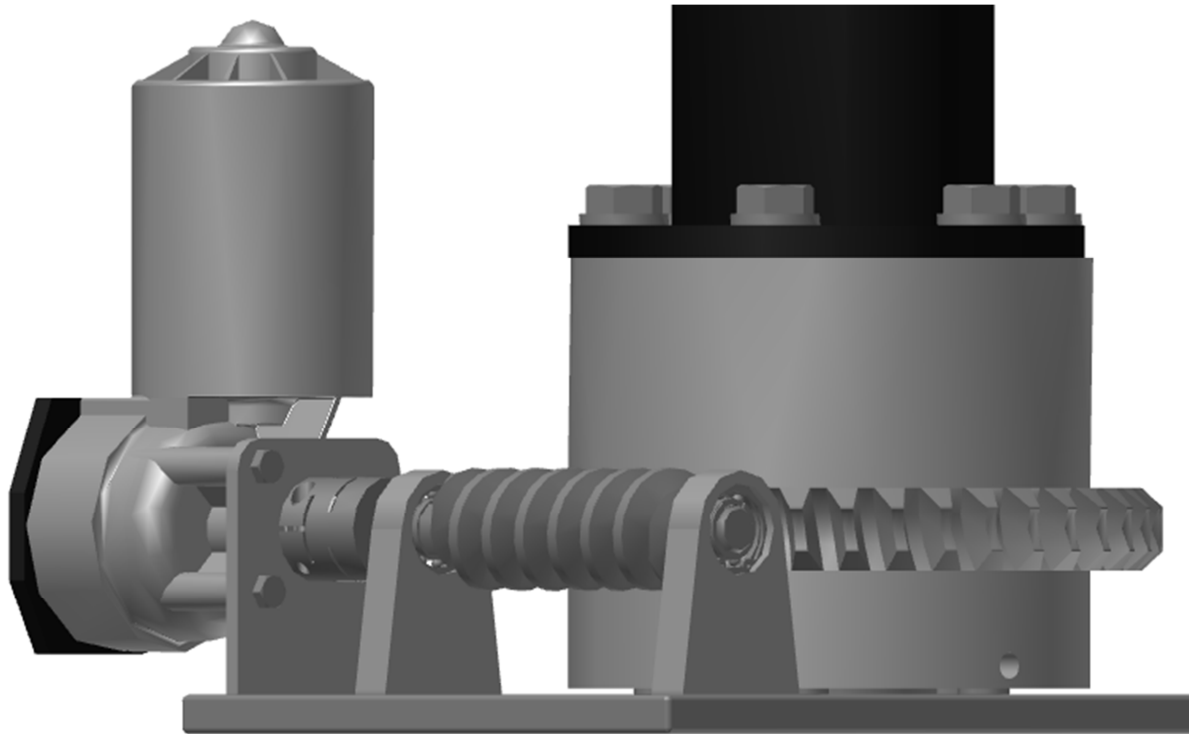
Výsledky:  $L_{10h} = 900962$  [h]

$$s_0 = 2,43$$

→ Jak z hlediska trvanlivosti, tak z hlediska statické bezpečnosti ložisko vyhovuje.

### Konstrukční návrh – šnekový převod

Šnekový převod má nižší účinnost než převody s čelními ozubeními, ale pro tento případ je výhodný jak z hlediska velkého dosažitelného převodového poměru, tak klidného a tichého chodu a především u šnekového převodu lze dosáhnout samosvornosti. To zajistí, aby se jeřáb otáčel pouze silou motoru, ne samovolně, a oproti čelním převodům odpadá nutnost brzdění nebo zajištění ve zvolené poloze.



Obr. 50 – Šnekový převod s pohonem a uložením

#### Návrh:

vstupní otáčky elektromotoru: 60 [ot/min]

vstupní výkon elektromotoru: 50 [W]

- Výpočet byl proveden v programu Autodesk Inventor 2011, ve kterém byly optimalizovány parametry s cílem výstupních otáček s hodnotou okolo 1,5 ot/min a co nejkompaktnějšího řešení, který přenesse točivý moment.

#### Převodový poměr $i$ :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{60}{1,46} = \frac{41}{1} = 41$$

$n_1$ ... otáčky šneku za minutu

$n_2$ ... otáčky šnekového kola za minutu

$z_1$ ... počet zubů šneku

$z_2$ ... počet zubů šnekového kola

Obr. 51 – Výpočet převodu

### Přenos točivého momentu ze šnekového kola

Přenos točivého momentu ze šnekového kola lze realizovat např. drážkováním, perem, kolíkem nebo nalisováním.

Výroba drážkování je z ekonomického hlediska nejdražší. Nebude přenášet příliš velký točivý moment, proto je tato varianta nevýhodná.

Spoj nalisováním je méně vhodný z hlediska jednoduchosti montáže a z hlediska případné demontáže při případné opravě.

Výhodné je tedy použít spoj perem nebo spoj kolíkem, které přenesou točivý moment a tato spojení jsou ekonomicky výhodná. Pro konstruovaný model byl zvolen spoj kolíky.

#### Kontrola kolíku na stříh:

Výkon:  $P = 30$  [W]

$$\text{Úhlová rychlost: } \omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} = \frac{2\pi \cdot 1,46}{60} = 0,1528908 \text{ [rad} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

$$\text{Točivý moment: } M_k = \frac{30}{0,1528908} = 196,2184 \text{ [Nm]}$$

Průměr, na kterém jsou umístěny kolíky:  $D = 140$  [mm] = 0,14 [m]

$$\text{Síla: } F = \frac{2 \cdot M_k}{D} = \frac{2 \cdot 196,2184}{0,14} = 2083 \text{ [N]}$$

Průměr kolíku:  $d = 6$  [mm]

Materiál kolíku: ocel 11107

Dovolené napětí ve smyku:  $\tau_D = 50 \text{ [MPa]}$

Průřez kolíku:  $S_k = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 3^2 = 28,27 \text{ [mm}^2\text{]}$

Bezpečnost:  $c = 2$

Střížné napětí:  $\tau_s = \frac{F \cdot c}{S_k} = \frac{2083 \cdot 2}{28,27} = 147,4 \text{ [MPa]}$

Výpočet počtu kolíků:  $p_k = \frac{\tau_s}{\tau_D} = \frac{147,4}{50} = 2,95 \text{ [ks]}$

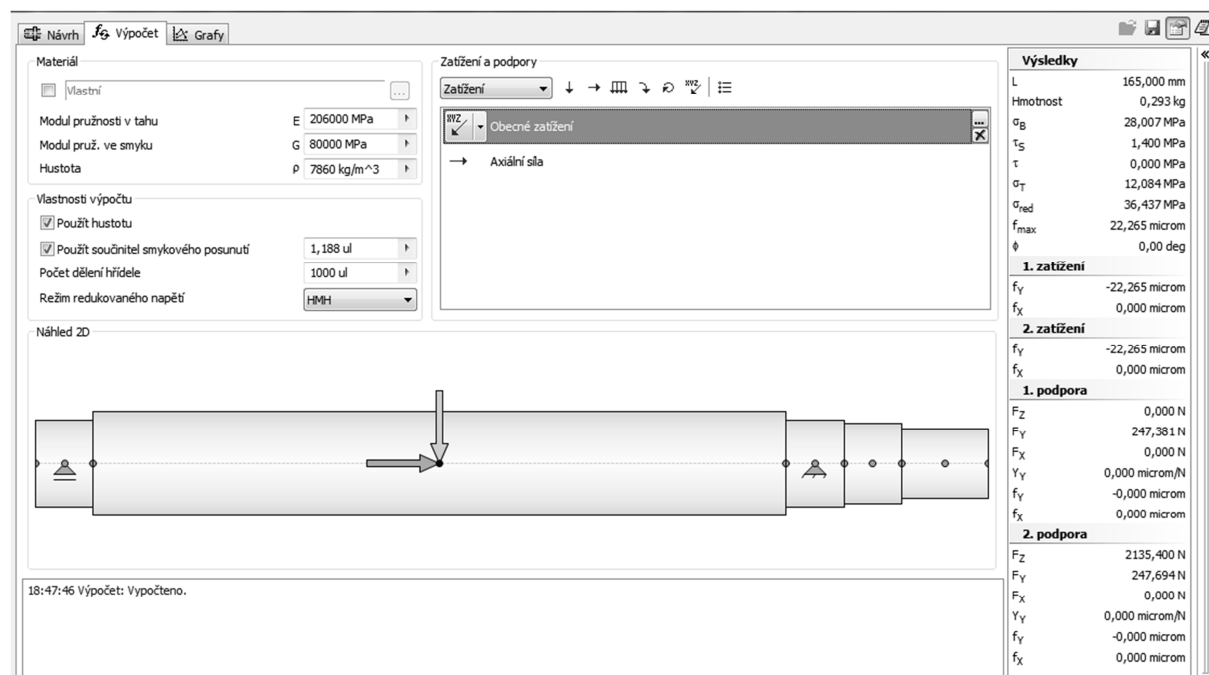
→ je potřeba použít minimálně 3 kolíky průměru 6 mm z oceli 11107

## Volba a výpočet ložisek C a D pro uložení šneku

### Výpočet reakcí v ložiskách

Na hřídel působí zatížení z šnekového převodu. Jedná se o:

- axiální sílu ve směru osy hřídele z:  $F_a = 2135,4 \text{ [N]}$
- sílu ve směru osy x:  $F_x = 492,2 \text{ [N]}$



Obr. 52 – Výpočet hřídele šneku

→ z výpočtu byly získány hodnoty axiálních a radiálních reakcí, které musí být zachyceny v ložiskách C a D

### Ložisko C

- zachycuje radiální i axiální složky síly
- radiální síla:  $F_r = 248 \text{ [N]}$
- axiální síla:  $F_a = 2135 \text{ [N]}$

### Ložisko D

- zachycuje pouze radiální složku síly
- radiální síla:  $F_r = 247 \text{ [N]}$
- axiální síla:  $F_a = 0 \text{ [N]}$

### Výpočet trvanlivosti ložiska v hodinách a výpočet statické bezpečnosti

$$\text{Trvanlivost ložiska v hodinách: } L_{10h} = \frac{10^6}{3600 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$\text{Ekvivalentní zatížení: } P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

$$\text{Statická bezpečnost ložiska: } s_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

Otáčky:  $n = 60$  [ot/min]

- výpočet byl proveden v programu Autodesk Inventor 2011
- zvoleno bylo ložisko SKF 61902 – 2RS1 (oboustranně utěsněné,  $d = 15$  [mm],  $D = 27$  [mm],  $b = 7$  [mm],  $C_0 = 2,2$  [kN],  $C = 3,7$  [kN])

**Výsledky**

L <sub>10</sub>	5297442 hr
L <sub>na</sub>	5297442 hr
L <sub>10r</sub>	19071 ul
L <sub>nar</sub>	19071 ul
S <sub>0c</sub>	1,42695 ul
P <sub>z</sub>	0,00979 W
F <sub>min</sub>	20 N
P <sub>0</sub>	1430 N
P	138 N
k <sub>n</sub>	266,667 ul
a <sub>1</sub>	1,00 ul
f <sub>t</sub>	1,00 ul
n <sub>e</sub>	60 rpm
n <sub>min</sub>	60 rpm
n <sub>max</sub>	60 rpm

**Ložisko**

D	28,000 mm
d	15,000 mm
B	7,000 mm

Obr. 53 – Výpočet ložisko C

**Výsledky**

L <sub>10</sub>	930316 hr
L <sub>na</sub>	930316 hr
L <sub>10r</sub>	3349 ul
L <sub>nar</sub>	3349 ul
S <sub>0c</sub>	8,24909 ul
P <sub>z</sub>	0,01748 W
F <sub>min</sub>	20 N
P <sub>0</sub>	247 N
P	247 N
k <sub>n</sub>	266,667 ul
a <sub>1</sub>	1,00 ul
f <sub>t</sub>	1,00 ul
n <sub>e</sub>	60 rpm
n <sub>min</sub>	60 rpm
n <sub>max</sub>	60 rpm

**Ložisko**

D	28,000 mm
d	15,000 mm
B	7,000 mm

Obr. 54 – Výpočet ložisko D

Výsledky:  $L_{10h} = 407246 [h]$   
 $s_0 = 1,62$

→ Jak z hlediska trvanlivosti, tak z hlediska statické bezpečnosti ložiska vyhovují.

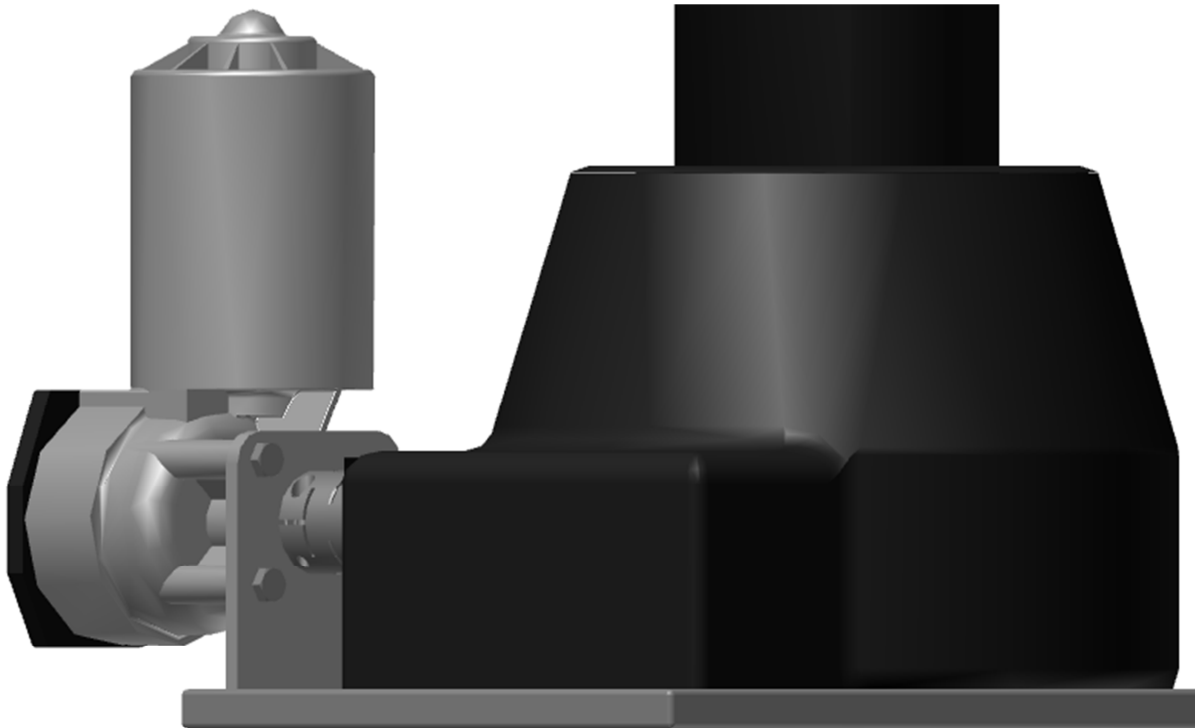
### Pohon šneku

Pohon šneku je zajištěn pomocí stěračového motoru ze Škody 120, který má výkon 50 wattů a jeho rychlost je 60 otáček za minutu (podrobněji popsán v kapitole 9.4).

Pro přenos točivého momentu z motoru na hřídel šneku je použita elastomerová spojka. Dle přenášeného točivého momentu a rozměrů byla z katalogu výrobce R + W zvolen typ EKL 10 (datový list viz příloha).

Celá konstrukce je proti pohybu ve směru svislé osy zajištěna pomocí 3 kolíků.

Otočná konstrukce včetně šnekového převodu je z hlediska bezpečnosti a za účelem snížení vniku nečistot kryta plastovým dílem, který je uchycen na hlavách šroubů, které spojují přírubu nosné trubky s ložiskovou skříní.



Obr. 55 – Zakrytí otočné konstrukce a šnekového převodu



#### 8.2.4 Zvedání invalidního vozíku / nákladu – konstrukční řešení navijáku

Zvedání nákladu bude realizováno pomocí navijáku. Aby byl zajištěn požadavek na automatizaci zvedání nákladu, není možno použít ručně poháněný naviják. Proto bude uvažována varianta, kdy navijení obstará elektromotor.

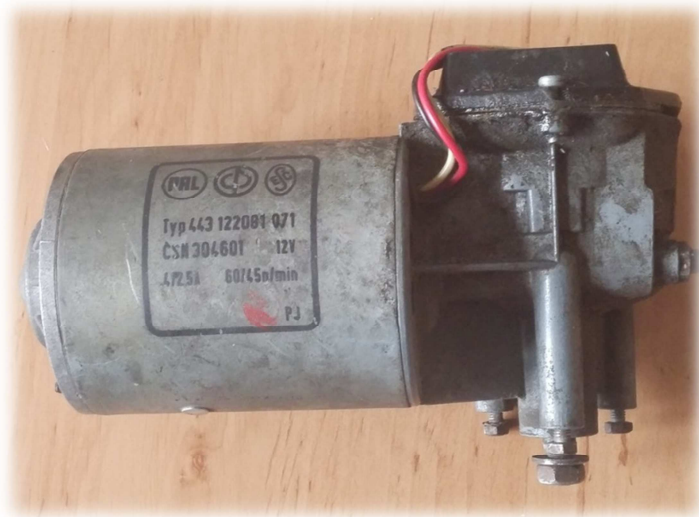
Tento naviják může být umístěn jako celek na konci ramene, nebo může být umístěn například na patě svislé nosné části a pomocí kladek veden (nejlépe vnitřkem konstrukce) na konec ramene jeřábu. V tomto druhém případě je z bezpečnostního hlediska nutná synchronizace navijení/odvíjení lanka se zasunutím/vysunutím teleskopického ramene jeřábu. To by bylo zajištěno elektronickou řídicí jednotkou. Pokud by tato synchronizace nebyla správně provedena, mohlo by dojít například k přetržení lanka, k poškození konstrukce nebo k zranění obsluhující osoby.

Na trhu je mnoho takovýchto výrobků. Jedná se často o malé dílenské navijáky nebo například o navijáky, které jsou používány na terénních vozidlech k vyprošťování. Bohužel jsou tato na trhu dostupná řešení pro náš případ příliš předimenzovaná. Mají moc velkou nosnost, s tím i související větší rozměry a vlastní hmotnost.

S malou nosností se na trhu vyskytují pouze varianty s ručním pohonem. Proto byla uvážena varianta sestavení vlastního, menšího navijáku poháněného elektromotorem. Pro tento případ byl použit stěračový elektromotor (z vozidla Škoda 120), ke kterému je připojen buben navijáku.

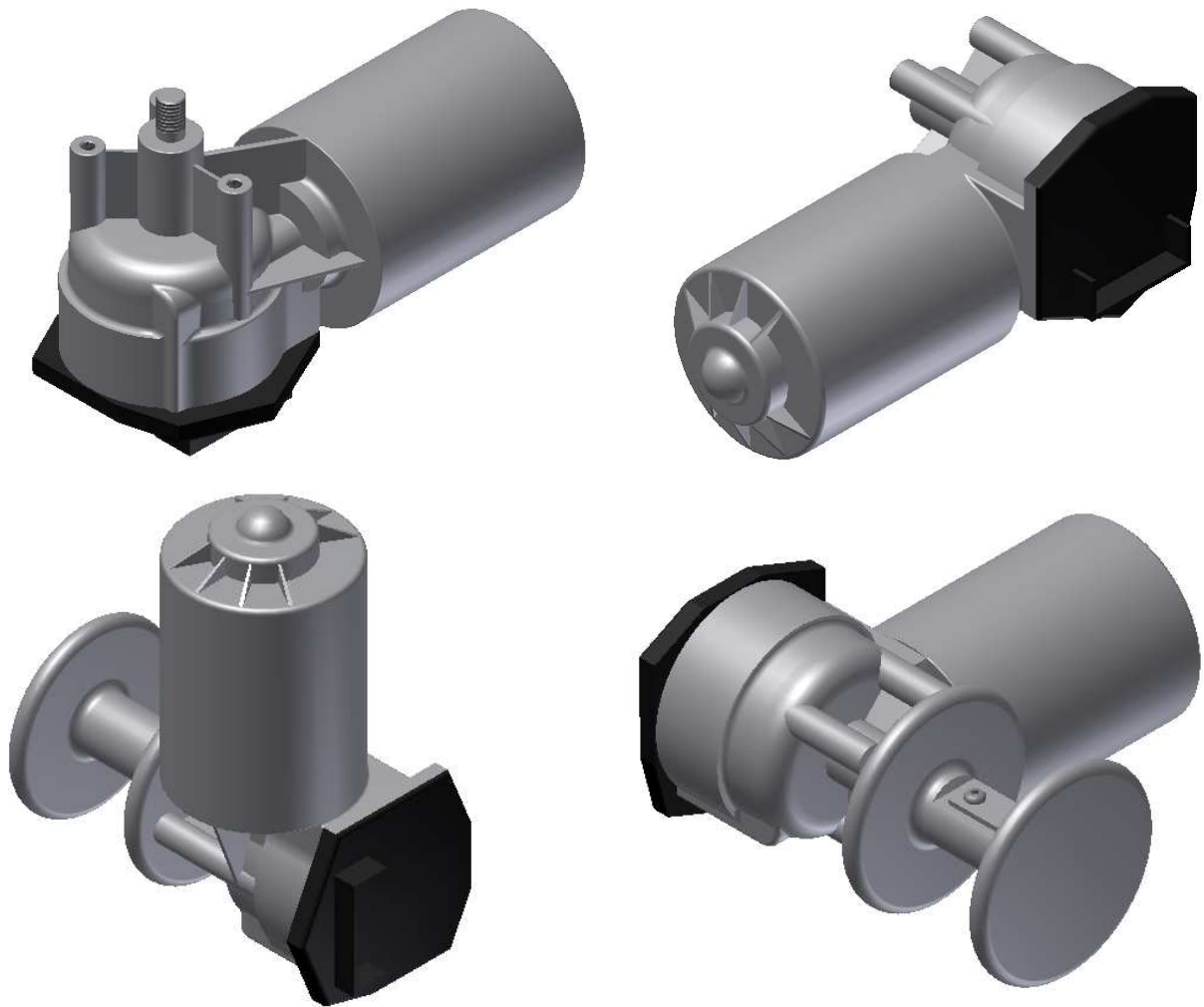
Stěračový elektromotor má výkon 50 wattů a rychlost otáčení 60 ot/min.

Jako tažný prvek bude použito textilní lano, které vykazuje v porovnání s kovovým lanem stejného průměru nižší hmotnost a má nižší abrazivní účinek vůči přilehlým součástem. Ke hřídeli bubnu navijáku je lano přichyceno ocelovou destičkou, která je zajištěna dvěma šrouby.



Obr. 56 – Stěračový elektromotor

### Model stěračového elektromotoru ze Škody 120 a model z něj vytvořeného navijáku:



Obr. 57 – Stěračový elektromotor (nahore) a z něj vytvořený naviják (dole)

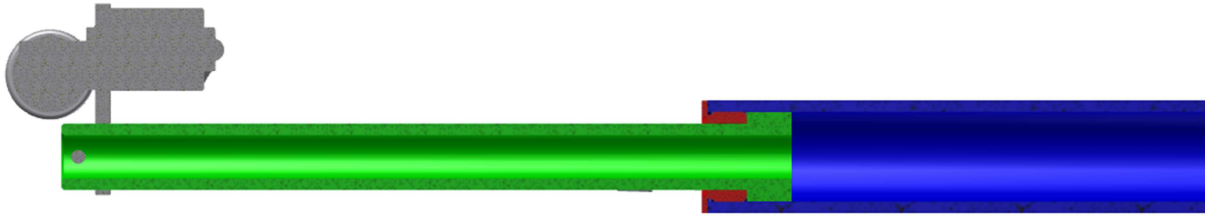
Naviják je přichycen k výsuvné trubce pomocí sešroubovaného třídílného úchytu, který využívá dvou svěrných spojů k zajištění požadované polohy navijáku na výsuvné trubce.

#### 8.2.5 Nosná a teleskopická část

Na nosnou konstrukci bylo zvoleno použití hliníkových trubek, které budou mít v porovnání s trubkami z obyčejné konstrukční oceli při shodné únosnosti sice větší tloušťku stěny, ale celková hmotnost bude nižší.

Hlavní nosnou částí konstrukce je zahnutá trubka, která je skrze přírubu připevněná k ložiskové skříni. Do této trubky je vložena a víčkem se závitem zajištěna druhá trubka menšího průměru. Tato trubka bude vykonávat kluzný pohyb ve vodorovném směru uvnitř větší trubky. Na kluzné plochy je třeba vytvořit chromový nebo niklový povlak, za účelem snížení tření a opotřebení.

Ve víčku jsou vytvořeny otvory, které slouží k jeho montáži a demontáži. Dále je ve víčku vytvořena drážka na umístění statického těsnění. K utěsnění je použit o – kroužek od výrobce Hennlich s. r. o., dle jehož podkladů je také vytvořena drážka pro těsnění.



Obr. 58 – Konstrukce teleskopické části

### 8.2.6 Pohon teleskopické části

Pohon teleskopické části je řešen pomocí lineárního motoru, který je využíván například na otevírání dveří, vrat nebo na podobné aplikace.

Tento typ motoru se vyrábí v několika velikostních třídách s různou maximální zátěžnou silou a s rozdílnými zdvihy.

Například kompaktní varianta se zdvihem 610 mm stojí v zahraničních obchodech cca 36 Eur, zatímco největší varianta se zdvihem 915 mm stojí cca 90 Eur.

Rychlost pohybu těchto lineárních pohonů je 5,6 mm (610 mm) a 5,2 mm (915 mm). Maximální možné statické zatížení je 450 kg (610 mm) a 1350 kg (915 mm).

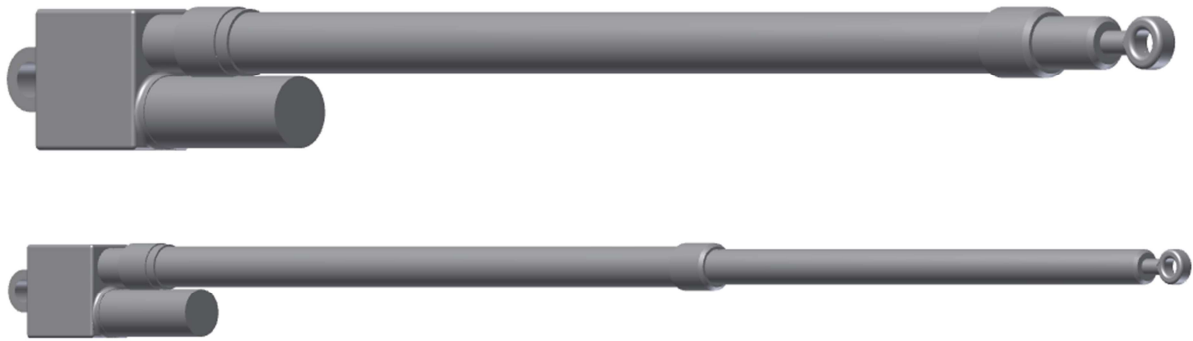
Maximální možné dynamické zatížení je 250 kg (610 mm) a 540 kg /915 mm).

Podrobné údaje jsou v datovém listě v příloze 2.



Obr. 59 – „Superjack“ lineární pohon (15)

Dle rozměrů byl vytvořen 3D model tohoto lineárního aktuátoru:



**Obr. 60 – 3D model lineárního pohonu „Superjack“ – zasunutá poloha (nahore), vysunutá poloha (dole)**

Pro rozměrové dispozice zvoleného vozidla je uvažována varianta se zdvihem 610 mm. „Superjack“ je uložen na otočných čepech, které zajistí, aby síla působila stále v jeho ose a nedošlo k jeho poškození.

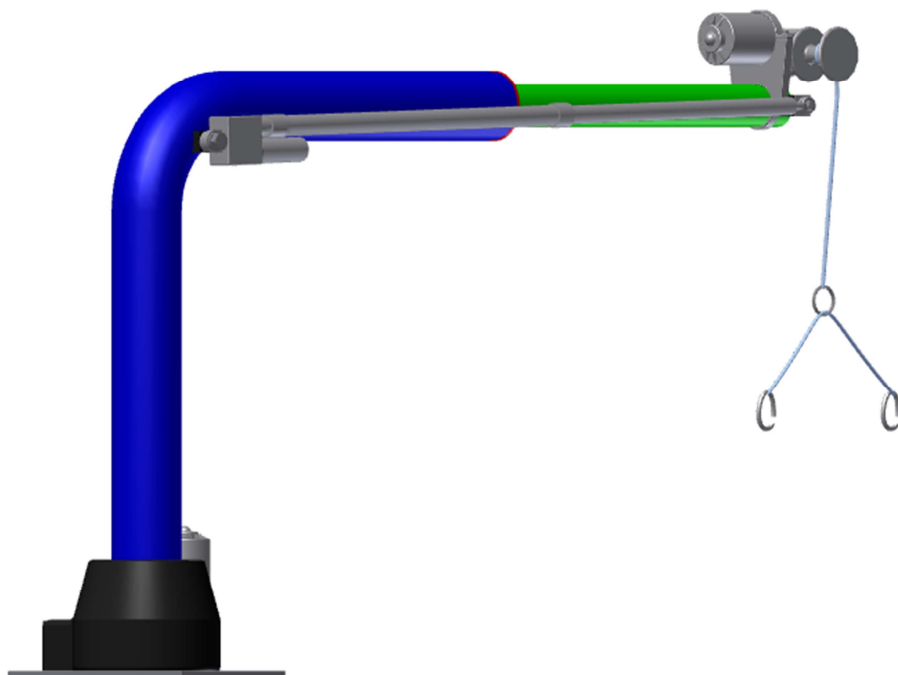
Při této variantě jsou maximální rozměry jeřábu:

- výška: 850 [mm]
- délka zasunutý stav: 890 [mm]
- délka vysunutý stav: 1500 [mm]

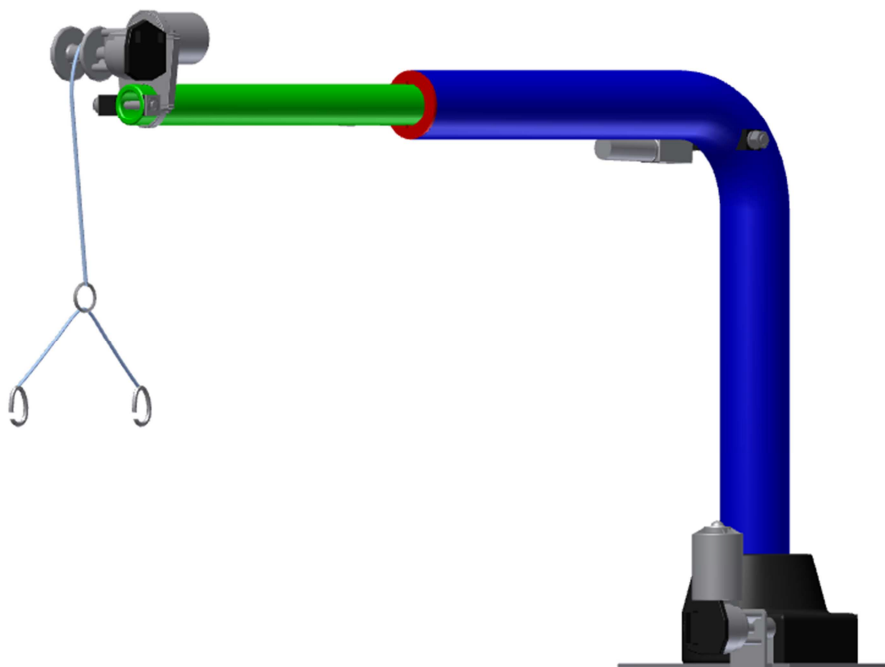
- maximální rozměry jsou ovlivněny:
  - o výška – prostorem mezi podlahou zavazadlového prostoru a horní hranou výstupního otvoru (boční dveře případně otvor zavazadlového prostoru – dle toho jaká podmínka bude přísnější)
  - o délka v zasunutém stavu – dvěma parametry: vnitřní šířkou zavazadlového prostoru vozidla ve výšce vodorovného ramene jeřábu a šířkou zavazadlového prostoru v místě montáže jeřábu k podlaze vozidla
  - o délka ve vysunutém stavu – délkou v zasunutém stavu, která ovlivní možnost použití lineárního pohonu určité velikosti, což ovlivní velikost jeho zdvihu

### 8.2.7 Konstrukční návrh jeřábu na naložení invalidního vozíku do osobního vozidla - varianta 1

Na následujících obrázcích je vidět 3D model sestavy a její umístění ve vozidle.



Obr. 61 – Jeřáb pro naložení invalidního vozíku do osobního vozidla – pohled 1



Obr. 62 – Jeřáb pro naložení invalidního vozíku do osobního vozidla – pohled 2



**Obr. 63 – Umístění a funkce jeřábu ve vozidle (16)**

Na obr. 63 je schematicky naznačena funkce jeřábu, který je v klidové poloze zasunutý a nachází se v oblasti zavazadlového prostoru za sedadly.

V pracovní poloze se jeřáb může nacházet v prostoru zadních dveří nebo v prostoru bočních dveří vozidla na straně řidiče.

### 8.3 Ověření varianty pomocí výpočtu MKP (Metoda Konečných Prvků)

V programu Siemens NX byl na zjednodušeném modelu proveden kontrolní výpočet za účelem zjištění maximálních deformací a napětí, které se na modelu zdvihacího zařízení vyskytují.

Výpočet byl prováděn při maximálním vysunutí teleskopické části 1500 mm a při uvažování maximálního zatížení 900 N (od vlastní tíhy konstrukce a od maximální hmotnosti nákladu) na konci výsuvné trubky.

Konstrukce jeřábu bude uvažována ze slitiny hliníku Al 6061.

Tabulka vlastností materiálu Al 6061:

Al 6061 – materiálové hodnoty	
Hustota	2,710 g/cm <sup>3</sup>
Youngův modul	68,900 GPa
Poissonova konstanta	0,330
Mez kluzu v tahu	275,000 MPa
Mez pevnosti v tahu	310,000 MPa

Tabulka 4 – Vlastností materiálu Al 6061

#### Tvorba výpočtového modelu

Ze základního modelu jeřábu byly odstraněny některé prvky, které nebudou pro výpočet důležité a komplikovaly by řešení. Jedná se například o nedůležité otvory, lineární pohon, závity nebo těsnění a drážky pro něj.

Protože bylo potřebné zjistit především deformaci konstrukce na zatěžovaném konci a deformaci v ohybu nosné trubky, nebyla do výpočtového modelu zařazena také konstrukce spodního otočného mechanismu. Která byla simulována pouze prodloužením nosné trubky o stejnou délku.

K modelu je přidána deska, která má simulovat tuhou podlahu vozidla, ke které bude jeřáb upevněn.



Obr. 64 – Zjednodušený model pro výpočet



## Sít'ování modelu

K sít'ování modelu byly použity 1D a 3D elementy.

1D elementy

- Byly použity pro zjednodušení šroubových spojů.

3D elementy

- Byly použity na všechny prvky kromě šroubových spojů.



Obr. 65 – Sít'ovaný model

### 8.3.1 Uchycení a zatížení sestavy

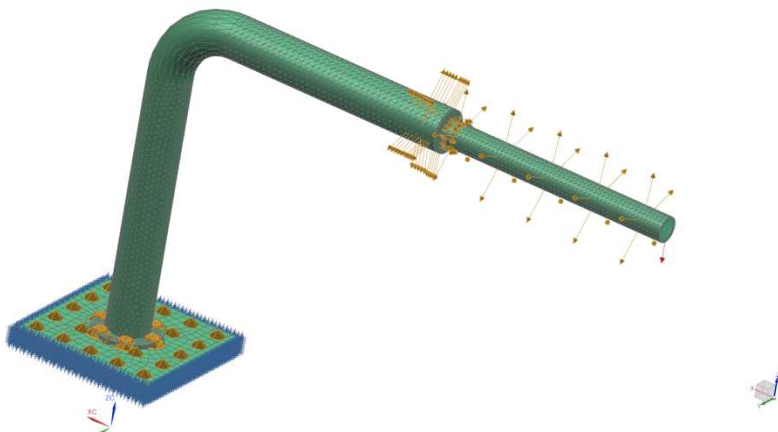
#### Uchycení

Uchycení bylo v tomto případě vytvořeno na připevňovací desku, která simuluje pevnou část podlahy vozidla, u níž je využit předpoklad, že bude absolutně tuhá a nebude se deformovat. Desce jsou na všech postranních plochách odebrány všechny stupně volnosti.

#### Zatížení

V sestavě jsou definována dvě zatížení:

- Na konec výsuvné trubky je definováno zatížení 900 N dle zadání.
- Na šrouby M16 je definováno předpětí 50 kN.

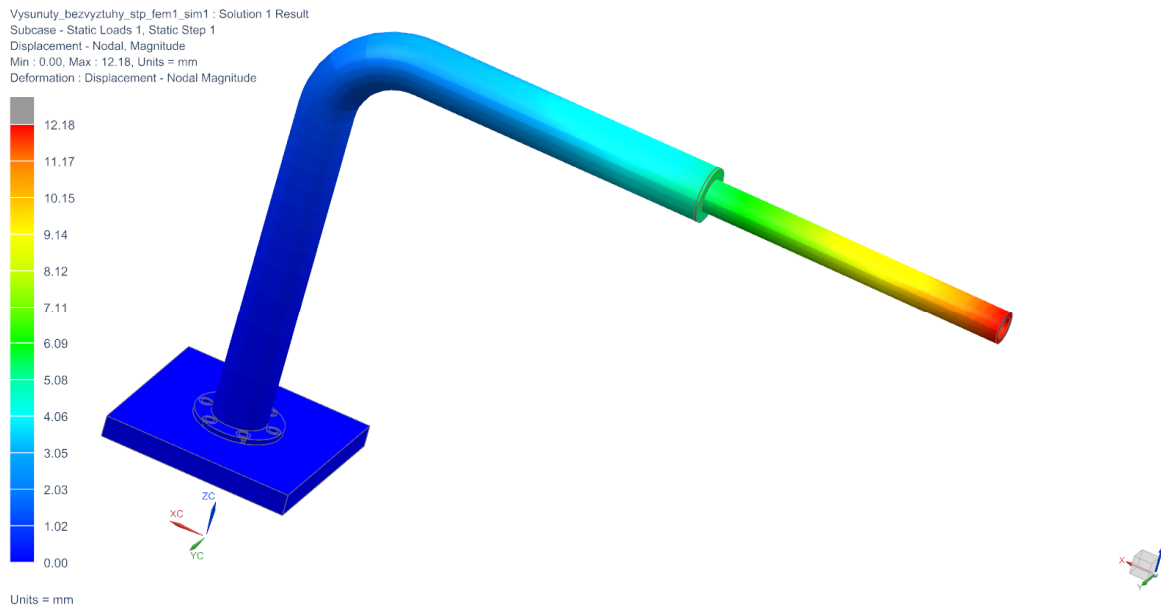


Obr. 66 – Uchycený a zatížený model



### 8.3.2 Výstup z výpočtu

#### Deformace sestavy



Obr. 67 – MKP výpočet – deformace sestavy

Při zatížení silou 900 N dojde k maximální deformaci na konci výsuvné trubky o 12,18 mm.

#### Napětí v sestavě

Nejvyšších hodnot napětí je dosaženo v místech, kde je provedena náhrada předepjatých šroubů. Tyto hodnoty jsou zkrácené tuhostí rigidových růžic a pro přesné výsledky by musely být šrouby kompletně namodelovány. Pod hlavami šroubů není předpokládáno nebezpečné napětí, a proto nebudou tato místa považována za nebezpečná.

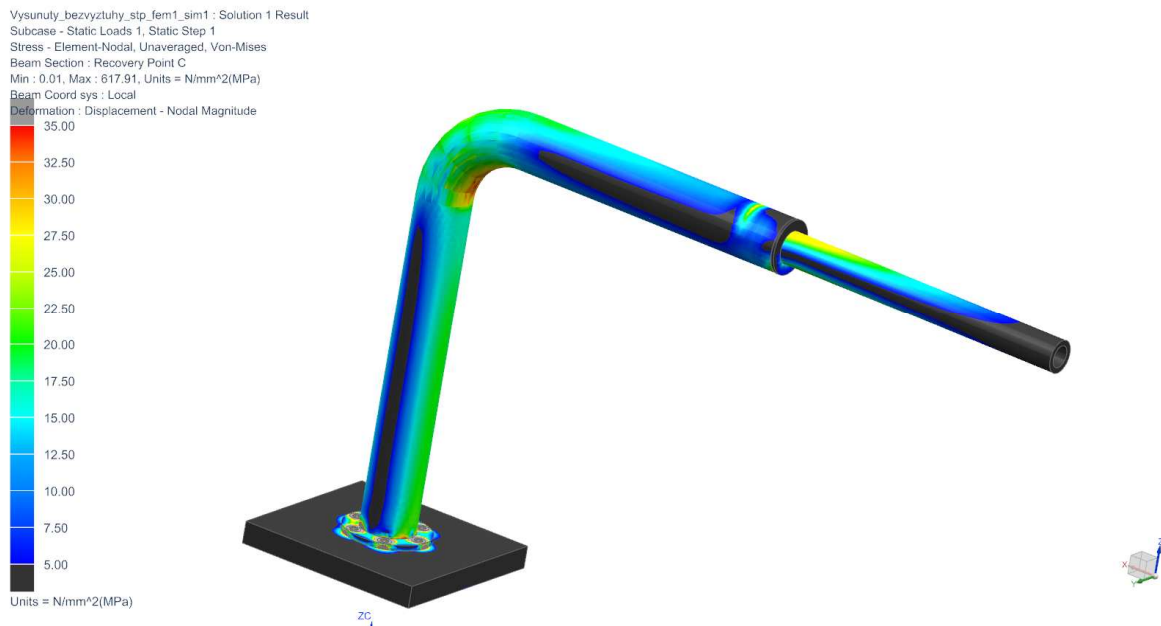
Nejvyššího napětí, které se v konstrukci dle výpočtového modelu bude vyskytovat, je napětí na přechodu z příruby do trubky na protilehlé straně teleskopického ramene, kde je lokálně dosahováno hodnot cca 130 MPa. V širším okolí místa s lokální špičkou napětí se hodnoty pohybují okolo 70 MPa.

Ve zbylé konstrukci jsou místa, kde napětí dosahuje hodnot maximálně 30 – 40 MPa (viz. následující obrázky).

Na následujících obrázcích jsou také zobrazeny černou barvou místa, kde hodnota napětí nepřesahuje 5 MPa. Jedná se o místa, kde by se díky nízkému napětí mohlo vyplatit provést určitou optimalizaci odebráním přebytečného materiálu konstrukce.

- ➔ Porovnáním maximálních hodnot deformace z numerického výpočtu (13,59 mm), kde ovšem nebyla uvažována změna rozměrů teleskopické části a z MKP výpočtu (12,18 mm) bylo zjištěno, že tyto deformace se liší pouze o 1,4 mm. MKP model tedy poskytuje výsledky, které budou přibližně odpovídat reálné konstrukci.

## Napětí v sestavě

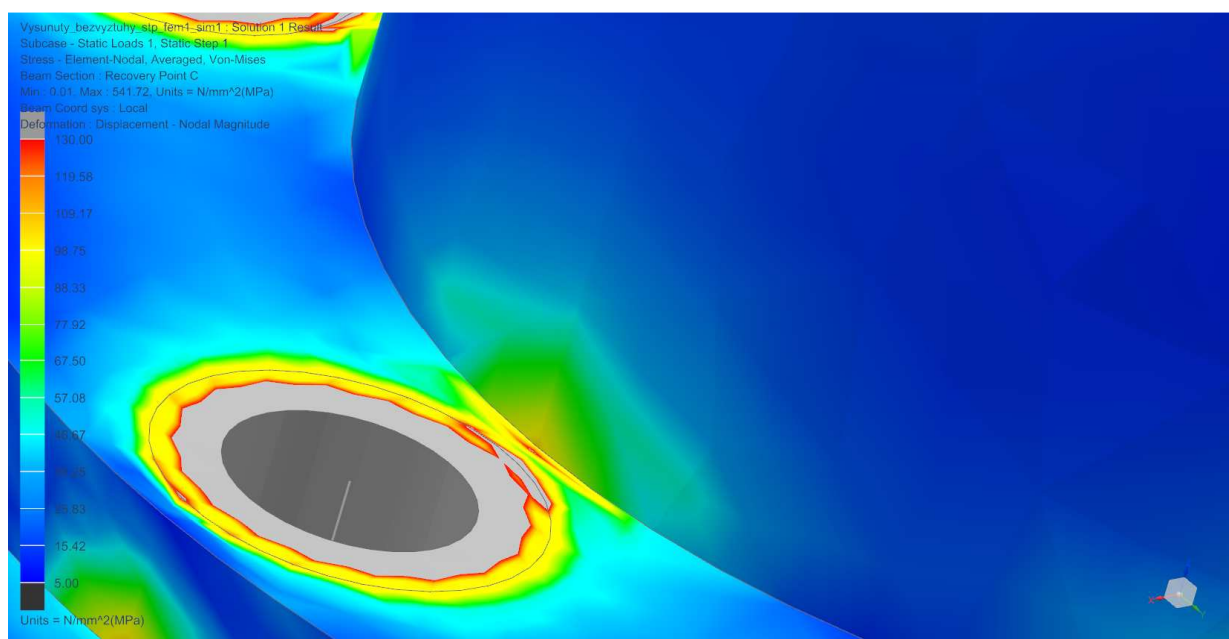


**Obr. 68 - MKP výpočet – napětí Von Mises**

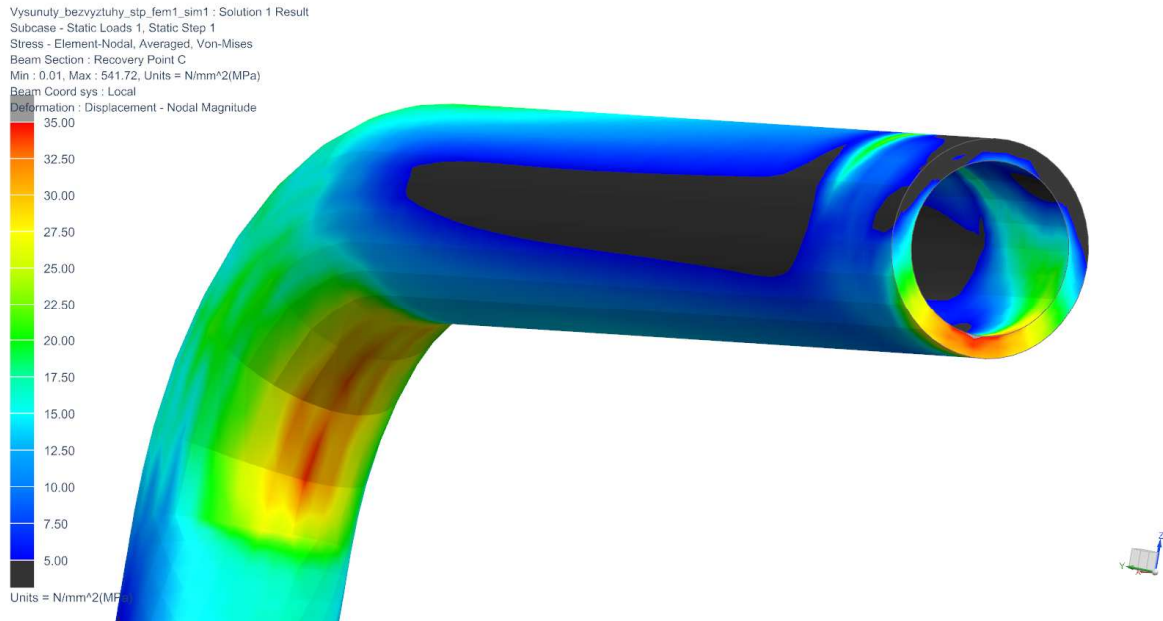
Nejvyšších hodnot napětí je dosaženo v místech, kde je provedena náhrada předepjatých šroubů. Tyto hodnoty jsou zkráceny tuhostí rigidových růžic a pro přesné výsledky by musely být šrouby kompletně namodelovány. Pod hlavami šroubů není předpokládáno nebezpečné napětí, a proto nebudou tato místa považována za nebezpečná.

Nejvyššího napětí, které se v konstrukci dle výpočtového modelu bude vyskytovat je napětí na přechodu z příruby do trubky na protilehlé straně teleskopického ramene (viz obr. 69), kde je lokálně dosahováno hodnot cca 130 MPa, ale i v širším okolí maxima se hodnoty pohybují okolo 70 MPa.

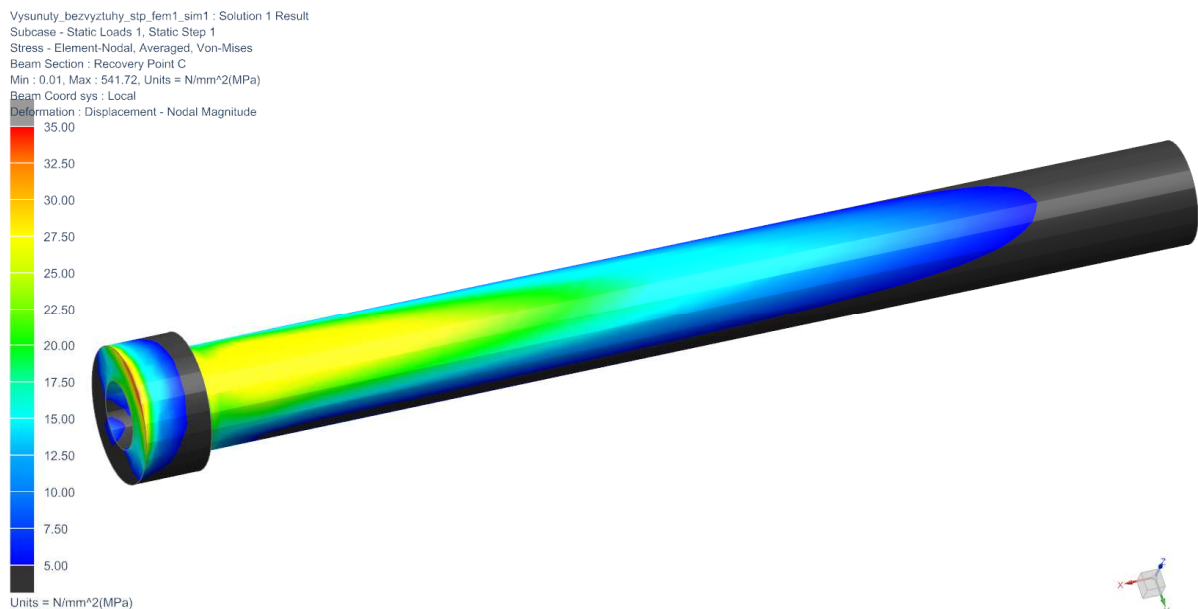
Ve zbylé konstrukci jsou místa, kde napětí dosahuje hodnot okolo 30 – 40 MPa.



**Obr. 69 - MKP výpočet – napětí Von Mises – detail 1**



Obr. 70 - MKP výpočet – napětí Von Mises – detail 2



Obr. 71 - MKP výpočet – napětí Von Mises – detail 3

### 8.3.3 Shrnutí výsledků MKP analýzy

Maximální deformace [mm]	Maximální napětí (Von Mises) – teleskopická část [MPa]	Maximální napětí (Von Mises) – příruba [MPa]
12,2	cca 35	cca 130

Tabulka 5 – Výsledné hodnoty z MKP analýzy

### Výpočet koeficientu bezpečnosti konstrukce $k$ :

$$R_e = 275 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{max} = 130 \text{ [MPa]}$$

$$k = \frac{R_e}{\sigma_{max}} = \frac{275}{130} = 2,1$$

Koeficient bezpečnosti  $k$  je pro daný výpočtový model roven 2,1.

Z výsledků získaných na vytvořeném výpočtovém modelu byla zjištěna maximální deformace na konci výsuvné trubky o 12,2 mm. Vzhledem k použití jeřábu je to přijatelná hodnota a konstrukce v tomto ohledu vyhovuje.

Dále bylo zjištěno maximální napětí na konstrukci, které dosahuje cca. 130 MPa. Hodnota koeficientu bezpečnosti je pro použitý materiál 2,1. Takže i z pohledu bezpečnosti tato konstrukce vyhovuje.

Pro konstrukci by se mohla ještě provést optimalizace, při které by mohly být měněny například tloušťky stěn trubek, nebo průměr příruby a umístění otvorů na ní. Tím by bylo možné optimalizovat konstrukci z hlediska množství použitého materiálu a tedy i její vlastní hmotnosti.

## 8.4 Další možné řešení návrhu

Řešení druhé varianty, které by mohlo být použito pro vozidla koncernu VW, nebude popsáno stejně podrobně jako řešení první varianty, jelikož je zde v co největší míře použito stejných nebo jen lehce pozměněných konstrukčních celků, aby byla možná při případné výrobě jejich zaměnitelnost a levnější výroba. Proto budou popsány jen změny a uvedeny obrázky konstrukce.

U tohoto řešení se také jedná o variantu, která bude mít složitější konstrukci a bude tedy i z ekonomického hlediska méně zajímavá než varianta 1.

Nevýhodou totiž je, že v rámci prodražení konstrukce jeřábu by se již naskytovala také varianta volby alternativního řešení pomocí „robotické paže“, které je také ekonomicky nákladné, ale z hlediska trajektorie pohybu a prostorových nároků má nesporné výhody.

### 8.4.1 Technické řešení alternativní varianty návrhu

V této části budou uvedeny společné a popsány rozdílné prvky obou variant návrhů.

#### Otočná vazba

Pohon otočné vazby je řešen shodným způsobem jako u první varianty řešení. Na otočné uložení bude působit větší zatížení a klopný moment. Proto by bylo nutno vyměnit ložisko A za účelem dosažení většího součinitele statické bezpečnosti.

#### Konstrukční řešení navijáku

Vychází z první varianty řešení s rozdílem v uchycení navijáku k výsuvné části. Tento úchyt je modifikován z uchycení k trubce na uchycení k čtvercovému profilu.

#### Konstrukce výsuvné části

Výsuvná část je řešena jako teleskopické rameno s dvěma stupni výsuvu. Skládá se ze tří hliníkových profilů různých průřezů, které jsou do sebe vsazeny.

Hliníkové profily jsou uloženy na lineárním kuličkovém vedení.

Dle datových listů výrobce lineárních kuličkových vedení Hiwin (příloha 4) byl s přihlédnutím ke kompaktním rozměrům a k přenášenému ohybovému momentu zvolen na první výsuvný stupeň typ HGH35HA a na druhý výsuvný stupeň typ HGH25HA.

Z hlediska bezpečnosti a designu jsou lineární vedení vedena uvnitř profilů.

Alternativní variantou ke kuličkovým lineárním vedením by bylo využití vodících tyčí.

Celá vodorovná výsuvná konstrukce je k přírubě svislé nosné trubky připevněna čtyřmi šrouby M12.

V návrhu je využito plných profilů. Tuto konstrukci by bylo možné analyzovat z hlediska napětí výpočtem MKP a v místech s nízkým napětím jí vhodně odlehčit a tím optimalizovat.



Obr. 72 – Konstrukce výsuvné části – varianta 2

### Konstrukce pohonu výsuvné části

Pohon výsuvné části je řešen principem, který je znám z konstrukce zdvihacího zařízení vysokozdvihných vozíků. Kdy je pomocí řetězového převodu vysouván první výsuvný člen, který je přes další řetězový převod spojen s druhým výsuvným členem. Posun druhého výsuvného členu je ovládán pomocí posunu prvního výsuvného členu, a proto stačí k pohonu pouze jeden elektromotor, který pohání první řetězový převod.

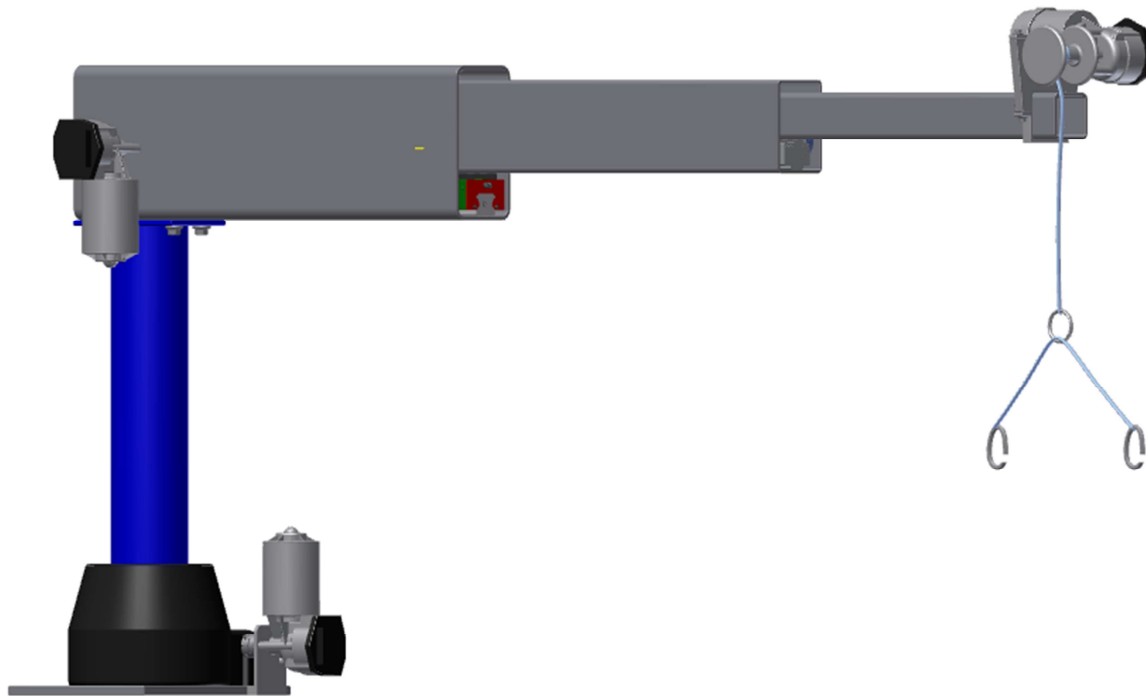
Pohon je vhodné realizovat pomocí řetězu nebo řemenu. Z hlediska snížení hluku je v návrhu využít pohon řemenem.

Řemenový převod je z hlediska bezpečnosti a designu umístěn uvnitř profilů.

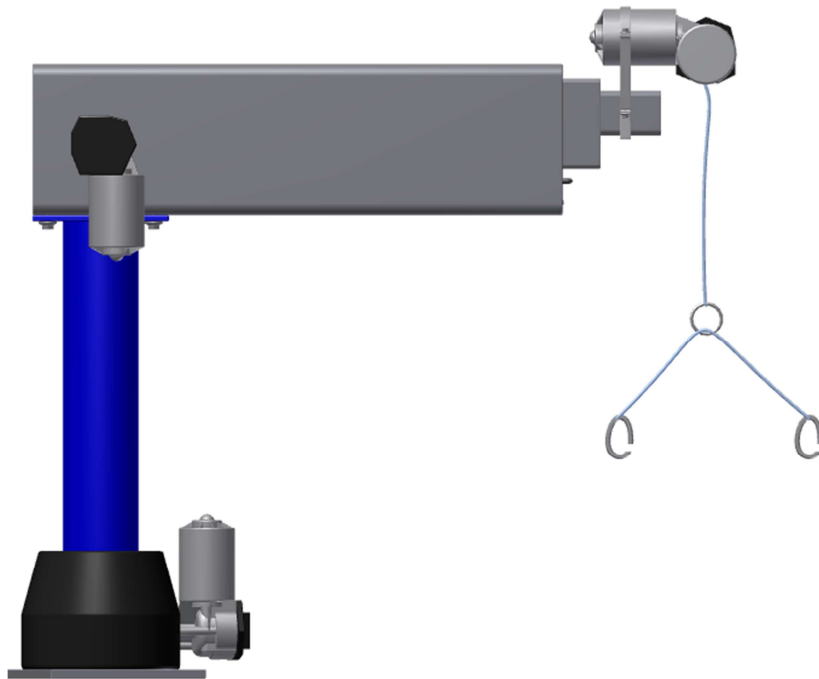
Jako motor je i zde pro návrh využít stěračový elektromotor ze Škody 120.

### 8.4.2 Konstrukční návrh jeřábu na naložení invalidního vozíku do osobního vozidla - varianta 2

Na následujících obrázcích je vidět 3D model sestavy a její umístění ve vozidle.



Obr. 73 - Jeřáb pro naložení invalidního vozíku do osobního vozidla (vysunutý) – varianta 2



Obr. 74 - Jeřáb pro naložení invalidního vozíku do osobního vozidla (zasunutý) – varianta 2



Obr. 75 - Umístění a funkce jeřábu ve vozidle – varianta 2 (18)

Na obr. 75 je schematicky naznačena funkce jeřábu, který je v klidové poloze zasunutý a nachází se v oblasti zavazadlového prostoru.

V pracovní poloze se jeřáb může nacházet v prostoru zadních dveří nebo v prostoru bočních dveří vozidla na straně řidiče.

Při této variantě jsou maximální rozměry jeřábu:

výška: 900 [mm]

délka zasunutý stav: 900 [mm]

délka vysunutý stav: 1900 [mm]



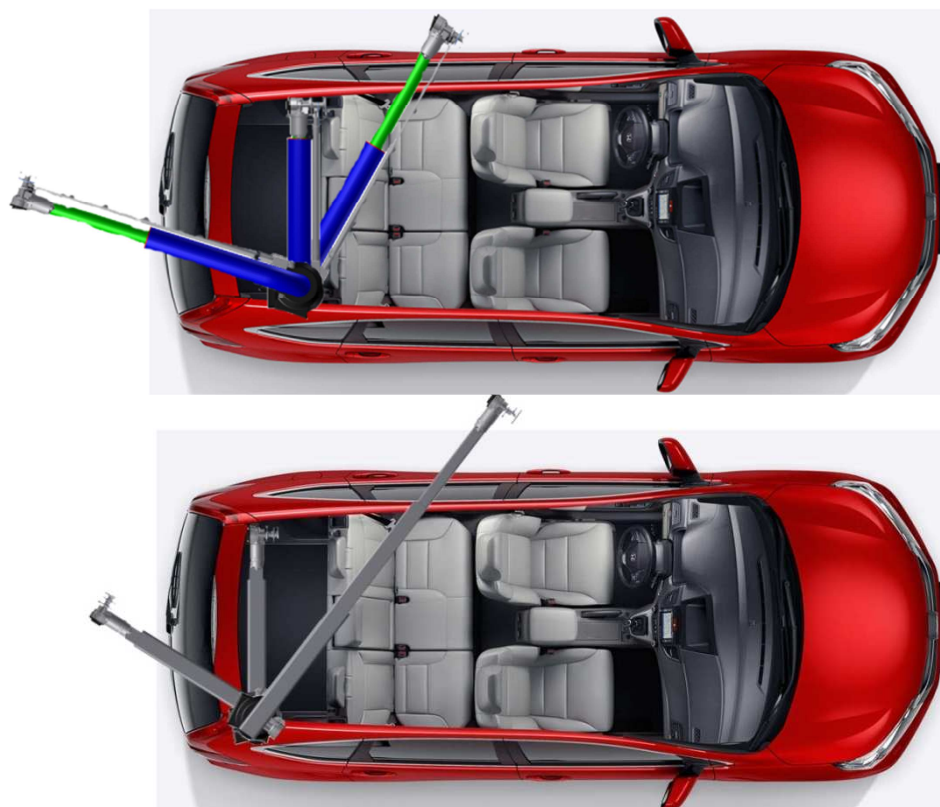
- maximální rozměry jsou ovlivněny:
  - o výška – prostorem mezi podlahou zavazadlového prostoru a horní hranou výstupního otvoru (boční dveře případně otvor zavazadlového prostoru – dle toho jaká podmínka bude přísnější)
  - o délka v zasunutém stavu – dvěma parametry: vnitřní šířkou zavazadlového prostoru vozidla ve výšce vodorovného ramene jeřábu a šířkou zavazadlového prostoru v místě montáže jeřábu k podlaze vozidla
  - o délka ve vysunutém stavu – závisí na délce jednotlivých profilů a na lanových (řetězových, řemenových) pohonech, které ovlivňují zdvih jednotlivých stupňů vysunutí profilů

#### 8.4.3 Porovnání obou konstrukčních návrhů:

Oba konstrukční návrhy jsou podobné. Některé konstrukční uzly jsou využity pro obě řešení. První návrh se vyznačuje jednodušší konstrukcí, ale jeho použitelnost je omezena pouze na vozidla, jejichž zavazadlový prostor umožňuje montáž v pravé straně zavazadlového prostoru v oblasti blízko za sedadly.

Druhý návrh má složitější konstrukci, která je ale univerzálnější a lze ji využít ve více vozidlech. Největší výhodou je díky víceúrovňovému výsuvu buď kompaktnější konstrukce při stejném zdvihu, nebo při stejných rozměrech větší zdvih oproti prvnímu návrhu.

Oba konstrukční návrhy byly v této práci uvedeny s přesnými rozměry. Tyto rozměry ukazovaly pouze jednu možnou variantu. Pro využití v praxi by se musel každý model vozidla, kam by se jeřáb montoval analyzovat a poté uzpůsobit rozměry (výška, délka v zasunutém stavu, délka ve vysunutém stavu, přípojné rozměry) jeho potřebám.



Obr. 76 – Umístění obou variant ve vozidle (18)



## 9. Zhodnocení

### 9.1 Technicko ekonomické hodnocení

Vytvořit technicko – ekonomické hodnocení obou konstrukčních návrhů nakládacích zařízení invalidního vozíku je velmi složité.

Existuje nespočet parametrů, které ovlivňují cenu výrobků. Ke stanovení výrobních cen by musely být známy ceny jednotlivých výrobních operací všech nenakupovaných součástí a ceny montáže konstrukčních celků a finálního výrobku. Tyto informace bohužel nelze jednoduše zjistit.

Konstrukční návrhy byly vytvářeny tak, aby byla možná výroba při použití jednoduchých strojů a výrobek šel vyrobit jednoduše i pro na takováto zařízení nespécializovaný výrobní závod.

Z těchto důvodů lze pouze subjektivně porovnat obě navržené varianty.

Z tohoto pohledu vychází jako výhodnější řešení varianta 1. Tato varianta má nižší spotřebu materiálu na nosné části konstrukce. Dále je její konstrukční řešení jednodušší a tedy i levnější v teleskopické části, jak z hlediska pohonu, tak i z hlediska vedení.

Varianta 2 je použitelná i v případech, kdy by zdvihem stačila varianta 1. Z výše uvedených údajů vyplývá, že je takovéto použití ovšem neekonomické a z tohoto hlediska je jak pro spotřebitele, tak pro výrobce vhodná existence obou produktů paralelně v nabídce výrobce.

Výrobci i spotřebiteli mohou vznikat i další vícenáklady popsané v kapitole 9.2.

### 9.2 Neuvažované vícenáklady

#### Pro výrobce:

##### Řízení pohonů

Při využívání elektromotorů v konstrukci je třeba uvažovat náklady spojené s elektroinstalací. Protože se na zařízení vyskytuje více elektromotorů, měly by tyto pohony být sloučeny do jednotného řízení s ovládáním, které bude funkční a pro provozovatele intuitivní, lehce ovladatelné a ergonomicky vyřešené.

##### Bezpečnost

I tyto vícenáklady souvisejí s pohony konstrukce. Při používání zařízení by mohlo docházet k poškození vozidla. Kvůli špatnému ovládání zařízení ze strany provozovatele vozidla by mohlo dojít k poškození čalounění interiéru nebo například zničení okna vozidla při střetu s ramenem jeřábu. Také by mohlo dojít k poškození samotného nakládacího zařízení nebo invalidního vozíku. V nejhorším případě by mohlo dojít ke zranění některého z cestujících ve vozidle.

Aby k tomu nedocházelo, je vhodné vybavit konstrukci senzory měřícími vzdálenost (např. ultrazvukovými), které by přerušily chod elektromotoru, pokud by v dráze pohybu zjistily překážku.

#### Pro zákazníka:

##### Přestavby:

Pro osoby, které mají těžší hendikep, musí být vozidlo upraveno výraznějším způsobem. Často se jedná o přestavby na ruční ovládání. To znamená, že se ve vozidle nachází ručně

ovládaná brzda a ručně ovládaný akcelerační pedál. Taková vozidla musí být vybavena automatickou převodovkou.

Někteří hendikepovaní mohou mít veliký problém s nastupováním do vozidla. Pokud nedisponují dostatečnou silou v horních končetinách, je těžké se přesunout z invalidního vozíku na sedadlo automobilu a následně si již jeřábem automaticky vozík naložit.

Problém s nastupováním je řešen přestavbou sedadla. To je úpravou změněno na otočné.



Obr. 77 – Otočné sedadlo řidiče (17)

Dalším problémem, který se řeší přestavbou, je nevhodný otvor pro naložení invalidního vozíku bočními dveřmi. Proto se aplikují přestavby výklopných dveří na dveře posuvné. Z hlediska prostoru pro naložení by byly vhodné také dveře, které se vyklápí proti směru jízdy.



Obr. 78 – Úprava dveří na posuvný princip

### **Nutnost homologace přestavby vozidla**

Všechny přestavby vozidla musí být homologovány příslušným správním orgánem daného státu. V České republice má tuto funkci Ministerstvo dopravy ČR.

## 10. Závěr

V této diplomové práci byla v úvodu provedena rozsáhlá rešerše různých zařízení pro naložení invalidního vozíku do osobního automobilu, která se vyskytují na trhu. Tato zařízení byla zhodnocena a byly popsány jejich výhody a nevýhody ve vztahu k hendikepu provozovatele vozidla.

V další části byly popsány různé typy karoserií osobních vozidel. I zde byly popsány jejich výhody a nevýhody s ohledem k prostoru pro invalidní vozík a pro zařízení k jeho naložení do vozidla.

V druhé polovině diplomové práce byl vytvořen konstrukční návrh nakládacího zařízení, které bude oproti zařízením vyskytujících se na trhu multifunkční. To znamená, že umožní nakládání z dvou míst v okolí vozidla (bočními zadními dveřmi a víkem zavazadlového prostoru). Toto řešení umožní hendikepované osobě například naložení těžšího nákladu do zavazadlového prostoru víkem zavazadlového prostoru a posléze nasednout do vozidla a bočními dveřmi pomocí jeřábu naložit invalidní vozík.

Nakládacího zařízení byly vytvořeny dvě varianty, kdy každá má určité výhody s ohledem na vozidlo, ve kterém by byla využita. U obou variant je využito velké množství společných prvků, z důvodu zajištění možné zaměnitelnosti těchto prvků mezi oběma variantami a z ohledu na snížení ekonomických nákladů.

Pokud má provozovatel vozidlo, ve kterém splní svoji funkci varianta návrhu 1, je toto řešení výhodnější než varianta 2, která je určena pouze vozidlům, kde nelze použít variantu 1. Varianta 2 má totiž nevýhodu ve složitější, těžší a dražší konstrukci a je umístěna v zavazadlovém prostoru na méně vhodném místě z hlediska těžiště vozidla. Její hmotnost tedy bude mít větší vliv na jízdní vlastnosti automobilu.

První varianta byla propracována podrobněji a byl k ní vytvořen výpočet MKP za účelem zjištění maximální deformace a napětí konstrukce. Získanými výsledky byla potvrzena dostatečná tuhost konstrukce. Z této varianty konstrukčního návrhu je zhotoven také výkres vybrané součásti, který je k diplomové práci přiložen.

V závěru diplomové práce byl ještě konstrukční návrh zhodnocen po technicko – ekonomické stránce.

## Zdroje:

1. Invalidní vozíky a zásady pomoci vozíčkáři. *Podpora rozvoje hybnosti osob s tělesným postižením*. [Online] Masaryk University, 2014. [Citace: 5. 4 2016.] <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/hybnost/web/pages/03-03-vozickari.html>.
2. Mechanické vozíky. *DMA kompenzační pomůcky*. [Online] [Citace: 4. 4 2016.] [http://www.dmapraha.cz/katalog/invalidni\\_voz%C3%ADky](http://www.dmapraha.cz/katalog/invalidni_voz%C3%ADky).
3. Service 3.600. *MEYRA*. [Online] MEYRA ČR s.r.o., 2015-2016. [Citace: 7. 4 2016.] <http://www.meyra.cz/servis-3600.html>.
4. Leichtgewichtsrollstuhl oder Aktivrollstuhl. *ROLLSTUHLCHECK*. [Online] 5. 1 2013. [Citace: 3. 4 2016.] <http://www.rollstuhlcheck.net/beratung/rollstuhlauswahl-und-anpassung/2012-12-09-15-32-29/leichtgewicht-oder-aktiv>.
5. Jiwe M. *Frühwald wieder Freude am Leben*. [Online] Frühwald, 2010. [Citace: 12. 4 2016.] [http://shop.fruehwald.net/?i\\_ca\\_id=2827](http://shop.fruehwald.net/?i_ca_id=2827).
6. Katalog - Nakládání vozíku. *IRCA-HDC s.r.o. individuální úpravy automobilů*. [Online] 2016. [Citace: 3. 4 2016.] <http://www.iroa.cz/produkty-nakladani-voziku-14>.
7. Rollstuhl - Dachbox. *Kienzle - Reha*. [Online] Kienzle Argo GmbH, 2016. [Citace: 3. 4 2016.] <http://www.kienzle-reha.de/dachbox/>.
8. Other Vehicle Options for Transporting your Wheelchair or Scooter for the Physically Disabled, Paraplegics, and Quadriplegics. *Minivan Conversions / Full Size Conversion Van / Handicapped Vans*. [Online] [accessiblewheelchairvan.com](http://www.accessiblewheelchairvan.com), 2009. [Citace: 3. 4 2016.] [http://www.accessiblewheelchairvan.com/other\\_vehicle\\_options\\_for\\_wheelchair\\_transport.htm](http://www.accessiblewheelchairvan.com/other_vehicle_options_for_wheelchair_transport.htm).
9. Auto Bleicher. *Rollstuhlverladesysteme*. [Online] [Citace: 3. 4 2016.] <http://www.autobleicher.de/behindertengerechter-fahrzeugumbau/rollstuhlverladesysteme.php>.
10. **Biskup, Pavel**. Auta a jejich třídy. Kdo je kdo? *auto.idnes.cz*. [Online] MF DNES, 19. 11 2004. [Citace: 7. 4 2016.] [http://auto.idnes.cz/auta-a-jejich-tridy-kdo-je-kdo-din-automoto.aspx?c=A041025\\_172955\\_automoto\\_fdv](http://auto.idnes.cz/auta-a-jejich-tridy-kdo-je-kdo-din-automoto.aspx?c=A041025_172955_automoto_fdv).
11. [Online] [Citace: 3. 4 2016.] <http://previews.123rf.com/images/vipervxw/vipervxw1003/vipervxw100300316/6655695-Car-blueprints-by-category--Stock-Vector-car-sedan-silhouette.jpg>.
12. [Online] Lillie Ammann, 2016. [Citace: 3. 4 2016.] <http://i0.wp.com/lillieammann.com/wp-content/uploads/2008/10/wheelchair.jpg>.
13. Škoda Octavia. *katalogautomobilu.cz*. [Online] [Citace: 7. 4 2016.] [http://www.katalog-automobilu.cz/files/automobily/st1/53/800x600\\_cs\\_CZ/1326494599-skoda-octavia-combi-16-40745.jpg](http://www.katalog-automobilu.cz/files/automobily/st1/53/800x600_cs_CZ/1326494599-skoda-octavia-combi-16-40745.jpg).
14. Nejprodávanější auta v ČR, duben 2016: trh dále roste, VW dále padá. *autoforum.cz*. [Online] 5. 5 2016. [Citace: 9. 5 2016.] <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/nejprodavanejsi-auta-v-cr-duben-2016-trh-dale-roste-vw-dale-pada/>.
15. *SAMOCHODTESTOVY.PL*. [Online] [Citace: 3. 4 2016.] [http://samochodtestowy.pl/wp-content/gallery/galeria-hyundai-i10/hyundai-i10\\_t.jpg](http://samochodtestowy.pl/wp-content/gallery/galeria-hyundai-i10/hyundai-i10_t.jpg).

16. 20 let ocel v pohybu. *Bolzano*. [Online] Bohdan Bolzano, 2016. [Citace: 5. 5 2016.] [http://www.bolzano.cz/assets/files/TP/MOP\\_%20Tycova\\_ocel/EN\\_10025/MOP-prehled\\_vlastnosti\\_S355J0.pdf](http://www.bolzano.cz/assets/files/TP/MOP_%20Tycova_ocel/EN_10025/MOP-prehled_vlastnosti_S355J0.pdf).
17. amazon.de. [Online] Amazon.com, 1998-2016. [Citace: 3. 4 2016.] [http://www.amazon.de/Aktuator-Superjack-HARL-3624-Schubstangenmotor/dp/B00BCJWWO0/ref=sr\\_1\\_1?s=ce-de&ie=UTF8&qid=1456691705&sr=1-1&keywords=superjack](http://www.amazon.de/Aktuator-Superjack-HARL-3624-Schubstangenmotor/dp/B00BCJWWO0/ref=sr_1_1?s=ce-de&ie=UTF8&qid=1456691705&sr=1-1&keywords=superjack).
18. CR-V. *HONDA*. [Online] 2016. [Citace: 12. 5 2016.] <http://www.honda.cz/cars/new/crv-2015/design.html>.
19. B-MAX Handy. *AUTO IN*. [Online] Maxx Creative Communication s.r.o., 2013. [Citace: 15. 5 2016.] <http://autoin.cz/o-nas/b-max-handy/>.
20. *Rolli Sherpa*. [Online] Klemm Mobilität. [Citace: 3. 4 2016.] <http://www.rolli-sherpa.de/>.
21. **CSc, Doc. Ing. Vlastimil Bureš.** *ČÁSTI STROJŮ I*. Plzeň : VSŠE v Plzni - ediční středisko, 1978.
22. Katalog - Nakládání vozíku. *IROA - HDC s.r.o.* [Online] CS Technologies s.r.o., 2016. [Citace: 16. 5 2016.] <http://www.iroa.cz/produkty-nakladani-voziku-14>.

## **PŘÍLOHA č. 1**

**Datové listy výrobků, z kterých byly čerpány informace použité  
v konstrukčním návrhu**

## Referenční model invalidního vozíku

**Service**  
**3.600**  
Kód ZP: 07-0005719

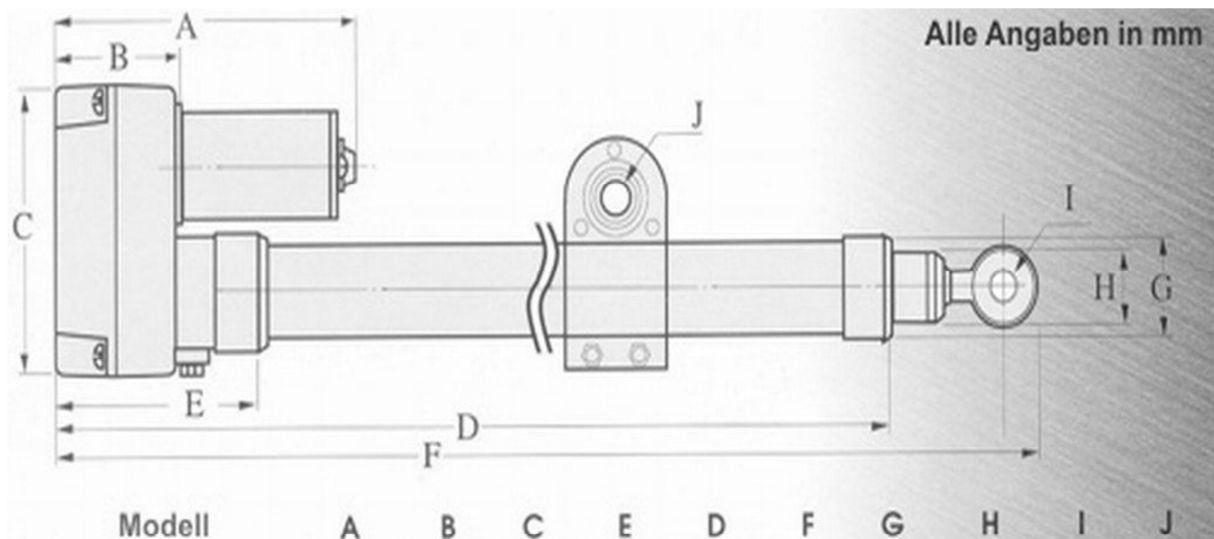
Zaměřovací list   
Návod k použití   
Zpět

Vlastnosti produktu      Technické údaje



Šíře sedu (cm)	38	40	43	45	48	51
Celková šíře vozíku (cm)	60	62	65	67	70	73
Šíře vozíku ve složeném stavu (cm)				31		
Hloubka sedu (cm)				44		
Přední výška sedu (cm)				52		
Zadní výška sedu (cm)				49		
Celková výška (cm)				92		
Výška zádové opěry (cm)				42		
Výška postranic (cm)				24		

## Lineární pohon „Super Jack“



Modell	A	B	C	E	D	F	G	H	I	J
DARL3608+	155	69	107.5	99	368.4	418.4	25	19.7	8	10
DARL3610+	155	69	107.5	99	419.2	469.2	25	19.7	8	10
DARL3612+	155	69	107.5	99	470	520	25	19.7	8	10
HARL3612+	168	69	124	115	500	575	35	26	13	13
HARL3618+	168	69	124	115	637	715	35	26	13	13
HARL3624+	168	69	124	115	774	855	35	26	13	13
QARL3624+	182	73	146	127	790	885	51	45	13	13
QARL3636+	182	73	146	127	1080	1175	51	45	13	13



# Elastomerová spojka R + W EKL 10

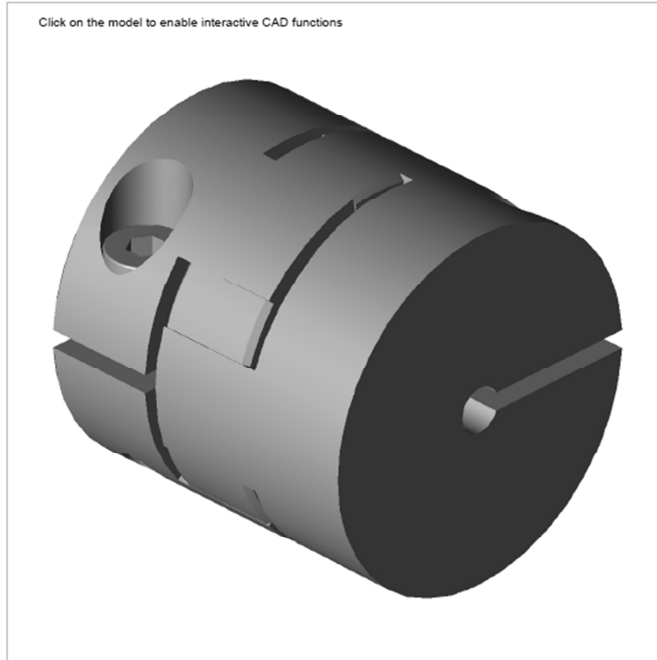
EKL 10

3D View



Date 26.04.2016

Page 1 of 2





### Your Configuration

#### Elastomer Couplings EK

Model	EKL 10
Type (Elastomer insert)	A
Overall length inserted (mm)	32
Outer diameter (mm)	32
Unit of measurement Bore left	Bore diameter in mm
Clamping fit length, left (mm)	10.3
Inner diameter, left (H7/mm)	4
with keyway connection	no
Unit of measurement Bore right	Bore diameter in mm
Clamping fit length, right (mm)	10.3
Inner diameter, right (H7/mm)	4
with keyway connection	no

#### Open / Save CAD Files

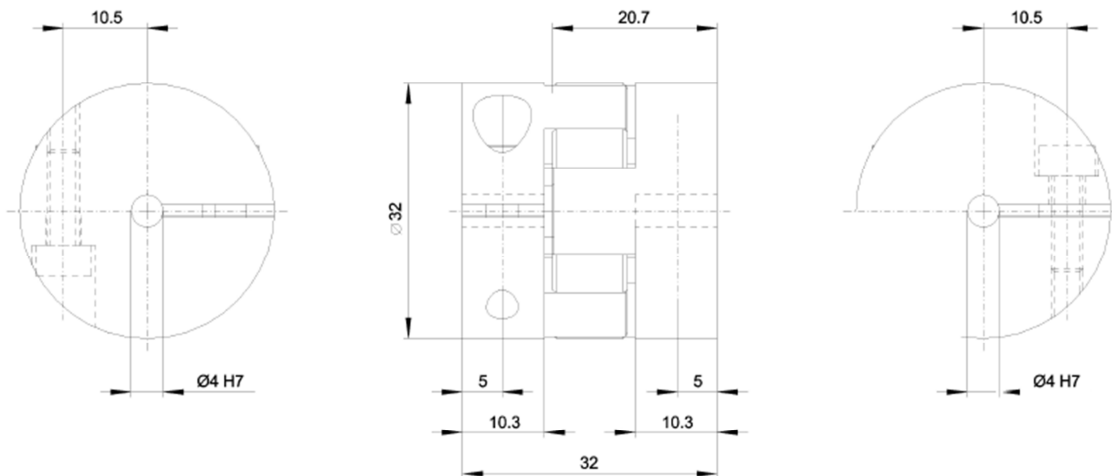
Open file: Double-click on icon  
Save file: Right click on icon  
 EKL\_10\_A\_4\_4\_4.dxf  
 EKL\_10\_A\_4\_4\_4.dwg

#### Your Contact for Questions

Do not hesitate to contact us for enquiries or technical help.  
On our homepage you will find Your R+W contact nearby:

[www.rw-couplings.com/Locations](http://www.rw-couplings.com/Locations)

© R+W Antriebs-elemente GmbH | [www.rw-couplings.com](http://www.rw-couplings.com)



Maß- und Konstruktionsänderungen behalten wir uns vor

#### Technische Daten / Technical data:


Elastomerkranz / Elastomer insert	: 98 Sh A
Nenn Drehmoment / Rated torque	: 12.5 Nm
Schraube / Screw ISO 4762	: M4
Anzugsmoment / Tightening torque	: 4 Nm



Elastomerkupplung		Neuzüge, Best./Ser. Series	
General dimension	1:1	Datum/Date	Name
General dimension	1:1	26/04/2016	CADClick
Überprüfen / Surface quality		Index	Änderung/Change
DAWBO 1382		Datum/Date	Name



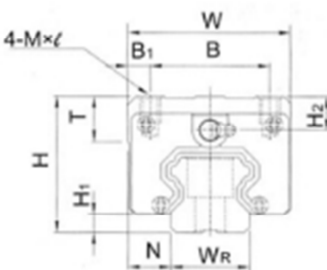
## Lineární vedení HIWIN

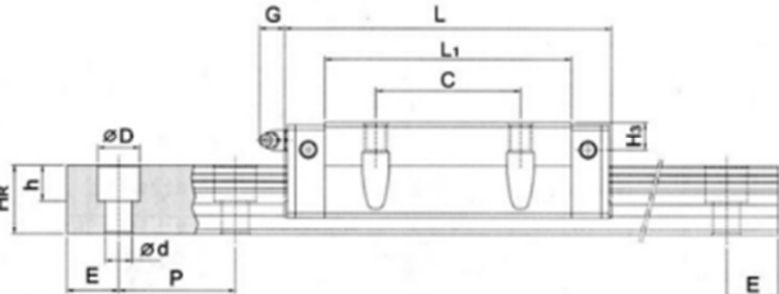


**HGH - úzký vozík | Typ**

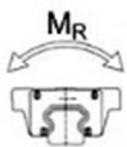
- 4-řadé kuličkové provedení
- velikost 15–30
- vysoké zatížení, nízký pasivní odpor
- ZA – střední předpětí (0,03–0,07°C)
- H – vysoká přesnost (tolerance výška/šířka 0,015mm)
- dodání ze skladu (vel.30 dodací termín 1–2 týdny)

Výrobce: [HIWIN TECHNOLOGIES CORP.](http://www.hiwin.com)

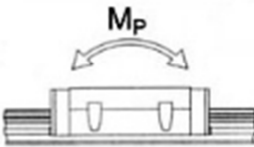




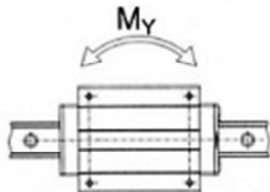
Typ	H	H1	N	W	B	B1	C	L1	L	G	MxL	T	WR	HR	D	h	d	P	E
HGH15CA	28	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	5.3	M4x5	6	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20
HGH20CA	30	4.6	12	44	32	6	36	50.5	75.6	12	M5x6	8	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20
HGH20HA	30	4.6	12	44	32	6	50	65.2	90.3	12	M5x6	8	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20
HGH25CA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	35	58	83	12	M6x8	8	23	22	11	9	7	60	20
HGH25HA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	50	78.6	103.6	12	M6x8	8	23	22	11	9	7	60	20
HGH30CA	45	6	16	60	40	10	40	70	97.4	12	M8x10	8.5	28	28	14	12	9	80	20
HGH30HA	45	6	16	60	40	10	60	93	120.4	12	M8x10	8.5	28	28	14	12	9	80	20



$M_R$

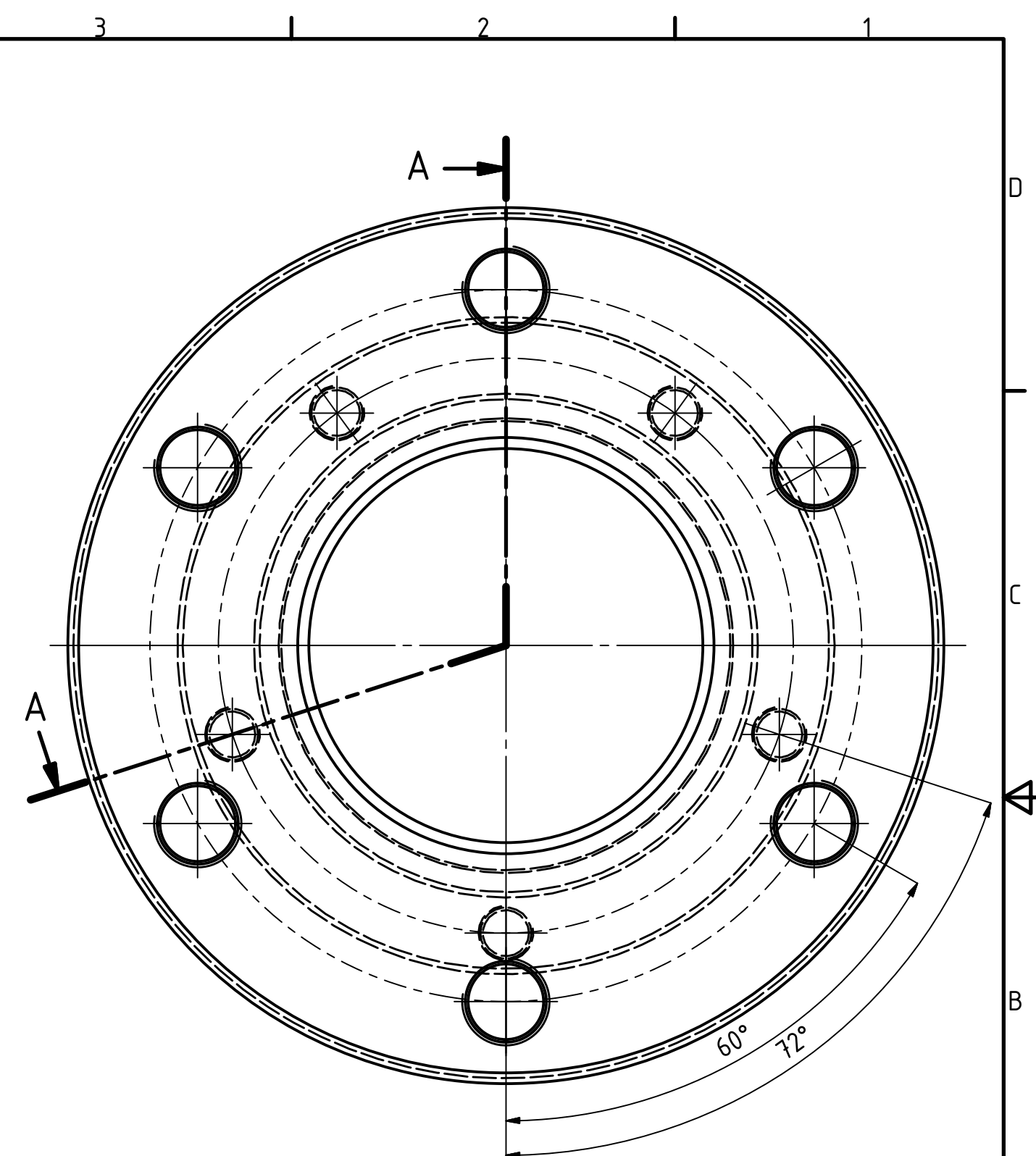
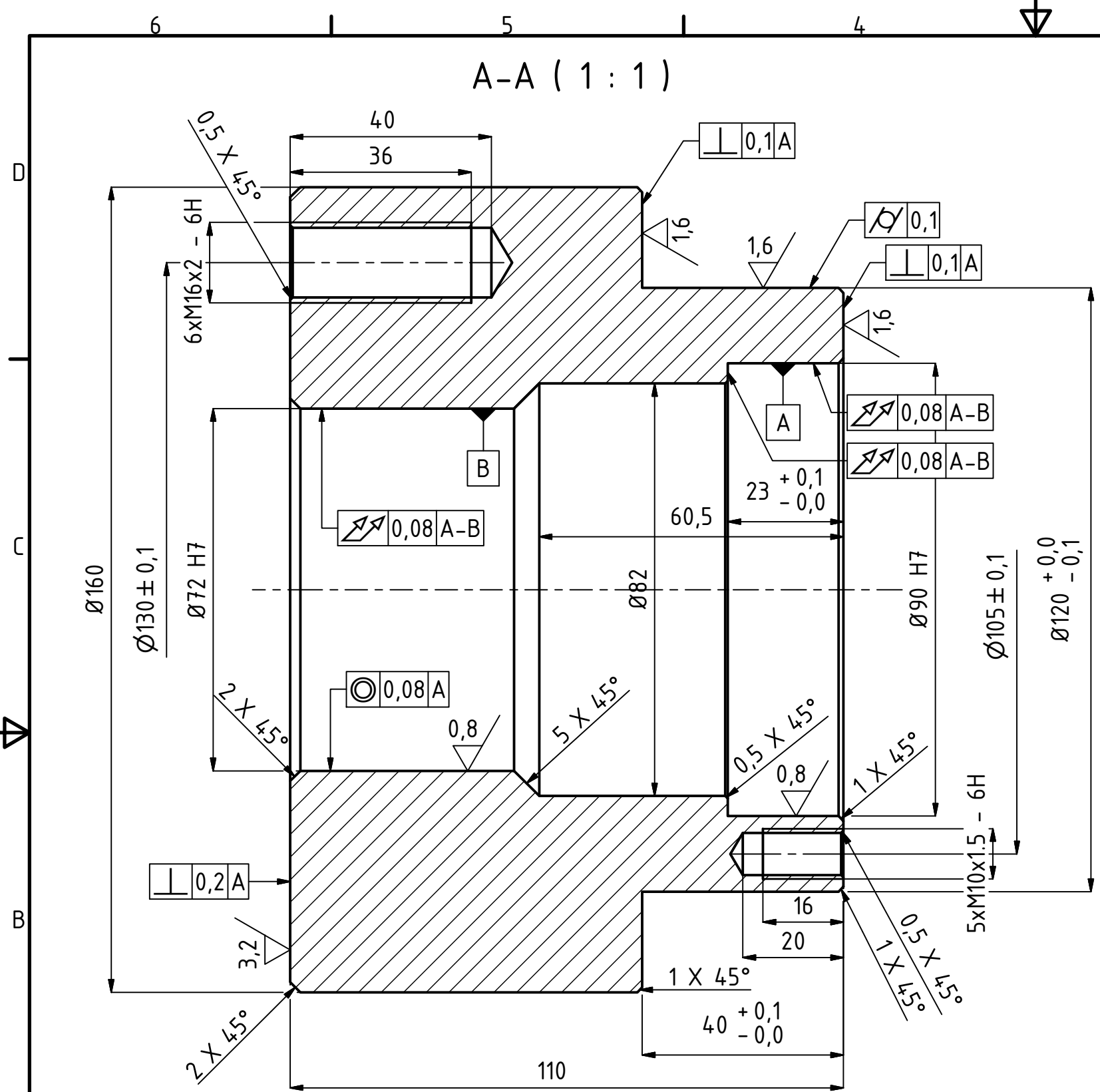


$M_p$

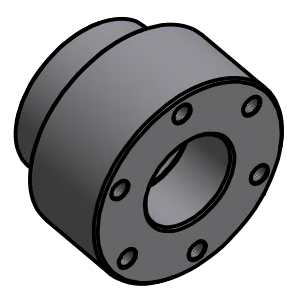


$M_y$

Typ	Šrouby kolejniče	C-dyn [kN]	C-stat [kN]	Mr [Nm]	Mp [Nm]	My [Nm]	hmotnost vozík [Kg]	hmotnost kolejniče [Kg/m]
HGH15CA	M4X16	11.38	25.31	170	150	150	0.18	1.45
HGH20CA	M5X16	17.75	37.84	390	270	270	0.38	2.21
HGH20HA	M5X16	21.18	48.84	490	470	470	0.39	2.21
HGH25CA	M6X20	26.48	56.19	640	510	510	0.67	3.21
HGH25HA	M6X20	32.75	76.00	870	890	890	0.69	3.21
HGH30CA	M8X25	38.74	83.08	1090	850	850	1.14	4.47
HGH30HA	M8X25	47.27	110.13	1400	1470	1470	1.16	4.47



3D model (1:5)



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1 Hmotnost (kg) 7,2	Přesnost ISO 2768 - mK Tolerování ISO 8015 Promítání 
Materiál - Polotovár C45E		Formát A3	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Petr Ježek Datum 16.5.2016	Název Ložiskový domek	
	Schválil Datum	Číslo dokumentu KKS-DP-PJ-1	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		List 1 Listů 1