



NÁVRH SKLADOVACÍHO ZAŘÍZENÍ VE FIRMĚ DENSO MANUFACTURING CZECH s.r.o.

Diplomová práce

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T010 – Inovační inženýrství

Autor práce: Bc. Martin Dvořák
Vedoucí práce: prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.





DESIGN OF STORAGE EQUIPMENT AT FIRM DENSO MANUFACTURING CZECH s.r.o.

Diplom thesis

Study programme: N2301 Strojní inženýrství
Study branch: 3909T010 – Inovační inženýrství

Author: Bc. Martin Dvořák
Supervisor: prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Martin Dvořák
Osobní číslo: S14000309
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Inovační inženýrství
Název tématu: Návrh skladovacího zařízení ve firmě DENSO Manufacturing Czech s.r.o.
Zadávací katedra: Katedra částí a mechanismů strojů

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

Inovujte skladovací zařízení plastových dílů mezi středisky Molding a HVAC. Zařízení má snížit čas potřebný k uskladnění na danou pozici operátorem minimálně o 30%.

- 1) Inovujte stávající skladovací zařízení v daných podmínkách firmy tak, aby bylo energeticky nenáročné.
- 2) Proveďte rozbor stávajícího stavu, proveďte jeho kritické hodnocení.
- 3) Navrhňte nové požadavky na stávající zařízení.
- 4) Proveďte několik inovačních návrhů řešení a jejich zhodnocení.
- 5) Určete optimální variantu dle zvolených kritérií a k nim přiřazených váhových faktorů.
- 6) Sestavte rozhodovací tabulku a proveďte výběr varianty pro realizaci.
- 7) Udělejte na vybranou variantu úplný konstrukční návrh včetně výrobně technické dokumentace a ekonomického zhodnocení.

Rozsah grafických prací: přílohy dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 50
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

- [1] PEŠÍK, L. *Části strojů. 1. díl.* Liberec: Technická univerzita 2005. ISBN 978-80-7372-573-0
[2] PEŠÍK, L. *Části strojů. 2. díl.* Liberec: Technická univerzita 2005. ISBN 978-80-7372-574-7
[3] LEINVEBER, J. a P. VÁVRA. *Strojnické tabulky.* Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4
[4] MAŠÍN I. a L. ŠEVČÍK. *Metody inovačního inženýrství: Inovace, plánování a navrhování výrobku.* Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu, 2006. ISBN 80-903533-0-4
[5] MAŠÍN, I. *Inovační inženýrství - Plánování a návrh inovovaného výrobku. 1. vydání.* Liberec: TUL, 2012. 168s. ISBN 978-80-7372-852-6.
[6] SHIGLEY, J. E. a Ch. R. MISCHKE a R. G BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí. 1. vyd.* Editor Martin Hartl, Miloš Vlk. Brno: VUTIAM, 2010, 1159 s. ISBN 978-80-214-2629-0.
[7] ŠEVČÍK, L. a kol. *PLM systém a principy návrhu výrobku.* Liberec: Technická univerzita v Liberci 2010. ISBN 9787-80-7372-641-6
Databáze knihovny TUL

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.
Katedra částí a mechanismů strojů
Konzultant diplomové práce: Ing. Krzysztof Brodecki
Datum zadání diplomové práce: 12. listopadu 2015
Termín odevzdání diplomové práce: 12. února 2017

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan



prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 12. listopadu 2015

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a s konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Tímto děkuji mému vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc. za poskytnutí cenných rad, pevné vedení a trpělivost. Děkuji mu také za to, že mě na spoustu věcí pouze navedl a doporučil mi, kde hledat, ale na řešení samotné mě nechal přijít samotného.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Ondřeji Bařkovi a Ing. Tomášovi Tisovskému studentům doktorského studia, kteří mi velmi pomohli v oblasti homogenity řešení a okrajových podmínek v programu Creo2.

Dále bych chtěl také poděkovat Ing. Kryštofovi Brodeckému, mému konzultantovi z firmy DENSO MANUFACTURING CZECH s.r.o., za trpělivost při řešení tohoto projektu. A hlavně za to, že se mi věnoval v oblasti tohoto projektu i poté, co byl tento projekt přesunut do ranku C (bylo by dobré mít) a pravděpodobně se bude realizovat až po splnění všech aktivit z ranku A a B (musí být), které jsou prioritně nadřazený.

**TÉMA: NÁVRH SKLADOVACÍHO ZAŘÍZENÍ VE FIRMĚ DENSO
MANUFACTURING CZECH s.r.o.**

ABSTRAKT: Tato diplomová práce se zabývá nalezením optimálního konstrukčního řešení gravitačního skladovacího zařízení pro skladování plastových dílů ve vozících ve firmě DENSO MANUFACTURING CZECH. s.r.o. Toto zařízení je mechanického charakteru a jako jediný zdroj energie využívá hmotnost člověka tedy je energeticky šetrné k životnímu prostředí. Implementací tohoto zařízení dojde k úspoře deseti zaměstnanců při investici 2 234 000 Kč. Tato diplomová práce poslouží jako podklad pro výrobu skladovacího zařízení.

KLÍČOVÁ SLOVA: Skladovací zařízení, MTM-1

**Téma: DESIGN OF STORAGE EQUIPMENT AT FIRM DENSO
MANUFACTURING CZECH s.r.o.**

ABSTRACT: This thesis is about finding optimal construction solution of storage gravity equipment for storage plastic component on cart at firm DENSO MANUFACTURING CZECH. s.r.o. This equipment is fully mechanical and for moving use a human weight. This equipment is energy and environmentally friendly. By implementing this device will save ten workers with investment 2,234,000 CZK. This thesis will serve as a basis for the production of the storage facility.

KEYWORDS: Storage equipment, MTM-1

Zpracovatel : TU v Liberci, KST

Počet stran: 67

Počet příloh: 8

Počet obrázků: 49

Počet tabulek: 11

Počet grafů: 1

1	SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ	8
2	ÚVOD	9
2.1	Projekt a metody stanovení cílů.....	11
2.2	Technické zadání a cíl diplomové práce.....	12
2.3	Seznámení s firmou Denso manufacturing czech, s.r.o.....	13
3	ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU	14
3.1	Rozvržení manipulačních časů při manipulaci s vozíky.....	17
3.2	Metody předem určených časů MTM-1	18
3.2.1	Transport vozíku z místa 0 do místa 1 – MTM-1	18
3.2.2	Transport vozíku z místa 1 do místa 2 – MTM-1.....	19
3.2.3	Transport vozíku z místa 2 do místa 3 – MTM-1.....	20
3.2.4	Transport vozíku z místa 3 do místa 5 – MTM-1.....	20
3.3	Kritické hodnocení stávajícího stavu.....	22
3.4	Identifikace inovačních příležitostí.....	23
3.5	Seznam inovačních příležitostí	23
3.6	Průzkum trhu.....	24
3.7	Horizontální transportní systémy a gravitační dráhy.....	25
3.8	Závěsné transportní systémy.....	27
3.9	Ruční manipulační systémy	27
3.10	Automatické manipulační systémy.....	27
3.11	Inovační příležitost	28
3.12	Inovační záměr.....	28
3.13	Hodnocení možností transportů	28
4	NÁVRH 7 KONCEPTŮ	30
4.1	Gravitační skluz – zdvihání pomocí mechanismu	31
4.2	Gravitační skluz – zdvihání pomocí vaček	32

4.3	Gravitační skluz – zdvihání pomocí ozubení.....	33
4.4	Gravitační skluz – zdvihání pomocí pneumatiky	34
4.5	Gravitační skluz – zdvihání pomocí kulisového mechanismu.....	35
4.6	Horizontální dráha	36
4.7	Gravitační dráha se zdvihacím pákovým zařízením	37
5	VÝBĚR FINÁLNÍHO ŘEŠENÍ	38
5.1	SWOT analýza.....	38
5.2	Hrubá rozhodovací matice	40
5.3	Jemná rozhodovací matice.....	41
5.3.1	Volba kritérií	41
5.4	Závěr	42
6	KONSTRUKČNÍ NÁVRH SKLADOVACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	43
6.1	Skluzová část	43
6.2	Zdvihací zařízení.....	49
6.2.1	Kontrola kritických součástí soustavy.....	52
6.2.2	Kontrola ložisek na kontaktní tlak.....	54
6.3	Uvolňovací zařízení.	57
7	HODNOCENÍ VÝSLEDNÉHO ŘEŠENÍ	58
8	POROVNÁNÍ ŘEŠENÍ VZHLEDEM K PŮVODNÍMU STAVU.....	60
9	ZÁVĚR	62
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	63
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	64
12	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
13	SEZNAM GRAFŮ	66
14	SEZNAM TABULEK	66

1 SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

Apod.	A podobně
Obr.	Obrázek
Tab.	Tabulka
Č.	Číslo
Např.	Například
Kč	Koruna česká
Min	Minuta
Sec	Sekunda
Hod	Hodina
TMU	time measurement unit
Str.	Strana
Ks	Počet kusů
m	Hmotnost [kg]
F	Síla [N]
DMCZ	DENSO MANUFACTURING CZECH s.r.o.
Denso	DENSO MANUFACTURING CZECH s.r.o.
Š	šířka [m]
H	hloubka [m]
V	výšky [m]
FIFO	first in first out
M	Množství [ks]
Z	Denní zisk [Kč]
Max.	Maximální
Prac.	Pracovní

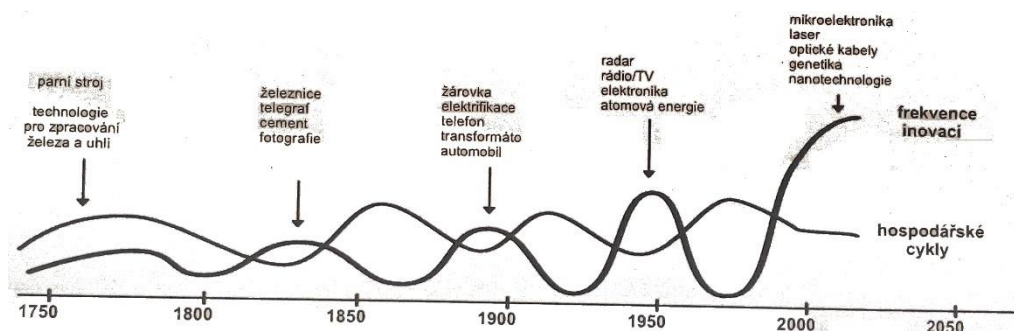
2 ÚVOD

V dnešní době jsou vlivem vysoké konkurence a nestálostí zákazníků kladeny ve všech odvětvích strojírenské výroby velmi vysoké nároky na cenu, jakost produktu a rychlost dodání. Snahou každé firmy tedy je, aby její produkty měly co nejnižší cenu a zároveň potřebnou kvalitu. Důležité je také, aby rychlost výroby byla právě taková, jaká je rychlost odebrání zákazníkem.

Jedna z možností, jak zvyšovat produktivitu, je snižování výrobního času. Toto snižování probíhá vždy ve vlnách až do vyčerpání kapacity. V první fázi dochází ke snižování ručních prací při stání stroje a pomocí nástrojů typu SMED se snažíme provádět vše, co lze za chodu stroje. Toto jsou zpravidla velmi levná opatření s vysokým procentem úspor. V další fázi dochází ke zrychlování času stroje optimalizací výrobních drah, využitím efektivnějších nástrojů a výrobních postupů. Vzhledem k původnímu času dokážeme ušetřit taktéž velké procento spotřebovaného času, ale s podstatně vyššími výdaji než v předchozí fázi. V poslední fázi dochází k inovaci procesu. V této fázi již došlo k vyčerpání stávajících možností zefektivňování původního strojního zařízení, a proto se přechází k jeho úplnému nahrazení.

Aby byl podnik dlouhodobě konkurenceschopný, je také důležité, aby zaměstnával lidi s dostatečnou kreativitou, se znalostmi dané problematiky a s dovednostmi tyto schopnosti systematicky využívat.

Jelikož v dnešní době takřka ve všech odvětvích převažuje na trhu nabídka nad poptávkou a frekvence inovací rok od roku roste (Obr. 1), je velmi důležitá i schopnost rychlého implementování změn ve výrobním (popřípadě inovačním) procesu, přičemž všechny tyto změny je potřeba logicky koordinovat, abychom dosáhli ještě efektivnějších výsledků.



Obrázek 1: Souvislost mezi technickým a ekonomickým rozvojem

Zdroj:[1]

V předchozích řádcích bylo řečeno mnoho o pojmu inovace, jeho definice však není zcela prostá. Inovace byla v minulosti studována z mnoha pohledů a v různých případech. Samotné slovo inovace pochází z latinského slova „innovare“, které, neznamená něco zcela nového, ale spíše nějaký nový způsob, novou formu něčeho již existujícího[1]. A to ve smyslu zlepšení něčeho, co již existuje. Vzhledem k rozsahu inovačního procesu byla inovace definována do různých podob.

Podle rakouského ekonoma A. Schumpetera byla inovace definována jako:

*„zavedení nového výrobku nebo výrobku s novými vlastnostmi,
zavedení nového výrobního procesu do výroby,
zavedení nového druhu prodeje“*

Podle evropské komise je správnou definicí inovace tato verze:

*„obnovení a prodloužení sortimentu výrobků a služeb,
zavedení nové metody ve výrobě či dodávce,
zavedení změny v managementu, organizaci práce, pracovních podmínkách“*

Ať už definujeme inovaci podle J. A. Schumpetera nebo podle evropské komise, vždy musíme brát na zřetel to, že každá inovace je dílem člověka, jeho znalostí, dovedností a kreativity. Vždy také musí zákazníkovi nabídnout vyšší hodnotu, než jakou měl výrobní produkt před jejím zavedením.[1]

2.1 Projekt a metody stanovení cílů

Pro pojem projekt lze najít několik definic, nejnvýstižněji ji lze formulovat takto: projekt definujeme jako dočasné úsilí s cílem vytvořit unikátní produkt nebo službu. Projekt lze tedy charakterizovat jako nový produkt nebo službu, která je časově omezená.[2]

Každý projekt existuje, popřípadě byl založen z určitého důvodu a s jistým očekáváním, a tímto očekáváním je vždy dosažení cíle. Lze proto říci, že projekt by se měl po celou dobu orientovat hlavně na cíl, a již v počáteční fázi projektu je nutné tento cíl stanovit. Pro vytyčení cílů existuje několik pouček a nástrojů, v tomto projektu nám k jeho určení bude stačit poučka SMART (z anglického slova chytrý). Pod každým písmenem tohoto slova se skrývá jeden parametr, který by správně stanovený cíl měl splňovat.[2]

Specific	Specifický konkrétní – Cíle mají být specifické a konkrétní.
Measurable	Měřitelný - Cíle mají být opatřeny měřitelnými parametry, podle nichž lze jasně posoudit, zda bylo cíle dosaženo.
Asignable	Alokovatelný – Cíle mají být přiděleny jedinému subjektu s odpovědností a autoritou k výkonu rozhodnutí.
Realistic	Reálný – Cíle mají být reálně dosažitelné.
Time-bound	Časově ohraničené – Při stanovení cíle by mělo být jednoznačně stanoveno, kdy bude požadovaného stavu dosaženo.[2]

2.2 Technické zadání a cíl diplomové práce

Navrhněte skladovací zařízení pro manipulaci s vozíky o rozměru 1x1x1,5 m (š, h, v.). Tyto vozíky jsou zhotoveny z trubkové konstrukce SUS, spodní plocha je opatřena podlahkou z kartón-plastu. Maximální hmotnost vozíku s díly činí 40 kg. Vozík je opatřen 4 kolečky od firmy Beewatec o průměru 100 mm. Kolečka jsou ve dvou řadách. Rozvor koleček je 730 mm.

Skladovací zařízení se bude skládat ze tří částí: zdvihací zařízení, skluz a uvolňovací zařízení.

Skluz bude o maximální výšce 15 cm. Tuto velikost ověřte, popřípadě upřesněte. Po obou stranách bude původní zábradlí. Úhel skluzu ověřte z hlediska samovolného rozjetí vozíku v alespoň čtyřech místech skluzu. Jako materiál skluzu použijte beton, popřípadě dřevotřísku. Vozíky do sebe mohou narážet, ale nesmí se viditelně deformovat. Skluzem se dále nezabývejte.

Zdvihací zařízení bude zdvihát vozíky do výšky skluzu. Maximální síla na pedál bude 500 [N]. Zařízení bude mechanické bez elektrického, pneumatického či jiného pohonu. Zařízení je možno v krajním případě zapustit 30 [cm] do země. Bezpečnost hlavních částí zařízení bude s koeficientem $k=5$.

Uvolňovací zařízení bude mechanického charakteru, může obsahovat oddělovač. Doporučujeme inspirovat se stávajícími uvolňovacími zařízeními již v DMCZ používanými pro oddělování a aretaci palet.






Celková délka zařízení bude 10 m. Minimální uskladněný počet vozíků bude 9, jeden vozík smí být uskladněn na zdvihacím zařízení.

Ověřte původní standardní práci, navrhněte novou standardní práci, kde bude již zakomponováno skladovací zařízení. Zjistěte časovou úsporu z rozdílu těchto standardních prací. K vyhotovení standardních prací použijte metodu MTM-1, která je v DMCZ používaná. Vypočítejte návratnost při nákupu 40 zařízení. Pro manipulaci s vozíky v současném stavu uvažujte s osmi zavážeců v první směně, v druhé směně pěti a ve třetí směně s dvěma. Měsíční náklady na jednoho zavážече se pohybují ve výši 30 000Kč. Pro cenovou nabídku na zařízení zvolte jednu firmu z katalogu dodavatelských firem DMCZ.

2.3 Seznámení s firmou Denso manufacturing czech, s.r.o.

Programem DMCZ je výroba automobilových klimatizací a jejich součástí. Služba, kterou prostřednictvím klimatizací DMCZ zákazníkům poskytuje, je osobní komfort, s nímž osádka vozu absolvuje své cesty.

Tabulka 1: Představení hlavních výrobků Denso manufacturing czech s.r.o.

	Klimatizační jednotka Je srdcem klimatizace, kde se potkávají vzduchový, chladicí a topný okruh.
	Topné těleso Je tepelný výměník, který je napojen na vodní topný okruh. Ohřívá upravovaný vzduch teplem, které je odebíráno z motoru.
	Kondenzátor Je tepelný výměník, ve kterém probíhá kondenzace par chladicího média vysoké teploty a tlaku do kapalně fáze.
	Chladič Je tepelný výměník, který slouží k ochlazení chladicí kapaliny z motoru
	Výparník Je tepelný výměník, který je součástí chladicího cyklu. Ochlazuje a vysušuje procházející vzduch.

Základní ekonomické ukazatele:

Obchodní obrat: 8,567 miliard Kč (za fiskální rok 2012)

Počet zaměstnanců: 1550 (průměrný počet zaměstnanců za fiskální rok 2012)

Hlavní zákazníci:

VW, AUDI, Škoda Auto, Lamborghini, Suzuki, TPCA, Ned Car, BMW, Mercedes – Benz [12]

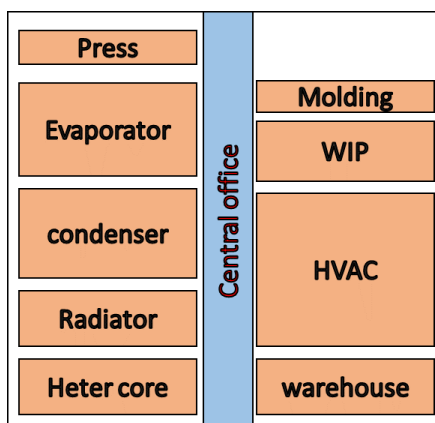
3 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU

V DENSO MANUFACTURING CZECH s.r.o. (dále jen DMCZ nebo Denso) se za rok vyrobí přibližně 3,5 milionu klimatizačních jednotek tzv. HVAC a objem výroby neustále roste s průměrným přírůstkem 0,25 milionu klimatizací za rok. Tento neustálý růst má vliv zejména na zvyšování počtu strojů, počtu linek, rychlosti linek a efektivnější využití prostoru, v neposlední řadě také na nárůst meziprocenálních skladů. Sklady produktu nepřidávají žádnou hodnotu, a proto je nutné je minimalizovat už jen z hlediska využití plochy, také musí být obsluhovány a udržovány pracovníky a nesou s sebou další náklady.

DMCZ se z těchto důvodů snaží sklady minimalizovat, popřípadě eliminovat pomocí nástrojů systémů řízení výroby a nastavením minimálních hodnot skladovaných počtů kusů. Je zde patrná i snaha sklady automatizovat nebo mechanizovat, tak aby byla obslužnost skladu co nejrychlejší a bylo zapotřebí co nejméně pracovníků pro údržbu, organizaci, naskladňování a vyskladňování materiálu.

Celý Liberecký závod Denso je rozdělen na dvě části, tzv. výměňkovou část, kde se vyrábí např. topení, výparníky a kondensory a na část HVAC, kde se vyrábí platové díly sloužící jako součásti do finální sestavy klimatizace – např. fan, blower case, heater case atd.

V této práci se budu zabývat největším meziprocenálním skladem v DMCZ, a tím je sklad mezi HVAC a Molding. Na procesu HVAC se provádí finální montáž klimatizačních jednotek a rovnání do stillidge a na procesu Molding, který je složený ze 17 vstřikolisů, se provádí výroby plastových částí klimatizace. Tyto plastové díly jsou charakteristické velkým uskladňovacím objemem, ale nízkou hmotností.

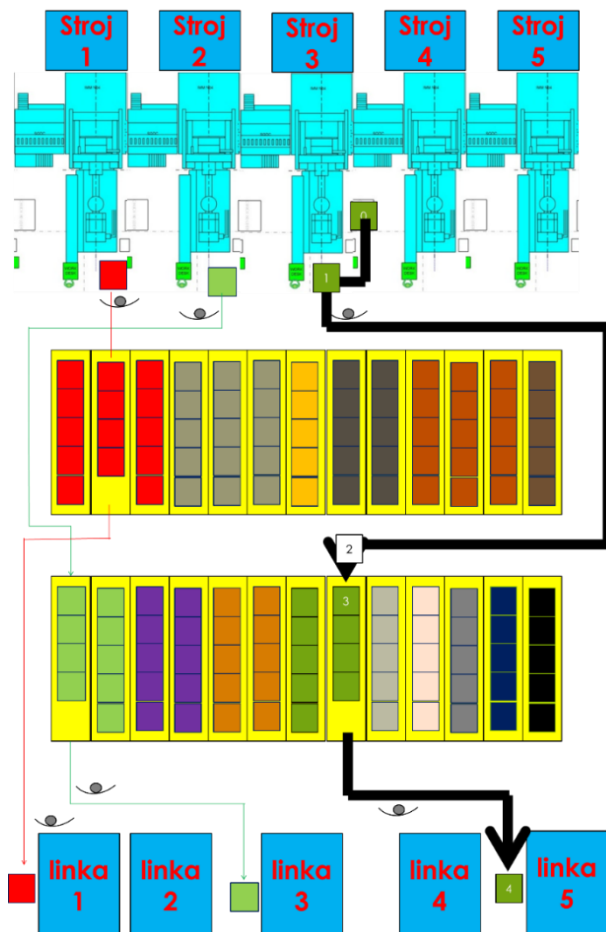


Obrázek 2: Schéma rozložení procesů v DMCZ

Zdroj: vlastní

Tento sklad je obsluhován 2 až 8 zavážeči a je v něm uskladněna 2 hodinová až celodenní zásoba dílů pro proces HVAC. Tento sklad je rozdělen do 4 zhruba stejně velkých ploch, kde jsou díly uskladněny ve vozících.

Na následujícím obrázku je vidět schéma jedné takové plochy. Na obrázku jsou barevně odlišeny jednotlivé druhy výrobků dle aktuálního rozložení a nastíněna vybraná trajektorie zaskandování vozíku na danou lokaci.



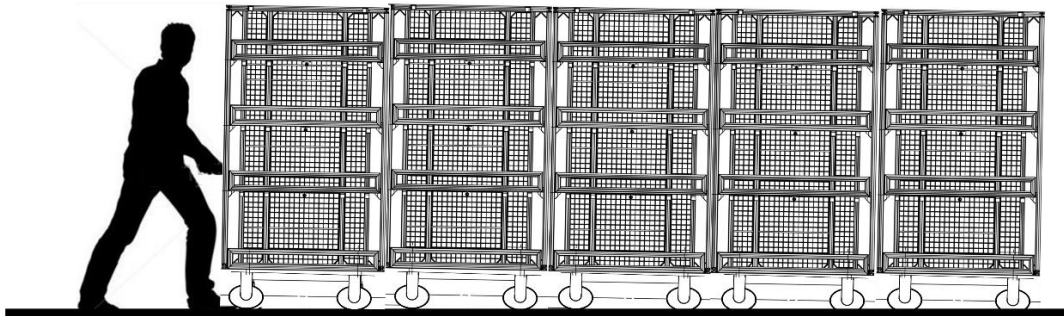
Obrázek 3: Schéma procesu Molding, přilehlého skladu a HVAC

Zdroj: vlastní

Výroba na procesu Molding závisí převážně na kanbanovém systému. Díly jsou rozděleny na velkoobrátkové a nízkoobrátkové, nízkoobrátkových dílů je v této ploše uskladněno 1denní množství, vysokoobrátkových dílů zpravidla 2h množství. V některých případech jsou velkoobrátkové díly vyráběny online, skladované množství tak slouží jen k pokrytí bezpečného transportu.

Vozík je o velikosti 1000x930x1400mm (Š,H,V) a je s ním manipulováno výhradně ručně. Jeho hmotnost v plném stavu je maximálně 35-40kg.

Jak je z obrázku patrné, sklady jsou koncipovány po krátkých drahách po pěti vozících, a to z důvodu vysoké ergonomické náročnosti při tlačení více jak pěti kusů vozíků.



Obrázek 4: Schéma operátora tlačícího 5 vozíků

Zdroj: vlastní

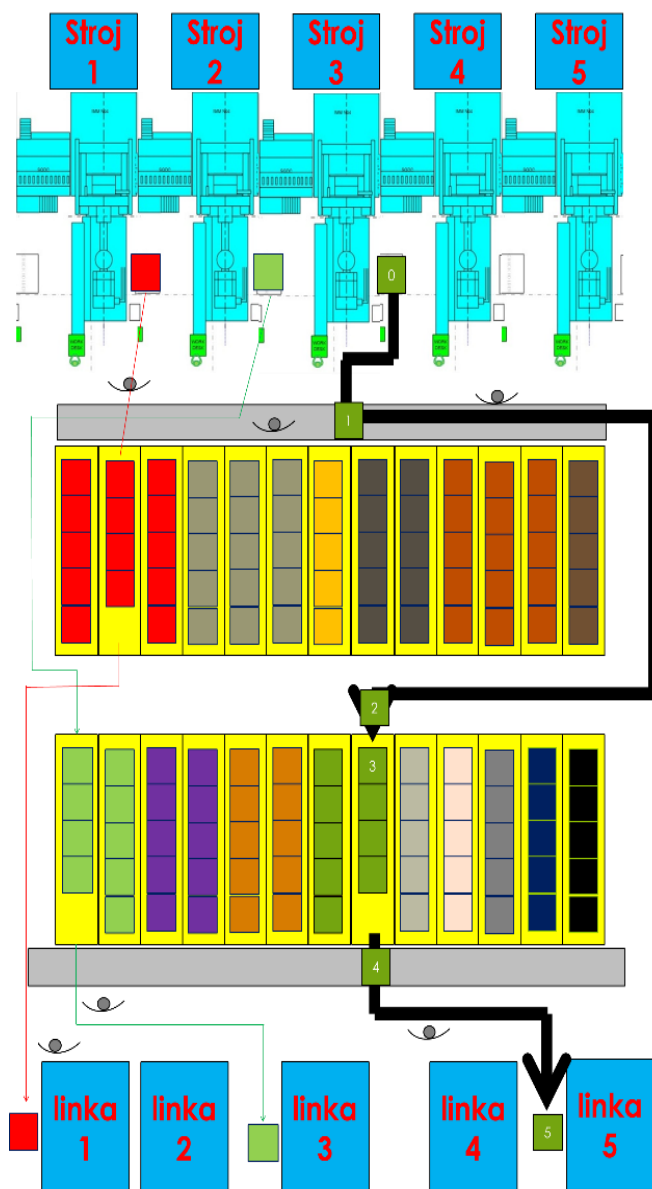


Obrázek 5: fotografie plného vozíku s plastovými díly

Zdroj: vlastní

Jednotlivé skladovací dráhy pro daný druh dílů jsou od sebe odděleny ocelovými profily o hraně 40x40mm ve výšce 40 cm nad povrchem země.

3.1 Rozvržení manipulačních časů při manipulaci s vozíky



Čas [0-1], dále čas 1

Čas 1 je souhrnný čas úkonů potřebný k přemístění vozíku z pozice 0 (pozice u stroje) na pozici 1 (do uličky) za pomoci 1 operátora a cesta zpět.

Čas [1-2] dále jen čas 2

Čas 2 je souhrnný čas úkonů potřebný k přemístění vozíků z pozice 1 (v uličce) na pozici 2 (před danou skladovací pozicí) za pomoci 1 zavážeče a jeho cesta zpět.

Čas [2-3] dále jen čas 3

Čas 3 je souhrnný čas úkonů potřebný k přemístění vozíků z pozice 2 (před danou skladovací dráhou) pozice před danou skladovací pozicí na pozici 3 (ve skladovací dráze na dané pozici) za pomoci 1 zavážeče, v tomto času je zahrnuto překonání odporu 4 vozíků v dané dráze při tlačení a jejich posunutí.

Čas [3-4] dále jen čas 4

Čas 4 je souhrnný čas úkonů potřebný k přemístění vozíků z pozice 3 (pozice ve skladu) na pozici 4 (před skladem) za pomoci 1 zavážeče. Je zde zohledněn vstup do dráhy až na poslední pozici a vytažení vozíků cestou pozpátku.

Čas [4-5] dále jen čas 5

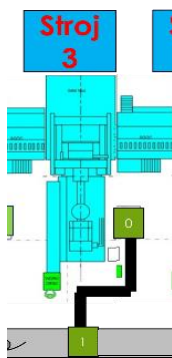
Čas 5 je souhrnný čas úkonů potřebný k přemístění vozíků z pozice 4 (před skladem) na pozici 5 (pozice na lince) za pomoci 1 zavážeče.

procesu

3.2 Metody předem určených časů MTM-1

Metoda je založená na předpokladu, kdy každou manuální práci můžeme rozdělit na základní pohyby, ze kterých je možno utvořit zpětně jakýkoliv pracovní postup. Pro tyto základní pohyby jsou určeny v tabulkách časové hodnoty pro jejich délku trvání. Tímto způsobem metoda MTM v sobě syntetizuje faktory pohybu i času ve vzájemné vazbě. To umožňuje pomocí této metody nejen popsat přesně vymezený pracovní postup a jeho podmínky, ale zároveň určit i jeho časové trvání. Při tomto postupu můžeme téměř vyloučit používání stopek pro normování práce. Časové normativy MTM jsou jednotné a mezinárodně platné.[23]

3.2.1 Transport vozíku z místa 0 do místa 1 – MTM-1



Na obrázku vlevo lze vidět trajektorii, po které operátor musí transportovat vozík o pozici 0 u stroje na pozici 1 do uličky.

V následující tabulce lze vidět standardní práci a standardní čas potřebný k přemístění vozíku operátorem mezi místy 0 a 1. Vozík je transportován manuálně. Standardní práce byla vyhotovena metodou MTM-1.

Obrázek 7: trajektorie 0-1

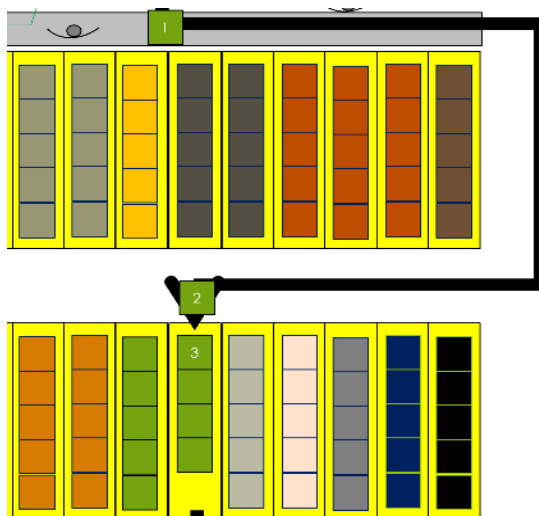
Zdroj: vlastní

Tabulka 2: tabulka časů potřebných k přemístění vozíků z pozice 0 na pozici 1

#	LEFT HAND	LEFT HAND Description for Left Hand	L HAND code	L HAND TMU	L HAND Q x	TOTAL TMU	R HAND N x	R HAND TMU	R HAND code	RIGHT HAND Description for	RIGHT HAND TMU
		vozik k tělu, změna směru:				15,0	1	15	W-P		0,5
0,6		sáhnout na vozík	R40B	15,6	1	15,6	1	15,6	R40B	sáhnout na vozík	0,6
0,1		uchopit vozík	G1A	2	1	2,0	1	2	G1A	uchopit vozík	0,1
0,3		vliv hmotnosti vozíku	SC10/2	7,3	1	7,3	1	7,3	SC10/2	vliv hmotnosti vozíku	0,3
0,6		přitáhnout vozík	M30B10/2	15,49	1	15,5	1	15,49	M30B10/2	přitáhnout vozík	0,6
						18,6	1	18,6	TBC 1	otočení o 45°	0,7
						37,2	1	37,2	TBC 2	otočení o 45° se zastavením s stabilizací	1,3
		cesta s vozíkem:				102,0	6	17	W-PO	převést vozík k uličce	3,7
0,2		doumstit vozík	M10B	6,8	1	6,8	1	6,8	M10B	doumstit vozík	0,2
0,1		pustit vozík	RL1	2	1	2,0	1	2	RL1	pustit vozík	0,1
						37,2	1	37,2	TBC 2	otčit se o 180°	1,3
						90,0	6	15	W-P	cesta zpět na pracovní pozici	3,2
		basic time in TMU		49		349		189			
		basic time in second		1,8		12,6		6,8			

Z tabulky lze vidět, že součet času potřebného k přemístění vozíku do uličky a následná chůze zpět na pracovní pozici zabere operátorovi 12,6 s. Tento čas je stejný pro všechny stroje.

3.2.2 Transport vozíku z místa 1 do místa 2 – MTM-1



Na obrázku vlevo lze vidět trajektorii, po které zavážeč musí transportovat vozík z pozice 1 v uličce na pozici 2 vstup do skladovací pozice. Tato trajektorie je proměnlivá vzhledem k projektu, proto je zde použita střední hodnota vzdálenosti 90 m, což je dle MTM-1 120 kroků bez zátěže a 150 kroků se zátěží.

Obrázek 8: trajektorie 1-2

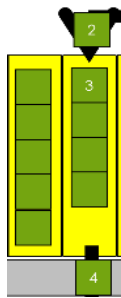
Zdroj: vlastní

Tabulka 3: tabulka času potřebných k přemístění vozíků z pozice 1 na pozici 2

#	LEFT HAND	LEFT HAND	L HAND	L HAND	L HAND	TOTAL	R HAND	R HAND	R HAND	RIGHT HAND	RIGHT HAND
	TMU	Description for Left Hand	code	TMU	Q x	TMU	N x	TMU	code	Description for	TMU
		získání k tělu, změna směru				150,0	10	15	W-P	střední cesta k vozíku (mezi pracovišti)	5,4
0,6		sáhnout na vozík	R40B	15,6	1	15,6	1	15,6	R40B	sáhnout na vozík	0,6
0,1		uchopit vozík	G1A	2	1	2,0	1	2	G1A	uchopit vozík	0,1
0,3		vliv hmotnosti vozíku	SC10/2	7,3	1	7,3	1	7,3	SC10/2	vliv hmotnosti vozíku	0,3
0,6		přítáhnout vozík	M30B10/2	15,49	1	15,5	1	15,49	M30B10/2	přítáhnout vozík	0,6
						18,6	1	18,6	TBC 1	otočení o 45°	0,7
		cesta s vozíkem:				2550,0	150	17	W-PO	převést vozík k uličce	91,8
0,2		doumstit vozík	M10B	6,8	1	6,8	1	6,8	M10B	doumstit vozík	0,2
0,1		pustit vozík	RL1	2	1	2,0	1	2	RL1	pustit vozík	0,1
						37,2	1	37,2	TBC 2	otčit se o 180°	1,3
						1800,0	120	15	W-P	cesta zpět na pracovní pozici	64,8
		basic time in TMU		49		4 605		152			
		basic time in second		1,8		165,8		5,5			

Z tabulky lze vidět, že součet času potřebného k přemístění vozíku z uličky ke skladovací pozici a následná cesta zpět tvoří časový nárok 165,8s.

3.2.3 Transport vozíku z místa 2 do místa 3 – MTM-1



Na obrázku vlevo lze vidět trajektorii, po které zavážeč musí transportovat vozík z pozice 2 v uličce na pozici 3. Zde překonává odpor 5 vozíků, je tedy nutné do vozíků tlačít. Celková vzdálenost počtem kroků je: 6 kroků na místo a 5 kroků zpět. Tento úsek standardní práce se pro jednotlivé úseky nemění.

Obrázek 8: trajektorie 2-3

Zdroj: vlastní

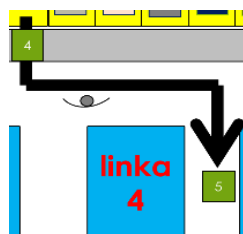
Tabulka 4: tabulka času potřebných k přemístění vozíků z pozice 2 na pozici 3

#	LEFT HAND	LEFT HAND Description for Left Hand	L HAND code	L HAND TMU	L HAND Q x l	TOTAL TMU	R HAND N x	R HAND TMU	R HAND code	RIGHT HAND Description for	RIGHT HAND	
		přetlačení vozíků										
0,6		sáhnout na vozík	R40B	15,6	1	15,6	1	7,1	mM20B	doumstit vozík	0,3	
0,3		vliv hmotnosti vozíku	SC44/2	7,3	1	16,4	1	16,4	SC44/2	vliv hmotnosti vozíku	0,6	
1,3		zatlačit na vozíky	M80B2/2	35,78	1	35,8	1	35,78	M80B2/2	přesunout vozíky	1,3	
						102,0	6	17	W-PO	4kroky	3,7	
						75,0	5	15	W-P	cesta zpět na pracovní pozici	2,7	
		basic time in TMU		59		245		91				
		basic time in second		2,1		8,8		3,3				

Z tabulky lze vidět, že součet času potřebného k přemístění vozíku na místo uložení ve skladu a cesty zpět je 8,8 s.

3.2.4 Transport vozíku z místa 3 do místa 5 – MTM-1

Na obrázku dole lze vidět trajektorii, po které operátor musí transportovat vozík z pozice ve skladu. Tento úsek je proměnlivý a závislý na projektu, proto je zde použita střední hodnota vzdálenosti 10 m.



Obrázek 9: trajektorie 3-5

Zdroj: vlastní

Tabulka 5: tabulka času potřebných k přemístění vozíků z pozice 4 na pozici 5

LEFT HAND	LEFT HAND	L HAND	L HAND	L HAND	TOTAL	R HAND	R HAND	R HAND	RIGHT HAND	RIGHT HAND
#	Description for Left Hand	code	TMU	Q x	TMU	N x	TMU	code	Description for	HAN
	cesta pro vozík a zpět				150,0	10	15	W-P	cesta od pracovní pozice k vozíku	5,4
0,6	sáhnout na vozík	R40B	15,6	1	15,6	1	15,6	R40B	sáhnout na vozík	0,6
0,1	uchopit vozík	G1A	2	1	2,0	1	2	G1A	uchopit vozík	0,1
0,3	vliv hmotnosti vozíku	SC10/2	7,3	1	7,3	1	7,3	SC10/2	vliv hmotnosti vozíku	0,3
0,8	přítáhnout vozík	M60B10/2	22,2	1	22,2	1	22,2	M60B10/2	přítáhnout vozík	0,8
					18,6	1	18,6	TBC 1	otočení o 45°	0,7
					37,2	1	37,2	TBC 2	otočení o 45° se zastavení	1,3
					170,0	10	17	W-PO	převést vozík k pracovní pozici	6,1
0,2	doumstit vozík	M10B	6,8	1	6,8	1	6,8	M10B	doumstit vozík	0,2
0,1	pustit vozík	RL1	2	1	2,0	1	2	RL1	pustit vozík	0,1
					37,2	1	37,2	TBC 2	otičit se o 180°	1,3
					30,0	2	15	W-P	cesta k pracovní pozici	1,1
	basic time in TMU		56		499		196			
	basic time in second		2,0		18,0		7,1			

Z tabulky lze vidět, že součet času potřebného k cestě do skladu pro vozík a cestě zpět s vozíkem je 18,0 s.

Součet časů

- transport 1 – 12,6s
- transport 2 – 165,8s
- transport 3 – 8,8s
- transport 4 – 18,0s
- suma:205,2s**

Závěr

Celkové časové náklady na transport s vozíky jsou rovny součtu dílčích časů, které byly detailně popsány výše. Celkové časy potřebné k manipulaci s vozíky jsou 205 s.

3.3 Kritické hodnocení stávajícího stavu

Současný systém skladování je finančně náročný, a to zejména z nutnosti využívat k obsluze skladu až 8 zavážeců v jedné směně. Dále toto řešení není zcela transparentní. Dále je zde špatná zjistitelnost, kterého dílu je v kterém skladovacím místě kolik vozíků. Další nevýhodou je nutnost pravidel pro dodržování FIFO, které se ne zcela snadno dodržují a někdy je jejich dodržení přímo nesnadné.

V následujícím výčtu provedu sumarizaci výhod a nevýhod.

Výhody

- Jednoduchost současného systému
- Nenáročnost na údržbu

Nevýhody

- Dlouhé časy transportů na pozici a z pozice
- Náklady na zavážecé
- Ergonomická náročnost na při manipulaci
- Nízký stupeň ideálnosti
- Nedodržování FIFO v rámci dávky

3.4 Identifikace inovačních příležitostí

Samotné plánování dané inovace vždy začíná prozkoumáním všech možných odvětví a daných problematik, které by umožnily vnesení efektivnějších a kreativnějších podnětů do řešení inovace. V praxi to tedy znamená, že se shánějí nejrůznější podklady, které by mohly být využity v nadcházejícím projektu. Obecně platí, že se inovační příležitosti zakládají buď na nové výrobní platformě, na derivátu platformy, na dílčím zlepšení existujícího výrobku, nebo na úplně novém produktu[1].

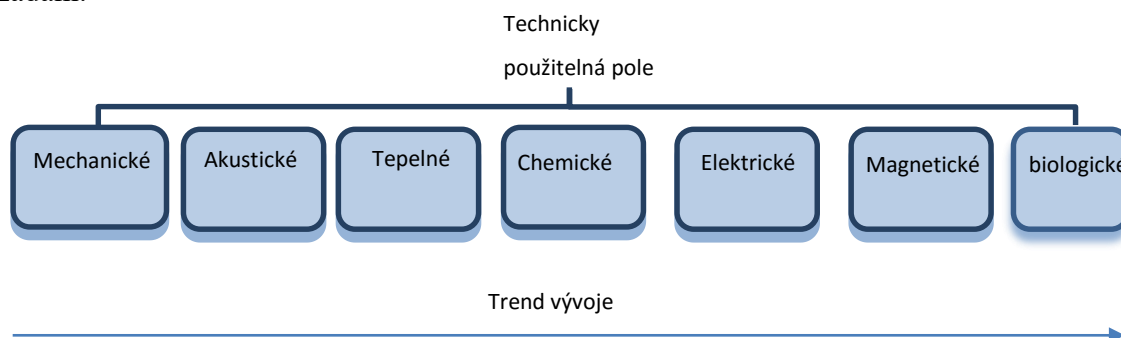
Jelikož skladovací zařízení nebude hromadně ani komerčně vyráběno a zákazníkem bude s vysokou pravděpodobností jen DMCZ je jediným možným zdrojem informací průzkum trhu, kde zákazník je pro nás výroba, tedy operátoři a zavážedla. Na základě rozhovorů byl sestaven seznam inovačních příležitostí.

3.5 Seznam inovačních příležitostí

- Uživatel musí tlačít vozík po celou dobu transportu.
- Transportní vzdálenost je dlouhá.
- Uživatel musí přetlačit 4 vozíky při naskladňování.
- Při vyskladňování musí uživatel jít velkou část trasy pozadu.
- Pro obsluhu současného skladu je potřeba až 8 zavážedel.
- Neexistuje zařízení pomáhající se zaskandováním.
- Neexistuje zařízení pomáhající s vyskladňováním.
- Uživatel musí kontrolovat pohyb vozíku.
- Uživatel musí vstupovat do prostoru skladu.
- Uživatel musí často měnit směr s vozíkem.
- Uživatel musí kontrolovat jiné uživatele, protože v prostoru skladu se nelze vyhnout.
- Neexistuje žádný automatický ani poloautomatický mechanický systém.

3.6 Průzkum trhu

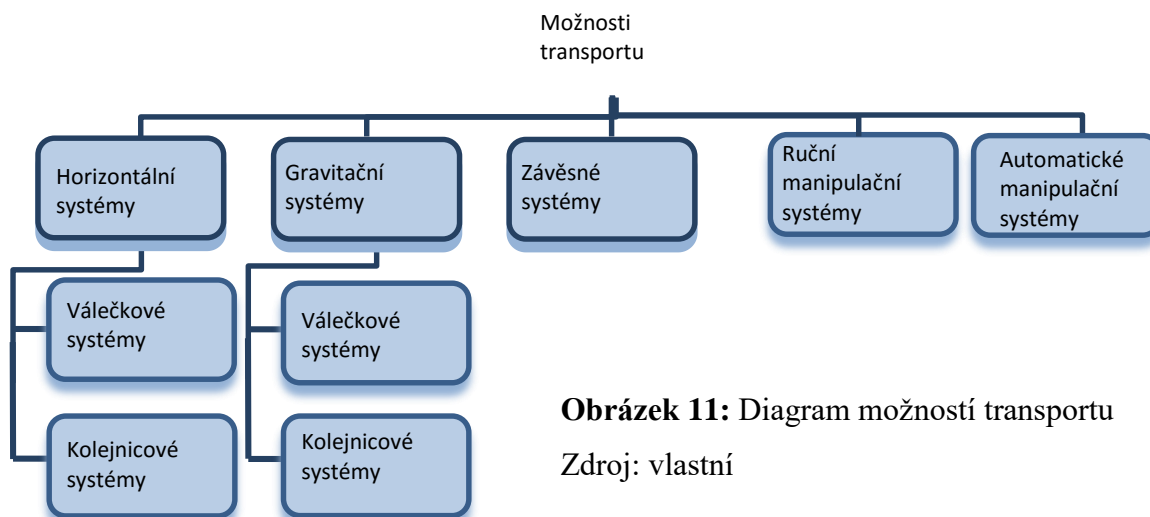
V nejšířším měřítku problematiky transportu lze pozorovat jednotlivé vývojové trendy, každý trend má své klady a své zápory, některé trendy jsou na počátku vývoje, jiné jsou již léty ověřené, což má vliv na jejich cenu, zpracovatelnost a využití v mém zadání.



Obrázek 10: Technicky použitelná pole

Zdroj: [3]

Po detailním prozkoumání internetu, literatury zabývajících se transportními zařízeními a po kontaktování prodejců specializujících se na danou problematiku bylo vytvořeno následující rozdělení možností pro transportování dílů mezi procesy molding a HVAC.



Obrázek 11: Diagram možností transportu

Zdroj: vlastní

Jak lze pozorovat, rozdělení je platné pouze pro mechanické pole. Přes zjevné výhody vyšších polí a vzhledem ke stupni dokonalosti jako je pole akustické, tepelné, chemické, elektrické, biomechanické a další, jsou náklady na aplikaci těchto polí vyšší, proto bylo uvažováno čistě s mechanickým polem, které je v současné době pro tuto aplikaci pravděpodobně nejlevnější a nejdostupnější.

3.7 Horizontální transportní systémy a gravitační dráhy

Horizontální transportní systémy a gravitační dráhy si jsou v mnoha ohledech velmi podobné, patří k nejvíce používaným průmyslovým systémům zavážení. Standardně se dají dále dělit podle použitého mediátoru na: kolejnicové systémy, válečkové tratě a dopravníkové pásy.

Rozdíl mezi těmito systémy je v tom, že u horizontálních drah se nemění potenciální energie transportovaného objektu, kdežto u gravitačních drah ano. U gravitačních drah lze proto pracovat s energií transportovaného objektu, popřípadě využít jeho potenciální energii, a řízeně ji transformovat na kinetickou energii.

Dopravníkové pásy

Dopravníkové pásy se používají zejména pro transport malých drobných dílů a sypkých materiálů, jejich využití je všestranné. Dopravníkový pás obvykle vyžaduje předepnutí pro správnou funkci zařízení a čas od času údržbu. Dále je důležité zmínit, že veškeré dopravníkové pásy jsou vybaveny hnacím motorem a jinak je nelze využívat. Zpravidla je plocha pásu rovná, ale pro transport sypkých materiálů bývá dynamizována tak, aby přesněji vyhovovala transportovanému médiu.



Obrázek 12: Ilustrační foto dopravníkového pásu

Zdroj: [13]

Kolejnicové systémy

Kolejnicové systémy slouží především pro přesnější transport dílů po dané trajektorii a prakticky vždy vyžadují mediátor – zařízení opatřené kolečky, které je vedeno kolejnicemi a s nosnou plochou pro výrobek (za předpokladu, že sám výrobek není opatřen vodícím systémem pro vedení v daných kolejnicích nebo po daných kolejnicích). Tímto vědním oborem se zabývá mnoho podniků.

Na následujícím obrázku je vidět příklad soustavy kolejnice-kolo. Jak je z obrázku patrné, tento systém je veden pouze jednostranně, lze tedy očekávat úsporu při nákupu kolejnic přibližně o 50 % oproti standardnímu dvou kolejnicovému řešení. Kolejnice je opatřena brzdícím zařízením „kartáč“, který dokáže účinně pohltit veškerou pohybovou energii vozíku.



Obrázek 13: kolejnicový systém Orgatex

Zdroj: [14]

Válečkové tratě

Válečkové tratě jsou nejlepším příkladem pro systémy pracující s gravitací, zpravidla je jedno místo gravitačního regálu (vstupní pozice) výše než výstupní pozice gravitačního regálu a produkt tak cestuje ze vstupní do výstupní pozice samočinně, ideálně konstantní rychlostí. V reálném případě probíhá pohyb produktu po válečkové trati s kladným zrychlením, které bývá často omezeno brzdícími válečky nebo samotnou délkou dráhy.



Obrázek 14: gravitační systémy Beewatec

Zdroj: [15]

3.8 Závěsné transportní systémy

Závěsné transportní systémy se zpravidla využívají v automobilové výrobě. Slouží především k zavěšení centrálního dílu a dodatečné montáži na jednotlivých pozicích dalších dílů. Tento systém je výhodný z hlediska manipulačního prostoru okolo jednotlivých dílů, nevýhoda však spočívá ve velkém zatížení stropní konstrukce budovy.



Obrázek 15: závěsné systémy pro montážní výrobu

Zdroj: [16]

3.9 Ruční manipulační systémy

Ruční manipulační systém lze nejlépe popsat na příkladu soustavy člověk-vozik nebo člověk-manipulační zařízení. Od těchto systémů se snažíme upouštět, protože nejsou ekonomické ani z hlediska produktivního využití času člověka úsporné. Důvodem neúspěšnosti je skutečnost, že transport nezvyšuje hodnotu produktu. Transporty objektu se tak snažíme minimalizovat a eliminovat na co možná nejkratší úsek. Dále usilujeme o eliminaci člověka z procesu. Zavážení se snažíme automatizovat.

3.10 Automatické manipulační systémy

V poslední době získávají velkou popularitu zejména automatické manipulační systémy. Systém je zpravidla tvořen soustavou automatického zařízení, které je naprogramováno pro dané cykly a transportní trasy a vozík. Automatické zařízení si samo vyzvedne vozík a zapřáhne jej za sebe nebo ho zajistí pro transport a dále vozík dopraví

na dané místo, kde ho uvolní a nabere prázdné vozíky, s kterými přijede zpět.



Obrázek 16: Automatické zavážecí zařízení Trilogic

Zdroj: [17]

3.11 Inovační příležitost

Po detailním prozkoumání trhu z hlediska manipulačních (transportních) a skladovacích zařízení (s přihlédnutím k možnostem trhu) bylo rozhodnuto, že vzhledem k velkým nedostatkům stávajícího aparátu bude probíhat vývoj nového výrobku.

Velkou příležitostí lze vidět ve snížení ergonomické zátěže, ve snížení času transportu a vytvoření zařízení, které nebude potřeba obsluhovat operátorem buď vůbec, nebo po kratší dobu oproti původnímu času.

3.12 Inovační záměr

Inovačním záměrem je zkonstruovat skladovací zařízení pro průmyslové využití a možnou aplikaci ve firmě Denso manufacturing czech, s.r.o. Zařízení zefektivní využití plochy pro skladování, sníží časové zatížení operátora a zvýší ergonomii práce. Zařízení bude v souladu s moderními trendy a bude snadno obsluhovatelné.

3.13 Hodnocení možností transportů

Před vyhotovením pěti konceptů je nutné zvážit, kterými směry má význam se nadále zabývat. Určit, které jsou efektivní vzhledem k aplikaci v DMCZ., a to nejen z hlediska ekonomického, ale i samotné realizace. Tímto zužujícím rozřazením bychom měli docílit

vyřazení nevhodných možností jakožto celého odvětví a zajistit realizovatelnost všech dalších návrhů řešení. Pro rozřazení bude použita srovnávací tabulka s pěti s bodovým ohodnocením od 1 do 10 (10 je nejlepší hodnocení). V tabulce bude 5 klasifikačních kritérií.

Tabulka 6: Porovnání jednotlivých zavážecích systémů

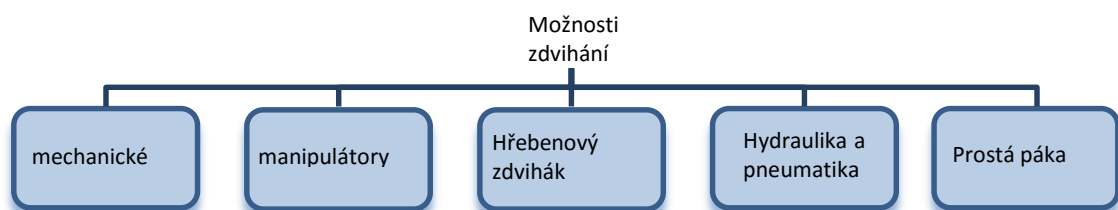
Hodnotící kritérium	Horizontální systémy	Gravitační systémy	Závěsné systémy	Ruční manipulační systémy	Automatické manipulační systémy
Cena	9	7	3	10	2
Potenciální přínos	6	8	8	3	10
Realizovatelnost	9	9	2	10	10
Bezpečnost	8	8	5	9	4
Stupeň ideálnosti	7	9	7	2	9
Suma bodů	39	41	25	34	35
Pořadí	2	1	5	4	3

Závěr: Vzhledem k výsledkům dosaženým porovnáním ve srovnávací tabulce budou návrhy konceptů vytvořeny ze sekcí gravitačních a horizontálních systémů. Jednotlivé varianty již budou řešit efektivní možnosti zdvihnutí vozíků jako základní rozdílový znak.

4 NÁVRH 7 KONCEPTŮ

V této kapitole budou představeny jednotlivé návrhy, které byly sestaveny na základě předchozího zkoumání, vlastních znalostí, průzkumu trhu a vývoje trendů. Základem každého systému bude vozík, který se bude přesouvat z bodu A do bodu B, dále gravitační nebo horizontální dráha. Přednost bude dána zařízením pracujícím bez vstupní elektrické energie nebo využívajícím energii z nad systému, popřípadě nízko energetickým systémům, protože to odpovídá trendům doby.

Možnosti zdvihání vzhledem ke gravitační dráze

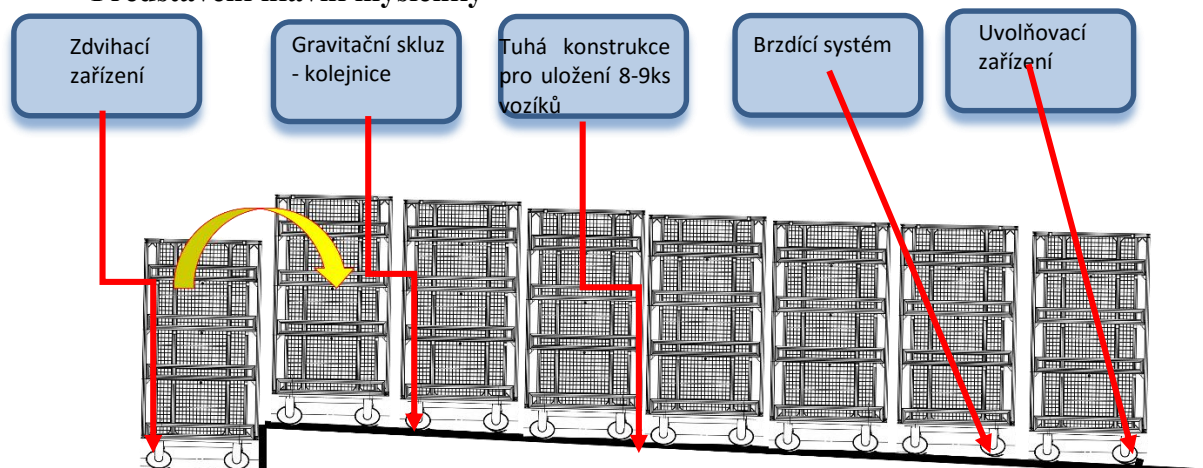


Obrázek 17: Schéma možností zdvihání vzhledem ke gravitační dráze

Zdroj: vlastní

Tento koncept bude dále rozpracován do několika variant lišících se zejména v části zdvihacího zařízení, které má velký vliv na rychlost obsluhy.

Představení hlavní myšlenky



Obrázek 18: Schéma gravitačního skluzu použitelného pro transport vozíků

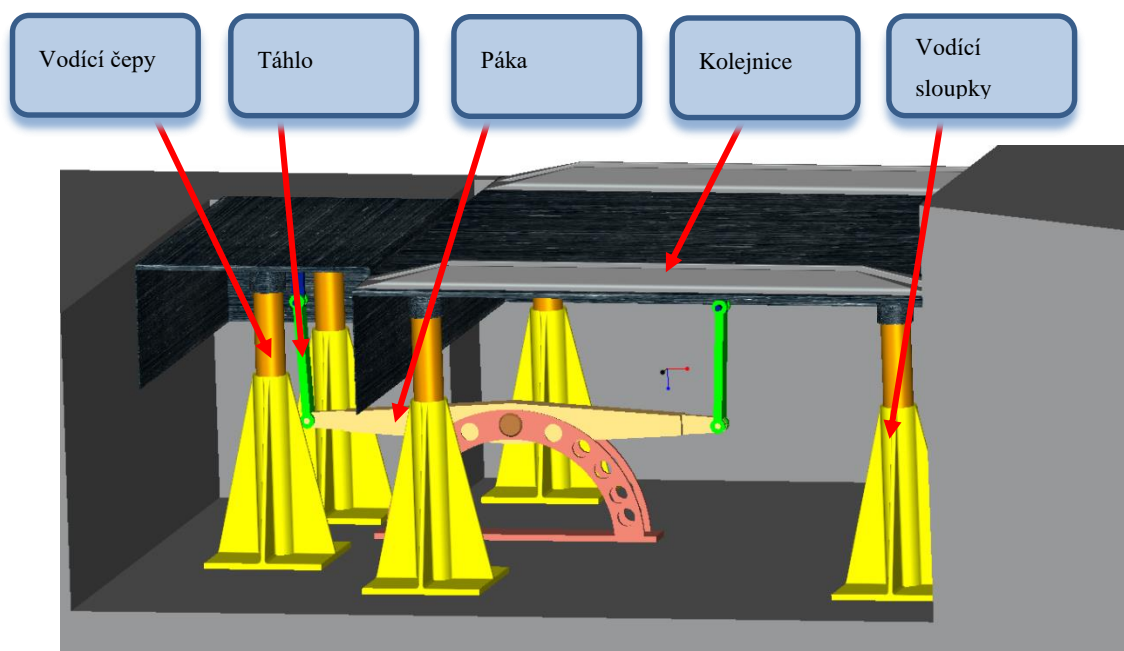
Zdroj: vlastní

Celé zařízení je tvořeno ze třech částí. První část tvoří samostatná jednotka zdvihacího zařízení, která má za úkol zdvihnout vozík do pracovní polohy, popřípadě ho následně spustit na gravitační skluz. Druhou část tvoří gravitační skluz tvořený nakloněnou rovinou, v které jsou dané kolečkové vozíky vedeny. Třetí část je tvořena vypouštěcím zařízením, které chrání vozíky před uvolněním, jelikož po stisknutí pedálu dojde k uvolnění prvního vozíku a zachycení všech ostatních.

Klady zařízení spočívají v nízké pořizovací ceně a velkém využití skladovací plochy. Dalším přínosem je tuhost zařízení. Nevýhodou je nemobilita zařízení a možnost využití jen pro jeden typ vozíků nebo pro vozíky se stejným rozvorem koleček.

4.1 Gravitační skluz – zdvihání pomocí mechanismu

Představení konceptu č. 1



Obrázek 19: Koncept č. 1- zdvihání pomocí kyvného mechanismu

Zdroj: vlastní

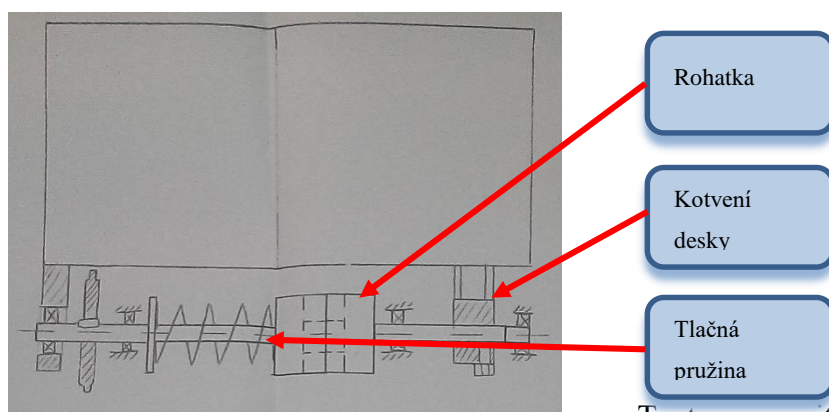
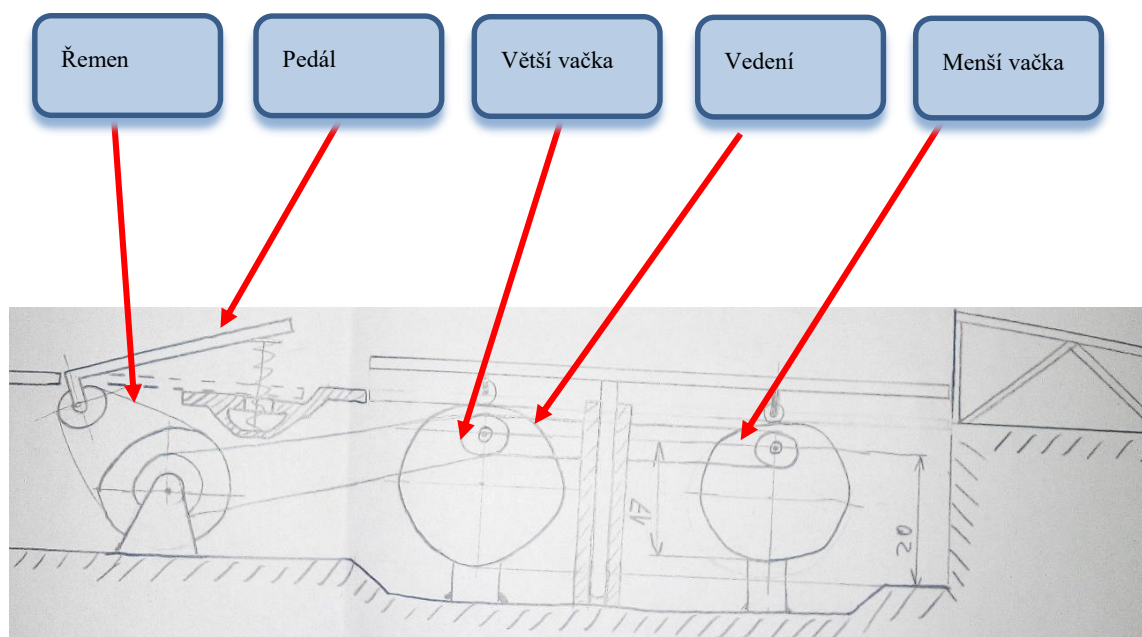
Tento gravitační skluz využívá k počátečnímu zvednutí břemene mechanismus. Celý princip spočívá v tom, že první plošina je nižší než podvozek vozíku a je i rozměrově menší než je rozvor vozíku. Operátor odtlačí vozík na druhou plošinu, která je opatřena kolejiemi stejnými a souosými s gravitačním skluzem, zde ho pustí a vystoupí na první plošinu, která je 20 cm vysoká, následně se vozík zdvihne za současného poklesnutí operátora. Operátor následně do vozíku pouze strčí a přetlačí jej na skluz.

Klady zařízení spočívají v rychlosti zdvihnutí vozíku do pracovní výšky.

Nevýhodou je složitost zařízení z hlediska mechanismu.

4.2 Gravitační skluz – zdvihání pomocí vaček

Představení konceptu č. 2



Obrázek 20:koncept č. 2 - Zdvihání pomocí vaček
Zdroj: vlastní

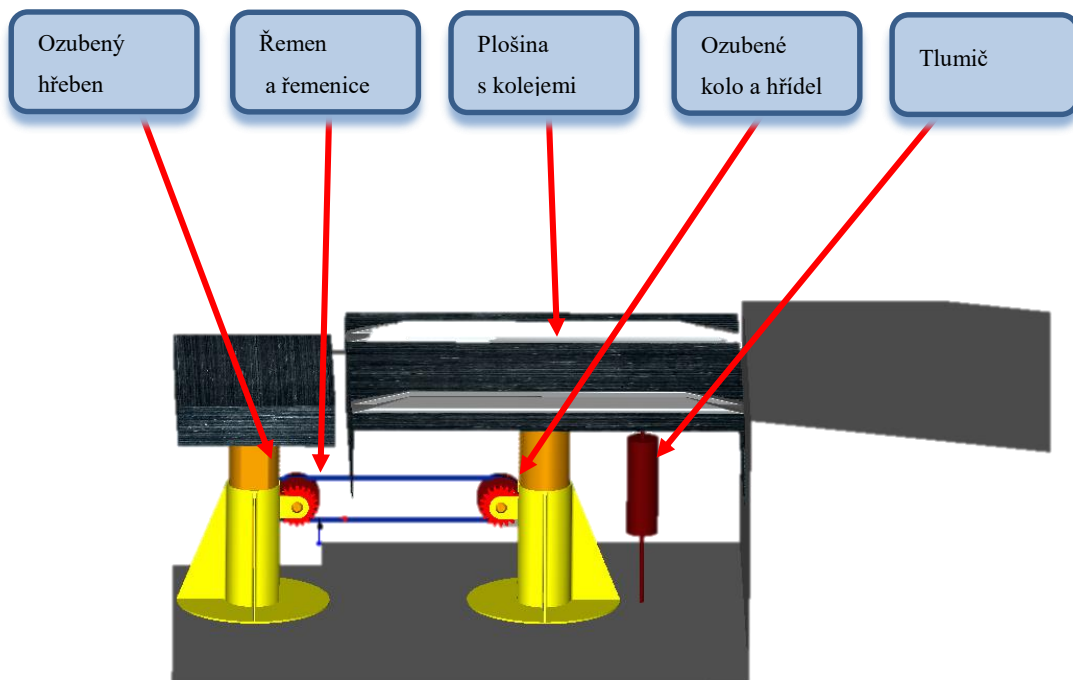
Tento gravitační skluz využívá k počátečnímu zvednutí břemene dvě vačky rozdílné velikosti a šlapací pedál.

Celý princip spočívá v tom, že po přesunutí vozíku na zdvihací plošinu operátor několikrát šlápne na pedál, čímž postupně otočí excentricky vyvrтанá kruhová kola do nejvyšší polohy. První vačka v pořadí je větší a druhá menší, vozík se tak do maximální výšky dostane již naklopen a sám sjede na gravitační skluz bez nutnosti do něj strčit nebo jej posunout. Zařízení je dále opatřeno rohatkou, aby nedocházelo k samovolnému pádu vozíku nazpět.

Kladem zařízení je, že samotný mechanismus zdvihne vozík do takové polohy, z které není potřeba do něj dále strkat a vozík sjede sám. Nevýhodou je složitost zařízení z hlediska počtu dílů.

4.3 Gravitační skluz – zdvihání pomocí ozubení

Představení konceptu č. 3



Obrázek 21: koncept č. 3 – zdvihání pomocí převodu

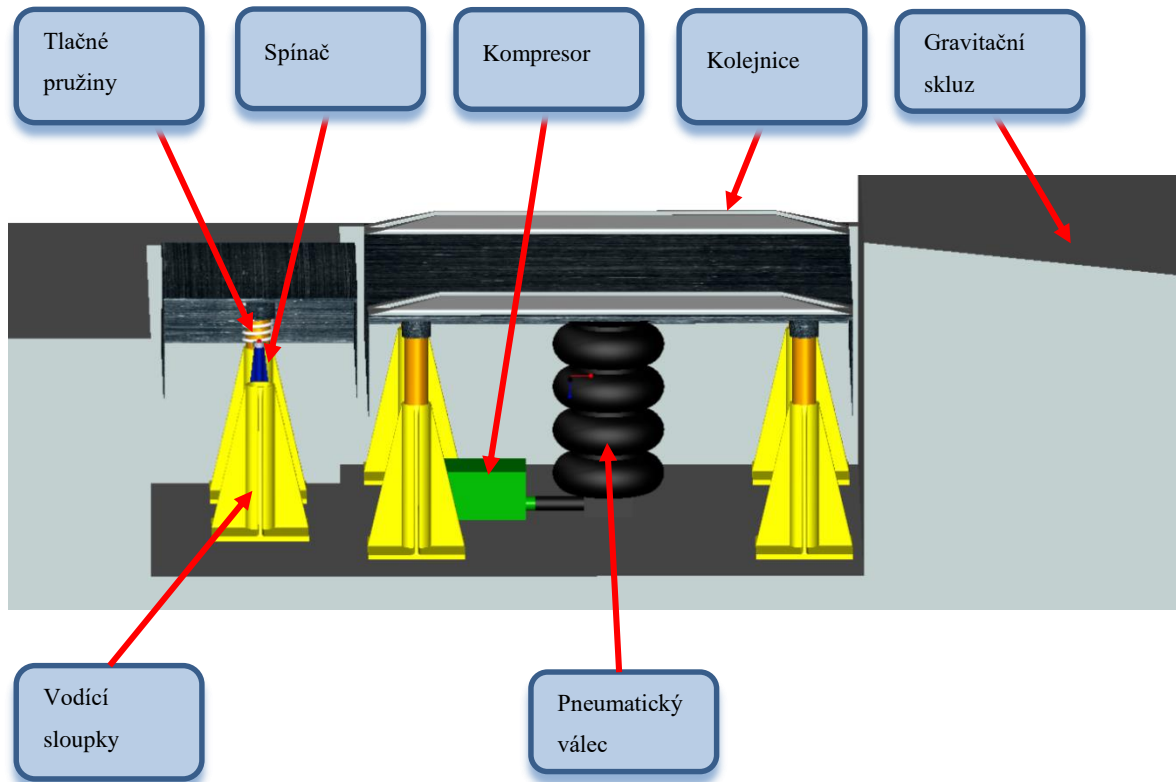
Zdroj: vlastní

Tento gravitační skluz využívá ke zvednutí vozíku ozubené hřídele vedené v podstavě a k přenosu sil slouží řetěz a ozubená kola. Zařízení je také opatřeno tlumičem, aby nedocházelo k rázu při spouštění prázdné plošiny, a krytováním, které taktéž nebylo zakresleno. Princip použití je shodný, jako u konceptu č. 1 – je nutno vystoupit na menší plošinu, aby se vozík na větší plošině zdvihl do pracovní polohy.

Mezi klady konceptu patří jednoduchost zdvihacího zařízení jak vzhledem k počtu pracovních dílů, tak vzhledem k nutným vynaloženým financím. Další výhodou snadná změna poměru ozubených kol. Zápory zatím nebyly shledány žádné.

4.4 Gravitační skluz – zdvihání pomocí pneumatiky

Představení konceptu č. 4



Obrázek 22: Koncept č. 4 – zdvihání pomocí pneumatického válce

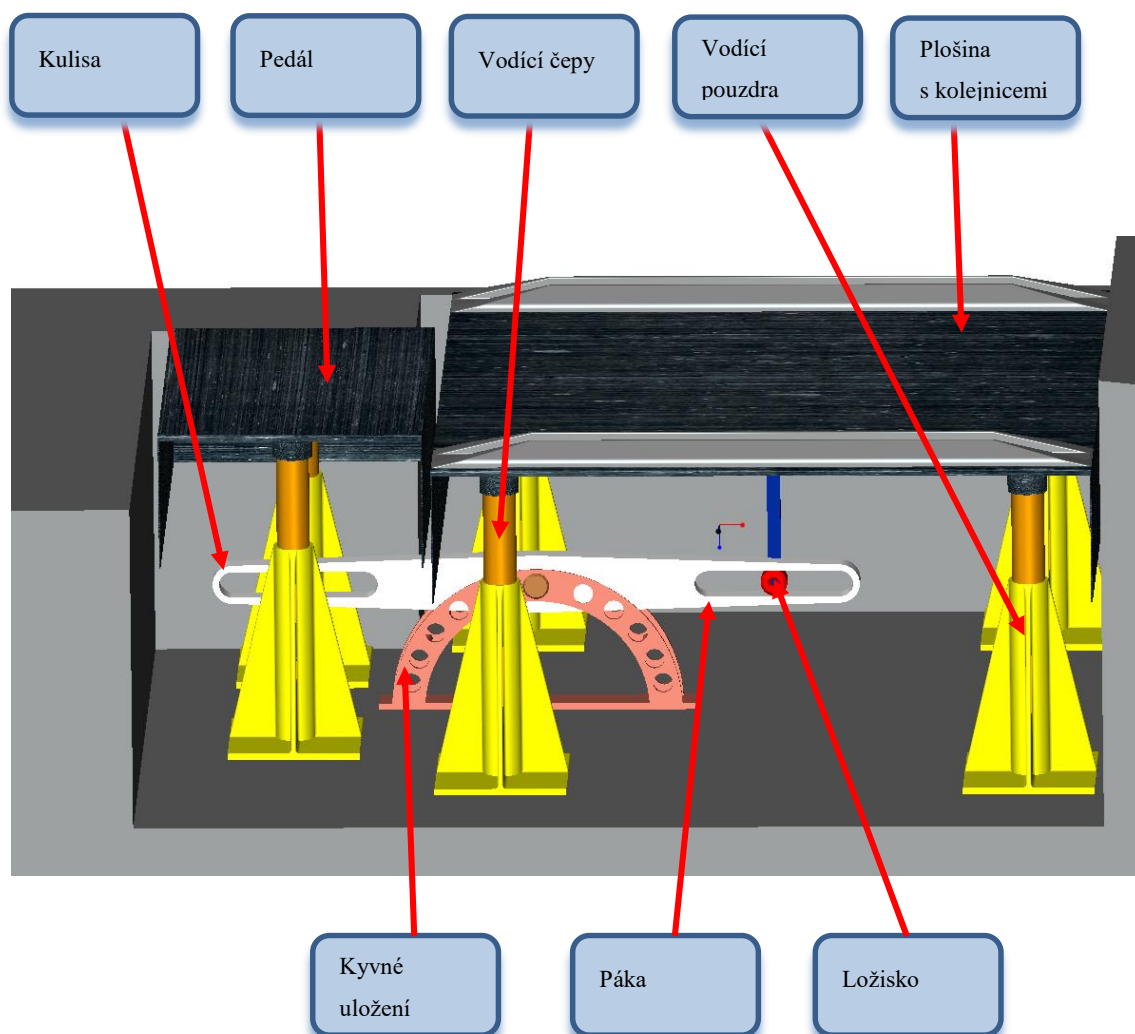
Zdroj: vlastní

Toto zdvihací zařízení již pracuje s kompresorem, a proto potřebuje přívod elektrické energie nebo stlačeného vzduchu. Princip je patrný z obrázku č. 22 – na levé straně je spouštěcí plošina opatřená spínačem, po jehož sepnutí dojde k zapnutí kompresoru. Druhá plošina je ve střední části opatřena pneumatickým válcem, který se zvedá, dále vedením, které zaručuje kolmý směr zdvihání pneumatického válce a koncovým vypínačem se zpožděním. Po sešlápnutí pedálu dojde ke zdvihnutí plošiny s vozíkem do pracovní polohy, kde plošina setrvá nastavitelnou dobu (v našem případě 5 s), která je potřeba pro přesunutí vozíku z plošiny na skluz. Poté dojde k vypouštění vzduchu ze zdvihacího válce a celá plošina klesne zpět do nulové polohy. K rychlejšímu vypouštění dopomáhají tažné pružiny, kterými je plošina opatřena.

Kladem konceptu je nízká energie potřebná k sešlápnutí pedálu. Jako zápor byla shledána složitost celého zařízení.

4.5 Gravitační skluz – zdvihání pomocí kulisového mechanismu

Představení konceptu č. 5



Obrázek 23: Koncept č. 4 – zdvihání pákového mechanismu

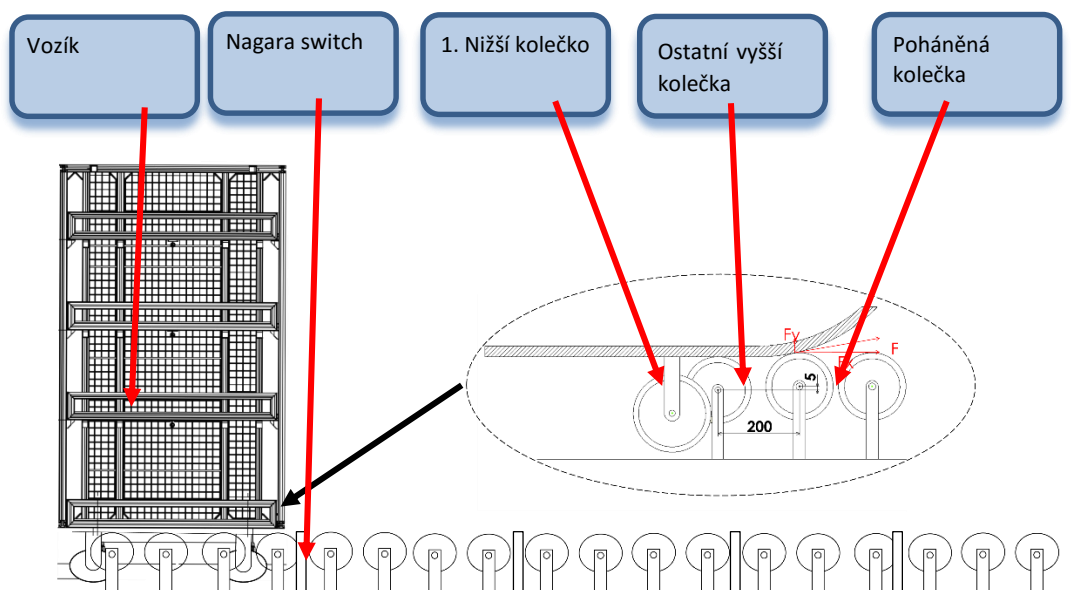
Zdroj: vlastní

Toto zdvihací zařízení využívá ke zdvihání kulisový mechanismus, čímž eliminuje nutný posun plošiny do strany vzniklý rotačním pohybem ramena. Také toto zařízení je vybaveno tlumičem pro eliminaci rázů. Do základní polohy plošina klesne vlastní hmotností, ke zdvihnutí je potřeba hmotnost člověka, který si stoupne na první plošinu.

Kladem konceptu je jednoduchost zařízení. Jako nevýhoda se jeví skutečnost, že je nutná větší hloubka otvoru v základně, protože mechanismus je vysoký.

4.6 Horizontální dráha

Představení konceptu č. 6



Obrázek 24: Koncept č. 6 – transport pomocí válečkové tratě

Zdroj: vlastní

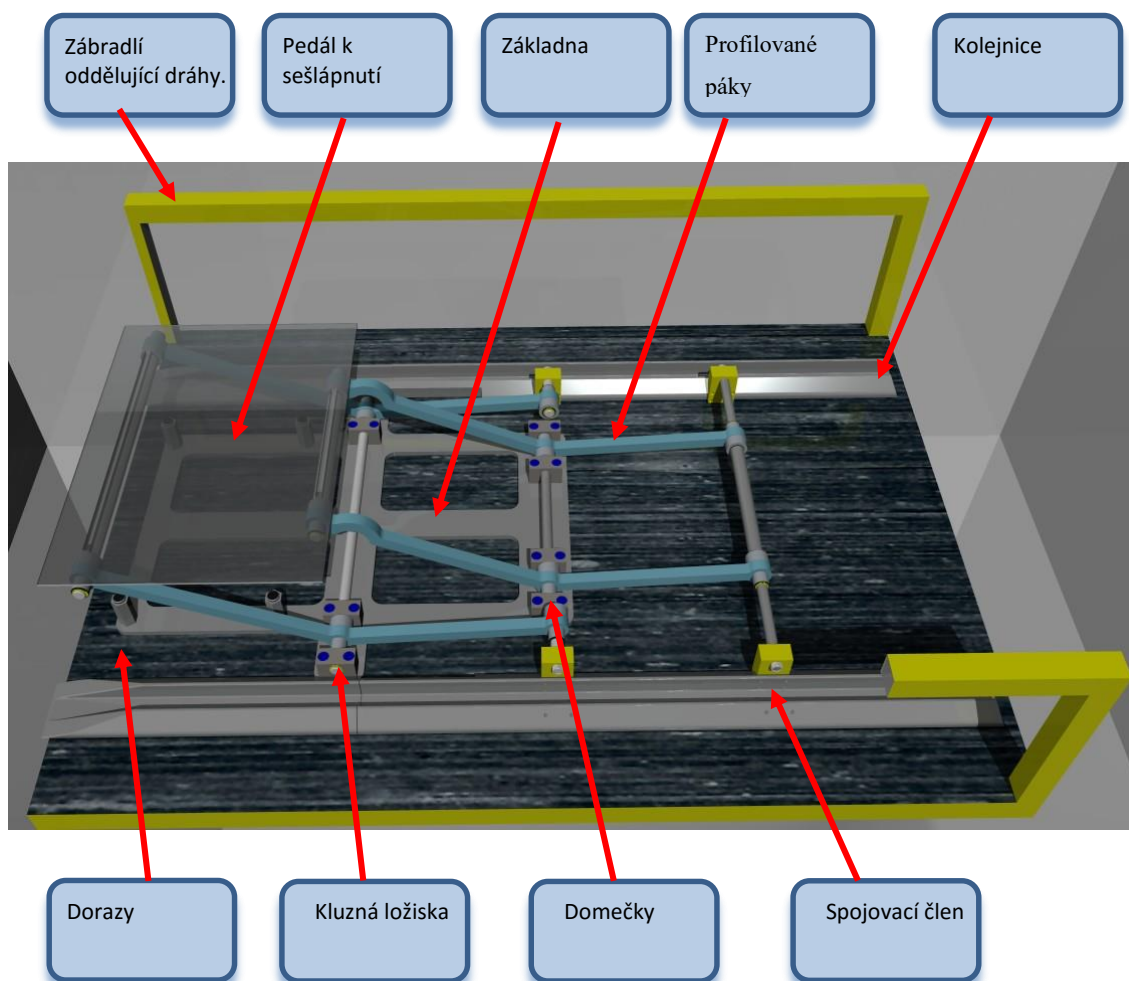
Toto zařízení je tvořeno válečkovou dráhou. První a poslední dva válečky jsou v o 5 mm nižší výšce než ostatní válečky, čímž tvoří náběžnou hranu pro vozíky. Válečková dráha je převážně z kovových válců, ale každý třetí je s pryžovým povrchem a je poháněn elektromotorem. Elektromotor se vypne vždy při sepnutí následujícího vypínače v řadě před sebou. Tímto způsobem je vyřešena celková přeprava vozíků z místa A do místa B a jejich skladování. Vždy při vyjmutí vozíku ze skladu dojde k posunutí postupně všech předchozích vozíků zase do startovní pozice/až dopředu.

Mezi výhody tohoto systému patří vysoký stupeň samoobslužnosti, protože operátor musí vozík pouze vložit do první pozice, dále se již vozíky transportují samy na další prázdná místa ve skladovací řadě, až na pozici před, kterou je místo obsazeno.

Nevýhodou je nutná úprava podvozku vozíku, tak aby mohl být přepravován po válečkové trati. Dalším záporem je vysoká pořizovací cena poháněných válců i kovových válců a jejich vysoký počet. V neprospěch konceptu hovoří také závislost na elektřině.

4.7 Gravitační dráha se zdvihacím pákovým zařízením

Představení konceptu č. 7



Obrázek 25: koncept č. 7 - gravitační dráha s pákovým zdvihacím zařízením

Zdroj: vlastní

Toto zařízení využívá ke zdvihnutí vozíku do dané výšky pákového převodu, kde vstupní silou je energie vyvozená spodní částí lidského těla při sešlápnutí pedálu. Celý princip spočívá v najetí vozíku do kolejnic zařízení a následného sešlápnutí plošiny k uvedení zařízení do pohybu. Zařízení zdvihne vozík do maximální výšky, která je nastavitelná pomocí dorazů pod plošinou. Následně operátor do vozíku zatlačí a ten se rozjede směrem dolů po nakloněné rovině. Nakloněná rovina může a nemusí být opatřena kolejnicemi pro vedení vozíku. Na konci skluzu bude uvolňovací pákové zařízení.

5 VÝBĚR FINÁLNÍHO ŘEŠENÍ

Výběr finálního konceptu je jeden z velmi důležitých milníků předvýrobní fáze. Proces výběru je nutno velmi dobře sledovat a řídit, protože výběr konceptu má vždy dopad na následnou výrobu a složitost pozdějších problémů.

V této fázi budou jednotlivé části mezi sebou porovnávány. K výběru správného konceptu máme několik možností, jak k němu dospět.

- 1) Intuitivní výběr – výběr je proveden na základě osobních dojmů
- 2) Externí posouzení – externí posouzení provádí zpravidla zákazník
- 3) Výběr osobních preferencí – vedoucí týmu vybere oblíbený koncept
- 4) Analýza silných a slabých stránek
- 5) Testování prototypů – výběr proběhne na základě výsledků z testu
- 6) Rozhodovací matice

Pro další rozhodování budou použity celkem tři metody, a to metoda intuitivního výběru, analýza silných a slabých stránek a rozhodovací matice. Metoda intuitivního výběru bude zakomponovaná již v metodě silných a slabých stránek a v rozhodovací matici.

Pro analýzu silných a slabých stránek bude použita SWOT analýza, u níž budou jednotlivé segmenty obodovány v pomocné části kladně a ve škodlivé části záporně. Na základě součtu pak zjistíme výsledný koncept. Dle rozhodovací matice se každý koncept ohodnotí podle předem stanovených kritérií, které mají různou váhu. Následně z řady konceptů získáme vítězný koncept.

Obvykle se výběrová část konceptu provádí v týmu, kdy generátor jednotlivé varianty představí včetně slabých a silných stránek a valnou většinou odborníků je rozhodnuto o tom, který projekt bude realizován. Každý odborník může použít metodu volby podle své vlastní libosti a před konečným hlasováním je většinou prováděno sdělování poznatků k jednotlivým konceptům. Tento projekt je však zpracováván jednou osobou, a proto lze využít jen některé metody volby konceptu.

5.1 SWOT analýza

SWOT analýza je metoda, s jejíž pomocí je možno identifikovat silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby spojené s určitým projektem.

Základ metody spočívá v klasifikaci a ohodnocení jednotlivých faktorů, které jsou rozděleny do 4 výše uvedených základních skupin. Vzájemnou interakcí faktorů silných

a slabých stránek na jedné straně vůči příležitostem a nebezpečím na straně druhé lze získat nové kvalitativní informace, které charakterizují a hodnotí úroveň jejich vzájemného střetu.

Tabulka 7: SWAT analýza

č. k.	Pomocné		Škodlivé		pořadí
	Silné stránky	Příležitosti	Slabé stránky	Hrozby	
1	Rychlost zdvihnutí (+6)	Naklopení zdvihací plochy (+2)	Složitost zařízení (-3)	Složitá montáž (-2)	3. 3b
2	Malá síla při sešlapování pedálu (+8)		Pomalé zdvihání (-5) Složitost zařízení (-3)	Poruchovost (-1)	5. -1b
3	Jednoduchost (+8)	Naklopení zdvihací plochy (+2)	Nutno použít ozubení (-2)		1. 8b
4	Moderní systém (+6)		Elektrifikace (-2)	Problémy s médii (-3)	4. 1b
5	Výrobně jednoduchý systém (+8)	Naklopení ploch (+2)	Pracovní hloubka (-4)	Požizovací cena (-3)	3. 3b
6	Rychlost (+5)	Úplná bez obslužnost (+6)	Požizovací cena válečků (-2)	Porucha el. Stykačů (-2)	2. 7b
7	Jednoduchost (+8)	Naklopení zdvihací plochy (+2)	Složitá montáž (-2)		8b

Závěr: ze SWOT analýzy jsme zjistili, že nejvhodnějšími kandidáty pro realizaci jsou koncepty 3, 6, 7, a proto budou zařazeny do finálové jemné rozhodovací matice spolu s kandidáty z hrubé rozhodovací matice.

5.2 Hrubá rozhodovací matice

Rozhodovací matice je tvořena tabulkou, která má při vícekritériálním rozhodování v záhlaví řádků zpravidla uvedená jednotlivá kritéria hodnocení a v záhlaví sloupců jednotlivé varianty řešení. Při rozhodování za podmínek jistoty vycházíme z jediné rozhodovací matice. Výsledek je dán aritmetickým součtem plusů a mínusů. Dle skóre jsou určeni finalisté pro jemnou rozhodovací matici. Finalisté budou tři.

Tabulka 8: hrubá rozhodovací matice

Rozhodovací matice pro navržené koncepty							
kritérium	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3	Koncept 4	Koncept 5	Koncept 6	Koncept 7
Výška [mm]	-	-	+	+	-	+	+
Trvanlivost [hod]	+	-	+	-	-	+	+
Rychlost [m/s]	+	-	+	+	+	+	+
Hmotnost [kg]	+	-	+	-	+	-	+
Počet dílců [ks]	-	-	+	-	+	-	-
Složitost dílů	+	-	+	-	+	+	+
Nutná přesnost výroby	-	+	-	+	-	+	-
Odhadovaná cena výroby [Kč]	-	-	+	-	+	0	+
Odhadovaná cena údržby [Kč]	+	+	0	-	0	0	0
Skóre	1	-5	6	-3	2	3	6
Celkové pořadí	4	6	1	5	3	2	1

Význam značek z matice:

+ Kladné hodnocení, - Záporné hodnocení, 0- Neutrální hodnocení

Závěr

Z hrubé rozhodovací matice jsme zjistili, že nejvhodnějšími kandidáty pro realizaci jsou koncepty 3, 6, 7 stejně jako ve SWOT analýze. Tyto tři koncepty proto budou zařazeny do jemné rozhodovací matice.

5.3 Jemná rozhodovací matice

V jemné rozhodovací matici byla použita bodová stupnice od 1, 3, 5 bodů, kdy 5 bodů je maximum. Dále byla přiřazena váha k jednotlivým dílčím kritériím.

5.3.1 Volba kritérií

Největší vliv na volbu řešení má správná volba kritérií, tedy při posuzování dvou výrobků špatnými kritérii můžeme dosáhnout volby špatného řešení. Proto níže provedu obhajobu jednotlivých mnou zvolených kritérií a jejich důležitost v rámci celého systému skladovacího zařízení.

Hloubka podzemní zástavby [mm]:

Tímto parametrem je myšlena nutnost provádět zemní práce a výkopy, možnost zemních prací a výkopů je v rámci zadání povolena, ale zpravidla prodlužuje délku projektu o několik týdnů. Dále je nutno oblast uzavřít a provést kontrolu z hlediska již položených sítí. Proto řešení s nutností provádět výkop bude níže bodově hodnoceno než řešení bez nutnosti provádět zemní práce.

Rychlost implementace[hod]:

Tímto parametrem je poukazováno na nemožnost zastavit výrobu. V DMCZ je výroby nepřetržitá pro řešení s krátkou dobou implementace bude mít vyšší bodové hodnocení než řešení jehož implementační část by měla být zdlouhavá.

Cena úpravy vozíků [Kč]:

Některá řešení mohou představovat dodatečné finanční nároky na designovou úpravu stávajících vozíků. Jelikož těchto vozíků je v oběhu přes 500 a neustále se velká část používá, je velmi důležité vyhotovit takové řešení, které nebude mít na stávající vozíky vliv. Tedy koncepty, které si vyžadují designovou změnu vozíků, budou mít nižší počet bodů.

Hmotnost sestavy [kg]:

Celková hmotnost sestavy by neměla být příliš vysoká, aby bylo možno v případě poruchy zařízení, celé zařízení snadno demontovat a transportovat na údržbu. Proto objemnější zařízení bude mít menší počet bodů.

Odhadovaná cena výroby a odhadovaná cena údržby [Kč]:

Nejnižší váhou jsem hodnotil cenu výroby a cenu údržby. Toto kritérium je důležité především pro výpočet návratnosti a celkovou finanční bilanci sestavy.

Tabulka 9: jemná rozhodovací matice

Jemná rozhodovací matice pro navržené koncepty							
kritérium	Koncept	3		6		7	
	váha	hodnota	bodů	hodnota	bodů	hodnota	bodů
Hloubka podzemní zástavby [mm]	30%	0	0	5	1,5	5	1,5
Rychlost implementace [hod]	25%	1	0,25	3	0,75	5	1,25
Cena úpravy vozíků [Kč]	20%	5	1	3	0,6	5	1
Hmotnost sestavy [kg]	10%	5	0,5	1	0,1	3	0,3
Odhadovaná cena výroby [Kč]	7,5%	5	0,375	1	0,075	3	0,225
Odhadovaná cena údržby [Kč]	7,5%	3	0,225	1	0,075	5	0,375
Skóre		2,35		3,1		4,65	
Celkové pořadí		3		2		1	

Zdroj: vlastní

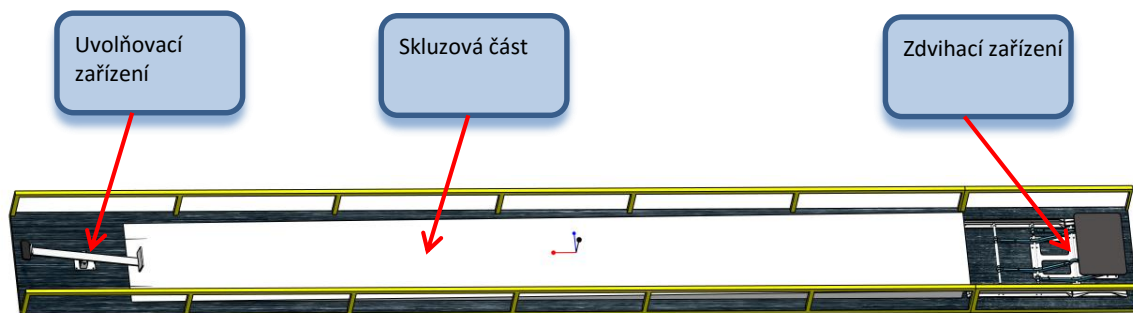
5.4 Závěr

Z jemné rozhodovací matice, do které vstoupili tři nejlepší kandidáti ze SWOT analýzy a tři nejlepší kandidáti z hrubé rozhodovací matice vyplynulo, že nejlepší variantou pro další postup je koncept č. 7. Tento vítězný koncept bude dále zpracováván do podoby podrobného konstrukčního návrhu.

6 KONSTRUKČNÍ NÁVRH SKLADOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

V této kapitole bude představeno celé skladovací zařízení. V první fázi bude zařízení představeno jako celek a následně budou představeny dílčí části včetně výpočtu.

Na následujícím zařízení lze vidět koncept skladovacího zařízení, jehož délka je 10m a šířka 1m. Toto zařízení se skládá ze třech částí a to z uvolňovacího zařízení s oddělovačem, ze skluzu a ze zdvihacího zařízení.



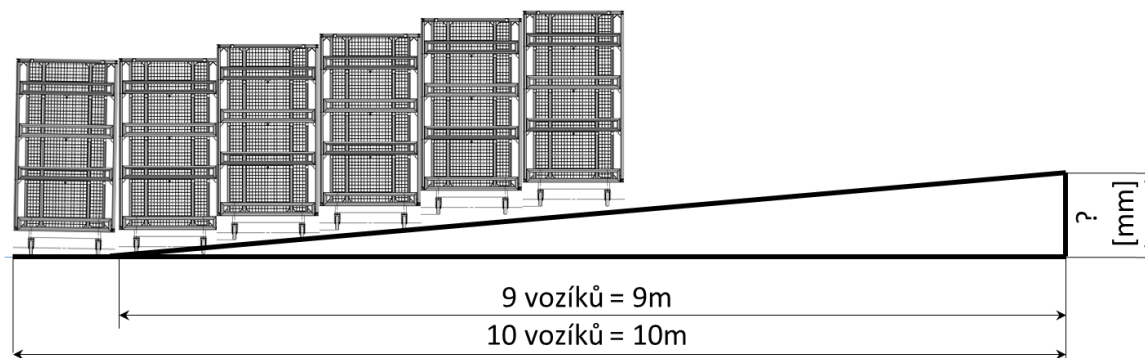
Obrázek 26: Podrobný konstrukční návrh skladovacího zařízením

Zdroj: vlastní

6.1 Skluzová část

Z hlediska dopadu na zdvihací část se nejprve budeme zabývat skluzovou částí. Skluz by měl být dlouhý přibližně 8 až 10 m, dle typu dráhy Pro výpočet tedy budeme počítat s 10m tedy s delší dráhou. Konstrukce pod skluzem bude vyhotovena jako svařenec. Nejdůležitější je ale konečná výška skluzu a jeho úhel. Od výšky skluzu se následně budou odvíjet jednotlivé parametry zdvihacího zařízení.

Skluzová část bude sloužit pro uskladnění maximálně 10 vozíků o hmotnosti 40-50kg/kus, což je hmotnost nejtěžších vozíků. Déle ji lze rozdělit na dvě části – část pod úhlem a část bez naklonění. Část bez naklonění, slouží pro umístění 1 ks vozíku, zbylé vozíky jsou ve skluzu.



Obrázek 27: skluzová část

Zdroj: vlastní

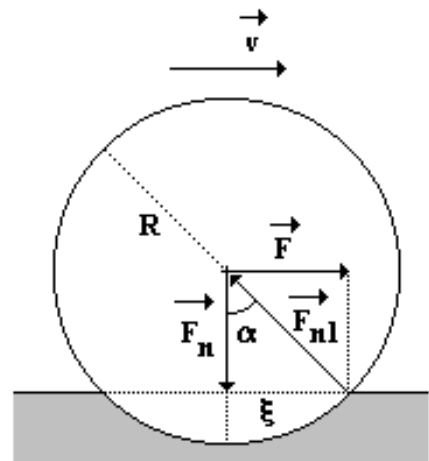
Jízdní odpor

V následujícím odstavci budou představeny základní modely valivého odporu a jejich problematiky vzhledem k této práci.

Valivý odpor vzniká vždy, když se těleso kruhového průřezu (válec, koule, ...) valí po pevné podložce. Příčinou tohoto jevu je neexistence absolutně tuhého tělesa, tj. tělesa, které se nedeformuje účinkem jakkoliv velké síly.

Při valení tvrdého tělesa po nedokonale pružné podložce dochází působením normálové tlakové síly \vec{F}_n k deformaci podložky. Kdyby byla podložka dokonale pružná, byla by reakce podložky $-\vec{F}_n$ a ležela by na stejné vektorové přímce jako normálová síla \vec{F}_n . Následkem deformace se ale působíště skutečné reakce \vec{F}_{nl} posune o vzdálenost ξ kupředu. Pro velikost síly \vec{F} , kterou udržíme těleso v rovnoměrném přímočarém pohybu, pak platí $F = F_n \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Pro malé úhly α je $\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha$. Podle obr. 28 je R poloměr tělesa s kruhovým průřezem a platí $\sin \alpha = \frac{\xi}{R}$. Pro velikost síly \vec{F} tedy

dostáváme $F = \frac{\xi}{R} \cdot F_n$.



Obrázek 28: kolo 1

Zdroj: [18]

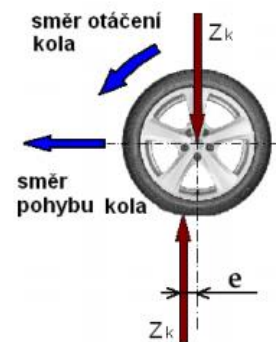
Druhý případ zvažuje dokonale tvrdou podložku a deformující se kruhové pružné těleso. Tento případ lze nejvíce připodobnit odvalování pneumatiky automobilu po vozovce. Kde Z_k je radiální reakce vozovky a e posunutí před svislou osu. Platí, že zatížení kola a reakce vozovky je stejně velké. Dále valivý odpor lze vyjádřit vztahem

$$O_f = Z_k \cdot f_k$$

kde: Z_k radiální reakce vozovky

f_k součinitel valivého odporu kola

pro celý vozík potom platí: $O = \sum_0^i O_f$



Obrázek 29: kolo 2; Zdroj: [19]

V našem (reálném případě) je vše o něco složitější. Ve zvolené soustavě totiž působí kromě dvou hlavních výše zmíněných deformací (na kole a na podložce) ještě čepové tření.

Čepové tření se snaží zabránit otáčení tělesa, vyvolává tedy moment působící proti směru otáčení, působí vždy v rotační vazbě například radiální čep nebo kluzné ložisko.

Velikost čepového tření lze zjistit dle vztahů pro:

$$\text{Nezaběhaný čep: } M_{\zeta} = r_{\zeta} \cdot f \cdot \frac{\alpha}{\sin \alpha} R \quad \text{zdroj:[20]}$$

$$\text{Zaběhaný čep: } M_{\zeta} = r_{\zeta} \cdot f \cdot \frac{2 \sin \alpha}{\alpha + \sin \alpha \cdot \cos \alpha} R \quad \text{zdroj:[20]}$$

Kde:

M_{ζ} ...čepové tření

R_{ζ} ... poloměr čepu

α ... stykový úhel

R ... reakce sil

f ... součinitel valivého odporu

Parametry kol u použitých vozíků. Vždy dvě kolečka ze 4 jsou opatřena brzdou pro snazší manipulaci při zandávání vyráběných dílů do vozíku. Zpravidla je brzdou opatřen zadní pár koleček, tedy pár na straně plnění.

Běhoun kola je z termoplastického polyuretanu, 94° Shore A, Beze stopové provedení. Disk je z polyamidu 6 odolného vůči prasknutí, barva přírodní bílá.

Výrobce	blickle
Průměr kolečka	80 mm
Šířka kola	32 mm
Nosnost	50 kg
Druh ložiska	kluzné
Celková výška	102mm



Obrázek 30: Kolo Blickle

Zdroj: [21]

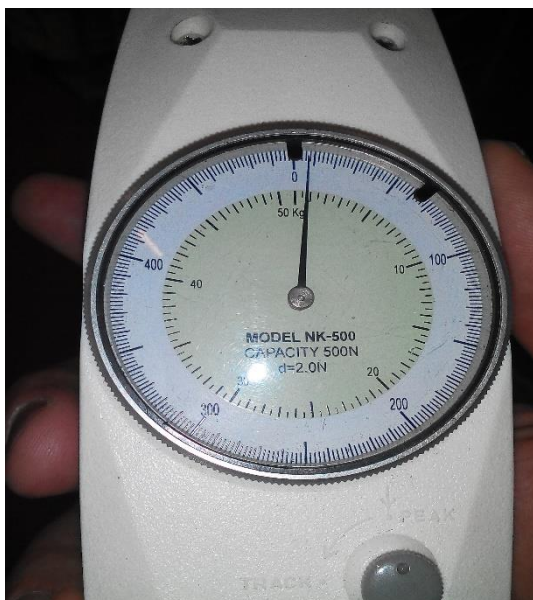
Určení úhlu nakloněné roviny

Jelikož přesné materiálové vlastnosti materiálů koleček, podložky i ložisek patří k know-how firmy a fyzikální vlastnosti mi tedy nejsou známi, rozhodl jsem se pro určení úhlu sklonu provést experimentální metodou. Experiment je postaven na měření síly potřebné k rozjetí vozíku v rovinném stavu pomocí siloměru a následné naklonění roviny o takový úhel aby samotná tíha vozíku tuto sílu vytvořila ve vodorovném směru. Tímto dosáhneme předběžnou hodnotu naklonění roviny pro vozík, přesnou docílíme testováním.



Obrázek 31: zapojení siloměru k vozíku

Zdroj: vlastní



Obrázek 32: Detail měření síly

Zdroj: vlastní

Podmínky měření:

Pro měření bylo použito celkem 10 vozíků o hmotnosti 40kg. Déle byla měřena síla potřebná k rozjezdu vozíku a to tak, že siloměr byl zaháknut za vozík a byl skrze něj vozík rozjížděn. Siloměr byl nastaven na PEAK, tedy na měření nejvyšší hodnoty síly potřebné k rozjezdu. Rozjezd probíhal pomalu a pozvolna.

Tabulka naměřených hodnot

Z měření byl získán následující soubor dat, z kterého byl vypočítán ideální úhel skluzu.

Tabulka 10: naměřené hodnoty síly

Zdroj: vlastní

Č. voz.	Síla [N]	Č. voz.	Síla [N]
1	6,5	6	9
2	5	7	7
3	6,5	8	6,5
4	7	9	7
5	7	10	7

Velikost síly potřebné k rozjezdu

Abychom sílu určili přesně, bude síla určena pomocí součtu střední hodnoty a hodnoty rozptylu.

Střední hodnota

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n=10}}{n} = \frac{3,5 + 2 + 3,5 + 4 + 4 + 6 + 4 + 3,5 + 4 + 4}{10} = 3,85[\text{N}]$$

Rozptyl

$$\text{Var}(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 = 0,85$$

Velikost síly F

$$F = 3,85 \pm 0,85 \Rightarrow 4,7 \text{ N}$$

Úhel skluzu

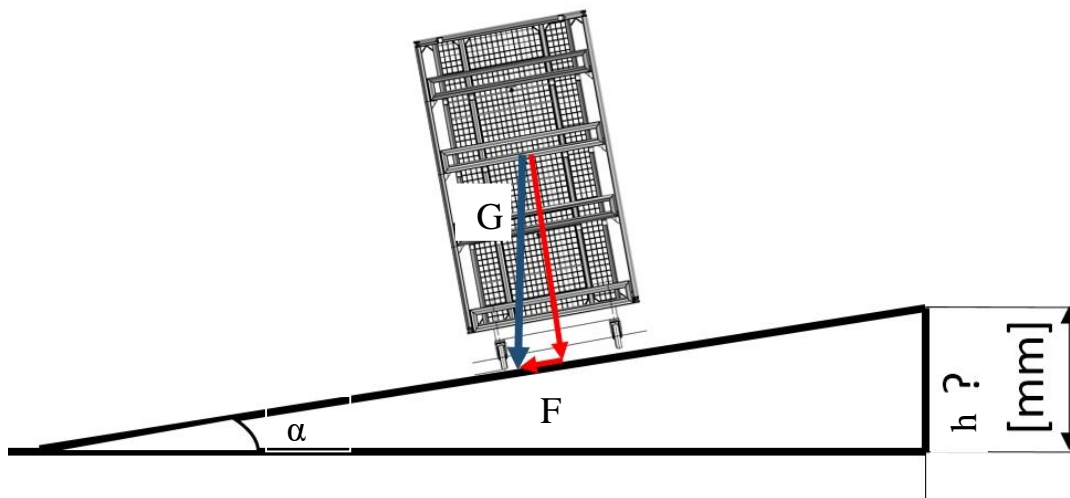
-délka skluzu 10m

-váha vozíku 40kg

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{4,7}{40 \cdot 9,81} \right) = 0,68^\circ$$

$$h = \sin(0,68^\circ) \cdot 10000 = 119,7[\text{mm}]$$

h volím 120mm



Obrázek 33: Rozložení sil

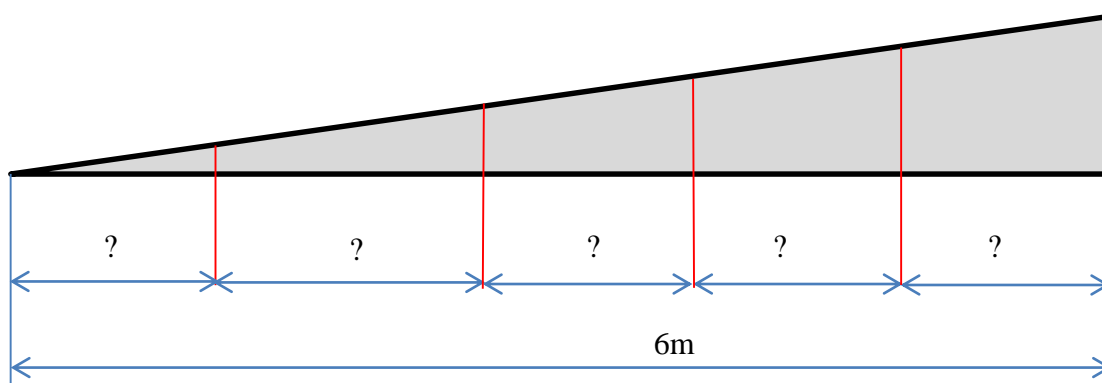
Zdroj: vlastní

Prototypový skluz bude připraven o délce 10m a výšce 120 mm, délce bude možné naklonění snížit až o 50mm a zvýšit až o 150mm. V druhé fázi bude prováděn experiment, na tomto skluzu bude prováděn experiment, jehož cílem bude určit finální úhel skluzu.

Test skluzu

Test byl proveden na 6m dlouhé dráze, kde rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším místem byl 7,1 [cm]. 7,1 [cm] je hodnota zjištěná z podobnosti trojúhelníku, kde je délka 1 odvěsny 10 [m] a délka druhé odvěsny 119 [mm] Pro test bylo použito 10 původních vozíků bez úprav. Hmotnost vozíku byla 45 ± 5 [kg]. Důvodem testování bylo ověřit rozjezd v libovolném místě dráhy směrem dolů, tedy ověřit, že nebude docházet k zasekávání vozíků na nakloněné rovině.

Test byl prováděn tak, že každý vozík byl zastaven v 5 náhodných místech na skluzu viz obr. a následně puštěn a bylo sledováno, zda se vozík uvede do pohybu. Dále bylo provedeno několik nárazů vozíků do sebe. Tímto testem bylo zjištěno, že vozíky se viditelně nedeformují.



Obrázek 34: Testovací dráha

Zdroj: vlastní

Závěr testování:

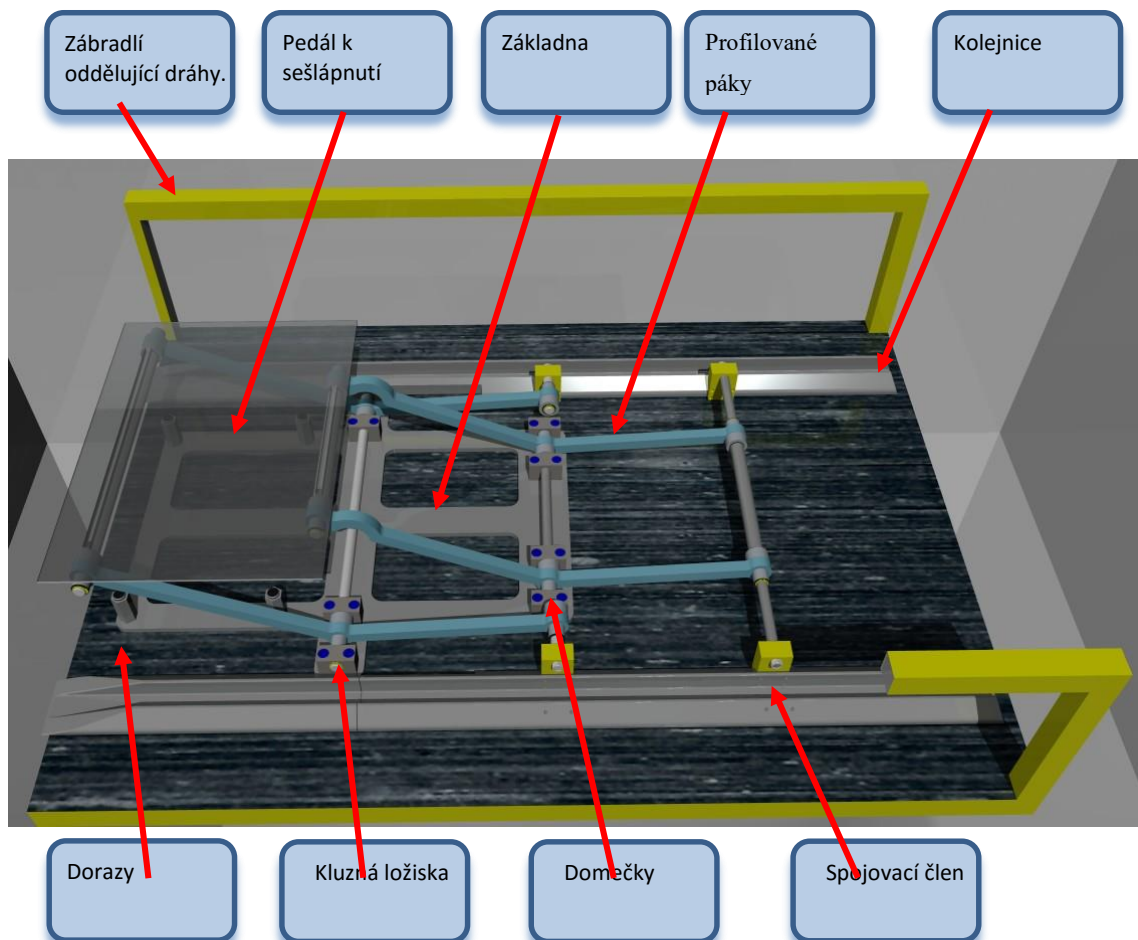
Testováním bylo ověřeno, že vozík se při daném naklopení skluzu sám bez vnější pomoci rozjede směrem dolů pozvolně rostoucí rychlostí.

6.2 Zdvihací zařízení

Zdvihací zařízení slouží primárně ke zdvihání vozíků mezi procesy Molding a HVAC, na toto zařízení jsou kladeny konstrukční a bezpečnostní požadavky a také musí vyhovovat níže specifikovaným parametrům. Zdvihací zařízení vychází ze zadaných parametrů daných firmou, normou a předchozích výsledků. Níže bude provedeno shrnutí požadavků.

Shrnutí požadavků na zdvihací zařízení

Zdvihací zařízení musí být schopné zdvihnout vozík o hmotnosti 40 kg do výšky 13 cm. Zdvihací zařízení by mělo být robustní a dimenzováno pro neomalenou práci ve výrobním prostředí. Obsluhování bude prováděno především muži, klíčové komponenty by měly být bezpečností min. $k=5$. Maximální ovládací síla zdvihacího zařízení nesmí přesáhnout ekvivalent 50 kg.

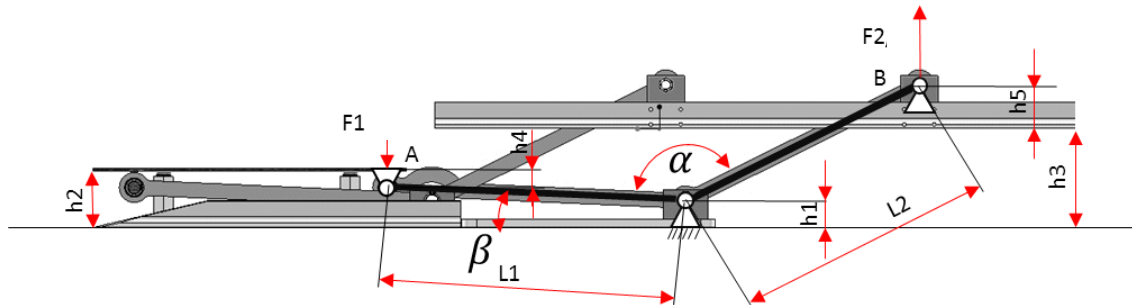


Obrázek 35: Zdvihací zařízení

Zdroj: vlastní

Schéma

Na následujícím obrázku lze vidět schéma modelu, pro zjednodušení byla zakreslena jen první polovina, protože druhá polovina je stejná, zatížení tedy bude v ideálním případě poloviční. Sílu nechám působit v místě ukotvení jednoho z ramen (v nejhorším možném případě), protože sílu nám tak přenáší pouze 1 rameno ze 4.



Obrázek 36: Schéma zdvihacího zařízení

Zdroj: vlastní

Zvolené hodnoty

Délka ramen l_1 a l_2 – z návrhu

$$l_1 = 400 \text{ [mm]}$$

$$l_2 = 350 \text{ [mm]}$$

Úhly α ; β - z návrhu

$$\alpha = 152^\circ$$

$$\beta_{\min} = 2,3^\circ \quad \beta_{\max} = 24,3^\circ$$

Dorazová výška h_2

Tento rozměr je nastavitelný pomocí šroubovacích dorazů minimální hodnota tohoto dorazu je 70 mm a maximální výška při plném vyšroubování je 120 mm, ale je možno jí dále zvýšit v případě potřeby pomocí výměnou šroubů.

$$h_2 = 70\text{-}120\text{mm}$$

Výška ukotvení h_1

Tento rozměr by měl být z konstrukčního hlediska co možná nejnižší, protože má vliv na všechny ostatní rozměry.

$$h_1 = 35\text{mm}$$

Světlá výška soustavy h_3

Tento rozměr určuje výšku, do jaké bude vozík zdvihnut při sešlápnutí dorazu na dorazovou výšku h_2

$$h_3 = 130\text{mm}$$

Rovnice kinematiky

$$F_1 \cdot l_1 \cdot \cos(\beta) = F_2 \cdot l_2 \cdot \cos(\pi - \alpha - \beta)$$

$$l_1 \cdot \sin(\beta) + h_4 = l_2 \cdot \sin(\pi - \alpha - \beta)$$

$$h_2 = h_1 + l_1 \cdot \sin(\beta) + h_4$$

$$h_3 = h_1 + l_2 \cdot \sin(\pi - \alpha - \beta) - h_5$$

Síla způsobená hmotností vozíku F_2

$$F_2 = m \cdot g = 40 \cdot 9,81 = 392,4 \text{ [N]}$$

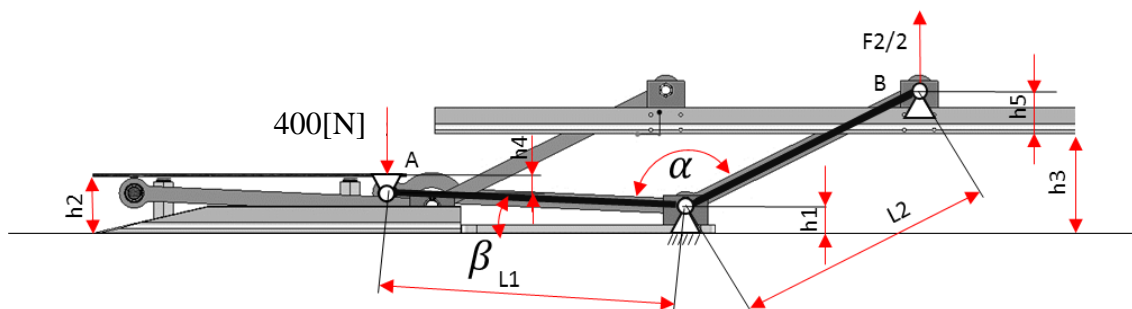
Síla potřebná ke zdvihnutí vozíku působící na jedno rameno

$$F_{1min} = \frac{F_2 \cdot l_2 \cdot \cos(\pi - \alpha - \beta)}{l_1 \cdot \cos(\beta)} = \frac{392,4 \cdot 350 \cdot \cos(180^\circ - 152^\circ - 2,3^\circ)}{400 \cdot \cos(2,3^\circ)} = 309,6 \text{ [N]}$$

$$F_{1max} = \frac{F_2 \cdot l_2 \cdot \cos(\pi - \alpha - \beta)}{l_1 \cdot \cos(\beta)} = \frac{392,4 \cdot 350 \cdot \cos(180^\circ - 152^\circ - 24,3^\circ)}{400 \cdot \cos(24,3^\circ)} = 375,8 \text{ [N]}$$

Síla potřebná ke zdvihnutí vozíku se nám mění v rozsahu 309,6 [N] až 375,8 [N].

Protože na soustavu působí pasivní odpory, zejména tření v ložiscích, tak tuto sílu navýším na 400 [N]. Celková síla působící na jedno rameno je 400 [N]. Teoretická síla, kterou musí působit člověk na soustavu, aby se vozík zdvihl do dané polohy, je proto 400 N.



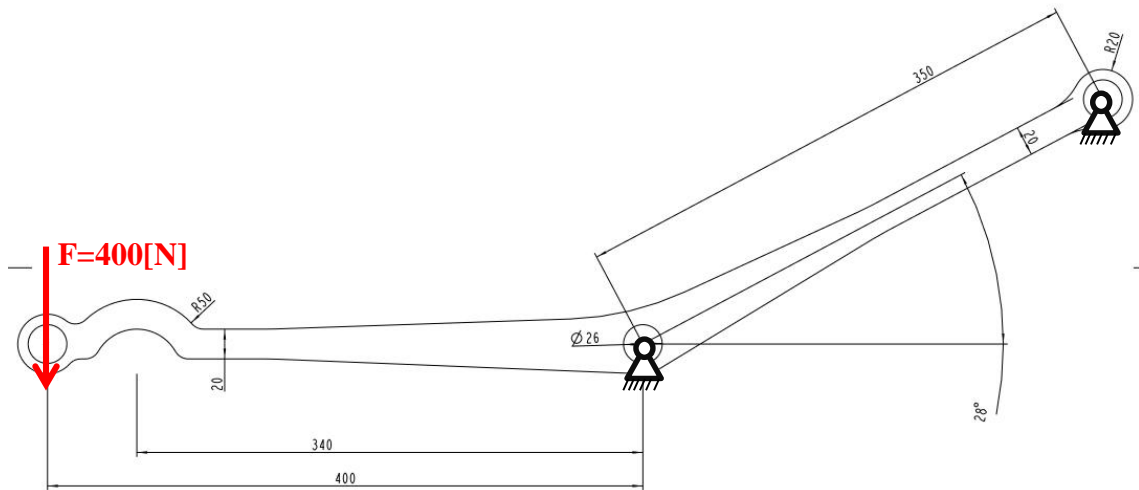
Obrázek 37: Schéma zdvihacího zařízení

Zdroj: vlastní

6.2.1 Kontrola kritických součástí soustavy

Kontrola ramene na ohyb.

V celé soustavě jsou celkem 2 páry ramen, pro naši kontrolu použijí tvarově složitější rameno, jehož skica je na obrázku 34.

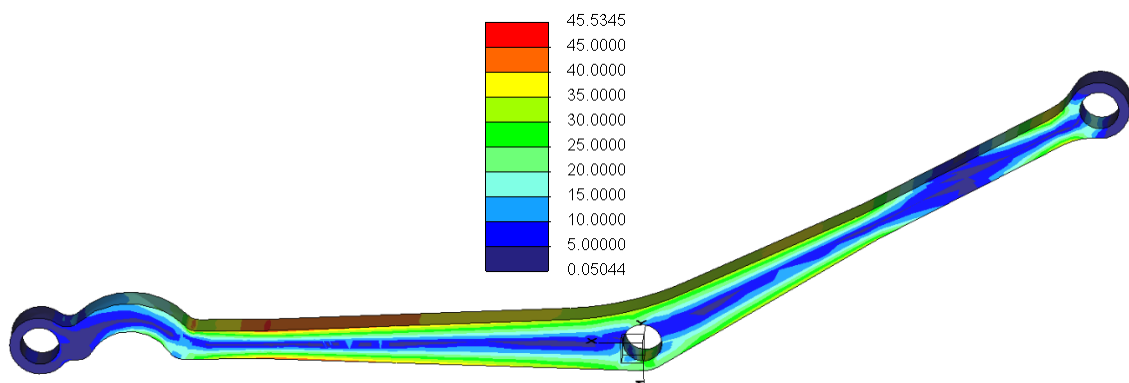


Obrázek 38: skica zatěžovaného ramene

Zdroj: vlastní

Napětí v rameni

Na následujícím obrázku lze vidět zatížení ramene v MPa, jelikož je v kritických částech rameno rozšířené a zaoblené, přenesla se nám pozice největšího napětí do středné pozice a jeho velikost je 45,5 MPa.



Obrázek 39: výsledné zatížení ramene [MPa]

Zdroj: vlastní

Jelikož se zdvihacím zařízením budou pracovat lidé, volím bezpečnostní koeficient = 5.

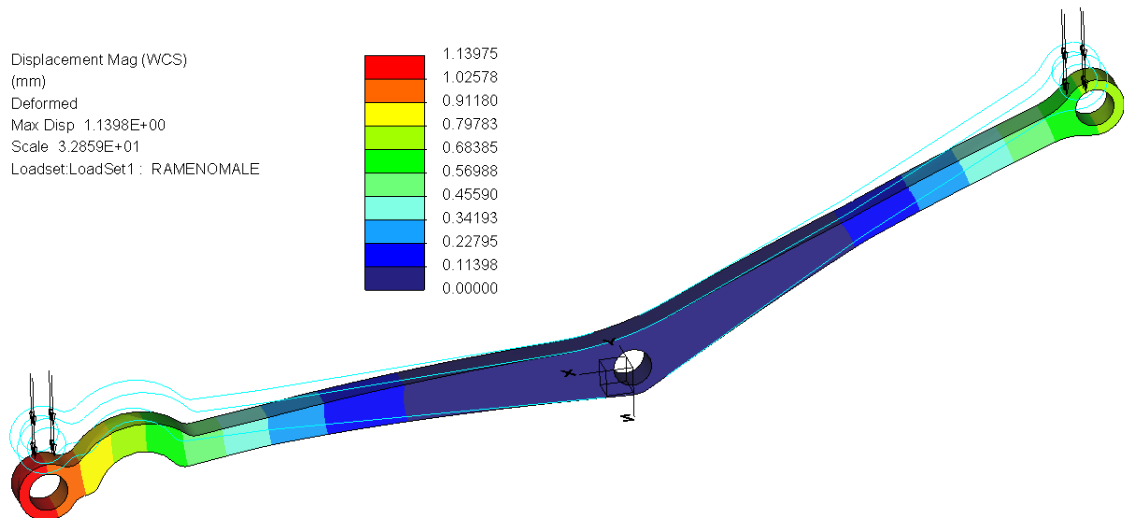
Volba materiálu

$$\sigma_{pt} = \sigma_{skut} \cdot k = 45,5 \cdot 5 = 227 \text{ MPa}$$

Volím ocel 11 373 s $\sigma_{pt} = 370 \text{ MPa}$ se zaručenou svařitelností

Deformace ramene

Na následujícím obrázku lze vidět průběh deformace ramene. Z obrázku je patrné, že maximální deformace bude 1,14 mm, a to na konci tvarově složitějšího ramene.



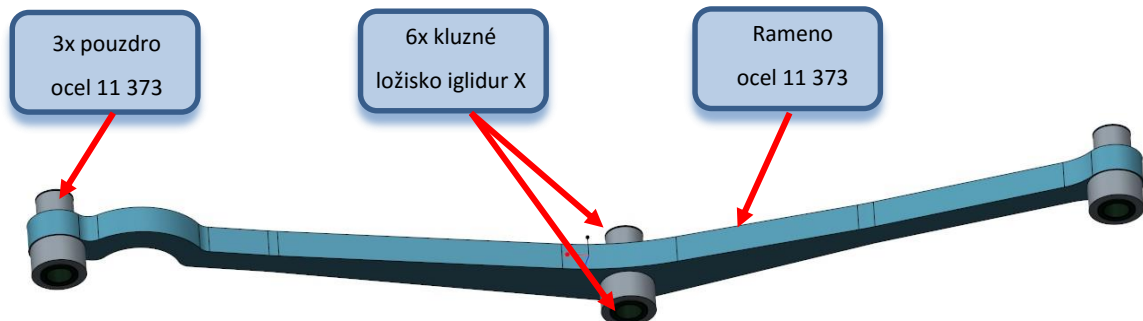
Obrázek 40: Deformace ramene [mm]

Zdroj: vlastní

Závěr: Deformace vzniklá zatížením při nejhorším možném druhu zatížení je 1,14 mm což je z hlediska funkčnosti a konstrukčního provedení zařízení zanedbatelné a nemělo by to mít vliv na funkčnost zařízení.

6.2.2 Kontrola ložisek na kontaktní tlak

V celé sestavě zdvihacího zařízení jsou celkem 4 ramena. Do každého ramena jsou zavařeny 3 pouzdra taktěž z oceli 11 373. Pouzdra mají vnitřní rozměr díry v tolerančním stupni H7, dle doporučení výrobce ložisek.



Obrázek 41: sestava rameno s ložisky

Zdroj: vlastní

Do tohoto svařence jsou následně nalisována kluzná ložiska WFM-1820-17 s přírubou, jejichž parametry jsou na následujícím obrázku. Maximální dovolený měrný tlak je pro tyto ložiska 50 MPa.

igidur® W300, kluzné ložisko s přírubou, tvar F (metrický)

Díl č.:	<input checked="" type="checkbox"/> WFM-1820-17
Průměr díku d1 [mm]:	<input type="text" value="18"/>
Šířka ložiska b1 [mm]:	<input type="text" value="17"/>
Tloušťka příruby b2 [mm]:	<input type="text" value="1"/>
Vnější průměr d2 [mm]:	<input type="text" value="20"/>
Průměr příruby d3 [mm]:	<input type="text" value="26"/>
d1-tolerance min. [mm]:	+0,032
d1-tolerance max. [mm]:	+0,102
b1-tolerance:	h13
b2-tolerance:	-0,14
d3-tolerance:	d13

Uvedená tolerance d1 se přizpůsobuje po zalisování.
» Testovací metoda

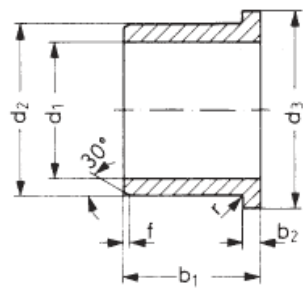
Online Services:

CAD 3D 2D Calc Email Help Print

Request/Order

» On request

Pc. Add to shopping basket



(Rozměry podle normy ISO 3547-1 a speciální rozměry)
Doporučená tolerance pro instalaci:
- Otvor pláště H7
- hřídel h9

Zešikmení závisející na d1

d1 [mm]:	Ø 1-6	Ø 6-12	Ø 12-30	Ø > 30
f [mm]:	0,3	0,5	0,8	1,2

Obrázek 42: parametry ložiska

Zdroj: [22]

Souhrn výhod a nevýhod ložisek WFM-1820-17

⊕ Kdy použít ložiska iglidur® W300?

- Je-li požadována mimořádně dlouhá životnost.
- Když je to závislé na nízkých koeficientech povrchového tření a mimořádně vysoké odolnosti proti otěru.
- Pro hřídele vyrobené z nerez oceli V2A
- Pro abrazivní média nebo velmi hrubé hřídele.
- Pro obzvláště vysokou dobu obsazení
- Pro dobrou odolnost proti chemikáliím
- Má-li být ložisko elektricky stále vůči nečistotám.

⊖ Kdy je nepoužít?

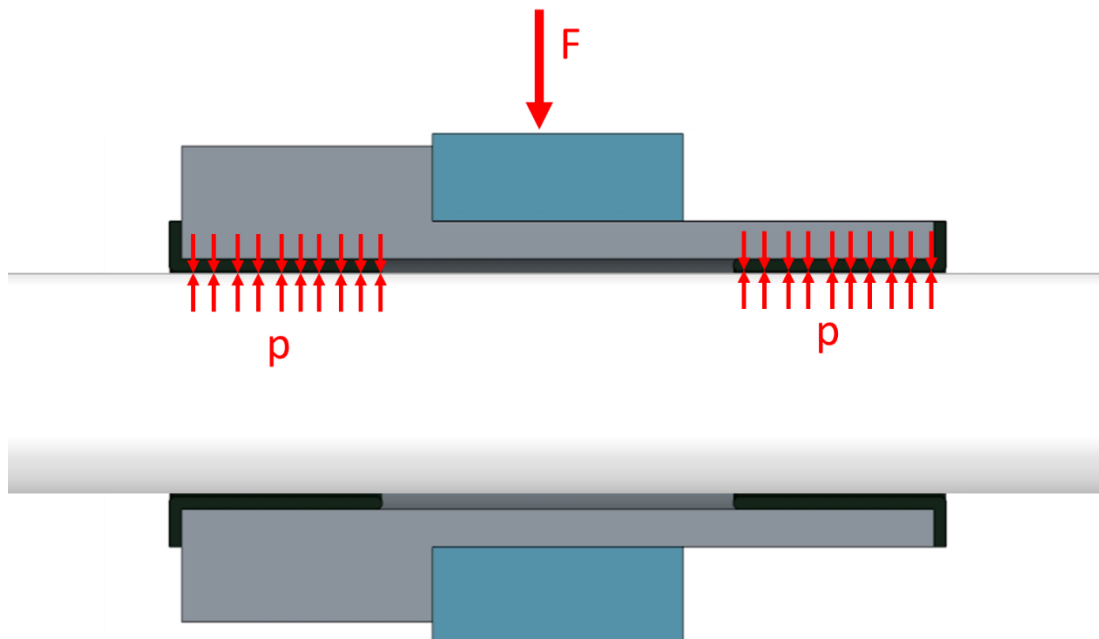
- Pro vysoká zatížení od 50 MPa
 - ▶ iglidur® Q
- Při stálých teplotách vyšších než +90 °C.
 - ▶ iglidur® H
 - ▶ iglidur® X
- Pro velmi vlhké okolní podmínky
 - ▶ iglidur® P
- Je-li požadováno obzvláště ekonomické ložisko.
 - ▶ iglidur® J

Obrázek 43: Výhody a nevýhody ložisek IGUS

Zdroj: [22]

Tyto ložiska byly zvoleny především, pro jejich dlouhou životnost, nízkou cenu a nízké zatížení.

Na obrázku 39 lze názorně vidět uložení zalisovaných ložisek v pouzdře. Pouzdro je přivařeno k páce koutovým svarem. Pouzdra jsou obráběna.

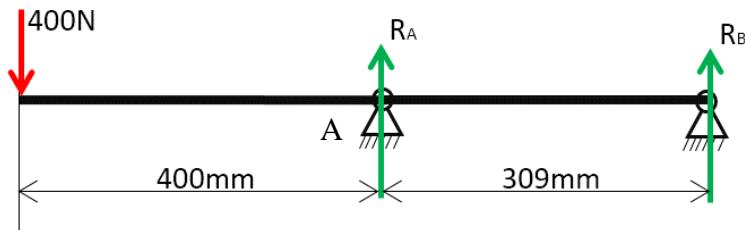


Obrázek 44: Uložení ložisek

Zdroj: Vlastní

Síla na ložisko

Sílu F lze zjistit z momentové rovnice. Pro výpočet použijeme následující nosník, výpočty budou probíhat k bodu A.



Obrázek 45: Nosník s převislým koncem

Zdroj: Vlastní

$$R_A \cdot 309 - F \cdot (400 + 309) = 0 \Rightarrow R_A$$

$$R_A = \frac{F \cdot (400 + 309)}{309} = \frac{400 \cdot (400 + 309)}{309} = 918[N]$$

$$R_B \cdot 309 + F \cdot 400 = 0 \Rightarrow R_B = \frac{F \cdot 400}{309} = \frac{400 \cdot 400}{309} = 518[N]$$

Měrné zatížení ložiska

$$p_m = \frac{F}{d \cdot l} = \frac{R_A}{d \cdot l} = \frac{918}{2 \cdot 18 \cdot 17} = 1,5 [MPa]$$

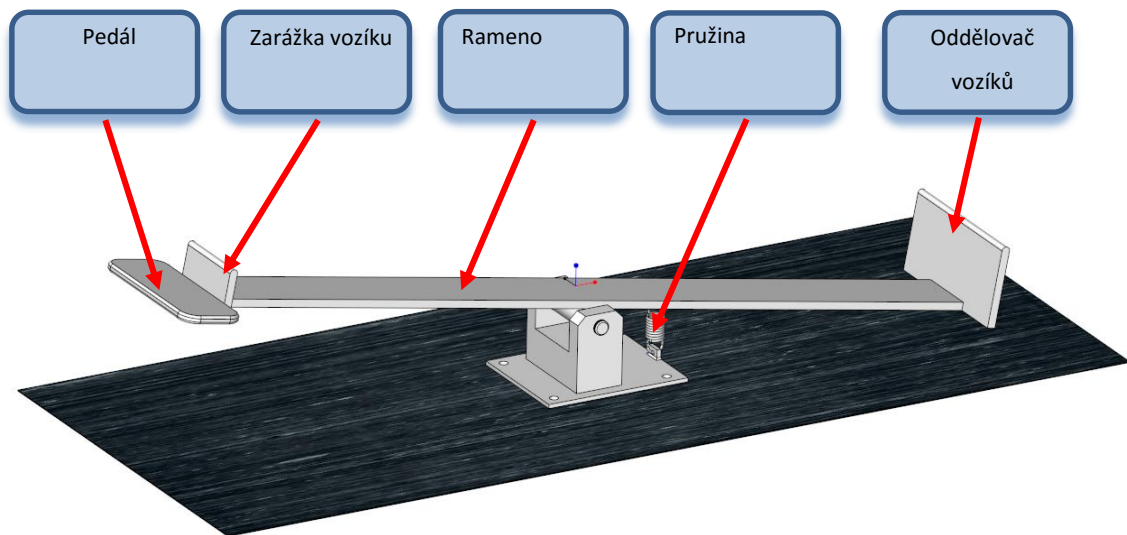
Maximální kontaktní tlak je

$$p_{max} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{F}{d \cdot l} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{353}{2 \cdot 18 \cdot 17} = 1,9 [MPa]$$

Závěr: maximální kontaktní tlak a maximální měrné zatížení obou ložisek je mnohonásobně menší než přípustné zatížení uváděné výrobcem ložisek, ložiska proto lze bezpečně použít.

6.3 Uvolňovací zařízení.

Toto zařízení slouží k postupnému uvolňování vozíků ze skluzu. Inspirace proběhla na základě již funkčního a již aplikovaného řešení ve firmě Denso a velikostně upraveno pro naše potřeby. Zařízení pracuje na principu, kdy se o zarážku zastaví vždy nejnižší postavený vozík – tedy vozík na konci. Páku v této poloze udržuje pružina. Pro uvolnění je nutno sešlápnout pedál v přední části. Následně se vozík uvolní a lze ho vytáhnout. Při tomto procesu oddělovač vozíků přidrží vozík za tímto vozíkem. Následně zavázeč vozík vytáhne. Zarážka vozíku při vytahování klouže po dně vytahovaného vozíku a zachytí vozík za ním jedoucí.



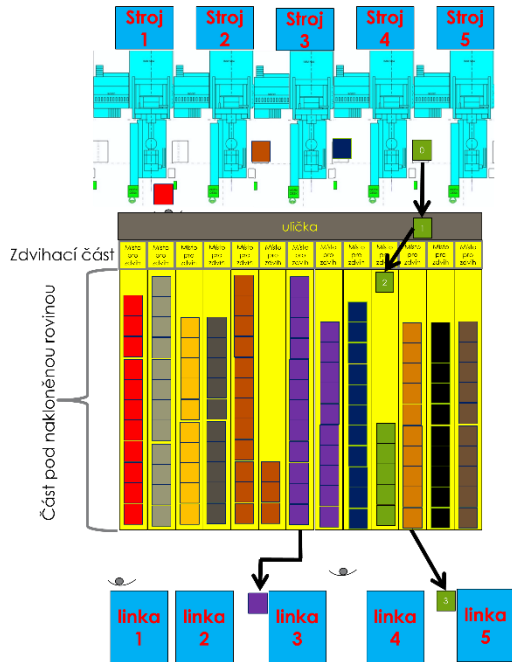
Obrázek 46: uvolňovací zařízení

Zdroj: Vlastní

Závěr: Toto zařízení je konstrukčně jednoduché a v určitých modifikacích v praxi již využívané, tedy zde nejsou očekávány žádné problémy.

7 HODNOCENÍ VÝSLEDNÉHO ŘEŠENÍ

Vzhledem k volbě gravitačních skluzů dojde k relativnímu napřimění toku materiálu v rámci skladovacích ploch. Pomocí metody MTM-1 bude provedena analýza spotřeby času pro manipulaci vozíku.



časů pro manipulaci vozíku.

Layout této skladovací plochy lze vidět na obrázku vlevo.

Je zde patrné hned několik změn. První změna spočívá v samotném konceptu uskladnění. Druhou změnou je využití zdvihacího zařízení.

Pomocí metody MTM-1 bude provedena analýza předem určených časů pouze pro změnové úseky.

Obrázek 47: Nový dílčí layout

Zdroj: Vlastní

V následující tabulce lze vidět předpokládaný čas změnového úseku manipulace s vozíkem, jehož časová náročnost bude 20,7 s.

Tabulka 11: MTM-1 analýza změnového bodu zavážení

#	LEFT HAND	L HAND code	L HAND TMU	L HAND Q x	TOTAL TMU	R HAND N x	R HAND TMU	R HAND code	RIGHT HAND Description for	RIGHT HAND
	cesta pro vozík a zpět:									
0,6	sáhnout na vozík	R40B	15,6	1	15,6	10	15	W-P	cesta z předchozí pozice k vozíku	5,4
0,1	uchopit vozík	G1A	2	1	2,0	1	2	G1A	uchopit vozík	0,1
0,3	vliv hmotnosti vozíku	SC10/2	7,3	1	7,3	1	7,3	SC10/2	vliv hmotnosti vozíku	0,3
0,6	přítáhnout vozík	M30B10/2	15,49	1	15,5	1	15,49	M30B10/2	přítáhnout vozík	0,6
					18,6	1	18,6	TBC 1	otočení o 45°	0,7
					170,0	10	17	W-PO	převést vozík k dané lokaci	6,1
							7,9	M10C	umístit vozík do kolejnice	
					14,7	1	14,7	P1SSD	doumístit vozík do nájezdu	0,5
					25,2	1	25,2	M80B	přesunout vozík na zdvzací plošinu	0,9
					17,0	1	17	W-PO	krok na pedál	0,6
					40,0	1	40		čekání na zdvihnutí plošiny	
					25,2	1	25,2	M80B	odstrčení vozíku z plošiny na skluz	0,9
					2,0	1	2	RL1	pustit vozík	0,1
					15,0	1	15	W-P	sestoupit z pedálu	0,5
					18,6	1	18,6	TBC 1	otočení o 45°	0,7
					37,2	1	37,2	TBC 2	dootčit se	1,3
	basic time in TMU		40		574		294			
	basic time in second		1,5		20,7		10,6			

Celkový čas potřebný k manipulaci získáme součtem všech dílčích časových úseků.

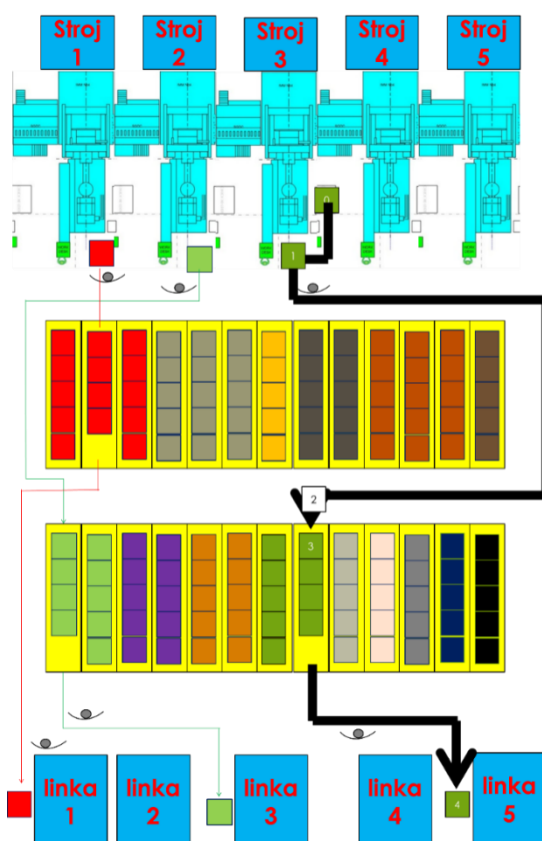
Součet časů: transport 1 – 12,6 s – z pracovní pozice do uličky
 transport 2 – 20,7 s – z uličky do skladu
 transport 3 – 18,0 s – ze skladu na pozici
Suma: 51,3 s

Závěr

Celkové časové náklady na transport s vozíky jsou rovny součtu dílčích časů, které byly výše detailně popsány. Po změně postupu práce s využitím skladovacího zařízení jsou časové náklady potřebné k manipulaci s vozíky 51,3 s/vozík.

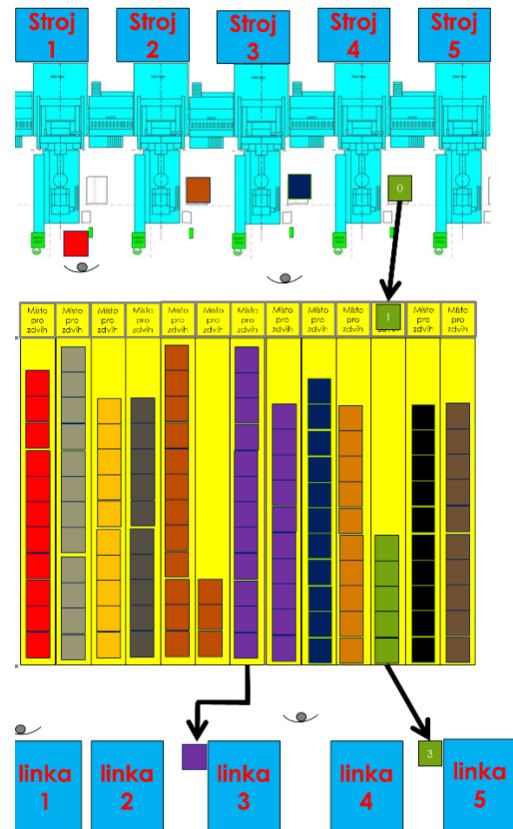
8 POROVNÁNÍ ŘEŠENÍ VZHLEDEM K PŮVODNÍMU STAVU

Na následujícím obrázku č. 48 (nalevo) lze vidět původní koncept zavážení a Layout a na obrázku č. 49 (napravo) lze vidět plánovaný koncept zavážení a Layout.



Obrázek 48: původní dílčí Layout

Zdroj: vlastní



Obrázek 49: nový dílčí Layout

Zdroj: vlastní

Norma spotřeby času MTM-1:205,2 s

Potřebný počet operátorů

v 1. směně:8

v 2. směně: 5

v 3. směně: 2

v celém dni:15

FIFO: Ne: v rámci dávky

měsíční náklady na zavážecí:450 000Kč

(náklady na 1 zavážecí = 30 000Kč)

Norma spotřeby času MTM-1:51,3 s

Potřebný počet operátorů

v 1. směně:2 (75%)

v 2. směně:2 (60%)

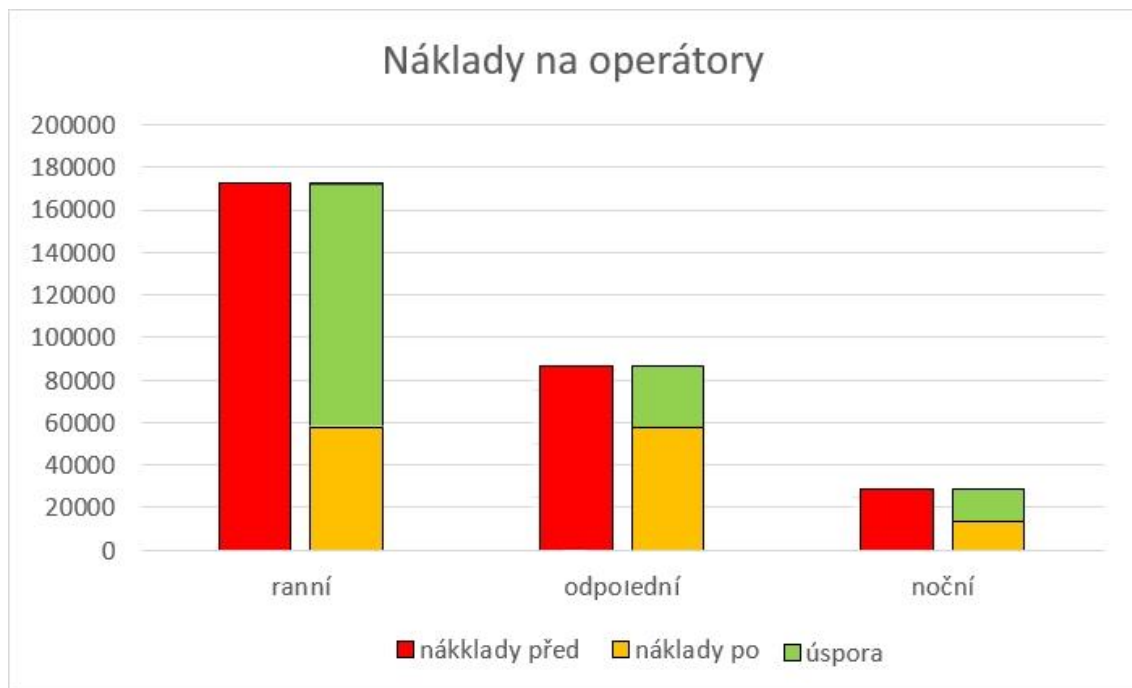
v 3. směně:1 (50%)

v celém dni:5 (66,7%)

FIFO: Ano: v rámci dávky

měsíční náklady na zavážecí:150 000Kč

Na následujícím grafu lze vidět bilanci nákladů na zavážeče za dobu 1 měsíce před a po plánované realizaci skladovacího zařízení v rámci směn.



Graf 1: bilance nákladů na operátory ve směnách

Zdroj: Vlastní

Z výše uvedených informací a z grafu je patrné, že po přestavbě stávající skladové plochy na transportní zařízení v počtu 40 ks dojde k měsíční úspoře 10 zavážečů tedy 300 000Kč na nákladech na operátory.

Na následujícím obrázku lze vidět cenovou nabídku skladovacího zařízení od dodavatelské firmy.

Detail nabídky dodavatelské firmy:

1. Kus 95 000Kč
2. 2-40 kus 51 000Kč
3. Implementace 120 000Kč
4. Roční údržba 5% z ceny = 180 000Kč

$$\text{Suma} = 95\,000 \cdot 1 + 51\,000 \cdot 39 + 120\,000 + 180\,000 = 2\,234\,000$$

$$\text{Suma} = 2\,234\,000 \text{Kč}$$

Návratnost investice

$$T = \frac{2\,234\,000}{300} = 7,4 \text{ měsíců}$$

Závěr: Návratnost po implementování bez pohonu zařízení je 7,4 měsíců.

9 ZÁVĚR

V této diplomové práci bylo navrženo skladovací zařízení pro manipulaci s vozíky o rozměrech 1x1x1,5 m (š, v, h). Toto zařízení bylo konstruováno pro manipulaci s vozíky z materiálu SUS o maximální hmotnosti vozíku 40 kg s bezpečností $k=5$. Dále byly uvažovány všechny parametry vozíků dle zadání.

Navržené skladovací zařízení se skládá ze třech částí. Ve skluzové části byla ověřena výška skluzu, bylo testováno rozjetí vozíků v 5 místech na skluzu a náraz dvou vozíků do sebe. Dále se tato práce skluzem nezabývala. Zdvihací zařízení bylo navrženo pro zdvih do výšky skluzu s možností nastavení výšky zdvihu za pomoci dorazů. Zařízení leží na zemi a není nutno ho zapouštět do země. Za klíčovou část byla považována páka, která byla navržena s bezpečností $k=5$. Zařízení je bez pohonu a plně mechanické, jediná hnací síla je energie vyvozená hmotností člověka. Uvolňovací zařízení je mechanického charakteru a obsahuje oddělovač vozíků. Úspora aplikací zařízení byla ověřena metodou MTM-1 a byla vypočtena návratnost při koupi 40 těchto zařízení na 7 měsíců, a to na základě úspory 10 zavážečů denně při měsíčních nákladech na jednoho zavážeče 30 000Kč a při investici do skladovacího zařízení ve výši 2 234 000 Kč.

Dále byla v této diplomové práci představena problematika skladování ve firmě Denso manufacturing czech s.r.o. mezi procesy Molding a Hvac. Byla provedena analýza současného stavu, kde jednotlivé časové úseky byly analyzovány metodou MTM-1. Bylo provedeno také kritické hodnocení stávajícího stavu, identifikace inovačních příležitostí a seznam inovačních příležitostí. Dále byl proveden průzkum trhu vzhledem k možnostem transportu. Byly představeny trendy v oblasti manipulace a jednotlivé možnosti transportu zařízení. Na základě šetření bylo vyhotoveno 7 konceptů, které byly pomocí SWOT analýzy, hrubé a jemné rozhodovací matice porovnány, a byla vybrána jedna varianta, která byla zpracována v detailní konstrukční řešení včetně výkresové dokumentace. Nejvíce zatěžované díly byly zkontrolovány pomocí MKP metody v programu Creo2. U finálního konceptu zavážení byla provedena MTM-1 analýza, pomocí které byla vypočtena velikost předpokládané úspory. V poslední kapitole byla vypočtena návratnost investice.

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] – MAŠÍN Ivan. *Inovační inženýrství, plánování a návrh inovovaného výrobku*, 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. 168 s. ISBN: 978-80-7372-852-6
- [2] – LEPŠÍK Petr. *Plánování a řízení společných projektů*, Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. 124s. ISBN: 987-80-7372-920-2
- [3] – MAŠÍN Ivan, JIRMAN Pavel, *Metody systematické kreativity*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. 132s. ISBN: 978-80-7372-853-3
- [4] – LIKER, J. *Tak to dělá Toyota*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [5] SHINGLEY, J., MISCHKE, C., BUDYNAS, R. *Konstruování strojních součástí*. 1. vyd. Brno: nakladatelství Vutium, 2010. 1159 s. ISBN 978-80-214-2629-0
- [6] KUBÍČKOVÁ, L., RAIS, K. *Řízení změn ve firmách a jiných organizacích*. 1. vyd. Praha: GRADA PUBLISHING, 2012. 136 s. ISBN 978-80-247-4564-0.
- [7] LEINVEBER, J A P. VÁVRA. *Strojnické tabulky*, 3. vyd. Úvaly: Albra, 2006. 914s. ISBN: 80-7361-033-7
- [8] MAŠÍN I. A L. ŠEVČÍK. *Metody inovačního inženýrství: Inovace, plánování a navrhování výrobku*. 1. vyd. Liberec: institut technologií a managementu, 2006. ISBN 80-903533-04

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [12] Oficiální internetové stránky Denso manufacturing czech [online]. [vid. 9. 9. 2015].
Dostupné z www.denso.cz
- [13] Engel-strojírenství[online]. [vid. 15.10.2015]
dostupné z: http://www.zivefirmy.cz/engel-strojirenska_f1017152
- [14] Oficiální internetové stránky Lean Factory[online]. [vid. 15.10.2015]
dostupné z: <http://www.lean-factory.com/de/partner/orgatex.html>
- [15] Oficiální internetové stránky beewatec [online]. [vid. 15.10.2015]
dostupné z: <http://www.beewatec.cz/katalog-produktu/trubkovy-system>
- [16] Oficiální internetové stránky nopo [online]. [vid. 15.10.2015]
dostupné z: <http://www.nopo.cz/cz/vyrobni-program-2/transportni-systemy-20.html>
- [17] Oficiální internetové stránky firmy trilogiq [online]. [vid. 15.10.2015]
Dostupné z: http://www.trilogiq.cz/cz/komponenty/?p=automaticky_navadeny_vozik&novinka=agv-standardni-tahac
- [18] Encyklopedie fyziky [online]. [vid. 17.12.2015] Dostupné z:
<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/37-valivy-odpor>
- [19] Diplomová práce: Jízdní odpor vozidel [online]. [vid. 17.12.2015] Dostupné z:
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=33556
- [20] Statika a pasivní odpory, TUL [online]. [vid. 24.12.2015] dostupné z:
<http://bacula.nti.tul.cz/~petr.sidlof/vyuka/NTI-MEC/prednasky/pr06-Statika-5.pdf>
- [21] Oficiální stránky Blickle – výrobce koleček a kladek [online]. [vid. 26.12.2015]
dostupné z: <http://www.blickle.cz/cz/>
- [22] Oficiální stránky IGUS – výrobce kluzných ložisek a vedení [online] [vid 1.1.2016]
Dostupné z <http://www.igus.cz/?C=CZ&L=cs>
- [23] Oficiální stránky IPA Slovakia [online] [vid 1.2.2016]
Dostupné <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/mtm-methods-time-measurement>

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Souvislost mezi technickým a ekonomickým rozvojem

Obrázek 2: Schéma rozložení procesů v DMCZ

Obrázek 3: Schéma procesu molding, přílehlého skladu a HVAC

Obrázek 4: Schéma operátora tlačícího 5 vozíků

Obrázek 5: fotografie plného vozíku s plastovými díly

Obrázek 6: nitkový diagram procesu

Obrázek 7: trajektorie 0-1

Obrázek 8: trajektorie 1-2

Obrázek 8:trajektorie 2-3

Obrázek 9: trajektorie 3-5

Obrázek 10: – Technicky použitelná pole

Obrázek 11: Diagram možností transportu

Obrázek 12:Ilustrační foto dopravníkového pásu

Obrázek 13: kolejnicový systém Orgatex

Obrázek 14: gravitační systémy Beewatec

Obrázek 15: závěsné systémy pro montážní výrobu

Obrázek 16: Automatické zavážecí zařízení Trilogic

Obrázek 17: Schéma možností zdvihání vzhledem ke gravitační dráze

Obrázek 18: Schéma gravitačního skluzu použitelného pro transport vozíků

Obrázek 19: koncept č. 1 – zdvihání pomocí kyvného mechanismu

Obrázek 20: koncept č. 2 – zdvihání pomocí vaček

Obrázek 21: koncept č.3 – zdvihání pomocí převodu

Obrázek 22: koncept č.4 – zdvihání pomocí pneumatického válce

Obrázek 23: koncept č.4 – zdvihání pákového mechanismu

Obrázek 24: koncept č.6 – transport pomocí válečkové tratě

Obrázek 25: koncept č. 7 - gravitační dráha s pákovým zdvihacím zařízením

Obrázek 26: Podrobný konstrukční návrh skladovacího zařízením

Obrázek 27: skluzová část

Obrázek 28: kolo 1

Obrázek 29: kolo 2

Obrázek 23: Kolo Blickle

Obrázek 31: zapojení siloměru k vozíku

- Obrázek 32:** Detail měření síly
- Obrázek 33:** Rozložení sil
- Obrázek 34:** Testovací dráha
- Obrázek 35:** zdvihací zařízení
- Obrázek 36:**Schéma zdvihacího zařízení
- Obrázek 37:** Schéma zdvihacího zařízení
- Obrázek 38:** skica zatěžovaného ramene
- Obrázek 39:** výsledné zatížení ramene [MPa]
- Obrázek 40:** Deformace ramene [mm]
- Obrázek 41:** sestava rameno s ložisky
- Obrázek 42:** parametry ložiska
- Obrázek 43:** Výhody a nevýhody y ložisek IGUS
- Obrázek 44:** Uložení ložisek
- Obrázek 45:** Nosník s převislým koncem
- Obrázek 46:** uvolňovací zařízení
- Obrázek 47:** Uložení ložisek
- Obrázek 48:** původní Layout
- Obrázek 49:** nový Layout

13 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1:Bilance nákladů na operátory ve směnách

14 SEZNAM TABULEK

- Tabulka 1:** Představení hlavních výrobků Denso manufacturing czech s.r.o.
- Tabulka 2:** tabulka časů potřebných k přemístění vozíků z pozice 0 na pozici 1
- Tabulka 3:** tabulka času potřebných k přemístění vozíků z pozice 1 na pozici 2
- Tabulka 4:** tabulka času potřebných k přemístění vozíků z pozice 2 na pozici 4
- Tabulka 5:** tabulka času potřebných k přemístění vozíků z pozice 3 na pozici 5
- Tabulka 6:** Porovnání jednotlivých zavážecích systémů
- Tabulka 7:** SWAT analýza
- Tabulka 8:** hrubá rozhodovací matice
- Tabulka 9:** jemná rozhodovací matice

Tabulka 10: naměřené hodnoty síly

Tabulka 11: MTM-1 analýza změnového bodu zavážení