

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2301 Strojírenství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Moderní prostředky mezioperační dopravy a možnost jejich optimalizace

Autor: **Ondřej Bortlík**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Pavel Kopeček, CSc.**

Akademický rok 2016/2017

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**

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Pavlu Kopečkovi, CSc. za pomoc a odborné vedení při vypracování. Také bych rád poděkoval své rodině a nejbližším za jejich podporu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Bortlík	Ondřej
STUDIJNÍ OBOR	Průmyslové inženýrství a management	
VEDOUCÍ PRÁCE	Doc. Ing. Kopeček, CSc.	Pavel
PRACOVIŠTĚ	ZČU – FST – KPV	
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ
NÁZEV PRÁCE	Moderní prostředky mezioperační dopravy a možnost jejich optimalizace	

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	59	TEXTOVÁ ČÁST	43	GRAFICKÁ ČÁST	16
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS	Tato bakalářská práce obsahuje přehled mezioperačních prostředků jak klasických, tak i moderních. V závěru práce jsou také popsány metody řízení a optimalizace materiálových toků. V poslední kapitole je uvedeno doporučení použití mezioperačních prostředků pro typy výroby.
KLÍČOVÁ SLOVA	mezioperační doprava, logistika, materiálový tok, mezioperační prostředky, optimalizace, řízení

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Bortlík	Ondřej
FIELD OF STUDY	Industrial Engineering and Management	
SUPERVISOR	Doc. Ing. Kopeček, CSc.	Pavel
INSTITUTION	ZČU – FST – KPV	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR
TITTLE OF THE WORK	Modern inter-operation resources and possibility their optimization	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALY	59	TEXT PART	43	GRAPHICAL PART	16
---------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION	<p>This bachelor thesis include overview of classic inter-operation resources. There are also described methods of control and optimization for material flow. In the last chapter are there recommendations for usage inter-operation resources for different types of production.</p>
KEY WORDS	<p>inter-operation transport, logistic, material flow, inter-operation resources, optimization, control</p>

Obsah

Obsah	7
Seznam tabulek	9
Seznam obrázků	9
Seznam zkratk	11
1. Úvod	12
2. Podniková logistika	12
2.1. Rozdělení logistiky	12
2.2. Historie logistiky	14
2.3. Definice logistiky	14
2.4. Cíle podnikové logistiky	14
2.4.1. Výkonové ukazatele	15
2.5. Pojetí logistiky jako systému	15
2.6. Logistické technologie	16
3. Klasické prostředky mezioperační dopravy	20
3.1. Význam manipulace s materiálem	20
3.2. Členění manipulace s materiálem	21
3.3. Rozdělení klasických prostředků mezioperační dopravy	21
3.4. Klasifikace přepravovaného materiálu	22
3.5. Klasifikace materiálu	22
3.5.1. Základní vlastnosti dopravovaného materiálu – kusový materiál	22
3.5.2. Základní vlastnosti dopravovaného materiálu – sypký materiál	22
3.6. Zdvihací a přemísťovací zařízení	23
3.6.1. Rozdělení zdvihacích a přemísťovacích zařízení	23
3.6.2. Pohon zdvihacích zařízení a přemísťovacích zařízení	23
3.6.3. Jeřáby	23
3.6.3.1. Rozdělení jeřábů	24
3.6.3.2. Mostové jeřáby	24
3.6.3.3. Portálové jeřáby	25
3.6.3.4. Konzolové jeřáby	26
3.6.3.5. Sloupové jeřáby	26
3.6.3.6. Lanové jeřáby	27
3.6.4. Zvedáky	28
3.6.5. Kladkostroje	28
3.6.5.1. Násobný kladkostroj	29
3.6.5.2. Šnekový kladkostroj	29
3.6.5.3. Diferenciální kladkostroj	30
3.6.5.4. Kladkostroj s čelními koly	30
3.6.6. Zvedací plošiny	30
3.6.7. Nákladní výtahy	31
3.7. Prostředky pro manipulaci se sypkým materiálem	31
3.7.1. Vibrační dopravníky	31
3.7.2. Šnekové dopravníky	32
3.7.3. Korečkové elevátory	32
3.8. Prostředky pro manipulaci se sypkým a kusovým materiálem	33
3.8.1. Skluzy	33
3.8.2. Žlabové dopravníky	34
3.8.3. Pásové dopravníky	34

3.8.4.	Článkové dopravníky	34
3.9.	Prostředky pro manipulaci s kusovým materiálem	35
3.9.1.	Válečkové a kladičkové tratě	35
3.9.2.	Závěsové dopravníky	36
3.9.3.	Dopravní vozíky	36
3.9.3.1.	Rozdělení dopravních vozíků	37
3.9.3.2.	Vozíky s ručním pohonem	37
3.9.3.3.	Vozíky s motorickým pohonem	38
4.	Moderní prostředky mezioperační výroby	39
4.1.	Automaticky naváděné vozíky (AGV)	39
4.1.1.	Techniky řízení	39
4.1.2.	Typy automaticky naváděných vozíků	40
4.2.	Roboti v mezioperační dopravě	43
4.2.1.	Generace robotů a manipulátorů	43
4.2.2.	Rozdělení robotických manipulačních zařízení	44
4.2.3.	Adaptivní roboti	44
4.2.4.	Kognitivní roboti	45
4.2.5.	Konativní roboty	45
4.2.6.	Mobilní roboti	45
4.2.7.	Základní typy robotů dle spojení kinematických dvojic	46
4.2.8.	Pohon robotů a robotických manipulačních zařízení	47
4.3.	Regálové zakladače	47
4.3.1.	Přehled regálových zakladačů	48
	Ruční nízkozdvížené vozíky	48
	Pojízdný zakladač	48
	Vysokozdvížený vozík	48
	Vysokozdvížený zakladač	48
	Automatické regálové zakladače	49
4.4.	Vznášedla (ACV)	50
5.	Možnosti řízení a optimalizace materiálových toků mezioperační dopravy	51
5.1.	Materiálový tok	51
5.2.	Řízení materiálových toků	51
5.3.	Metody uspořádání pracovišť	51
5.3.1.	Trojúhelníková metoda	51
5.3.2.	Kruhová metoda	52
5.3.3.	Metoda CRAFT	52
5.3.4.	Metoda vyhodnocování mezi dílenských vztahů	52
5.3.5.	Sankeyův diagram	52
5.3.6.	Metoda těžiště	52
5.3.7.	Metoda souřadnic	52
5.3.8.	Metoda S.L.P	53
5.3.9.	Simulační metody	53
6.	Shrnutí a doporučení prostředků pro mezioperační dopravu	54
7.	Citovaná literatura	56

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení manipulace s materiálem	20
Tabulka 2: Rozdělení přemísťovacích zařízení	22
Tabulka 3: Rozdělení dopravních vozíků	36
Tabulka 4: Rozdělení robotických manipulačních zařízení	43
Tabulka 5: Doporučení prostředků pro mezioperační dopravu	53
Tabulka 6: Doporučení prostředků pro mezioperační dopravu	54

Seznam obrázků

Obrázek 1: Zjednodušené schéma materiálového a informačního toku podniku	15
Obrázek 2: Systém kanbanových karet	16
Obrázek 3: Přesunová karta	17
Obrázek 4: Princip Hub and Spoke	18
Obrázek 5: Schéma materiálového toku v technologii Cross-Docking	18
Obrázek 6: Dvounosníkový mostový jeřáb	24
Obrázek 7: Kolejový portálový jeřáb	24
Obrázek 8: Otočný konzolový jeřáb v kombinaci s mostovým	25
Obrázek 9: Sloupový jeřáb firmy EGW	26
Obrázek 10: Lanový jeřáb	26
Obrázek 11: Hřebenový, šroubový a hydraulický zvedák	27
Obrázek 12: Násobný kladkostroj	28
Obrázek 13: Šnekový kladkostroj	28
Obrázek 14: Diferenciální kladkostroj	29
Obrázek 15: Kladkostroj s čelními koly	29
Obrázek 16: Hydraulická zvedací plošina s válečky a odlitkem	30
Obrázek 17: Impulzní vibrační dopravník	31
Obrázek 18: Šnekový dopravník	31
Obrázek 19: Korečkový elevátor	32
Obrázek 20: Skluzy	32
Obrázek 21: Pásový dopravník	33
Obrázek 22: Článekový dopravník	34
Obrázek 23: Válečková trať	35
Obrázek 24: Ruční přepravní vozík	36
Obrázek 25: Ruční nízkozdvíhový vozík	37
Obrázek 26: Ruční vysokozdvíhový vozík	37
Obrázek 27: Akumulátorový vysokozdvíhový vozík	37
Obrázek 28: Schéma dráhy magnetické pásky	38
Obrázek 29: RFID transpondér	39
Obrázek 30: Tažný automaticky naváděný vozík	40
Obrázek 31: Podjízděcí automaticky naváděný tahač	40
Obrázek 32: Automatický vysokozdvíhový vozík	41
Obrázek 33: Automatický kolejový vozík	41
Obrázek 34: Automatický závěsový vozík (SKY-RAV)	42
Obrázek 35: Znárodnění stavby průmyslového robotu typu K	45
Obrázek 36: Znárodnění stavby průmyslového robotu typu C	45
Obrázek 37: Znárodnění stavby průmyslového robotu typu S	45
Obrázek 38: Znárodnění stavby průmyslového robotu typu A	46

Obrázek 39: <i>Elektrický pojízdný zakladač</i>	47
Obrázek 40: <i>Vysokozdvihný zakladač</i>	47
Obrázek 41: <i>Regálové zakladače v automatickém skladu</i>	48
Obrázek 42: <i>Řízení vznášedla</i>	49
Obrázek 43: <i>Dálkově ovládané vznášedlo</i>	49

Seznam zkratek

JIT – Just in time

QR – Quick response

ECR – Efficient Consumer Response

FEM – Fédération Européenne de la Manutention

PVC – Polyvinylchlorid

AGV – Automatic guided vehicles

LGV – Laser guided vehicles

RFID – Radio frequency identification

SKY-RAV – Automated overhead traveling vehicles

RGV – Rail guided vehicles

SPB – Semestrální projekt k bakalářské práci

ACV – Air cushion vehicles

CRAFT – Computer relative allocation of Facilities Technique

S.L.P – Systematic layout planning

Kg – kilogram

1. Úvod

S technickým rozvojem člověk klade daleko větší důraz na kreativitu, a tudíž vzniká mnohem větší potřeba nahradit stereotypní práci strojním vybavením. V dnešní moderní době člověk využívá stále více technického pokroku, jak v osobním životě, tak i při výrobě. Vzniká tak stále větší potřeba zvětšování objemu výroby a jejího neustálého zlevňování a zpřesňování. V důsledku toho hledá člověk co nejlevnější řešení při vysoké technické náročnosti. Tento trend se odráží i ve výrobě. Jednou z možností, jak zlevnit konečný výrobek, a přitom zrychlit jeho výrobu je dokonalé zvládnutí logistického procesu. Nahrazení člověka robotem je dnes, a bude i v následujících letech, pro každý podnik, který chce udržet „krok“ s moderní dobou, jeho neodmyslitelnou součástí. Správnou otázkou však je, do jaké míry je akceptovatelný a z ekonomického hlediska udržitelný tento trend nahrazování lidí stroji. Je, a do budoucna vždy bude, důležité citlivé a vyvážené využití lidského potenciálu a strojní dokonalosti.

V první části následující práce je proveden rozbor logistiky s ohledem na mezioperační dopravu. Poté je vytvořen přehled klasických i moderních mezioperačních prostředků. Ve druhé části práce najdeme možnosti řízení a optimalizace materiálových toků mezioperační dopravy. V poslední kapitole je provedeno shrnutí mezioperačních prostředků a doporučení jejich použití pro různé typy výroby.

2. Podniková logistika

Podniková logistika se zabývá materiálovým tokem v podniku a jeho doprovodným tokem informací.

2.1. Rozdělení logistiky

Tato kapitola byla zpracována dle literatury [6] a [7]

Logistiku můžeme dělit dvěma způsoby. Dle působnosti a dle rozdělení hlavních činností.

Rozdělení logistiky dle sféry působnosti:

- a) Makrologistika
- b) Mikrologistika
- c) Metalogistika

Makrologistika zkoumá logistiku z globálního pohledu. Mezi hlavní prvky patří mezinárodní doprava, mezinárodní integrace výrobních kapacit, dopravy, spojů, také můžeme zařadit do této kategorie problém cla a mezinárodní legislativu přepravy

Mikrologistika se zabývá logistikou podniku a řeší logistické systémy podniků a organizací, které se člení dle jejich cílů. Tyto systémy nekončí u koncových zákazníků, ale ukazují činnost uvnitř podniku.

Metalogistika se zaměřuje na řešení situací, které přesahují metalogistický právní rámec. Lze sem zařadit problematiku dodavatelů, distributorů, surovin, zákazníků, činností dopravy a meziskladové přepravy.

Rozdělení logistiky dle hlavních činností

Logistika se dělí dle hlavních činností na:

- a) Zásobovací logistika
- b) Výrobní logistika

- c) Distribuční logistika
- d) Dopravní logistika
- e) Skladovací logistika
- f) Marketingová logistika
- g) Průmyslová logistika

Zásobovací logistika se zaměřuje na potřeby zákazníka, tak aby byly uspokojeny požadavky na dodání materiálu, výrobku, služby atd. v potřebném množství, v určitém čase na určitém místě. Mezi prvky zásobovací logistiky se považují všechny nezbytné vstupy pro výrobu nebo obchodní činnost podniku.

Výrobní logistika se zabývá řízením materiálových toků v podniku tak, aby jednotlivé prvky výroby měly optimální náklady v požadovaném množství a co v nejkratším čase.

Distribuční logistika se charakterizuje jako spojovací součást mezi výrobou a zákazníkem. Obsahuje veškeré pohyby zboží mimo jiné i skladové a dopravní pohyby. Zároveň při pohybu je potřeba dodržet informační a kontrolní činnosti. Cílem tohoto druhu logistiky je tedy dodat zboží, výrobek, či službu na správné místo, ve správném množství a v požadované kvalitě.

Dopravní logistika je velmi významnou částí logistiky. Její primární úkol je zajištění provozu dopravních sítí a plánování. Spočívá v přemísťování věcí, materiálů, či osob po dopravních cestách. Hlavní cíl dopravní logistiky je pružné a hospodárné uspokojování potřeb zákazníků, které jsou spojeny s přepravou.

Dopravní logistiku můžeme dále dělit na:

- Logistiku silniční dopravy
- Logistiku železniční dopravy
- Logistiku vodní dopravy
- Logistiku letecké dopravy
- Potrubní doprava aj.

Skladovací logistika je součástí logistické sítě, ve které je materiál, či zboží dočasně uskladněno (drženo) a připravováno k dopravě do dalších částí logistických řetězců. Sklad je důležitou součástí v logistickém systému, protože spojuje články od dodavatelů k zákazníkovi.

Skladovací systémy lze dělit na tři způsoby:

- a) Předvýrobní sklady – slouží k uskladnění surovin
- b) Distribuční sklady – slouží k uskladnění hotových výrobků
- c) Kombinované sklady – zahrnují předvýrobní i distribuční položky v jednom místě
- d) Mezisklady – zahrnují rozpracované výrobky

Marketingová logistika se zabývá fyzickou distribucí, tokem zboží a dokumentace, která se vztahuje k danému výrobku. Marketingová logistika musí splnit tyto podmínky:

- Fyzický tok zboží je doprovázen informačním tokem
- Řízení a kontrola pohybu je založena na principu nákladové optimalizace
- Provozní jednotky, které jsou spjaty s pohybem zboží a informací respektují nadřazenost marketingových rozhodnutí.

Průmyslová logistika se zabývá materiálovým hospodářstvím v průmyslovém podniku. Mezi hlavní pilíře průmyslové logistiky patří marketingová logistika. Průmyslovou logistikou můžeme dělit na:

- zásobovací
- výrobní
- odbytovou.

2.2. Historie logistiky

Logistika je dle Líbala v knize „ABC Logistiky Podnikání“ „*poměrně mladý vědní obor, který je neustále ve vývoji. Teprve v polovině osmdesátých let přestal být prohlašován za „buržoazní“ pavědu.*“ [5] I když je poměrně mlád, má logistika jako taková dalekosáhlou historii ve vojenství. V 17. století za dob Ludvíka XIV. neznali slovo logistika. Pod tímto názvem si v tehdejší době představujeme zásobování potravinami, či municí. Během dvacátého století ve druhé světové válce logistika dostala nový rozměr a tento pojem se používal ve spojitosti s řízením zásobovacích procesů pro spojenecké armády. Od začátku šedesátých let se pojem logistika jako taková začala používat v civilním hospodářství. Zpočátku se v USA logistikou rozumělo plánování a realizace distribuce od výrobce ke spotřebiteli. Krok za krokem se logistika rozšiřovala na skladové hospodářství. V sedmdesátých letech se začínaly prosazovat stále více významné možnosti racionalizace spočívající v globální optimalizaci. [5] Od začátku osmdesátých let nastal náhlý rozvoj logistiky v průmyslově vyspělých zemích. Tento trend byl vyvolán zvyšující se nabídkou nad poptávkou a větší konkurencí. Velký rozvoj bylo možné udělat také díky velkému skoku v mechanizaci, automatizaci a technice. V dalších letech se význam a důraz na logistiku dále rozšiřoval. [5]

2.3. Definice logistiky

Logistika není ve světové literatuře jednoznačně stanovena. Její pojetí se v různých zemích a v oborech liší. Definici logistiky se zaměřením na výrobu a obchodní podniky uvádí kniha „ABC Logistiky podnikání“ od Líbala „*Obsahem logistiky je integrální řízení veškerého materiálového toku podnikem (včetně toku od dodavatelů a toku k odběratelům) jako celku a příslušného informačního toku.*“ [5] Další definici logistiky také nabízí Líbal v knize „ABC Logistiky podnikání“: „*Posláním logistiky je vytvářet předpoklady a starat se o to, aby byly k dispozici správné materiály, ve správném čase, na správném místě, se správnou jakostí a s příslušnými informacemi, a to s přijatelným finančním dopadem.*“ [5]

Logistika je průřezová funkce obslužného charakteru, které patří všechny funkce a úkoly související s logistickým systémem podniku (nákup, výroba, prodej). Mezi hlavní složky logistických procesů patří doprava, překládka a manipulace, skladování, balení, vychystávání, distribuce, příprava, plánování, řízení, sledování, kontrola a informování. [5]

2.4. Cíle podnikové logistiky

Funkcí logistiky je podpořit plnění globálních podnikových cílů. Priority v podniku jsou velmi často určené podnikem, nejčastěji v pořadí: hospodárnost, množství, výrobky, jakost, čas. Vyrábět nejhospodárněji ve velkém množství pochybné výrobky a ve špatném čase není nejlepší cesta, na kterou by se měl podnik soustředit. Tyto priority pro podnik nemají žádný velký význam a z toho důvodu by měly být podnikové priority podřízeny požadavkům zákazníků a mít toto pořadí: výrobky, jakost, čas, hospodárnost. [5]

Od podnikové strategie a podnikových cílů by měly být odvozeny logistické cíle. Rámcovým prostředkem podnikové logistiky je „*zabezpečit uspokojování přání zákazníků na dodávky a služby na požadované úrovni, a to při minimalizaci celkových nákladů.*“ [5] Rámcový cíl má dvě složky: výkonovou a ekonomickou. [5]

Výkonovým cílem je zajistit úroveň služeb, to znamená připravit materiál, polotovar, nakupované díly, podsestavy, hotové výrobky ve správném množství, druhu a jakosti, ve správném okamžiku na správném místě. [5]

Ekonomickým cílem je splnit výkonový cíl s co nejnižšími náklady bez ohrožení likvidity podniku. Při určení úrovně služeb odběratelům je potřeba minimalizovat náklady. Musíme optimalizovat úroveň služeb a určit jejich správné úrovně. Kdybychom zvýšili úroveň služeb, zvýšíme i náklady, ale dává nám to malou naději na zvýšení prodeje. Avšak existuje spodní hranice úrovně, která je ohraničena minimální úrovní služeb, kterou je odběratel ochoten akceptovat. [5]

Logistické cíle dále dělíme na vnější a vnitřní.

Vnější logistické cíle se soustředí na přání odběratelů a požadavky trhů. Soustředí se na udržení nebo zvýšení objemu prodeje. Jde hlavně o pružnost podniku, spolehlivost a úplnost dodávek a krátké dodací lhůty. [5]

Vnitřní logistické cíle se zaměřují na snižování logistických nákladů a snižování kapitálu v zásobách. [5]

Logistické cíle se také transformují do výkonových ukazatelů jako směrodatných hodnot pro jednotné logistické systémy. Výkonové ukazatele se zavedly kvůli neustálému dohledu operativních činností. Pomocí nich můžeme kontrolovat míru plnění logistických cílů. [5]

2.4.1. Výkonové ukazatele

Dodací lhůta je doba mezi přijetím objednávky do podniku a doručení zboží zákazníkovi. [5]

Stupeň úplnosti dodávky je podíl zboží z objednávek v určitém období, které bylo dodáno v přislíbené dodací lhůtě v plném množství. Jedná se o souhrnný ukazatel za celý podnik nebo za určitou skupinu výrobků. [5]

Stupeň spolehlivosti dodávky ukazuje pravděpodobnost, že bude dodržen zadaný termín dodávky. [5]

2.5. Pojetí logistiky jako systému

Kdybychom uvažovali logistiku jako systém, tak by se zaměřoval na dosažení specifických cílů podniku. Mezi hlavní systémové prvky patří: materiálový systém, plánovací, řídicí a informační systém. [5]

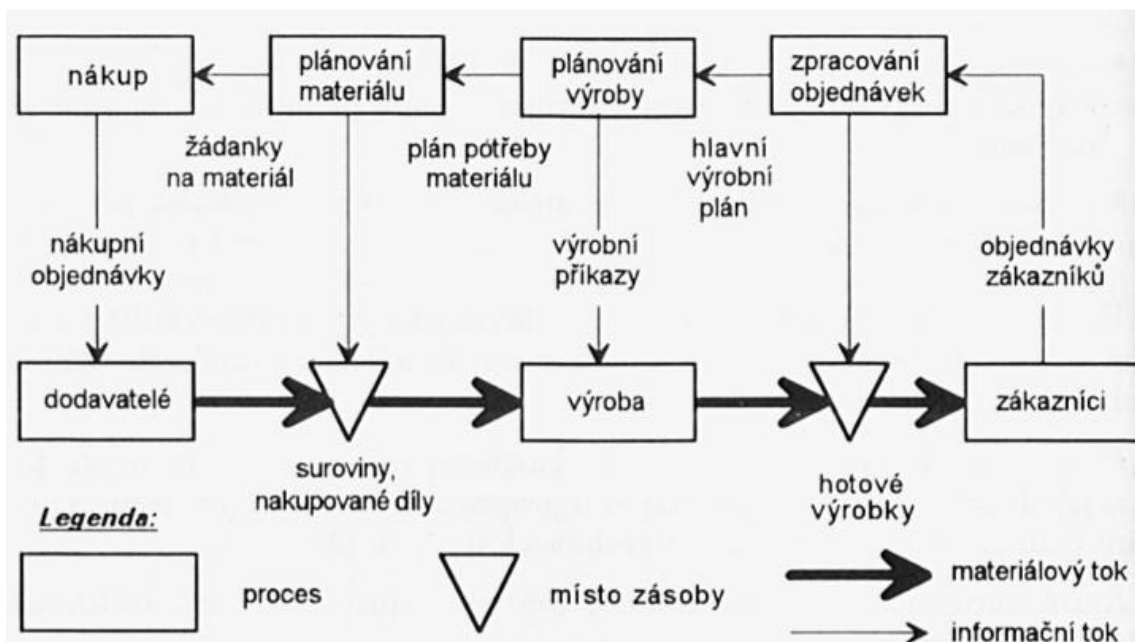
Materiálový systém obsahuje: procesy transformační, přemísťovací, skladovací. Tento systém má v podstatě na starosti realizaci materiálových toků. [5]

Plánovací a řídicí systém má tři základní úkoly: plánování, řízení a kontrolu materiálového toku. [5]

Informační systém pracuje a přenáší údaje o budoucnosti a o skutečnosti. Přenos těchto údajů v podniku i mimo něj je úlohou komunikačního systému, který spadá pod informační systém. Informační systém musí poskytovat 'správné informace, na správném místě ve správném čase'. Informační tok ovlivňuje mnoho podnikových systémů, kterým materiálový tok prochází. Také obsahuje řídicí ukazatele, které sledují a ovládají materiálový tok. Tyto ukazatele jsou

například: přijetí objednávky, výrobní plán na základě predikcí poptávky, plán potřeby, materiál. [5]

Schéma materiálového a informačního toku v průmyslovém podniku je znázorněn na obr. 1.



Obr. 1 Zjednodušené schéma materiálového a informačního toku podniku [5]

Ve dvacátém století se většina průmyslových podniků při řízení materiálových toků zaměřovala na tlačný systém neboli push, ve kterém jsou zásoby a operace řízeny centrálně. Doplnění zásob a její množství bylo určováno dle plánované potřeby, a ne dle skutečných požadavků. Nejdřív se výrobní dávka určila pro první pracoviště. Po dokončení celé výrobní dávky byla přesunuta na další pracoviště. Z toho vyplývá, že byl materiál tlačěn do dalšího pracoviště. Vlivem růstu konkurence a trhu se od tlačného push systému pomalu upouštělo v řadě typů výroby. V různých typech výroby se začínal rozšiřovat tažný systém tzv. pull, který se zaměřuje více na zákazníka. Zákazník vytváří počáteční kritéria materiálového toku. Pracoviště si vyžádá z předchozího pracoviště další dávku v okamžik, kdy ji začne zpracovávat. Přímou požadované množství záleží na potřebách pracoviště. Materiál je vtahován z předchozího článku řetězce. [5]

Abychom mohli zmírňovat vliv nejistoty je potřeba mít spolehlivě a pravidelně aktualizované predikce poptávky, vhodný informační systém se správnými údaji a vytvářet pružnost v celém podniku. [5]

2.6. Logistické technologie

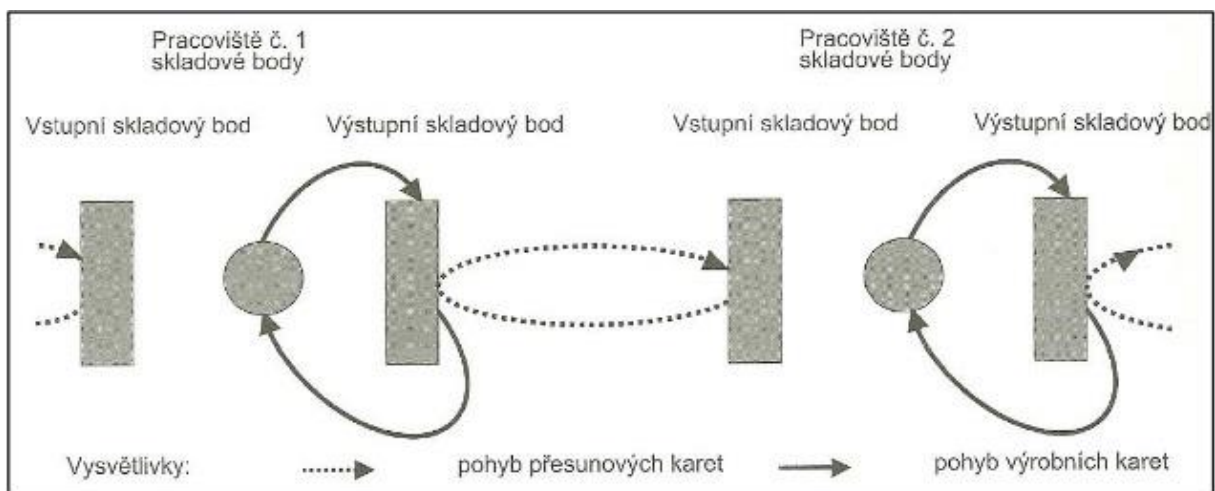
V logistických systémech vybíráme nejvhodnější metody, abychom zajistili jednotlivé operace, které budou fungovat optimálně. Potřebujeme, aby úroveň logistických služeb byla zabezpečena s přiměřenými náklady. Toho lze docílit tak, že se nejdříve stanoví velikost nákladů a poté bychom se snažili dosáhnout co nejlepší možnou úroveň poskytovaných služeb. Celý zmíněný proces se nazývá logistická technologie. [6]

Logistické technologie vycházejí ze vzájemného působení výroby, dopravy a obchodu. Při vytváření logistických technologií se řídíme dle následujících hypotéz dle zdroje [6]:

- Přesné, malé a časté dodávky zrychlují vývoj manipulačních, přepravních a informačních systémů.
- Zvýšením kvality dopravy se zvyšuje zatížení infrastruktury, v důsledku čehož je třeba řešit regulační strategie, ve kterých musíme brát ohled na ekologickou zátěž prostředí
- Průmysl a obchod vytváří vlastní marketing, ale rozšiřují se logistické služby na řetězec dopravní obsluhy
- Abychom zrychlili ekonomický rozvoj, jeví se jako nevyhnutelné investice do vylepšení, či vytvoření nové infrastruktury, jako je např. vytvoření nových dopravních toků a zefektivnění dopravy.
- Konvenční dopravci se stávají subdodavatelem operátorů, kteří organizují komplexní službu v přepravních řetězcích. [6]
- Pokud budeme vycházet z těchto hypotéz, můžeme vytvářet nové systémové postupy a řídicí procedury, které povedou v určitém ekonomickém prostředí k minimalizaci nákladů na daném přepravním řetězci. Což mimo jiné znamená i optimalizaci ekonomického efektu logistického systému. [6]

S rozvojem logistiky postupně vznikají a stále se rozvíjí mnoho logistických technologií. Mezi nejdůležitější logistické technologie však patří: Kanban, Just-in-Time, Quick Response, Efficient Consumer Response, Hub and spoke, Cross-Docking. [6]

Kanban je technologie, která je úzce spojena s principy štíhlé výroby. Využívá se dobře pro díly, které se používají opakovaně. Tento systém se inspiroval trhem, kdy na jedné straně je prodávající a na druhé straně kupující. Jeho zakladatel Taiichi Ohno tak rozdělil pracoviště a přesně definoval okruhy pracovišť. Dané pracoviště informuje, jaké díly či materiál potřebuje, pomocí štítku. Objednané množství je obsah jednoho přepravního prostředku. Dodavatel ručí za kvalitu a odběratel má povinnost objednávku převzít. Spotřeba materiálu je rovnoměrná a nevytváří se zásoby. Nejčastěji tuto technologii můžeme vidět ve velkosériové výrobě. Kanban zaručuje plynulost provozu a vysokou produktivitu a efektivnost výroby. [13]



Obr. 2 Systém kanbanových karet [13]



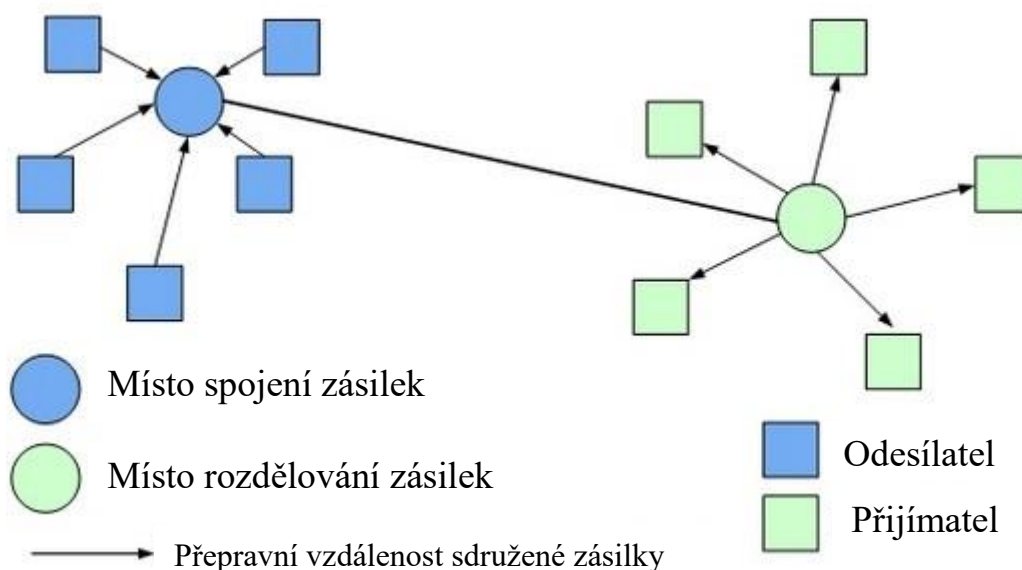
Obr. 3 Přesunová kanban karta [13]

Technologie **Just-in-Time** dále jen (JIT) uspokojuje požadavky materiálu v přesně určených termínech dle potřeb odebírajících článků. Zaměřuje se na odstranění ztrát a přebytečných zásob. JIT má čtyři základní principy: zjednodušení, zviditelnění, synchronizaci a neustálé zlepšování. Abychom mohli plně rozvinout tyto čtyři základní principy, musíme splňovat několik podmínek. Musíme plánovat a vyrábět objednávku, vyrábět malé série, neplýtvat, mít plynulé toky materiálu, vysokou jakost, nulovou zmetkovitost, žádné prostoje, jasnou strategii. JIT je velmi náročný na projektování, zavádění a řízení. Musí být zabezpečená racionální a koordinační opatření všech článků od dodavatele k odběrateli. [13]

Quick response dále jen (QR) je technologie, která se zaměřuje na řetězce spotřebního zboží přes velkoobchody až po maloobchodní síť. Jedná se o zdokonalení řízení zásob a zvýšení efektivity díky zrychlenému toku zásob. Technologie QR je daleko rozsáhlejší než JIT, protože každý článek má informace o zásobách, prodeji a objednávkách. Používá automatickou identifikaci (čárový kód) a elektronickou výměnu dat. Díky tomu se sleduje prodej výrobků. Tento tzv. přehled mají k dispozici všechny logistické řetězce přes výrobce až po dodavatele surovin, a dokonce i zákazník. [13]

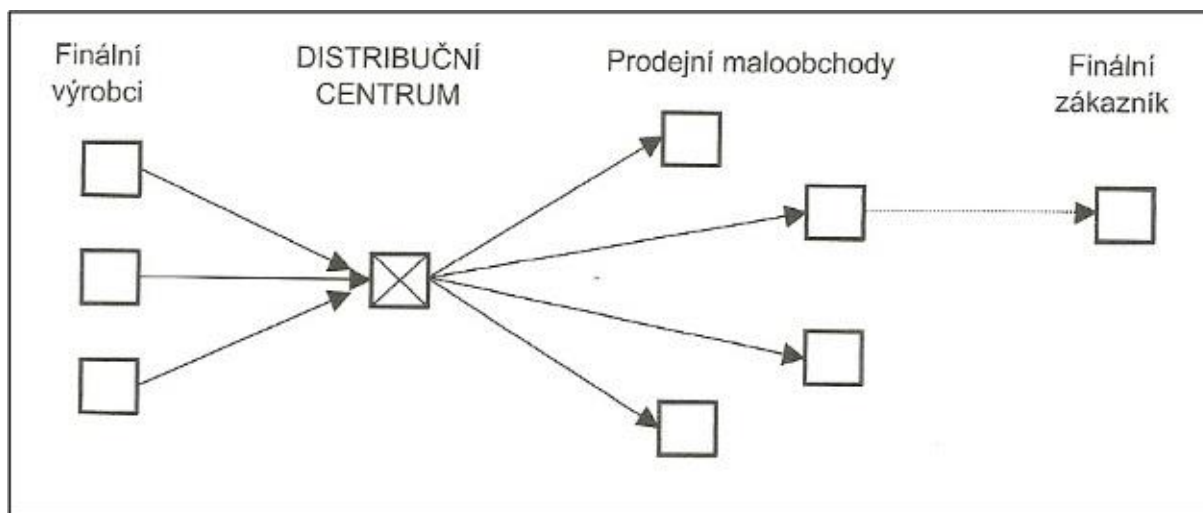
Efficient Consumer Response dále jen (ECR) tato technologie vznikla 1993 v USA pro potravinářský řetězec. Nyní se uplatňuje v Evropě a jde o variantu Quick response, která spojuje logistické řetězce od dodavatelů přes výrobní závody, zprostředkovatele, distributory, velkoobchody až po maloobchody se zaměřením na přání zákazníka. Jelikož ECR vychází z QR, tak taktéž používá automatickou identifikaci pomocí čárových kódů, elektronickou výměnu dat a elektronický převod peněz. [24]

Hub and Spoke se používá pro dopravu zásilek na velkou vzdálenost, např. když bychom si objednali balíček z Londýna do České republiky. Zásilky jsou sjednoceny na dopravní prostředek s velkou kapacitou, většinou nákladní automobil, který dopravuje zásilky na jedno místo, kde se rozdělují a dále dopravují k zákazníkovi. Hub and Spoke se používá při přepravě z jednoho kontinentu na druhý. [13]



Obr. 4 Princip Hub and Spoke [14]

Cross-Docking je technologie, kterou používají velké potravinové řetězce využívající výhod začlenění distribučního centra. Cross-Docking funguje tak, že výstupní produkt je dopraven na terminál, kde je roztržiděn podle místa a času doručení. Po roztržidění a zaznamenání se přemístí do výstupního sektoru. Zde jsou naloženy do vozu a doručeny na místo určení. Tato technologie je vhodná pro přepravu produktů, které potřebují kontrolu teploty nebo mají omezenou trvanlivost a produkty potřebující rychlý transport, který je ke všemu pod neustálou kontrolou. [11]



Obr. 5 Schéma materiálového toku v technologii Cross-Docking [13]

Návrhy řešení můžeme řadit do několika následujících principů: Princip A – dominance zákazníka, Princip B – komplexnost sledování toků, Princip C – stanovení podmínky kontinuity toku v řetězci, Princip D – transformace toků, Princip E – změna logistického místa řezu, Princip F – teorie synergického efektu a Princip G – teorie protikladu. [24]

3. Klasické prostředky meziperační dopravy

V této kapitole se zabývám především samotným významem manipulace s materiálem a následně je volně navázáno přehledem.

3.1. Význam manipulace s materiálem

Problematikou manipulace s materiálem v celém našem hospodářství se zabývá 40-45 % pracovníků. Náklady na manipulaci ve strojírenství činí zhruba 20 % z celkových nákladů na zpracování. Z celkového průběžného času výroby připadá 20-90 % na manipulaci s materiálem a čekání na další stroj, záleží na typu a charakteru výrobního procesu. Dle Líbala v knize „ABC Logistiky podnikání“ „na jednu tunu hotového výrobku připadá 10-185 tun přepravovaného materiálu.“ [5] Zásadní společenský význam manipulace s materiálem je dán fakty dle zdroje [4]:

- Určitou část pracovních časů výrobních dělníků tvoří manipulace s materiálem, která může být podstatně zkrácena např. Použitím přípravků, šablon, robotickým upínáním;
- Na úrovni manipulace s materiálem závisí potřeba ploch pro operace ve výrobních prostorech i skladech;
- Vytvoření plynulého materiálového toku je jednou ze základních podmínek proudové výroby;
- Plynulost materiálně-technologického zásobování závisí na technickoorganizační úrovni skladového hospodářství;
- Bez mechanizace manipulace s materiálem není možno uskutečnit program komplexní mechanizace, ani vytvořit podhoubí pro automatizaci výroby;
- Manipulace s materiálem patří mezi nejnamáhavější fyzické práce a zdrojem většiny pracovních úrazů;
- Špatná organizace manipulace s materiálem způsobuje poruchy v přísunu materiálu ke strojům a vyvolává ztrátový čas strojů, dělníků;
- Nesprávná manipulace s materiálem způsobuje velké ztráty na výrobním materiálu, případně jeho poškození.

Manipulace s materiálem má svou podstatnou funkci ve výrobě i oběhu. Člověk je od přírody líný, a tak si ve výrobním procesu lidé přizpůsobují věci svým potřebám pomocí pracovních nástrojů. Výsledkem výrobních procesů je předmět užitné hodnoty, který se pomocí oběhu dostává do sféry spotřeb. Podstatou oběhu je časově a prostorově překonávat rozdílnosti místa a času výroby a spotřeby. Abychom mohli oba procesy (oběh a výroba) uskutečnit, je potřeba dalších činností a procesů. Je to vyvoláno některými skutečnostmi:

- Činitelé pracovního procesu (pracovní předměty, prostředky a pracovní síly) nejsou vždy na místě výroby, proto je musíme přemístit;
- Abychom mohli vykonat výrobní operace, musíme zpravidla materiál nebo polotovar přemístit do pracovní polohy a po vykonání požadované operace opět z této polohy vzít;
- Výroba a spotřeba se neuskutečňují na jednom místě, tedy doprava je nutným předpokladem realizace užitných hodnot předmětů v jejich spotřebě;
- Spotřebu je třeba uspokojovat včas, v potřebném množství i sortimentu;
- Pro dopravu i skladování je třeba předměty a zboží chránit vhodným balením.

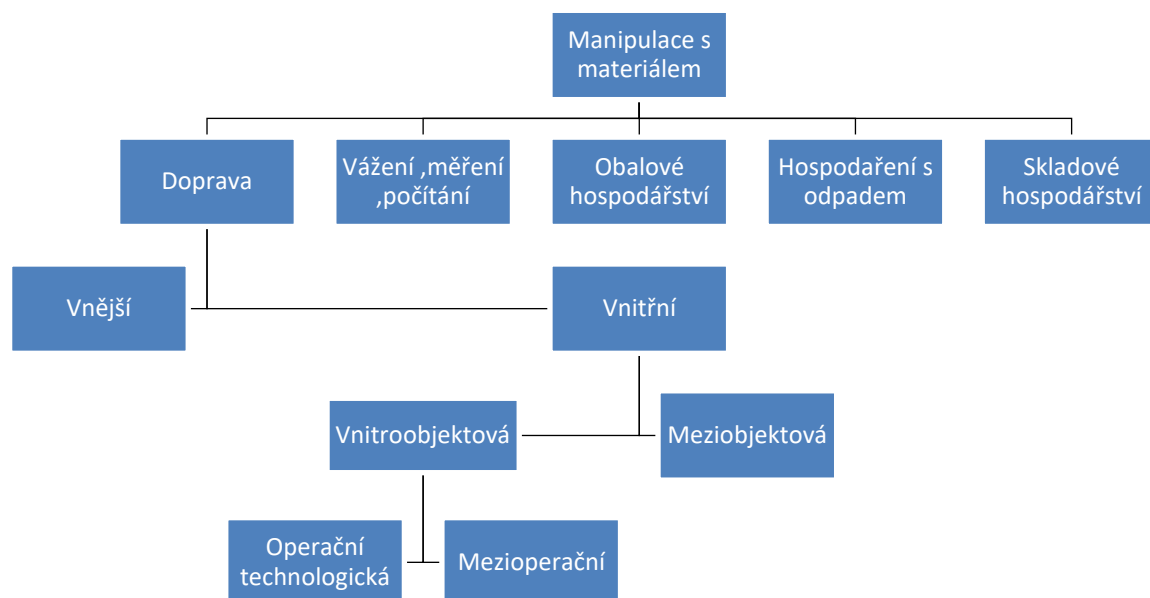
Z toho vyplývá, že podstatou manipulace s materiálem je soubor operací, který souvisí převážně s přemísťováním, skladováním, balením, vážením, měřením, přepočítáváním, tříděním atd. hmotných prostředků jak ve výrobě, tak při oběhu. [4]

Den ode dne se nároky na manipulaci s materiálem a skladování stávají komplexnější a náročnější. Dnešní trh vyžaduje individuální, bezchybné a rychlé rozdělení jednotlivých zakázek ze stále se rozšiřujícího sortimentu.

3.2. Členění manipulace s materiálem

Definice manipulace s materiálem zní dle Hlavenky v knize „Manipulace s materiálem“ takto: „Manipulace s materiálem je soubor operací, zahrnující převážně přemísťování, ale i skladování, balení, vážení, měření, počítání, třídění hmotných částí jak ve výrobním procesu, tak i při oběhu.“ [3]

Z této definice vyplývá, že je to souhrn obslužných (netechnologických) operací. Manipulace s materiálem představuje největší část netechnologických operací a dělí se na:



Tab. 1 Rozdělení manipulace s materiálem [8]

3.3. Rozdělení klasických prostředků mezioperační dopravy

Prostředky mezioperační dopravy, slouží k manipulaci a přepravě materiálu. Rozdělit je můžeme dle:

Druhu přepravovaného materiálu dle zdroje [2]:

- Prostředky pro manipulaci se sypkým materiálem
- Prostředky pro manipulaci se sypkým a kusovým materiálem
- Prostředky pro manipulaci s kusovým materiálem
- Prostředky pro manipulaci s kapalinami a plyny

Typických konstrukčních znaků dle zdroje [8]:

- Zdvihací a přemísťovací zařízení
- Dopravní vozíky
- Dopravní tratě
- Ostatní manipulační prostředky a systémy

3.4. Klasifikace přepravovaného materiálu

Dle stavu třídíme materiál na dle zdroje [4]:

- a) Tuhý
- b) Kapalný
- c) Plynný

Dle snadnosti na dle zdroje [4]:

- a) Jednotlivé kusy
- b) Manipulační jednotky
- c) Volně ložené materiály

Při třídění materiálu do skupin se vychází ze základních charakteristických znaků, které mají vliv na jejich přepravitelnost. Mezi hlavní charakteristické znaky patří: rozměry, hmotnost, tvar plochy (zakřivený, nepravidelný atd.), nebezpečí poškození (křehký, výbušný, korozivní apod.), stav (horký, špinavý, mokrá, lepkavý apod.). Mezi další znaky patří také: množství (četnost, objem dávky), čas (četnost, objem dávky) a zvláštní předpisy dané normami nebo jinými předpisy. [4]

3.5. Klasifikace materiálu

Klasifikace v této podkapitole je provedena dle základních vlastností dopravovaného materiálu.

3.5.1. Základní vlastnosti dopravovaného materiálu – kusový materiál

Jeden z mnoha návrhů pro klasifikaci kusových materiálů je rozřazení do skupin, které vypracovala (Fédération Européenne de la Manutention) dále jen FEM, vyjadřující měřítko číselným označením každé vlastnosti tak, aby se dosáhlo velmi přesného rozřazení materiálů. Návrh uvažuje o osmi hlavních skupinách, dle zdroje [4].

- a) Tvar přepravovaného materiálu
- b) Poloha předmětu při přepravě a stability přepravovaných kusů
- c) Hmotnost přepravované dopravní jednotky
- d) Objem dopravované jednotky
- e) Druh přepravovaného materiálu
- f) Tvar dosedací plochy a jiné vlastnosti povrchu dopravovaného předmětu
- g) Další pozoruhodné vlastnosti dopravovaných materiálů
- h) Citlivost dopravovaného materiálu

3.5.2. Základní vlastnosti dopravovaného materiálu – sypký materiál

Pro sypké materiály vypracoval FEM také návrh. V tomto návrhu se mohou zejména uživatelé vyvarovat nepřesností při specifikování dopravovaného substrátu a mohou dle tohoto třídění poskytnout dodavatelům jednoznačné informace pro volbu vhodného typizovaného zařízení. [4]

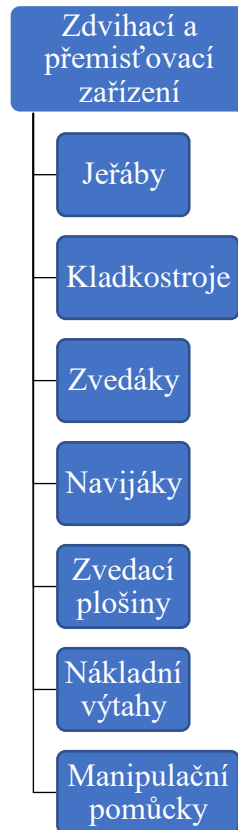
Dle tohoto návrhu je sypká hmota rozdělena do pěti základních údajů dle zdroje [4]:

- a) Zrnitost
- b) Soudržnost
- c) Chování během dopravy
- d) Objemová hmotnost
- e) Teplota

3.6. Zdvihací a přemísťovací zařízení

V této kapitole se zabývám přehledem přemísťovacích a zdvihacích zařízení a také jejich pohonem.

3.6.1. Rozdělení zdvihacích a přemísťovacích zařízení



Tab. 2 Rozdělení přemísťovacích zařízení [4]

3.6.2. Pohon zdvihacích zařízení a přemísťovacích zařízení

U menších zařízení můžeme mít ruční pohon. Ovšem jen u tak velkých zařízení, které nevyžadují větší výkon nebo pohon spalovacím motorem. Nevýhodou ručních pohonů je, že se nedají reverzovat a musí se spouštět brzdou. Proto se většinou používají v kombinaci hydrodynamického, hydrostatického či elektrického přenosu výkonu. Elektrický pohon je velmi používaný, vzhledem k jeho výhodám. Samozřejmě nesmíme zapomenout na pohon hydraulický, který se používá k přenosu výkonu pomocí změny mechanické energie z tlakové na kinetickou energii kapaliny a naopak. Poslední pohon, který se používá u zdvihacích a přemísťovacích zařízení je pohon pneumatický, který k přenosu výkonu využívá změny mechanické energie v tlakovou energii vzduchu.

3.6.3. Jeřáby

Jeřáby patří mezi zdvihací zařízení, na které klademe požadavky jako např.: velký dopravní výkon při malé vlastní hmotnosti, bezpečný a spolehlivý provoz, automatizovanou obsluhu atd. Mezi jejich hlavní parametry patří: parametr zatížení, rychlost pracovních pohybů, parametry spojené s jeřábovou dráhou a všeobecné parametry.

3.6.3.1. Rozdělení jeřábů

Jeřáby lze rozdělit do následujících hledisek:

Druh pohonu dle zdroje [4]:

- Ruční
- Elektrický
- Spalovacím motorem
- Hydraulický
- Pneumatický

Druh pohybu dle zdroje [4]:

- Pojízdné
- Nepojízdné
- Otočné
- Plovoucí
- Se sdruženými pohyby

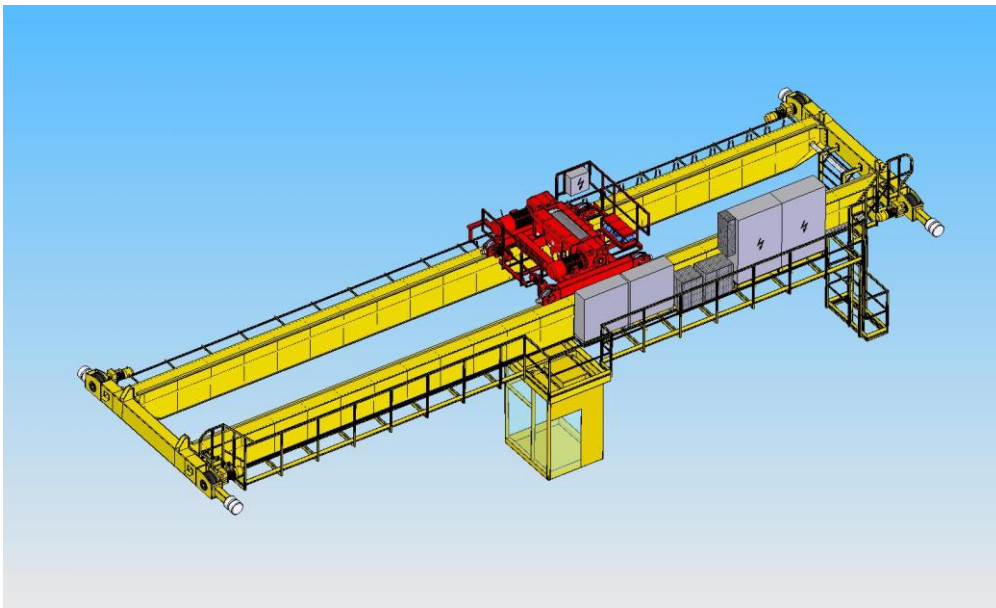
Druh práce a místa použití dle zdroje [4]:

- Montážní
- Dílenské
- Skladové
- Skládkové
- Stavební
- Železniční
- Přístavní
- Mostové
- Portálové

3.6.3.2. Mostové jeřáby

Mezi základní prvky těchto jeřábů patří kladkostroje (jeřábová kočka), které zabezpečují přemístování břemen ve svislém směru. Nosnou konstrukci tvoří jeřábový most, který pojíždí po vyvýšené jeřábové dráze. Mostový jeřáb má obdélníkové pracovní pole. Dělí se na jednonosníkové (nosnost do 10 tun) a dvounosníkové (nosnost obvykle do 80 tun). [4]

Jednonosníkový mostový jeřáb, který byl vyroben v roce 2007 s nosností do 5 tun lze pořídit za 500 000 korun českých. [9]



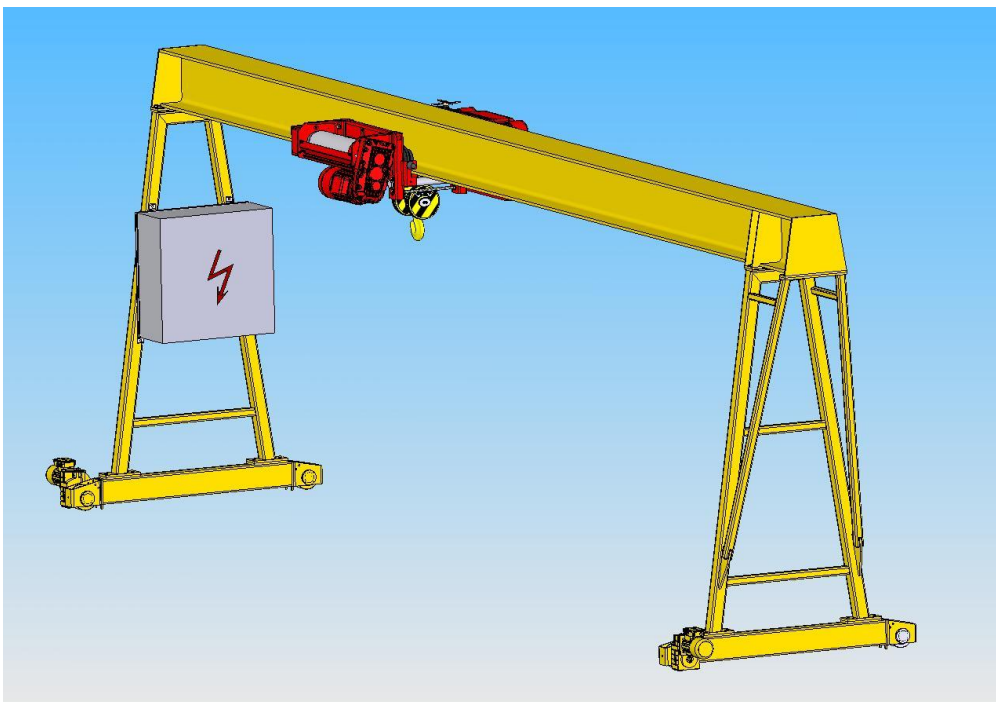
Obr. 6 Dvounoskový mostový jeřáb [17]

3.6.3.3. Portálové jeřáby

Velké uplatnění při manipulaci s hutním materiálem ve skladech i volných prostorech nalézají portálové jeřáby. Více podniků volí tento druh jeřábu, protože není třeba stavět nákladné jeřábové dráhy, neboť portálový jeřáb pojezdí po kolejnicích uložených na zemi. Podle konstrukce lze dělit portálové jeřáby na: kolejové, lanové, přístavní a samohybné (na pneumatikách).

Největší rozmach v poslední době zažívá samohybný portálový jeřáb, protože není odkázán na přívod energie a k pohybu potřebuje jen zpevněný terén. [3]

Malý portálový jeřáb s nosností do 1 tuny nyní lze pořídit za zhruba 200 000 korun českých. [10]



Obr. 7 Kolejový portálový jeřáb [16]

3.6.3.4. Konzolové jeřáby

Nosná konstrukce se skládá ze svislého rámu jeřábu a ramena neboli výložníku a pojíždí po jeřábové dráze upevněné na stěně. Ve strojírenství se používají dva typy konzolových jeřábů. Prvním typem je konzolový jeřáb otočný, který má otočný výložník uložený v patním a horním vodícím ložisku ve svislém ramenu jeřábu. Používá se pro obsluhu pracovišť nebo skupin pracovišť. Druhým typem je konzolový jeřáb neotočný, jenž má proměnlivé vyložení, kterého dosahuje poježděním kočky po vodorovném ramenu. Často se využívá v halách těžkých strojírenských provozů s velkým počtem jeřábových manipulací (jeřáb pojíždí pod mostovými jeřáby). [3]



Obr. 8 Otočný konzolový jeřáb v kombinaci s mostovým [18]

3.6.3.5. Sloupové jeřáby

Hlavní část se otáčí kolem svislé osy a klopné momenty jsou zachycovány sloupem.

Sloupové jeřáby se dělí na jeřáby:

- S otočným sloupem – sloup je otočně uložen na pojízdném podvozku;
- S neotočným sloupem – sloup je pevně ukotven do základu nebo je na pojízdném podvozku a otáčí se na něm otočná konstrukce.

Sloupové jeřáby se používají tam, kde je nutno zvedat těžká břemena a nevyplátí se instalace mostového jeřábu. [3]

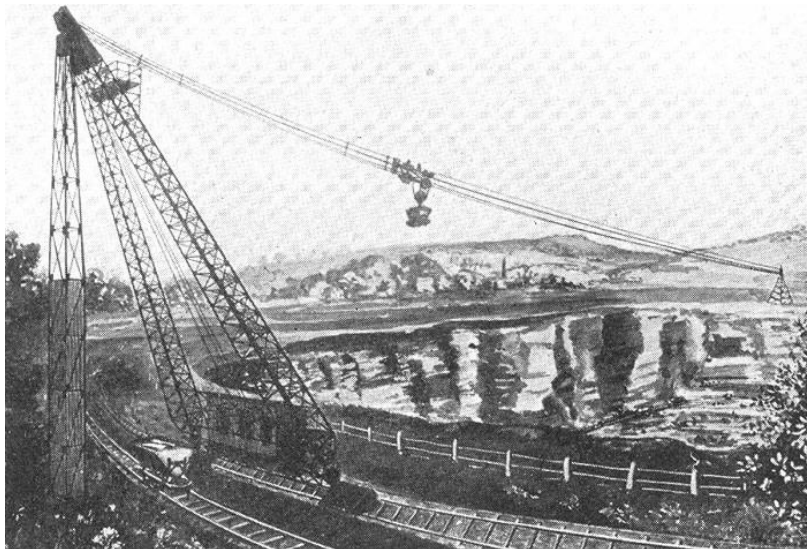
Ceny sloupových jeřábů se pohybují od 50 000 korun českých, až do 500 000 korun českých záleží na jejich velikosti.



Obr. 9 Sloupový jeřáb firmy EGW [18]

3.6.3.6. Lanové jeřáby

Jeřabová kočka je tažena tažným lanem tak, že pojíždí po nosném laně napjatém mezi dvěma věžovitými podpěrami. Většinou se tento typ jeřábu používá v hornictví. Prakticky pro mezioperační dopravu je naprosto nevhodný, ale teoreticky by se mohl použít jako doprava v hale mezi dvěma operačními místy.



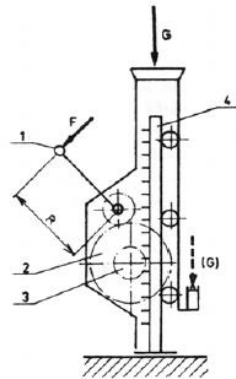
Obr. 10 Lanový jeřáb [19]

3.6.4. Zvedáky

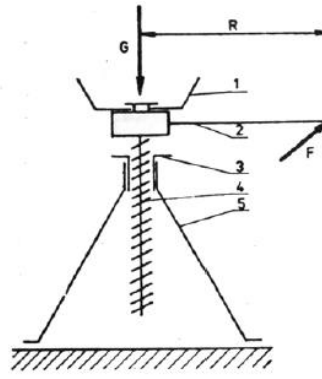
Zvedáky jsou jednoduché prostředky, které slouží k manipulaci s materiálem určené pro zvedání a spouštění břemen.

Dělení zvedáků:

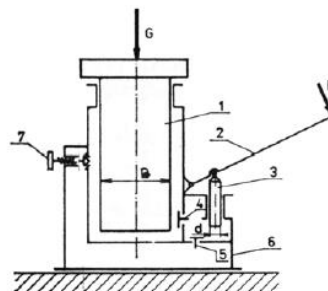
- Hřebenový
- Šroubový
- Hydraulický



Obr. 2.2 Hřebenový zdvihák
1 - kliky; 2 - ozubený převod;
3 - pastorek; 4 - hřeben



Obr. 2.1 Šroubový zdvihák
1 - otočná opěrka; 2 - páka;
3 - matice; 4 - šroub; 5 - stojan



Obr. 2.3 Hydraulický zdvihák
1 - zdvihací píst; 2 - páka;
3 - píst čerpadla; 4 - výtlačný ventil;
5 - sací ventil;
6 - nádrž; 7 - přepouštěcí ventil

Obr. 11 Hřebenový, šroubový a hydraulický zvedák [20]

3.6.5. Kladkostroje

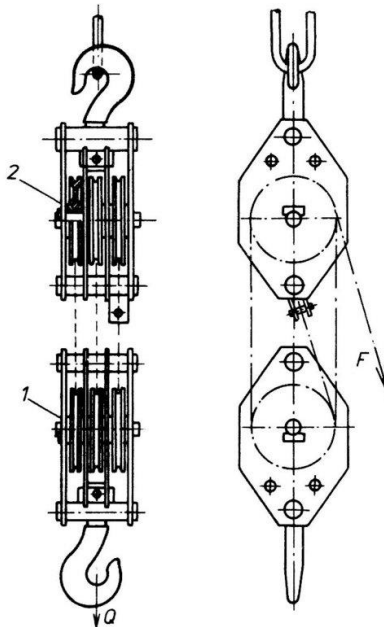
Kladkostroje jsou zařízení určená ke zdvihání a spouštění závěsných břemen. Většinou kladkostroje tvoří kombinaci volných a pevných kladek, popřípadě několika párů kladek. V praxi se používají u nejrůznějších mechanismů, od vypínání plachtových jacht až po použití u důlních a těžebních strojů. Nejvíce jej však můžeme vidět na jeřábech.

Rozdělení kladkostrojů:

- Násobný
- Šnekový
- Diferenciální
- Kladkostroj s čelními koly

3.6.5.1. Násobný kladkostroj

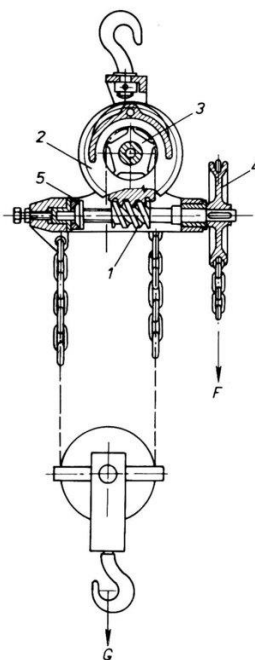
Násobný kladkostroj se používá většinou při montážích. Mají jeden, či více párů pevných a volných kladek. Volné kladky s hákem vytváří dolní kladnici. Mezi nevýhody u těchto kladkostrojů patří fakt, že břemeno nedrží v určité poloze, aniž by bylo zdvihací lano bez tahu.



Obr. 12 Násobný kladkostroj [21]

3.6.5.2. Šnekový kladkostroj

U šnekového kladkostroje se břemeno pohybuje vzhůru díky tomu, že taháme za ruční řetěz, který otáčí řetězové kolo se šnekem a s řetězovou kladkou, na kterou se navíjí nosný řetěz. Při spouštění břemene je důležitá brzda s rohatkovým ústrojím, na kterou působí osová síla, která způsobuje přerušování tahu.

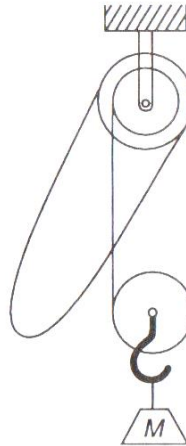


Obr. 13 Šnekový kladkostroj [21]

1 – šnek, 2 – šnekové kolo, 3 – západka, 4 – řetězové kolo, 5 – brzda

3.6.5.3. Diferenciální kladkostroj

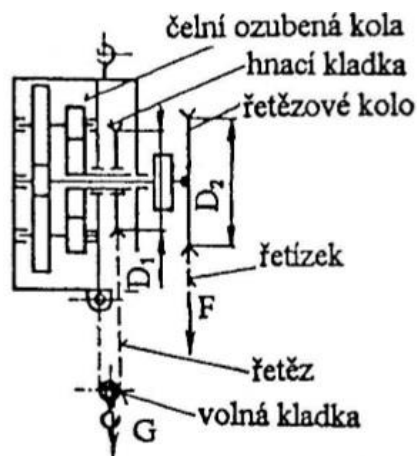
Diferenciální kladkostroj je velmi podobný násobnému, jen s tím rozdílem, že je použito více kladek různých průměrů, přes které je uzavřené lano vedeno.



Obr. 14 Diferenciální kladkostroj [22]

3.6.5.4. Kladkostroj s čelními koly

Kladkostroj s čelními koly je velmi podobný šnekovému, jen s tím rozdílem, že šnekový převod je nahrazen převodem s čelními koly.



Obr. 15 Kladkostroj s čelními koly [15]

3.6.6. Zvedací plošiny

Plošiny s vertikálním zdvihem se používají v různých úsecích výroby i skladování. Jsou buď stabilní, nebo pojízdné o nosnosti až do deseti tun. Zdvih je pro větší nosnosti hydraulický, naopak pro menší nosnosti může být i mechanický.



Obr. 16 Hydraulická zvedací plošina s válečky a odlitek [23]

3.6.7. Nákladní výtahy

Nákladní výtahy slouží k přepravě nákladu ve svislém směru, či šikmém směru mezi dvěma nebo více místy. Náklad je při dopravě v kabině nebo na plošině. Pohyb výtahu je většinou přerušovaný (nakládáním a vykládáním). Nákladní výtahy lze rozdělit dle druhu pohonu na:

- výtahy s elektrickým pohonem
- výtahy s hydraulickým pohonem

Elektrický výtah je takový výtah, jehož pohyb je uskutečněn pomocí elektromotoru, a to buď přímo, nebo pomocí mechanického převodu.

Hydraulický výtah je výtah, u kterého sílu pro zvedání poskytuje čerpadlo, které dopravuje hydraulickou kapalinu do hydraulického válce.

3.7. Prostředky pro manipulaci se sypkým materiálem

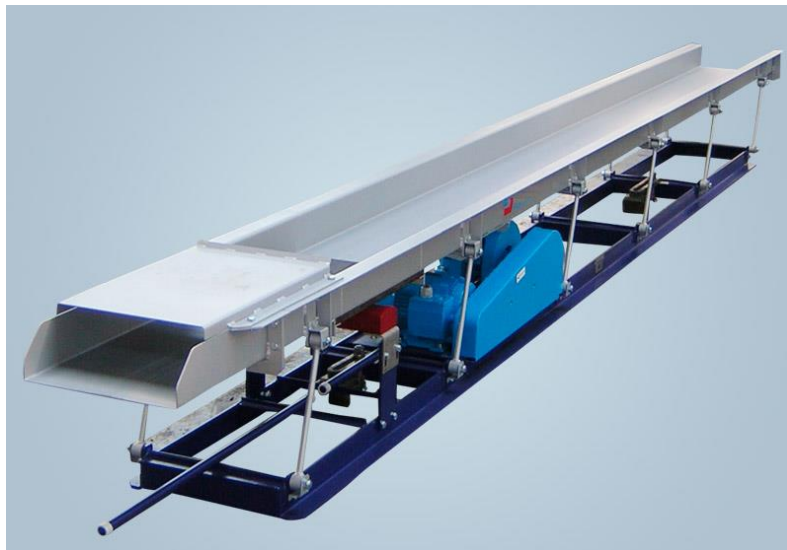
Pro manipulaci se sypkým materiálem se používají především různé druhy dopravníků.

3.7.1. Vibrační dopravníky

Tento typ dopravníku používá setrvačnou sílu dopravovaného materiálu. Mezi jeho hlavní části patří plechový žlab pružně ložený nebo žlab zavěšený na konstrukci. Pohon udává dopravníku kmitavý pohyb. [3]

Dle zdroje [3] existují dva systémy vibračních dopravníků, kdy se materiál neoddělí od žlabu, čili klouže nebo se materiál oddělí a nadskočí.

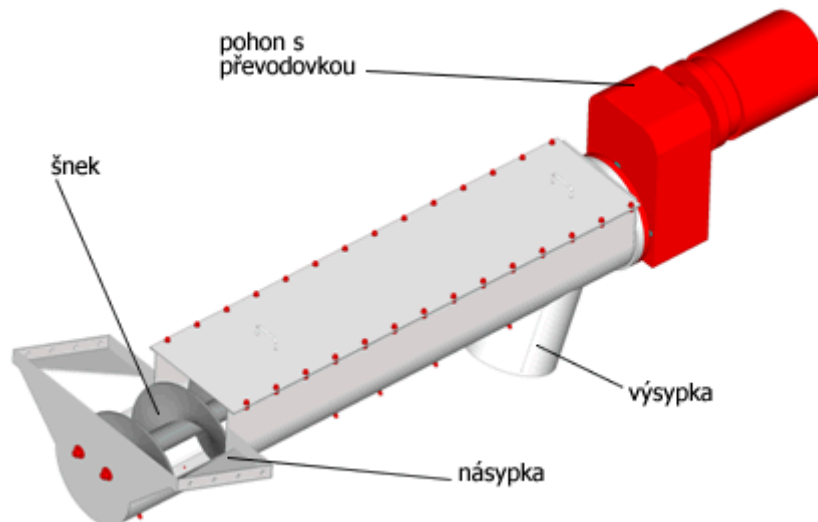
Vibrační dopravníky můžeme také dělit podle délky pohybu žlabu na dopravníky impulzní a s mikrovřhem.



Obr. 17 Impulzní vibrační dopravník [25]

3.7.2. Šnekové dopravníky

Šnekové dopravníky přemísťují materiál díky otáčejícímu šroubu (šneku). Mezi hlavní části tohoto typu dopravníku patří žlab, šnek a pohon. Šnekové dopravníky mají jednoduchou konstrukci a můžeme je použít dokonce i v automatických výrobních linkách. [3]



Obr. 18 Šnekový dopravník [26]

3.7.3. Korečkové elevátory

Korečkové elevátory se používají jako dopravník s velkým sklonem. Převážná jednotka je koreček, který je spojen s tažným tělesem (pásem, řetězem, lanem). [3]



Obr. 19 Korečkový elevátor [27]

3.8. Prostředky pro manipulaci se sypkým a kusovým materiálem

Pro manipulaci se sypkým a kusovým materiálem jsou využívány následující čtyři prostředky.

3.8.1. Skluzy

Skluzy jsou nejjednodušší, nejlevnější bezporuchová zařízení, která využívají k dopravě materiálu jeho vlastní tíhu. Skluzy mohou být vyrobeny z kovu, plastu nebo ze dřeva. Jejich provedení může být rovné, šikmé nebo spirálové. Nejdůležitější u skluzů je jejich sklon. Když je malý, dochází k ucpávání zastaveným materiálem, a když je velký, může dojít k poškození dopravovaného předmětu vlivem vysoké výstupní rychlosti. [3]



Obr. 20 Skluzy [28]

3.8.2. Žlabové dopravníky

Mezi základní části žlabového dopravníku patří žlab, pohon a unašeč. Dle pohybu dělíme žlabové dopravníky na trkací nebo s obíhajícími unašeči. U trkacího dopravníku je dopravovaný materiál posouván ve žlabu, který je připevněn k tyči, konající vratný přímočarý pohyb. [3]

3.8.3. Pásové dopravníky

Pásové dopravníky jsou jedny z nejrozšířenějších mechanických dopravníků. Tažným a nosným prostředkem je nekonečný pás podpíraný válečky nebo rovnou plochou. Pohon je většinou zajištěn elektromotorem. Vyrábí se ve stabilním, pojízdném nebo přenosném provedení. Materiál pásu je pryž, PVC, ocelový plech či pletivo z různých materiálů. [3]



Obr. 21 Pásový dopravník [29]

3.8.4. Článkové dopravníky

Nosné části článkových dopravníků jsou oběžné řetězy a články. Tvar a uspořádání článků je závislý na druhu přepravovaného materiálu. Článkové dopravníky se obvykle používají tam, kde není možnost použít pásový dopravník, např. při přepravě velkých a těžkých kusů, ostrohranných, horkých nebo agresivních předmětů. Pohon článkového dopravníku může být mechanickým přenosem sil, pomocí unašečů nebo magneticky. [3]



Obr. 22 Článekový dopravník [30]

3.9. Prostředky pro manipulaci s kusovým materiálem

V této kapitole je vytvořen přehled prostředků pro manipulaci s kusovým materiálem.

3.9.1. Válečkové a kladičkové tratě

Válečkové a kladičkové tratě jsou nepřetržitě pracující dopravníky, jejichž charakteristickým znakem je řada otočně uložených válečků nebo kladiček v rámech. Dopravované předměty se pohybují díky gravitaci, síle působící na dopravovaný předmět na trati či rotaci válečku. V sériových a hromadných typech výroby jsou válečkové tratě sestaveny v složité manipulační systémy.

Válečkové tratě můžeme rozdělit podle zdroje [3] dle účelu na:

- Sběrné tratě
- Výrobní tratě (jsou součástí výrobních linek)
- Montážní tratě (specifický případ výrobní linky, výrobek trať neopustí je montován přímo na dopravníku)

Dle zdroje [3] lze dále rozdělit válečkové tratě podle konstrukce na:

- Lehké tratě – zatížení do 1kN na metr tratě
- Střední tratě – zatížení do 2kN na metr tratě
- Těžké tratě – se zatížením do 5kN na metr tratě



Obr. 23 Válečková trať [31]

3.9.2. Závěsové dopravníky

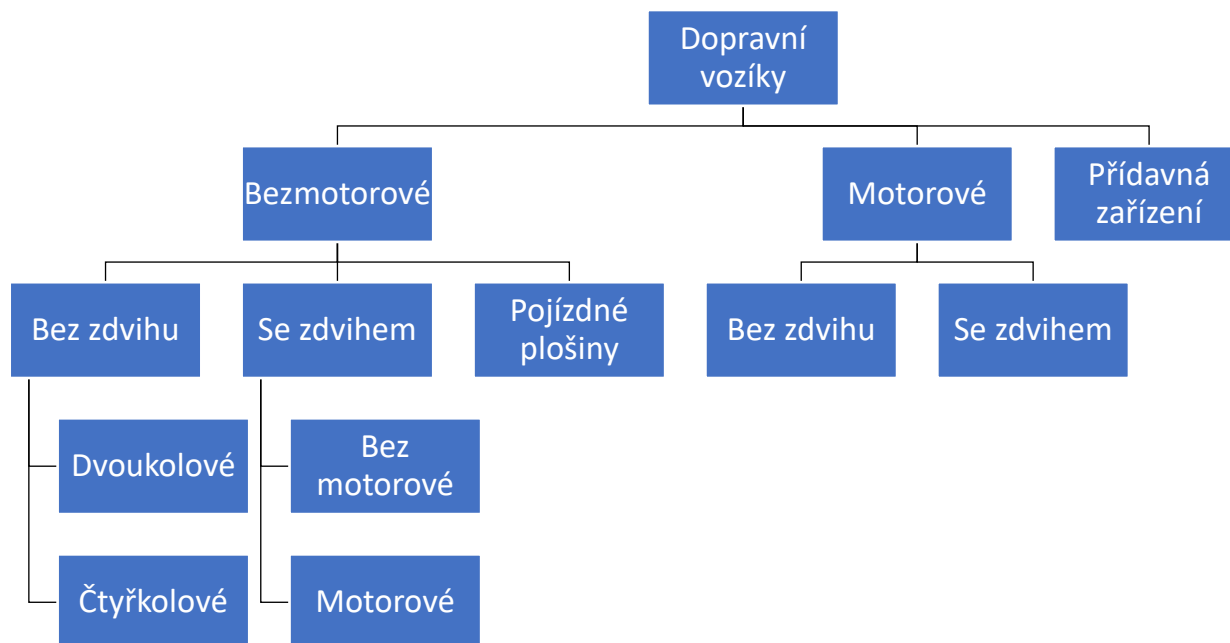
U většiny závěsových dopravníků je dopravovaný materiál zavěšen pomocí závěsu a připevněn k jezdcí, který je tažen po kolejnici. Dle konstrukce rozeznáváme jednodráhové a dvoudráhové závěsové dopravníky. U dvoudráhových slouží jedna dráha k nesení a tažení tažného řetězu nebo lana a druhá k vedení závěsných vozíků. Velkou výhodou u dvoudráhových dopravníků je, že můžeme odpojit závěsný vozík od tažného elementu a odstavit ho nezávisle na ostatních vozících.

Do skupiny závěsných dopravníků patří také podlahový řetězový dopravník, který lze použít k tažení plošinových vozíků. Vozíky následují dráhu dopravníků a můžeme je v jakémkoliv místě připojit či odpojit.

3.9.3. Dopravní vozíky

Dopravní vozíky jsou hojně využívaným prostředkem nejen v mezioperační dopravě ale i v dopravě vnitroobjektové, meziobjektové nebo ve skladech.

3.9.3.1. Rozdělení dopravních vozíků



Tab. 3 Rozdělení dopravních vozíků [3]

3.9.3.2. Vozíky s ručním pohonem

Vozíky s ručním pohonem se používají pro malé přepravní výkony. S kvalitní pojezdovou dráhou může ruční vozík převážet náklad až o hmotnosti 1500 kg.



Obr. 24 Ruční přepravní vozík [34]

Pro převoz břemen uložených na paletách jsou velmi často používány nízkozdvižné a vysokozdvižné vozíky.



Obr. 25 Ruční nízkozdvížený vozík [35]



Obr. 26 Ruční vysokozdvížený vozík [36]

3.9.3.3. Vozíky s motorickým pohonem

Vozíky s motorickým pohonem jsou také hojně využívány. Nejpoužívanější jsou vozíky akumulátorové a se spalovacím motorem.

Akumulátorové vozíky vyžadují hladší povrch oproti vozíkům se spalovacím motorem, ale nemusíme řešit výfukové plyny, které produkuje spalovací motor. Velkou nevýhodou akumulátorových vozíků je, že nejdou používat pořád, protože se musí po osmihodinové době nabít. K dopravě většího množství materiálu můžeme k vozíkům připojit přívěsné vozíky. [3]



Obr. 27 Akumulátorový vysokozdvížený vozík [37]

4. Moderní prostředky mezioperační výroby

Stroje a zařízení pro mezioperační výrobu jsou z hlediska tvarů i rozměru velmi rozmanité. Když mluvíme o moderních prostředcích mezioperační výroby, jedná se o různé manipulátory, roboty, automatizované vozíky, které mají nahradit činnost lidské ruky či lidí jako takové.

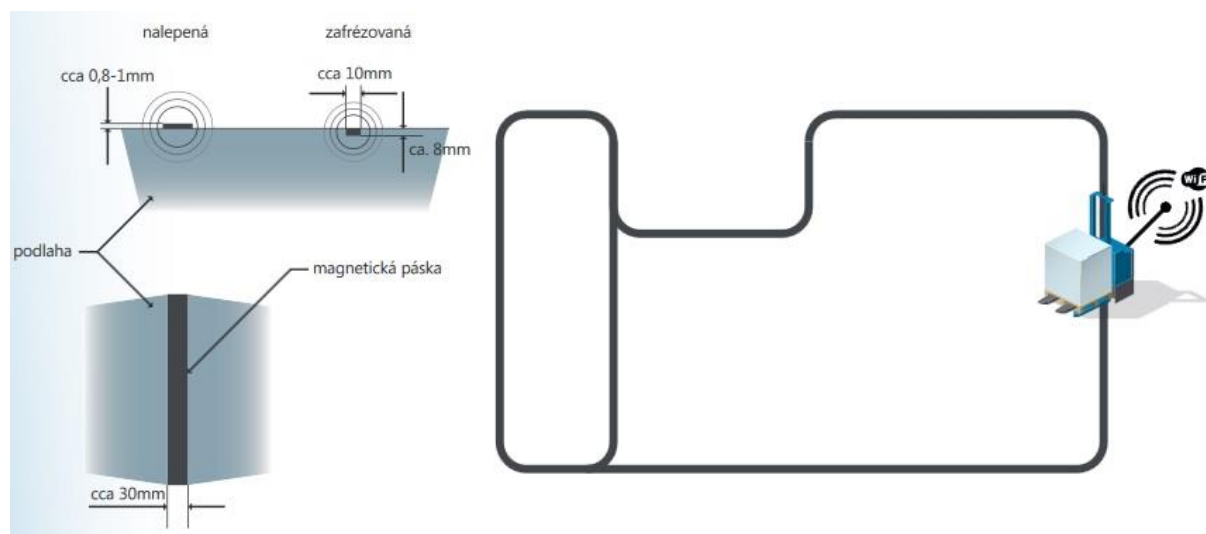
4.1. Automaticky naváděné vozíky (AGV)

Automaticky naváděné vozíky jsou inteligentní, flexibilní prostředky, které nabízí řešení pro integraci nové automatizované přepravní linky do již existujícího dopravního systému. Jejich důležitým prvkem je použitá technologie řízení. Jejich navigace zahrnuje jak řízení, tak zjišťování polohy. Existují různé navigační systémy v závislosti na prostředí, požadavcích na systém či hmotnosti nákladu.

4.1.1. Techniky řízení

Magnetická páska

Řízení pomocí magnetické pásky je metoda, která je již osvědčena. Vedení se provádí pomocí magnetické pásky, která je nalepena na zem či zafrézována a zalakována. Magnetická páska představuje permanentní magnet, který vytváří magnetické pole, které je snímáno magnetickým senzorem. Magnetický senzor detekuje pásku a její polohu vůči nápravě vozidla a přeneše tento údaj do řídicí jednotky. Detekuje-li řídicí jednotka opuštění stopy, vozidlo automaticky zastaví. [38]



Obr. 28 Schéma dráhy magnetické pásky [38]

Optická páska

Tato metoda také patří mezi osvědčené metody řízení. Vedení se provádí pomocí nalepené optické pásky. Tmavá páska tvoří kontrast, který snímá kamera na podvozku vozidla. Kamerový systém rozpoznává pásku a pozici nápravy vůči ní a přenáší tento signál do řídicí jednotky. Optická páska může být také zafrézována či na podlahu nalakována a přelakována bezbarvým lakem. Nevýhodou vedení pomocí optické pásky je nutnost zachování naprosté čistoty. [39]

Indukční vodič

U indukčně vedených vozíků je jejich pohyb zabezpečen vysokofrekvenčním způsobem. Vodič je umístěn v podlaze výrobní haly v ose jízdní dráhy. Vodič tvoří vysílací anténu vysokofrekvenčního signálu, jehož zdrojem je stabilizovaný generátor. V případě, že vodičem protéká stejnosměrný proud, indukuje konstantní magnetické pole. Jestliže jím protéká střídavý proud, vznikají magnetické vlny o kmitočtu proudu. Výhodou při použití střídavého proudu, kdy vzniká střídavé magnetické pole, mohou být pokračování cesty rozlišena frekvencí napájení. Takto vedený vozík má dvojici přijímacích indukčních cívek.

RFID transpondéry

RFID transpondéry nejsou nic jiného, než čipy zapařené v podlaze nebo jednoduše přilepené na zemi. Na čipu je kód, který identifikuje čtecí jednotka projíždějícího vozidla. Řídící jednotka porovná kód se svou databází a vykoná příslušné kroky (příkazy), které jsou transpondéru přiřazeny např. (odbočení vlevo, vpravo, start, stop, pomalá jízda, zvednutí vidlice atd.). [38]



Obr. 29 RFID transpondér [38]

Řízení pomocí laseru

Vozíky řízené laserem využívají zkratku LGV. Jedná se o laserové odměřování poloh vozíku. Vozík je řízen pomocí údajů o jeho poloze vůči tzv. referenčním bodům. Údaje se pořizují pomocí laserového paprsku. Laserový paprsek vzniká v laserové hlavici, která se otáčí. V přesně definovaných místech jsou umístěny reflexní štítky s čárovým identifikačním kódem, od kterých se paprsek odráží zpět. [3]

4.1.2. Typy automaticky naváděných vozíků

Tažný automaticky naváděný vozík

Tento typ vozíku je automatický tahač, který přivazuje vozíky a zase je odváží. Přívěsy se manuálně nebo poloautomaticky připojují a odpojují dle potřeby. Díky krátkému rozvoru má tažný automaticky naváděný vozík výbornou ovladatelnost.



Obr. 30 Tažný automaticky naváděný vozík [40]

Podjížděcí automaticky naváděný tahač

Charakteristickým znakem tohoto vozíku je jeho malá výška. Tento tahač při přepravě zmizí pod přepravovaným předmětem. Díky tomu je vhodný pro přepravu do prostorově omezených míst. Může nést například regálový vozík či paletu, jak můžeme vidět na obrázku číslo 31.



Obr. 31 Podjížděcí automaticky naváděný tahač [41]

Podjížděcí vozík lze modifikovat kompaktní konstrukcí s rámem a velkou, rovnou, ložnou plochou. Lze jej využít například jako montážní podvozek, který přepravuje montovaný výrobek od jedné pracovní stanice postupně skrz kompletní proces montáže.

Automatické vysokozdvížené vozíky

Automatické vysokozdvížené vozíky jsou samočinná vozidla, která samostatně dokáží uchopit palety (o velikosti 80 x 120 cm) či klecové palety a přemístí je na požadované místo, kde je odloží. Rovněž mohou uložit dopravovaný materiál do regálů. Také mohou přepravovat KLT boxy pomocí pásového dopravníku. [42]

Tyto vysokozdvížené vozíky lze dělit dle nosnosti na vozíky do jedné tuny a na vozíky do dvou tun a více. [42]



Obr. 32 Automatický vysokozdvížený vozík [43]

Automatické kolejové vozíky (RGV)

Tento typ vozíků je velmi podobný podlahovému dopravníku, jen s tím rozdílem, že RGV pojíždí po kolejích a je automatizovaný. Automatické kolejové vozíky mohou být modifikovány pásovým dopravníkem, ovládanými válečkovými tratěmi či jen nákladní plochou.



Obr. 33 Automatický kolejový vozík (RGV) [44]

Automatické závěsné vozíky (SKY-RAV)

Tento typ vozíku by se dal přirovnat k závěsnému dopravníku s tím rozdílem, že automatický závěsný vozík se neodpojuje a je plně automatizován. Mezi automatickými dopravníky má tento vozík velmi vysokou rychlost, protože se pohybuje nad pracovními plochami a nemusí dávat pozor na okolí. K převozu materiálu používá výsuvné rameno, které může přepravovat např. KLT boxy nebo různé plastové nádoby.



Obr. 34 Automatický závěsový vozík (SKY-RAV) [45]

4.2. Roboti v mezioperační dopravě

Roboti mohou být klasifikováni do mnoha kategorií s ohledem na jejich funkčnost. Nejvíce se však roboti používají pro sváření a pro manipulaci s materiálem. V roce 2004 se dle zdroje [50] z celkového prodeje všech robotů na světě více jak třetina (35 %) týkala robotů jen pro manipulaci s materiálem. Manipulační roboti a celkově robotika je neustále vyvíjena a zdokonalována. To, co nyní považujeme za robota, může být zanedlouho bráno jako obyčejný manipulátor. V dnešní době jsou roboti rozšířeni po celém světě a jsou nepostradatelnou součástí výroby. Mezi světovou jedničku v průmyslové robotizaci patří v dnešní době Japonsko. [46]

Roboti jsou programovatelné v několika osách. Díky různým pomůckám (chapadla, nástroje, senzory) mohou vykonávat mnoho různých pracovních úkonů. Složitost a objem řídicího systému určuje tzv. generace manipulačních robotů. [46]

4.2.1. Generace robotů a manipulátorů

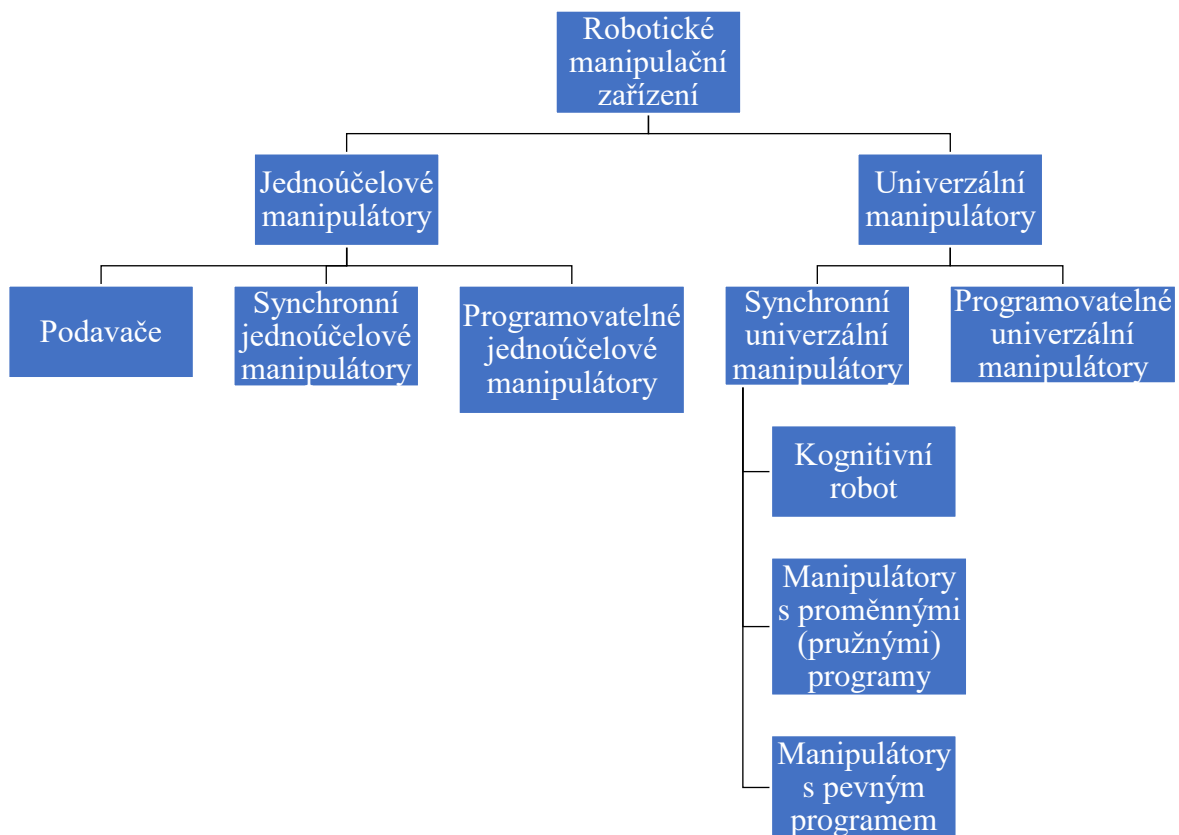
Roboty v mezioperační dopravě lze rozdělit do čtyř generačních skupin. Složka, která určuje vývojový stupeň průmyslových robotů a manipulátorů je úroveň jejich řízení. Úroveň řízení robotů a manipulátoru se rozděluje dle [46] do čtyř generací:

- a) **První generace** slouží k vykonávání pevně naprogramovaných postupných operací. Řídicí program je sestaven k dosažení cíle stálé výrobní operace. Při změně cíle či situace se uskuteční změna programu. Jednoduchost změny programu činí první generaci univerzální, v systému „zdvihni a umísti“. [46]
- b) **Druhá generace robotů** je vyšší generace, která je rozšířena o vnímání díky řadě senzorů nebo pomocí kamery. [46]
- c) Do **Třetí generace robotů** řadíme všechny inteligentní roboty. Pokud mluvíme o inteligentním robotu, myslíme tím schopnost robota přizpůsobovat se změnám podmínek a učit se. Díky tomu může řešit samostatně zadané úkoly. Mezi hlavní stavební prvky robotů s umělou inteligencí patří: hlasová komunikace, rozpoznávání a orientace v prostředí. [46]

- d) Když mluvíme o **čtvrté generaci robotů**, myslíme tím plně autonomní roboty se sociálním chováním, kdy se robot chová jako člověk a samostatně si volí cíl práce. [46]

Nyní se v podnicích používají roboti první generace. Velmi výjimečně se používají roboti druhé generace. Vyšší generace robotů se nepoužívají z důvodu vysoké pořizovací ceny, která je závislá na složitosti a dostupnosti senzorové techniky. [48]

4.2.2. Rozdělení robotických manipulačních zařízení



Tab. 4 Rozdělení robotických manipulačních zařízení [47]

4.2.3. Adaptivní roboti

Začátkem první generace se uplatňovali adaptivní roboti, kteří se dokáží přizpůsobovat změně okolí. Reagují na změnu sledovaných parametrů automatickou změnou svého chování na sledovanou veličinu a vracejí se do původního stavu. [48]

Vzájemná komunikace robotů a technologického prostředí často vzniká fyzickým kontaktem koncového efektoru a předmětem technologické scény. [48]

Pro adaptivitu robotů je velmi důležité rozpoznat, zda dotyk nastal či nikoliv. Je potřeba stanovit souřadnice bodů dotyku a jeho charakter, vyhodnocením velikosti reakčních sil a momentů. Efektory jsou vybaveny senzorickým zápěstím s poddajnými členy. U adaptivních robotů se též používají vazby bezdotykové, zvláště optické, ultrazvukové, indukční, laserové apod. [48]

4.2.4. Kognitivní roboti

Když mluvíme o kognitivním robotu, myslíme tím robota, který využívá souhrn poznávacích činností: vnímání, paměť, usuzování a uvažování, představivost, ale nikoli citové a volní jednání.

Velký skok kupředu v kvalitě od běžných kognitivních robotů je ten, jemuž stačí zadat pouze cíl činnosti, a plán k jeho dosažení si jeho řídicí systém vytvoří sám. Úkolem pro kognitivního robota je tedy vytvoření plánu k dosažení cíle a jeho následná realizace. Tyto dvě fáze mohou probíhat odděleně, ale také se mohou prolínat. [48]

Míra autonomnosti činnosti robota je určena samostatnou prací nezávisle na člověku. Cíl je obvykle zadán předem, a jak se k cíli robot dostane, záleží jen na něm. Avšak požadavek na autonomnost robota neznamená, že interakce s člověkem ztrácí na významu, ba naopak. Člověk musí robotu vhodně zadat cíl, popis situací, obecné zákonitosti prostředí, či se robota ptát na vlastnosti prostředí. [48]

Robot by měl mít prostor, aby kladl člověku otázky k doplnění toho, co mu chybí k vyřešení zadané úlohy či informoval o neočekávaných okolnostech, se kterými si neví rady. [48]

4.2.5. Konativní roboty

Prozatím jsou konativní roboty předpokládanou nejvyšší generací. Hlavní charakteristický rys v jejich chování je **volba vlastního cíle**. [48]

Nyní se konativní roboti vůbec nevyužívají, protože se jedná spíše jen o prognózu vývoje robotů. S největší pravděpodobností spěje k vývoji robotů se sociálním chováním. Jejich chování by mělo být skoro až identické s chováním člověka. Z toho vyplývá, že se robotu nebude muset zadávat cíl práce, jelikož si ho bude sám uvědomovat a plánovat dle toho svoji činnost. [48]

Při použití konativních robotů nejspíš splyne jejich řízení s plánováním celého pracovního procesu, kde dílčí práce na výrobě jednotlivých součástí vyplyne z časového harmonogramu výroby, nutného počtu kusů pro montáž finálních výrobků, s předpokladem integrací technologických a netechnologických procesů. [48]

4.2.6. Mobilní roboti

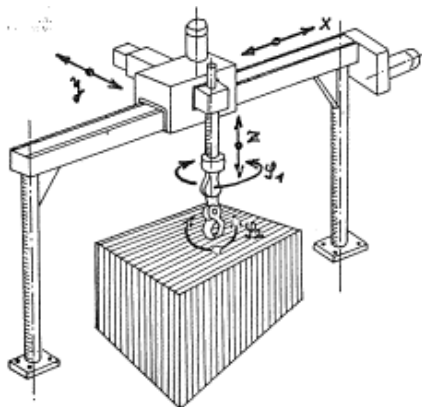
Mobilní robot v podstatě může být jakýkoliv robot, protože se jedná o specifickou vlastnost robotů, která je realizována podvozkem nebo jiným systémem, který umožňuje jejich pohyb.

Roboti první generace se jako mobilní nevytvářejí. Avšak kde je potřeba krátký pohyb, mohou být konstruováni pro poježdění po pevně stanovené dráze (např. kolejnici) kolem obsluhovaného stroje. U kognitivních robotů bývá mobilita velmi častá, jelikož pohyb u tohoto typu je nezbytný. V tomto případě je robot vybaven ústrojím, které slouží k přemísťování na větší vzdálenosti, a které je realizováno pomocí kolového, pásového či kráčejičího podvozku. Kolové podvozky jsou z pohledu napájení i z pohledu ovládní nejjednodušší. Pásové a kráčejičí podvozky jsou energeticky náročnější a musíme u nich počítat se třením. Mohou se však pohybovat v rozmanitějším terénu. To ale znamená náročnější řešení celého řídicího systému podvozku a řešení celé řady problémů, spojených s rovnováhou a stabilitou. Velmi zajímavou a speciální problematikou jsou lokomoční systémy pro pohyb po svislých stěnách, kde se využívá zejména přísavných systémů. [48]

4.2.7. Základní typy robotů dle spojení kinematických dvojic

Typ K

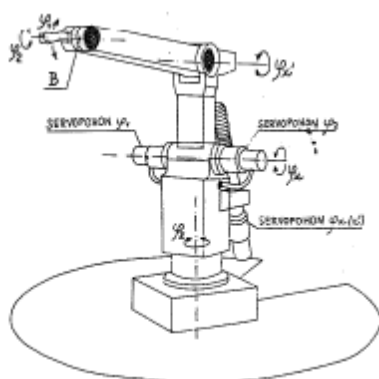
Používá pravoúhlý (kartézský) souřadnicový systém. Jeho pracovní prostor tvoří kvádr či krychle a manipulovaný předmět nemění orientaci vůči základním souřadnicím. Tento typ má nejmenší zastoupení ve světové produkci. [49]



Obr. 35 Znárodnění stavby průmyslového robotu typu K [49]

Typ C

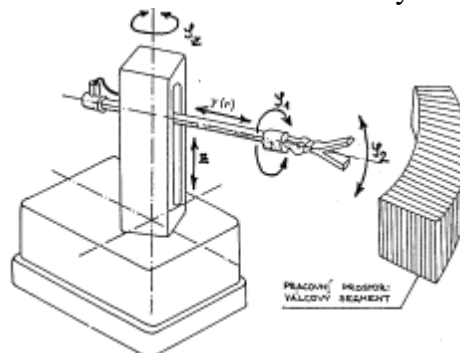
Využívá válcový (cylindrický) souřadnicový systém. Tento typ je ve světové produkci nejrozšířenější. Má podobně jako sloupový jeřáb sloup, který zachycuje klopné momenty a otáčí se dle své osy. Na sloupu je umístěné rameno, které se pohybuje horizontálně nahoru a dolů a při tomto pohybu se teleskopicky zkracuje či prodlužuje. [49]



Obr. 36 Znárodnění stavby průmyslového robotu typu C [49]

Typ S

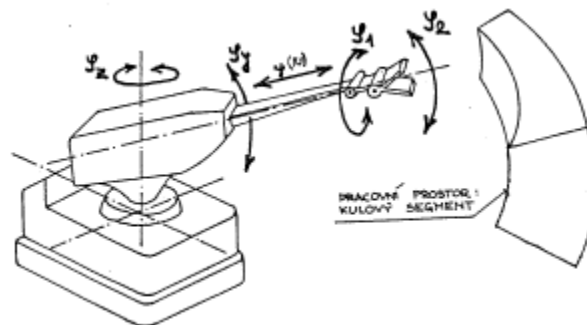
Používá sférický souřadnicový systém. U typu S se otáčí rameno kolem svislé osy a také se může naklápět kolem horizontální osy. Horizontální pohyb je pak zajištěn vysouváním ramene. Výhodou tohoto typu je, že se dá velmi snadno a dobře obsluhovat. [49]



Obr. 37 Znárodnění stavby průmyslového robotu typu S [49]

Typ A

Používá složený kulový prostor jako souřadnicový systém. Jeho základní pohyb je kolem svislé osy. Zbývající dva pohyby se provádí kolem vzájemně rovnoběžných horizontálních os. Mezi nesporné výhody patří jeho anatomicnost a jednoduchý způsob programování. (bezprostředním učením). [49]



Obr. 38 Znárodnění stavby průmyslového robotu typu A [49]

4.2.8. Pohon robotů a robotických manipulačních zařízení

Hlavní funkce pohonu je přeměnit vstupní energii na mechanický pohyb.

Tuto funkci zprostředkuje motor. Pohyb z výstupu motoru se přenese na pohybové jednotky přes tzv. transformační blok. [48]

Transformační blok používá mechanické, magnetické nebo elektrické převody pro spojení motoru s pohybovou jednotkou. Nejrozšířenější typ převodu je mechanický převod, který je tvořen především z ozubených kol. Magnetický a elektrický typ převodu je nutno brát jako souvislost s konstrukcí robotů pro speciální aplikace např. pro práci v prostředí s vysokými tlaky, ve vakuu apod. [48]

Na pohony průmyslových manipulátorů a robotů jsou dle zdroje [48] kladeny tyto požadavky:

- Plynulý rozběh a brždění
- Vysoká přesnost polohování
- Dostatečná polohová tuhost
- Minimální hmotnost
- Minimální rozměr
- Vhodné prostorové uspořádání

Výše uvedené požadavky konvergují k cíli dosáhnout plynulý, klidný a bezrázový průběh manipulace, a také mají zajistit vysokou přesnost polohování.

4.3. Regálové zakladače

Regálové zakladače slouží k zaskladňování, vyskladňování zboží nejrůznějšího druhu a velikosti (standardně do váhy 1000 kg). Ve speciálním provedení může být nosnost zařízení až 1500 kg. Většinou k transportu na regálovém zakladači používáme paletu či různé transportní nosiče, na kterých jsou výrobky uloženy. Existují i takové regálové zakladače, které mají speciální teleskopický mechanismus, a tudíž nosič nepotřebují.

4.3.1. Přehled regálových zakladačů

Tento přehled tvoří:

Ruční nízkozdvížené vozíky

Slouží k přesunu palet nebo zakládání palet v přízemních prostorách. K nadzdvížení palety je třeba manuálního ovládání. Ruční nízkozdvížený vozík byl uveden na str. 25, obr. 37.

Pojízdný zakladač

Pojízdný zakladač je vylepšený paletový zakladač, jen s tím rozdílem, že je umožněno zakládání do vyšších pozic. Existují ručně ovládané pojízdné zakladače a zakladače poháněné motoricky. Nejčastěji se používá zakladač poháněný elektrickým pohonem viz obr. 39.



Obr. 39 Elektrický pojízdný zakladač [51]

Vysokozdvížený vozík

Vysokozdvížený vozík může zakládat palety do výšek dle jeho zdvihu. Jeho pohon může být jak spalovacím, tak elektrickým motorem. Vysokozdvížený vozík může mít otevřenou či uzavřenou kabinu a jeho podvozek je uložen na pneumatických kolech viz str. 37 obr. 27.

Vysokozdvížený zakladač

Jedná se o obdobu vysokozdvíženého vozíku. Vysokozdvížený zakladač je určen pouze pro pojezd na rovném terénu, tedy přímo ve skladech. Díky teleskopickému výsuvnému ramenu je možné zakládat palety i 10 metrů nad zemí. Podle typu je možné zakládat do jedné či do dvou úrovní v regálu. Viz. Obr. 40



Obr. 40 Vysokozdvížený zakladač [52]

Automatické regálové zakladače

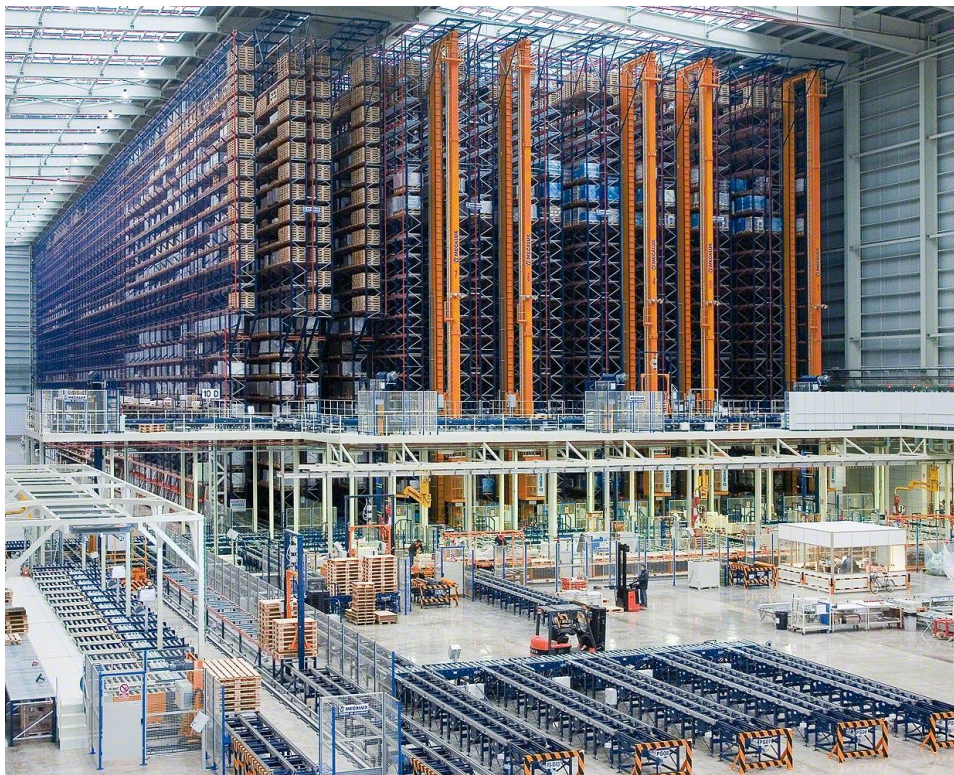
Regálové zakladače dosud uvedené potřebují manuální obsluhu. Automatické regálové zakladače se při zakládání obejdou bez lidského faktoru a tím pádem odpadá faktor lidské chyby.

Existuje mnoho typů regálů (vjezdové, spádové, zatlačovací atd.). Z toho vyplývá, že pro každý typ regálu je potřeba jiné řešení automatického zakládání. Při zavádění automatizace ve skladu odpadají mechanické procesy, tedy i zakládání palet a následné manuální zavádění pozic do systému. Všechny tyto procesy má na starosti řídicí systém. Tím pádem dochází ke zkrácení potřebné doby pro uskladnění či vyskladnění až o třetinu.

Automatický regálový zakladač funguje tak, že si načte čárový kód palety či jeho čip. Po načtení palety do systému uloží paletu na volné místo. Pokud je založená paleta vyžádána, nejdříve systém načte identitu palety čárovým kódem nebo čipem. Poté systém paletu vyhledá a zakladač ji vyskladní. Celý systém skladování je kontrolován a, pokud je potřeba, je i řízen z centrálního stanoviště.

Ve skladu, který je plně automatizován, je obvykle několik dobře synchronizovaných regálových zakladačů, které efektivně plní svou úlohu ve skladu. Tím pádem každý zakladač zakládá pouze na předem určené polohy.

Mezi nesporné výhody patří odstranění chyb lidského faktoru při uskladňování nebo vyskladňování a dobrá koordinace pohybů ve skladu řídicím softwarem.



Obr. 41 Regálové zakladače v automatickém skladu [53]

4.4. Vznášedla (ACV)

Vznášedlo je dopravní prostředek, který se vznáší na vzduchovém polštáři v těsné blízkosti nad vodní hladinou či povrchem země. Vzduchový polštář je vytvořen proudem vzduchu, který jde přes ventilátory, rozvodové kanály až pod prostor pod vznášedlo. Po obvodu trupu je připevněn flexibilní plášť, jenž brání úniku vzduchu do stran. Pomáhá tak k vytvoření vzduchového polštáře, po kterém se vznášedlo pohybuje.

Vznášedla se používají i pro velmi těžké výrobky ve váhovém rozmezí 20 tun až 5000 tun.

Řízení vznášedel

Vznášedla jsou řízena ručně či pomocí speciálního přídatného zařízení viz obr. 42 nebo pomocí dálkového ovládání.



Obr. 42 Řízení vznášedla [54]



Obr. 43 Dálkově ovládané vznášedlo [55]

5. Možnosti řízení a optimalizace materiálových toků mezioperační dopravy

Mezioperační doprava a manipulace s materiálem představuje poměrně širokou oblast, která obsahuje veškerý přesun surovin, zásob ve výrobě a pohyb hotových výrobků v rámci výrobního podniku, včetně vstupního a výstupního skladu. Hlavním cílem mezioperační dopravy je zajištění co nejplynulejšího materiálového toku a dosažení plynulého průběhu výrobního procesu. Mezioperační doprava je uskutečňována mezi jednotlivými technologickými a kontrolními pracovišti a mezioperačními skladovými místy. Dopravní proces končí ve výstupní kontrole a expedici. [56]

5.1. Materiálový tok

Materiálový tok lze chápat jako organizovaný pohyb materiálu ve výrobním procesu v požadované posloupnosti, která je dána technologickým postupem. Jednu z mnoha definic nabízí pan Božek v knize „Výrobní logistika“, *“materiálový tok znamená organizovaný pohyb materiálu ve výrobním procesu nebo oběhu. Je typický směrem, intenzitou, délkou, výkonem, frekvencí a strukturou (svislé i vodorovné členění), vlastnostmi přepravovaného materiálu, manipulační a dopravní technikou.”* [57]

Pro plánování materiálového toku je třeba znát vlastnosti přepravovaného materiálu, respektive tvar, stav, množství a podmínky, za kterých je s ním možno manipulovat. Proto se uvádí jeho klasifikace, která je provedena v první části této práce, viz. str.21. [57]

Při rozboru materiálového toku zjišťujeme oběh materiálu a zboží v procesu. Tímto rozбором zjišťujeme nejdůležitější přesuny materiálu mezi místy příjmu a výdeje. Metody analýzy materiálového toku ve výrobě i oběhu jsou: šachovnicové tabulky, Sankeyův diagram, metoda CRAFT, souřadnicová metoda, lineární programování, síťový graf, hodnotová analýza apod. Během tohoto rozboru se analyzuje také přepravní proud, který je složen z pohybu manipulačních a dopravních prostředků. [57]

5.2. Řízení materiálových toků

Stejně jako logistické funkce i děje spojené s řízením v oblasti manipulace s materiálem je nutno správně spravovat a řídit. Tato činnost vyžaduje zavedení metod, pomocí kterých je možné posoudit velikost výkonu daného podniku, tzn., že podnik musí umět výkon měřit, vykazovat a zlepšovat. [58]

Materiálový tok lze řídit pomocí logistických technologií, jako je: Kanban, JIT, QR, ECR, Hub and Spoke, Cross-Docking a tlačný a tažný systém. Všechny tyto metody jsme již popsali v první části této práce, viz kapitola 2.6 Logistické technologie.

5.3. Metody uspořádání pracovišť

Uspořádání pracovišť je důležitou součástí výrobní logistiky. Při uspořádání pracovišť je nutno provést analýzu umístění výrobních prostředků, vzhledem k materiálovému toku mezi pracovišti. K nalezení optimálního řešení se používá mnoho grafických a výpočtových metod. [59]

5.3.1. Trojúhelníková metoda

Při použití trojúhelníkové metody se vychází ze dvou pracovišť s nejintenzivnější vazbou (největším vzájemným množstvím přepravovaného materiálu). Tyto dvě pracoviště tvoří základnu trojúhelníku, na jehož vrchol se umístí další pracoviště, které má s těmito dvěma

pracovišti největší materiálový tok. Každá strana tohoto trojúhelníku poté tvoří základnu, které je přiřazen další vrchol a vytvoří se tím další trojúhelník. Takhle dále pokračujeme do té doby, než začleníme všechna pracoviště. Po začlenění všech pracovišť je teoretická část hotova a přistupuje se k úpravě dle konkrétních podmínek a dle půdorysného prostoru, který máme k dispozici. [59]

5.3.2. Kruhová metoda

Stejně jako předchozí trojúhelníková metoda, vychází i tato metoda z požadavku na uspořádání pracovišť dle nejkratších vzdáleností. Početně lze vyjádřit jako součin jednotlivých objemů materiálů a nejkratší vzdáleností. V této metodě hledáme vzájemnou polohu objektů v materiálovém toku. [3]

5.3.3. Metoda CRAFT

Metoda CRAFT je matematická metoda, která se používá k určení vzájemné polohy prvků v řešené množině. Nemusí se jednat jen o stroje, ale můžeme také rozmisťovat i dílny, plochy apod., mající kvantitativně definovatelný vzájemný vztah. Touto metodou můžeme optimalizovat vzájemnou polohu prvků na základě vynaložených prostředků na manipulaci materiálu mezi pracovišti. [59]

Tuto metodu lze uplatnit jak v matematickém modelu, tak v grafické podobě. U výpočtové metody umístíme informace o materiálovém toku do matice. [59]

5.3.4. Metoda vyhodnocování mezidíleňských vztahů

Tato metoda se většinou využívá při rozhodování, zda navrhnout jednu centrální dílnu nebo více menších, a také samozřejmě dává odpověď na jejich umístění v souboru dílen.

Hlavní pomůckou této metody je šachovnicová tabulka vztahů (mezidíleňských toků materiálu). Z této tabulky se následně sestaví schéma tak, aby pracoviště s nejsilnějšími vztahy byla co nejbližší a pracoviště s nežádoucím kontaktem co nejdále. [59]

5.3.5. Sankeyův diagram

Řešení materiálového toku pomocí Sankeyova diagramu vychází z půdorysného plánu objektu, který využívá také šachovnicovou tabulku pro znázornění jednotlivých toků materiálu mezi pracovišti. Pomocí tohoto diagramu neřešíme rozmístění, ale zobrazujeme graficky velikost materiálového toku mezi pracovišti. Toto zobrazení je realizováno pomocí šipek, kde šířka šipky je velikost materiálového toku a vzdálenost mezi pracovišti je její délka. [60]

5.3.6. Metoda těžiště

Tato metoda je založena na využití poznatků mechaniky – výpočtu těžiště. Princip této metody je ve výpočtu součinitelů hmotností přepravovaných produktů a vzdáleností jednotlivých pracovišť. Při využití metody těžiště se vytvoří tabulka, do jejíž řádků zapisujeme jednotlivé stroje a do sloupců pořadí výrobních procesů. Do tabulky také zapisujeme jejich celkovou hmotnost. Tyto údaje jsou poté podkladem pro určení nejlepšího umístění stroje. [59]

5.3.7. Metoda souřadnic

Metoda souřadnic je univerzální metoda, která se používá v případech, kdy k pracovištím hledáme vhodné umístění objektu se silným vztahem k více pracovištím. Tento problém se řeší u centrálního skladu či nářaďovny apod. [59]

Princip spočívá v zavedení souřadnicového systému X, Y, ve kterém se pracovištím přiřadí souřadnice x_i , y_i , čímž se určí jejich vzájemné polohy od počátku. Centrální objekt H má různé vztahy k objektům X, Y, které se vyjádří hodnotou q_i (součinitel hmotnosti, četnost spojení atd.). Při hledání optimálního umístění objektu H hledáme takové souřadnice X, Y, při nichž je nejmenší hodnota $\sum x_i \cdot q_i$ a $\sum y_i \cdot q_i$. [59]

5.3.8. Metoda S.L.P

Tato metoda je opět založena na principu, kdy místa s největším vzájemným vztahem musí ležet co nejbližší. Avšak vyjádření vztahů může být u této metody různé např.:

- 1) Hodnotí se jen jediný nejdůležitější vztah, který je zpravidla množství přepravovaného materiálu nebo technologická návaznost,
- 2) Hodnocení dle více kritérií najednou. Hodnotitel však musí provést rozvalu ve všech kritériích a určit souborně znak důležitosti,
- 3) Hodnocení podle více kritérií, znak důležitosti se píše dle nejdůležitějšího kritéria.

Po zhodnocení vztahů a kritérií sestavíme graficky vzájemné umístění pracovišť, stejně jako v metodě vyhodnocování mezidíleňských vztahů.

5.3.9. Simulační metody

Simulační nástroje a metody se stávají neodmyslitelnými nástroji při návrhu a optimalizaci. V případě optimalizací logistických toků se dá říci, že je simulace již nutností. Simulační projekty, které obsahují různé simulační metody, prochází určitými, avšak nikoliv pevně danými fázemi. Různé konzultační firmy a autoři používají různé fáze a dělení, ale vesměs jde obsahově o podobná schémata. Podstatou těchto metod je: napodobit chod podnikového systému pomocí počítačového či matematického modelu a poté s nimi experimentovat změnou ovlivňujících činitelů. Na modelu ověřujeme vliv činitelů na řešení. Vyhodnocení podstatných změn nám poté pomáhá při sestavení správného řešení. [61]

Výstup z počítačové simulace se dle zdroje [63] používá zejména pro:

- počet použitých dopravních prostředků
- využití dopravních kapacit a prostředků v procentech
- minimální, průměrná a maximální zásoba kritických dílů
- doba potřebná k zavezení dílů k linkám
- ověření, zda logika systému (definice dopravních cest, řízení dopravy) je správná

V některých případech můžeme také podrobněji analyzovat simulovaný systém z pohledu nákladů. Pro počítačové simulační metody je používáno velké množství simulačních softwaru jako např.: Tecnomatix Plant Simulation, Arena Witness, Delmia Production System Simulation [62]

Výše uvedené typy slouží jen k projektování, ale neřeší reálné dynamické problémy mezioperačních toků. Bohužel dynamické problémy se řeší dle složitých diskrétních optimalizačních metod jako je např. problém obchodního cestujícího, kde úlohu zobecňujeme na nalezení nejkratší možné cesty, a přesahují rámec bakalářské práce.

6. Shrnutí a doporučení prostředků pro mezioperační dopravu

Z výše uvedeného přehledu vychází i následující doporučení, které je uvedeno v souhrnných tabulkách. Vhodnost použití je vyjádřena stupnicí od jedné do čtyř, přičemž číslo jedna znamená nejvyšší vhodnost použití a číslo čtyři reprezentuje nejméně vhodné. Tabulka je dále rozdělena dle typů výroby: kusová, hromadná, velkosériová, malosériová, středně sériová výroba. Tyto typy byly dále děleny dle velikosti na malé (mv) a velké výrobky (vv).

	Kusová výroba (mv)	Kusová výroba (vv)	Hromadná výroba (mv)	Hromadná výroba (vv)	Velkosériová výroba (mv)
Mostové jeřáby	4	1	4	2	4
Portálové jeřáby	4	1	4	2	4
Konzolové jeřáby	3	1	4	2	2
Sloupové jeřáby	3	1	4	2	3
Nákladní výtahy	4	3	2	3	2
Vibrační dopravníky	4	4	1	3	1
Šnekové dopravníky	4	4	1	3	1
Korečkové elevátory	4	4	1	3	1
Skluzy	3	4	1	3	1
Žlabové dopravníky	4	4	1	3	1
Pásové dopravníky	4	4	1	3	1
Článkové dopravníky	4	4	1	3	1
Válečkové a kladičkové tratě	4	4	1	2	1
Závěsové dopravníky	4	4	1	1	3
Dopravní vozík s ručním pohonem	2	3	3	3	2
Dopravní vozík s motor. pohonem	2	1	2	3	2
Aut. naváděné vozíky (AGV)	4	4	1	2	1
Roboti	4	4	1	2	3
Vznášedla	4	1	4	2	3
Automatické regálové zakladače	2	4	2	2	2

Tab. 5 Doporučení prostředků pro mezioperační dopravu

	Velkoseriová výroba (vv)	Maloseriová výroba (mv)	Maloseriová výroba (vv)	Středně sériová výroba (mv)	Středně sériová výroba (vv)
Mostové jeřáby	3	4	3	4	2
Portálové jeřáby	3	4	3	4	2
Konzolové jeřáby	3	3	3	2	2
Sloupové jeřáby	3	4	2	4	2
Nákladní výtahy	2	3	3	3	3
Vibrační dopravníky	3	3	3	2	3
Šnekové dopravníky	3	3	3	2	3
Korečkové elevátory	3	3	3	2	3
Skluzy	3	2	3	2	4
Žlabové dopravníky	3	3	3	2	3
Pásové dopravníky	3	3	3	2	3
Článkové dopravníky	3	3	3	2	3
Válečkové a kladičkové tratě	3	3	3	2	3
Závěsové dopravníky	2	4	2	2	2
Dopravní vozík s ručním pohonem	3	2	2	2	2
Dopravní vozík s motor. pohonem	2	2	2	2	2
Aut. naváděné vozíky (AGV)	2	4	4	2	3
Roboti	3	4	4	3	4
Vznášedla	3	4	2	4	3
Automatické regálové zakladače	2	2	4	2	3

Tab. 6 Doporučení prostředků pro mezioperační dopravu

Dobře fungující logistika a efektivní využívání zvolených prostředků a metod je velice důležitou součástí dobré přípravy výroby, která se odráží v konečné časové dotaci a finálně i v ceně výstupního produktu. Mnohdy nákladně vypadající řešení logistiky, může v konečném důsledku ušetřit spoustu pracovních sil a být v závěru levnějším řešením.

7. Citovaná literatura

- [1] Polák, J., Pavliska, J., Slíva, A.: Dopravní a manipulační zařízení I., Ostrava 2001, ISBN 80-248-0043-8. "
- [2] Doprava a manipulace s materiálem, Ing. Hartl, J. www.ulozto.cz 2016 [cit. 2016-10-13] <http://uloz.to/xSCKQZPv/2-doprava-a-manipulace-s-materialem-pdf>
- [3] HLAVENKA, B.: Manipulace s materiálem. Brno: akademické nakladatelství PC-DIR Real, s.r.o. 2000. 164 s. ISBN 80-214-0068-4.
- [4] DRAŽAN, F., JEŘÁBEK, K.: Manipulace s materiálem. Praha: SNTL. 1979. 454 s. DT 621.86/.87.
- [5] LÍBAL, Vladimír a Jiří KUBÁT.: ABC logistiky v podnikání. 1. vyd. Praha: Nadatur, 1994, 282 s.
- [6] ŠŮSTEK, Jaromír.: Řízení provozu v logistických řetězcích. Praha: C. H. Beck, 2007. 227 s. ISBN 978-80-7179-534-6
- [7] LUKŠŮ, Vladimír.: Logistika 1. první. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2001. 269 s. ISBN 80-245-0166-X.
- [8] Němejic, J.: Projektování manipulace s materiálem. 2.vyd. ZČU Plzeň, 1993. 154 s. ISBN: 8070824271
- [9] Exapro. *Jeřáby – Mostové jeřáby / kladkostroje*. [online]. 27. 11. 2016 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <https://www.exapro.cz/mostovy-jerab-iteco-mv-5112-md-rok-vyroby-2007-p61005101/#prettyPhoto>
- [10] Extera. *Portálový jeřáb 1000 kg*. [online]. 27. 11. 2016 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <https://extera.cz/portalove-jeruby/1063-portalovy-jerab-1000kg.html>
- [11] Ihro. *Cross dock přeprava*. [online]. 11. 11.2016 [cit. 2016-11-11]. Dostupné z: <http://www.ihro.cz/mezinarodni-spedice-cross-dock-preprava>
- [12] VIESTOVÁ, K., ŠTOFILOVÁ, J., ORESKÝ, M., ŠKAPA, R. *Lexikón logistiky*. Vydavatelství Ekonóm, 2005. 266 s. ISBN 80-2252007-1.
- [13] Moodle katedry informačních a komunikačních technologií. *KIK*. [online]. 11. 11. 2016 [cit.2016-11-11]. Dostupné z: http://kik.osu.cz/moodle/pluginfile.php/2136/mod_resource/content/1/Logistick%C3%A9%20technologie%20-%20studijn%C3%AD%20materi%C3%A1l.pdf
- [14] IPA. *Hub and Spoke*. [online]. 11. 11. 2016 [cit. 2016-11-11]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/hub-and-spoke>
- [15] 12. přednáška. *Manipulační technika*. [online] 8. 12. 2016 [cit. 2016-12-8] Dostupné z: <https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/zdmt/studijni-materialy.html>

- [16] Giga. *Portálové a poloportálové jeřáby*. [online]. 27. 11. 2016 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <http://www.gigasro.cz/portalove-jeraby-a-poloportalove-jeraby26906.html>
- [17] Giga. *Speciální mostové jeřáby*. [online]. 26. 11. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.gigasro.cz/mostove-jeraby-specialni.html#&gid=1&pid=2>
- [18] EGW. *Sloupový a konzolový jeřáb*. [online]. 27. 11. 2016 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <http://egwcranes.cz/katalog/sloupove-jeraby/sloupovy-a-konzolovy-jerab/6/#>
- [19] Hornictví. *Das Bergwerk im Bild*. [online]. 28. 11. 2016 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <http://www.hornictvi.info/cteni/bergwerk/1.htm>
- [20] Strojírenství. *Zdvihadla a jeřáby*. [online]. 28. 11. 2016 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: http://3.bp.blogspot.com/_BcZ9_qDaZ1M/TNvEGqHPIEI/AAAAAAAAAPM/37cr6OEB304/s1600/19_doc_1d6f8414.png
- [21] Eluc. *Kladkostroje*. [online]. 28. 11. 2016 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1919>
- [22] Neqoloq. *Zachování energie*. [online]. 28. 11. 2016 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <http://tom.neqindi.cz/serialy/clanek/zachovani-energie/>
- [23] Technologie III. *Manipulace s materiálem*. [online] 8. 12. 2016 [cit. 2016-12-8]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/technologie_3__manipulace__stroner.pdf
- [24] LUKOSZOVÁ, X. *Nákup a jeho řízení*. Computer Press, 2004.172 s. ISBN 80-251-0174-6
- [25] M-tec. *Vibrační dopravníky*. [online]. 20.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.m-tec.cz/vyroby/dopravni-a-davkovaci-systemy/vibracni-dopravniky/>
- [26] Bmto. *Šnekový dopravník*. [online] 20.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.bmto.cz/old/cistirny-odpadnich-vod/snekovy-dopravnik/index.html>
- [27] Stavební technika. *Kvalitní řetězy a korečkové elevátory*. [online] 20.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://stavebni-technika.cz/clanky/kvalitni-retezy-a-koreckove-elevatory>
- [28] Translog. *Třídící zařízení*. [online] 20.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.translog.cz/tridzar.htm>
- [29] AP export. *Pásový dopravník*. [online] 20.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://apexport.eu/CZ/katalog-zarizeni/dopravnikove-systemy/details/27/2/konveyernie-sistemi/lentochniy-konveyer.html>
- [30] ATES. *Článekové dopravníky*. [online] 20.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.ates.cz/-lankove-dopravniky-.html>
- [31] KDFilter. *Dopravníky, válečkové tratě, pásové dopravníky*. [online] 20.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://nabidky.edb.cz/Nabidka-15680-Dopravniky-valeckove-trate-pasove-dopravniky>

- [32] Strand. *Podvěsný dopravník poháněný 785*. [online] 20.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://strand.cz/produkty/podvesny-dopravnik-pohaneny/>
- [33] Doman.cz. *Podlahové dopravníky*. [online] 20.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.doman.cz/podlaha.htm>
- [34] Sleviště.cz. *Posypové vozíky a rozmetadla*. [online] 30.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.sleviste.cz/posypove-voziky-a-rozmetadla/>
- [35] Still. *Ruční paletový vozík HPS/HPT*. [online] 30.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.still.cz/hps-hpt-cz.0.0.html>
- [36] Manipulační a zdvihací technika. *Vysokozdvížený vozík PSO415n*. [online] 30.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.manipulacni-technika-levne.cz/manipulace/eshop/0/0/5/23-Vysokozdvizny-vozik-PSO415n-400kg-rucni-mechanicky-VZV>
- [37] Mecalux. *Čelní akumulátorový vysokozdvížený vozík*. [online] 30.1.2017 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <https://www.logismarket.cz/belet/celni-akumulatorovy-vysokozdvizny-vozik-trikolovy/1732165916-947644106-p.html>
- [38] Automaticky řízené (naváděné) vozíky FTS, AGV, indukční vozík | BEEWATEC s.r.o. *Přepravní vozíky, pracovní a montážní stoly, regály do výroby* [online]. Copyright © 2010 [cit. 07.02.2017]. Dostupné z: <http://www.beewatec.cz/katalog-produktu/logistika/automaticky-rizene-voziky>
- [39] *University at Buffalo - Wings Central Campus Web Server* [online]. Copyright © [cit. 08.02.2017]. Dostupné z: <https://wings.buffalo.edu/eng/mae/courses/460-564/AGV.pdf>
- [40] Standard Size Tow Vehicles | Savant Automation. *Home / Savant Automation* [online]. Copyright © 2015 Savant Automation. All rights reserved. [cit. 08.02.2017]. Dostupné z: <http://www.agvsystems.com/standard-size-tow-vehicles/>
- [41] Powered Load Transfer AGV/AGCs | Savant Automation. *Home / Savant Automation* [online]. Copyright © 2015 Savant Automation. All rights reserved. [cit. 08.02.2017]. Dostupné z: <http://www.agvsystems.com/powered-load-transfer-agvages/>
- [42] *Přepravní vozíky, pracovní a montážní stoly, regály do výroby* | BEEWATEC s.r.o. [online]. Copyright © [cit. 13.02.2017]. Dostupné z: <http://www.beewatec.cz/files/upload/file/kat-automaticke-rizene-voziky.pdf>
- [43] Object moved. *Object moved* [online]. Dostupné z: <http://www.forkliftaction.com/news/newsdisplay.aspx?nwid=6610>
- [44] AGVs, Automated guided vehicles - All industrial manufacturers - Videos. *DirectIndustry - The online Industrial Exhibition: sensor - automation - motor - pump - handling - packaging ...* [online]. Copyright © 2017 [cit. 13.02.2017]. Dostupné z: <http://www.directindustry.com/industrial-manufacturer/agv-80196.html>

[45] Overhead Traveling Rail-Guided Trolley System (MST1 Type and MST2 Type) | Automatic guided vehicle (AGV) systems | MEIDENSHA CORPORATION. *MEIDENSHA CORPORATION* [online]. Dostupné z: http://www.meidensha.com/products/logistics/prod_01/prod_01_06/index.html

[46] Manipulační technika: Od vozíků po roboty. *FactoryAutomation.cz* | *Časopis o automatizaci a robotice* [online]. Copyright © [cit. 02.03.2017]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/manipulacni-technika-od-voziku-az-po-roboty/>

[47] *ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE* [online]. Copyright © [cit. 06.03.2017]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/mechanizace_a_automatizace__ucebni_texty__rumisek.pdf

[48] *ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE* [online]. Copyright © [cit. 13.03.2017]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/mechanizace_a_automatizace__roboty__rumisek.pdf

[49] ZDENĚK KOLÍBAL, *Průmyslové roboty I. – konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů (PRaM)*. vyd. Brno: VUT Brno, 1993. 1. vyd. 189 s. ISBN 80-214-0526-0

[50] BEKEY, George, et al. *Robotics: state of the art and future challenges*. World Scientific, 2008.

[51] TOYOTA. *Elektrické zakladače* [online]. Dostupné z: <http://www.toyota-forklifts.cz/cs/products/powerd-stackers/bt-staxio-w-series/pages/default.aspx>

[52] Nový systémový regálový zakladač do úzkých uličiek EKX 514-516 | Jungheinrich. *Vysokozdvíhací vozíky, regálové systémy, skladová technika* | *Jungheinrich* [online]. Copyright © 2017 Jungheinrich AG [cit. 04.04.2017]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.sk/jungheinrich-slovensko/tlacove-spravy/jungheinrich-tlacove-spravy/article-single-draft/nI/2624-novy-systemovy-regalovy-zakladac-do-uzkych-uliciek-ekx-514-516/>

[53] Zakládací jeřáby na palety | Automatizované zakladače palet | www.mecalux.cz. *Home / Mecalux* | www.mecalux.cz [online]. Copyright © 2017 Mecalux, S.A. Všechna práva vyhrazena [cit. 04.04.2017]. Dostupné z: <https://www.mecalux.cz/automaticky-sklad-palety/zakladace>

[54] Power Drive | Aero-Drive | AeroGo, Inc.. *AeroGo, Inc. / Air Bearings, Air Casters, Load Carriers & Heavy Load Handling Systems* [online]. Copyright © 2016 AeroGo Inc. All rights reserved [cit. 05.04.2017]. Dostupné z: <http://www.aerogo.com/products/power-drives/s>

[55] Transformers and Vapor Phase Ovens Move on Air Bearings | AeroGo, Inc.. *AeroGo, Inc. / Air Bearings, Air Casters, Load Carriers & Heavy Load Handling Systems* [online]. Copyright © 2016 AeroGo Inc. All rights reserved [cit. 05.04.2017]. Dostupné z: <http://www.aerogo.com/applications/transformer/>

[56] Preclík, V.: Průmyslová logistika. - Skriptum, 1. vydání. Praha: ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03449-6

[57] Božek, P. Rybanský, R. Vidová, H. Výrobná logistika. Bratislava: STU Bratislava, 2006, ISBN 80-227-2463-7

[58] Preclík, V.: Průmyslová logistika. - Skriptum, 1. vydání. Praha: ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03449-6

[59] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: (Technologické projekty I)*. Brno: VUT, 2005. ISBN 80-214-2871-6.

[60] CIE-Group. *CIE-Group | průmyslové inženýrství | vzdělávání | lidské zdroje* [online]. Copyright © 2016 CIE s.r.o. www.cie [cit. 06.04.2017]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/sankeyuv-diagram/>

[61] DLOUHY, M.; FABRY, J.; KUNCOVA, M.; HLADIK, T. 2007. *Simulace podnikových procesů*. Brno: ComputerPress, 2007. ISBN 978–80–251–1649-4

[62] Digital factory. *Simulace* [online]. [cit. 7.4.2017] Dostupné z: <https://www.digipod.zcu.cz/index.php/oblasti-nasazeni/simulace>

[63] Systém online. *Logistika* [online] [8.4.2017] Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/simulace-logistickych-toku-a-zasobovani-materialem.htm>