

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Návrh realizace automatizace u
konkrétního procesu ve skladu/výrobě**

(Diplomová práce)



**Vysoká škola
logistiky**
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student	Bc. Filip Spáčil
studijní program	Logistika
obor	Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Návrh realizace automatizace u konkrétního procesu ve skladu/výrobě**

Cíl práce:

Ve vybrané firmě navrhnout automatizaci skladu s využitím některé z dostupných technologií. Posoudit přínosy z hlediska výkonnosti a efektivnosti. Navrhnout realizaci automatizace procesu vychystávání materiálu pro sekvenční feeding.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Teoretická východiska práce
2. Analýza současného stavu procesu vychystávání materiálu
3. Návrhy řešení
4. Porovnání navrhovaných řešení

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

Automatizace a automatizační technika: systémové pojetí automatizace. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3628-7.

CEMPÍREK, Václav, KAMPF, Rudolf a Jaromír ŠIROKÝ. Logistické a přepravní technologie. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2014. ISBN 978-80-263-0710-5.

GROS, Ivan a kol. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

KLAPITA, Vladimír a Ján LIŽBETÍN. Sklady a skladovanie. Žilina: Edis, 2010. ISBN 978-80554-0278-9.

KUBASÁKOVÁ, Iveta a kol. Logistické informačné systémy. Žilina: Edis, 2017. ISBN 978-80-554-1389-1.

MACUROVÁ, Pavla a kol. Logistika. Ostrava: VŠB-TU, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.

OUDOVÁ, Alena. Logistika: základy logistiky. Prostějov: Computer Media, 2016. ISBN 978-80-7402-238-8.

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce:

30. 10. 2020

Datum odevzdání diplomové práce:

13. 5. 2021

Přerov 30. 10. 2020



Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat předtím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 12. května 2021

.....

podpis

Poděkování

Prostřednictvím této práce bych chtěl vřele poděkovat svému vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Václavovi Cempírkovi, Ph.D. za odborné vedení práce, čas a připomínky, které mi věnoval, a kterými přispěl ke zhotovení této práce. Zvláštní díky patří společnosti MOBIS HYUNDAI s.r.o. za umožnění využívat statistická data a interní materiály. Rovněž bych chtěl poděkovat své rodině a blízkým za jejich podporu a trpělivost.

Anotace

Diplomová práce se zabývá návrhem automatizace procesu ve skladu. Popisuje interní logistické procesy ve společnosti, které jsou následně analyzovány. Vyhodnocuje empiricky shromážděná data, na jejichž základě je zpracován návrh na optimalizaci pozice sekvenčního vychystávání, a to instalací robota a změnou rozložení pracoviště.

Výstupem návrhu je úspora nákladů v následujících letech.

Klíčová slova

automatizace procesu, sekvence, sekvenční vychystávání, rozložení pracoviště, robot

Annotation

The diploma thesis deals with the design of process automation in the warehouse. Describes the company's internal logistics processes, which are then analyzed. Following by evaluation empirically collected data, on the basis of which a proposal for optimizing the position of sequence feeding is prepared by installing a robot and changing the layout of the workplace.

Result of the proposal is cost savings in upcoming years.

Keywords

process automation, sequence, sequence feeding, layout of workplace, robot

Obsah

Úvod.....	9
1 Logistika a logistické procesy	11
1.1 Logistika.....	11
1.2 Logistické procesy	12
1.2.1 Zásobování	13
1.2.2 Skladování	15
1.2.3 Balení	18
1.2.4 Doprava.....	19
1.2.5 Distribuce.....	21
1.3 Logistické náklady	22
1.4 Principy štlíhlé výroby	23
1.4.1 Metoda 5S	24
1.4.2 Cycle time	25
1.4.3 Takt time	26
1.4.4 Kanban	27
1.4.5 Just in time	28
1.4.6 Just in sequence	29
1.5 Automatizace a robotizace	30
1.5.1 Rozdělení průmyslových robotů a manipulátorů.....	31
1.5.2 Typy robotů ve skladech.....	34
2 Analýza stavu logistických a výrobních procesů ve společnosti.....	36
2.1 Představení společnosti	36
2.1.1 Historie MOBIS	36
2.1.2 Základní informace	37

2.2	Dělení linek a charakteristika výroby v MCZ.....	38
2.3	Dělení materiálu v MCZ	39
2.4	Procesy zajišťované MCZ Logistikou:	39
2.4.1	Příjem materiálu.....	39
2.4.2	Zaskladnění materiálu.....	40
2.4.3	Vyskladnění materiálu do kanbanu.....	40
2.4.4	Převoz materiálu na linku	41
2.4.5	Vychystávání materiálu = sekvenční objednávka (JIS).....	42
2.5	Přehled vychystávacích pozic materiálu na CP lince.....	44
2.6	Analýza vychystávacích pozic materiálu na CP lince.....	45
2.6.1	Pozice č. 1	45
2.6.2	Pozice č. 2	46
2.6.3	Pozice č. 3	46
2.6.4	Pozice č. 4	48
3	Automatizace vybraného procesu vychystávání	49
3.1	Detailní popis vybraného procesu	49
3.2	Výpočet procesu vychystávání.....	52
3.3	Výběr robota.....	53
3.4	Návrh řešení	55
4	Zhodnocení navrhovaného řešení	57
	Závěr	59
	Seznam použitých zdrojů.....	61
	Seznam grafických objektů.....	64
	Seznam zkratk	66
	Seznam příloh	68

Úvod

Automobilový průmysl neboli Automotive se v současné době dle zpráv o prodejích nenachází v časech blahobytu. Zvýšené ekologické požadavky, stále přísnější normy kladené na výrobce automobilů jsou témata, která toto odvětví v posledních letech dělají velmi dynamickým dokonce až uspěchaným. Z praktického hlediska tyto požadavky výrazným způsobem ovlivňují výrobu, nabízené produkty a služby. Pandemie COVID-19 a celosvětový nedostatek mikročipů jsou nežádoucím jevem posledních několika měsíců. Nedá se vždy spolehnout na termíny dodání služeb, není možné snadně vycestovat několik desítek kilometrů za hranice.

Obecně se říká, že v době recese by měl stát investovat. Ve společnosti MOBIS HYUNDAI se však v současnosti mluví o optimalizaci a snižování nákladů. Snižila se rychlost výroby a začaly se vytipovávat pozice s rezervami umožňujícími počet pracovních pozic snížit na optimální úroveň. Začalo se se snižováním nákladů, počínaje úsporami kancelářských potřeb a tonerů do tiskáren omezením barevného tisku, a konče tlakem na snížení objednávaných služeb. Podobný trend lze vidět napříč celým dodavatelským řetězcem, ale ne vždy je úspora ku prospěchu celku. Ke změnám, které ovlivní nejen uživatele (výrobce), ale i odběratele (zákazníka), by mělo docházet na základě společného dialogu a preference požadavků zákazníka.

Tato diplomová práce je zaměřena na porozumění potřeb zákazníka, reálné zhodnocení stavu procesu na svěřeném úseku logistiky a návrh nové, moderní a spolehlivé technologie snižující náklady.

Cílem práce je nalézt proces ve skladu a navrhnout jeho automatizaci při využití některé z dostupných technologií, posoudit přínosy z hlediska výkonnosti a efektivnosti. K dosažení tohoto cíle bylo využito interních dat (ze systému MES a SAP), empirického měření doby trvání jednotlivých činností a následné analýzy všech dat. Tato data jsou použita za rok 2020.

Samotný text práce je rozdělen do čtyř kapitol. První kapitola, která je teoretickou částí, přibližuje procesy v oboru logistiky, s ohledem na charakter Automotive seznamuje s principy štihlé výroby a věnuje se robotizaci a automatizaci. Obsahem druhé kapitoly je představení vybrané společnosti, přiblížení charakteru její výroby a také seznámení s konkrétními procesy zajišťovanými interní logistikou, povahou materiálu a analýzou

jednotlivých pracovišť. Třetí kapitola se zaměřuje na samostatnou automatizaci vybraného procesu na základě výpočtů a měření. Dále porovnává dostupnou technologii a navrhuje konkrétní řešení. Poslední kapitola hodnotí návrh a přibližuje investici v číslech.

1 Logistika a logistické procesy

1.1 Logistika

Pojem logistika má svůj původ od řeckého slova logistikon (důmysl, rozum) či logos (slovo, myšlenka, rozum, zákon, pravidlo). [2] Logistika byla ve starořecké filosofii chápána jako zákon, podle kterého se řídilo celé světové dění. [1] V dnešní době se jedná o disciplínu zabývající se optimalizací, koordinací a synchronizací všech činností potřebných k pružnému a hospodárnému dosažení konečného efektu. Logistika je spojena především s výrobou, zásobováním a dopravou. [6]

Logistika je poměrně rozsáhlý vědní obor a tím se samotná definice logistiky od různých autorů liší. Např. Gros definuje logistiku jako „*soubor všech činností, sloužících k poskytování potřebného množství prostředků s nejmenšími náklady tam a tehdy, kde a kdy je po nich poptávka. Zabývá se všemi operacemi, určujícími pohyb zboží (alokace výroby a skladů, zásob, řízení pohybu zboží ve výrobě, balení, skladování, dodávání odběratelům)*.“ [4] nebo Bobák definuje logistiku jako „*organizace, plánování, řízení a výkon toků zboží vývojem a nákupem počínaje, výrobou a distribucí podle objednávky finálního zákazníka konče tak, aby byly splněny požadavky trhu při minimálních nákladech a minimálních kapitálových výdajích*“. [8]

Logistika, jak ji známe dnes, má všeobecně za cíl efektivně překonávat prostor a čas při uspokojování požadavků koncových zákazníků.

Logistika usiluje o dodání:

- správných výrobků, služeb či materiálů,
- ve správném čase,
- na správné místo,
- ve správné kvalitě a se správnými dodacími podmínkami,
- ve správném množství,
- a za správnou cenu.

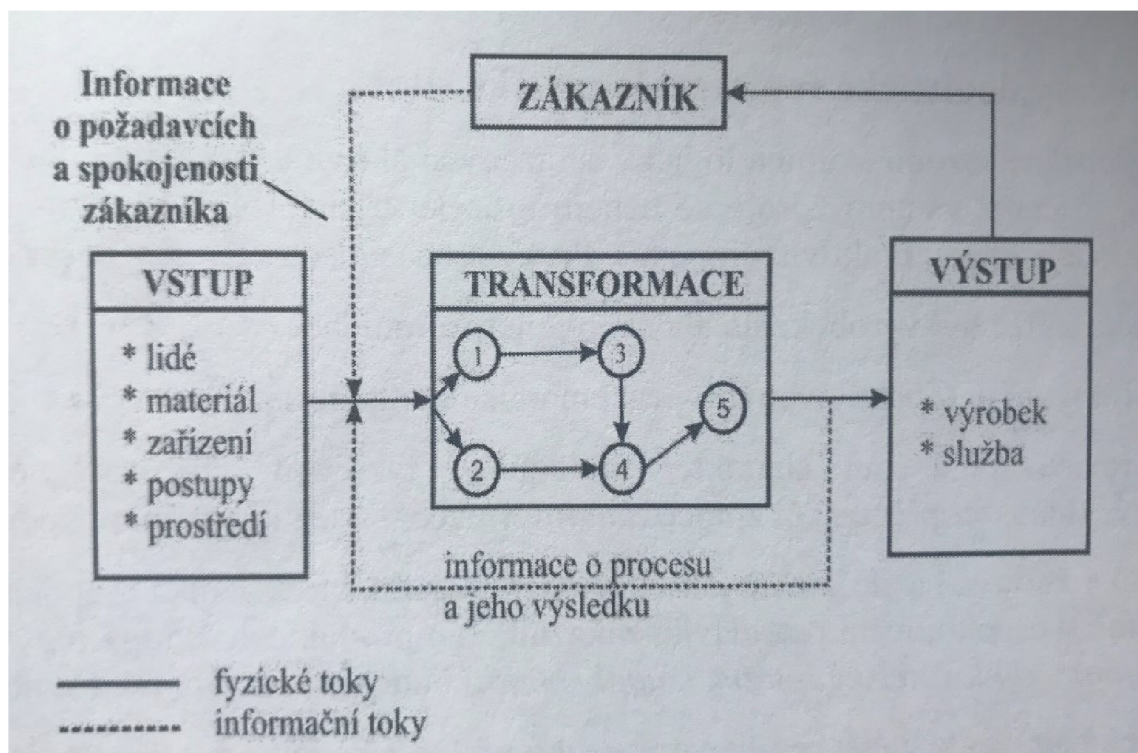
K dosažení tohoto cíle se využívá fyzických a s nimi spojených informačních a peněžních toků, mezi kterými existuje vzájemná podmíněnost.

Logistické toky představují vazby mezi jednotlivými prvky systému:

- **Fyzické toky** – mezi tyto můžeme zařadit pohyb materiálu, výrobků (v každé fázi procesu), obalů, odpadu, osob a nosičů informací.
- **Informační toky** – podporují a dokumentují průběh toku fyzických. Sdělují nám požadavky a reakce zákazníka, informace o průběhu a výsledku výroby.
- **Peněžní toky** – mají charakter peněžních příjmů a výdajů, které vyprodukovala potřeba fyzických a informačních toků. [1]

1.2 Logistické procesy

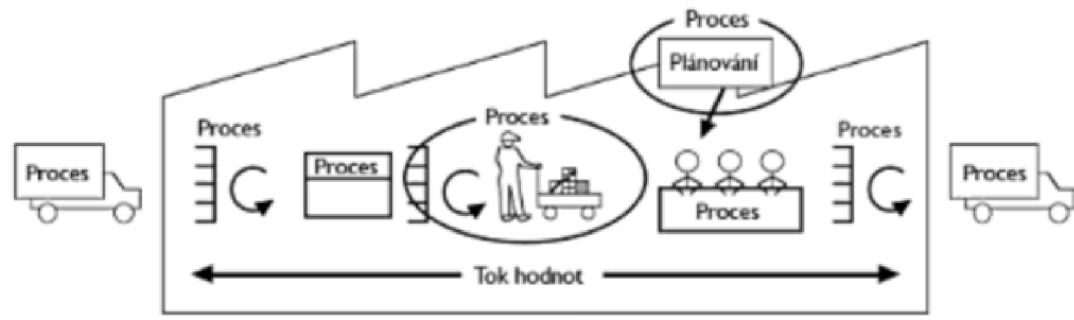
Jedním z hlavních předpokladů pro zvládnutí logistických cílů jsou správně nastavené procesy. Procesem se rozumí „*skupina logicky seřazených aktivit s jasně definovaným vstupem a výstupem, přičemž vstupní zdroje se během procesu transformují na výstupní produkty*“. [1]



Obr. 1.1 Schéma procesu

Zdroj: [1].

Procesy jsou chápány jako několik různých činností. Ve výrobě jsou jednotlivými články toku hodnot, přičemž nemusí přímo vytvářet přidanou hodnotu, ale v toku hodnot hrají svou důležitou roli. Procesy musí být neustále zlepšovány, aby tok hodnot směřoval k ideálnímu stavu. [9]



Obr. 1.2 Příklad procesů v toku hodnot

Zdroj: [9].

Standartní logistický koncept neexistuje, musí být specificky diferencován a vytvářen dle nabídky produktů a zákazníků. Rozvoj nových progresivních technologií má za výsledek to, že důsledné sledování jednotné strategie už není tou nejlepší cestou. Konkurenční situace, a především orientace na přání zákazníka, upravuje strategické těžiště a potřebu rozvoje. [4]

1.2.1 Zásobování

Zásobování je jednou z nejnáročnějších podnikových činností z hlediska správného rozhodování, a případné špatné rozhodnutí může vést k výraznému zvýšení nákladů. [10] Mezi zásoby se řadí suroviny, materiál, nedokončené výrobky, polotovary, výrobky i zboží [6], a hlavním úkolem je zajistit optimální strukturu a množství zásob potřebných k výrobnímu procesu. Optimalizace zásob nemusí vždy znamenat její minimalizaci. [10]

Zásoby přispívají k tomu, aby se procesy mohly uskutečňovat ve vhodném rozsahu, optimálních dávkách a rovněž ke krytí nepředvídatelných výkyvů. Tím snižují riziko přerušení či narušení procesu. Na druhé straně se zásoby pojí s kapitálem, mohou vzniknout náklady na skladovací operace, existuje riziko znehodnocení a nepoužitelnosti zásob a také mohou skrývat problémové procesy či nesladěnost procesů. [1] Velikost zásob by měla být co nejmenší, ale zároveň i co největší. Nejmenší z důvodu

snižování udržovacích nákladů a rizika znehodnocení, a největší kvůli dostatečné pohotovosti při změně preferencí zákazníka.

Cíle zásobování jsou stanovené na základě celopodnikových cílů. Zajištění úspěšnosti podniku a uspokojení požadavků zákazníka lze považovat za jedny z hlavních cílů.

Dalšími cíli jsou:

- snižování nákladů souvisejících se zásobováním,
- zlepšení výkonu celého útvaru zásobování,
- zajištění možnosti zásobování z více zdrojů. [10]

Zásoby lze členit podle různých hledisek. Většina autorů ve svých publikacích dělí zásoby do dvou základních skupin – na zásoby běžné (obratné) a pojistné. Gros použil dělení zásob z hlediska logistiky na tři druhy:

- **Běžná (obratová) zásoba** se mění v čase, má za úkol pokrýt spotřebu mezi dvěma dodávkami a je závislá na průběhu spotřeby.
- **Pojistná zásoba** pokrývá mimořádné výkyvy na straně vstupů (např. velikost dodávek), ale i výstupů (např. výskyt zmetků).
- **Technologická zásoba** je součástí technologického procesu a je součástí zásoby materiálu (polotovary) u kterých probíhá nezbytný přírodní proces, např. zrání potravinářských výrobků. [11]

Strategie řízení zásob

Pro hledání optimální strategie řízení zásob je nejčastějším kritériem výše celkových nákladů vznikajících při vytváření, udržování a čerpání zásob. V praxi se pro stanovení optimální výše zásob používají tři hlavní strategie:

- **Systém řízení zásob poptávkou neboli Pull systém.** Pull znamená tažný systém (táhnout). Podle tohoto systému jsou zásoby doplňovány v potřebném množství a čase, tedy v okamžiku, kdy jejich disponibilní množství na skladě klesne pod předem stanovenou minimální mez. Zásoby jsou tak doplňovány dle potřeby (na základě poptávky) nebo tehdy, když se objeví požadavek od zákazníka. Tato strategie předpokládá neomezenou zásobu materiálu u dodavatele a schopnost výrobců dodat výrobek na trh v okamžiku jeho potřeby.

- **Systém řízení zásob plánem neboli Push systém.** Push znamená tlačný systém (tlačít). Tento systém je založen na podrobném plánu doplňování zásob v čase, který vychází z prognózy poptávky na základě vlastních kalkulací a analýzy trhu. Zásoby tak nejsou doplňovány podle poptávky, ale podle plánované potřeby. Systém funguje, pokud je plán přesný a neměla by nastat situace, kdy se zásoby nevyskytují na skladě.
- **Kombinovaný systém řízení zásob.** Je systémem, který pružně reaguje na podmínky trhu. Pro určité segmenty trhu nebo určitá období roku je výhodnější zvolit strategii Pull a v jiném zase strategii Push. [12]

1.2.2 Skladování

Další a důležitou částí logistického systému je skladování. Jednotlivé procesy, které ve skladech probíhají, jsou složeny z několika operací zahrnujících nejen fyzický pohyb při ukládání a vychystávání ze skladu, ale také činnosti organizačně řídicí, evidenční nebo rozborové. „*Každá operace týkající se uskladnění a vychystávání ze skladu zahrnuje dvě samostatné akce: fyzickou a záznam ve skladové evidenci.*“ [1]

Hlavní funkcí skladování je zabezpečit uskladnění produktů (surovin, dílů, zboží ve výrobě, hotových výrobků) v místě jejich vzniku a mezi místem spotřeby. [13] Sixta a Mačát rozlišují tři základní funkce skladování:

- **Přesun Produktů** – zahrnuje příjem zboží, jeho ukládání, kompletaci zboží podle objednávky, překládku a expedici zboží.
- **Uskladnění produktů** – dělí se na přechodné uskladnění (nutné pro doplňování zásob) a časově omezené uskladnění (týká se nadměrných zásob držených z důvodu sezónní nebo kolísavé poptávky).
- **Přenos informací** – týká se stavu zásob a jejich umístění (využití skladových prostor), stavu zboží v pohybu jak v rámci skladování, tak vstupních a výstupních dodávek, zákazníků a personálu. [14]

Odborná literatura uvádí různá kritéria rozdělení skladů. Mezi základní členění patří sklady **vstupní** (sdružování vstupních zásob materiálu), **mezisklady** (určené k předzásobením mezi rozličnými stupni výrobního procesu) a **odbytové sklady** (k vyrovnání časové disproporce mezi výrobou a odbytem). [6]

Podle různých funkcí skladování jsou pak sklady děleny do následujících skupin:

- **Obchodní sklady** – jsou charakterizovány velkým počtem dodavatelů i odběratelů. Hlavní funkcí obchodního skladu je zabezpečit změny sortimentu.
- **Odbytové sklady** – pro tyto sklady je charakteristický velký počet odběratelů a jeden nebo malý počet výrobců. Sklad bývá umístěn u výrobce či alespoň v jeho blízkosti a jedná se o sklady hotových výrobků připravené rovnou k expedici.
- **Veřejné a nájemní sklady** – zajišťují skladování zboží či skladové prostory pro zákazníka. Veřejné sklady vykonávají skladové funkce dle objednávky zákazníka. Naopak nájemní sklady často poskytují i manipulační techniku, ale další aktivity se zbožím si zákazník zajišťuje sám.
- **Tranzitní sklady** – jsou situovány na místech s velkým množstvím překládky zboží jako např. přístavní či železniční překladiště. Hlavní funkcí těchto skladů je příjem zboží, jeho rozdělení a následná expedice.
- **Konsignační sklady** – u tohoto typu skladu jsou využívány skladovací prostory u dodavatele. Výhodou je snižování vlastních nákladů na skladování a diverzifikace rizika. Tyto sklady jsou využívány zejména pro dodávky náhradních dílů či součástek v automobilovém průmyslu. [15]

Další možné rozdělení skladů může být do skupin podle:

- **stupně centralizace** (centralizované a decentralizované sklady),
- **kompletace** (sklady orientované na materiál a sklady orientované na spotřebu),
- **stanoviště** (vnitřní a vnější),
- **správy skladu** (vlastní a cizí),
- **použití technologie** (skladování v regálech, visuté skladování nebo volné stohování). [6]

Jednotlivé druhy skladovaných položek vyžadují nejen různé způsoby skladování, ale i různá zařízení pro skladování a různé manipulační prostředky. Správně zvolená skladová technologie přinese jak úsporu času, tak i skladových prostor. Skladová položka může být volně nasypána či uložena na podlahu (písek, velké stroje, stohy palet, výkovky aj.), v tomto případě se hovoří o **volném** skladování. Skladování ve **skladových zařízeních** využívá skladové technologie (zásobníky,

ukládací bedny, regálové systémy aj.) pro efektivnější využití skladových prostor a toku skladovaných položek.

Skladové systémy se dělí podle principu ukládání a vychystávání na statické a dynamické. **Statické skladové systémy** jsou označovány jako systémy typu „člověk ke zboží“. Samotnou manipulaci provádí člověk s využitím manipulační techniky tak, že zboží se nepohybuje, člověk se musí přiblížit k místu uložení. [1] Ke statickým skladovým systémům patří:

- **Policové regály** – jsou určeny pro materiál či zboží, které je volně umístěné v přepravkách a krabicích, přičemž s tímto zbožím je manipulováno pouze ručně. Regály jsou adaptabilní, je možné je výškově přestavovat dle aktuálních potřeb.
- **Paletové regály** – jsou jednou z nejvíce používaných skladových technologií. Jedná se o přihrádkovou konstrukci regálů vytvářející regálové buňky, které jsou přizpůsobeny velikosti manipulační jednotky. K manipulaci je využíváno vysokozdvížných vozíků a regálových zakladačů.
- **Konzolové regály** – se využívají pro materiál větších délek, např. plechy, dřevotřískové ploty apod. Obsluha těchto regálů je možná různými typy vysokozdvížných vozíků, ale i ruční obsluhou. [6]

Oproti tomu stojí **dynamické systémy** založené na principu „zboží k člověku“, kdy zboží je podle povelů člověka přesouváno, a přitom jsou využívány moderní technologie automatického vyskladňování a zaskladňování. U dynamického systému dochází ke zvýšení produktivity a snížení fyzické námahy.

- **Výškové regálové zakladače** – jsou určeny pro ukládání materiálu do výšky. Používají se regálové zakladače s automatickým systémem uskladnění a vyhledávání pohybující se po konstrukci.
- **Kanálové regály** – jsou označovány taky jako průtokové, tunelové nebo gravitační sklady se sklonem 3° až 8°. Materiál se dostane z místa příjmu do skladu k místu expedice bez pohonu, a to gravitací na vozících opatřených válečky. Výhodou je dodržení systému FIFO (First in, first out) a využití plochy skladu.
- **Karuselové sklady** – jedná se o otočné soustavy ve svislém i vodorovném směru, které jsou opatřeny řídicím systémem. Na základě povelu řídicímu systému se skladová buňka automaticky přesouvá k pevnému stanovišti pracovníka.

- **Pojízdné regály** – jsou policovými nebo paletovými regály s pojezdem, u kterých lze zmenšit nebo zrušit uličku a vytvořit tak souvislý blok. Tyto regály jsou určeny pro provoz v normálním prostředí při běžném standardním skladování. Ulička se vytváří na základě potřeby momentálního vychystávání či vyhledávání dané položky. [1]

1.2.3 Balení

Další neméně důležitou logistickou činností je balení. Obaly hrají důležitou roli nejen při pohybu materiálu a výrobků, ale také při jejich skladování či v samotném výrobním procesu. Z hlediska logistiky balení plní svou důležitou funkci pro uspořádání, ochranu a identifikaci výrobků a materiálů. Velkou hodnotu má i prodejní funkce obalu, kdy svým provedením může napomáhat k prodeji výrobku a s tím související propagaci.

„Obal spoluvytváří manipulační nebo přepravní jednotku, nese informace důležité pro identifikaci a určení jeho obsahu, pro identifikaci odesílatele a příjemce, pro volbu správného způsobu manipulace, přepravy a uložení ve skladech a v překladištích, informace důležité pro spotřebitele.“ [14]

Obal plní různé funkce a mezi ty základní logistické se řadí:

- **Manipulační funkce** – vytváří úložný prostor pro výrobek, aby byl uzpůsobený pro rychlou a bezpečnou manipulaci. Obal musí být rovněž uzpůsobený používané manipulační technice.
- **Ochranná funkce** – poskytuje dostatečnou ochranu, aby nedošlo k mechanickému poškození nebo k poškození pomocí jiných škodlivých či vnějších vlivů.
- **Informační funkce** – je zaměřená především na finálního zákazníka. Grafická úprava a informace na balení výrobku se mohou podílet na odbytu a spotřebě výrobku. [1]

Podle toho, jakou funkci daný obal plní, se obaly rozlišují na:

- **Spotřebitelský obal** je určen pro konečnou spotřebu a zaměřuje se na finálního zákazníka. Využívá se pro jeden druh, sadu nebo pro malý počet výrobků stejného druhu. Kromě ochranné funkce plní také funkci prodejní a informační.

- **Distribuční obal** je zpravidla skupinový, který je mezičlánkem mezi spotřebitelskými obaly a přepravním obalem (karton, podložka krytá smršťitelnou fólií apod.). Typické funkce pro tyto druhy obalů jsou ochranná a manipulační, které se uplatňují ve skladech a při přepravě. Je ale také uplatňována informační funkce, kdy se využívá při identifikaci zboží a materiálu.
- **Přepravní obal** je přizpůsoben přepravě, kde převažuje funkce ochranná, a musí být přizpůsoben jednoduché a bezpečné manipulaci. U tohoto typu obalu se klade velký důraz na kvalitu materiálu, ze kterého je vyroben. Využívají se např. lepenky, bedny či vícevrstvé kartony. [14]

1.2.4 Doprava

Doprava se řadí mezi neoddelitelnou součást logistiky, která zajišťuje přesun materiálu či výrobků z místa výroby do místa spotřeby, a to prostřednictvím dopravních prostředků. Včasné a kvalitní dodání výrobku zvyšuje přidanou hodnotu nejen pro zákazníka, ale i úroveň zákaznického servisu. Největší část logistických nákladů představují právě náklady spojené s přepravou, které se promítají do ceny výrobků.

Úspěšné logistické firmy si musí udržovat svou konkurenceschopnost, což dosáhnou především spolehlivým přepravním servisem a optimální dobou přepravy. Za spolehlivý přepravní servis se považuje přeprava materiálu či zboží v požadované kvalitě, množství a v dohodnutém čase.

Doprava se běžně dělí na vnitřní a vnější. **Vnější** doprava probíhá mimo podnik a její hlavní funkcí je zásobování a distribuce materiálu či zboží. Naopak **vnitřní** doprava zabezpečuje manipulaci během výrobních procesů pomocí vhodných manipulačních prostředků.

Mezi vnější dopravu se řadí:

- silniční doprava,
- železniční doprava,
- vodní doprava,
- letecká doprava,
- potrubní doprava. [14]

Následující tabulka 1.1 obsahuje dělení manipulačních prostředků a zařízení s přetržitým pohybem, které se u vnitřní dopravy mohou vyskytovat.

Tab. 1.1 Klasifikace manipulačních prostředků a zařízení s přetržitým pohybem

prostředky pro zdvih	s pohybem svislým nebo svislým a vodorovným	vedeným (zvedáky, výtahy, zdvižné plošiny aj.) volným (navijáky, kladky, kladkostroje aj.)
		po dráze: <ul style="list-style-type: none"> - přímé (jednonosníkové kočky s kladkostrojem) - zakřivené (podvěsné jednonosníkové drážky)
		plošným: <ul style="list-style-type: none"> - pravoúhlým (mostové, konzolové, kozové, portálové jeřáby) - kruhovým (sloupové jeřáby, jeřáby na automobilech apod.) - pravoúhlým a kruhovým (portálové jeřáby s otočným výložníkem) - neomezeným (mobilní jeřáby)
prostředky pro pojezd	s pohybem vodorovným	po dráze (speciální kolejové podvozky) plošným (pojízdné plošiny, vozíky, tahače, vznášedla apod.)
	s pohybem vodorovným s možností zdvihu	po dráze (transroboty) plošným neomezeným (vysokozdvižné vozíky, portálové zdvižné vozy, překladače s teleskopickými výložníky apod.)
prostředky pro stohování	s pohybem vodorovným a svislým	po dráze (stohovací jeřáby, regálové zakladače) plošným neomezeným (vysokozdvižné vozíky, portálové zdvižné vozy, překladače s teleskopickými výložníky apod.)
vyklápěcí prostředky	s pohybem rotačním nebo svislým	rotačním (rotační výklopníky) svislým (čelní výklopníky, vyklápěcí plošiny a můstky aj.)

Zdroj: [14].

Systémy a zařízení pro manipulaci s materiálem představují pro podnik jednu z hlavních kapitálových investic. Manipulační prostředky jsou nosným prvkem pro skladování,

a v současné době se postupně rozšiřuje automatizace, která zajišťuje velkou míru pružnosti. Výběr manipulačního prostředku by se měl odvíjet od charakteru jednotlivého materiálu či výrobků, se kterými se manipuluje. Vybavení užívané k uskladnění jednotlivých druhů materiálu či výrobků a vybavení skladu sloužící k jeho přesunu má mezi sebou slučitelný vztah. [21] Správný výběr vybavení hraje důležitou roli pro účinné a efektivní skladování. Na trhu se objevuje široká škála vybavení od standardního, až po specializovaná zařízení. Výběr je ovlivněn nejen různými požadavky na určitá zařízení, ale rovněž možnostmi samotného skladu. [22]

1.2.5 Distribuce

Posledním článkem logistického systému je distribuce k finálnímu spotřebiteli. Vaněček ve své publikaci definuje tento pojem jako „*soubor organizačních jednotek výrobce a případně i externích zprostředkovatelů, jejichž prostřednictvím jsou výrobky nebo služby prodávány.*“ [16] Jedná se o tu část logistického řetězce, která začíná okamžikem, kdy výrobek opustí výrobní podnik a končí u konečného zákazníka. Každý distribuční řetězec má určitou délku a rozsah. Délkou se vyjadřuje počet distribučních stupňů mezi výrobcem a zákazníkem, a rozsahem se rozumí počet účastníků na daném stupni. Konkrétní struktura řetězce se odvíjí od druhu distribuovaného zboží a charakteru cílového trhu. [11]

U distribuce je potřebné postupně zajistit kompletaci, přepravu, skladování, manipulaci a komunikaci. Tyto funkce se nesmí vykonávat duplicitně, jinak by docházelo ke zvyšování logistických nákladů. Distribuce je zatížena na různé vlivy, a proto je nutné, aby na ně uměla pružně reagovat. [16]

Výrobek prochází několika úrovněmi, než se dostane ke konečnému zákazníkovi. Počet těchto úrovní určují stupně distribučního řetězce. V praxi je možné se setkat se třemi typy distribuce, a to přímá, postupná a kombinovaná.

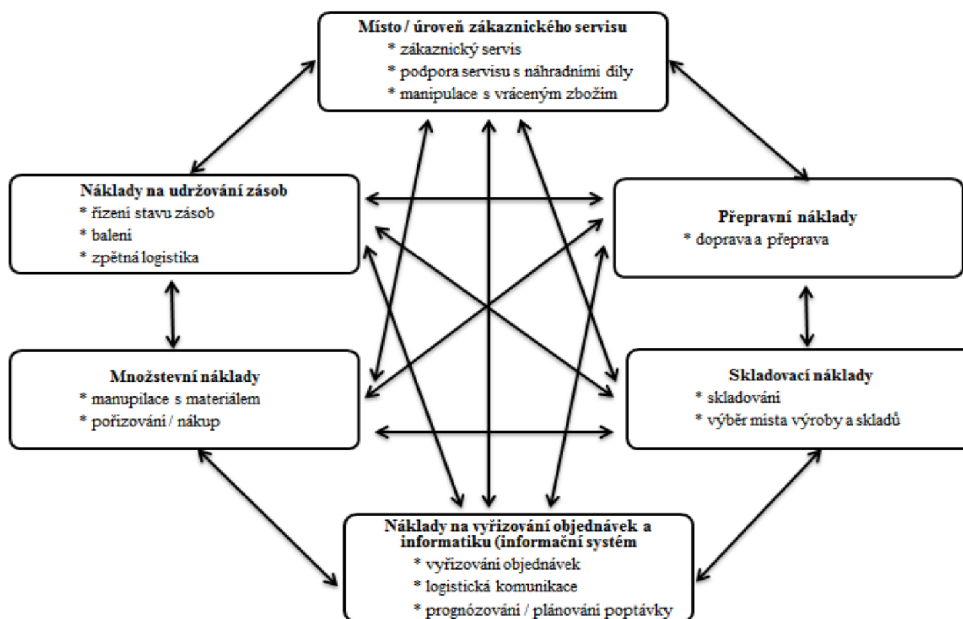
- **Přímá distribuce** nemá další mezičlánky a jedná se o přímou dodávku zboží finálnímu zákazníkovi výrobcem. Výhodou je získání zpětné vazby přímo od zákazníka a samotný bezprostřední kontakt s ním. Mohou však vzniknout relativně vyšší dopravní náklady a absence distribučních článků.
- **Postupná distribuce** využívá další mezičlánky, jako jsou velké sklady nebo distribuční centra, kde se shromažďují velké dodávky zboží. To je následně přepravováno k finálním zákazníkům. Výrobce tak nemusí mít takové odborné

znalosti a zdroje jako u přímé distribuční cesty, což lze považovat za výhodu, neboť ve styku se zákazníkem využívá zkušenosti, kontakty a prostředky distribučních mezičlánků. Oproti tomu to však může znamenat ztrátu kontroly nad zbožím nebo problémy při získávání informací.

- **Kombinovaný systém distribuce** kombinuje přímou a nepřímou distribuci a v praxi se využívá nejčastěji. Výrobce sám rozhoduje, jaké zboží dopraví odběrateli přímo a jaké za pomoci distribučních center. [11]

1.3 Logistické náklady

S logistickými procesy souvisí logistické náklady. Společnost, pokud se chce zabývat optimalizací logistických nákladů, neměla by se zaměřovat na náklady jednotlivých logistických činností, ale na celkové náklady. V případě snížení nákladů v jedné oblasti, může dojít ke zvýšení nákladů v jiné, a to významně ovlivňuje celý logistický proces. Je nutné si proto uvědomit provázanost a případné vzájemné vazby. [14] To velice pěkně znázorňuje následující obrázek č. 1.3, kde logistické činnosti ovlivňuje šest nákladových položek logistiky. [13] Velký důraz je kladen na řízení, respektive minimalizaci nákladů, a každá uspořena jednotka v logistických nákladech znamená zvýšení zisku. [21]



Obr. 1.3 Šest nákladových položek ovlivňujících logistický proces

Zdroj: [13].

Logistické náklady lze podle Hýblové rozdělit do následujících skupin:

- **Náklady spojené se zákaznickým servisem** – náklady mohou nastat ve dvou částí, a to u podpory servisu (prodejní služby jako jsou dodávky náhradních dílů, vyzvedávání vadných produktů či opravy dílů) a s manipulací vráceného zboží. Druhá část je poměrně složitá a vysoce nákladná.
 - **Přepravní náklady** – náklady na dopravu vznikají jak uvnitř, tak mimo podnik. Jsou závislé na objemu dodávky, její hmotnosti a přepravní vzdálenosti. Důležitou roli rovněž hraje druh zvolené přepravy.
 - **Skladovací náklady** – skladovací náklady vznikají při udržení skladových kapacit a provádění procesů naskladnění a vyskladnění. Tyto náklady mimo jiné ovlivňuje i umístění skladu.
 - **Množstevní náklady** – jedná se o náklady v cenových rozdílech a náklady spojené se změnou množství. Cílem je optimalizovat náklady v zásobování, výrobě a distribuci.
 - **Náklady na udržování zásob** – zde se řadí náklady na kapitál vázaný v zásobách, pořizovací, skladovací a likvidační náklady.
 - **Náklady na vyřizování objednávek a informatiku** – náklady na uskutečnění objednávek, logistickou komunikaci, plánování a řízení výroby. Vysoká úroveň komunikace přináší efektivitu a tím i konkurenční výhodu. [14]
- Logistická komunikace vzniká na úrovni podnik – dodavatel, podnik – zákazník, útvary podniku mezi sebou a články logistického řetězce. Pro tuto komunikaci se používají různé systémy jako např. systém Elektronická výměna dat (EDI – Electronic Data Interchange) nebo Elektronický převod dokladů (EFT – Electronic Funds Transfer).

Podnik by se měl snažit o minimalizaci nákladů, ale zároveň by neměl zapomínat na uspokojení požadavků zákazníka. Náklady je potřeba chápat jako celek. [21]

1.4 Principy štíhlé výroby

Označení štíhlá výroba soustřeďuje řadu metod a postupů. Hlavním cílem je omezování plýtvání a snižování nákladů, dále také omezování vlivu lidského faktoru, zvýšení efektivity či snížení spotřeby času, a to vše při zachování stejné kvality. [9] Pojem štíhlá výroba je spojován s anglickým výrazem Lean manufacturing, který je interpretován jako

snaha o zvýšení výkonnosti podniku prostřednictvím optimalizací pracovních podmínek. Jinými slovy jde o snahu přizpůsobit pracoviště k hladkému chodu tak, aby nedocházelo k hledání, zdlouhavému přemýšlení o postupu nebo k přenášení těžké věci na delší vzdálenosti. Tyto zmíněné body ovlivňují pracovníka a zvyšují nároky na čas a tím pádem i náklady společnosti. Zjednodušeně lze také říct, že štíhlá výroba znamená co největší zisk s co nejmenším množstvím lidských i materiálních zdrojů.

Se štíhlou výrobou souvisí také pojem **štíhlý nábytek**, který řeší nejrůznější regálové sestavy a celkový pracovní nábytek sestavený např. z hliníkových profilů, trubkové systémy a válečkové tratě k posouvání součástek, balíků atd. Jedná se tedy o soustavu přinášející stabilní, flexibilní a standardizovanou výrobu, šetřící čas. [23]

1.4.1 Metoda 5S

Jednou z mnoha metod štíhlé výroby je např. metoda 5S. Tato metoda pochází z Japonska, kde byla zformována po 2. světové válce ve snaze o obnovení hospodářství. Metodu lze aplikovat v jakémkoliv oboru, ale převážně se využívá v průmyslu. Je pojmenovaná podle pěti japonských slov začínajících na S a vychází ze základního principu minimalizace úsilí při pracovních činnostech na pracovišti. Cílem je snížit chyby a ztráty, které vznikají např. díky špatnému nástroji, hledání správného materiálu, zbytečnému předávání materiálu z ruky do ruky, kompletace rozházených podkladů apod. Jednotlivá japonská slova popisují následující kroky pro implementaci této metody:

- 1) **Seiry** (překládáno jako Sorting) – nechat na pracovišti jen nutné věci.
Prvním krokem je kontrola pracovního procesu, podle kterého se má pracovat, a následně se na pracovišti nechají jen nutné věci pro provedení dané práce.
- 2) **Seiton** (překládáno jako Set in Order) – vyjasnit si posloupnost pracovních kroků.
Následně se prochází jeden pracovní krok za druhým, ke kterým se přiřazují potřebné nástroje. Ty by měly být hned po ruce k okamžitému použití.
- 3) **Seiso** (překládáno jako Shining nebo Cleans) – vracet nástroje na své místo.
Nejen nástroje, ale i materiál má své konkrétní místo, a právě na ta místa se mají po použití vracet. Pracovní místo je nezbytné udržovat v čistotě. I např. odpad má své místo.
- 4) **Seiketsu** (překládáno jako Standardizing) – stejnou práci provádět stejně.

Důležité je proškolení pracovníků podílejících se v procesu práce na výše zmíněné 3S. Každý pracovník by měl znát svou roli v pracovním postupu a vědět, co a jak použít.

5) Shitsuke (překládáno jako Sustaining) – udržet pořádek na pracovišti.

Jakmile jsou nastavena všechna výše zmíněná 4S, pak pátým a posledním krokem je kontrola, aby se „pořádek“ na pracovišti udržel. Poslední krok má rovněž pružně reagovat na případné změny části nebo celého procesu. Předcházející kroky se musí projít a být aktualizovány. Pracoviště se tak musí podle nových požadavků rychle připravit na nový proces. [16]

1.4.2 Cycle time

Další metodou štíhlé výroby je Cycle time v překladu doba cyklu, která vyjadřuje celkovou uplynulou dobu pro přesun jednotky práce ze začátku až na konec fyzického procesu. Doba cyklu zahrnuje čas procesu, během kterého jednotka pracuje, aby se přiblížila výstupu, a čas zpoždění, během kterého jednotka práce stráví čekáním na provedení dalšího úkonu. [17] Jinými slovy určuje, jak dlouho trvá výroba dílu nebo dokončení cyklu strojem. Některé stroje vyrobí více dílu za cyklus, zatímco jiné vyrobí pouze jeden. Doba cyklu se využívá hlavně ve výrobě, např. k plánování, nákupu či kalkulaci výroby.

K výpočtu doby cyklu je potřeba znát celkový počet vyrobeného dílu či zboží a celkovou dobu potřebnou k samotné výrobě, přičemž doba cyklu může být vyjádřena v různých jednotkách (sekunda, minuta, hodina). Pro výpočet se uplatňují 2 vzorce:

1) Počet vyrobených dílů za časové období

$$CT = \frac{Q}{t} \text{ [ks/h,min,s]}$$

kde:

CT = cycle time, doba cyklu,

Q = celkový počet vyrobených dílů [ks],

t = doba chodu výroby [h,min,s].

Např. ve výrobě se za 120 minut vyrobí 1200 kusů dílů. Dle výpočtu vychází doba cyklu 10, a to znamená, že se vyrobí 10 kusů za minutu.

2) Čas potřebný pro výrobu jednoho dílu

$$CT = \frac{t}{Q} \text{ [h,min,s/ks]}$$

Např. ve výrobě se za 120 minut vyrobí 4 kusy dílů. Podle výpočtu vychází doby cyklu na 30, a to znamená, že se za 30 minut vyrobí 1 kus. [18]

1.4.3 Takt time

Takt time neboli doba taktu je výrobní termín, který určuje rychlost, jakou musí výrobní procesy dokončit výrobu, aby vyhověly požadavku zákazníka. Jde tedy o měření celkového času potřebného k dokončení celé produkce. Jinými slovy lze taky říct, že měří tempo, jakým je třeba pracovat na splnění výrobního plánu. Tato metoda se využívá hlavně pro eliminaci nadměrné nebo podprůměrné výroby a rovněž umožňuje optimalizovat zásoby.

Metoda je založena na poptávce zákazníků, a pokud nastavený proces není schopen tuto poptávku pokrýt, je nutné zajistit další zdroje nebo samotné přepracování procesu. [19]

Pro výpočet je nutné znát celkový čas, po který je možné vyrábět, a požadované množství produkce ze strany zákazníka.

$$TT = \frac{t}{Q} \text{ [h,min,s/ks]}$$

kde:

TT = takt time, doba taktu,

t = celkový čas pro produkci [h,min,s],

Q = požadované množství [ks].

Příklad: Výrobce má k dispozici 30 pracovních dnů pro produkci, a zákazník požaduje dodání 120 jednotek. Výrobce pracuje na jednosměnný provoz, přičemž směna je osmihodinová. Jaká rychlost musí být pro výrobní proces nastavená, aby pokryla poptávku?

$$TT = \frac{240 \text{ (hodin týdně)}}{120 \text{ (jednotek)}} = 2$$

Aby byl splněn požadavek zákazníka, tak se jedna jednotka musí stihnout vyrobit za 2 hodiny. [17]

1.4.4 Kanban

Metoda Kanban slouží jako nástroj k vyladění výroby a propojení jednotlivých procesů. Materiálový tok směřuje od výrobce ke spotřebiteli, a v opačném směru od spotřebitele k výrobcovi je tok informační.

Tato technologie vznikla v Japonsku v roce 1947, a to v automobilce Toyota, pro udržení konkurenceschopnosti s americkými podniky. Japonské slovo Kanban znamená karta, pomocí které byly řízeny procesy mezi spotřebitelem a výrobcem. Docházelo k výrobě pouze v takovém množství, kolik bylo předloženo v požadavku (objednávce). Spotřebitel (objednatel) si vyzvedl potřebné množství materiálu přímo u výrobce a výrobní místo obdrželo informaci pomocí karty (Kanbanu), kde byl uveden konkrétní díl, množství a časový okamžik. [3]

V dnešní době se nehovoří pouze o informačním systému, ale Kanban je rovněž spojován s optimalizací procesů. Je založen na principu tahu (Pull), kde k požadavku na materiál dochází ze strany odběratele, a tím nedochází k žádným přebytkům na skladě. Dodavatel poskytuje, na základě kanbanového impulzu, pouze ty komponenty, které jsou zapotřebí v daném množství a čase. Kanban se využívá hlavně v sériové výrobě, kde se díly používají opakovaně. [13]

Zavedením systému Kanban do řízení výroby je možné dosáhnout následujících efektů:

- zlepšení kvality včasným zjištěním chyb,
- motivace pracovníků,
- transparentnost a zrychlení procesů,
- snížení výdajů na řízení,

- nižší stav oběžných zásob,
- lepší pořádek a čistota na pracovišti,
- vyšší disponibilnost. [3]

Kanbanová karta či řádně označený oběžný obal (např. krabička) dává dodavatelskému pracovišti signál k dodání či zahájení výroby. Aby nedošlo k nedostatku nebo zbytečnému přebytku zásob musí být počet karet v oběhu přesně stanoven. Karta musí obsahovat tyto základní údaje: množství a označení materiálu či zboží, údaje o spotřebiteli a dodavateli. Karta může být v podobě plastové (víceúčelová karta) či elektronické. [13]

Existují dva odlišné systémy Kanban:

- výrobní – kdy je dán signál pro výrobu produktů,
- dopravní – je dán signál pro přepravu produktů.

Podle provozních podmínek lze tyto dva systémy kombinovat, ale často je dostačující využití jen jednoho druhu Kanbanu. *„Při zavádění systému Kanban platí zásada: tak jednoduché jak jen je možné.“* [3]

1.4.5 Just in time

Just in time (JIT) znamená v překladu „právě včas“, a jedná se o nejrozšířenější logistickou technologií zasahující do oblasti zásobování či výroby, ale také do distribuce. Jde o *„uspokojování potřeby po určité věci (materiálu, dílu komponentu) ve výrobě nebo po určitém hotovém výrobku (zboží) v distribučním článku jeho dodáváním právě včas, tj. v přesně dohodnutých dodržovaných termínech podle potřeby odebírajícího článku.“* Dodávky bývají velmi časté, v malém množství a jsou dodávány v co nejpozdějším okamžiku. Dominujícím článkem je odběratel, kterému se dodavatel přizpůsobuje, např. v synchronizaci činností s potřebami odběratele, v garanci požadované kvality dodávaného materiálu či zboží, v poskytování informací potřebných pro plánování a operativní řízení či ve vytváření takových manipulačních jednotek, které hladce procházejí všemi místy manipulačních operací. [3]

Systém JIT nutno chápat jako filozofii celkové výroby než jako konkrétní technologie. JIT se zaměřuje na identifikaci a odstranění ztrát, a to ve všech místech a fázích výrobního

procesu. Implementace JIT přináší uplatnění systému tahu (pull) do výrobního procesu, tzn. že výroba je přizpůsobena poptávce. [14]

Přínosy systému JIT:

- výrazné snížení zásob surovin, zásob ve výrobě a zásob hotových výrobků,
- značné zkrácení doby toku materiálu,
- snížení potřebných prostorů ve výrobním procesu,
- snížení nákladů na přepravu.

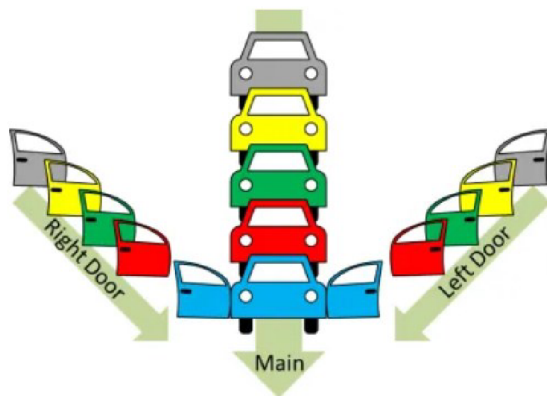
Firmy využívající tuto metodu se zaměřují především na eliminování času a prostojů. Cílem je přiblížit se k zákazníkovi a reagovat rychleji na změny potřeb. Skutečné výhody vytvářející stálou komparativní výhodu vychází ze zkrácení celého výrobního (spotřebního) cyklu. Úspora času během celého cyklu vede ke zrychlení obratu kapitálu, zvyšuje výkon a flexibilitu.

Nevýhody a možná úskalí systému JIT:

- minimální zásoby mohou znamenat zhoršení podmínek pro zákazníka,
- zákazník se stává závislý na svých dodavatelích při jejich vysokém počtu,
- nutnost výdajů na zajištění efektivního fungování celého systému. [3]

1.4.6 Just in sequence

Just in sequence (JIS) je modifikací výše zmíněné metody JIT, kdy potřebné díly a komponenty jsou dodávány ve správné sekvenci, jak jsou zrovna potřeba, až přímo k montážní lince. Pracovník by tak neměl mít možnost si vybrat z několika různých dílů, ale naopak odebrat ten, který mu přijede jako další. Tato metoda je využívána k řízení materiálových toků, kde je velké portfolio výrobků v různých variantách vyrábějících se v malých objemech. S touto metodou se dá setkat např. v automobilovém průmyslu, kde každý automobil je jiný. Vhodným příkladem mohou posloužit dveře jednotlivých automobilů, které musí být ve stejné barvě jako zbytek auta, viz následující obrázek č. 1.4



Obr. 1.4 Příklad JIS při montáži dveří auta

Zdroj: [20].

Mezi výhody metody JIS patří:

- snížená manipulace s materiálem či zbožím,
- efektivita provozu,
- snížení skladovacích nákladů,
- minimalizace chybovosti. [20]

1.5 Automatizace a robotizace

Pojem **automatizace** lze obecně vysvětlit jako snahu o zavádění samočinných řídicích systémů k řízení technologických zařízení a procesů. Jedná se o snahu snižovat potřebu přítomnosti člověka při výkonu konkrétní činnosti až k jeho úplného vyřazení z příslušného výrobního procesu zejména v případech, kdy se jedná o stále se opakující jednoduchou činnost. Moderní pojetí však staví člověka a automatizační techniku do role partnerů, kdy automatizační technika napomáhá lidem udržovat výrobní procesy efektivními a bezpečnými. Automatizace je široká škála technologií, které snižují lidský zásah do výrobních procesů. Zahrnuje různé řídicí systémy pro provozní zařízení. [24]

Výrobní procesy automatizace jsou závislé na pružnosti manipulačních zařízení, tedy na pružnosti multifunkčních strojů a robotů.

Robotizace spočívá ve využití inteligentních softwarových robotů, kteří vykonávají různé činnosti. Jedná se tedy o nahrazování manuálních profesí roboty a plnou automatizaci linky a procesů.

Robotizace může pomoci k:

- produktivitě – roboty mohou pracovat 24 hodin denně po 7 dní v týdnu,
- přesnosti – eliminace lidského faktoru,
- lepším procesům – roboty jsou schopny odhalit slabou integritu dat a umožní jejich standardizaci,
- dodržování předpisů – jednotný záznam o prováděných činnostech zvyšuje transparentnost,
- spokojenosti zákazníka – robotická automatizace procesů se hbitě přizpůsobuje měnícím se požadavkům zákazníků, a díky rychlejšími reakcím a menší chybovosti se zlepšují dodávky služeb,
- spokojenosti zaměstnance – roboty převzou ubíjející, repetitivní úkony a uvolní mu čas na kreativní práci.

Robot je definován jako mechanismus, který je schopen vykonat pohyby a úkony na základě programu. Jedná se o automaticky nebo počítačem řízený integrovaný systém, schopný autonomní cílově orientované interakce s přirozeným prostředím podle instrukcí člověka. Tato interakce spočívá ve vnímání a rozpoznání prostředí a v manipulování s předměty, popř. pohybování se v tomto prostředí. [26]

1.5.1 Rozdělení průmyslových robotů a manipulátorů

Průmyslové roboty a manipulátory lze rozdělit do pěti vývojových generací:

- **Nultá generace** zařazuje manipulátory a roboty zpravidla bez zpětné vazby, kdy veškeré poruchy či změny vedou k nedovolení dalšího kroku a centrálnímu odpojení systému od přívodu energie a přivolání údržbáře nebo seřizovače.
- **První generace** zahrnuje programovatelná zařízení, která pracují s několika stupni a vykonávají pohyb pro danou operaci.
- **Druhá generace** jsou zařízení využívající senzorový systém, který umožňuje kontrolu provedeného úkonu. Roboty pracují na principu oko – ruka, což znamená, že kamera snímá pozici manipulátoru a vysílá signál k provedení operace. Do této druhé generace se řadí roboty vykonávající komplexní funkci se schopností optimalizace, tzn., že vybírají z předem zadaných programů ten optimální.

- **Třetí generace** využívá základní inteligenci a roboty jsou schopny samostatné tvorby programu. U těchto robotů se zadává pouze cíl činnosti (úkol), přičemž způsob jeho plnění je ponechán na inteligenci řídicího systému.
- **Čtvrtá generace** je reprezentována autonomními roboty se sociálním chováním podobnými člověku. Samostatně si volí i cíl práce.

Nejčastěji se v podnicích používají průmyslové roboty a manipulátory nulté a první generace. Výjimečně pak druhé generace, jelikož cena těchto robotů je značně vysoká. Je to dáno složitostí a cenovou dostupností senzorové techniky. [25]

Úplně první klasifikace robotů byla postavena na vývoji definice robota. Tato definice byla zaměřena na odlišnosti manipulátorů a z hlediska řízení a programování.

- Manipulátor (jednouúčelový manipulátor, popř. manipulátor s pevným programem)
- Synchronní manipulátor (člověk ve smyčce, man on line)
- Robot (manipulátor s pružným programem)
- Adaptivní robot (robot reagující na změny)
- Kognitivní robot (robot s určitou mírou umělé inteligence)

Skařupa ve své publikaci roboty dále klasifikuje podle různých kritérií, např. podle:

- počtu stupňů volnosti (univerzální robot, redundantní robot, deficitní robot),
 - kinematické struktury (sériový robot, paralelní robot, hybridní robot),
 - použitých pohonů (elektrický robot, hydraulický robot, pneumatický robot),
 - vykonávaných činností a oblasti nasazení (průmyslové roboty a servisní roboty).
- [27]

Jiné publikace uvádí další možná rozdělení manipulačních prostředků, např. podle oblasti použitelnosti daného robota:

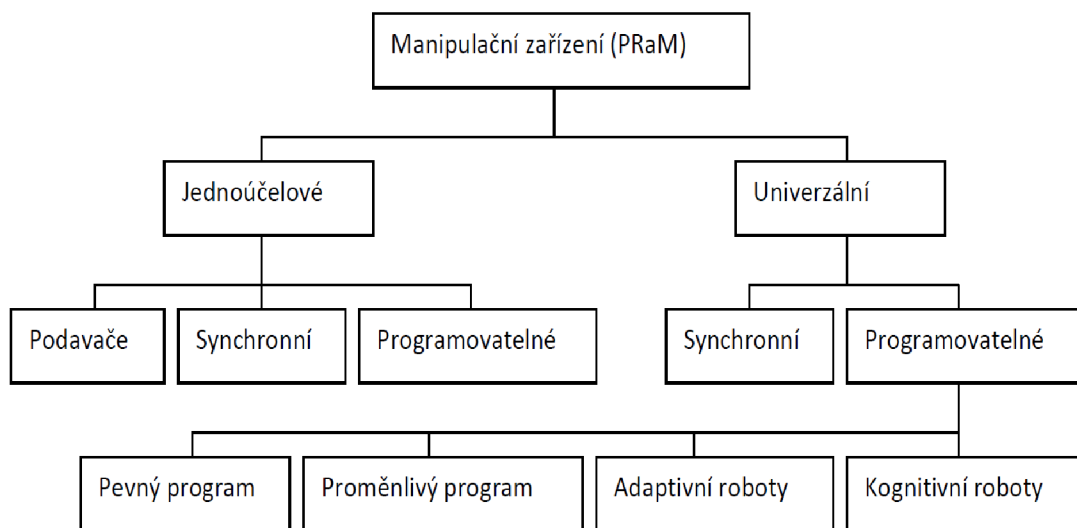
- univerzální a manipulační roboty,
- technologické roboty.
- speciální roboty.

Manipulační robot vykonává určité operace (změna polohy výrobku, jeho natočení nebo ustavení objektu do přípravků aj.) a využívá se hlavně při obsluze výrobních strojů, kdy mají za úkol paletizaci, dopravu apod.

Univerzální roboty jsou schopny současně obsluhovat manipulační a technologické funkce dle programu ve výrobním procesu.

Speciální roboty pracují v extrémních podmínkách, např. při práci pod vodou, v kosmickém prostředí, při pomoci lidem se zdravotním postižením či pro výzkumné účely. [26]

Dle funkčního určení, aplikačních možností, úrovně řízení a technického provedení je možné manipulační zařízení rozdělit do dvou základních kategorií na jednoúčelové a univerzální. Rozdělení vychází z celkového požadavku na technologie, pracoviště aj. s respektováním technické i ekonomické stránky. Toto dělení blíže znázorňuje obrázek č. 1.5. [28]



Obr. 1.5 Schéma klasifikace manipulačních zařízení

Zdroj: [28].

Jednoúčelová zařízení

Jednoúčelové manipulátory se používají pro automatizaci manipulačních prací provádějících stále stejné operace zejména při velkosériové a hromadné výrobě. Jsou jednoúčelové, a to znamená, že jsou určeny pro manipulaci s jedním určitým předmětem nebo s předměty jimi podobnými. Mají omezenou funkci. [25]

Univerzální zařízení

- **Synchronní** – jsou manipulátory bez řídicího systému, řídí jej pracovník. Úkolem je násobit pracovní sílu, eliminovat nedokonalosti člověka a umožnit pracovní úkony v nepříznivých podmínkách. Ovládací příkazy pracovníka

jsou přenášeny na dálku. Využívají se pro lékařské, vědecké, vojenské či vesmírné účely.

- **Programovatelná** – jsou řízeny samostatným řídicím systémem, který pracuje na principu počítačové techniky.

1) **S pevným programem** – robot má automatický řídicí systém a řídicí program se během činnosti nemění, je tzv. stálý. Je jednoduchý a spolehlivý, a proto se nazývá jednoduchý průmyslový robot.

2) **S proměnlivým programem** – robot má automatický nebo adaptabilní řídicí systém, který má možnost rychlé změny ve formě přepínání nebo volby programu. Tato kategorie je známá pod názvem „průmyslové roboty“. Manipulátory s pružným programem se dělí na průmyslové roboty, adaptivní průmyslové roboty a kognitivní roboty. [28]

Průmyslový robot je chápán jako zařízení, které má vlastní pohon, pohyblivé jednotky, a jeho řízení je vykonáno dle programu. Provádí spektrum činností, které lze měnit na základě změny vloženého programu. Je vhodný pro automatickou a mezioperační manipulaci nebo k vykonávání technologických procesů. [25]

3) **Adaptivní robot** je schopen provádět činnosti na základě vloženého programu s tím, že si sám tento program automaticky upravuje a modifikuje potřebné údaje na základě aktuálních informací z čidel a senzorů. Dokáže reagovat na změnu sledovaných parametrů.

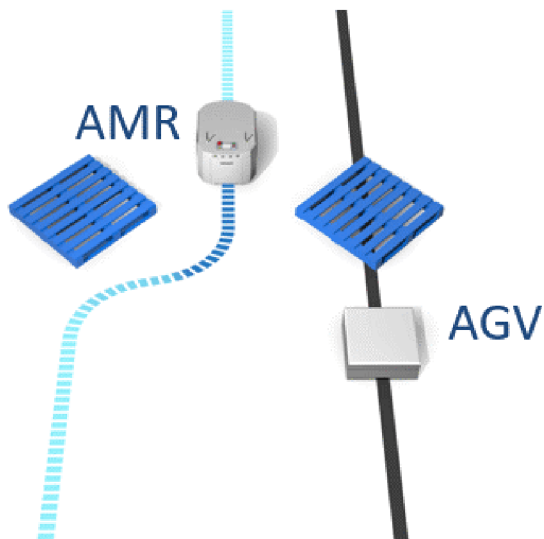
4) **Kognitivní robot** – pomocí umělé inteligence je schopen na základě vložených algoritmů provádět potřebné činnosti. Tyto roboty jsou vybaveny možností „vnímání“ pomocí různých senzorů a „racionálního myšlení“ v rámci umělé inteligence. [28]

1.5.2 Typy robotů ve skladech

Do nedávna byly tradičně v provozech a skladech k vidění pouze Automatizovaná řízená vozidla (Automated Guided Vehicles). Jednalo se o místa, která vykazují potřebu opakovaného a neustálého zásobování materiálem. AGV se pohybuje pomocí značení a značek umístěných na podlaze. Může ale také používat laser na sledování optických symbolů. Tato zařízení mají hned několik výhod, ale především zvyšují efektivitu a snižují náklady na lidskou obsluhu, jelikož nevyžadují ke svému řízení člověka.

Jsou typické pro automobilový průmysl, kde se manipuluje s velkým množstvím materiálu ve výrobní hale či ve skladě.

V poslední době jsou významnou alternativou Autonomní mobilní roboty (Autonomous mobile robots), které jsou cenově dostupnější verzí oproti výše zmíněným AGV. AMR je navigován mapou, kterou si software daného zařízení vytvoří přímo na místě nebo která je nahrána z nákresů budovy. Využívá data z kamer, zabudovaných senzorů a laserů, což umožňuje detekovat překážky a vyhodnotit situaci. Oproti tomu AGV nemá zabudovanou takovou inteligenci a dokáže se řídit pouze základními naprogramovanými instrukcemi. [29]



Obr. 1.6 Dynamické vyhýbání překážkám AMR vs. AGV

Zdroj: [30]

2 Analýza stavu logistických a výrobních procesů ve společnosti

2.1 Představení společnosti

2.1.1 Historie MOBIS

„Společnost Hyundai MOBIS, založená v červenci 1977 v jihokorejském Soulu pod názvem Hyundai Precision Industry, se prosadila jako výrobce kontejnerů a během pouhých prvních tří let předstihla dosavadní špičky tohoto oboru. V průběhu devadesátých let se společnost MOBIS přeorientovala na automobilový průmysl a vyráběla vozy Hyundai Galloper a Hyundai Santamo, jejichž produkci v roce 1999 převzala Hyundai Motor Company. Ke konci roku spustila výrobu modulů a v listopadu 2000 proběhla formální transformace společnosti včetně změny názvu na Hyundai MOBIS.“ [31]

Společnost Hyundai MOBIS Czech je v ČR zastoupena dvěma společnostmi, a to Hyundai Automotive Czech (MCZ) a Hyundai System Czech (MCZ-OS).

MCZ-OS vyrábí přední a zadní světlometry pro vozy značky Hyundai a Kia.

MCZ se sídlem v průmyslové zóně v Nošovicích, byla založena ke konci roku 2006. V roce 2008 zahájila svou výrobu, od roku 2011 se přešlo na třísměnný provoz. V současné době má více jak 1000 zaměstnanců.

V průmyslové zóně v Nošovicích společně sídlí Hyundai Motor Manufacturing (HMMC), Hyundai Steel, Hyundai Transys a právě zmíněný Hyundai MOBIS Automotive Czech (MCZ). Průmyslová zóna v Nošovicích je největší zahraniční investicí v České republice. [32]

MCZ je výhradním dodavatelem auto-modulů pro HMM, jedná se o: **modul přední masky, modul přístrojové (palubové) desky, modul přední nápravy, modul zadní nápravy.** [31] Výroba probíhá na 4 hlavních linkách v režimu JIS. Přesun hotových modulů (kompletů) mezi budovami probíhá po automatických linkách v nadzemních tunelech, čímž se značně snižuje pohyb kamionů a vozíků v areálu. Kromě toho je v 200 hektarovém areálu i zkušební okruh, na který vyjíždí každý hotový vůz. [33]

2.1.2 Základní informace

Výrobní kapacita:

- 1 objednávka (sekvence) = 1 modul
- 2017-2018 → 66 jednotek za hodinu → 1440 objednávek za den (350 000 aut/rok)
- 2019 → 64 jednotek za hodinu → 1393 objednávek za den (338 000 aut/rok)
- 2020 → 64 jednotek za hodinu → 1393 objednávek za den (338 000 aut/rok)*
- 2021 → 57 jednotek za hodinu → 1240 objednávek za den (285 000 aut/rok)**
- **Výroba jede současně na všech 4 linkách**

**rok 2020 nedosáhl na plán výroby z důvodu pandemie Covid-19*

***v roce 2021 došlo v 1. kvartálu k několika odstávkovým dnům, počet výrobních dnů nebude stejný jako v letech 2017-2019*

Výrobní ukazatele za rok 2020:

- 3 pracovní směny, nepřetržitý provoz od pondělí do pátku, standardně se nevyrábí ve státní svátek a o víkendu
 - Čistý denní pracovní čas = 21,75 h; každá směna má 45 minut pauzy rozdělené do 3 přestávek (10, 25, 10)
 - Doba taktu linky = 64 jednotek za hodinu
 - Doba cyklu pozice = optimální hodnota 85-92% taktu linky; doba cyklu jedné sekvence je 54,4-58,9 sekund
- Výroba 4 hlavních projektů = Tucson, i30, i30N, Kona (projekty se dále dělí dle motorizace a karoserie)

Pro analýzu a zpracování výpočtů jsou použita data za rok 2020.

2.2 Dělení linek a charakteristika výroby v MCZ

Výroba je plánovaná na období 5 měsíců dopředu, následně se každý týden upřesňuje. Dle stavu objednávek v systému se plán fixuje na různě dlouhou dobu, zpravidla 1-2 týdny dopředu, což dává dodavatelům MOBIS možnost naplánovat výrobu s vysokou přesností. Abnormality či razantní změny plány jsou hlášeny, jakmile je to jen možné, a v mnoha případech dochází i ke konzultaci u klíčových dodavatelů se změnami v plánu.

Veškerý plán, výroba, účetnictví a docházka jsou řízeny pomocí informačního systému SAP, ve kterém mají své transakce a přístupy všechna oddělení. Oddělení výroby a materiálu mají mimo SAP k dispozici systém MES, kde jsou vidět průběžné a finální výsledky výroby.

Jelikož celá výroba v MCZ jede v režimu JIT a JIS, nevyrábí se na sklad. Pojistná zásoba tvořená množstvím modulů, které se vejde do tunelu spojovacího MCZ s HMMC, je hodinová. Vzhledem k procesu monitorování stavu zásob, pravidelné údržby, kontroly strojů, přítomnosti oddělení údržby v třisměnném provozu, početnému stavu vedoucích pracovníků na každé směně se neočekává, že se vyskytne problém, který by měl za následek nemožnost vyrábět nebo dodávat moduly zákazníkovi HMMC po delší dobu, než na kterou je připravena pojistná zásoba. Mimoto je proces údržby strojů a automatizovaných strojů postaven na koncepci, že vše musí být do hodiny opravitelné, a z tohoto účelu se také v podniku nacházejí všechny potřebné komponenty. Pokud to opravitelné do hodiny není, je dopředu vypracován pohotovostní plán, jak situaci řešit bez využití stroje. Většinou má každá nenadálá situace možnosti dočasného řešení do nejbližší ranní směny, kdy se pak problém komplexně doladí či vyřeší a uzavře. Nemusí jít pouze o nefunkčnost stroje na pracovišti, při závažnějších situacích se postupuje dle nouzového plánu jednotlivého oddělení, pod které řešení vzniklého problému spadá v závislosti na typu či povaze problému. Hlavním kritériem pro vyřešení nenadálých situací je eskalační proces a spolupráce napříč odděleními.

V MCZ, jak již bylo uvedeno, se vyrábí 4 moduly na 4 hlavních linkách, ke kterým spadají další sublinky a podpůrná pracoviště. Pro potřeby této diplomové práce bylo čerpáno z dat a informací linek pro výrobu modulu přední masky (FEM), modulu přístrojové (palubové) desky (CP). Tok materiálu pro potřeby těchto linek

je realizován sklad → sekvenční vychystávání → výrobní linka. K jakým tokům konkrétně dochází a co je ovlivňuje, je popsáno detailněji v následující kapitole.

2.3 Dělení materiálu v MCZ

Materiál v MOBIS se dělí na 2 základní kategorie: LP (Local Plant – místní dodavatelé) a CKD (Completely Knocked Down – zámořští dodavatelé), kdy LP se ještě dále dělí na místní dodavatele a dodavatele z EU (LT – Long Term).

- LP = materiál naložený a odeslaný na návěsu nákladního auta od místních dodavatelů na náklady dodavatele je zásobován v režimu JIT, průměrná zásoba je pro pokrytí jedné směny (8 h); u LT je pokrytí v rámci několika dnů zpravidla ne delší jak 7 dní
- CKD = materiál přepravovaný z Koreje a Číny lodní kontejnerovou dopravou, průměrná zásoba je 12 ž 20 dní

CKD materiál se dováží na paletách několika velikostí v kontejnerech tak, jak jej naloží v Koreji nebo Číně. LP materiál je balen buďto do vozíků nebo beden. Bedny se následně ukládají na palety způsobem a v počtu tak, aby byla co nejvíce využita ložná plocha přepravního prostředku.

2.4 Procesy zajišťované MCZ Logistikou:

2.4.1 Příjem materiálu

Fyzický i systémový příjem LP materiálu je v MOBIS zajišťován oddělením příjmu a příjem CKD materiálu oddělením CKD.

Vykládku dodávky od dodavatele je možné provádět na 9 branách buďto pomocí mechanického paletového vozíku, elektrického potahového vozíku či vysokozdvížného vozíku v závislosti na typu balení a jeho hmotnosti.

Systémový příjem je zpravidla nastaven na zaskladňovací lokaci. Ne u všech dodavatelů tomu ale tak je. U některých je systémový příjem nastaven rovnou na lokaci vychystávání materiálu/výrobní linky, byť fyzické uložení materiálu je ve skladové části haly.

2.4.2 Zaskladnění materiálu

Zaskladnění materiálu je v MOBIS zajišťováno stejnými odděleními jako jeho příjem. Na výběr je buďto podlahová lokace či paletový regál. U materiálu od LP dodavatelů je zaskladnění z větší části prováděno na vymezenou podlahovou pozici rozdělenou dle konkrétního dodavatele v závislosti na objemu dodávaného materiálu. U CKD převažuje zaskladnění do paletových regálů. Nicméně jsou výjimky u obou typů materiálu.

Zaskladnění na podlahovou lokaci je koncipováno FIFO IN, FIFO OUT, jednou stranou se materiál zaskladňuje, opačnou vyskladňuje. Je tak zaručena spotřeba dílů dle nejstaršího data příjmu. Zároveň podlahová lokace slouží jako kanban. U paletového regálu je nutné každou zaskladněnou paletu opatřit balícím listem tzv. handling unit (HU), který má v sobě informaci ohledně data dodání, aby bylo možné u palet dodržet FIFO. CKD materiál standardně jezdí již vybaven balícím listem na každé paletě v jednotném formátu.

2.4.3 Vyskladnění materiálu do kanbanu

LP materiál může být umístěn na podlahové lokaci, znamená to, že se do kanbanu nevyskladňuje. Pokud je materiál uložen v regálové lokaci, tak vyskladnění u tohoto typu materiálu probíhá jak systémovým převodem pomocí PDA, kdy dojde k přesunu ze zaskladňovací lokace na lokaci kanbanu, tak i fyzickým vybalením do označené a připravené kanbanové lokace.

U CKD materiálu probíhá vyskladnění na základě porovnání hodinového plánu a počtu kusů vyskladněných na systémové lokaci kanbanu a lokaci pro vychystávání materiálu. Porovnání manuálně zpracuje pomocí SW MS Excel vedoucí směny. Na základě výsledků tohoto porovnání excel vyhodnotí, u kterých dílů je počet vyskladněných dílů nedostatečný a tyto vygeneruje do souboru pro vyskladnění. Excel se generuje na začátku každé směny.

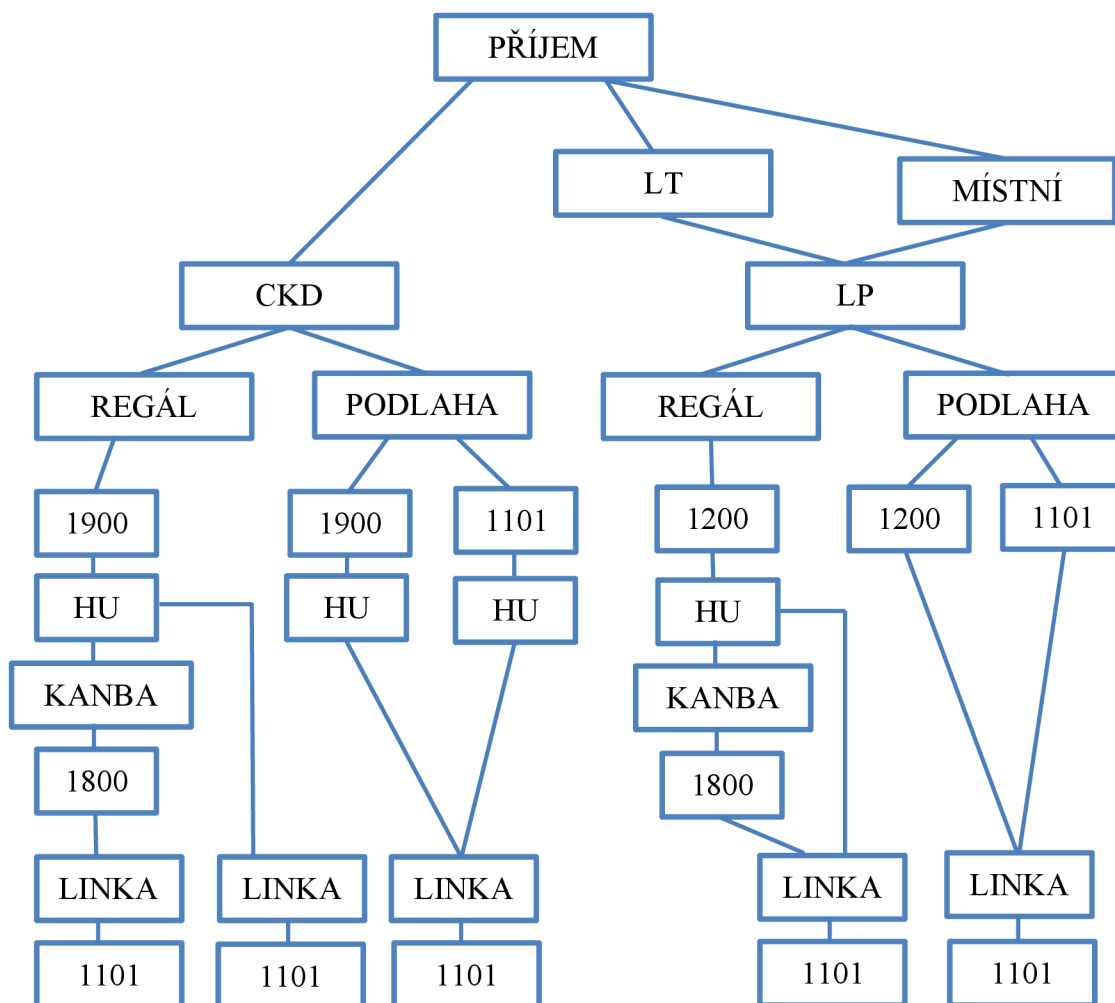


Schéma 2.1 Logistické procesy

Zdroj: vlastní zpracování

2.4.4 Převoz materiálu na linku

Převoz materiálu na linku je uskutečňován obdobně jako příjem, a to pomocí mechanického paletového vozíku, elektrického potahového vozíku, vysokozdvížného vozíku či manuálním dopravením dodavatelského balení k lince v závislosti na typu balení, jeho hmotnosti a transportní vzdálenosti. Manuální dopravení operátorem (typicky se jedná o dotlačení dodavatelského vozíku s materiálem uvnitř) se volí v místech, kde je transportní vzdálenost tak malá, že je rychlejší nebo efektivnější dovézt vozík ručně než jej zapojovat za potahovou techniku.

Fyzický přesun materiálu je ve většině případů následován i systémovým převodem ze skladové lokace na lokaci vychystávání materiálu či výrobní linky. Záleží na tom,

jak bylo zmíněno v předchozím bodu, jak je systémový příjem materiálu nastaven a o jaký materiál se jedná.

2.4.5 Vychystávání materiálu = sekvenční objednávka (JIS)

Součástí skladu jsou vychystávací pracoviště. Ta se dělí na zásobovací sekvenční vychystávání (ZSV) a sekvenční vychystávání (SV). Rozdíl je v koncovém zákazníkovi. Materiál ze ZSV míří na SV a poté rovnou na výrobní linku. Teoreticky je ZSV nasekvencován a připraven k doručení rovnou na výrobní linku. Důvod proč materiál připravený na ZSV prochází znovu manipulací operátora na SV je ten, že požadavkem výroby je díly doručit na jednom přepravním prostředku. Interní procedury z centrální společnosti v Koreji (HQ) říkají, že ZSV by se měl zvážit k aplikaci u materiálu, kde evidujeme 4 a více specifikací. V praxi je už rozhodnutí na každé jednotlivé společnosti, úseku dané linky.

V MCZ se k ZSV přistoupilo u dílů, které vzhledem k počtu specifikací a typu balení nebylo možné umístit na pracoviště SV tak, aby byla dodržena koncepce SV.

Koncepci SV se v MCZ rozumí, že je možné umístit na pracoviště několik druhů materiálu v několika specifikacích, a zároveň je operátor schopen stíhat stanovený takt linky.

Jinými slovy připravit SV tak, aby byl operátor schopen na prostorově omezeném pracovišti v časovém intervalu, který se blíží 85-92% vytižení operátora dle taktu linky, vychystat v požadované kvalitě několik druhů materiálu z několika možných specifikací dle informací o objednávce zobrazených na statickém monitoru a zároveň umístit do regálů, případně na palety, materiál v dostatečném množství, aby se stíhalo pracoviště vychystávání doplňovat dalším operátorem.

V případech, kde toto nebylo možno dodržet, byl zaveden ZSV.

Vychystávání, ať už ZSV či SV, je regulováno, nastaveno a vymezeno pracovními pokyny pro konkrétní pracoviště dle jeho povahy a dílů, které se na pracovišti vychystávají. Pracovní pokyny pro jednotlivá stanoviště či pozice mají za úkol stanovit operátorům podmínky jak s díly manipulovat, jakým způsobem a kde přesně do přepravního prostředku je umístit a jak bude zkontrolována správnost vychystaných dílů. Mimoto jsou operátoři školeni i na pracovní pokyny pro nestandardní situace, aby věděli, jak se v nich zachovat. Může jít například o pokyn jak postupovat v případě,

že díl vypadne operátorovi z ruky nebo má na základně vizuální kontroly podezření, že je s dílem něco v nepořádku.

FEM linka prošla v nedávné době razantní změnou, kdy byly optimalizovány všechny pozice, proto se další analýza bude zabývat procesy na CP lince, kde jsou delší dobu pozorovány úzká místa. Tato úzká místa vychází z evidence prostojů a vyřazených dílů.

Prostoj je situace, kdy výrobní linka nevyrábí a nenaplňuje tak svou kapacitu. Příčin prostojů může být hodně. Oddělení výroby tyto příčiny investiguje a na základě toho do systému MES vypisuje záznam o prostoji, kde je stručný popis důvodu prostoje, čas od kdy do kdy k prostoji došlo a určena zodpovědnost konkrétního oddělení za prostoj.

Materiál na CP lince se na výrobní linku dostává kompletně sekvencovány. Výjimku tvoří spojovací materiál (šrouby a matice) označovaný interně jako hardware (HW). Tento je koncipován v překladač jako „obecně“ vychystávaný. V praxi to vypadá tak, že logistika doplňuje regálové pozice bednami s HW, ze kterých si operátoři výroby sami doplňují své kastlíky materiálem z těchto beden přímo u pracovní pozice podél výrobní linky.

Zbylých cca 100 dílů pro všechny projekty jsou logistikou sekvencovány v režimu JIS do sekvenčních vozíků a automatických dopravníků. Děje se tak na základě objednávky, která se roz Distribuuje na jednotlivá pracoviště dle nastavení MES systému. V praxi to vypadá tak, že např. díl č. 1 (10 specifikací) je vychystávan na pozici č. 5 a díl č. 2 (3 specifikace) je vychystávan na pozici č. 7.

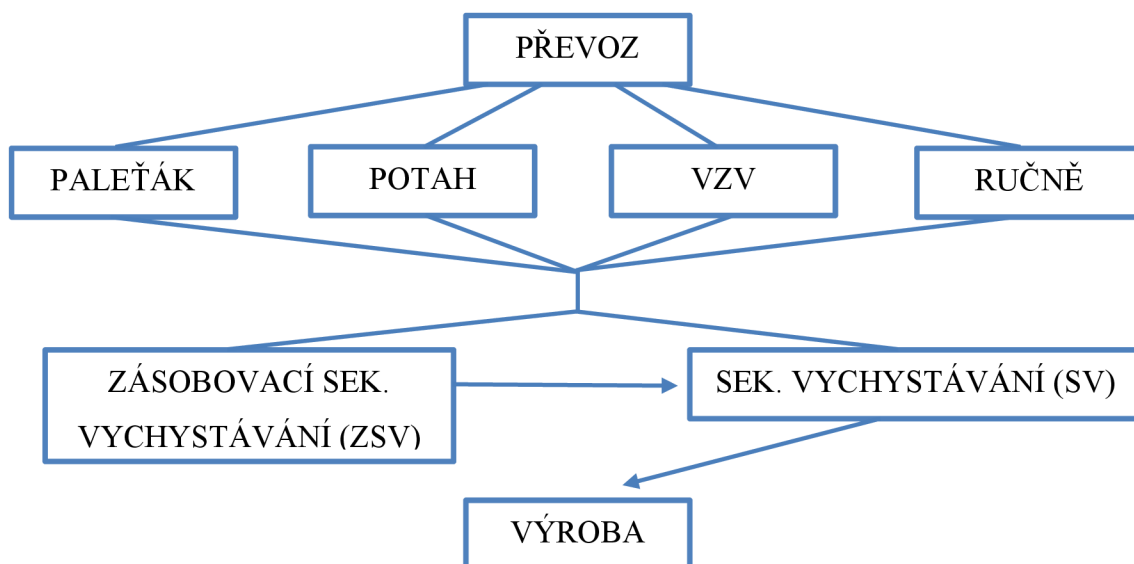


Schéma 2.2 Logistické procesy

Zdroj: vlastní zpracování

2.5 Přehled vychystávacích pozic materiálu na CP lince

Tab. 2.1 Přehled vychystávacích pozic na CP lince

Pracoviště č.	Max. počet druhů dílů k manipulaci	Počet specifikací	Průměrný počet dílů na sek.	Počet dílů/vozík	Počet sek. / vozík**	Počet OP na pozici
1	2	1000*	2	20	10	1
2	13	250	9	90	10	2
3	1	50	1	6	6	1
4	3	21	3	12	4	1

Zdroj: vlastní zpracování

*Počet specifikací skladem v konkrétní okamžik nepřekračuje 300 ks

**Někdy se z důvodu malého počtu objednávek v systému sekvenční vozíky odvázejí poloprázdné

2.6 Analýza vychystávacích pozic materiálu na CP lince

Celkově se na CP lince nachází 5 pozic sekvenčního vychystávání, ze kterých se výstup vychystávání převážně v sekvenčním vozíku přímo na výrobní linku. Z pohledu korejského vedení společnosti byly právě tyto pozice vytipovány jako možné adepty na instalaci autonomního robota, který by nahrazoval nutnost sekvenční vozík ručně dopravovat na linku.

2.6.1 Pozice č. 1

Operátor na dané pozici vychystává 1-2 díly na sekvenci v zavislosti na projektu. Z 80% četnosti se jedná o 1 díl. Operátorova doba cyklu vychystávání dosahuje 74%. Do této hodnoty jsou zahrnuty činnosti jako vybalení dílu z bedny, vychystání na odkládací stůl, rozbalení z plastového obalu, oskenování, uložení do správné pozice v sekvenčním vozíku a stohování prázdných vratných beden. Dalších 5% trvá operátorovi převoz sekvenčního vozíku na výrobní linku na pozici č. 4. Celkové vytižená doba operátora je 80%. Do této doby cyklu se nijak nepromítá charakteristika daného dílu, a tou je vysoký počet specifikací dílů, který přesahuje 1000, kdy v jednu chvíli na skladě běžně nebývá více jak 400 specifikací. Ale i v tomto počtu dochází k situacím, že se díl hledá, což v některých případech dobu cyklu zvýší, proto zde připočítáme variabilních 10% pro dobu cyklu vychystávání, z čehož vychází celkové vytižení operátora nově na 89%.

Za předpokladu instalace autonomního robota by se doba cyklu operátora snížila na 84%, což vzhledem k současnému vytižení, které při taktu linky dosahuje optimální hodnoty a při instalaci robota by ideální hodnoty nedosahovalo, nedává smysl a nenaskýtá se tu žádná forma možných úspor. Druhým faktorem v neprospěch instalace autonomního robota je ukládání sekvenčního vozíku do rozehrívací pece, která má za úkol díl zahřát pro účely snazší a bezpečnější manipulace. Teplota uvnitř v zimních měsících dosahuje 40°, bylo by nutné toto brát v potaz při výběru robota a možného vlivu na životnost a údržbu. Posledním faktorem v neprospěch investice je i krátká převozní vzdálenost 6 m.

2.6.2 Pozice č. 2

Dva operátoři na dané pozici vychystávají až 13 druhů dílů pro všechny projekty, maximální objednávka může zahrnovat až 9 dílů. Ze všech zkoumaných pozic je na této pozici nejvíce vychystávaných dílů na sekvenci, nutno ale dodat že největší díl padne akorát do ruky a většina dílů je velikosti tak malé, že je možno jich do ruky vzít více, což ovlivňuje dobu cyklu. Celková doba cyklu dosahuje pouhých 130% pro oba operátory. Do této hodnoty jsou zahrnuty činnosti jako vybalení dílu z bedny, vybalení z ochranného obalu (cca čtvrtina specifikací všech dílů), uložení do správné pozice v sekvenčním vozíku, oskenování, vyhazování kartonových beden a stohování prázdných vratných beden, převoz sekvenčního vozíku na výrobní linku na pozici č. 8.

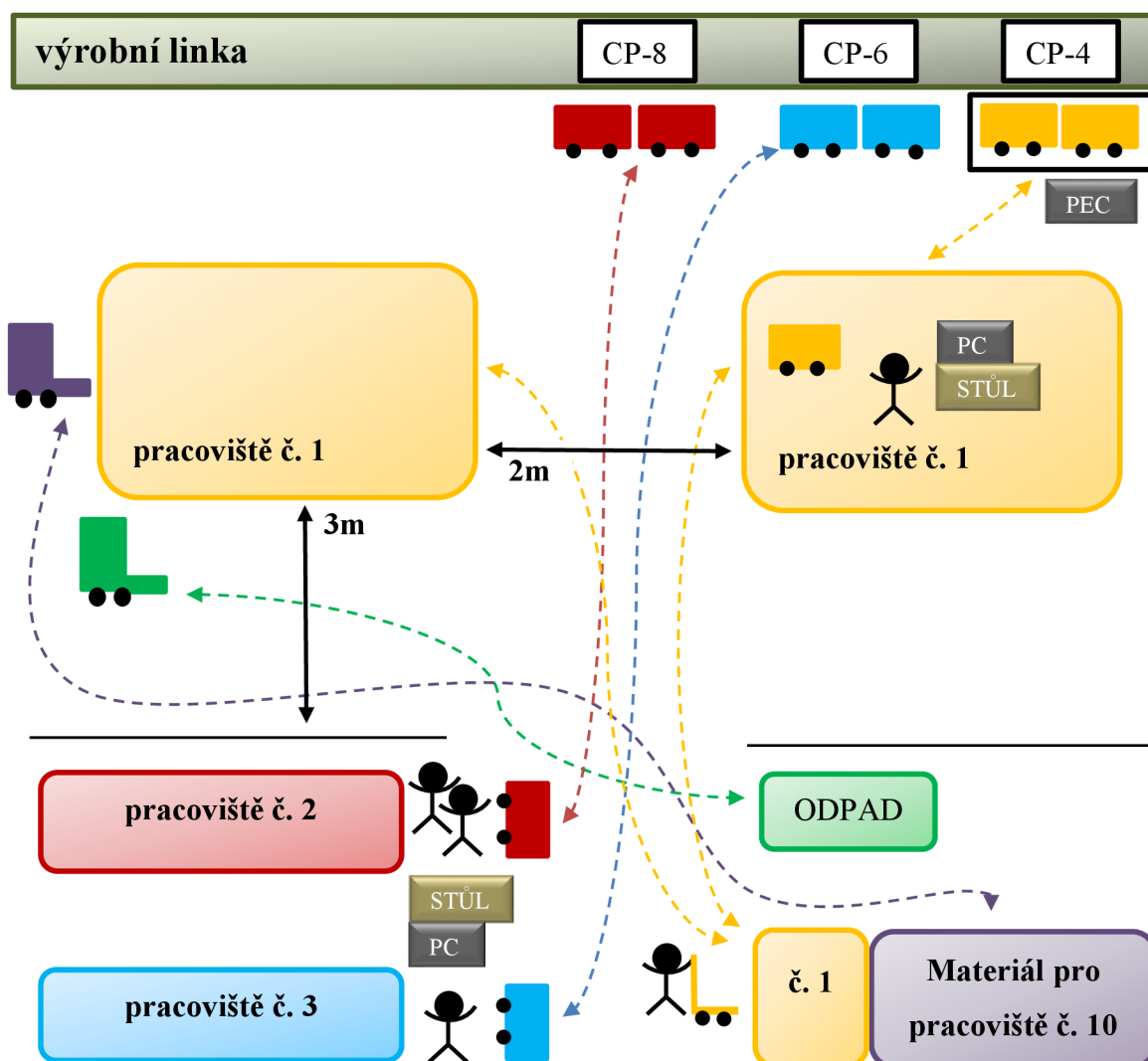
Za předpokladu instalace autonomního robota by se snížila doba cyklu operátorů o 19% ze současných 130% na 111%, což pořád přesahuje maximální optimální hranici (92%). Další možností, jak snížit dobu cyklu, je zamyslet se nad provedením změn rozložení pracoviště (layout pracoviště). Současné rozložení je uzpůsobeno jednoduché manipulaci s rozměrným vozíkem a zachování vizuálního kontaktu s převozní lokací. Za předpokladu, že se vytvoří dostatečný prostor pro průjezd robota do centra pracoviště, sníží se docházková vzdálenost pro mnoho dílů, a tím dojde ke snížení cyklu vychystávání k optimální hodnotě. Přínosem by byla taková konfigurace robota, která by mu v konkrétních situacích umožňovala zvolit trasu převozu. V případě, kdyby proces vychystávání probíhal plynule, může robot zvolit okružní trasu, která je sice delší, ale nekříží se s ostatními vychystávacími pozicemi, a kdyby vyhodnotil prodlení na vychystávací pozici č. 2, použil by nejkratší možnou trasu, aby se zamezilo prostoji či zastavení výrobní linky.

2.6.3 Pozice č. 3

Operátor na dané pozici vychystává 1 díl na sekvenci. Jedná se o velký a těžký díl, proto je tato pozice určena pro muže. Operátor nosí díly po jednom do sekvenčního vozíku o kapacitě 6 ks. Počet specifikací dílu je 48. Operátorova doba cyklu vychystávání dosahuje 80%. Do této hodnoty jsou zahrnuty činnosti jako vybalení dílu z dodavatelského vozíku, uložení do správné pozice v sekvenčním vozíku, příprava vytištěných objednávek, oskenování a manipulace s prázdnými dodavatelskými vozíky. Pracoviště je specifické svou velkou rozlohou, malou kapacitou dodavatelských vozíků a váhou vychystávaného dílu, což zdůvodňuje, proč oproti jiným pozicím,

kde se manipuluje s více díly, je hodnota doby cyklu na této pozici na obdobné úrovni. Dalších 8% trvá operátorovi převoz sekvenčního vozíku na výrobní linku na pozici č. 6. Celkově je operátor vytížen na 88%.

Za předpokladu instalace autonomního robota by se snížila doba cyklu operátora na 80%, což vzhledem k předpokládanému vytížení, které z hlediska normy nedosahuje požadované úrovně, nedává z hlediska výše investice smysl. Krom toho se ani zde nenaskýtá žádná forma úspor. Dalším faktorem v neprospěch je velikost a váha dílů, které by vyžadovali pořízení mnohem váhově kapacitnějšího a tím i finančně nákladnějšího robota.



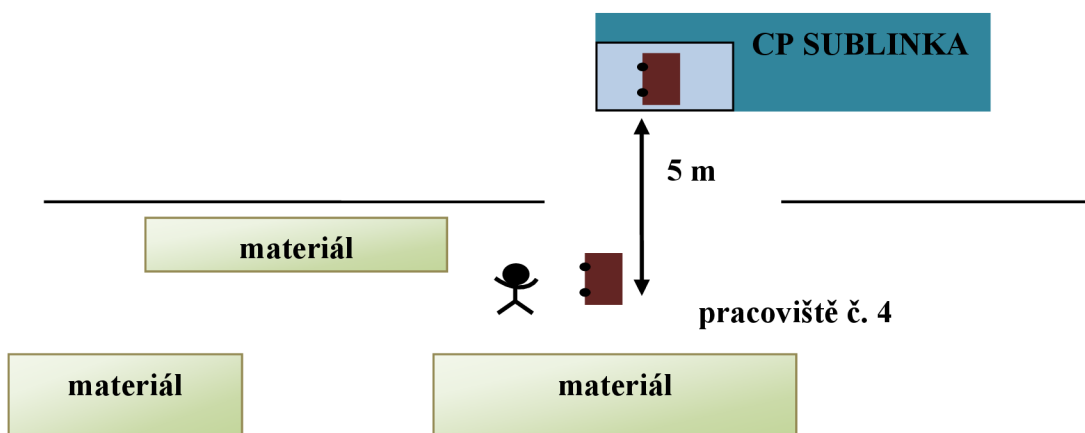
Obr. 2.1 Schéma vychystávacích pracovišť č. 1, č. 2 a č. 3

Zdroj: vlastní zpracování

2.6.4 Pozice č. 4

Operátor na dané pozici vychystává 3 díly na sekvenci. První díl je rozměrný, poměrně těžký a hlavně pohledový, což operátorovi určuje manipulovat pouze s jedním kusem v obou rukou. Díl je v osmi specifikacích a rozlehlost pracoviště je důvodem, proč i toto je čistě mužská pozice. Druhý díl má taktéž osm specifikací, ale povaha dílu umožňuje jich vzít na jednu cestu 4 ks, což je i počet sekvencí v sekvenčním vozíku. Poslední díl má pouze 3 specifikace. Celkově se jedná o 21 druhů specifikací materiálu. Operátorova doba cyklu dosahuje 90%. Do této hodnoty jsou zahrnuty činnosti jako vybalení dílu z dodavatelského vozíku, uložení do správné pozice v sekvenčním vozíku, příprava vytištěných objednávek, oskenování, manipulace s prázdnými dodavatelskými vozíky, vyhazování kartonových beden a stohování prázdných vratných beden. Další 3% trvá operátorovi převoz sekvenčního vozíku na výrobní linku na pozici sublinky, kdy převozní vzdálenost dosahuje pouhých 5 m. Celkově je operátor vytižen na 93%.

Za předpokladu instalace autonomního robota by se doba cyklu operátora snížila o zanedbatelných 3%, což ale vzhledem k jeho současnému vytižení, které z hlediska normy mírně přesahuje optimální úroveň, se jeví jako opodstatněný faktor. Nicméně je zde spíše nasnadě se zamyslet nad prostorovým uspořádáním pracoviště, kde vychystávání neprobíhá z centra pracoviště do vzdálenosti několika metrů, ale momentálně je sekvenční vozík na okraji pracoviště, a operátor tak musí překonávat větší vzdálenosti, čímž se doba cyklu natahuje. Nasazení autonomního robota by tento problém efektivně nevyřešilo.



Obr. 2.2 Schéma znázornění pracoviště č. 4

Zdroj: vlastní zpracování

3 Automatizace vybraného procesu vychystávání

3.1 Detailní popis vybraného procesu

Na základě provedené analýzy procesů vychystávání výše uvedených pozic a zvážení možné implementace automatizace převozu sekvenčních vozíků na jednotlivá pracoviště byla vybrána za nejvhodnější pozice č. 2, která vychystává sekvence (objednávky) do sekvenčního vozíku a zaváží jej na výrobní linku na pozici č. 8.

Jiné části procesu vychystávání se k automatizaci nejeví jako relevantní.

Výběr vytipovaného pracoviště byl ovlivněn počtem pracovníků na pozici – 2 operátoři a právě nutnosti převozu sekvenčního vozíku z vychystávací pozice k montážní pozici na výrobní linku. Pro jednodušší vysvětlení všech procesů a aktivit na daném pracovišti budou operátoři rozděleni na OP1, který se primárně stará o vychystávání, a OP2, který se primárně zaměřuje na vychystávání dílů v blízkosti vozíku, skenování a převoz vozíku na linku.

Soupis všech činností, které spadají pod proces vychystávání dílů na pozici č. 2 obou operátorů:

- vychystávání dílů dle objednávek na PC,
- vybalování dílů v případě, je-li jednotlivý kus zabalený v ochranném obalu,
- skenování vychystaných dílů a uložení do předurčených pozic v sekvenčním vozíku,
- po vyprázdnění kartonového či vratného balení dílu umístit prázdné balení na místo určení,
- otočení sekvenčního vozíku na pozici vychystávání,
- převoz sekvenčního vozíku na výrobní linku.

Poslední jmenovaná činnost – převoz sekvenčního vozíku na výrobní linku se nabízí jako potenciálně vhodná k automatizaci.

Pod termínem převoz sekvenčního vozíku je myšlena cesta OP2 s plným sekvenčním vozíkem k výrobní lince, kde operátor provede výměnu vozíku s vychystaným materiálem za vozík, který je prázdný. Prázdný vozík následně odváží zpět na pozici vychystávání materiálu.

Převoz sekvenčního vozíku je OP2 pozice č. 2 realizován pokaždé stejnou trasou, kde dochází ke křížení tras vychystávání materiálu na pozici č. 1, zavážení pracoviště č. 1, převoz sekvenčního vozíku z pozice č. 3, zavážení materiálu na pozici č. 15, vývozu odpadu (poslední dvě jmenované pozice využívají k práci výhradně VZV), viz obrázek č.2.4 (strana 47).

Dobu převozu vozíku vzhledem k frekventované křižovatce a dalším okolnostem nelze přesně vypočítat. Může dojít k prostojům, kdy se vozík musí vyhybat či čekat, může dojít k potřebě vozit ne zcela zaplněný vozík na výrobní linku (k situaci dochází, není-li dostatek objednávek v systému a nelze tak čekat na 10 po sobě jdoucích sekvencí). Může dojít ke zdržení na výrobní lince z důvodu neplynulosti výrobního procesu, tím pádem ke zdržení OP2 či nutnosti čekat na vyprázdnění sekvenčního vozíku a zároveň ke zdržení OP1, protože ten nemá do čeho díly vychystávat. Standardně při převozu vozíku OP2 se OP1 věnuje činnostem jako umístění prázdných balení na místo určení, poté začíná s vychystáváním dalších dvou sekvencí, které uloží na stůl, nicméně v tomto případě je nutné brát v potaz nějaký čas navíc na přeložení dílů těchto sekvencí ze stolu do vozíku. V případě delšího zdržení OP2, dochází k prostojům u OP1, jelikož PC ukazuje pouze 2 objednávky najednou. Díly je možno skenovat až při uložení do vozíku, a bez oskenování se další objednávky OP1 na PC nezobrazí, stůl ani více objednávek nepojme.

Okolnosti ohledně výpadků objednávek nelze predikovat, a výskyt výpadků se v některých případech projeví i zastavením výrobní linky. V drtivé většině případů se ale jedná o mix faktorů, někdy i více procesů, které předcházejí procesu vychystávání. Z historie případů zastavení linky se dá zmínit pozdě navezený materiál na pozici vychystávání, chybějící materiál v MCZ, fyzický a systémový nesoulad stavu zásob.

Právě z důvodu výše zmíněných potenciálních rizik je pracoviště koncipováno na udržení ideálního sekvenčního předstihu, a to v rámci 10-20 sekvencí (8-16 minut při aktuálním taktu linky) oproti výrobní lince. Tento předstih umožňuje reagovat pružně na nastalé situace bez nutnosti zastavit výrobní linku. Nicméně, když je předstih na své minimální hranici nebo dokonce pod ní, je prostor na reakci velmi omezený. Z evidence posledních měsíců jsou známy případy, kdy se maximální předstih celou směnu pohyboval mezi 8-10 sekvencemi, a vozík se na linku vozil s poloviční kapacitou 5 sekvencí.

Jak již bylo dříve uvedeno, z důvodu početného křížení trasy s jinými pozicemi je převoz sekvenčního vozíku spojen s prostoji na vyhýbání se a čekání. Mimoto vznikají na pozici prostoje při prostojích ve výrobním procesu. Všechny druhy vzniklých prostojů navyšují dobu cyklu OP2, který zajišťuje převoz vozíku. Proto byl při výpočtu času pro převoz vozíku OP2 použit ekvivalent násobku 1,5 pro přesnější vyjádření celkového času převozu vozíků.

Doba cyklu OP1 na pozici č. 2 není rovnoměrná.

Standartní doba taktu na této pozici je počítána na 10 sekvencí (ideální kapacita vozíku). Průměrná doba cyklu deseti po sobě jdoucích sekvencí je nižší než takt linky. Jak bylo v textu výše uvedeno, 1. a 2. sekvence na pozici vychystávání nestačí na takt linky z důvodu překládání dílů na stůl. Díky tomu, že jsou operátoři dva, dokáží další sekvence vychystat nadprůměrně rychle, aby byl konečný výsledek:

doba cyklu 10 sekvencí < doba taktu 10 sekvencí.

Tento výsledek je stěžejním ukazatelem schopnosti pozice zásobovat výrobu v optimálním čase. Snadnější pochopení výsledných hodnot empirického měření výpočtu oproti teoretickým hodnotám, které prošly několika zprůměrováními, ilustruje tabulka č. 3.1.

Tab. 3.1 Měření doby cyklu

Situace	Reálná	Teoretická	Po automatizaci
Takt linky	64,0	64,0	64,0
Max. doba cyklu vychystávání (92%)	58,8	58,8	58,8
Celková doba cyklu	73,0*	55,5	~58,8**
Prům. doba cyklu vychystávání	62,7	46,0	~56,0**
1. sekvence vychystávání (+20%)	86,4	-	-
Prům. doba převozu	6,8*	4,5	0
Prům. doba přenosu prázdných balení	2,5	5,0	2,0
Počet operátorů	2,0	1,0	1,0

Zdroj: vlastní zpracování

**červeně zvýrazněná hodnota přesahuje dobu taktu linky; pro průměrnou dobu převozu byla uplatněna 50% odchylka počtu převozu sekvenčního vozíku na výrobní linku*

***hodnoty jsou pouze předpokládané a nebylo možné je ověřit v praxi*

3.2 Výpočet procesu vychystávání

Detailní výpočet hodnot nutných pro vyjádření celkové doby cyklu byl následující. Ze všeho nejdříve proběhlo praktické měření časů všech 24 možných kombinací (situací) procesu vychystávání v pěti měřeních. Tato byla zprůměrována, tím každá možná kombinace sekvence (objednávky) dostala konkrétní čas pro vychystávání, skenování a vybalení. Následně byla na základě jednoho konkrétního výrobního dne, v našem případě šlo o 10. 3 2020, určena frekvence jednotlivých kombinací. Rovná polovina 12 kombinací byla ve zkoumaný den bez objednávky. Nutno dodat, že data nebylo možno ze systému vytáhnout se 100% jistotou. Problémem byly kombinace dílů. SAP dokáže velmi snadno vygenerovat spotřebu jednotlivých dílů, nicméně jejich kombinace nikoliv. Data by bylo možno manuálně sekvenci po sekvenci dohledat v MES, ale vzhledem k 1393 sekvencím by šlo o opravdu náročný úkol.

Proto se použila data spotřeby hlavních rozdílových dílů. V tomto ohledu je možno předpokládat drobné nepřesnosti u Tucson projektu, kde neznámých bylo nejvíce. Ale v celém výpočtu tyto drobné potenciální nepřesnosti nepřesáhnou více jak 2%-ní odchylku od výsledné celkové doby cyklu. Daleko větší vliv má na výpočet skladba výroby jednotlivých projektů pro daný den, viz tabulka níže.

Tab. 3.2 Doba cyklu dle složení výroby

Období	Tucson	i30	i30N	Kona	Celkem sekvencí	Doba cyklu vychystávání	Celková doba cyklu (s)
10. 3. 2020	948	243	39	163	1393	62,7	73,0
10. 4. 2020	1048	265	39	40	1392	57,1	67,3

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky č. 3.2 lze vyčíst, že snížení výroby u projektu Kona a naopak mírné navýšení u i30 a výraznější zvýšení u projektu Tucson o ponížené kusy z 10. 4. 2020 snížilo celkovou dobu cyklu o téměř 10% v porovnání se zkoumanými hodnotami z 10. 3. 2020.

3.3 Výběr robota

Autonomní mobilní robot (AMR) OMRON LD-250

Autonomní navigace, kterou je robot vybaven, nevyžaduje žádné konstrukce, přednastavené trasy, magnety nebo majáčky, a rozsah jejího programování je minimální. Po krátké prohlídce pracoviště si robot vytvoří vlastní mapu půdorysu, poté se nastaví cíle pro vyzvednutí a vykládání, případně zakázané zóny. Robot se obsluhuje pomocí tabletu, a integrace mezi aplikací OMRON Fleet Manager a systémem MES umožní s robotem okamžitě pracovat. Bezpečnostní lasery a sonar umožňují robotovi detekovat překážky na cestě a zabránit kolizím, čímž se eliminují chyby a škodní události. Robot se vyhýbá jak statickým, tak i pohyblivým překážkám. Součástí konstrukce jsou i tlačítka nouzového zastavení.

Pokud se provozní prostředí ve skladu dramaticky změní, kde objekty jako palety a vozíky často mění místa, používá se kromě integrovaného laseru k určování polohy také technologie Acuity. Ta rozpozná stropní osvětlení a „světelnou mapu“ překrývá „podlahovou mapou“. Mobilním robotům také umožňuje snadný pohyb napříč rozlehlými prostory.



Obr. 3.1 Autonomní mobilní robot

Zdroj: [30].

Automatizované řízené vozidlo (AGV) CEIT 600LC-F

Podbíhací AGV Assecó CEIT je snadno integrovatelný mobilní robot navržený pro nepřetržitý provoz. Je kompatibilní pro interní logistiku.

Vyznačuje se inteligentním řízením, pokročilou orientací díky synchronizaci reálného a virtuálního světa. Bezobslužný robotický vozík, jak jej výrobce pojmenovává,

již nepotřebují magnetickou pásku na podlaze průmyslové haly. Skenuje prostředí a statické objekty v hale, přičemž dráhy jsou reprezentovány v softwarovém prostředí. Systém importuje půdorys místa nasazení a synchronizuje reálný a virtuální svět. Navigace a řízení se v ještě větší míře přesunuly do virtuálního světa. Přechodem k novému typu navigace již nejsou potřebné zásahy do podlahy a výrazně se také zvyšuje flexibilita při úpravě drah.



Obr. 3.2 Automatizované řízené vozidlo

Zdroj: [34].

Tab. 3.3 Technické porovnání robotů

 <p>LD-90</p>	<p>Nosnost: 90 Kg Rychlost: 1,35 m/s Cena: 890 000 CZK Rozměry: 699x500 mm Váha: 62Kg (včetně baterie) Baterie: 72Ah (19 Kg)</p>	<p>Doba nabíjení: 4h (0-100%) Doba provozu: 15h Přisl.: Wifi; Ethernet síť, Digital I/O; Analog I/O</p>
 <p>LD-250</p>	<p>Nosnost: 250 Kg Rychlost: 1,2 m/s Cena: 1 036 000 CZK Rozměry: 969x720 mm Váha: 148Kg (včetně baterie) Baterie: 72Ah (19 Kg)</p>	<p>Doba nabíjení: 4h (0-100%) Doba provozu: 13h Přisl.: Wifi; Ethernet síť, Digital I/O; Analog I/O</p>
 <p>600LC-F</p>	<p>Nosnost: 600 Kg Rychlost: 1,2 m/s Cena: 1 036 000 CZK Rozměry: 917x1214 mm Váha: 148Kg (inc. Battery) Baterie: 72Ah (19 Kg)</p>	<p>Doba nabíjení: 5h (0-100%) Doba provozu: 11h Přisl.: Wifi; Ethernet síť, Digital I/O; Analog I/O</p>

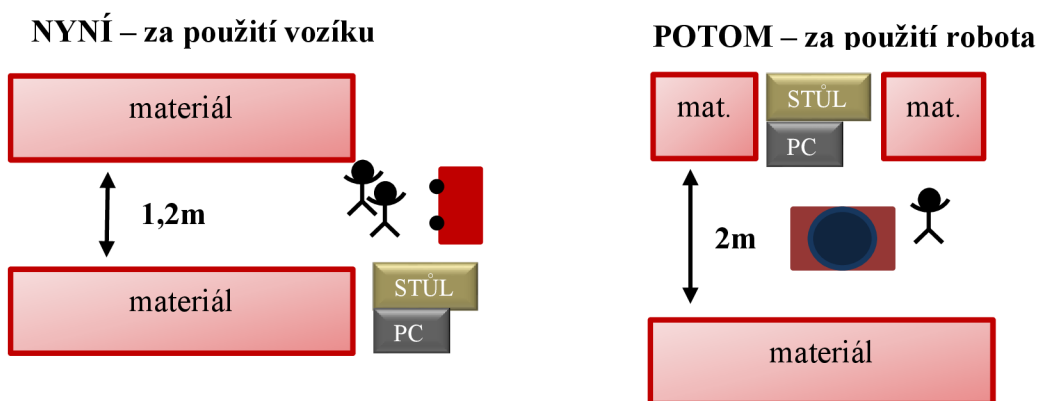
Zdroj: vlastní zpracování

3.4 Návrh řešení

Na základě výpočtů bylo stanoveno, že 2 operátoři na pozici nejsou efektivně využiti. Operátor realizující převoz ujde na jeden převoz vozíku tam a zpět 50 m, přičemž vzdálenost pracovišť je pouze 20 m. Do docházkové vzdálenosti je připočítána manipulace související s vyvezením prázdného vozíku mimo pozici u výrobní linky a následné navezení plného vozíku na požadované místo. Při převozu robotem by se přepravní vzdálenost zkrátila z 50 m na 40 m. Robot by ji dokázal urazit za 33,3 s.

V případě rozhodnutí spolehnout se na roboty a nahradit jimi neefektivně využitého pracovníka, je nutné počítat s pořízením 3 robotů. Robot by však, vzhledem ke svým rozměrům, nezvládal pojmout konstrukci pro díly na 10 sekvencí, která je momentálně využívána, ale praktický pokus s variantou konstrukce sekvenční přihrádky se 6 sekvencemi se osvědčil jako dostačující a váhově splnil nosnostní limit robota.

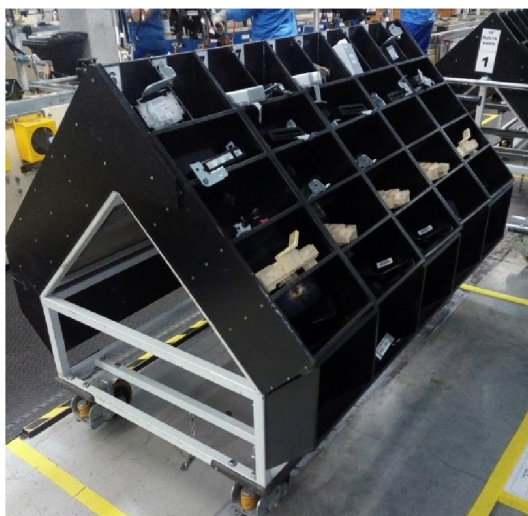
Pokus probíhal následovně: robot č. 1 čeká na odebrání všech dílů operátorem u výrobní linky, robot č. 2 je naplňován operátorem sekvenčního vychystávání, a robot č. 3 čeká na uvolnění pozice po robotovi č. 2. Poté se robot č. 2 s vychystanými 6 sekvencemi přesouvá na pozici k výrobní lince a čeká na uvolnění pozice po robotu č. 1. Robot č. 3 se přesouvá k naplnění na vychystávací pozici. Robot č. 1 se vrací na pozici robota č. 3 a čeká na uvolnění pozice na sekvenčním vychystávání. V tomto neustále opakujícím se cyklu si roboty mění své pozice a úlohy.



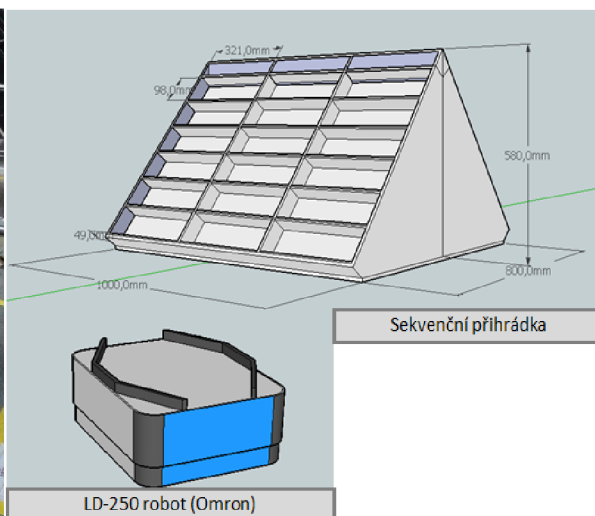
Obr. 3.3 Srovnání rozložení pracoviště č.2

Zdroj: vlastní zpracování

NYNÍ



POTOM



Obr. 3.4 Sekvenční vozík pracoviště č.2

Zdroj: interní materiály

4 Zhodnocení navrhovaného řešení

Na základě zanalyzovaných dat a dostupných informací, které se od výrobců podařilo zjistit, a zhodnocení všech pro a proti byl jako potenciálně nejvhodnější vybrán robot od firmy Omron ve variantě nosnosti do 250 kg (LD-250). Argumenty pro tohoto robota byly menší rozměry, lepší ovladatelnost (bez fixace otáčení), jednoduchá kontrola ovládání a programovatelnost přímo z tabletu, který se může k jednotlivým přístrojům napojit, a tím změnit přednastavené funkce. Vzhledem k četným změnám rozložení pracoviště, které nelze ani do budoucna vyloučit, je možnost nezávislé změny dílčího nastavení klíčová. Lépe vyšel robot také v porovnání doby nabíjení, která je o hodinu kratší, a především výdrž baterie je u typu LD-250 o dvě hodiny delší, což výrazně snižuje počet výměn baterií za směnu a tím i počet zásahu do procesu přepravy.

U robota od firmy CEIT nejsou změny takto flexibilní, velikost robota je výrazně větší (1,5krát větší než větší varianta LD-250 Omron). Doba nabíjení a počet nutných výměn baterie je vyšší.

V rámci instalace autonomního přepravního robota bylo vypočteno, že pokud se sekvenční vozík bude převážet bez operátora, dojde k poklesu doby cyklu ze současných 130% na 111%, což ale stále není dostatečný efekt pro redukci operátora na pracovišti. V kombinaci s úpravou rozložení pracoviště ze současného koncového rozložení na centrické, je reálné snížit dobu cyklu operátora o dalších 19% na maximálně přípustných 92%. Za současné situace nebyl důvod změnu rozložení pracoviště realizovat. K úspěšné realizaci změny rozložení pracoviště č. 2 je také nutná úprava rozložení pracoviště č. 3 a výsledkem by byli 2 operátoři na pozici č. 2 vytížení v součtu na 111% pracovního výkonu, což se nejevilo jako potřebné k optimalizaci. S ohledem na zamýšlenou investici je ale změna do budoucna nezbytná. Návrh i propočty indikují, že přesunem vychystávání do centra pracoviště je možné dosáhnout kýženého efektu. Navíc, jak je vidět z tabulky č. 3.2, změna výrobního plánu může změnit dobu cyklu až o 9% směrem dolů. Směrem nahoru by se doba cyklu také mohla změnit v případě nárůstu výroby u projektu Kona. Nicméně, vzhledem ke skutečnosti, že jde o plně elektrické auto, u něhož se vysoká poptávka ze strany kupujících nepředpokládá, bylo avizováno, že 180 aut na den je maximální předpokládaná výrobní kapacita pro tento projekt.

Tato prognóza ovlivnila komplexní přípravu na projekt, která souvisela s návrhem balení pro jednotlivé díly, výrobní procesy v MCZ apod. Z těchto důvodů lze naměřené hodnoty považovat za maximálními.

Návrh na pořízení autonomních robotů počítá s celkovými náklady dle tabulky níže.

Tab. 4.1 Předpokládané náklady na investici

Položka	Cena (Kč)	Položka	Cena (Kč)	Celkem (Kč)
Robot LD-250 + Nabíjecí stanice (včetně baterie)	1 127 000	Licence robota (roční poplatek)	3x 23 000	3 506 000
Robot LD-250(2x) + baterie(2x)	2 072 000	Technická podpora	0	
Fleet manager	208 000	Nutná předělovka sek. přihrádek	30 000	

Zdroj: vlastní zpracování

Naopak očekávaná úspora by byla ve výši 30 000 Kč/měsíc, což odpovídá měsíčnímu výdaji na jednoho operátora. Vzhledem k tomu, že by se úspora týkala operátorů na všech 3 směnách, je řeč o úspoře ve výši 1 080 000 Kč/rok. Návrh celkové investice ve výši 3 506 000 Kč je mírně přes 3 roky.

Přínos investice by se promítl i do ergonomie pracoviště. Operátorky na pracovní pozici č. 2 si neustále stěžují na vysokou váhu současného sekvenčního vozíku. Instalací robota by tak fyzicky namáhavé práce ubylo.

Závěr

Automatizace je čím dál víc aktuální téma. Dokáže efektivně nahradit lidskou práci. Dokáže také vytěsnit lidskou vynalézavost, která je na pozici operátora nežádoucí. Jakmile má operátor, který vykonává manuální a nekvalifikovanou pracovní činnost, možnost zapojit rozum, může dojít k maléru. Je-li řeč o výrobě automobilů, které musí splňovat nejvyšší standardy bezpečnosti a funkčnosti, nelze mluvit o kompromisech. Lidé dělají chyby, a proto je výrobek před odesláním zákazníkovi podrobován ještě finální kontrole. I zde se začínají objevovat automatizované prvky kontroly, protože je stále vyvíjen tlak na nulovou chybovost, které ale lidé nejsou schopni. Z podstaty věci se operátorské pozice řídí pokyny a instrukcemi vydanými vlastníky daných procesů, případně může jít o informace a slovní pokyny od nadřízených. Sekvenční výroba vyžaduje po operátorech v zásadě jednoduché a stále opakující se činnosti v nejvyšší kvalitě a v omezeném časovém intervalu. Už v této charakteristice lze pozorovat znaky automatizace, standardizace a řízení. Mluví se zde doslova o řízení lidí, kdy je potřeba více dohlížet na celý proces, nikoliv o jejich vedení. Vychází se z předpokladu, že podřízení nejsou natolik erudovaní či kompetentní, aby mohli situace vyhodnocovat samostatně.

V této práci je automatizace v moderním pojetí, kdy jsou člověk a robot postaveni do role partnerů. Člověk vyhledává díly na pracovišti a ukládá je do robota, který je místo něj převezé na místo spotřeby. Činí tak v místě vytiženého přepravního uzlu, pohybuje se efektivněji, vyhodnocuje situace rychleji dle přesně nastavených vzorců řešení, je mu jedno, že bude naveden na objízdnu trasu, protože ho to neunaví.

Člověk oproti tomu dokáže díl uchopit, opatrně vytáhnout z bedny, případně si bednu povysunout z regálu a následně díl vytáhnout, rozbalit, oskenovat v ruce nebo uložený v robotu. Když je bedna s dílem posunuta o 3 cm libovolným směrem, nejspíše to ani nezpozoruje a bude pracovat dál, robot by se zastavil a zavolal o pomoc člověka. Naopak u robota budou všechny jeho činnosti trvat téměř stejnou dobu s velmi malou odchylkou, u člověka je však nutné počítat s malou časovou rezervou pro případný omyl, který způsobí prodlení jednou za čas.

Z širšího úhlu pohledu je na investici do robota nejvíce lákavá „průlomovost“. Šlo by o první moderní aplikaci po delší době v MCZ a posun směrem ke špičkám v oboru. V tomto by byl projekt průlomový a v případě jeho pozitivního dopadu, by se snáze hledala další místa, kde by bylo možno řešit obdobnou optimalizaci. Pomineme-li přirozený vývoj a snahu o zlepšování, je v tomto případě automatizace i logickým řešením z důvodu nedostatku nekvalifikovaných a manuálních pracovníků na trhu práce a vysoké fluktuace operátorských pozic.

Měření potřebných dat pro tuto diplomovou práci byla prováděna s nejzkušenějšími operátory přímo v terénu a následně zpracována pomocí MS Excel. Pro potvrzení teoretických a technických parametrů byla provedena živá simulace instalace robota na pracovišti, vychystávání do robota, převoz dílů pomocí robota na výrobní linku.

Preferovaný robot od firmy Omron by se všemi nutnými komponenty ve 3 provedeních měl vyjít na částku 3 506 000 Kč. Tato částka by se firmě vrátila po 3 letech a 3 měsících na úspore výdajů na mzdy 3 operátorů.

Součástí navrhovaného řešení je zpracování vizuálního návrhu změny rozložení pracoviště, která je nezbytná pro smysluplné nasazení robota a možnosti redukce pracovní pozice.

Seznam použitých zdrojů

- [1] MACUROVÁ, Pavla, KLABUSAYOVÁ, Naděžda a Leo TVRDOŇ. *Logistika. 2.* upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.
- [2] PERNICA, Petr. *Logistika pro 21. století: (Supply chain management)*. Vyd. 1. Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.
- [3] CEMPÍREK, Václav, KAMPF, Rudolf a Jaromír ŠIROKÝ. *Logistické a přepravní technologie*. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2009. ISBN 978-80-86530-57-4.
- [4] GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [5] KUBASÁKOVÁ, Iveta, KOLAROVŠKI, Petr a Ondrej STOPKA. *Logistické informačné systémy*. Žilina: Edis, 2017. ISBN 978-80-554-1389-1.
- [6] OUDOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. Aktualizované 2. vydání. Prostějov: Computer Media, 2016. ISBN 978-80-7402-238-8.
- [7] VOŠTOVÁ, Věra. *Logistika odpadového hospodářství*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04426-1.
- [8] BOBÁK, Roman. *Základy logistiky*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2002. ISBN 80-731-8066-9.
- [9] ROTHER, Mike. *Toyota Kate: Systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. [online]. 2010 [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=feW4DwAAQBAJ&pg=PT77&lpg=PT77&dq=manipulace+a+p%C5%99idan%C3%A1+hodnota&source=bl&ots=YAUo0uItBx&sig=ACfU3U3wM4qOTzkPNfXvtgG3H03aQgyGvg&hl=cs&sa=X&ved=2ahUKEwjX6saQ-bjpAhUU5uAKHQ_tAgoQ6AEwBnoECAoQAQ#v=onepage&q=manipulace%20a%20p%C5%99idan%C3%A1%20hodnota&f=false
- [10] DANĚK, Jan. *Logistické systémy*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 2006. ISBN 80-2481017-4.
- [11] GROS, Ivan. *Logistika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1996. ISBN 80-7080-262-6.

- [12] KUBÍČKOVÁ, Lea. *Obchodní logistika*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. ISBN 80-7157-952-1.
- [13] LAMBERT, Douglas M. a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Praha: Computer Press, 2000. Business books (Computer Press). ISBN 80-7226-221-1.
- [14] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
- [15] STEHLÍK, Antonín a Josef KAPOUN. *Logistika pro manažery*. Praha: Ekopress, 2008. ISBN 978-80-86929-37-8.
- [16] VLASTNÍ CESTA. *5S – Pořádek na pracovišti*. [online]. 23. 04. 2012. [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/5s-poradek-na-pracovisti/>
- [17] TULIP. *Cycle Time vs Lead Time vs Takt Time*. [online]. 13. 04. 2020. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://tulip.co/blog/lean-manufacturing/cycle-vs-lead-vs-takt/>
- [18] SENSRTRX. *Calculate Cycle Time Formulas*. [online]. [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.sensrtrx.com/cycle-time-formula-2/>
- [19] WIKIPEDIA. *Takt time*. [online]. [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Takt_time#cite_note-1
- [20] PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ. *Just in Sequence – Co to vlastně je?* [online]. 08. 08. 2018. [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/just-in-sequence-1-co-to-vlastne-je/>
- [21] HÝBLOVÁ, Petra. *Logistika: pro kombinovanou formu studia*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. ISBN 80-7194-914-0.
- [22] EMMETT, Stuart. *Řízení zásob: jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu*. Brno: Computer Press, 2008. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-1828-3.
- [23] ŠTÍHLÁ VÝROBA. *Co je štihlá výroba?* [online]. [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: https://stihlavyroba.eu/stihla-vyroba/s-29/?gclid=Cj0KCQjw-LOEBhDCARIsABrC0TmkiKjzqxJ-gwbYi3lmeF0pDB4C6hKiYpWpj3TBBT0jwIIGNGA4GWIaAgIXEALw_wcB

- [24] WIKIPEDIA. *Automation*. [online]. [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Automation>
- [25] KOLÍBAL, Zdeněk. *Průmyslové roboty*. Brno: Vysoké učení technické, 1993. ISBN 80-214-0526-0.
- [26] LUBOJACKÝ, Oldřich. *Základy robotiky*. Vyd. 2. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1990. ISBN 80-7083-034-4.
- [27] SKAŘUPA, Jiří. *Průmyslové roboty a manipulátory* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, [2008] [cit. 2021-4-26]. ISBN 978-80-248-1522-0.
- [28] FORMÁNEK, Josef. *Výukové texty pro předmět – Automatické řízení výrobní techniky: Podklady k uspořádání řídicím systémům i řízení manipulátorů a robotů*. [online]. [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~formanek/mmvyuka-arvt/Data/ivk-arvt-soubory/14-F.pdf>
- [29] Mobile-Industrial-Robots. *AGV vs. AMR - What's the Difference?* [online]. 2019-2020. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.mobile-industrial-robots.com/en/insights/get-started-with-amrs/agv-vs-amr-whats-the-difference/>
- [30] OMRON Průmyslová automatizace. *LD-250: Plně autonomní mobilní roboty*. [online]. 2021. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://industrial.omron.cz/cs/products/ld-250>
- [31] HYUNDAI MOBIS. *O společnosti MOBIS*. [online]. [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://www.mobis-auto.cz/o-spolecnosti.aspx?lang=cs-cz>
- [32] HYUNDAI MOTOR MANUFACTURING CZECH. *O společnosti HYUNDAI*. [online]. [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://hyundai-motor.cz/o-spolecnosti/>
- [33] NOVOTNÝ, Radek. *Logistika nošovicke Hyundai těži z okolni "korejske" enklavy. Automobilka otestuje drony pro inventury ve skladu i v areálu*. [online]. týdeník Ekonom, 2018, 13. 2. 2018. [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66048340-logistika-nosovicke-hyundai-tezi-z-okolni-korejske-enklavy-automobilka-otestuje-drony-pro-inventury-ve-skladu-i-v-arealu>
- [34] Asseco CEIT. *AGV systémy: Podbíhací AGV*. [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.asseco-ceit.com/cz/agv-system/podbihaci-mobilni-roboty/>

Seznam grafických objektů

Seznam tabulek

Tab. 1.1 Klasifikace manipulačních prostředků a zařízení s přetržitým pohybem	20
Tab. 2.1 Přehled vychystávacích pozic na CP lince	44
Tab. 3.1 Měření doby cyklu	51
Tab. 3.2 Doba cyklu dle složení výroby	52
Tab. 3.3 Technické porovnání robotů	54
Tab. 4.1 Předpokládané náklady na investici	58
Tab. 0.1 Měření doby cyklu pro pracoviště č. 2	71

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Schéma procesu	12
Obr. 1.2 Příklady procesů v toku hodnot	13
Obr. 1.3 Šest nákladových položek ovlivňujících logistický proces	22
Obr. 1.4 Příklad JIS při montáži dveří auta	30
Obr. 1.5 Schéma klasifikace manipulačních zařízení	33
Obr. 1.6 Dynamické vyhýbání překážkám AMR vs. AGV	35
Obr. 2.1 Schéma vychystávacích pracovišť č. 1, č. 2 a č. 3	47
Obr. 2.2 Schéma znázornění pracoviště č. 4	48
Obr. 3.1 Autonomní mobilní robot	53
Obr. 3.2 Automatizované řízené vozidlo	54
Obr. 3.3 Srovnání rozložení pracoviště č.2	55
Obr. 3.4 Sekvenční vozík pracoviště č.2	56
Obr. 0.1 Mapa výrobních závodů ve světě	69

Seznam schémat

Schéma 2.2 Logistické procesy	41
Schéma 2.3 Logistické procesy	44
Schéma 0.1 Organizační struktura společnosti Hyundai MOBIS.....	70

Seznam zkratek

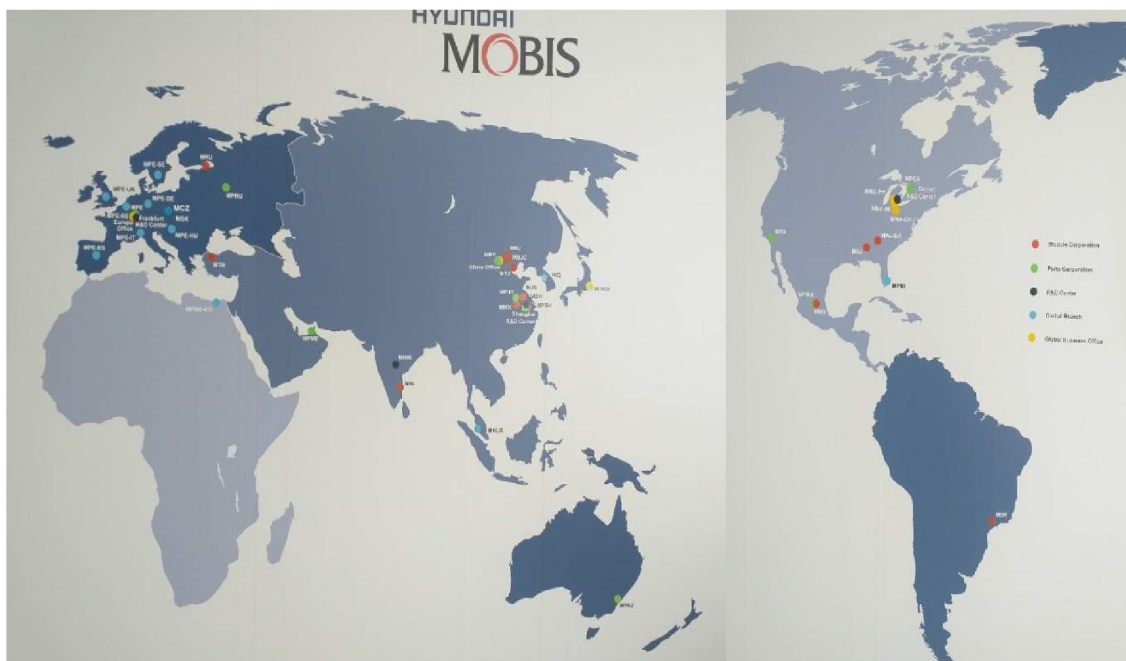
%	procento
°	stupeň
aj.	a jiné
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
CKD	Completely Knocked Down
CP	Cockpit
CT	cycle time
č.	číslo
FEM	Front End Module
FIFO	first in first out
HMMC	Hyundai Motors Manufacturing Company
HQ	headquarter
HU	handling unit
HW	hardware
JIS	just in sequence
JIT	just in time
Kč	koruna česká
LP	Local Plant
LT	Long Term
max.	maximálně
MCZ	MOBIS Czech
MCZ-OS	MOBIS Czech Ostrava
MES	Manufacturing Execution System
např.	například

OP	operátor
PC	počítač
PDA	Personal Digital Assistant
prům.	průměrný
SAP	Systems – Applications – Products in data processing
sek.	sekvence
SV	sekvenční vychystávání
TT	takt time
tzn.	to znamená
tzv.	tak zvaně, tak zvaný
vs.	versus
VZV	vysokozdvižný vozík
ZSV	zásobovací sekvenční vychystávání

Seznam příloh

Příloha A	Mapa výrobních závodů ve světě
Příloha B	Organizační struktura společnosti
Příloha C	Měření doby cyklu pracoviště č. 2

Mapa výrobních závodů ve světě



Obr. 0.1 Mapa výrobních závodů ve světě

Zdroj: interní materiály

Legenda:

- Module Corporation – Korporace modulů
- Parts Corporation – Korporace dílů
- R&D Center – Centrum výzkumu a vývoje
- Global Branch – Globální pobočka
- Global Business Office – Globální obchodní kancelář

Organizační struktura společnosti

Organizační struktura je dána organizačním řádem společnosti.

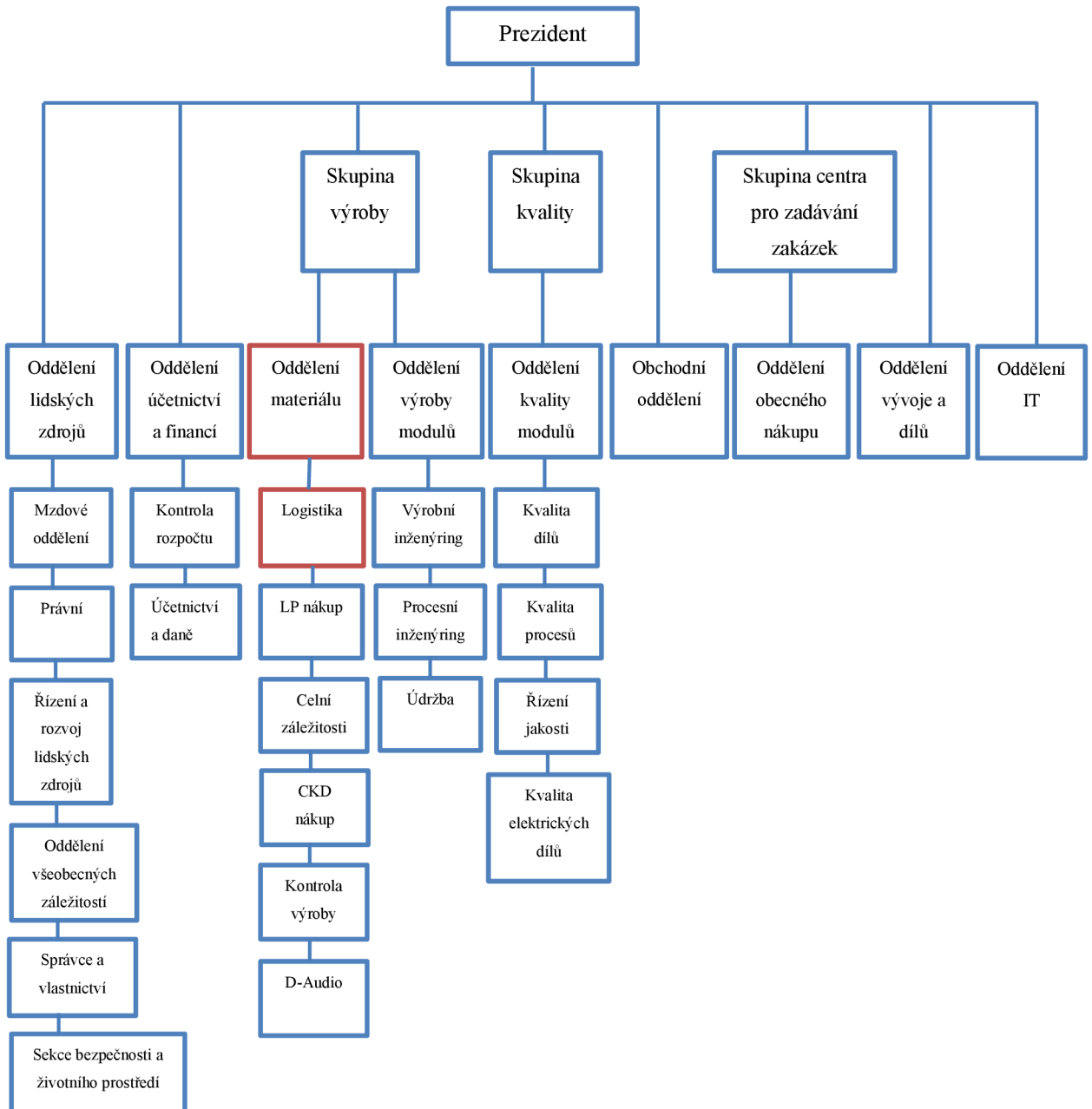


Schéma 0.1 Organizační struktura společnosti Hyundai MOBIS

Zdroj: interní materiály

Měření doby cyklu pracoviště č. 2

Tab. 0.1 Měření doby cyklu pro pracoviště č. 2

	Frekvence (ks)	Frekvence dle projektu (%)	Frekvence celková (%)	Celková doba cyklu (h)	Doba úkonu na 1 sek. (s)	Vychyst./sken./Vybal.	Průměrné	1. měření		2. měření		3. měření		4. měření		5. měření									
								Vychystávání	Skenování	Vychystávání	Skenování	Vychystávání	Skenování	Vychystávání	Skenování	Vychystávání	Skenování	Vychystávání	Skenování						
Tucson																									
1/ 9 dílů	0	0,0%	0,0%	0,00	55,5	Vychyst./sken./Vybal.																			
2/ 8 dílů	10	11,1%	0,7%	0,25	45,1		34,7	16,2	25,1	16,9	34,5	15,6	33,8	15,3	35,1	16,3	34,8	16,8							
3/ 8 dílů	0	0,0%	0,0%	0,00	49,9		26,5	13,9	26,0	14,3	27,3	14,3	26,0	14,0	27,3	13,3	26,0	13,7							
4/ 8 dílů	0	0,0%	0,0%	0,00	49,9		30,8	14,4	31,2	15,0	30,6	13,9	30,0	13,6	31,2	14,4	31,0	14,9							
5/ 7 dílů	166	17,5%	11,9%	3,36	44,2		30,8	14,4	31,2	15,0	30,6	13,9	30,0	13,6	31,2	14,4	31,0	14,9							
6/ 6 dílů	100	10,5%	7,2%	1,66	38,6		27,0	12,6	27,3	13,1	26,8	12,1	26,3	11,9	27,3	12,6	27,1	13,0							
7/ 6 dílů	85	6,9%	4,7%	1,06	36,6		23,1	10,8	23,4	11,3	23,0	10,4	22,5	10,2	23,4	10,8	23,2	11,2							
8/ 6 dílů	94	5,9%	5,7%	1,56	38,6		22,1	10,8	23,4	11,3	23,0	10,4	22,5	10,2	23,4	10,8	23,2	11,2							
9/ 5 dílů	1	0,1%	0,1%	0,01	32,9		19,3	9,0	19,5	9,4	19,1	8,7	18,8	8,5	19,5	9,0	19,4	9,3							
10/ 5 dílů	290	30,6%	20,8%	4,11	32,9		19,3	9,0	19,5	9,4	19,1	8,7	18,8	8,5	19,5	9,0	19,4	9,3							
11/ 4 dílů	222	23,4%	15,9%	3,61	27,3		15,4	7,2	15,6	7,5	15,3	6,9	15,0	6,8	15,6	7,2	15,5	7,5							
						Vychyst./sken./Vybal.																			
							Vybalová ne díly																		
							Díl 3		4,7		4,0		3,0		3,0		3,0	4,5							
i30																									
1/ 8 dílů	0	0,0%	0,0%	0,00	56,3	Vychyst./sken./Vybal.																			
2/ 7 dílů	0	0,0%	0,0%	0,00	48,0		29,9	15,4	31,0	14,0	30,5	17,0	29,0	15,0	29,0	14,3	30,0	15,8							
3/ 6 dílů	61	25,1%	4,4%	1,13	42,9		24,4	12,6	26,4	11,0	25,0	14,0	23,5	14,0	23,0	11,0	24,0	13,0							
4/ 5 dílů	0	0,0%	0,0%	0,00	37,6		20,9	10,8	22,6	9,4	21,4	12,0	20,1	12,0	19,7	9,4	20,6	11,1							
5/ 5 dílů	182	74,9%	13,1%	2,43	31,0		17,4	9,0	18,9	7,9	17,9	10,0	16,8	10,0	16,4	7,9	17,1	9,3							
6/ 4 dílů	0	0,0%	0,0%	0,00	25,3		13,9	7,2	15,1	6,3	14,8	8,6	13,4	8,0	13,1	6,3	13,7	7,4							
						Vychyst./sken./Vybal.																			
							Vybalová ne díly																		
							Díl 5		6,6		6,0		7,0		7,0		6,0	7,0							
							Díl 3		6,6		4,0		5,0		5,0		6,0	4,0							
i30N																									
1/ 10 dílů	Díl 11	0	0,0%	0,0%	6,00	Vychyst./sken./Vybal.																			
2/ 9 dílů		0	0,0%	0,0%	6,00		26,7	13,6	27,0	13,0	26,5	13,0	27,0	13,2	27,2	13,0	26,0	13,8							
3/ 8 dílů		39	100,0%	2,4%	0,98		22,2	13,3	28,4	15,4	26,7	15,1	26,8	15,1	27,6	15,6	26,7	15,1							
4/ 7 dílů		0	0,0%	0,0%	6,00		23,8	13,3	24,9	13,5	23,3	13,2	23,5	13,2	24,1	13,6	23,3	13,2							
5/ 7 dílů		0	0,0%	0,0%	6,00		23,8	13,3	24,9	13,5	23,3	13,2	23,5	13,2	24,1	13,6	23,3	13,2							
6/ 6 dílů		0	0,0%	0,0%	6,00		20,4	11,4	21,3	11,5	20,0	11,3	20,1	11,3	20,7	11,7	20,0	11,3							
						Vychyst./sken./Vybal.																			
							Vybalová ne díly																		
							Díl 5		6,6		7,0		6,5		6,0		7,0								
							Díl 3		4,6		5,0		5,0		4,0		5,0	4,0							
							Díl 13		4,6		5,0		4,5		5,0		4,0	4,5							
Kona																									
1/ 9 dílů	163	100,0%	11,7%	5,32	75,8	Vychyst./sken./Vybal.																			
						Vychyst./sken./Vybal.	44,8	15,6	45,0	16,0	44,0	15,0	45,0	15,0	46,0	16,0	44,0	16,0							
						Vybalová ne díly																			
							Vybalení																		
Sekvence celkem	1893						Díl 5		6,6		7,0		6,5		7,0		6,0	6,5							
Pracovní čas (h)	21,75						Díl 3		4,6		5,0		5,0		4,0		5,0	4,0							
Počet vychyst. kombinací	24						Díl 8		4,2		3,5		4,0		5,0		4,5	4,0							
Proces převozu a otáčení																									
Kapacita sekvenční (vozík)	10	Převozní vzdálenost (m)	50	Rychlost chůze (m/s)	1,1	Počet převozů (den)	209	Doba 1 převozu (s)	45,45	Celkový čas strávený převozem vozíků (h)	2,64	Doba otožení vozíku	0,39	Vyprázdňení kartonového či vratného balení											
														Prům. kapacita balení (vleč dílů)	10	Prům. přenosní vzdálenost (m)	11	Rychlost chůze (m/s)	1,3	Doba 1 přenosu (s)	8,46	Frekvence	819	Celkový čas strávený přenosem beden (h)	0,96
														Doba cyklu vyprázdňení balení (h)							0,96				
														Doba cyklu vyprázdňení balení (%)							4%				

Zdroj: vlastní zpracování na základě interních dat