



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ANALÝZA MANIPULACE S MATERIÁLEM A SKLADOVÁNÍ VE FIRMĚ SEJONG CZECH, S.R.O.

ANALYSIS OF MATERIAL HANDLING AND STORAGE AT COMPANY SEJONG CZECH, LTD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adam Schwarz

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Strejček, Ph.D., MBA

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Adam Schwarz**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **Ing. Jan Strejček, Ph.D., MBA**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Analýza manipulace s materiálem a skladování ve firmě SEJONG Czech, s.r.o.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem studenta je analyzovat způsob manipulace s materiálem a skladování ve zvolené strojírenské firmě.

Cíle bakalářské práce:

1. Analýza současného stavu skladování a manipulace s materiálem ve firmě
2. Možnosti využití nekonvenčních metod a moderních skladovacích a manipulačních prostředků
3. Návrh optimalizace skladování a manipulace s materiálem
4. Popis přínosů vyplývajících z navržených opatření

Seznam doporučené literatury:

CEMPÍREK, Václav. Technologie ložných a skladových operací. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2007. ISBN 978-80-86530-36-9.

ČUJAN, Zdeněk. Výrobní a obchodní logistika: studijní opory pro kombinované studium. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. ISBN 9788073189068.

EMMETT, Stuart. Řízení zásob: jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu. Brno: Computer Press, 2008. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 9788025118283.

KUBÍK, Roman a Jan STREJČEK. Technologické projekty a manipulace s materiálem. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-214-5260-2.

LAMBERT, Douglas M., James R. STOCK a Lisa ELLRAM. Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-221-1.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato práce má za úkol analyzovat současný stav skladování a manipulace s materiálem ve vybrané firmě a na základě toho poskytnout a popsat návrh možného vylepšení, které by bylo možné v podniku aplikovat. V teoretické části práce jsou shrnuty některé nekonvenční metody z této oblasti, jejich popis a možné výhody vyplývající z jejich používání.

Klíčová slova

skladování, manipulace s materiálem, regálový sklad, informační systém, AGV tahač

ABSTRACT

This thesis aims to analyze the current state of storage and material handling in the selected company and also to provide possible improvements that could be applied. The theoretical part of the thesis summarizes some unconventional methods in this field, their description and possible benefits from their use.

Key words

storage, material handling, warehouse rack, information system, AGV for towing

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SCHWARZ, Adam. *Analýza manipulace s materiálem a skladování ve firmě SEJONG Czech, s.r.o.* Brno 2018. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 54 s. Vedoucí práce Ing. Jan Strejček, Ph.D., MBA.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Analýza manipulace s materiálem a skladování ve firmě SEJONG Czech, s.r.o.** vypracoval/a samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

22.5.2018

.....
Datum

.....
Adam Schwarz

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji vedoucímu práce Ing. Janu Strejčkovi, Ph.D., MBA za rady, připomínky a vstřícnost při konzultacích.

Ze společnosti SEJONG Czech, s.r.o. děkuji Mgr. Pavlu Němcovi a Miroslavu Kadlecovi za cenné poznatky, zkušenosti z praxe a především ochotu při zpracování bakalářské práce.

Mé díky patří i rodičům za podporu v dosavadním studiu.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE S MATERIÁLEM VE FIRMĚ	10
1.1 Představení firmy SEJONG Czech, s.r.o	10
1.2 Vývojový diagram.....	11
1.3 Příjem (Income)	12
1.4 Regálový sklad (WH Rack)	14
1.4.1 Norma ČSN 26 9030.....	20
1.5 Vychystávání (Picking).....	21
1.6 Výroba (Production)	25
1.6.1 Linky prosté	25
1.6.2 Linky poloautomatické	26
1.6.3 Linky automatické	28
1.7 Rozpracované výrobky (Material in production).....	30
1.8 Hotové výrobky (Finished good)	31
1.9 Expedice.....	32
1.10 Použité druhy dopravních vozíků	33
1.10.1 Vysokozdvížné vozíky.....	33
1.10.2 Vozíky systémového skladu	34
1.10.3 Nízkozdvížné ruční vozíky	36
1.11 Podnikový informační systém	37
2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ NEKONVENČNÍCH METOD V OBLASTI SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE S MATERIÁLEM	39
2.1 JIT (Just-In-Time).....	39
2.2 FIFO (First In First Out)	40
2.3 LIFO (Last In First Out)	40
2.4 KANBAN	40
3 NÁVRH OPTIMALIZACE SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE S MATERIÁLEM	42
3.1 Automaticky řízené vozíky (AGV).....	42
3.2 AGV tahač CEITruck 500A	43
3.2.1 Navigace	43

3.2.2 RFID technologie.....	44
3.2.3 Umístění a funkce	44
3.3 Systém válečkových drah BITO	45
3.3.1 Parametry systému	46
3.3.1 Počet potřebných úrovní drah	47
4 Popis přínosů vyplývajících z navržených opatření	49
4.1 Pořizovací náklady a návratnost	49
ZÁVĚR	51
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	52
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	54

ÚVOD

Manipulace s materiálem a jeho skladování je ve strojírenských podnicích klíčovou součástí celého pracovního procesu. Za jeho hlavní prvek je zpravidla považována výroba, nicméně nesprávné skladování a špatně prováděná manipulace s materiálem přímo ovlivňuje kvalitu, plynulost i samotnou realizaci výrobního procesu. Chyby v oblasti logistiky jsou ve firmách běžné a způsobují nejčastěji ztráty a poškození materiálu, prodlužování pracovních časů, možnosti vzniku pracovních úrazů a zvyšování nákladů.

Je proto úkolem technologa, aby určil podmínky, v nichž se má výrobní proces uskutečnit. Musí tedy navrhnout i řešení manipulace nejen s výchozím materiálem jako je hutní materiál a polotovary, ale také s hotovými a rozpracovanými výrobky. Jelikož je často nutné na jednu výrobní operaci vykonat několik manipulačních operací, musí technolog zajistit, aby se operace slučovaly, pokud je to možné. K tomu je potřeba zvolit nejen vhodný stroj nebo zařízení pro danou operaci, ale i vhodný způsob manipulace pro daný typ materiálu. Použití vhodných druhů dopravníků a manipulačních prostředků v montáži, popřípadě i v jiných procesech pozitivně ovlivňuje organizaci výroby, rozsah a pracnost mezioperační manipulace [2].

Práce má za úkol popsat návrh možného zlepšení v oblasti logistiky podniku. Takové zlepšení by mělo podniku pomoci ke zvyšování objemu výrobních kapacit, zajistit plynulejší dopravu materiálu, zmenšit potřebu používaných skladových ploch, minimalizovat fyzickou stereotypní práci a vytvořit lepší výchozí podmínky pro budoucí navyšování výrobních kapacit.

Zvláštní prostor je potřeba vyhradit pro konkrétní druhy manipulačních a skladovacích prostředků, jejichž vývoj v posledních desítkách let mimořádně pokročil a v současné době jsou zastoupeny téměř v každém, byť malosériovém provozu. V tomto ohledu je zajímavý vývoj poloautomatických či plně automatických prostředků, které dnes dodávají výrobci přímo na míru daným podnikům. Takové prostředky mohou navzdory své vyšší pořizovací ceně slibovat rychlou návratnost investice, pokud jsou zvoleny správně.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE S MATERIÁLEM VE FIRMĚ

Pro správné analyzování a popsání současného řešení skladování, manipulace s materiálem a jeho toku v SEJONG Czech, s.r.o. je potřeba uvést, že tento podnik produkuje výrobky výhradně pro automobilový trh. Toto odvětví je specifické právě z hlediska manipulace s materiálem a podléhá značné míře automatizace. Z tohoto důvodu poskytuje spoustu možností pro sledování logistických procesů a jejich následný odborný popis.

Mnoho níže popsaných procesů a metod je běžných v podobných podnicích, které fungují jako středně velcí subdodavatelé automobilových výrobců. Další popisované procesy a metody musely být naopak přizpůsobeny faktorům jako např. velikosti haly, počtu pracovníků, taktu linky a dostupným skladovacím a manipulačním prostředkům.

Do této kapitoly je také potřeba zahrnout informační systém firmy, který je strukturalizovaný, a který umožňuje systematicky propojovat obě hlavní části podniku (výrobu a sklad).

Ve firmě se často používá anglická terminologie a bude použita mnohokrát i v této kapitole. Důvodem používání anglických výrazů pro procesy a samotné výrobky je lepší integrace centralizovaného systému výroby mateřské společnosti do jednotlivých dceřiných firem po světě.

1.1 Představení firmy SEJONG Czech, s.r.o

SEJONG Czech, s.r.o. je původem korejská firma se sídlem v Karviné v České republice. Její hlavní činností je výroba výfukových systémů pro osobní automobily značky KIA a HYUNDAI. S tímto účelem byl také v říjnu 2006 založen karvinský závod a stal se tak hlavním výrobním závodem společnosti SEJONG INDUSTRIAL CO. Ltd. v Evropě vedle SEJONG Slovakia a SEJONG Rus. Hlavními výrobními procesy je tváření nerezových trubek a plechů za studena a svařování metodami MAG a TIG [1].

V současnosti jsou zde vyráběny výfukové systémy do těchto automobilů [1]:

- HYUNDAI i30,
- HYUNDAI ix20,
- HYUNDAI TUCSON,
- KIA VENGA,
- KIA SPORTAGE.

Z důvodu rozšiřování skladovacích prostor byla k původně jedné hale přistavena druhá hala a v říjnu 2010 byla zkolaudována. Pro velký objem skladovaného materiálu a potřebu plynulého toku materiálu byla ke dvěma halám přistavena hala třetí, která je plně funkční od prosince 2016.

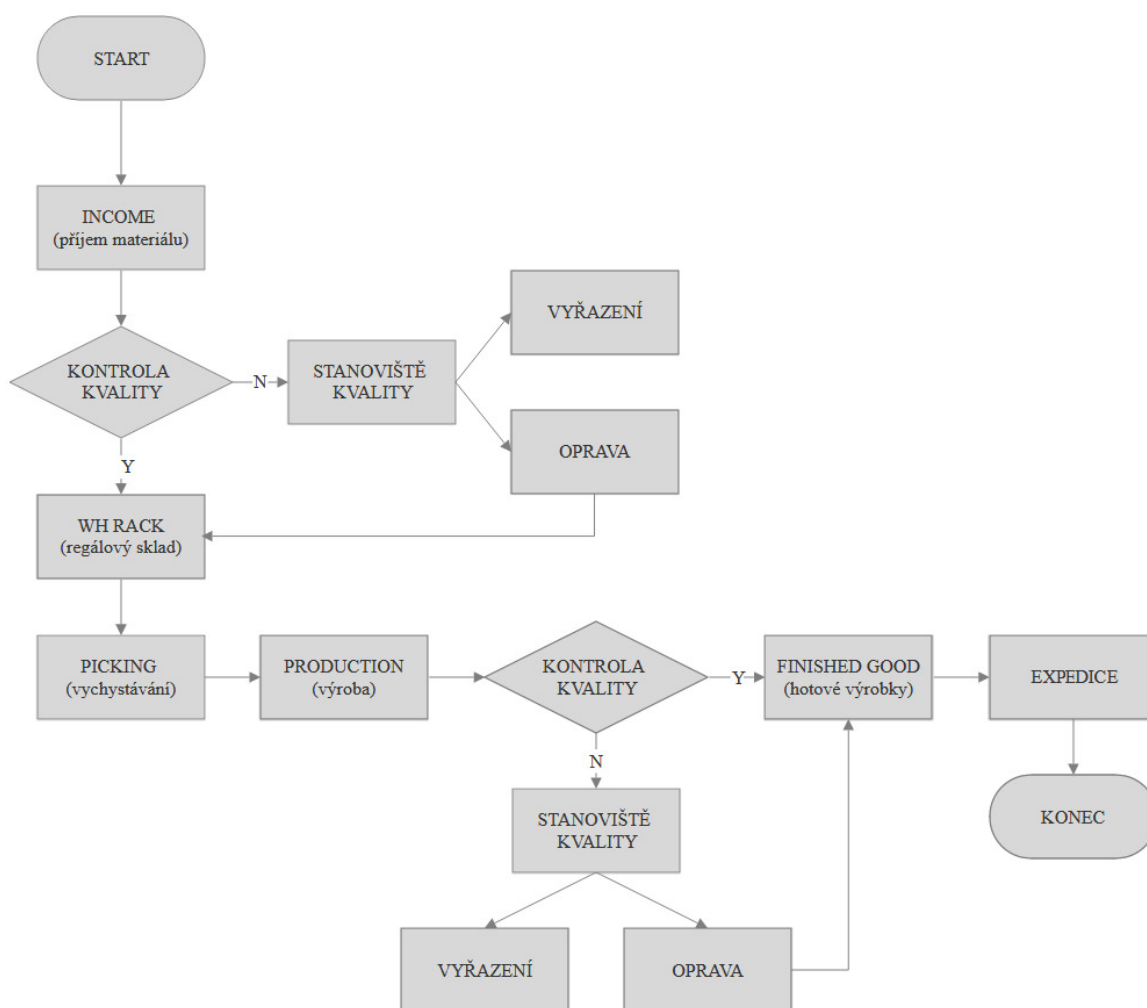


Obr. 1 SEJONG Czech, s.r.o.

Firma v roce 2018 zaměstnává přes 200 zaměstnanců v jednosměnném, dvousměnném a třisměnném provozu. Roční výrobní kapacita závodu činí 500 000 výfukových systémů. Mateřská společnost SEJONG INDUSTRIAL CO. Ltd. se pak věnuje vývoji a produkci řadě dalších zařízení pro automobily HYUNDAI a KIA. Další významné pobočky má např. v Detroitu nebo v Šanghaji [1].

1.2 Vývojový diagram

Prvním krokem k analýze skladování a manipulace je objasnění obecného proudění materiálu (material flow) celým podnikem. To je popsáno vývojovým diagramem na obr. 2. Jeho účelem je graficky interpretovat tok materiálu od fáze dovezených polotovarů a součástí, až k samotné expedici hotového výrobku ven ze závodu. Jednotlivým krokům budou věnovány následující podkapitoly.

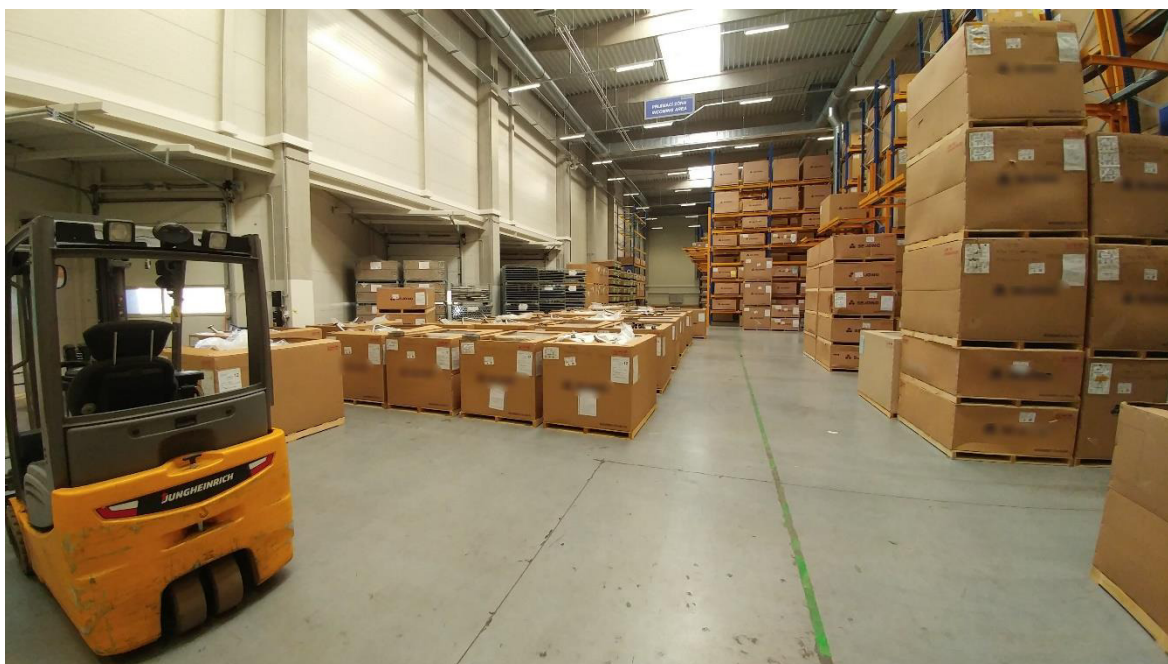


Obr. 2 Vývojový diagram toku materiálu.

1.3 Příjem (Income)

Do tohoto kroku spadá manipulace s dovezenými paletami od vyprazdňování kamionu po skládání těchto palet a označení produkčním štítkem (label). Denně se tento proces opakuje průměrně pětkrát. Podnik spolupracuje téměř výhradně s dodavateli z Asie, v malé míře potom s lokálními dodavateli a to v případě materiálu, u kterého by se nevyplatila nákladná doprava z Asie.

Pro vykládání dovezeného materiálu slouží tři zastřešené rampy s nakládacími otvory umístěné v zadní části třetí haly. Výhoda rampy spočívá v tom, že je výškově ve stejné hladině, jako podlaha skladu a umožňuje tedy zrychlení vykládky a zjednodušení celého procesu vykládání [2]. V obvyklém stavu se zde pro vykládání používá pouze první rampa.



Obr. 3 Pohled na income zónu.

Dovezený materiál v krabicích z vlnité lepenky je uložen na lehkých jednocestných paletách (viz obr. 3). Tyto palety nejsou vratné, jsou levnější a nemají velkou životnost. Právě proto se palety po složení zboží nevracejí přepravci, ale putují do zóny zpracování odpadu. V této zóně se o ekologickou likvidaci starají moderní recyklační stroje pro zpracování dřevěného a papírového odpadu. Obsluhu těchto strojů má na starosti jeden pracovník. Na opačném konci recyklačních strojů jsou vysokoobjemové kontejnery s podélnou výztuhou. Třetím kontejnerem je běžný otevřený kontejner pro skladování a přepravu plastového odpadu.

Celá oblast příjmu materiálu (income area) je ohraničena zelenou páskou na podlaze kvůli vymezení od prostoru pro WH RACK a zabránění střetu systémového vozíku a běžného VZV (vysokozdvíhací vozík). Obě tyto oblasti spolu zároveň musí sousedit, aby si obsluha systémového vozíku mohla do volných pozic ukládat nově přivezené palety.

1.4 Regálový sklad (WH Rack)

Nejdůležitější z pohledu logistiky a skladování je oblast WH Rack (Warehouse Rack), tedy regálový sklad. Je to také technologicky nejmodernější část skladu. V době, kdy byly v provozu pouze dvě haly místo současných tří, byly palety přechovávány na podlaze skladu v jedné úrovni, protože konstrukce krabic neumožňuje stohování. Pracovníci skladu (stock keepers) poté mohli vychystávat materiál z těchto krabic do operačních kovových palet. Tento systém byl problémový ze tří hlavních důvodů:

- skladování palet pouze v jedné úrovni na podlaze znamenalo vysoké nároky na plochu skladu,
- manuální pracovníci skladu a operátoři VZV (vysokozdvížený vozík) museli překonávat větší vzdálenosti mezi jednotlivými paletami, než bylo potřeba, což znamenalo dlouhé manipulační časy a vysokou vytiženost pracovníků,
- rozbalovalo se více palet stejného typu zároveň na různých místech, což se neshoduje s metodou FIFO (First In First Out).

Tyto podmínky ztěžovaly další provoz skladu, ve kterém měl být nadále dodržován systém just-in-time (JIT), který klade důraz na snižování úrovně zásob a vyžaduje pružnější logistický systém [3]. Nový logistický systém byl navržen tak, aby splňoval optimální využití skladového prostoru a umožňoval použít řazení položek podle jejich přesných pozic v informačním systému. Zároveň se přechod k výškovým konstrukcím skladovacích prostor uvádí jako výhodný z hlediska architektonického, stavebního, organizačního a také z hlediska vlastní manipulační techniky [2].

Při navrhování bylo potřeba seskupit produkty v rámci skladu podle následujících kritérií [3]:

- skladové prostory by měly být navrženy tak, aby odpovídaly rozměrům, rychlosti a kapacitě zvoleného manipulačního prostředku. Police, regály a kóje by měly být s tímto prostředkem kompatibilní, přičemž nemusí být navrženy stejně. To zajistí maximální využití skladového prostoru,
- materiál s rychlým tokem je umístěn nejbližší místu odběru (picking zóna). To znamená minimalizování vzdálenosti, kterou denně ujede manipulační prostředek,
- materiál s pomalým tokem je umístěn na nejuvzdálenější místa od míst odběru (picking zóna). To zajistí, že dlouhých přesunů manipulačního zařízení bude co nejméně,
- zbývající skladové prostory se použijí pro běžný materiál, který do skladu přichází v pravidelných intervalech, pro materiál, který podléhá dodatečné kontrole a pro materiál vrácený z oprav,
- uličky mezi regály musí umožňovat co nejplynulejší pohyb materiálu ze zóny příjmu do skladového prostoru a ze skladového prostoru do zóny odběru.

Nové řešení skladovacího prostoru využívá výškových jednořadových a dvouřadových příhradových regálů, ve kterých je materiál umístěn na pevně daných pozicích označených štítkem (viz obr. 4). V informačním systému WMS (Warehouse management systém, tedy systém řízení skladu) je uloženo, která paleta se na dané pozici nachází a jaké je množství kusů v paletě. Materiál je uložen na skladovacích prostředcích dle tabulky 1.

Výhodou tohoto typu regálu je možnost vysoké hustoty skladování [3]. Tento typ regálu je také ideální pro použití v kombinaci s informačním systémem, který se stará o vyhledávání a uskladňování. Hala rovněž vyhovuje svou výškou vystavění regálu až do výšky osmi pater.



Obr. 4 Štítek s čárovým kódem pro označení pozice.

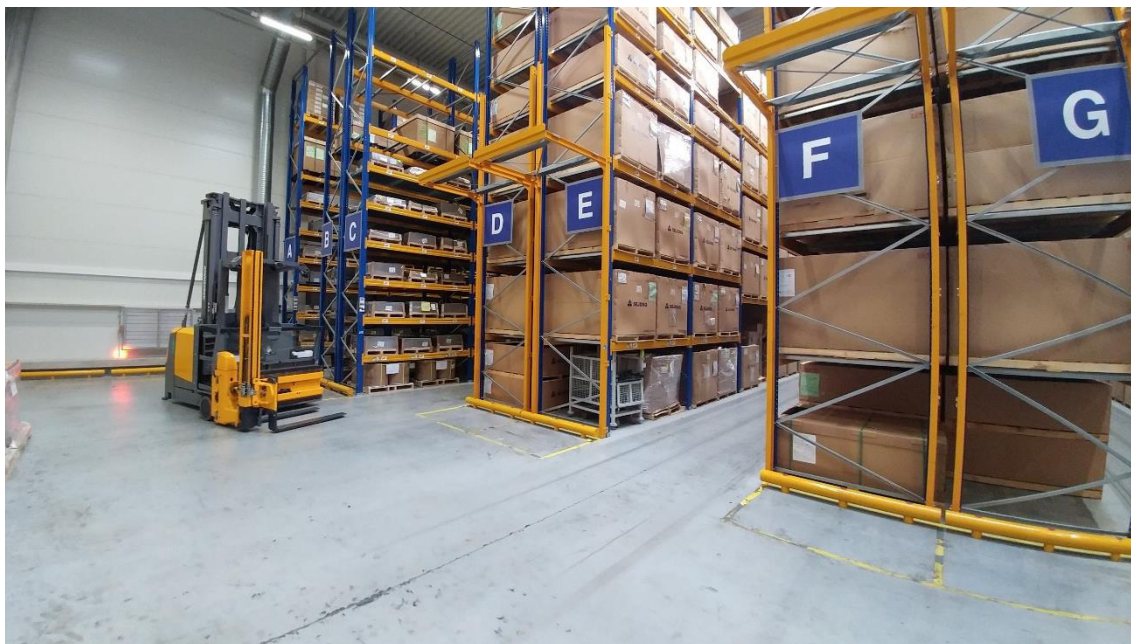
Příhradový regál je povinně vybaven také štítkem s jeho parametry a nosností. Nejdůležitějším parametrem z hlediska bezpečnosti je nosnost jednoho paletového místa. Jedna pozice pro paletu má maximální nosnost 1200 kg a od tohoto údaje se odvíjí nosnost jednoho nosníku. Nosníky jsou pomocí jazýčkových zámků uchyceny ve sloupech. Vyrábějí se válcováním a jsou na nich typické prolisy (viz obr. 4), zvyšující odolnost vůči ohybu. Sloupy příhradových regálů jsou nejčastěji vyráběny z konstrukční oceli a jsou vybaveny diagonálními příčkami pro zpevnění konstrukce.

Tab. 1 Zařazení skladovacích prostředků ke skladovanému materiálu.

Skladovaný materiál	Skladovací prostředek
běžné součásti výfukových systémů, trubky, svařovací dráty	jednocestná dřevěná paleta 1200 x 1000 mm (krabice z vlnité lepenky)
tabule plechu	jednocestná dřevěná paleta, kovová paleta 800 x 600 mm
plášťe, příruby a gumové součásti (z přebytku)	KLT box 600 x 400 x 280 mm
trubky a hotové katalyzátory (z přebytku)	roltejnér 1240 x 835 x 970 mm

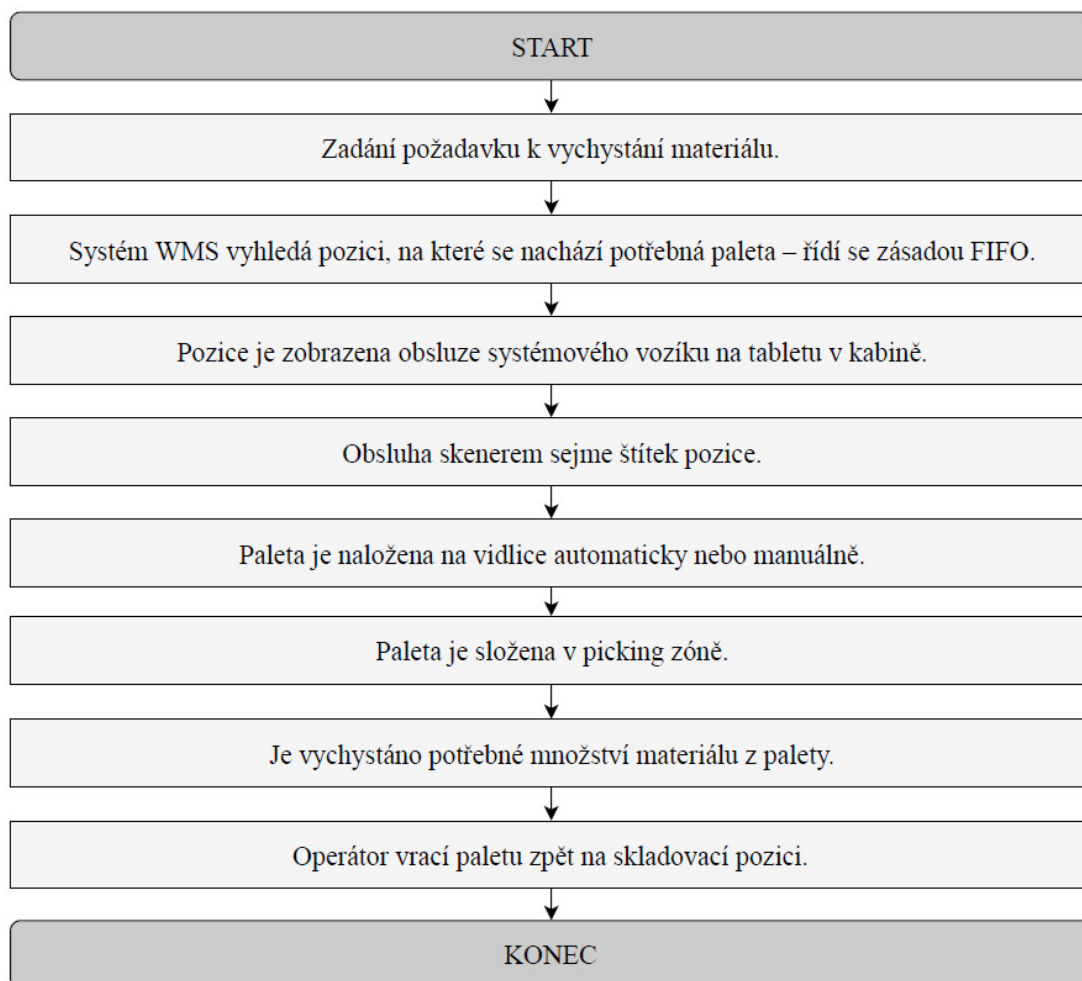
Pro součásti z přebytku, tedy materiál vracející se zpět z linky je vyhrazena pouze nejnižší úroveň regálu. Tento materiál odchází přednostně opět ze skladu do picking zóny, aby byla dodržena metoda FIFO.

Přebytečný materiál vznikne, pokud se na běžící lince předčasně ukončí produkce jednoho modelu výfukového systému a začne se produkovat model jiný. V takovém případě je nutno nespotebovaný materiál označit štítkem se správným počtem kusů a vrátit zpět do skladu.



Obr. 5 Pohled na regálový sklad.

O samotnou manipulaci s materiálem se starají dva systémové vozíky Jungheinrich, z nichž každý obsluhuje jeden operátor. Každý vozík má na starosti 3 – 4 vlastní uličky, aby nehrozil střet vozíků. Operátor pracuje v kokpitu s tabletem, přes který mu picking coordinator zadává, jaký typ materiálu je potřeba vychystat do picking zóny. Informační systém WMS vyhodnotí, na které pozici se nachází potřebná paleta tak, aby zachoval metodu FIFO. Úplný postup manipulace s materiálem v regálovém skladu je na obr. 6.



Obr. 6 Vývojový diagram práce v regálovém skladu.

Výhody zavedeného systému:

- minimalizace chybovosti a lidského faktoru v lokalizaci a vychystání palety,
- díky bezpečnostnímu systému vedení a senzorům je téměř nemožné poškodit regálový prostor systémovým vozíkem,
- o dodržování metody FIFO se stará software WMS,
- v regálovém skladu je potřeba maximálně dvou operátorů systémových vozíků k zajištění provozu,
- zvětšení kapacity skladu při zachování plochy, z důvodu vysoko položených skladovacích pozic (tuto možnost musí hala umožňovat svou výškou).

Nevýhody zavedeného systému:

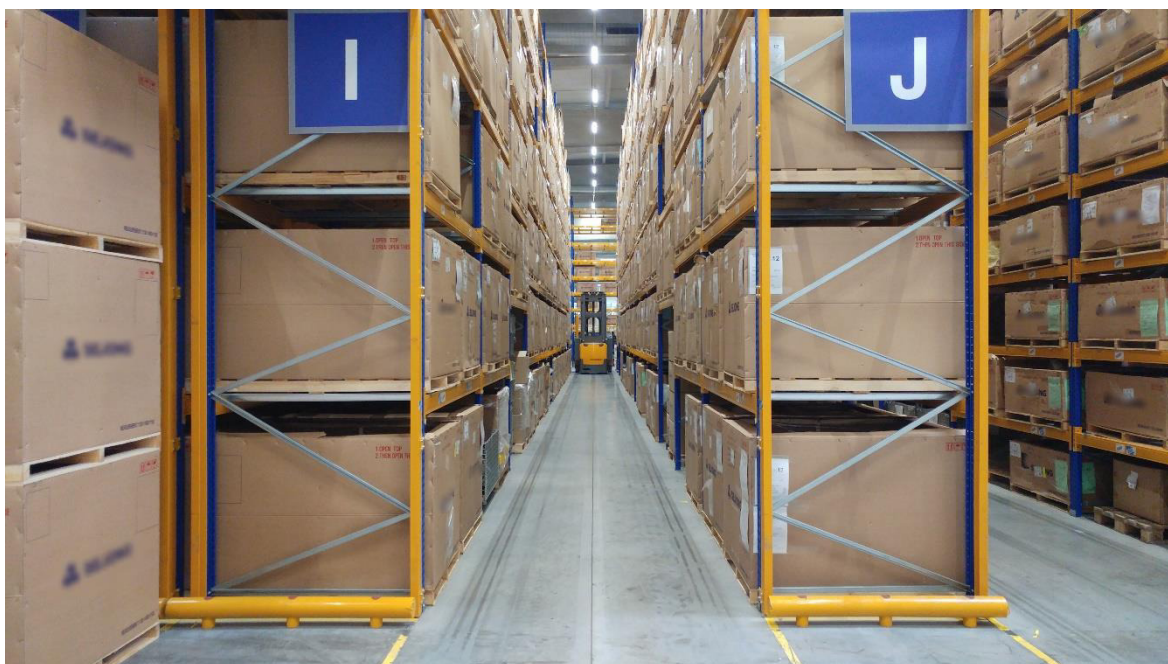
- vyšší pořizovací náklady ve srovnání s konvenčním systémem,
- v jedné uličce se může pohybovat pouze jeden vozík,
- pokud je jedna pozice v picking zóně plná, je potřeba nejdříve vrátit palety zpět do regálového skladu a až poté vychystat do picking zóny nové palety.

Z důvodu variability odběru hotových výrobků zákazníkem, možnosti opožděné dodávky nebo většího odběru materiálu je potřeba udržovat v regálovém skladu pojistnou zásobu. Prostředí automotive, ve kterém se firma pohybuje je velmi specifické a kvůli kolísavosti poptávky neumožňuje prognózování. Výše udržovaných pojistných zásob je odvozena od délky trvání transportu materiálu z Asie a průměrného odběru hotových výrobků zákazníkem.

Pojistné zásoby materiálu ve skladu jsou udržovány na:

- 3 – 4 týdny pro dodavatele z Asie,
- 1 týden pro lokální dodavatele.

Pojistná zásoba má ve skladu mimořádnou důležitost, protože musí zabezpečit nepřetržitou činnost výrobních linek v případě nedostatku běžných zásob [3]. Pokud by ani pojistné zásoby nestačily pokrýt spotřebu linky, produkce nových výrobků by se zastavila. To by znamenalo velký problém, neboť firma musí dodávat výrobky příjemcům dle strategie JIT. Pokud by došlo k výpadku byť jedné dodávky hotových výrobků, mohlo by to znamenat zastavení výrobní linky u odběratele. Ten poté nárokuje finanční náhradu v souvislosti s pozastavením linky.



Obr. 7 Ulička mezi regály pro systémový vozík.



Obr. 8 Skladování plechových tabulí ve dvojřadovém příhradovém regálu.

1.4.1 Norma ČSN 26 9030

Tato norma s účinností od ledna 2017 popisuje zásady pro tvorbu, bezpečnou manipulaci a skladování manipulačních jednotek. Řídí se bezpečností práce a stanovuje všeobecné a hlavní zásady pro provádění bezpečné skladové manipulace při použití skladovacích zařízení. Těmi jsou zejména regály, regálové zakladače, motorové vozíky, dopravníky a jeřáby. Normu je potřeba zohlednit při projektování regálového skladu, ale také samotné haly. Pro správnou interpretaci normy je potřeba definovat pojem manipulační jednotka.

„Manipulační jednotka je jeden nebo více kusů balených i nebalených materiálů uložených volně, na paletě, v kontejneru, svazkovaných, páskovaných atd. v manipulační jednotku, s níž se manipuluje jako s jedním kusem [2].“

Podle této normy musí mít každý sklad zpracován tzv. místní řád skladu, který mimo jiné musí obsahovat termíny prohlídek a kontrol skladovacích zařízení a prostředků, půdorys skladovací plochy, bezpečnostní opatření a osoby odpovědné za provoz skladu.

Dalšími významnými zásadami pro sklad v podniku jsou například:

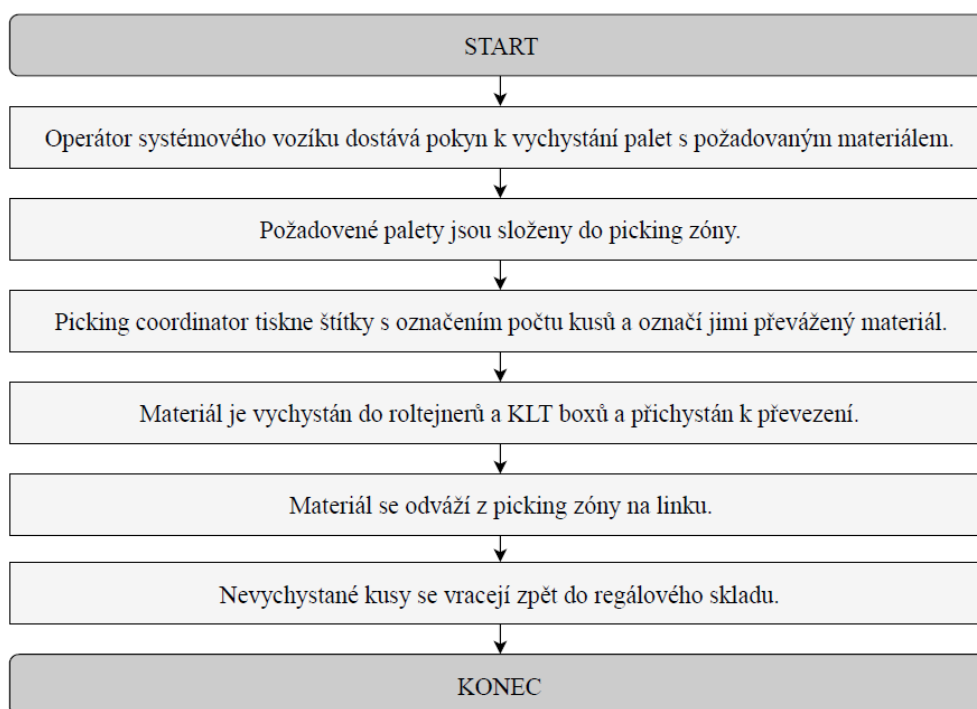
- mezi horní hranou materiálu a spodní hranou stropu skladu musí být minimálně vzdálenost 200 mm,
- jednotlivé zóny skladu musí být na podlaze kontrastně označeny vodorovným značením (šířky od 100 mm do 125 mm),
- otvor pro zasunutí vidlice manipulačního prostředku musí být nejméně 60 mm vysoký,
- stohování poškozených manipulačních jednotek je zakázáno,
- nosnost regálového sloupce a regálové buňky musí být vyznačena na viditelném místě a nesmí být překročena,
- zakládání poškozených manipulačních jednotek (palet, krabic) je zakázáno,
- osoby ve skladu musí používat ochrannou přilbu, pokud výška uloženého materiálu přesahuje 2000 mm a materiál není bezpečně zajištěn,
- při stohování manipulačních jednotek musí být dodrženy stanovené výšky a šířky manipulačních uliček,
- podlahová plocha skladu musí být bez nerovností a je nutné ji pravidelně udržovat v čistotě (bez zmrazků, bláta, olejových skvrn apod.).

1.5 Vychystávání (Picking)

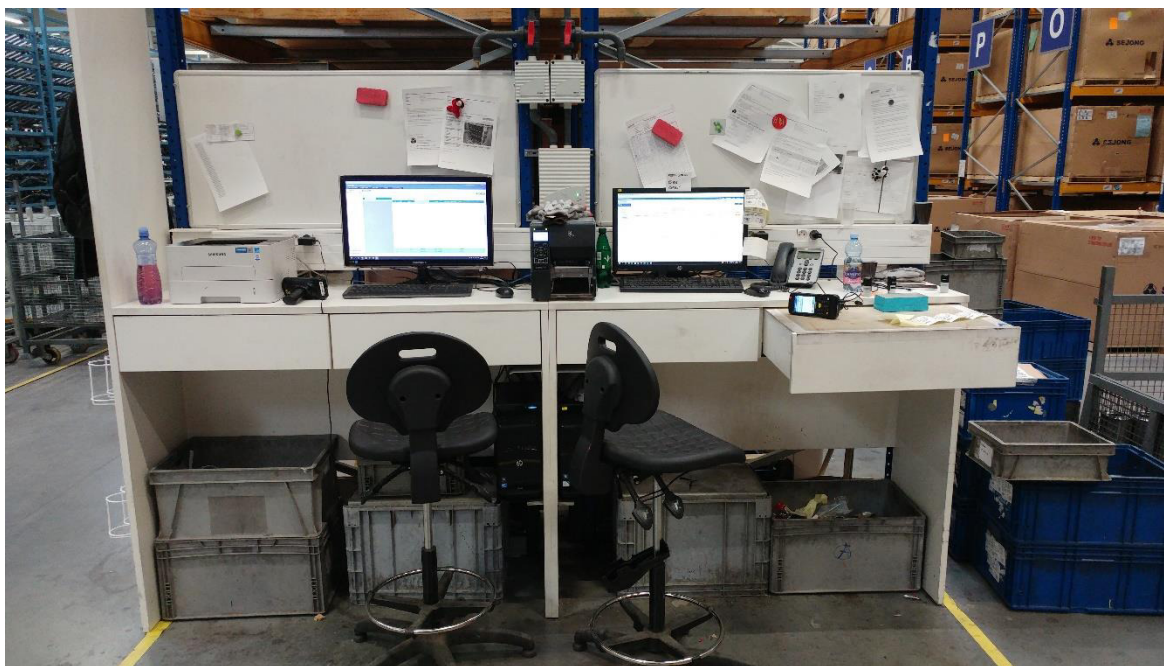
Oblast regálového skladu přímo navazuje na picking zónu, která se nachází uprostřed třetí haly. Toto umístění je z hlediska efektivity manipulace s materiálem nejvýhodnější, neboť palety není potřeba dopravovat po žádných dalších dopravních cestách a je zachována přímá návaznost prvních tří kroků materiálového toku Income – WH Rack – Picking. Právě v této zóně se jednotlivé komponenty dostávají ven z krabic, než putují na linku.

V normálním provozu se starají o vychystávání čtyři manuální pracovníci a jeden picking coordinator. Ten má své stanoviště, na kterém pracuje s rozhraním systému WMS a zodpovídá za to, aby vychystávání materiálu korespondovalo s materiálovou spotřebou linky. Ostatní pracovníci manuálně přemisťují materiál z krabic do jednotlivých ohradových palet a KLT boxů, aby se odvezl k lince. Tento způsob je dostačující, neboť hmotnost vychystávaných komponent se pohybuje v přibližně v rozsahu 100 g až 8 kg. Použití manipulačního prostředku typu jeřáb zde tedy nemá smysl. Jedinou výjimku zde tvoří palety s tabulemi plechu, které se odvázejí rovnou pomocí VZV ke specializované výrobní lince.

Na schématu níže je uveden zjednodušený popis práce v picking zóně pomocí kroků. Z něho je patrné, jak jsou mezi sebou oblasti Picking a WH Rack propojeny. Klíčové je zde stanoviště picking coordinatora (viz obr. 10). Pokud by zde došlo k chybě a odchýlení se od dat WMS, např. vychystání špatného materiálu nebo jiného počtu kusů, ovlivnilo by to téměř okamžitě produkci na lince.



Obr. 9 Posloupnost práce v picking zóně.



Obr. 10 Stanoviště picking koordinatora (vpravo).

V menších provozech, obzvláště pokud oblast vychystávání materiálu sdílí jednu halu s výrobou, se počet potřebných kusů pro vychystání zajistí přímou komunikací (např. domluvou) mezi těmito úseky. Tento způsob sice nevyžaduje žádné další prostředky ani technologie, ale charakter daného provozu takové řešení musí umožňovat. Nelze zmíněný přístup použít v provozech, kde je potřeba v krátkých intervalech za sebou zásobovat linky různými druhy materiálu. Z tohoto důvodu bylo zapotřebí navrhnout systém, pomocí kterého by bylo možné mít k dispozici konkrétní data v reálném čase a zároveň pružně reagovat na neočekávané situace (zpomalený chod linky, porucha atd.).

Aby byly výše uvedené podmínky splněny, systém WMS čerpá data z modulu MES, což je modul pro výrobu. Picking coordinator má tedy k dispozici informace o tom, kdy budou linky potřebovat další materiál a podle toho může organizovat práci v picking zóně.

Zóna vychystávání leží zároveň na hlavní dopravní cestě, což vozíkům umožňuje přímou dopravu do druhé nebo první haly. Dopravu materiálu z picking zóny na linku zajišťují paletové vozíky a VZV Hyundai. Přestože je ruční paletový vozík určen pro lehké až středně těžké břemena, používá se zde výhradně pro transport plastových KLT boxů. Tyto se naloží v požadovaném množství na plastovou paletu a odváží na potřebnou linku. Vysokozdvizný vozík může přepravovat všechny typy materiálu odcházející z picking zóny – KLT boxy na plastových paletách, tabule plechu na paletách a kolečkové příhradové vozíky (tzv. *roltejnery*). Podrobně jsou používané prostředky pro zásobování linek popsány v tabulce 2.

Jedině správná kombinace všech tří možných druhů dopravy materiálu může zajistit efektivní a úspornou logistiku ve firmě. Při plném vytižení výrobní linky se použije prioritně VZV v kombinaci s ručním paletovým vozíkem pro zásobování linek, aby se tok materiálu maximálně urychlil.

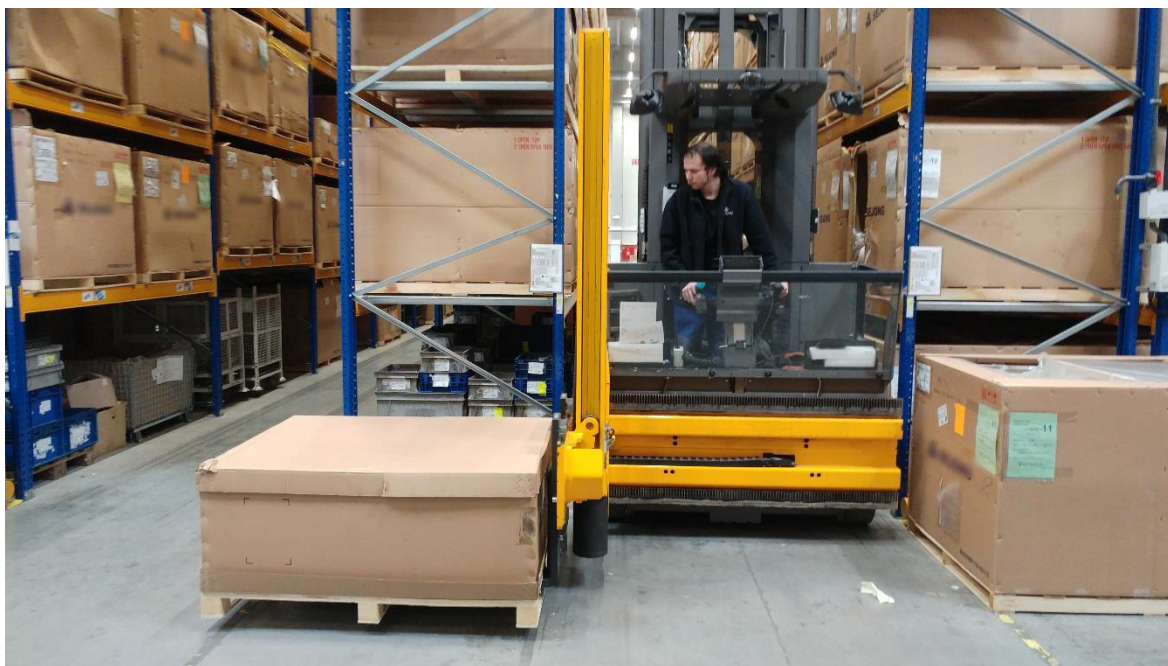
Tab. 2 Možnosti použití manipulačních prostředků v picking zóně.

Materiál k transportu	Manipulační prostředek
KLT boxy na paletě 600 x 400 x 280 mm 400 x 300 x 147 mm	ruční paletový vozík
	VZV Hyundai
plastová paleta, kovová paleta 800 x 600 mm	VZV Hyundai
roltejner 1240 x 835 x 970 mm	ručně
	VZV Hyundai

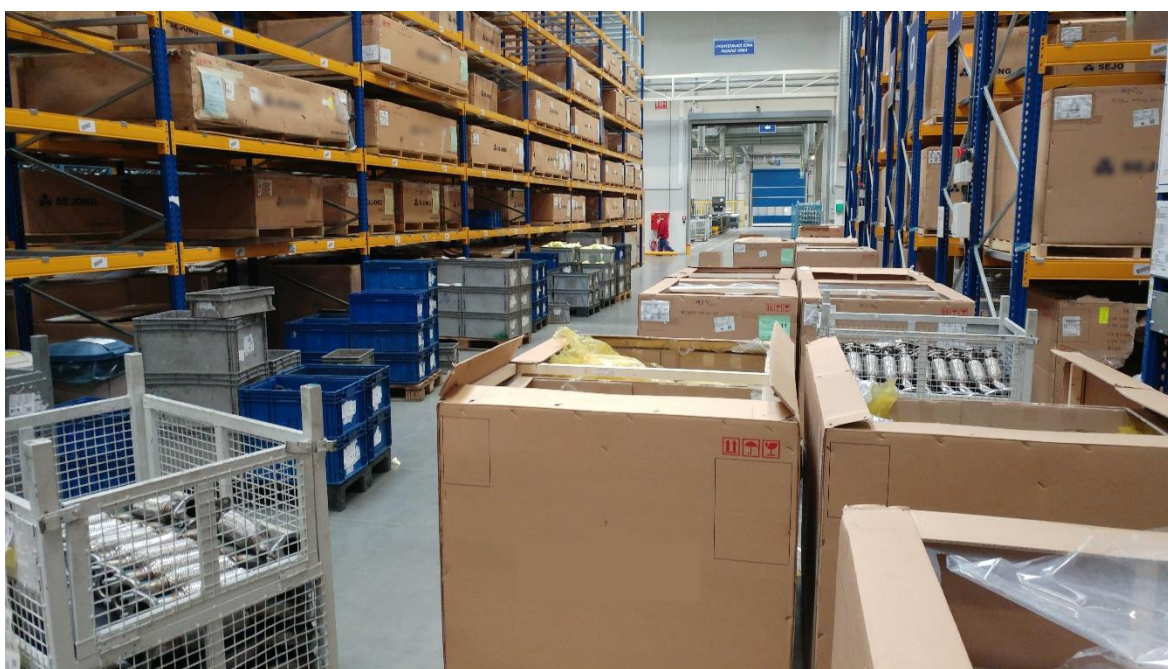
Při normálních podmínkách ve výrobě pracuje picking zóna tak, že se po odvezení jedné dávky materiálu k lince ihned vychystává další zásoba materiálu a není nutné čekat na pokyn nebo požadavek linky. Výhoda tohoto systému je, že materiál je nachystán v předstihu a zůstává zde dostatečný časový prostor pro řešení neočekávaných situací (nedostatek palet, vychystání špatného materiálu atd.).

Ve starší koncepci vychystávání materiálu, kdy měla firma pouze dvě haly, museli skladníci nejprve ve skladu materiál vyhledat a poté ho manuálně vychystat. Vychystané a prázdné krabice se odvezly pomocí VZV a udělaly tak místo dalším krabicím. Jak už bylo popsáno v podkapitole WH Rack, skladovací jednotky byly skladovány pouze v úrovni podlahy, neboť je nebylo možné stohovat. Pracovníkům vychystávání to sice usnadnilo práci, protože byl materiál dobře výškově přístupný, ale za cenu překonávání velkých vzdáleností a celkové špatné organizace skladu. Nové řešení počítá s moderním přístupem, kdy se všechen materiál přesouvá na jedno místo k vychystání pomocí systémových vozíků a zabraňuje zbytečně dlouhým přesunům pracovníků, jejichž pracovní čas se využívá efektivněji.

Současný systém provedení picking zóny by byl připraven zvládnout i mnohem větší požadavky na rychlost vychystávání a množství vychystaného materiálu, které se v budoucnu dají očekávat. Dá se tedy říct, že toto pracoviště pracuje s dostatečnou rezervou pro neočekávaný stav, přičemž zároveň není nesmyslně předimenzované. Je to z toho důvodu, že výkonnostní potenciál picking zóny se odvíjí hlavně od počtu pracovníků, kteří v ní operují. Proto je z ekonomického hlediska výhodné, aby ve směnách, u kterých se nepředpokládá vysoké vytížení linky, pracovalo méně pracovníků vychystávání.



Obr. 11 Přesun materiálu v krabici do picking zóny pomocí systémového vozíku.



Obr. 12 Pohled na picking zónu.

1.6 Výroba (Production)

Do manipulace s materiálem ve fázi výroby spadají všechny manipulační operace, které jsou prováděny v samotné výrobní lince nebo výrobním stroji. U mezioperační manipulace ve strojích a v linkách je požadavek, aby byl materiál dopravován na místo určení v přesné poloze a orientaci a mohly se na něm vykonávat dané operace ještě během dopravy. V mezioperační a operační dopravě se zpravidla užívají kombinované způsoby ruční manipulace s mechanizovanou horizontální dopravou [2].

Pro analyzování manipulace s materiálem ve fázi výroby je nutné nejprve rozdělit výrobní linky na jednotlivé druhy. Linky je možno rozdělit z hlediska manipulace takto [2]:

- a) Linky prosté
- b) Linky poloautomatické
- c) Linky automatické

1.6.1 Linky prosté

Zde je doprava mezi jednotlivými stroji zajištěna mechanicky nebo ručně a vkládání výrobků a vyjímání výrobků ze stroje je ruční [2]. Většina výrobních linek v podniku spadá do definice výrobní linky prosté. Celá výroba se prakticky skládá z jednotlivých svařovacích a tvářecích operací, z nichž každá je vykonávána na zvláštním typu stroje. Zajištění plně automatického provozu by zde vyžadovalo příliš mnoho drahé manipulační techniky, kterou mohou jednodušeji a flexibilněji nahradit pracovníci.

Příkladem prosté linky je linka pro montáž a svařování vnitřních komponent rezonátoru. Line feeder (pracovník zásobování linky) má na starosti přebrání dovezeného materiálu od skladníka a umístění tohoto materiálu do příslušných pozic v lince. KLT boxy mají zpravidla své pozice se skluzy, kudy může obsluha linky komponenty odebírat a prázdné KLT boxy vracet zpět. Kovové ohradové vozíky mají rovněž své dané místo co nejbližší pracovníkovi, který z nich materiál odebírá. Linka se skládá z více strojů, z nichž každý obsluhuje jeden pracovník a mezioperační manipulace mezi nimi probíhá ručně.

Dalším příkladem prosté linky je linka pro kompletaci katalyzátorů. I zde platí předchozí posloupnost práce, jen s rozdílem, že mezioperační manipulace je řešena gravitační válečkovou tratí. Válečkové tratě se používají hlavně v podnicích hromadné a sériové výroby a slouží k přepravě a skladování kusového zboží. Tuto válečkovou trať (viz obr. 13) lze označit za trať výrobní, neboť je součástí linky a obstarává dopravu mezi jednotlivými pracovišti. Výrobní trať se stará o příjem, dopravu a odevzdání různě rozpracovaného materiálu přičemž její funkčnost je vázána na sled dopravovaných předmětů. Trať má prokluzné kolečka, tudíž se otáčivý pohyb přenáší pouze třením mezi zatíženým válečkem a čepem [2]. Válečková trať v podniku je navrhována na zakázku speciálně pro dopravování jednoho typu součástí, v tomto případě katalyzátorů.



Obr. 13 Linka s gravitační válečkovou tratí.

1.6.2 Linky poloautomatické

Doprava mezi stroji je mechanizovaná, ale vkládání do stroje je plně zautomatizováno pomocí nejrůznějších manipulačních prostředků, jako jsou skluzy, podavače atd. Do této definice spadá lock-seaming linka určená pro výrobu pouzder rezonátorů. Výchozím polotovarem pro linku jsou plechové tabule, ze kterých tvářecí stroj ohraňováním vyrábí válcová pouzdra se spojem.



Obr. 14 Lock-seaming linka.

Manipulace s tabulemi plechu je zde řešena systémem pracujícím s podtlakem – přísavkami. Konstrukce daného typu zařízení je vždy řešena tak, aby mělo co nejmenší hmotnost [2]. V tomto případě se jedná o automatizovaný, horizontálně pracující systém, kde jsou přísavky umístěny na pohyblivých ramenech. Podmínkou použití je dostatečně velká upínací plocha, která umožňuje dodržet stanovenou bezpečnost při přepravované hmotnosti. Podle předpisů o bezpečnosti práce je tato bezpečnost stanovena hodnotou $k = 4$ pro horizontální dopravu [2].

Výhody použití vakuových chapadel [2]:

- nehrozí poškození materiálu během manipulace,
- je zajištěno odebírání plechů ze stohu po kusech,
- rychlé uchycení a uvolnění plechu.

Nevýhody použití vakuových chapadel [2]:

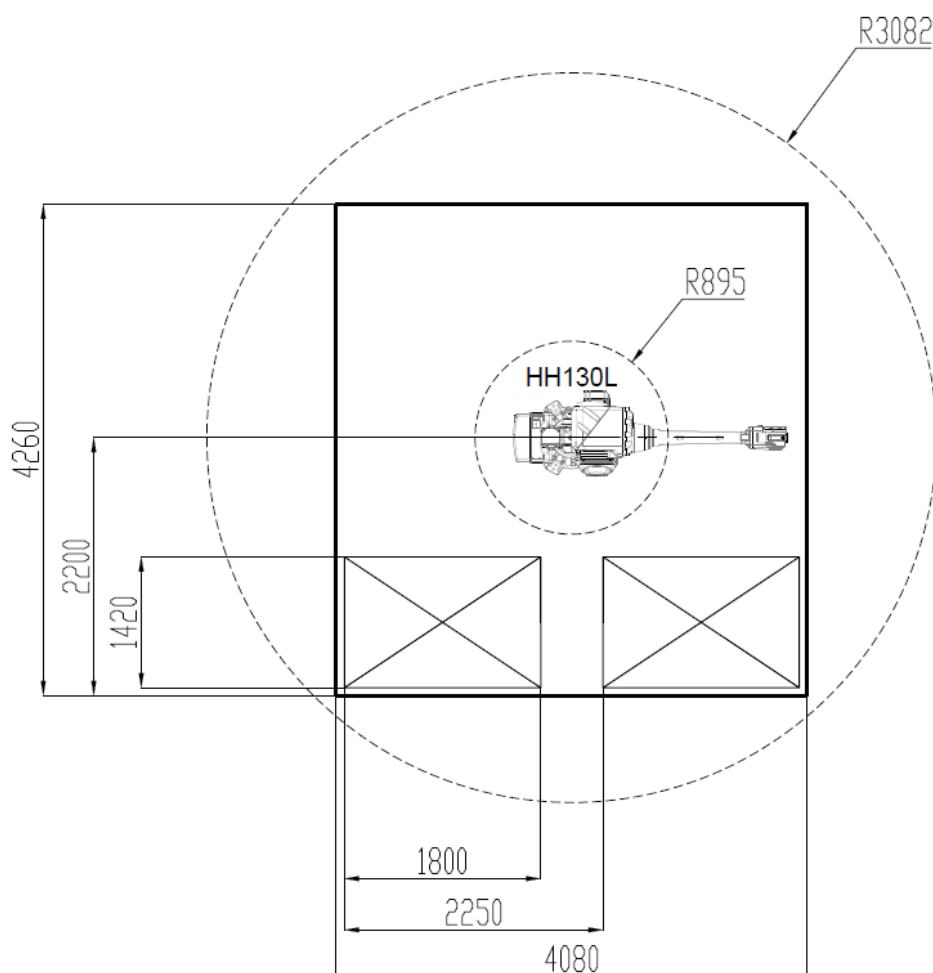
- požadavek na hladký povrch a neprostupnost materiálu,
- nutno počítat s instalací vakuové aparatury,
- nosnost omezena přísavnou plochou a dosaženým podtlakem.

Vždy je v praxi užitečné provést studii efektivnosti daného manipulačního prostředku. Hlavní nevýhoda vakuového zařízení je jeho poněkud složitější konstrukce, nicméně s přihlédnutím k typu dopravovaného materiálu je velká výhoda, že tento systém zajišťuje odebírání plechů po jednom kusu. Provozní teplota většiny vakuových zařízení je mezi $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Náchylné jsou také na zhoršené klimatické podmínky, jako jsou vlhkost, déšť a mráz [4]. Tyto podmínky jsou v hale splněny. Použité zařízení je tedy technologicky správně zvolené a pracuje účelně.

1.6.3 Linky automatické

Lze rozdělit na linky s pružným spojením a tuhým spojením. V obou případech je doprava mezi stroji a operační manipulace plně automatická. V lince s pružným spojením ale na rozdíl od linky s tuhým spojením neplatí podmínka, že výrobní takt zůstává po celou dobu výroby stejný.

Zástupcem pružné automatické linky je plně robotizovaná automatická linka pro svařování výfukových systémů. Její součástí je průmyslový robot Hyundai HH130L určený pro manipulaci s materiálem a pro bodové svařování. Předmětem práce robotu je vykládání kusů z palety, jeho vložení do svařovacího stroje a následné uložení do druhé palety mezi hotové výrobky. Schéma pracoviště (hranice pracoviště je vyznačena tlustou čarou) je na obrázku 15. Zakresleny jsou také palety pro vykládání a ukládání a maximální dosah ramena robotu.



Obr. 15 Schéma pracoviště robotu Hyundai HH130L [5].

Tento robotický manipulátor je tzv. stacionární, stejně jako většina v současnosti používaných průmyslových robotů. Znamená to, že jejich konstrukce je pevně připoutána k podlaze a nemohou se volně pohybovat v prostoru pracoviště. Pracovní prostor tohoto manipulátoru je tvořen pouze dosahem manipulačního ramena a označuje se jako angulární.

Polohovací ústrojí robotu je rameno se zápěstím [5]. Disponuje šesti stupni volnosti realizovanými šesti rotačními kinematickými dvojicemi.

V současnosti se jedná o jediné plně automatizované pracoviště v podniku a do budoucna se dá očekávat rozšiřování o další podobné linky. Nevýhodami použitého robotu jsou vysoké pořizovací náklady a programování, vyžadující vysokou odbornost. Značnou výhodou je naopak schopnost provozu bez lidské práce, což výrazně snižuje dobu návratnosti investice do tohoto manipulačního prostředku.

Tab. 3 Technické údaje použitého robotu [5].

Výrobce	HYUNDAI Robotics
Označení	HH130L
Pohon	AC servomotor
Hmotnost [kg]	1300
Maximální nosnost [kg]	130
Maximální rychlost manipulace [°/s]	270
Pracovní teplota [°C]	0~45



Obr. 16 Průmyslový robot Hyundai HH130L [5].

1.7 Rozpracované výrobky (Material in production)

Každý stroj v lince je určen k tomu, aby provedl určitý technologický krok, jako je např. svaření dílce, vystřížení otvoru, ohnutí trubky nebo montáž komponenty. V rámci racionalizace výroby je každá linka navržena tak, aby prováděla jen omezený počet těchto kroků. Poté je materiál dopraven na další specializovanou linku. Všechny rozpracované výrobky, které se ve výrobním procesu přemísťují z jedné linky na druhou, se označují jako Material in production (MIP), tedy rozpracované výrobky.

Jednotlivé linky v podniku na sebe sice technologicky navazují, ale nejsou na sobě produkčně závislé. To znamená, že si výchozí materiál odebírají z mezikladu, kam byl umístěn z jiné linky. Výhodou takového systému je, že krátkodobější výpadek jedné linky nemá za následek výpadek navazující linky, neboť každá linka disponuje zásobou výchozího materiálu pro svůj proces. Nevýhodou je naopak nutnost vytvořit skladovací prostory pro rozpracovanou výrobu.

Rozpracované výrobky jsou skladovány v první a druhé hale, přičemž se dbá na to, aby byly co nejbližší k lince, která je bude dále zpracovávat. Díky tomu mohou zásobovači linek snadno ručně manipulovat s paletami, aniž by museli překonávat dlouhé vzdálenosti. Nejčastěji je tato rozpracovaná výroba uložena v roltejnerech (otevřených či uzavřených) a nachází se v prostoru vymezeném páskou na podlaze (viz obr. 17).



Obr. 17 Oblast skladování rozpracovaného materiálu.

1.8 Hotové výrobky (Finished good)

Pokud výfukový systém projde všemi fázemi výroby a výstupní kontrolou kvality, je zásobovači linky umístěn do zelené zóny ve třetí hale (viz obr. 18). Tato zóna slouží jako vstupní prostor do skladu hotových výrobků. Obsluha skladu hotových výrobků přemísťuje palety ze zelené zóny na dané pozice ve skladu s pomocí VZV nebo ručně. Pozice jsou označeny podobně jako v regálovém skladu pomocí štítků s čárovými kódy.

K umístění na správnou pozici ve skladu slouží opět systém WMS prostřednictvím PDA (zkratka anglického termínu Personal Digital Assistant) se snímačem čárových kódů. Obsluha skladu sejme čárový kód palety ze zelené zóny a poté kód pozice, na kterou je paleta umístěna. Tím dojde ke spárování palety a pozice v systému WMS. Výsledkem tohoto procesu je lepší orientace ve skladovacích prostorách a přesné data o stavu zásob hotových výrobků.

Všechny palety nacházející se ve skladu hotových výrobků umožňují stohování, ať jde o kovové nebo plastové palety. Vzhledem k rozměrům použitých palet a zdvihu vozíku může na jedné paletě ležet maximálně jedna další. K provedení náročnějších manipulačních operací, jako je právě stohování palet, slouží jeden VZV Yale. Palety jsou vyrobeny na zakázku a celková nosnost nejpoužívanější verze činí 650 kg.

Navzdory velké ploše, kterou sklad hotových výrobků zabírá, zde operuje pouze jeden skladník. Hlavními důvody jsou poměrně malá obrátka zásob a systematické řešení skladování, které umožňuje skladníkovi umístit paletu na danou pozici bez nutnosti zdlouhavého hledání volného místa ve skladu a kontrolování výrobků. O tyto činnosti se stará systém WMS.

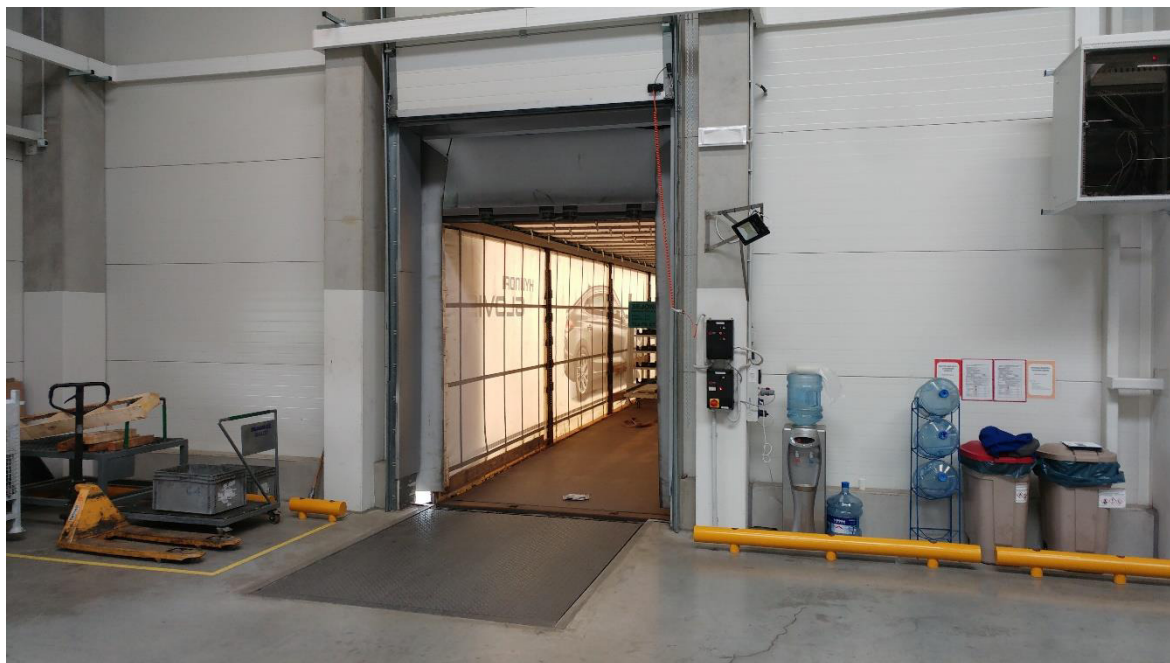


Obr. 18 Zelená zóna ve skladu hotových výrobků.

1.9 Expedice

Oblast pro expedici výrobků z podniku je vybavena podobně jako zóna importu třemi zastřešenými rampami s nakládacími otvory. V jednu chvíli je nakládán vždy jeden kamion, není tedy nutné používat více VZV, než jeden. Vychystání požadovaných palet do zóny expedice včetně naložení kamionu provádí jeden skladník. VZV je zde důležitý hlavně při manipulaci se stohovanými paletami, neboť jde o operaci, kterou skladník nemůže dělat ručně.

Při vychystávání materiálu pro expedici je kladen důraz na dodržování metody FIFO – jako první se vyskladňuje materiál nejstaršího data. Systém WMS tedy dává skladníkovi informaci k vychystání palety s výrobky daného typu, která je ve skladu nejdéle. Tato metoda nahradila starší systém, kdy jako první vyskladněné palety byly ty, ke kterým se skladník nejspíše dostal. Palety byly skladovány příliš blízko u sebe z důvodu nedostačující skladovací plochy. Následkem byla příliš dlouhá doba obratu zásob hotových výrobků, neboť některé palety zůstávaly delší dobu v nepřístupných místech.



Obr. 19 Nakládání kamionu na rampě.

1.10 Použité druhy dopravních vozíků

Dopravní vozíky jsou z hlediska manipulace a přepravy materiálu v podniku stěžejními prvky. Lze je rozdělit mezi vysokozdvížné vozíky, vozíky systémového skladu a nízkozdvižné vozíky. K dobíjení baterií prostředků s elektrickým pohonem slouží dobíjecí stanice na levém okraji třetí haly. Operátor vozíku se včas dozví, kdy je potřeba vyměnit baterii a vybitou baterii může nechat nabít.

1.10.1 Vysokozdvížné vozíky

Vysokozdvížné akumulátorové vozíky se ve vnitropodnikové dopravě používají nejčastěji k nakládání, překládání a vykládání kusového zboží. Pro svůj provoz vyžadují zpevněný a rovný povrch. Zdvih břemen u hydraulických VZV je řešen hydraulickými válci s kloubovým řetězem. Tyto jsou spojeny s vidlicemi, popřípadě jinými vyměnitelnými zařízeními (nosný čep, montážní plošina, chapadla). Pro usnadnění nakládání palet při špatném najetí mají často vozíky boční posuv v řádu stovek milimetrů. Samotné vidlice se dají naklápět dopředu a dozadu [2].

Tab. 4 Technické údaje použitých VZV [6, 7, 8].

	Jungheinrich EFG 218k	Hyundai 20B-9	Yale VL 2200
Počet	1	1	2
Určení	vykládka – import	zásobování linek, mezioperační přeprava	sklad hotových výrobků nakládka – expedice
Pohon, napětí baterie	elektrický	elektrický	elektrický
Napětí baterie [V]	48	48	80
Kapacita baterie [Ah]	750	585	560
Výkon motoru pro pohon/zdvih [kW]	4,5/11,5	4,7/14	10/16
Nosnost [kg]	1800	2000	2200
Stožár	duplex	duplex	triplex
Zdvih [m]	3	3,33	3,35
Hmotnost [kg]	3240	3480	4520

V podniku operují 4 VZV od tří různých výrobců. Vybrané technické údaje těchto vozíků včetně jejich zóny určení jsou uvedeny v tabulce 4.

1.10.2 Vozíky systémového skladu

Systémové vozíky VNA (Very Narrow Aisle, tedy velmi úzká ulička) jsou specifickým prostředkem pro manipulaci ve velmi úzkých uličkách při využití maximální možné výšky skladování. Jejich výhodami jsou rychlost a vysoká úroveň zabezpečení proti kolizi, neboť jsou v uličce přesně vedeny [9, 10]. Systémové vozíky mohou být v uličce vedeny dvěma různými způsoby:

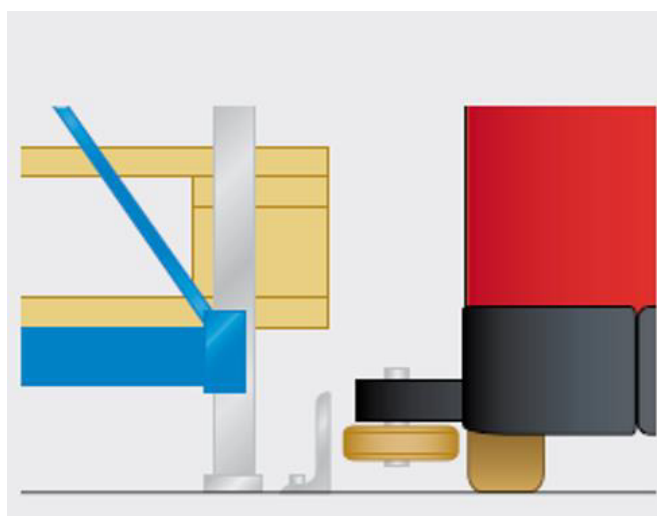
- a) **Mechanické vedení** – v tomto případě je vozík veden v uličkách a v přejezdech mezi uličkami pomocí ocelových profilů umístěných na podlaze po obou stranách vozíku (viz obr. 20)

Výhody mechanického vedení [9]:

- využívá menší šířky uličky, než indukční vedení,
- jednodušší konstrukce,
- nižší náklady na opravu.

Nevýhody mechanického vedení [9]:

- problematické čištění podlahy skladu,
- nutnost zvednout spodní pozice palet v regálu kvůli ocelovému vedení,
- systém podléhá většímu opotřebení než indukční vedení.



Obr. 20 Princip mechanického vedení systémového vozíku v uličce [11].

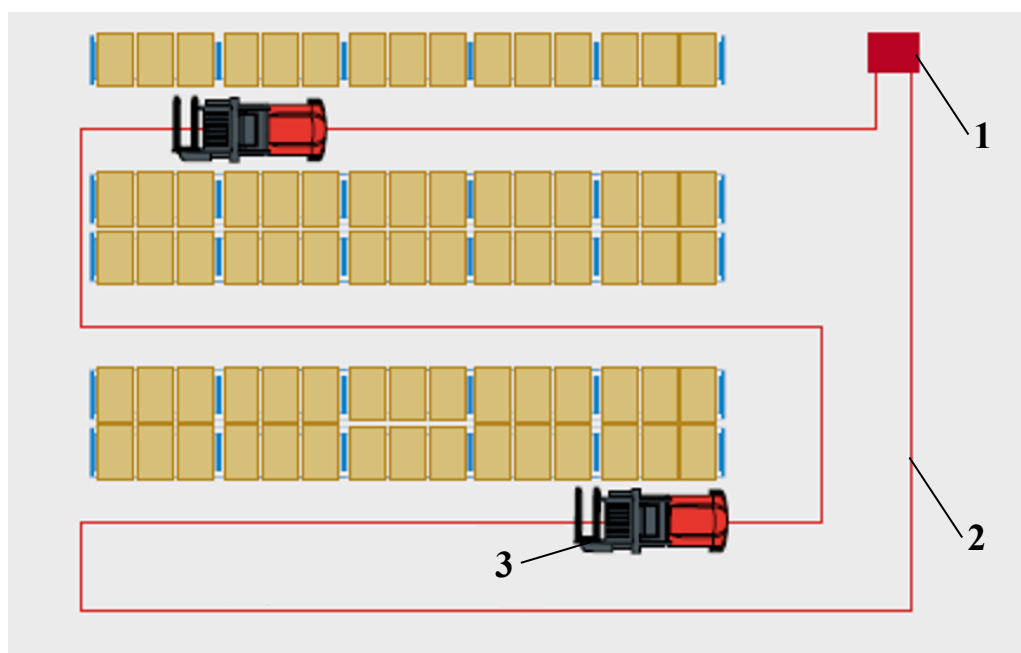
b) **Indukční vedení** – pracuje na principu indukční smyčky. V podvozku vozíku je namontován snímač se sekundárním vinutím transformátoru. V drážce v podlaze je uložen kabel se střídavým elektrickým proudem o určité frekvenci (viz obr. 21), přičemž minimální vzdálenost mezi dvěma vodiči se stejnou frekvencí je 1200 mm.

Výhody indukčního vedení [9]:

- systém podléhá menšímu opotřebení, než mechanické vedení,
- jeho konstrukce nezasahuje do okolí,
- plně automatické přejezdy do uliček.

Nevýhody indukčního vedení [9]:

- vyšší pořizovací náklady, než u mechanického vedení,
- funkčnost systému je závislá na zdroji střídavého napětí a vodiči.



Obr. 21 Systémové vozíky s indukčním vedením [11] (upraveno). 1 – zdroj střídavého napětí; 2 – vodič; 3 – systémový vozík se snímačem

Systémový sklad v podniku neumožňuje použití konvenčních VZV či jiné techniky. Hlavními důvody jsou příliš úzké uličky a regály vyšší, než je běžný zdvih VZV. Výrobci pro účely systémového skladu nabízí platformy systémových vozíků, které je možné na zakázku navrhnout přímo na míru danému skladu. Dva systémové vozíky Jungheinrich pohybující se v regálovém skladu jsou založeny na platformě EKX 410 a jsou navrženy speciálně pro účel odebírání a vkládání palet do regálů s možností vychystávání. Jedná se

o vozík s indukčním vedením a kabinou, která se zvedá souběžně s vidlicemi pro zajištění výhledu obsluhy. Konstrukce takového vozíku se označuje jako *Man-Up*. Tyto vozíky jsou určeny do provozů, kde kromě manipulace s paletami probíhá i vychystávání kusových položek.

1.10.3 Nízkozdvižné ruční vozíky

Nízkozdvižné ruční vozíky, také označované jako ruční paletové vozíky, pracují se zdvihem do 200 mm, který obstarává ruční hydraulické čerpadlo a mohou být vidlicové nebo plošinové. Ručním pohybem oje shora směrem dolů dochází k pumpování tlakové tekutiny a zdvihu rámu vozíku. Výhodami vozíku jsou nízká pořizovací cena, jednoduché použití a nízká hmotnost. Naopak nevýhodami jsou omezený zdvih, potřeba rovného povrchu a nízká přepravní rychlost.

V podniku se používá devět vozíků, které slouží výhradně k přepravě dřevěných a plastových palet na kratší vzdálenosti.

Tab. 5 Technické údaje použitých nízkozdvižných ručních vozíků.

Výrobce	EKWO
Šířka [mm]	520
Maximální výška zdvihu [mm]	200
Délka vidlice [mm]	160
Šířka vidlice [mm]	1150
Nosnost [kg]	2000
Hmotnost [kg]	80



Obr. 22 Nízkozdvižný ruční vozík EKWO [11].

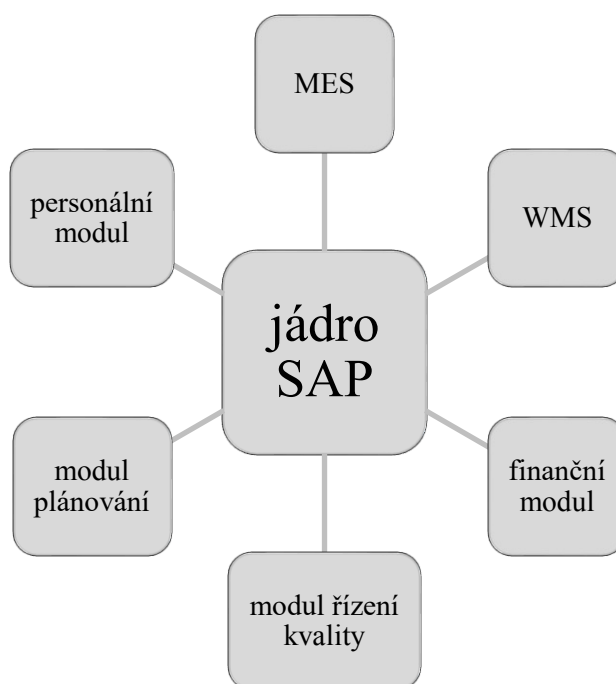
1.11 Podnikový informační systém

Logistické procesy v podniku je potřeba pružně a přesně řídit informačním systémem, aby byly s minimem nákladů zabezpečeny nákup, výroba a distribuce. Investice do tohoto systému s cílem optimalizovat logistiku má vysokou návratnost, neboť samotná logistika zahrnuje širokou oblast aktivit v podniku [13].

Úkolem logistického informačního systému je poskytnout uživateli informace [13]:

- Potřebné a srozumitelné,
- ve správnou chvíli pro rozhodování,
- ve správné kvantitě, tedy co možná nejméně,
- s požadovanou kvalitou – přesné, nezkreslené,
- na správném místě určení.

Za informační systém v podniku lze považovat základní digitální jádro a všechny jeho softwarové nástavby a moduly. Podnik pracuje s digitálním jádrem od společnosti SAP, shromažďující data ze všech modulů, které jsou na něj navázány. Toto jádro umožňuje osazení jednotlivými moduly SAP nebo moduly jiných výrobců, obvykle navrhovanými na zakázku. Takovými moduly jsou WMS a MES (z angličtiny Manufacturing Execution System, tedy výrobní informační systém). Na obrázku 23 je struktura podnikového informačního systému s jeho moduly. V závislosti na druhu provozu je možné některé moduly slučovat nebo dělit. V jiných provozech je tedy běžně modul řízení kvality obsažen ve výrobním systému MES nebo modul plánování v souhrnné logistické nástavbě.



Obr. 23 Struktura využívaného podnikového systému.

Z hlediska skladování a manipulace s materiálem je nejvýznamnější modul WMS. WMS je samostatná nástavba systému SAP, navržená na zakázku pro zajištění automatizace skladovacích a manipulačních procesů. Výstupní rozhraní systému WMS je v podniku dostupné na tabletech, PDA nebo počítačích.

Systém WMS je klíčovým prvkem pro funkci skladu, zásobování linek a krátkodobé plánování, neboť má nejen informace o stavech materiálových zásob, ale také o přesných pozicích, na kterých se zboží nachází. Podstatné informace o stavu zásob předává do systému SAP, odkud k nim mají přístup pracovníci plánování a účetního úseku. Z hlediska dlouhodobého plánování, objednávek a fakturace je tedy podstatnější prostředí SAP.

Nejdůležitější činnosti vykonávané pomocí systému WMS:

- evidování nově přichozího materiálu,
- hledání volných pozic v regálech a ukládání palet na tyto místa,
- zadávání pokynů k vychystávání,
- změna počtu kusů v bedně nebo paletě,
- tisk štítků,
- evidování hotových výrobků a jejich expedice.

2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ NEKONVENČNÍCH METOD V OBLASTI SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE S MATERIÁLEM

V oblasti manipulace s materiálem, jeho skladování a řízení zásob existuje více různých metod a principů, které obvykle slouží ke zrychlení a zkvalitnění výroby nebo k minimalizaci zásob. Každá z těchto metod se řídí svou definicí a i přesto, že je řada z nich rozšířená a známá, spousta provozů tyto metody dlouhodobě nezvládá udržovat. Pokud se tedy podnik rozhodne nějakou z nekonvenčních metod používat, je třeba její prvky jednoznačně zapracovat do jejího logistického modelu. Níže jsou uvedeny některé z těchto metod, jejich popis a výhody vyplývající z jejich použití.

2.1 JIT (Just-In-Time)

Just-in-time, tedy „právě včas“, je princip řízení, kde jsou výroba a dodávky výrobků iniciovány zákazníkem. Jde o metodu, která představuje princip tahu (pull), v němž je snaha vyrábět a dodávat jen takové množství, které zákazník požaduje a přesně v čase, kdy ho potřebuje. Z tohoto důvodu je potřeba upravit tok materiálu, velikost výrobních dávek a úroveň zásob v podniku. Cílem metody je udržování co nejmenších zásob a 100% kvalita výrobků [14, 15].

Vhodné podmínky pro aplikaci metody JIT v podniku [15]:

- zákazník odebírá dodávky spolehlivě a pravidelně podle operativního plánu,
- dodavatel se nachází v blízkosti odběratele kvůli minimalizaci přepravních nákladů,
- dodavatel a odběratel spolu úzce a dlouhodobě spolupracují (výhradní dodavatel),
- dominantní postavení odběratele vůči dodavateli.

V praxi to znamená, že odběratel si nejčastěji pomocí EDI (z angličtiny Electronic Data Interchange, tedy elektronická výměna dat) určuje objednané množství v určitém čase a podnik má za úkol tento požadavek splnit. Nesmí přitom pracovat s předstihem před výrobním plánem. Výsledkem je zamezení plýtvání časem, zvýšení produktivity, úspora skladovacích ploch a zlepšení kvality.

Rozdíly oproti konvenčnímu způsobu řízení [4]:

- kladeny větší nároky na vstupní a výstupní kontrolu kvality,
- snížená velikost výrobních sérií a skladových zásob,
- analýza a eliminace nepotřebných a neefektivních manipulačních činností,
- rychlý tok materiálu a malá doba obratu zásob.

2.2 FIFO (First In First Out)

Metoda FIFO (v překladu první dovnitř – první ven) v logistice předpokládá, že se jako první vyskladňují zásoby získané nejdříve a naopak zásoby získané jako poslední jsou ve frontě na úplném konci. Metoda FIFO je použitelná ve všech místech podniku, kde se nachází zásoby, a kde se dá nastavit, v jakém pořadí se s nimi bude pracovat [4]. Druhy zásob v logistickém systému podniku s ohledem na metodu FIFO jsou na obrázku 24.



Obr. 24 Druhy zásob v logistickém systému a uplatnění metody FIFO [4] (upraveno).

2.3 LIFO (Last In First Out)

Metoda LIFO (v překladu z angličtiny poslední dovnitř – první ven) se dá připodobnit k funkci zásobníku a také se tak někdy označuje. Podle této metody se jako první vyskladňují skladové položky, které byly nabyty nejpozději [4]. V logistické praxi se metoda LIFO vyskytuje mnohem méně, než FIFO. Metoda je použitelná v logistických provozech, kde má nově naskladněný materiál největší prioritu, a kde pomalý obrat starších zásob nemá negativní následky.

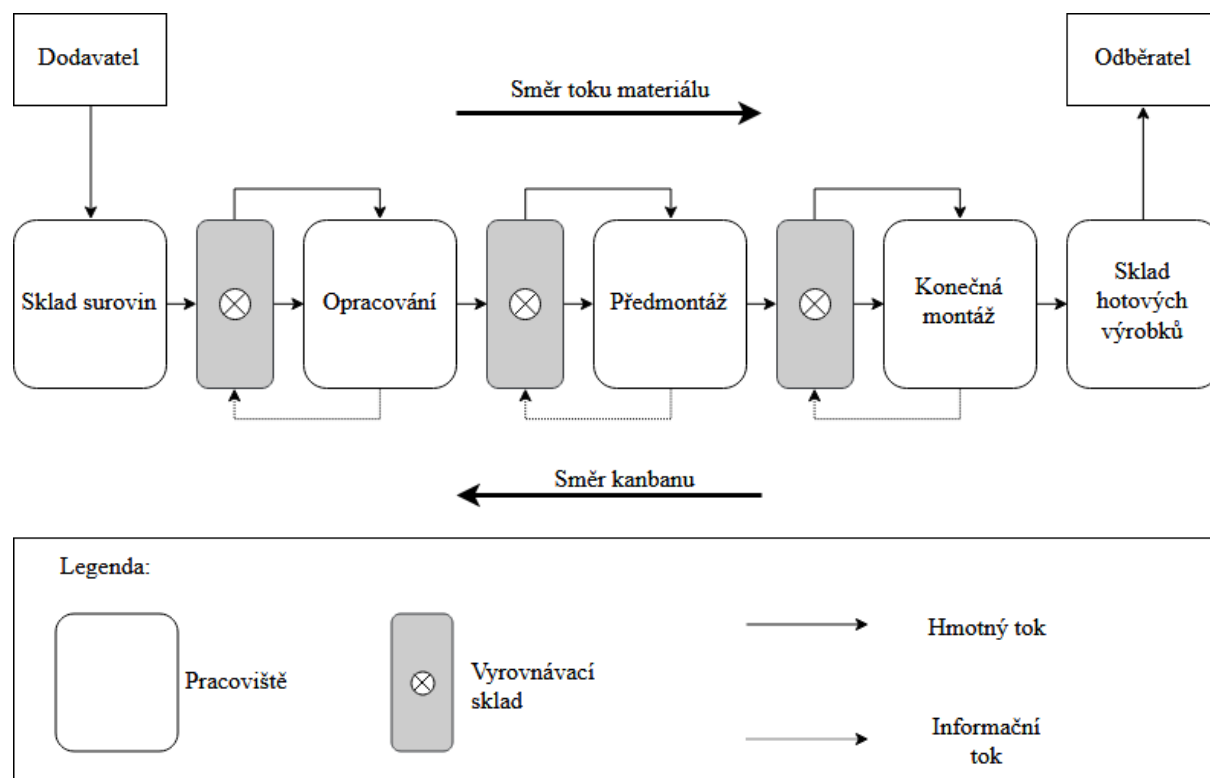
2.4 KANBAN

KANBAN (v překladu z japonštiny karta, štítek nebo také lístek) je koncept řízení pokynů a komunikace mezi jednotlivými místy v podniku, jako například ve skladu. V takovém případě je každé umístění výrobku nebo vyrobené dávky ve skladu označeno kartou. Jakmile je zboží vyskladněno, karta z jeho pozice je předána na začátek výrobního procesu jako pokyn k vyrobení dalších kusů. Karta tedy autorizuje pracovní středisko, aby vyrobilo potřebnou dávku dílů. Jednotlivá pracoviště mohou kartu také použít jako záznam o provedené práci nebo pro objednání dalšího materiálu [15]. Karty tímto způsobem kolují mezi pracovišti v podniku nebo mezi dodavatelem a montážním provozem. Každá karta představuje určitý počet dílů v podniku, je tedy možné pomocí počtu karet kontrolovat stavy materiálu v oběhu [4].

Předpoklady pro funkčnost systému KANBAN [4]:

- každá dávka materiálu musí mít v jednom okamžiku pouze jednu svou kartu,
- pokyn k přesunu materiálu musí vydat pracoviště, které ho momentálně používá (nebo následné pracoviště),
- pracoviště nesmí začít vyrábět, dokud nedostane kartu,
- nesmí se přesouvat nebo vyrábět více materiálu, než kolik udává karta,
- během celého procesu je nutné dodržovat metodu FIFO,
- hotové výrobky se musí ukládat na pozici danou kartou.
- analýza a eliminace nepotřebných a neefektivních manipulačních činností,
- rychlý tok materiálu a malá doba obratu zásob.

Hlavní cíl konceptu je v každé fázi výrobního procesu podporovat „výrobu na výzvu“, tedy bez větších investic snížit množství zbytečných zásob a zlepšit přesnost dodávek [14]. Nejlépe se uplatní v provozech, které využívají systémy JIT a princip štíhlé výroby. Provoz by měl mít rovnoměrný odbyt (hromadná a sériová výroba) a proto je nejvíce rozšířen v automobilovém průmyslu [15]. Graficky je využití systému KANBAN popsáno na obrázku 25. Jedná se o zjednodušené schéma závodu s hmotnými a informačními toky v průběhu výrobního procesu.



Obr. 25 Systém KANBAN a jeho informační a materiálové toky [14, 16] (upraveno).

3 NÁVRH OPTIMALIZACE SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE S MATERIÁLEM

Firemní know-how týkající se logistiky a skladování bylo ve velké míře převzato od mateřské firmy SEJONG INDUSTRIAL CO., Ltd. Z tohoto důvodu je potřeba dbát na to, aby navržené vylepšení nebo změna nenarušila celistvost zaběhnutého systému a nebyla ve finále kontraproduktivní. Tímto se postup při řešení takového úkolu výrazně liší od běžných firem, využívajících převážně konvenční prostředky a vybavení. Firma již využívá následujících nekonvenčních metod z minulé kapitoly:

- **FIFO** – ve skladu hlídá dodržování metody systém WMS. Zásady FIFO jsou dodržovány v celém materiálovém toku,
- **JIT** – výroba v podniku je iniciována zákazníkem a jsou plněny přísné podmínky pro zajištění dodávek výrobků v přesných časech,
- **KANBAN** – metoda se uplatňuje v picking zóně, kde pracovníci vychystávání předávají picking coordinatorovi informaci (náhrada kanban karty) o vychystání potřebného množství materiálu a ten vydá pokyn k přivezení dalšího materiálu.

Navržené řešení pro optimalizaci skladování a manipulace s materiálem zahrnuje změnu způsobu zásobování linek a práce v zóně vychystávání při zachování funkčnosti výše uvedených metod, které podnik v současnosti používá.

3.1 Automaticky řízené vozíky (AGV)

AGV (automated guided vehicle), je specializovaný, plně automatizovaný transportní systém, který je určen k manipulaci s materiálem a jeho dopravě. Disponuje vlastním pohonem a dá se rozšířit také o automatický systém složení nákladu. Systémy AGV prošly více než padesátiletým vývojem a v současnosti se nejčastěji používají k zásobování linek a skladů v automobilovém a elektrotechnickém průmyslu. V některých provozech dokonce plní funkci hlavního transportního prostředku [17, 18].

Automatické vozíky se vyrábějí nejčastěji v těchto provedeních:

- **Plošinové vozíky** – pro převoz těžších a prostorově náročných břemen. Lze vybavit např. manipulačním stolem,
- **Automatické tahače** – nejčastější druh AGV. Používá se k horizontální přepravě materiálu naloženého na jednotlivých vozících za tahačem,
- **Vysokozdvížené vidlicové vozíky** – pro přepravu paletového materiálu a jeho zakládání,
- **Nízkozdvížené vidlicové vozíky** – pro horizontální přepravu paletového materiálu,
- **Vysokozdvížené systémové vozíky VNA** – plně automatizované vozíky systémového skladu (nejpokročilejší forma AGV).

V současném provozu se o zásobování jednotlivých linek kusovým materiálem stará konvenční VZV s operátorem nebo nízkozdvizný ruční vozík. V tomto případě se jedná pouze o přepravu vychystaných KLT boxů na jednotlivá stanoviště ve výrobě. Během dopravy nedochází k náročným manipulačním operacím a přepravované boxy vzhledem ke své hmotnosti nevyžadují podpůrný manipulační prostředek. Z tohoto důvodu se jeví použití automaticky řízeného tahače jako vhodná možnost pro zefektivnění výroby a manipulace s materiálem.

3.2 AGV tahač CEITruck 500A

Tento automaticky naváděný bezobslužný tahač je navržen speciálně pro tažení vagonů (periferií) s materiálem podle předdefinované dráhy. Systém tvoří tažnou soupravu (logistický vláček) s maximální rychlostí dopravy 2 km/h na rovném úseku [19]. V nabídce jsou různé druhy vagonů, překladačů a dopravníků. Pro tento případ je zvolen konvenční kolečkový vagon s pevnou ložnou plochou pro ukládání KLT boxů.



Obr. 26 Tahač CEITruck s připojenými vagony [20].

3.2.1 Navigace

V současnosti používají AGV více druhů navigace. Nejpoužívanějšími navigacemi jsou indukční, laserová nebo optická. Dráha zvoleného tahače je dána magnetickou páskou na podlaze. Vozík je od výroby vybaven magnetickým snímačem v podvozku. Řídící jednotka vyhodnocuje dráhu vozíku a provádí korekci směru. Magnetická páska může být nalepená na povrchu podlahy nebo ve vyfrézované drážce pro větší odolnost vůči opotřebení.

3.2.2 RFID technologie

Po vymezení dráhy pohybu je dále nutné navrhnout, jak budou tahači zadávány konkrétní příkazy (stůj, zrychli, čekej atd.). Zvoleno bylo řešení s programovatelnými RFID čipy, umístěnými podél dráhy pohybu [19].

RFID (Radio Frequency Identification, tedy v překladu z angličtiny radiofrekvenční identifikace) je jednoznačná identifikace za pomoci vysokofrekvenčního signálu. Programovatelný RFID čip ukládá ve svém obvodu informace a reaguje na vysílání signálu z vysílače. AGV je vybaven vysílačem a přijímačem signálu RFID schopným zaznamenat čip do vzdálenosti 100 mm. Vysílač nepřetržitě generuje elektromagnetické vlnění a v případě blízkosti čipu zaznamená přijímač odezvu. Tou je identifikační číslo příkazu.

Jednotlivé příkazy uložené v RFID čípech podél dopravní dráhy je možné přeprogramovat PDA přístrojem určeným na programování těchto čipů. Lze tedy jednoduše měnit pracovní cyklus vozíku.

Tab. 6 Technické údaje tahače CEITruck 500A [20].

Výrobce	CEIT
Označení	CEITruck 500A
Šířka [mm]	900
Výška [mm]	1155
Délka [mm]	1410
Maximální hmotnost nákladu [kg]	500
Maximální rychlost [m/s]	2
Nejmenší poloměr otáčení [m]	1,1
Pohon	DC elektromotor
Baterie	3 x 12 V

3.2.3 Umístění a funkce

V optimalizačním návrhu se počítá s jedním AGV tahačem umístěným na konci vychystávací zóny. Tahač nemá za úkol úplně převzít úkol zásobování linek, nýbrž zefektivnit dopravu lehkého kusového materiálu, který se nyní dopravuje pomocí ručních vozíků nebo pomocí VZV.

Po manuálním naložení vychystaných boxů na korby vagonů bude ručně spuštěn pracovní proces tahače, který pojede zásobovací trasou vyznačenou magnetickou páskou. Na každé lince bude přesný typ boxu manuálně vyložen zásobovačem linky a tahač se přesune k dalšímu stanovišti. Prázdné KLT boxy se naloží na korbu a dovezou zpět pracovníkům vychystávání k dalšímu použití. Dopravní cesta tahače tvoří uzavřenou smyčku, takže se vrátí vždy zpět do picking zóny, kde je možné dobít baterii nebo naložit novou dávku materiálu a opakovat proces.

3.3 Systém válečkových drah

Spádové válečkové regály pracují na principu válečkových dopravníků. Zboží je do nich ze strany položené výš zakládáno a z níže položené strany odebíráno. Spádové regály zajišťují stálý přísun zásob a dodržování zásady FIFO. Ložná plocha je složená z jednotlivých segmentů válečkových drah ve více úrovních nad sebou.

Podél celého odbytiště vychystávací zóny se nachází dvojřadový příhradový regál, který je součástí regálového skladu a slouží ke skladování zásob na paletách. Z tohoto důvodu zde není volný prostor pro montáž konvenčních spádových regálů. Možným řešením je přestavení spodního patra příhradového regálu na víceúrovňový spádový systém s válečkovými drahami. Jednotlivé segmenty pro tento účel vyrábí např. firma BITO.



Obr. 27 Spodní patro příhradového regálu přepracované na systém s válečkovými drahami (příklad) [22].

Traverzy příhradového regálu zároveň slouží také jako podpurná konstrukce systému válečkových drah. Výhoda tohoto systému je také jednoduchá montáž, demontáž a možnost rozšíření o další segmenty.

Pracovníci picking zóny na vyšší straně válečkové dráhy mohou ukládat vychystané KLT boxy do spádového regálu, který bude zároveň plnit funkci zásobníku. Na druhé straně válečkové dráhy bude skladník, nakládající KLT boxy z regálu na automaticky řízený vozík.

3.3.1 Parametry systému

Pro tento případ je zvolena varianta válečkové dráhy se zvýšenou nosností do 30 kg na kus a odolnějšími kovovými válečky. Podrobné specifikace zvolené varianty jsou v tabulce 7.

Tab. 7 Technické údaje systému válečkových drah BITO [23].

Výrobce	BITO
Označení	Víceúrovňový systém s válečkovými drahami
Šířka pole [mm]	2700
Hloubka regálu [mm]	2450
Užitná hloubka [mm]	2350
Nosnost police [kg]	960
Nosnost segmentu [kg]	160
Průměr válečku [mm]	25
Rozteč válečků [mm]	84
Počet segmentů v jedné úrovni	6



Obr. 28 Detail segmentu zvolené varianty válečkové dráhy [23].

3.3.1 Počet potřebných úrovní drah

Základem systému je jedna úroveň dráhy, která se skládá z šesti segmentů (viz obr. 28). Při výpočtu potřebného počtu úrovní je nutné vycházet z maximálního možného počtu vychystaných KLT boxů v picking zóně a z maximálního počtu boxů v jednom segmentu. Dá se předpokládat, že v reálném provozu nebude dosahováno takového vytížení. Sledováním bylo zjištěno, že maximální počet vychystaných KLT boxů je 66.

Tab. 8 Rozměry boxů a segmentů [23].

Rozměry	KLT box	Segment
Šířka [mm]	400	446
Délka [mm]	600	2350

Maximální povolený počet KLT boxů v jednom segmentu:

$$n_b = \frac{d_s}{d_b} = \frac{2350}{600} = 3,92 \approx 3 \text{ ks} \quad (1.1)$$

kde:

d_s ... užitná délka segmentu [mm]

d_b ... délka KLT boxu [mm]

n_b ... maximální povolený počet boxů v segmentu [ks]

Počet potřebných segmentů:

$$n_s = \frac{P_{max}}{n_b} = \frac{66}{3} = 22 \text{ ks} \quad (1.2)$$

kde:

P_{max} ... maximální počet vychystaných KLT boxů [ks]

n_s ... počet potřebných segmentů [ks]

n_b ... maximální povolený počet boxů v segmentu [ks]

Počet potřebných úrovní:

$$n_u = \frac{n_s}{P_s} = \frac{22}{6} = 3,66 \approx 4 \text{ ks} \quad (1.3)$$

kde:

P_s ... počet segmentů v jedné úrovni [ks]

n_u ... počet potřebných úrovní [ks]

n_s ... počet potřebných segmentů [ks]

Jeden segment by teoreticky byl schopen pojmout čtyři boxy, ale takové řešení by bylo poddimenzované vzhledem k tomu, že do budoucna se dá očekávat spíše zvyšování množství přepravovaného materiálu. Maximální povolený počet KLT boxů v jednom segmentu je tedy stanoven na 3.

Pro realizaci řešení je nutno počítat se čtyřmi válečkovými drahami. Pro lepší přístupnost se nachází v každém sloupci příhradového regálu pouze dvě úrovně. Čtyři válečkové dráhy tedy budou umístěny ve dvou regálových řadách.

4 POPIS PŘÍNOSŮ VYPLÝVAJÍCÍCH Z NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Navrhované řešení optimalizace se skládá z automatického tahače CEITruck 500A a použití systému válečkových drah BITO. Obě části řešení jsou propojené, neboť automatický tahač spoléhá na rychlou nakládku materiálu ze spádového regálového systému a zároveň tento systém může fungovat pouze, pokud se materiál odebírá z opačné strany regálu, což je výchozí pozice tahače. U navrhovaného řešení se docílí následujících zlepšení.

Přínosy AGV tahače CEITruck 500A:

- Automatizace procesu dopravy materiálu k linkám – pracovník je nutný pouze pro naložení a složení nákladu,
- v kombinaci s použitím válečkového dopravníku úspora logistických kapacit,
- samostatný a plynulý pohyb po vymezené dráze,
- menší šířka ve srovnání s konvenčním VZV,
- bezpečnější provoz díky systému zabraňujícímu kolizi,
- možnost jednoduše přepracovat dráhu tahače nebo změnit příkazy,
- minimalizace chyb během transportu.

Přínosy systému válečkových drah BITO:

- Uvolnění prostoru ve vychystávací zóně,
- snadnější a přehlednější způsob skladování vychystaného materiálu,
- zajištění metody FIFO,
- jednoduché rozšíření o další úrovně dráhy,

4.1 Pořizovací náklady a návratnost

Důležitými aspekty při popisování výhod a přínosů navrhovaného zlepšení jsou pořizovací náklady a návratnost investice.

- a) Systém válečkových drah BITO – pořízení tohoto systému uvolní prostor v picking zóně a usnadní práci pracovníkům vychystávání. Bude hrozit menší riziko kolize, které by znamenalo mimo jiné finanční škodu, pracovníci budou pracovat efektivněji a zvládnou za stejný čas více úkolů. Systém bude trvale udržitelný s možností dalšího rozšiřování kapacit a úspory skladovací plochy, což podniku finančně prospěje.
- b) AGV tahač CEITruck 500A – pořizovací náklady jsou výrazně vyšší, než u konvenčních prostředků, avšak v případě zásobování pomocí VZV by byla potřeba do budoucna očekávat pořízení dalšího VZV z důvodu navyšování výrobních kapacit. To by také znamenalo obsazení dalších pracovníků obsluhy

tohoto vozíku ve více směnách a výrazné náklady navíc pro provoz podniku. Návratnost tedy spočívá hlavně v ušetření za provoz VZV, kterých by do budoucna přibývalo a v ušetření času pracovníků, kteří se nemusí věnovat nahraditelné stereotypní práci. V případě zvyšování výrobních kapacit se pouze systém rozšíří o další vagony.

Tab. 9 Pořizovací náklady navrhovaných řešení.

Položka	Počet kusů	Cena jednoho kusu
Kompletní systém tahače včetně instalace a příslušenství	1	1 977 000 Kč
Jedna úroveň válečkové dráhy s šesti segmenty	4	31 860 Kč
Celková investice	2 104 440 Kč	

ZÁVĚR

Hlavním úkolem práce byla analýza současného systému vnitropodnikového skladování a dopravy materiálu. Pro zachování přehlednosti a systematičnosti bylo potřeba tuto analýzu rozdělit na jednotlivé oblasti, kterými materiál postupuje od příjmu k výdeji hotových výrobků. V celém procesu manipulace a skladování je využito více druhů moderních manipulačních prostředků a logistických metod, které lze za pomoci literatury blíže popsat a dostat tak ucelený a objektivní pohled na jejich funkčnost v praxi, který je využitelný při budoucím projektování podobných provozů. V této souvislosti byla také popsána norma ČSN 26 9030, která popisuje zásady bezpečné manipulace a skladování. Praktickým příkladem podobného předpisu je zákaz manipulace s dřevěným materiálem v blízkosti svařovacích zařízení, kvůli kterému není možné využívat původní dřevěné palety pro zásobování linek, ale je nutné jejich nahrazení plastovou alternativou. Na několika stranách byl shrnut současný výčet manipulačních prostředků používaných v podniku s jejich technickými specifikacemi. Zvláštní prostor pak byl vyhrazen pro vozíky systémového skladu, v současné době stále více využívanými prvky regálových skladů. Samostatná podkapitola se také zabývá podnikovému informačnímu systému, bez kterého moderní JIT provoz prakticky nemůže fungovat.

V rešeršní části jsou mimo jiné popsány vybrané nekonvenční metody ve zkoumané oblasti a jejich využití ve firmách. Je nutno zmínit, že využívání těchto metod má stoupající tendenci, avšak podniky často při snaze o jejich zavedení naráží na problém s vlastními kapacitami a schopnostmi. Tyto metody totiž mohou fungovat efektivně pouze tehdy, kdy jsou pro ně optimální podmínky a firma je ochotna věnovat finance a úsilí do jejich realizace (např. proškolení a udržování disciplíny pracovníků).

Během výzkumu ve firmě byl zjištěn i prostor pro zefektivnění současné manipulace s kusovým materiálem. Jako řešení bylo navrženo použití automatického tahače k transportu kusového materiálu k linkám a instalace spádových válečkových drah do zóny vychystávání.

AGV je vysoce moderní automatizovaný systém a je nutno zmínit, že kvůli jeho vysoké pořizovací ceně a nárokům (kvalita povrchu, informační systém) není vhodný do kusové výroby nebo podniků vyrábějící prototypy. Ve zkoumaném podniku jsou podmínky pro jeho zavedení příznivé a pořízení tohoto systému se jeví jako přínosné. Naproti tomu systém válečkových drah je především prvkem racionalizace dosavadního logistického modelu a s přihlédnutím k nízkým pořizovacím nákladům je u tohoto prostředku předpokládána krátká doba návratnosti investice.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. *SEJONG Czech s.r.o.* [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.sjcz.cz/>
2. DRAŽAN, František a Karel JERÁBEK. *Manipulace s materiálem: vysokoškolská učebnice*. Praha: SNTL, 1979.
3. LAMBERT, Douglas M. a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Vyd. 2. Praha: Computer Press, 2000. Business books (Computer Press). ISBN 80-722-6221-1.
4. Teplotní podmínky a manipulace s přísavkami. *KMB* [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.kmbss.cz/Clanek/107/Teplotni-podminky-a-manipulace-s-prisavkami>
5. HH130L Robot for industrial use. *HYUNDAI Robotics* [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: http://www.hyundai-robotics.com/english/product/product1_view.html?no=33
6. Jungheinrich – typový list EFG. *Jungheinrich – Elektrické vysokozdvížené vozíky* [online]. [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: http://www.jungheinrich.cz/fileadmin/minion/cz/tx_jhproducts_ffz/7164_cs-cz/assets/typovy_list_efg_213_215_216k_216_218k_218_220.pdf
7. 18B-9 Forklift. *Hyundai – Electric Counterbalance Forklift Trucks* [online]. [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <http://hyundai.eu/en/products/forklifts/electric-counterbalance-forklift-trucks/18-b-9-forklift>
8. Yale VL series Electric Forklift Trucks. *Yale – elektronický katalog* [online]. [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <http://viewer.zmags.com/publication/cd22ee6b#/cd22ee6b/4>
9. ZEMAN, Josef. Systémové vozíky zvyšují kapacitu skladů. *Systémy Logistiky* [online]. 2015, (142) [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.systemylogistiky.cz/2015/05/15/systemove-voziky-zvysuji-kapacitu-skladu/>
10. OVESNÝ, Jiří. Systémové vozíky šetří skladovou plochu. *Systémy Logistiky* [online]. 2013, (127/10) [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.systemylogistiky.cz/2014/02/24/systemove-voziky-setri-skladovou-plochu/>
11. ZEMAN, Josef. Jak vyřešit manipulaci ve stále užších uličkách. In: *Informační logistický portál* [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: www.eulog.cz/img/konference/04%20-%20LINDE.pptx
12. Ruční paletový vozík EKWO. In: *Im9.cz* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://im9.cz/iR/importprodukt-orig/6d4/6d43917816ae6adff8dc9703cb7167b0.jpg>
13. JERÁBEK, Karel. *Logistické a přepravní technologie*. České Budějovice: Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2013.
14. JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.
15. KUBÍK, Roman a Jan STREJČEK. *Technologické projekty a manipulace s materiálem*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-214-5260-2.
16. Kanban & Just In Time (JIT). *Vative* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://vative.com.au/lean-tools/pull-systems-push-systems-kanban-just-in-time-jit/>

17. NERADILOVA, Hana a Gabriel FEDORKO. *Simulation of the supply of workplaces by the AGV in the digital factory* [online]. 2017 [cit. 2018-05-08].
Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817326565>. College of Logistics Prerov, Faculty BERG, Technical University of Kosice.
18. Automated Guided Vehicles (AGVs). *Egemin and Dematic* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://egeminusa.com/automated-guided-vehicles/>
19. Průmyslová automatizace. *CEIT* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: http://www.ceit-cz.cz/nase_reseni/technicke-inovace/
20. AGV ve Škoda Auto Mladá Boleslav. In: *CEIT* [online]. [cit. 2018-05-08].
Dostupné z: http://www.ceit-cz.cz/wp-content/grand-media/image/DSC_1945.jpg
21. *ProIN: Nový typ ťahača rozširuje možnosti automatizácie v priemysle* [online]. 2016, 17(3) [cit. 2018-05-09]. ISSN 1339-2271. Dostupné z: http://ceitpro.eu/wp-content/uploads/2017/04/ProIN_03_2016.pdf
22. Spádový regálový systém. In: *Robopal* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.robopal.cz/art/spadove02.jpg>
23. Katalog produktů BITO. *BITO skladovací technika* [online]. [cit. 2018-05-10].
Dostupné z: <http://www.policovyregal.eu/images/BITO-produktovy-katalog-2016.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Popis
AC	střídavý proud
AGV	Automated Guided Vehicle
DC	stejnsměrný proud
EDI	Electronic data interchange
FIFO	First In, First Out
JIT	Just In Time
KLT	Kleinladungsträger – německý název pro euro kontejner
LIFO	Last In, First Out
MAG	Metal Active Gas
MES	Manufacturing Execution System
MIP	Material In Production
PDA	Personal Digital Assistant
RFID	Radio Frequency Identification
TIG	Tungsten Inert Gas
VNA	Very Narrow Aisle
VZV	Vysokozdvížený vozík
WMS	Warehouse management system

Symbol	Jednotka	Popis
db	[mm]	délka KLT boxu
ds	[mm]	užitná délka segmentu
k	[-]	koeficient bezpečnosti pro horizontální dopravu
nb	[ks]	maximální povolený počet boxů v segmentu
ns	[ks]	počet potřebných segmentů
nú	[ks]	počet potřebných úrovní
P _{max}	[ks]	maximální počet vychystaných KLT boxů
P _s	[ks]	počet segmentů v jedné úrovni