ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: 6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality

Automatická inventura venkovních obalových jednotek v logistice ŠKODA AUTO a.s.

Bakalářská práce

Petr Kabátník

Vedoucí práce: Ing. Pavel Wicher, Ph.D.

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.
Katedra řízení výroby, logistiky a kvality

Akademický rok: 2020/2021

ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Petr Kabátník**

Studijní program: Ekonomika a management

Obor: Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality

Název tématu: **Automatická inventura venkovních obalových jednotek v logistice ŠKODA AUTO a.s.**

Cíl: Cílem práce je nalézt a analyzovat variantní řešení pro automatickou inventuru obalových jednotek skladovaných na venkovních plochách v mladoboleslavském závodě společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Rámcový obsah:

1. Proveďte literární rešerši na téma interní logistika se zaměřením se na obaly a inventury.
2. Popište a analyzujte současný stav inventury prázdných obalů.
3. Popište již vyzkoušená a implementovaná řešení.
4. Charakterizujte a analyzujte jednotlivá navrhovaná řešení nového systému inventury.
5. Navrhovaná řešení expertně vyhodnoťte.

Rozsah práce: 25 – 30 stran

Seznam odborné literatury:

1. GROS, I. *Velká kniha logistiky.* 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.
2. TURN, S. Inventory and Warehouse Management Best Practices. [online]. 2020. URL: https://www.smartturn.com/pdf/inventory-warehouse-management-best-practices-ebook.pdf.
3. JUROVÁ, M. *Výrobní a logistické procesy v podnikání.* 1. vyd. Grada Publishing, 2016. 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

Datum zadání bakalářské práce: prosinec 2019

Termín odevzdání bakalářské práce: prosinec 2020

L. S.

Ing. Pavel Wicher, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.
Garant studijního oboru

Mgr. Petr Šulc
Prorektor ŠAVŠ

Petr Kabátník
Autor práce

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval(a) samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil(a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí OS.17.10 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom(a), že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 20.11.2020

Kubánek Petr

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Pavlu Wicherovi, Ph.D. za jeho vynaložený čas, vstřícný přístup, odborné vedení závěrečné práce a za cenné rady, které mi při konzultacích poskytoval.

Obsah

Seznam použitých zkratek a symbolů

BHM	Behältermanagement
ČSN	Česká technická norma
ČR	Česká republika
EAN	European Article Number
EU	European Union
EUR	Europaleta
GLT	Großladungsträger
GPS	Global Positioning System
GSM	Groupe Spécial Mobile
HF	High Frequency
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
ISO	International Organization for Standardization
KLT	Kleinladungsträger
LF	Low Frequency
LIDAR	Light Detection And Ranging
LKW	Lastkraftwagen
LPWAN	Low Power Wide Area Network
QR	Quick Response
RFID	Radio Frequency Identification
ŠA	ŠKODA AUTO a.s.
UHF	Ultra High Frequency
UI	Umělá inteligence

Úvod

Skokové převratné inovace, které byly odstartovány novou technologií byly historicky nazývány průmyslovými revolucemi. V 18. století změnil svět parní stroj a tehdy se začalo hovořit o první průmyslové revoluci. Druhou průmyslovou revoluci na počátku 20. století charakterizovala pásová výroba a využívání elektrické energie. Za třetí průmyslovou revoluci označujeme dobu vzniku počítačů a prvních automatizovaných linek v 70. létech 20. století. Roku 2013 byl představen pojem Průmysl 4.0, jež je často označován za čtvrtou průmyslovou revoluci.

Koncepce Průmysl 4.0 označuje současný rostoucí trend digitalizace spojené s automatizací. Opírá se o komunikační a informační technologie včetně možností uchování velkého množství souborů. Hlavním hybatelem této průmyslové revoluce jsou počítače s umělou inteligencí, které jsou schopny mezi sebou komunikovat a rozhodovat se zcela bez zásahu člověka.

Těžká nebezpečná rutinní práce má být v budoucnu zcela nahrazena umělou inteligencí a automatizovanou prací robotů. Lidská práce bude zastoupena tvořivými pracovníky s jistým stupněm odborné kvalifikace. Velké množství oborů zanikne, na druhou stranu však vznikne mnoho nových pracovních odvětví. Řada nových strojů bude potřebovat kvalifikovanou obsluhu, údržbu a kvalifikované vývojáře. Celý tento proces restrukturalizace by měl vést ke zvýšení produktivity firem, zvýšení kvality života, úspoře nákladů, času a ke snížení dopadů na životní prostředí. Kromě těchto pozitiv s sebou však přinese Průmysl 4.0 i řadu negativ. Mezi negativa můžeme zařadit hackerské útoky, kterým budou muset podniky v budoucnosti čelit. Velké množství finančních prostředků se bude muset proinvestovat, aby podniky splňovaly moderní standardy. Dále budou muset vzniknout kvalifikovaná učiliště a školy, které výborně připraví budoucí pracovníky na práci s novými technologiemi. (Nenadál a kol., 2018)

Právě jeden z těchto případů je řešen v rámci této bakalářské práce. Hlavním cílem práce je nalézt a analyzovat variantní řešení pro automatickou inventuru obalových jednotek skladovaných na venkovních plochách v mladoboleslavském závodě společnosti ŠKODA AUTO a.s. (dále jen ŠA).

Nové řešení má nahradit současnou zastaralou koncepci, kdy je inventura prováděna manuálně, novým způsobem, který se obejde bez lidské pracovní síly a který bude korespondovat se současnými trendy Průmysl 4.0. Hlavními výhodami bude úspora nákladů a vysoká spolehlivost výsledků inventury.

Teoretická část práce je tvořena literární rešerší. První kapitola je věnována společnosti ŠA, je zde zmíněna její historie, současnost a plány do budoucna. Dále je zde okrajově popsána historie koncernu Volkswagen Group. Ve druhé kapitole je vysvětleno, čím se zabývá logistika. Jsou zmíněny její základní cíle a oblasti. Dále je blíže popsána oblast interní logistiky. Poté jsou vysvětleny pojmy skladování a sklad. Na základě těchto pojmů jsou popsány operace ve skladech a funkce skladů. Závěrem kapitoly jsou popsány pojmy reverzní logistika a inventura. Třetí kapitola se zabývá obaly, ty jsou nejdříve vysvětleny v širší rovině. Poté jsou popsány funkce obalů a práce se zabývá také jednotlivými druhy obalů. Na závěr kapitoly je vysvětleno, k čemu slouží manipulační jednotky.

V praktické části je ve čtvrté kapitole popsána logistika ve společnosti ŠA a fungování centrálního skladu prázdných obalů. Dále je popsána analýza současného stavu inventury venkovních obalových jednotek ve ŠA. Poté je představeno, co se již v závodě ŠA zkoušelo implementovat jako náhradu za současné řešení. Nakonec jsou popsána jednotlivá navrhovaná řešení. Pátá kapitola expertně vyhodnocuje jednotlivá řešení, která vedou k automatizaci celého procesu inventury.

1 Společnost ŠKODA AUTO a.s.

ŠKODA AUTO a.s. patří dlouhodobě k pilířům české ekonomiky a zároveň se jedná o největší český podnik dle tržeb. Je také největším exportérem a jedním z největších zaměstnavatelů v České republice, kde je zaměstnáno přes 34 tisíc zaměstnanců.

V Mladé Boleslavi společnost vyrábí vozy FABIA, SCALA, KAMIQ, KAROQ, OCTAVIA a první plně elektrický model značky ENYAQ. Závod v Kvasinách vyrábí modely KAROQ, KODIAQ a SUPERB a také model ATECA pro koncernovou značku SEAT. Jediným závodem v České republice, ve kterém se nevyrábí vozy, ale pouze dvouspojkové automatické převodovky DQ 200, je závod ve Vrchlabí.

Prostřednictvím koncernových partnerství a díky spolupráci s lokálními partnery se vozy Škoda, vyrábí také v Německu, na Slovensku, Ukrajině, v Rusku, Kazachstánu, Alžírsku, Indii a v Číně.

V současné době se značka snaží naplňovat Strategii 2025+, mezi jejíž hlavní pilíře patří elektromobilita, digitalizace, rozvoj výrobních kapacit, vstup na nové trhy, udržitelnost a vyšší výkonnost. (Výroční zpráva ŠKODA AUTO, 2019).

1.1 Historie

Historie společnosti ŠKODA AUTO a.s. sahá až do roku 1895, kdy Václav Laurin a Václav Klement založili podnik na výrobu jízdních kol, který stál u zrodu více než stoleté tradice výroby českých automobilů a dal vzniknout jedné z nejstarších automobilek na světě. Prvním vyrobeným strojem byl bicykl nesoucí jméno Slavia. Později vzniká pod stejným jménem i první motocykl. Fenomenální úspěch jezdce Václava Vondřicha v roce 1905 na pařížských závodech předznamenává úspěch motocyklů z Mladé Boleslavi napříč celou Evropou.

Ještě téhož roku byl uveden na trh první osobní automobil české výroby – model Voiturette A. Později začíná podnik vyrábět i nákladní vozy, poštovní vozy a sanitky. V roce 1914 se automobilka stává největším producentem vozidel v Rakousko-Uhersku. Roku 1925 dochází ke spojení automobilky se strojírenskými Škodovými závody. Od roku 1929 nesou nově vzniklé automobily pouze název Škoda.

Po druhé světové válce byla automobilka zestátněna a dochází k produkci především osobních automobilů. V roce 1959 začala výstavba nového závodu,

který měl na tehdejší dobu enormní rozměry a stal se tak největším průmyslovým komplexem v tehdejším Československu. V roce 1964 zde začala výroba populárního modelu 1000 MB s motorem vzadu. V dalších letech dochází k pouze evolučním úpravám tohoto modelu. Až v roce 1987 přináší model Favorit koncepci s motorem vpředu. Jeho vývoj a nakoupení nových technologií přivádí automobilku do finančních problémů.

V roce 1991 se spoluvlastníkem stal ze 30 % Volkswagen. Toto spojení znamenalo zvýšení kvality všech vyráběných modelů a stavbu nové montážní haly. V roce 2000 získává koncern 100 % podíl na majetku automobilky. V současné době je podnik již téměř 30 let součástí koncernu Volkswagen. Podnik se postupně stal silným, mezinárodně úspěšným a aktivně působí na více než 100 trzích světa.

1.2 Volkswagen Group

Automobilka Volkswagen začala vznikat v roce 1937 pod názvem „Gesselschaft zur Vorbereitung des Deutschen Volkswagens mbH“. Zkonstruováním prvního „lidového vozu“ byl pověřen Ferdinand Porsche (rodák z Vratislavic nad Nisou) na popud Adolfa Hitlera. Prvním zkonstruovaným vozem nově vzniklé automobilky byl KdF-Wagen, který se proslavil spíše pod jménem Volkswagen Brouk. V roce 1938 bylo po vzoru amerického Detroitu založeno město s moderními továrnami Stadt des KdF-Wagens bei Fallersleben, které je dnes známo pod jménem Wolfsburg.

V období druhé světové války se závod přeorientoval na výrobu vojenské techniky. Po skončení války se vedení automobilky ujali Britové a až v 50. letech převzali vedení zpět Němci. Toto období představovalo pro Volkswagen značný rozmach a expanzi na evropské a zámořské trhy.

V roce 1965 se pod křídla Volkswagenu dostává Auto Union GmbH (později přejmenováno na Audi AG). Značka Volkswagen v této době přichází s novými modely – Volkswagen Passat a Volkswagen Golf. V roce 1986 je ke společnosti připojen SEAT a o pět let později ŠA.

V současné době zahrnuje Volkswagen Group dvanáct značek: Volkswagen, Audi, SEAT, ŠKODA, Bentley, Bugatti, Lamborghini, Porsche, Ducati, Volkswagen užitkové vozy, Scania a MAN. Společnost disponuje 71 výrobními závody v Evropě, 35 v Asii, 9 v Jižní Americe, 6 v Severní Americe a 4 v Africe.

2 Skladování

V této kapitole bude nejprve krátce analyzována nadřazená oblast zkoumání tzn. logistika se zaměřením se na logistiku interní. Následně bude pozornost věnována samotnému procesu skladování jeho funkcím, operacím atd.

2.1 Logistika

Logistika je věda, která se zabývá tou částí dodavatelského řetězce, jež plánuje, realizuje a řídí toky pasivních logistických prvků, služeb a informací od místa původu do místa spotřeby takovým způsobem, aby byly splněny požadavky zákazníka. Mezi pasivní logistické prvky se řadí položky jako materiál, zásoby, suroviny, zboží, výrobky, díly, produkty. Dále v práci budou tyto pasivní prvky označovány jednotným pojmem produkt. Typickými aktivitami logistiky jsou doprava, správa vozového parku, skladování, plnění objednávek, návrh logistické sítě a plánování nabídky či poptávky logistických služeb. (Gros, 2016)

Hlavním cílem logistiky je dodat (Macurová, Klabusayová, Tvrdoň, 2018):

- správný produkt,
- na správné místo,
- ve správný čas,
- ve správném množství,
- ve správné kvalitě,
- za správné náklady,
- správnému zákazníkovi.

Lze rozlišovat tři základní funkční oblasti logistického řízení:

- logistika zásobování – rozhoduje o šíři okruhu dodavatelů, stanovuje kritéria pro výběr dodavatelů, vytváří systém pro práci s dodavateli,
- interní logistika – plánuje a řídí výrobu, stanovuje velikosti dodávek, rozhoduje o stupni zaplnění kapacit,
- logistika distribuce – plánuje odbyt, předpovídá poptávku, určuje distribuční kanály a typ dopravy, plánuje trasy a časové rozvrhy.

2.2 Interní logistika

Interní logistika se zabývá plánováním, realizací, kontrolou a efektivitou toků ve výrobním prostředí. Zásobování výroby musí probíhat flexibilně a plánovaně, aby se eliminovaly nežádoucí prostoje.

Správné nastavení interní logistiky podniku má vést ke zvyšování výrobní výkonnosti podniku, k optimálnímu využívání zdrojů, redukci výrobního času produktu, optimalizaci výrobní zásoby, maximální využitelnosti skladů a zvyšování jakosti produktů.

Interní logistika může být zajišťována podnikem samotným nebo může být outsourcována. V praxi se můžeme setkat i s kombinací obou způsobů. Kterou variantu provedení interních logistických služeb podnik vybere, často ovlivňuje výše vynaložených finančních nákladů na tyto služby. (Löffler, 2015)

Interní logistika se zabývá transportem produktů v době, kdy se produkty nacházejí uvnitř podniku. Tuto dobu lze ohraničit okamžikem vstupu produktu do podniku a okamžikem, kdy produkt podnik opustí. Mezi interní logistické operace patří např. manipulace s produkty při nakládce a vykládce, doprava produktů mezi výrobními objekty, sklady a skladování produktů.

2.3 Skladování

Za skladování lze podle Grose (2016) považovat nejen činnosti spojené s pořizováním a udržováním produktů, ale také dodávání produktů na určité místo logistického či dodavatelského systému podle požadavků zákazníka. S tím jsou spojeny také nezbytné rozhodovací procesy.

Lambert (2000) definuje skladování jako tu část podnikového logistického systému, která zabezpečuje uskladnění produktů v místech vzniku a mezi místem vzniku a místem spotřeby. Managementu podniku poskytuje informace o stavu, rozmístění a podmínkách uskladnění skladovaných produktů.

Skladování zajišťuje dočasné uskladnění produktů a manipulaci s nimi. Mezi další operace, které spadají pod skladování, patří kontrola produktů (doručení správných produktů ve správné kvalitě) a poskytování informací vedení podniku.

2.4 Sklad

Skladem se rozumí objekt nebo prostor, který se využívá k ukládání pasivních logistických prvků. Je zde k dispozici skladovací technika a jsou zde sbírány a uchovávány informace o skladovaných produktech. Sklad slouží především k vyrovnávání rozdílů, které se přirozeně vytvářejí při toku produktů. Sklady mohou být také využívány pro kompletaci balení, etiketování produktů, označování produktů apod. (Toušek, 2016)

Lambert (2000) uvádí, že na světě existuje kolem 750 000 skladovacích zařízení, mezi které jsou řazeny objekty jako kůlny, garáže, drobné sklady a také nejmodernější profesionálně řízené sklady.

Sklad je tedy jedním z prvků logistického sytému a může nabývat různých podob. Důležitým vybavením jsou skladovací zařízení, které pomáhají s manipulací a organizací skladovaných produktů. Hlavní funkcí skladů je uložení produktů na přechodnou dobu. Rovněž zde dochází k dalším operacím, které souvisejí s uložením produktů ve skladovacím zařízení.

2.5 Operace ve skladech

Procesy, které ve skladech probíhají, se skládají z řady dílčích operací. Operace zahrnují jak činnosti fyzické (ukládání, vychystávání), tak činnosti evidenční, rozborové a řídící. Každá jednotlivá operace se skládá ze dvou samostatných akcí: fyzická operace a záznam o operaci ve skladové evidenci.

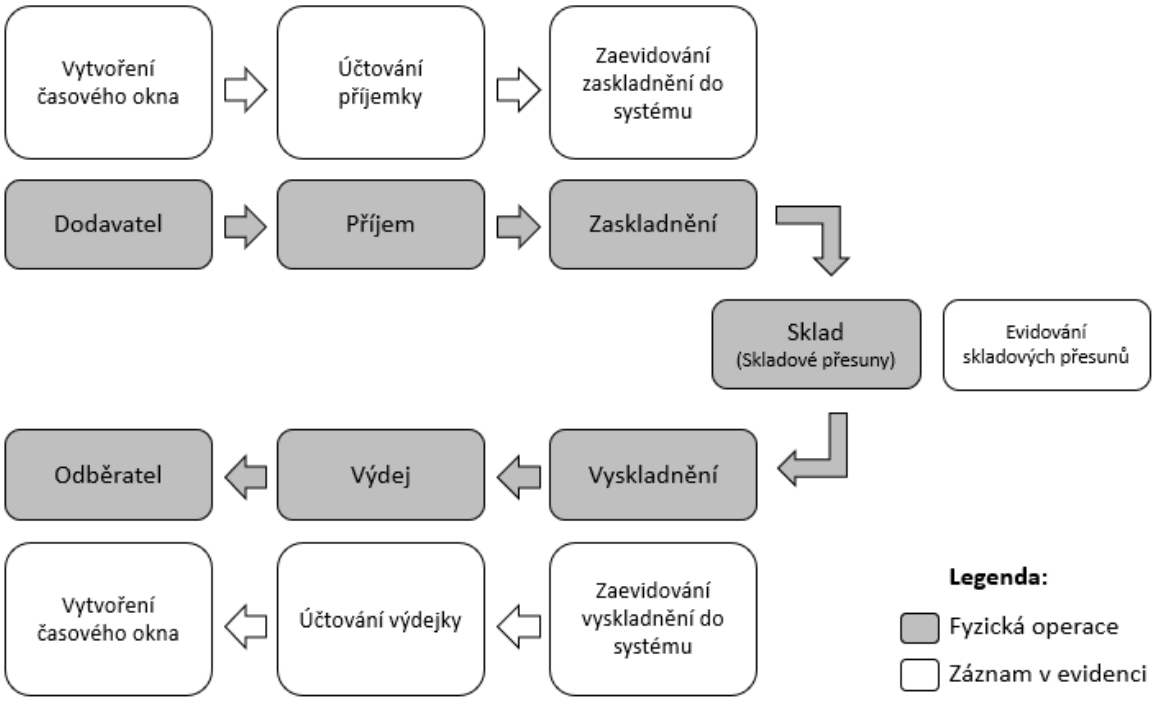
K organizaci skladových procesů dochází mnohem dříve, než produkty dorazí do skladu. Stanovení přesných podmínek dodavatelům (definice typu manipulačních jednotek, počet kusů v jedné manipulační jednotce, způsob značení, druh dopravy) vede k efektivnímu a hladkému průběhu skladování.

Nezbytnou operací je stanovení časových oken. Ta slouží k optimalizaci příjmů dodávek od dodavatelů a představují konkrétní časové intervaly, ve kterých je příjem dodávek na sklad možný. Tento systém je využíván především ve skladech s vysokými frekvencemi příchodů dodávek a nástrojem je propojený počítačový systém.

Potvrzená časová okna pomáhají s další skladovou operací. Tou je plánování připravenosti pracovníků skladu a skladové techniky, a to takovým způsobem, aby nedocházelo ke zbytečným prodlevám.

Když dodávka dorazí na sklad, dochází k dalším operacím. Mezi ně patří vyskladnění dodávky, podrobení produktů vstupní kontrole (ověřování, zda je dodávka v souladu se specifikovanými požadavky), dále dochází k zaevidování příjmu dodávky do systému. Operativně se stanovuje, v jakém pořadí a na jaké místo budou dodávky uskladňovány, na základě čehož se přidělují úkoly jednotlivým pracovníkům. Při vyskladnění dodávky se určuje pořadí vychystávání, jež probíhá podle předem stanovených pravidel.

Mezi další skladové operace můžeme zařadit inventarizaci produktů, analýzy spojené se stavem a pohybem produktů či operace obohacující skladové produkty o přidanou hodnotu (kompletace, konzervace apod.). (Macurová, Klabusayová, Tvrdoň, 2018)



Zdroj: (modifikováno dle Jan Weiser – Činnost velkoobchodního skladu)

Obr. 1 Operace ve skladech

2.6 Funkce skladů

Z historického hlediska sloužily sklady jako zásobníky, do kterých byly ukládány generované produkty. Z pohledu řízení materiálových toků šlo o uplatnění principu tlaku. Podle tohoto principu je sklad místem, ve kterém končí podle plánu vytvořené produkty, čímž nedochází k nadměrné produkci.

Podle nového pojetí poskytuje sklad vyšší úroveň služeb zákazníkům, kdy činnosti realizované ve skladech zvyšují hodnotu pro následného partnera v dodavatelském systému. Dochází tak k uplatňování principu tahu a sklad při realizaci dodávek vychází z požadavků zákazníka. (Gros, 2016)

Macurová, Klabusayová, Tvrdoň (2018) uvádí, že funkcí skladů je přejímat zásoby produktů, uchovávat je, vytvářet jejich užitečné hodnoty, provádět potřebné skladové operace, vydávat zásoby a poskytovat informace o stavu, podmínkách a rozmístění skladovaných produktů, a to ve všech fázích logistického procesu.

Vyrovnávací funkce

- Geografická funkce má za úkol správně lokalizovat sklady v dodavatelském systému a zajistit tak výrobci vyšší konkurenceschopnost v jednotlivých regionech. Vhodně lokalizované sklady zkracují termíny vyřízení objednávek, umožňují lokálním podnikatelům nákup produktů v blízkosti vlastních provozoven a dochází tak celkově ke zlepšení zákaznických služeb v daných lokalitách.
- Překlenutí časového rozporu mezi výrobou a spotřebou je důležitá funkce skladových systémů u sezónních produktů. Jsou známy dva případy sezónnosti, kdy se produkt vyrobí v jiném období, než se spotřebuje. V prvním případě se jedná o sezónnost konečné spotřeby produktů, kde se jedná např. o paliva. V druhém případě se jedná o získávání zdrojů, které zastupuje např. sklizeň zemědělských produktů.
- Sklady disponují kapacitní funkcí z důvodu vzniku kapacitních rozporů, a to v rámci celého dodavatelského řetězce. Tato funkce umožňuje přechodně skladovat kapacitní přebytky v případech, kdy je kapacita daného předcházejícího prvku v systému vyšší, než je potřeba prvku navazujícího.

- Kompletační funkci, která je dána sortimentním rozporem, pomáhají řešit distribuční a konsolidační sklady. Sortimentní rozpor vzniká v okamžiku, kdy výrobci nabízejí relativně úzký sortiment a spotřebitelé naopak požadují v rámci celé obchodní sítě komplexní ucelené dodávky. Opačnou funkci plní dekonsolidační sklady, ve kterých dochází k separaci větších zásilek na zásilky menší.
- Pojistná funkce skladů je řešením sporu mezi náhodným charakterem poptávky a omezenou možností systému reagovat na výkyvy. Pojistná funkce dokáže pružně reagovat na těžce predikovatelný vývoj poptávky.

Spekulativní funkce

- Tato funkce skladování se využívá, pokud se vedení podniku rozhodne z ekonomických důvodů nakoupit výhodně větší množství produktů při jejich přechodném cenovém snížení. Dalším případem může být neuvedení daných produktů na trh při očekávání vyšší prodejní hodnoty v budoucnu.

Technologická funkce

- Technologická funkce se využívá při výrobě produktů, u kterých je nezbytná homogenizace jejich kvalitativních parametrů před vlastním zpracováním. Jedná se o produkty, u kterých probíhají kvasné procesy, tj. při výrobě piva, lihovin, vína, zrání sýrů apod.

2.7 Reverzní logistika

Reverzní logistika je definována jako tok použitých produktů, obalů, odpadů apod. ve směru od spotřebitele zpět k výrobci. Hlavní náplní je sběr, třídění, demontáž a zpracování použitých produktů, součástek, vedlejších a nadbytečných produktů a obalového materiálu. Jejím cílem je zajistit jejich nové využití, nebo materiálové zhodnocení, a to šetrným způsobem k životnímu prostředí, který je navíc ekonomicky zajímavý a výhodný. Využívání reverzní logistiky v logistickém řetězci vede k trvale udržitelnému životnímu prostředí a zároveň nedochází k nadměrnému plýtvání. Výrobci jsou zodpovědní za celý životní cyklus výrobků, kam patří mimo zisku surovin a samotné výroby také reklamace zboží nebo likvidace produktů a s nimi souvisejících odpadů. (Yonix, 2011)

Podle Grose (2016) tvoří hmotné toky:

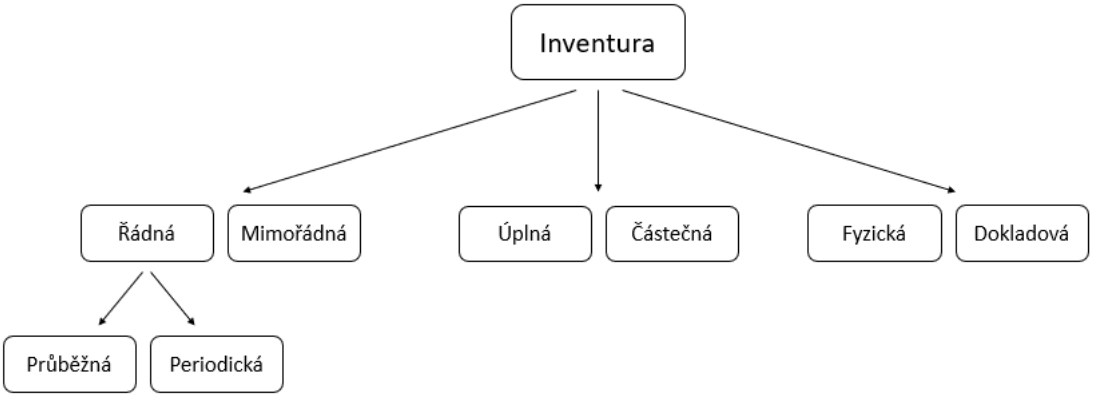
- produkty vrácené zákazníky (nedostatečná kvalita, ztráta zájmu o produkt),
- produkty vrácené distributory (nízký nebo klesající zájem o produkt),
- neprodané produkty vrácené prodejnami,
- neprodané produkty konkurentů odkoupené výrobci,
- produkty vrácené distributory (nedostatečné kapacity, neprodané sezónní produkty),
- produkty stahované z prodejní sítě výrobci (nekvalita, ohrožení zdraví či životního prostředí),
- různá zařízení (palety, regály, kontejnery),
- použité produkty určené pro další použití,
- použité produkty, obaly pro likvidaci nebo pro zpracování druhotné suroviny,
- komunální odpady.

2.8 Inventura

Inventuru je v rámci podniku potřeba provádět, aby docházelo ke správnému fungování toků. Inventura slouží jednak k ověření aktuálního stavu zásob a majetku v podniku, ale také jako nástroj kontroly před odcizením materiálu či vybavení. (Provazníková, 2019)

Podle Veseckého (2014) výsledek inventury napoví, jakým směrem má podnik vést skladové zásoby, co je možné odepsat, anebo naopak připsat do účetnictví, případně zjistit kdo z obchodních partnerů nám kolik dluží. Rovněž tvrdí, že hlavním účelem je zajistit věcnou správnost účetnictví a v případě vzniklých rozdílů tento stav upravit a porovnat tak reálnou hodnotu majetku a závazků s hodnotami uvedenými v účetnictví.

Inventura je prováděna proto, aby byl zjištěn skutečný stav majetku a zásob v podniku a tento stav musí korespondovat s hodnotami vykazovanými v účetnictví. Pravidelné inventury napomáhají k odhalení ztráty majetku podniku a také k evidenci finančních toků mezi obchodními partnery.



Zdroj: (vlastní)

Obr. 2 Rozdělení inventury

Řádná a mimořádná inventura

Inventuru lze dělit podle času na mimořádnou a řádnou. Řádná se rozděluje na periodickou a průběžnou. Periodická inventura se provádí pravidelně k jednomu účetnímu dni (zpravidla den účetní závěrky), práce ve skladech je v daný inventurní den přerušená. Průběžná inventura se provádí v průběhu účetního období a práce na skladu probíhá bez jakéhokoliv přerušení. Mimořádná inventura se provádí v ojedinělých situacích, např. při změně vedení firmy nebo při živelních katastrofách.

Úplná a částečná inventura

Dělení inventury podle rozsahu umožňuje inventuru rozdělit na úplnou a částečnou. Úplná inventura je realizována pro veškerý majetek a veškeré závazky podniku. Naproti tomu částečná inventura je prováděna pouze pro určitou část majetku či závazku podniku.

Fyzická a dokladová inventura

Podle způsobu provedení lze dělit inventuru na fyzickou a dokladovou. Fyzická inventura zjišťuje skutečný stav majetku, jenž je fyzicky přítomný v majetku firmy či na skladě. Tato inventura se provádí zpravidla jednou ročně, skutečný stav je tudíž během roku odlišný. K větším změnám dochází u zásob, kde se počty neustále mění, naopak u dlouhodobého majetku jsou rozdíly menší.

Dokladová inventura se provádí u majetku, u kterého nelze vzhledem k jeho povaze předmětu provést fyzickou inventuru, jedná se tedy např. o inventuru finančního majetku, pohledávek, závazků, nebo o inventuru hmotného majetku, který není

právě na místě, kde inventura probíhá. Tato inventura se určuje pomocí písemných dokladů (účty, smlouvy, spisy apod.) (Provazníková, 2018)

Inventarizační rozdíly

Skutečný stav majetku a zásob podniku se porovná s údaji v účetnictví. Pokud skutečný stav neodpovídá stavu účetnímu, vyčíslí se inventarizační rozdíly následujícím způsobem:

- přebytek – skutečný stav majetku a zásob v podniku je vyšší než hodnoty vykázané v účetnictví a je doložitelný dokladem,
- manko (schodek) – skutečný stav majetku a zásob v podniku je nižší než hodnoty vykázané v účetnictví a je doložitelný dokladem.

Inventurní soupis

Jedná se o průkazný účetní záznam, který musí obsahovat tyto náležitosti:

- o jaký majetek se jedná, majetek a závazky musí být jednoznačně určitelné,
- podpisový záznam osoby odpovědné za zjištění skutečností,
- podpisový záznam osoby odpovědné za provedení inventarizace,
- způsob zjišťování skutečných stavů,
- ocenění majetku a závazků k okamžiku ukončení inventury,
- datum zahájení inventury a datum ukončení inventury.

3 Obaly

Výrobky se začaly balit v menších dávkách v továrnách již v 19. století. Postupně docházelo k rozvoji výroby a širšímu využití různých obalových materiálů. To vedlo k postupné mechanizaci a následné automatizaci výroby a k vývoji vyšších úrovní obalů, které měli zajistit uchování jakosti produktů. (Toušek, 2016)

Pernica (2005) charakterizuje „obal jako prostředek nebo soubor prostředků chránící materiál před ztrátou a před poškozením, které by během manipulace, přepravy, skladování či prodeje (předvedení, nabídky) mohl utrpět nebo způsobit“.

Pro pohyb zboží a materiálu, až na některé výjimky, je nezbytné využívání adekvátních obalů, které se sdružují do manipulačních a přepravních jednotek.

Práce je věnována především obalům, se kterými je možné manipulovat v distribučním systému či ve výrobě. Gros (2016) označuje tyto obaly jako manipulační jednotky. Podle něj se jedná o vhodně sdružené výrobky, polotovary, materiály, případně jednotlivé výrobky, schopné manipulace bez dalších úprav. Zaměřuje se především na skupinové obaly a přepravní a manipulační jednotky (např. samotný rozměrný výrobek jako motor, převodovka nebo automobil).

K balení výrobků do obalů dochází již po staletí. Obaly slouží především k ochraně výrobků a k jejich lepšímu sdružování v rámci manipulačních jednotek. Výhody obalů se uplatňují při manipulaci, přepravě i při skladování.

3.1 Funkce obalů

Gros (2016) klasifikuje obaly podle funkcí na ně kladených v následujícím přehledu:

Tab 1: Funkce obalů

Funkce obalů	Ochrana proti	mechanickému poškození
		vlivu teploty, vlhkosti
		zcizení
	Manipulační funkce	hmotnost do 15 kg
		snadná otevíratelnost
		pokud možno, obaly otevřené
		přední strana, nejužší strana obalu
		rozměry v souladu s ISO
		výrobky v jedné vrstvě
		pevnost
	Informační funkce	EAN či QR kód na manipulačním obalu

		prezentace výrobku
		na manipulačním obalu, barevnost
		trvanlivost na manipulačním obalu
	Ekologické požadavky	recyklovatelnost
		opakovatelnost použití

Ochranná funkce obalových jednotek je považována za nejzákladnější funkci. Hlavním cílem při navrhování obalu pro nový produkt je ochrana zboží před poškozením na cestě od výrobce ke spotřebiteli. Při manipulačních operacích ve skladě, dopravě či překládce zboží může docházet k neúmyslnému poškozování výrobků, a to na různých stupních logistického systému. Pro případy, kdy může být kvalita zboží negativně ovlivněna např. absencí nebo přebytkem potřebné vlhkosti, musí obal ochraňovat zboží proti absolutní a relativní vlhkosti vzduchu. Některé zboží musí být chráněno i před napadením biologickými faktory, jakožto hlodavci, hmyzem apod., mezi toto rizikové zboží patří zejména potraviny. Kartonové krabice, které tvoří ochranný obal pro dané zboží, můžou proto být z těchto důvodů opatřeny např. antibakteriálním polepem z fólie. (Gros, 2016)

Další významnou rolí je manipulační funkce, jejímž úkolem je usnadnění manipulačních operací. Klíčově také ovlivňuje přepravní a manipulační náklady. Obaly také umožňují ukládat výrobky do jedné vrstvy, což umožňuje především rychlou kontrolu úplnosti dodávky, ale také snadné označení zboží etiketami. Pokud nejsou využity otevřené obaly, hraje důležitou roli také snadná otevíratelnost obalů, která je zajištěna odtrhovacími pásky na obalech či užitím odnímatelných vík.

Protože jsou výrobky v některých případech umisťovány v prodejnách přímo v manipulačních obalech, jsou z marketingového hlediska obaly vyhotoveny barevně, s prezentací výrobku a nezbytnými informacemi o výrobci, trvanlivosti produktu. Obaly mohou být opatřeny čipem, čárkovým kódem či QR kódem. Informační funkce obalu obsahuje také identifikační údaje pomáhající při výrobě produktu a zpracování ve výrobním procesu. Obaly musí být v souladu se směrnicemi EU promítnutých do ČSN, z tohoto důvodu musí být obal opatřen informací o druhu materiálu, ze kterého je obal vyroben, což usnadňuje spotřebitelům a sběrným systémům třídění odpadu z obalů.

3.2 Druhy obalů

Druhy obalů rozlišujeme především podle funkce, ke které mají sloužit. (Toušek, 2016) rozděluje druhy obalů na 3 hlavní skupiny – spotřebitelský, distribuční (skupinový) a přepravní. Tyto obaly se liší materiálem, ze kterých jsou tvořeny, robustností konstrukce a množstvím nesoucích informací o produktu.

Spotřebitelský obal

Spotřebitelský obal není určený ke konečné spotřebě. Slouží pro jeden výrobek, pro sadu výrobků (sdružený obal) nebo pro malý počet kusů téhož výrobku (skupinový obal). Plní primárně ochrannou funkci po vybalení z distribučního (případně přepravního) obalu. V prodejně plní marketingovou funkci pro spotřebitele, slouží tedy k identifikaci zboží a k podání informací o zboží. Manipulační funkce je zastoupena především u skupinových obalů nebo u větších spotřebitelských obalů. U výrobků, které nejsou konečným produktem, ale tvoří pouze jeho část (komponenty pro automobilový průmysl), spotřebitelské obaly většinou vůbec nenalezneme.

Distribuční obal (skupinový)

Tento obal sdružuje větší počet spotřebitelských obalů, které jsou většinou totožné. Je to jakýsi mezičlánek mezi spotřebitelským a přepravním obalem. Většinou má podobu fólie obepínající určitý počet spotřebitelských obalů nebo kartonové krabice a má sloužit k usnadnění manipulace. Tento obal bývá využíván především u drobného zboží (např. žvýkačky). V tomto případě obsahuje distribuční obal umístěný v regálu na prodejně větší množství skupinových obalů, jež jsou tvořeny papírovou podložkou překrytou folií a z nichž si spotřebitelé odebírají jednotlivá spotřebitelská balení. Hlavní funkce tohoto obalu je ochranná, manipulační a dále informační.

Přepravní obal

Jedná se o vnější obal uzpůsobený k přepravě. Zajišťuje výrobkům snadný a bezpečný tok v logistickém řetězci. Při přepravě a během ložných operací plní funkci ochrannou a manipulační. Většinou bývá bytelnější a robustnější konstrukce a může mít podobu vícevrstvé kartonové krabice, plastového boxu nebo smrštěné fólie, do které je zboží zabaleno na paletě. Často jsou také využívány různé fixační prvky (jako např. fixační tělíska, vzduchové polštářky, bublinkové fólie apod.). Přepravní

obal plní také informační funkci, kdy nese důležitá data pro přepravu, manipulaci a skladování.

3.3 Manipulační jednotky

Sdružováním jednotlivých prodejních obalů vznikají manipulační jednotky. Ty umožňují bez dalších dílčích úprav manipulaci s několika prodejními obaly jako s jedním jednolitým kusem. Podle standardů ISO jsou stanoveny a uplatňovány rozměry a rozměrové návaznosti. Rozlišujeme tedy čtyři základní řády manipulačních jednotek.

Řády manipulačních jednotek

Manipulační jednotka I. řádu je logistická jednotka uzpůsobená pro ruční manipulaci, proto by neměla překročit hmotnost 15 kg. Touto manipulační jednotkou může být skupina výrobků spojená smrštitelnou fólií, pytel, sud, demižon, tlaková láhev, kartonová krabice, přepravka, bedna apod.

Seskupením 16 až 24 jednotek I. řádu vznikne manipulační jednotka II. řádu. Jejím cílem je zajištění snadné a efektivní manipulace ve výrobě a ve skladech. Hmotnost těchto jednotek se pohybuje mezi 250 až 1000 kg, výjimečně může vážit až 5000 kg a k jejich manipulaci je zapotřebí využívat mechanizačních prostředků. Tyto jednotky jsou tvořeny pomocí plošin, palet, malých kontejnerů, rotlejlerů nebo seskupením jednotek I. řádu fixovaných do jednoho celku za pomocí fixačního prostředku jako např. fólie, fixační pásky aj.

Hmotnosti až 40 tun mohou vážit jednotky III. řádu, které jsou tvořeny sloučením 10 až 44 jednotek II. řádu. K přepravě těchto jednotek slouží zejména velké kontejnery, letecké kontejnery nebo výměnné nástavby.

Posledním stupněm vytváření stále větších manipulačních celků jsou manipulační jednotky IV. řádu. Tyto jednotky se přepravují pomocí bárek nebo člunových kontejnerů. Jsou určeny pro dálkovou kombinovanou vodní vnitrozemskou a námořní přepravu.

Krabice, bedny, přepravky

Nejběžnější skupinu obalů tvoří krabice z kartonu vyhotovené z vlnité lepenky pro vyšší odolnost a nosnost. Hojně jsou také využívány ukládací bedny či přepravky z materiálů jako plast, ocel, plech, hliník nebo dřevo pro jejich snadnou

mechanickou i ruční manipulační schopnost. Půdorysné rozměry jsou dané modulem ISO norem a to, 600 mm × 400 mm, 400 mm × 300 mm nebo 800 mm × 600 mm. Výška je definována v rozmezí od 120 do 420 mm, nosnost je od 5 do 300 kg, stěny a dno mohou být plné nebo různě děrované. (Gros, 2016)

Fixace výrobků v nich uložených je zajištěna prostřednictvím kartonových fixačních mřížek, plastových výlisků, pěnového polystyrénu, plastové fólie, bublinkové fólie, pěnových profilů, dřevitou vlnou, vzduchovými polštářky apod. (Gros, 2016)

Palety

Vedle klasických palet rozlišujeme europalety, které byly vyvinuty na základě dohody UIC v roce 1961. Nosnost europalet se pohybuje kolem 1000 kg v závislosti na použitém materiálu (dřevo, papír, kov, plast) a konstrukci.

Europaleta je tzv. čtyřstranná paleta, která může být uchopena manipulačním zařízením ze všech čtyř stran.

Jsou známy tři základní rozměry. Standardní europaleta má rozměry 1200 × 800 mm, dál existuje poloviční varianta s rozměry 600 × 800 mm a poslední verzí je paleta kompatibilní s kontejnery na americkém trhu splňující normu ISO, která má rozměry 1200 × 1000 mm, výška palet je od 150 do 160 mm.

Europalety mají svá pravidla označení. Na delší straně palety jsou k nalezení informace o zemi původu (levý špalík), údaje o výrobci, datum výroby a číslo IPPC (prostřední špalík), označení EUR (pravý špalík).

Nízká pevnost obalu některého zboží neumožňuje přímé stohování, pro tyto případy jsou využívány sloupkové nástavby, které jsou ve většině případů odnímatelné. Kusové zboží může být ukládáno do skříňových nebo ohradových nástaveb. (Gros, 2016)

Paletové kontejnery

Většinou mají půdorysnou plochu totožnou s rozměry palet, úložný prostor je pevně spojený se základnou a má podobu kovových skříní nebo pevných či skládacích plastových ohrad. Využívají se k ukládání baleného i nebaleného kusového zboží nebo sypkého materiálu. Vyskytují se i kontejnery se speciální konstrukcí pro manipulaci s tekutinami. (Gros, 2016)

Velké kontejnery

Jedná se o jednu ze základních manipulačních jednotek využívaných pro kombinovanou přepravu. Kontejnery mají podobu ocelové skříně ve tvaru hranolu s otvíravými dvoukřídlovými vraty na jedné ze stran. Základní rozměry jsou dány normou ISO. Výška a šířka kontejneru je vždy 2 438 mm a délka v rozmezí od 2 991 do 12 192 mm v závislosti na typu kontejneru. Maximální hmotnost je v rozmezí 10 160 až 30 480 kg.

Kromě skříňových kontejnerů se využívají také otevřené kontejnery kryté plachtou, plošinové se sklopnými čely a nádržové pro dopravu kapalin.

Lichtery

Lichtery a člunové kontejnery kombinují vlastnosti velkých kontejnerů a říčních nákladních lodí s plochým dnem. Disponují kapacitou od 400 do 1000 tun. Při přepravě jsou spojovány do řady a tlačí je remorkér. Z pevniny na vodní hladinu jsou přemisťovány pomocí zdvihacích plošin, portálových jeřábů nebo nosičů, do kterých se vejdou až v počtu 75 ks. Využití lichterů je velmi vysoké pro jejich snadnou a rychlou nakládku či vykládku, která netrvá déle než 15 minut. Další nespornou výhodou je, že manipulace s nimi není závislá na vybavení konkrétního přístavu a zároveň mohou být využity univerzálně pro jakýkoliv náklad.

4 Logistika ve ŠKODA AUTO a.s.

Plánování logistiky se v organizační struktuře řadí pod logistiku značky. Tým, se kterým jsem na této práci spolupracoval, se zabývá inovačním managementem. Decentralizované řízení a absence evidence v takto velké korporátní firmě by vedlo k dodávání různých systémů a aplikací od různých dodavatelů pro obdobné procesy a ke vzniku nežádoucích vícenákladů. Inovační management eviduje a koordinuje strategie inovací v logistice napříč všemi útvary v logistice. S jednotlivými zástupci logistických útvarů je úzce spolupracováno a na základě dialogu dochází k implementaci jednotné inovační strategie pro všechny útvary.

4.1 Centrální sklad prázdných obalů

Jedná se o sklad situovaný přímo v mladoboleslavském závodě ŠA. Lokalita skladu je z jihu vymezena železniční tratí 064 vedoucí z Mladé Boleslavi do Staré Paky, z východu dálnicí D10, jež obsluhuje provoz mezi Prahou a Turnovem, ze severu a západu je lemována dalšími dílčími částmi závodu ŠA.

Sklad je také označován číslem 42 a slouží jako uložiště většiny prázdných palet. Rozloha skladu je kolem 40 000 m^2. Většinou je zde uskladněno kolem 45 000 palet, denně je zde odbaveno až 200 kamionů s obaly a k dochází k denní fluktuaci až 10 000 palet.

Na každý typ obalu připadá na skladě 42 skladovací úsek (zóna). Podle skladovacího úseku jsou později palety snadno a přehledně dohledány. Obaly jsou zde stohovány na sebe, aby byla plocha skladu co nejefektivněji využita. Je dána maximální výška stohu, aby nedošlo k jeho zhroucení kvůli nepříznivým povětrnostním podmínkám. Většina palet je skladována na volné ploše, pouze ty nejnáchylnější palety jsou uskladněny pod přístřešky.

Na skladě se nachází dva hlavní druhy obalů. Univerzální palety jsou v majetku Behältermanagementu, zkráceně BHM (dceřiná společnost koncernu Volkswagen) a lze je rozlišit na velké GLT (Großladungsträger) a malé KLT (Kleinladungsträger). BHM nakupuje a řídí obaly pro všechny značky koncernu VW, toto řešení má za cíl šetřit transportní náklady. Jednotlivé závody koncernu poté poskytují prázdné obaly v majetku BHM dodavatelům v okolí. Ti si obaly objednávají v dostatečném časovém předstihu. Druhou skupinou obalů jsou speciální obaly, které jsou buď

přímo v majetku ŠA nebo v majetku dodavatelské firmy. Tyto palety jsou designovány přímo pro potřeby automobilky a musejí splňovat zadaná kritéria automobilkou.

Zdroj: (interní materiály ŠA)

Obr. 3 Vymezení oblasti skladu 42

4.2 Původní stav inventury prázdných obalových jednotek

Ve ŠA (respektive na skladě 42) probíhají dva typy inventur prázdných obalových jednotek. Jednou ročně dochází ve ŠA k periodické inventuře. V rámci této inventury se provádí inventura všech obalů napříč celou automobilkou. K této inventuře dochází v době celozávodní dovolené, kdy je přerušen provoz podniku a rovněž veškerý materiálový tok.

Průběžná inventura prázdných obalů slouží k tomu, aby ŠA mohla vést evidenci o prázdných obalech a provádí se na denní bázi. Evidence je nutná, aby ŠA mohla poskytnout dodavatelům informace o volných obalech na skladě. Na základě dostupnosti obalů si dodavatelé objednávají prázdné obaly, ve kterých poté přepravují materiál.

Aktuálně je průběžná inventura na skladě 42 prováděna pověřenými zaměstnanci ŠA. Proces inventury probíhá tím způsobem, že zaměstnanec ŠA počítá jednotlivé obaly fyzicky a získané údaje o počtu obalů na skladě zapisuje na papír. Takto

získaná data se poté manuálně přepisují do tzv. Frontloadingu. V současném systému nelze spočítat všechny obaly za jeden den, proto je každá zóna skladu inventarizována dvakrát za týden.

Denně se na skladě protočí až 10 000 palet, proto se čísla získaná inventurou stávají neaktuálními. V praxi se tedy může snadno stát, že LKW přijede do ŠA pro určitý počet obalů, který by se měl na skladě dle provedené inventury nacházet. Reálně se však takový počet obalů na skladě nevyskytuje. To má za následek, že jsou obaly buďto dodávány zpětně zvláštními jízdami a dochází tak k nežádoucím nákladům, nebo že dodavatel musí díly dodávat v krabicích, které nesplňují přísná kritéria a může tak docházet k poškození dílu a tím i ohrožení montáže.

Data získaná inventurou se poté upravují o počty obalů, které byly do skladu přivezeny a ze skladu odvezeny. Každá dodávka obalů na sklad má tzv. Ladelist nebo také „ložný list“. Ten nese informace o tom, jaký typ obalu byl na sklad dodán a v jakém množství. Dalšími obsaženými informacemi je ID číslo, název spediční společnosti či adresa dodavatele. To samé platí i pro opačný případ, kdy jsou obaly odváženy ze skladu. Jako potvrzení, že obaly nebyly ze závodu odcizeny slouží tzv. Frachtbrief (expediční list prázdných obalů).

Současný zastaralý postup inventury neodpovídá moderním postupům vycházejících z konceptu 4.0. Aby došlo ke zlepšení výsledků inventury venkovních obalů na skladě 42, je třeba aby bylo nalezeno nové řešení. Dalším cílem je, aby zároveň se zpřesněním inventarizačních záznamů došlo k eliminaci vynaložené lidské pracovní síly v procesu inventury.

Nasazení dronu na inventuru ve ŠA

Ve ŠA již proběhly snahy nasadit autonomní dron. Ten měl být schopen identifikovat a počítat palety na vnější ploše skladu 42. Jednalo se o šestirotorový dron, který vycházel z modelu Kingsfisher od firmy Robodrone. Dokázal létat rychlostí až 20 km/h a byl schopen unést břemeno o hmotnosti až 5 kg. V rámci testování dron autonomně přelétával plochu skladu a získával data o obalech na skladě a inventuru měl provádět až 3x denně.

Dron byl vybaven kamerou s technologií LIDAR. LIDAR senzor dokáže pomocí laserů zaznamenat až 300 000 obrázků za sekundu, pomocí nichž dokáže vytvořit 3D model. Podle tohoto modelu jsou poté analyzovány jednotlivé obaly nacházející

se na skladě. Snaha o zavedení této inovativní technologie představovala pro ŠA investici ve výši 200 000 €. (Novotný, 2018)

Hlavní nevýhodou tohoto řešení byla nepřesnost provedení inventury. Aby počítání dronu probíhalo bezchybně, bylo zapotřebí, aby byly všechny obaly vyrovnané do přesných řad. Jakékoliv vychýlení obalu z řady představovalo pro senzor nepřesnou početní operaci. Přesnost inventury se pohybovala pouze kolem 65 %, což vedlo k nereálným informacím o počtu obalů na skladě. Dalším problémem pro pohyb dronu představovalo nepříznivé počasí. Dron nemohl vyletět provádět inventuru za špatného počasí. Problém představoval hustý déšť, sněhové srážky či nepříznivé povětrnostní podmínky. Dalším úskalím byla skutečnost, že dron nemohl inventuru provádět permanentně, ve vzduchu vydržel na jedno nabití pouze kolem 30 minut a poté se musel vrátit na nabíjecí stanoviště. Dalším nepříznivým faktem pro dron je současné nastavení legislativy ČR, která neumožňuje v ovzduší pohyb bezpilotního letounu.

4.3 Návrh nového řešení inventury prázdných obalových jednotek

V rámci hledání nového vhodného řešení pro zautomatizování inventury obalů ve ŠA budou nyní jednotlivá technologická řešení představena.

4.3.1 QR kódy

Současně využívané obaly nejsou opatřeny žádným identifikačním zařízením, které by napomáhalo k jednodušší identifikaci a lokalizaci obalů. Navrhované řešení prezentuje osazení obalů QR kódy.

Struktura QR kódů se skládá z kombinace černých bodů, mezer a tří čtverců umístěných v rozích, které dohromady vytváří ucelený černobílý obrazec. Nespornou výhodou je možnost snímání informací vysokou rychlostí. Jejich jednoduchá struktura umožňuje velmi levnou výrobu. Snímání QR kódu může probíhat senzorem či kamerou. (Gros, 2016)

Každý obal bude muset být opatřen unikátním QR kódem, jež ponese informace o typu obalové jednotky. Tímto způsobem budou označeny všechny boční strany obalu kvůli co nejjednodušší identifikaci a také aby při skenování kódu nedocházelo ke zbytečným manipulacím s obalem. QR kódy umístěné na obalech budou muset být kryty vysoce odolnou fólií, která je schopná odolat negativním vlivům slunečního

záření a dalším klimatickým jevům. Dále bude muset být dbáno zvýšené opatrnosti při manipulaci s obaly, aby nedošlo ke zničení kódu. Každý obal bude muset být naskenován při vykládce či nakládce na skladě 42. Skenování bude obstarávat zaměstnanec ŠA s příslušným zařízením připojeným k internetu. Data získaná z QR kódu budou po naskenování automaticky zaslána do systému Frontloading. Tímto řešením odpadne ruční zapisování do papírů a poté následné přepisování do systému.

Všechny univerzální i speciální palety budou opatřeny QR kódy. Takto budou muset být označeny všechny obaly napříč všemi závody koncernu a dodavateli, protože jednotlivé obaly budou neustále kolovat napříč dodavatelským systémem.

Náklady na zavedení tohoto systému budou vysoké, protože bude muset být označeno velké množství obalů (všechny obaly BHM). I přesto, že samotná výroba QR kódů bude levná a čtení kódů zvládnou i ty nejlevnější chytré telefony či tablety na trhu, bude se jednat o ekonomicky neefektivní řešení.

V rámci tohoto řešení budou muset být do inventury zapojeni zaměstnanci, kteří budou obstarávat skenování kódů. Přesnost tohoto řešení bude opět podmíněna lidským faktorem. Zaměstnanec může snadno zapomenout kód naskenovat a tímto pochybením budou vznikat nepřesné údaje o obalech ve skladové evidenci. Navíc bude proces sklenování kódů časově náročný a bude tak docházet k výraznému prodloužení celého procesu nakládky a vykládky obalů. Tento fakt bude pro celkový chod skladu velmi neefektivní.

K celkovému chodu tohoto systému bude zapotřebí vyrobení jednotlivých kódů, které budou muset být umístěny na jednotlivé obaly. Dále bude muset být personál vybaven buďto čtečkou nebo chytrým telefonem, jež bude schopen kód načíst. V poslední řadě bude muset být vyvinut systém, který zajistí komunikaci mezi čtečkou a systémem Frontloading.

Doba zavádění se bude odvíjet od počtu lidí zapojených do označování jednotlivých palet. Pokud však bude v každém koncernovém závodě vytvořen tým lidí, který bude jednotlivé obalové jednotky označovat, předpokládaná doba zavádění se bude pohybovat v řádech měsíců. Dalším faktorem bude doba vývoje potřebného systému, jež bude zajišťovat správný chod inventury.

4.3.2 Sigfox

Sigfox je pozemní síť fungující na bázi rádiové technologie, zkráceně se pro tuto síť používá označení LPWAN nebo 0G. Síť je složená ze sítě antén, které umí přijímat signál odesílaný trackerem. Tato síť odesílá informace v reálném čase a umožňuje tak komukoli sledovat nebo přijímat upozornění o objektu, na kterém se tracker nachází. Centrální síť Sigfox uděluje licence jednotlivým operátorům v dané zemi a v každé zemi může se sítí operovat pouze jeden subjekt. Operátorem sítě Sigfox v ČR je firma SimpleCell.

Síť se principiálně chová jako mobilní síť GSM, jež se používá např. v mobilních telefonech, akorát že dokáže operovat s daleko vyšším dosahem při využití menšího počtu antén. Dosah antény Sigfox se pohybuje v průměru kolem 50 km, pravidelně se daří přijímat signály i s dosahem kolem 200 km. Rekordem je příjem až kolem 1000 km.

Výhodou tohoto řešení je, že namísto velkého množství dat přenáší pouze nezbytně nutné jednoduché informace (v našem případě se jedná o polohu obalu). Základní myšlenka je tedy založená na použití správného množství energie k odeslání malého množství dat, která jsou zapotřebí přenést, a to přes síť, která nevyžaduje jakékoliv párování nebo užití vysokorychlostních přenosů. Právě díky tomuto je dosaženo nízkého odběru energie z baterie. Jedná se tedy o pravý opak přenosu, který nabízí sítě 4G a nastupující sítě 5G, které se snaží o přenos velkého objemu dat při co nejvyšší přenosové rychlosti.

Existují také trackery, které v sobě mají zabudovaný wifi modul. Toto řešení je vhodné pro oblasti, kde se nedá využít systém GPS. Ten totiž potřebuje pro bezproblémový chod volnou oblohu nad zařízením a má vysokou spotřebu energie. Wifi modul v tomto případě neslouží pro komunikaci, ale pouze pro takzvaný sniffing. Sniffing představuje v informatice výraz pro datový odposlech. Pomocí sniffingu dokáže modul zjistit adresy wifi antén v okolí, ty jsou poté odeslány do internetové sítě. Obratem je přijata informace o GPS souřadnicích wifi antén. Touto metodou se dá zjistit poloha trackovacího zařízení s přesností na 50 m. (Capturs-systems, 2020)

Nevýhodou je, obdobně jako u technologie QR kódu, že jednotlivé obaly jsou v majetku BHM a bude muset dojít k otrackování všech obalů v oběhu, které jsou

ve vlastnictví BHM. V potaz je nutné brát počet obalů v majetku BHM a cenu jednoho trackovacího zařízení. Aplikace tohoto řešení bude dosahovat astronomických sum. Další velkou nevýhodou je, že se nebude jednat o jednorázovou investici. Za každý obal nesoucí tracker se bude muset ročně platit poplatek za licenci využívání sítě poskytovateli Sigfox. Posledním negativním bodem bude omezená životnost baterie trackeru. Asi po jedné dekádě využívání bude muset dojít k výměně všech baterií v oběhu.

Cena jednoho trackovacího modulu bude kolem 1000 korun a s nákupem souvisí také roční licence na využití sítě Sigfox zdarma. Po ročním používání se cena konektivity bude počítat za jedno zařízení a bude se pohybovat v rozmezí od 100 do 250 korun ročně v závislosti na počtu denních uplinků a downlinků a na počtu modulů v oběhu. Doba životnosti baterie bude až 10 let a po této době bude potřeba vynaložit velkou investici na jejich obměnu.

Výhodou tohoto řešení bude, že může pracovat zcela bez lidské obsluhy a inventura tak bude probíhat zcela autonomně. Otrackování každého obalu také bude představovat dokonalý přehled nad všemi obaly v majetku BHM a inventura realizovaná prostřednictvím tohoto řešení bude schopna lokalizovat každou paletu s přesností na 50 m.

Pro správné fungování tohoto řešení bude potřeba zakoupit jednotlivé trackery a vybavit jimi obaly. Doba zavedení této technologie bude záviset na rychlosti vyjednání oboustranně výhodných podmínek s poskytovatelem sítě Sigfox a na vyvinutí funkčního systému, který bude schopen provádět inventuru na potřebných místech v reálném čase. Dalším faktorem bude schopnost BHM co nejrychleji otrackovat všechny palety ve vlastnictví BHM.

4.3.3 RFID tagy

Dalším řešením je opatření obalů tzv. RFID tagy. Tyto tagy fungují na bázi elektromagnetických vln. Frekvenční rozsah tagů je různý a o výběru vhodného pásma musí být uvažováno při samotném návrhu systému. V praxi jsou rozlišovány dva hlavní druhy RFID tagů – pasivní a aktivní.

Pasivní tagy mohou fungovat bez zdroje napájení. Energii pro odesílání informací získávají přeměnou radiového signálu vycházejícího ze čtečky na elektrický proud. Komunikace nemůže fungovat na dlouhé vzdálenosti, protože vysílací výkon tagu

je příliš malý. Čtecí vzdálenost zařízení je kolem 10 metrů. Pasivní tagy disponují velmi dlouhou životností (až několik desítek let). (Herštus, 2014)

Ne všechny pasivní tagy fungují na stejné frekvenci, rozlišujeme proto hlavní tři frekvence:

- 125-134 KHz – nízká frekvence (LF) – čtecí rozsah se pohybuje mezi 1 až 10 cm,
- 13,56 MHz – vysokofrekvenční (HF) – střední vlnová délka umožňuje rozsah čtení mezi 1 cm až 1 m,
- 865-960 MHz – Ultra High Frequency (UHF) – umožňuje čtení dlouhého rozsahu v průměrné vzdálenosti 6 metrů, větší tagy mohou za ideálních podmínek dosáhnout čtecího rozsahu až 30 metrů.

Aktivní tagy představují vyspělejší řešení, které však vyžaduje vlastní zdroj napájení, díky čemuž vzrůstá komunikační vzdálenost až na několik stovek metrů. Aktivní tagy také umožňují nést větší množství dat. Životnost baterie se pohybuje od tří do pěti let. Po skončení životnosti baterie musí dojít k výměně celého tagu. Dosah čtení u této varianty tagu je až 100 m.

Aktivní tagy používají především dvě hlavní frekvence:

- 433 MHz – využívány častěji pro jejich větší vlnovou délku, jež umožňuje funkčnost zařízení pro širší spektrum materiálů,
- 2,45 GHz – využívány pouze okrajově.

V navrhovaném řešení bude muset dojít k instalaci pasivních tagů na všechny obalové jednotky v majetku BHM. Pasivní tag sice bude schopný nést menší množství informací a dosah čtecí vzdálenosti bude mnohem nižší. Pro potřeby skladu 42 bude toto řešení dostačující. Budou zvoleny tagy fungující na frekvenci 865-960 MHz, protože právě ty budou schopny bez problémů komunikovat na vzdálenost několika metrů. Výhoda tagů je, že budou moci být umístěny i dovnitř obalů a stále budou schopny vysílat signál bez narušení funkcionality. Kromě jednotlivých tagů bude muset být pořízena RFID čtecí brána, která bude umístěna u vjezdu do skladu. Při každém transportu ze skladu či do skladu tedy budou načteny všechny tagy a tím pádem i všechny obaly. Data získaná ze čtečky budou porovnána se skladovou evidencí vedenou systémem Frontloading. Pokud se data

o obalech získaná ze čtečky budou částečně shodovat s evidencí, budou data z evidence odebrána. V tuto chvíli totiž bude jasné, že obaly se již na skladě nacházely a nyní jsou odváženy a sklad opouští. Na druhou stranu, pokud budou data odlišná od evidence, budou nově načtená data do evidence přidána, protože obaly jsou na sklad právě přiváženy a dojde k jejich uskladnění.

Pasivní tagy budou vybrány z důvodu nižších finančních nákladů na realizaci. Částky aktivních tagů přesahují jeden tisíc korun za kus, ale u pasivního tagu se cena bude pohybovat v řádech korun. Další náklady bude představovat zakoupení čtecí RFID brány, ta bude představovat náklad kolem 100 tisíc korun. V neposlední řadě pak budou náklady na vývoj systému, který bude porovnávat data získaná ze čtečky s evidencí vedenou v systému Frontloading. Další budoucí náklad bude představovat výměna jednotlivých tagů po skončení jejich životnosti.

Funkční systém inventury bude probíhat zcela bez zásahů člověka. Přesnost tohoto řešení bude velmi vysoká, až stoprocentní. Zajištění funkčnosti tohoto řešení bude představovat pořízení tagů, které budou muset být umístěny na všechny palety v majetku BHM. Dalším potřebným zařízením bude již zmíněná RFID čtecí brána.

Doba zavádění se bude odvíjet od schopnosti BHM opatřit všechny obaly pasivními tagy, rychlosti výběru dodavatele RFID brány a zhotovení systému, který zajistí fungování bez komplikací.

4.3.4 LIDAR senzor

Technologie LIDAR slouží k měření vzdálenosti objektů pomocí laserového paprsku. Principem tohoto řešení je, že zařízení měří čas mezi vysíláním, odrazem a zachycením odrazu. Naměřené hodnoty poté slouží k výpočtu vzdálenosti objektu kolem sebe či v určitém směru. LIDAR využívá laserů pro osvětlení okolního prostředí a odražené impulsy měří snímačem. Vzniklé rozdíly ve vlnových délkách a naměřených časech lze využít k vytvoření digitální trojrozměrné vizualizaci okolí. Ke své činnosti využívá světlo, infračervené záření nebo ultrafialové záření a dokáže zaměřit objekty z různých materiálů. (Kilián, 2018)

Snaha o zavedení technologie na bázi LIDAR ve ŠA již proběhla. Jako nosič této technologie však byl zvolen dron. Toto řešení bylo nevhodné zejména kvůli legislativě, která v současné době nasazení takového přístroje do provozu neumožňovala. Další překážkou bylo špatné počasí. Tyto nedostatky by se daly

odstranit využitím jiného nosiče technologie. V rámci tohoto řešení bude navrhováno využít pro umístění technologie LIDAR stacionární stožáry.

Například společnost Robosense nabízí 360° LIDAR senzor, který dokáže snímat okolní prostor až do vzdálenosti 150 metrů. Je-li bráno v potaz, že rozloha skladu 42 je kolem 40 000 m^2, dokáže jedna kamera teoreticky pohodlně pokrýt celou rozlohu skladu.

Bude nutné brát v potaz dostatečnou výšku umístění senzoru nad obaly a pozorovací úhly, jež bude senzor schopný zaznamenat. Z tohoto hlediska bude nutné zakoupit větší množství kamer. K definitivnímu vyhodnocení bude zapotřebí mnohem detailnější analýza.

V praxi bude toto řešení fungovat tak, že několik stacionárních senzorů umístěných na skladě bude vytvářet 3D model okolního prostředí. Každý senzor bude vyhodnocovat určitý počet zón skladu. Dále bude muset být vyvinut systém, který bude schopný porovnat 3D model s informacemi známých o obalech. V rámci tohoto systému budou jasně zadány parametry, jaký obal má jaké rozměry a v jakém sektoru skladu bude ukládán. Na základě takto vyhodnocených dat budou vyhodnocena definitivní inventární čísla.

Nespornou výhodou tohoto řešení je, že nebude muset dojít k jakékoliv úpravě obalů, jež jsou v majetku BHM. Cena jednoho 360° senzoru od společnosti Robosense se bude pohybovat kolem 100 000 korun. Další výdaje budou muset být vynaloženy na vývoj funkčního systému, který bude umožňovat výsledky zanalyzované senzorem porovnat s informacemi známých o obalech a vytvořit tak konkrétní čísla inventury. Pokud bude vše zrealizováno, bude celý systém inventury probíhat zcela bez zásahu člověka vyjma běžné údržby senzorů.

Přesnost tohoto zařízení se bude odvíjet od správního umístění senzorů, jež budou schopny podrobně zanalyzovat stavy na celé ploše skladu. Vybavení potřebné pro zajištění inventury tímto systémem bude zahrnovat pouze 360° senzory. Doba zavádění bude záviset na výběru vhodného dodavatele senzorů a rychlosti vývoje potřebného systému.

4.3.5 Umělá inteligence

Souhrnným termínem umělá inteligence (zkratka UI) se označují systémy či stroje, jež se snaží co nejvěrněji napodobit lidskou inteligenci, kterou aplikují na plnění nejrůznějších úkolů. Zařízení vybavená UI dokážou napodobit typicky lidské funkce, jako je učení a řešení problémů. UI se dokáže sama zlepšovat na základě nashromážděných informací.

V současné době dochází k nasazení UI na úkoly, které ještě v nedávné minulosti vyžadovaly práci člověka. K lepšímu pochopení problematiky je třeba vymezit rozdíly mezi umělou inteligencí a strojovým učením. Strojové učení zlepšuje svůj výkon a celý systém na základě získaných dat. Strojové učení tedy můžeme označit umělou inteligencí, avšak každou umělou inteligenci nelze označit pojmem strojové učení. (Oracle, 2020)

Náklady na vývoj UI se odvíjí podle složitosti a náročnosti požadavků zákazníka. Zavedení komplexně funkčního řešení může tedy vyjít na miliony korun.

Společnost Amazon uvedla v roce 2018 pro veřejnost do provozu samoobslužný obchod s název Amazon Go, který je částečně automatizovaný. Zákazníci zde mohou nakupovat produkty bez jakékoliv kontroly pokladního. Zákazník při vstupu do obchodu naskenuje QR kód z mobilního telefonu do vstupního turniketu. Tím dojde k ověření platební metody mezi zákazníkem a prodejcem. Poté zákazník telefon odloží a začíná nakupovat. Zákazník si poté vybere libovolné množství produktů, které systém automaticky přidává na virtuální kartu. Pokud si zákazník prodej rozmyslí a produkt vrátí zpět do regálu, systém situaci vyhodnotí a položku z virtuální karty opět automaticky odebere. Když je zákazník s nákupem hotov, jednoduše obchod opustí. Platba za zboží proběhne automaticky, protože platební metoda byla ověřena již při vstupu zákazníka do obchodu a všechny nakupované položky byly zaznamenány na virtuální kartu. Amazon využívá několik technologií k automatizaci obchodů Go, mezi které patří počítačové vidění, hluboké učení (deep learning) a senzory. (Mareš, 2019)

Podobné řešení bude možné aplikovat i pro potřeby inventury ve ŠA. Na všudypřítomnou manipulační techniku ve skladě 42 budou instalovány kamery schopné počítačového vidění. Kamery budou obraz pomocí internetové sítě přenášet do systému, který bude úkony manipulační techniky vyhodnocovat. Při

vykládání prázdných obalů z LKW a jejich ukládání do jednotlivých zón skladu bude systém s UI sám schopný vyhodnotit, jaký počet obalů a jakého typu bude na sklad právě dovezeno a uskladněno. Totéž bude systém zvládat vyhodnotit i v opačném případě, kdy bude docházet k odebrání uskladněných obalů na skladě a následnému naložení na LKW. Tímto způsobem bude systém podávat data o inventuře obalů v reálném čase.

Náklady na implementaci tohoto zařízení se odhadují jen stěží. K hrubému odhadu bude možné dojít porovnáním s technologií využívanou společností Amazon v obchodech Amazon Go. Společnost sice žádné informace o proinvestovaných nákladech do tohoto řešení neuvádí. Podle portálu Chainstoreage však analytici odhadují částku kolem 23 milionů korun. Dalo by se však předpokládat, že řešení ve ŠA bude jednodušší. Nebude totiž zapotřebí žádného přiřazování platebních metod, a proto budou náklady nižší než v případě Amazonu. (Berthiaume, 2020)

Toto řešení bude opět schopno fungovat zcela bez lidské obsluhy a bude přinášet velmi přesné výsledky inventury. Jediným potřebným vybavením bude nákup kamer schopných počítačového vidění, jež budou umístěny na manipulační technice ve skladu. Doba zavádění tohoto systému inventury bude záviset především na dohodě s dodavatelskou firmou, která bude vyvíjet potřebný software. Pomocí tohoto softwaru bude umožněno převést záznamy z počítačového vidění na konkrétní inventární čísla.

5 Expertní vyhodnocení jednotlivých řešení

V této kapitole dojde k porovnání jednotlivých navrhovaných řešení. Cílem má být doporučení jednoho finálního řešení, které by mělo být aplikováno v rámci automatické údržby venkovních obalových jednotek na skladě 42.

5.1 Scóringový model

V rámci tohoto modelu byla vyčleněna kritéria, podle kterých byla navrhovaná řešení vyhodnocena. Jednotlivým kritériím byla přiřazena váha podle důležitosti v procentech. Každému variantnímu řešení poté byly přiděleny body na stupnici od 1 do 5 (1 - řešení nesplňuje kritérium, 5 - řešení maximálně splňuje kritérium). V levém sloupečku je počet bodů, které řešení pro dané kritérium obdrželo. Pravý sloupeček vyjadřuje získané body v procentech podle důležitosti daného kritéria. Čím vyšší počet bodů řešení obdrželo, tím vhodnější je k implementaci ve ŠA.

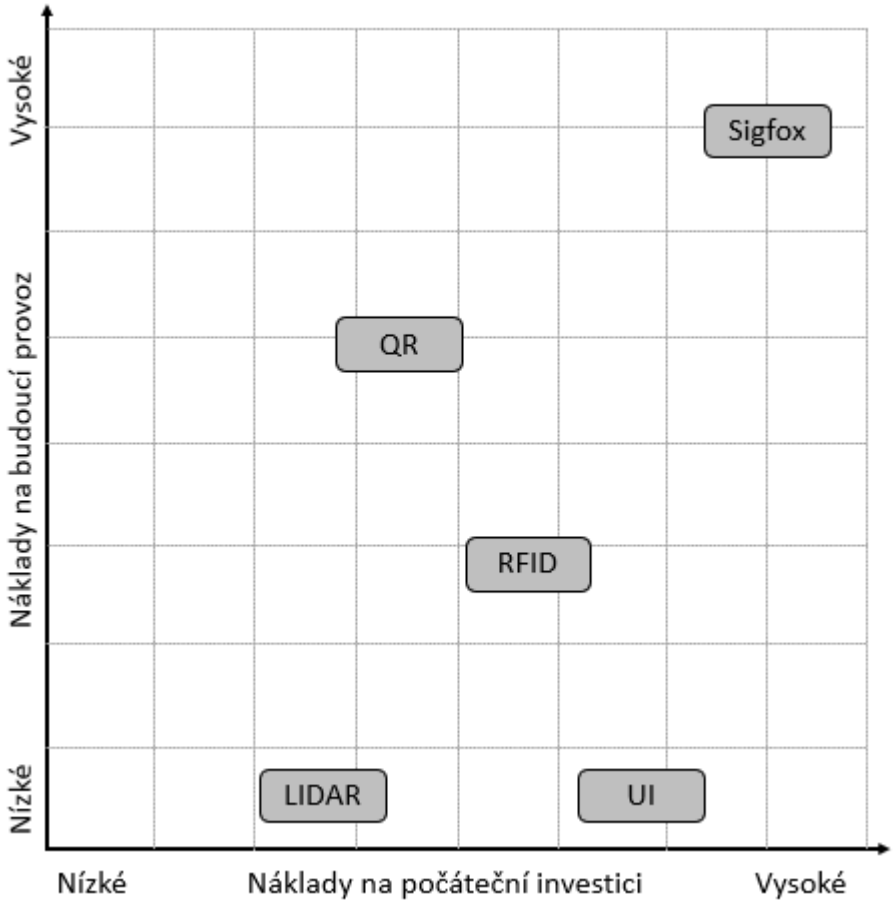
Tab 1: Scóringový model

	Náklady (40 %)		Lidská obsluha (25 %)		Přesnost inventury (25 %)		Vybavení (5 %)		Doba zavádění (5 %)		Suma	Pořadí
QR	2	*0,8*	1	*0,25*	2	*0,5*	3	*0,15*	4	*0,2*	*1,9*	**5**
SIGFOX	1	*0,4*	4	*1*	4	*1*	3	*0,15*	2	*0,1*	*2,65*	**4**
RFID	3	*1,2*	4	*1*	5	*1,25*	2	*0,1*	3	*0,15*	*3,7*	**3**
LIDAR	5	*2*	5	*1,25*	4	*1*	4	*0,2*	2	*0,1*	*4,55*	**1**
UI	4	*1,6*	5	*1,25*	5	*1,25*	4	*0,2*	1	*0,05*	*4,35*	**2**

Náklady (40 %)

Hlavním rozhodovacím kritériem byly zvoleny náklady. Výše investice by v některých případech dosahovala astronomických sum, které by se absolutně nevyplatily proinvestovat. Vysoké pořizovací náklady nebo náklady na provoz, by převyšovaly užitnou hodnotu daného řešení. Z tohoto důvodu tvoří náklady 40 % v rozhodovacím procesu.

Pro přehlednější vyjádření výše nákladů na investici a provozu daných řešení byla vytvořena následující grafika (viz obrázek 4).



Zdroj: (vlastní)

Obr. 4 Porovnání výše nákladů na realizaci a budoucí provoz daných řešení

Nejhůře dopadlo řešení provádění inventury prostřednictvím sítě Sigfox. Jednotlivé trackery jsou mnohem dražší než RFID a navíc jsou zde vyžadovány náklady na roční provoz. Dalším nákladným řešením se jeví implementace QR kódů. I když je cena výroby kódů příznivá, množství obalů v majetku BHM je tak vysoké, že se stává toto řešení drahým. Dalším problémem je čas navíc, který budou muset zaměstnanci vynaložit na skenování. Tím se prodlužují časy nakládky a vykládky, což je ekonomicky velmi neefektivní. Řešení inventury pomocí RFID tagů naráží stejně jako předchozí dvě řešení na nutnost označení všech palet v majetku BHM. Také zde musí dojít k zakoupení RFID čtecí brány. Inventura pomocí zařízení LIDAR byla vyhodnocena jako ekonomicky nejefektivnější, protože cena senzorů není příliš vysoká. Výhodou je, že se náklady týkají pouze implementace na skladě 42 a nemusí docházet k žádným koncernovým změnám. UI pro řešení problému

inventury je rovněž vhodná, nabízí stejné výhody, ale její zavedení bude nákladnější.

Lidská obsluha a přesnost inventury (25 %)

Další využitá rozhodovací kritéria se týkala nutnosti lidské obsluhy a přesnosti výsledků inventury. Neustálá lidská obsluha by musela probíhat i po zavedení technologie QR kódů. Tento fakt je zásadní i při hodnocení přesnosti provedení inventury, protože se toto řešení opět opírá o lidský faktor, který není neomylný a zaměstnanec může snadno zapomenout některý z obalů naskenovat. Technologie využívající síť Sigfox a RFID nevyžadují ke svému fungování lidské pracovníky. V budoucnu však bude muset dojít k vyměnění baterií či celých tagů. Tento proces údržby bude vyžadovat práci zaměstnanců. Síť Sigfox také naráží na fakt, že zaměření trackeru je s přesností na 50 m. Tato skutečnost by mohla při inventuře představovat problém, protože některé obaly umístěné v okolí skladu by mohly být kvůli odchylce vedeny jako obaly nacházející se přímo na skladě a docházelo by tak ke zkreslení inventárních čísel. Řešení pomocí RFID tagů bylo vyhodnoceno jako velmi přesné. Využití LIDARU nevyžaduje žádnou lidskou obsluhu. Přesnost této varianty by závisela na správném umístění senzorů ve správném množství. V praxi by se totiž mohl obal nacházet na místě, které by senzor nedokázal naskenovat a tím pádem by nebyla čísla v inventuře přesná. UI rovněž nevyžaduje lidskou obsluhu a funguje velice přesně.

Vybavení a doba zavádění (5 %)

Tato kritéria byla zvolena spíše okrajově, nejsou pro zavedení technologie tolik rozhodující. QR kódy jsou již dlouho fungující známá technologie. K jejich fungování stačí vyrobit QR kódy a umístit je na obaly. Poté by muselo dojít k pořízení čteček a vybavit jimi zaměstnance. Doba zavádění byla vyhodnocena jako nejkratší, protože se jedná o nejjednodušší technologii a vývoj systému by nebyl tak komplikovaný jako u jiných řešení. Síť Sigfox musí být poskytována operátorem, se kterým by musela být uzavřena smlouva, také by muselo dojít k zakoupení trackerů a musely by jimi být opatřeny obaly. Doba zavádění by závisela na komunikaci s operátorem. V potaz je nutno brát množství trackerů, které by dodavatel musel vyrobit a poskytnout k užívání. Musel by být vyvinut fungující software, aby vše fungovalo podle představ. Jedná se o poměrně novou technologii a mohlo by dojít

k různým nepředvídatelným úskalím. Technologie RFID tagů je poměrně známá a ozkoušená, ke správnému fungování musí být k dispozici pasivní tagy a čtecí brána. Zavádění by mělo být jednodušší než u sítě Sigfox. Řešení pomocí zařízení LIDAR potřebuje ke svému fungování dostatečné množství senzorů a funkční software, jež bude náročný na vytvoření. S touto technologií má společnost ŠA již zkušenost, proto by funkcionalita této technologie mohla být k dispozici dřív než při vývoji UI. Využití umělé inteligence pro potřeby ŠA vyžaduje pořízení kamer, jež budou muset být nainstalovány na manipulační techniku na skladě 42. Doba zavádění se předpokládá jako nejdelší. Jedná se o novou technologii, která bude ke svému správnému fungování vyžadovat důmyslný software, jež bude náročný na realizaci.

Závěr

Zaměření této práce je na problematiku inventury venkovních obalových jednotek v mladoboleslavském závodě, a to konkrétně ve skladě 42. Práce má za cíl navrhnout variantní řešení, která by napomohla celý proces inventury zautomatizovat.

Dosavadní řešení probíhá manuálně a neodpovídá současným požadavkům na automatizaci. Monotónní namáhavá lidská práce by tedy měla být nahrazena modernějším řešením. Hlavním cílem má být úspora provozních nákladů, získání lepších a aktuálnějších výsledků inventury.

V rámci práce bylo představeno pět řešení, která byla popsána a byly vysvětleny základní principy funkcionality každého řešení. Jednotlivá řešení byla porovnána v rámci scóringového modelu. Nejvyššího hodnocení dosáhlo řešení využívající senzor LIDAR. Těsně na druhém místě skončilo řešení, jež se zabývalo prováděním inventury pomocí počítačového vidění za asistence umělé inteligence. Vyloučena byla řešení, jež v rámci implementace vyžadovala instalaci technologie přímo na obalové jednotky. Tato řešení jsou ekonomicky neefektivní, jelikož většina obalů není v majetku ŠA, ale v majetku BHM. Muselo by tedy dojít k úpravě všech obalů využívaných v koncernových závodech a u dodavatelů. Zejména kvůli této skutečnosti je doporučeno zabývat se implementací technologií přímo na skladě 42. Doporučené řešení spočívá v instalaci senzorů LIDAR nebo kamer s UI. Senzory LIDAR představují levnější řešení. Při nesprávném umístění senzorů může nastat situace, že obaly skladované mimo zorné pole senzoru nebudou senzorem správně zaměřeny a technologie tak nebude podávat přesné informace o inventuře. Řešení využívající UI představuje vyšší náklady na zavedení technologie, ale neměla by vznikat žádná úskalí v podávání nepřesných informací o inventuře. Finální výběr technologie tedy záleží na rozhodnutí společnosti, a to především na výši poskytnutých finančních prostředků.

Seznam literatury

AZ-data: Inventarizace a inventura z pohledu účetnictví. [online]. [cit. 2020-10-20]. Dostupné z: https://www.az-data.cz/clanky/inventarizace-inventura-z-pohledu-ucetnictvi.

BERTHIAUME, Dan. Will other grocers follow Amazon Go? *Chainstoreage.com* [online]. 2020 [cit. 2020-10-11]. Dostupné z: https://chainstoreage.com/will-other-grocers-follow-amazon-go.

Capturs-systems: Live GPS tracking technologies, LPWAN vs GSM vs Satellite [online]. [cit. 2020-10-11]. Dostupné z: https://www.capturs-systems.com/2020/09/03/live-gps-tracking-technologies-lpwan-vs-gsm-vs-satellite/.

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

HERŠUST, Michal. Na inventury se v Česku chystají drony. *Logistika.ihned.cz* [online]. 2018 [cit. 2020-11-10]. Dostupné z: https://logistika.ihned.cz/c1-66134060-na-inventury-se-v-cesku-chystaji-drony.

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. 1. vyd. Grada Publishing, 2016. 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

KILIÁN, Karel. Čím se LIDAR liší od radaru a jaká je jeho role v autonomních vozidlech. *Vtm.zive.cz* [online]. 2018 [cit. 2020-11-10]. https://vtm.zive.cz/clanky/cim-se-LIDAR-lisi-od-radaru-a-jaka-je-jeho-role-v-autonomnich-vozidlech/sc-870-a-195431/default.aspx.

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 80-722-6221-1.

LÖFFLER, Jakub. Bakalářská práce: Optimalizace procesů v interní logistice ŠKODA AUTO a.s. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S. [online]. 2015 [cit. 2020-11-10]. Dostupné z: https://theses.cz/id/8v7gum/17980531.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. upravené a

doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-248-4158-8.

MAREŠ, Michal. Vezmu zboží a jdu. Vyzkoušeli jsme nakupování v Amazon Go. *Forbes.cz* [online]. 2019 [cit. 2020-11-10]. https://forbes.cz/vezmu-zbozi-a-jdu-vyzkouseli-jsme-nakupovani-budoucnosti-v-amazon-go/.

NENADÁL, Jaroslav. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-561-2.

NOVOTNÝ, Radek. RFID principy fungování a možnosti využití. *Udrzbapodniku.cz* [online]. 2014 [cit. 2020-11-10]. http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artykul/article/rfid-principy-fungovani-a-moznosti-vyuziti/.

Oracle: Co je umělá inteligence? [online].[cit. 2020-11-10]. Dostupné z: https://www.oracle.com/cz/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html.

PERNICA, Petr, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika pro 21. století: (Supply chain management)*. 2. upravené a doplněné vydání. Praha: Radix, 2005. Business books (Computer Press). ISBN 80-860-3159-4.

PROVAZNÍKOVÁ, Eliška. Diplomová práce: Návrh toku prázdných obalů ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. v Mladé Boleslavi. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, 2019 [online].[cit. 2020-07-15]. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/handle/10467/3498/discover?filtertype_0=author&filter_relational_operator_0=equals&filter_0=Skolilov%C3%A1+Petra&filtertype=author&filter_relational_operator=equals&filter=Eli%C5%A1ka+Provazn%C3%ADkov%C3%A1

SmartTurn Inventory and Warehouse Management Best Practices. [online]. 2020. URL: https://www.smartturn.com/pdf/inventory-warehouse-management-best-practices-ebook.pdf.

ŠKODA AUTO Česká republika [online]. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO, a.s., 2019 [2020-07-15]. Dostupné z: https://www.skoda-auto.cz/.

TOUŠEK, Radek. Logistika – vybrané kapitoly. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomické fakulta, 2016 [online].[cit. 2020-07-18]. Dostupné z: http://omp.ef.jcu.cz/index.php/EF/catalog/book/9.

VESECKÝ, Zdeněk. Inventura není jen nutné zlo. Může výrazně zlepšit hospodářství i služby. *Podnikatel.cz* [online]. 2014 [cit. 2020-10-14]. Dostupné z: https://www.podnikatel.cz/clanky/inventura-neni-jen-nutne-zlo-muze-vyrazne-zlepsit-hospodarstvi-i-sluzby/.

Volkswagen Group: Group [online].[cit. 2020-10-08]. Dostupné z: https://www.volkswagenag.com/en/group.html.

Volkswagen Koncern: Chronicle [online].[cit. 2020-10-08]. Dostupné z: http://chronicle.volkswagenag.com/.

Yonix: Reverzní logistika [online].[cit. 2020-07-25]. Dostupné z: http://reverzni-logistika.yonix.cz/.

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Seznam tabulek

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	**Petr Kabátník**		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	**6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality**		
NÁZEV PRÁCE	**Automatická inventura venkovních obalových jednotek v logistice ŠKODA AUTO a.s.**		
VEDOUCÍ PRÁCE	**Ing. Pavel Wicher, Ph.D.**		
KATEDRA	**KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality**	**ROK ODEVZDÁNÍ**	**2020**

POČET STRAN	**46**
POČET OBRÁZKŮ	**4**
POČET TABULEK	**2**
POČET PŘÍLOH	**0**

STRUČNÝ POPIS	**Práce se zaměřuje na nalezení a analýzu variantních řešení pro automatickou inventuru obalových jednotek skladovaných na venkovních plochách mladoboleslavského závodu společnosti ŠKODA AUTO a.s.** **V teoretické části je v první kapitole popsána společnost ŠKODA AUTO a.s. Ve druhé kapitole je popsána logistika, skladování a inventura. Třetí kapitola se věnuje druhům a funkcím obalů a manipulačním jednotkám.** **Praktická část popisuje fungování současného stavu inventury a co se již zkoušelo zavádět namísto současného řešení. V závěru práce jsou představena a expertně vyhodnocena jednotlivá řešení, která vedou k automatizaci procesu.**
KLÍČOVÁ SLOVA	**Průmysl 4.0, logistika, skladování, inventura, obaly**

ANNOTATION

AUTHOR	**Petr Kabátník**		
FIELD	**6208R186 Business Administration and Operations, Logistics and Quality Management**		
THESIS TITLE	**Automatic stock-taking of outdoor packaging units in the logistics of ŠKODA AUTO a.s.**		
SUPERVISOR	**Ing. Pavel Wicher, Ph.D.**		
DEPARTMENT	**KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management**	**YEAR**	**2020**

NUMBER OF PAGES	**46**
NUMBER OF PICTURES	**4**
NUMBER OF TABLES	**2**
NUMBER OF APPENDICES	**0**

SUMMARY	**The thesis focuses on finding and analyzing variant solutions for the automatic stock-taking of packaging units stored in the outdoor areas of the Mladá Boleslav plant of ŠKODA AUTO a.s.** **In the theoretical part, the first chapter describes the company ŠKODA AUTO a.s. The second chapter describes logistics, warehousing and stock-taking. The third chapter deals with the types and functions of packaging and handling units.** **The practical part describes the functioning of the current state of the stock-taking and strategy that has been attempted to be implemented instead of the current solution. In the conclusion, individual solutions that lead to process automation are presented and expertly evaluated.**
KEY WORDS	**Industry 4.0, logistics, warehousing, stock-taking, packaging**