VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Sledování a řízení výrobního procesu ve strojírenském podniku

Monitoring and Managing the Production Process in a Machinery Company

Student: Václav Klemš

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Václav Klemš**

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství

Téma: Sledování a řízení výrobního procesu ve strojírenském podniku
Monitoring and Managing the Production Process in a Machinery Company

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z hlediska toku materiálu, řízení výroby a logistiky.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků.
4. Návrh na řešení.
5. Zhodnocení návrhu řešení a přínos pro praxi.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů.* Praha: ÚNMZ, 2011. 40 s.
SCHULTE, CH. *Logistika.* Praha: Victoria Publishing, a.s., 1994. 301 s. ISBN 80-85605-87-2.
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby.* Vyd. 2. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty.* Vyd. 3. Brno : CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby.* Vyd. 2. Praha: C. H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-740-0119-2.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017

Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-TECHNICKÁ UNIVERZITA Fakulta strojní 3 OSTRAVA

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 15.5.2017

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 15.5.2017

……
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Václav Klemš

Adresa trvalého pobytu autora práce: Choryně 205, Choryně 756 42

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KLEMŠ, V. *Sledování a řízení výrobního procesu ve strojírenském podniku: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2017, 51 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Bakalářská práce se zaměřuje na aplikaci inovativního způsobu řešení skladového hospodářství s využitím moderních technologií. V úvodu byla provedena analýza záznamu skladových zásob a dále pak skladu samotného. Na základě stanovené analýzy byly definovány potřebné úkony k zavedení moderní technologie do dílčího skladu pohonů. Jedná se především o zavedení čárových kódů do využívaného informačního systému a aplikace identifikačních kódů na jednotlivé položky kompletů pohonů. Dalším bodem návrhu řešení je pokrytí skladu pohonů WiFi signálem pro komfortní využití moderní technologie. Poslední krok byl zaměřen na výběr vhodné techniky pro evidenci skladových zásob, tedy výběrem PDA zařízení, ke kterému bylo využito metody vícekriteriálního rozhodování.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

KLEMŠ, V. *Monitoring and Managing the Production Process in a Machinery Company: Bachelor Thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2017, 51 p. Thesis head: Schindlerová, V.

Bachelor thesis focuses on the application of an innovative approach to improve a warehouse management while using modern technologies. In the introduction, there was conducted an analysis of the record of inventories and also of the actual stock. Based on the set analysis, there were defined the necessary steps on implication modern technologies into the sub-stock of engines. In particular, it involves the implementation of barcodes into the information system and the implementation of identification codes on individual items of engine sets. Another point of suggested solutions for the engine stock is installation of WiFi modules for convenient use of the modern technology. The last step was directed towards a selection of appropriate technology for record keeping of inventory, therefore to choose a PDA device, which could be used multi-criteria decision-making.

Obsah

Seznam použitých zkratek a symbolů 8
Úvod 9
1 Základní pojmy 10
1.1 Výroba 10
1.2 Příprava výroby 11
1.3 Rozdělení výroby 12
1.4 Odvádění výroby 13
1.5 Řízení výroby a jeho cíle 14
1.6 Rozhodovací proces – vícekriteriální rozhodování 15
1.6.1 Koeficient významnosti 15
1.6.2 Metody vícekriteriálního rozhodování 16
1.7 Čárové kódy 17
1.7.1 Historie čárových kódů 17
1.7.2 Konstrukce čárového kódu 17
1.7.3 Nejužívanějších typy čárových kódů 18
2 Analýza současného stavu 21
2.1 Historie společnosti 21
2.2 Současný stav společnosti 22
2.3 Sortiment společností SPEDOS 23
2.4 Informační systém ABRA Gen 25
2.5 Řízení materiálu 25
2.6 Popis skladu 27
3 Vyhodnocení analýzy 29
3.1 Specifikace požadavků 29

4 Návrh řešení 30

4.1 Inovace současného stavu 30

4.2 Popis PDA zařízení v praxi 31

4.3 Požadavky na PDA zařízení 32

4.4 Nákup PDA zařízení 32

4.5 Nabídky PDA zařízení 32

4.5.1 Datalogic ELF 33

4.5.2 Unitech HT 682 34

4.5.3 Datalogic Falcon X3+ HP 35

4.6 Výběr PDA zařízení 36

4.6.1 Rekapitulace nabídek PDA zařízení 36

4.6.2 Výpočet koeficientu významnosti 37

4.6.3 Vícekriteriální rozhodování – bazická metoda (BM) 40

4.6.4 Vícekriteriální rozhodování – vážená bodovací metoda (VBM) 42

4.6.5 Zhodnocení metod vícekriteriálního rozhodování 45

5 Zhodnocení návrhu řešení a přínos pro praxi 46

Seznam použité literatury 48

Seznam obrázků: 50

Seznam tabulek: 51

Seznam použitých symbolů

a.s…… akciová společnost

Bj…….koeficient významnosti

h_{bj}……... hodnota kritéria bazické varianty

h_{ij}…….hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

α_{kj}……číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu

α_{j}……..součet pořadí přiřazených všemi experty j-tému kritériu

w……..koeficient shody

m……. počet kritérií

p……. počet expertů

z_{ij}…….....porovnání variant u bazické metody

S_j……. relativní užitnost

V_j…… hodnocení výsledků

Kč……....Koruna česká

Ks……Kus

Seznam použitých zkratek

PDA…… osobní digitální asistent

IS…….……informační systém

OBDV…….přijatá objednávka

ODA……....zpracovaná objednávka výrobou

DMV……...dodací list materiálu výroby

PHVV……..příjem hotových výrobků

DMV……....dodací list ke smlouvě o dílo

DLV……dodací list ke kupní smlouvě

Úvod

Každá společnost, ať je to společnost zaměřená na logistiku, skladování, či výrobu, nebo dokonce společnost poskytující služby, se zabývá produktivitou, efektivností a především spolehlivým informačním systémem. Se znalostí současného výrobního cyklu uvedené společnosti a dále s rostoucími požadavky na ni kladenými, je téma optimalizace výrobního procesu nutností i zde.

Ve všech fázích výrobního procesu musíme čelit požadavkům na přesnost zadávání dat, na rychlost pořízení dat a především na flexibilitu jednotlivých operací ve výrobě.

Cílem bakalářské práce je nalézt inovativní způsob záznamu výrobního postupu, s navržením řešení pro zefektivnění výrobního procesu kompletace pohonných jednotek a aplikace nového přístupu s využitím moderních technologií.

Součástí práce je analýza strojírenského podniku, analýza skladu samotného, výběr čtecího zařízení čárových kódů a implementace čarových kódů ve vybraném oddělení, včetně nutných úprav pro jejich zavedení.

1 Základní pojmy

Nejprve je třeba uvést několik základních pojmů, se kterými se strojírenský podnik denně setkává.

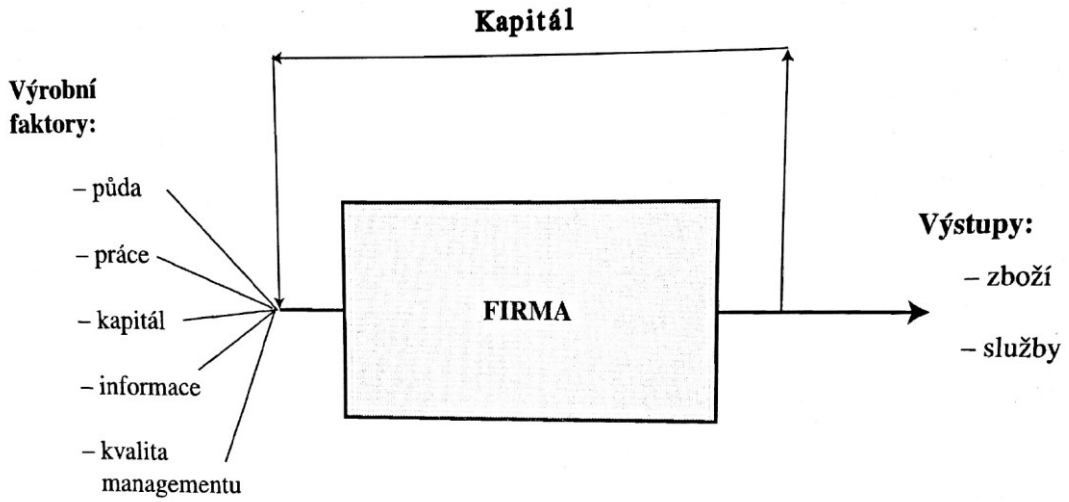
1.1 Výroba

Výroba v rámci podniku slouží k vytváření materiálních i nemateriálních statků, které jsou odvozeny od aktuální poptávky. Lze ji také definovat jako transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb procházející spotřebou. V této práci se budeme orientovat především na výrobu statků materiálních. V procesu výroby rozlišujeme čtyři hlavní dělení výrobních faktorů (zdrojů). [2] [3]

Výrobní faktory:

- přírodní zdroje (půda),
- práce,
- kapitál,
- informace.

Pod pojmem přírodní zdroje si představme ornou půdu, lesy, nebo pozemky. Pojem práce nám udává veškerou pracovní sílu využitelnou při výrobním procesu. Kapitál je výrobní faktor nabývající hodnoty při výrobním procesu a je užit v dalších krocích procesu výroby jako vstup. Informace jsou nedílnou součástí výroby, především na vstupu, kde je aplikujeme, tak na výstupu, sloužící jako zpětná reakce. [3]



Obrázek 1: Koloběh výrobních faktorů [3]

1.2 Příprava výroby

Příprava výrobního procesu zahrnuje všechny kroky předcházející samotné výrobě. Je vyžadována preciznost, aby nedocházelo k pochybení již při samotném procesu výroby. Přípravu výroby dělíme do tří základních kategorií:

1. Technická příprava výroby (TPV): Cílem TPV je nový nebo zdokonalený stávající výrobek, lepších vlastností, úspornější výroby včetně originálního výrobního postupu. Dělíme do dvou fází:
    - Konstrukční příprava výroby – Zabývající se vlastnostmi výrobku, vzhledem, ergonomií, rozměry.
    - Technologická příprava výroby – Stanovení technologického, výrobního postupu, na základě možností výroby a platných norem. [17]

2. Ekonomická příprava výroby (EPV) – Cílem EPV je zajištění efektivity práce. Nejvyšší efektivity výroby (práce), dosahujeme s maximální využitelností výrobních zdrojů. Pojem efektivita můžeme také chápat jako vyloučení plýtvání s dostupnými zdroji a využití právě zdrojů k dosažení možného zisku. Ekonomická stránka výrobku má zájem o to, aby výrobek nebyl ztrátový. Proto se stanovuje a porovnává:
    - cena výrobku,
    - náklady na výrobek. [10] [11] [16]

   Z těchto dvou informací jsme schopni učinit předběžnou kalkulaci výrobku. Rozeznáváme náklady:

    - fixní náklady – se při stávající kapacitě s růstem objemu produkce nemění. Tyto náklady podnik platí i při pozastavené výrobě,
    - variabilní náklady – rostou s růstem objemu produkce. [3]

3. Organizační příprava (OP) – Cílem OP je bezporuchová a plynulá výroba. Stanovují se stroje pro využití a také obsazenost pracovní síly, nebo jejich pozice. [10] [11]

1.3 Rozdělení výroby

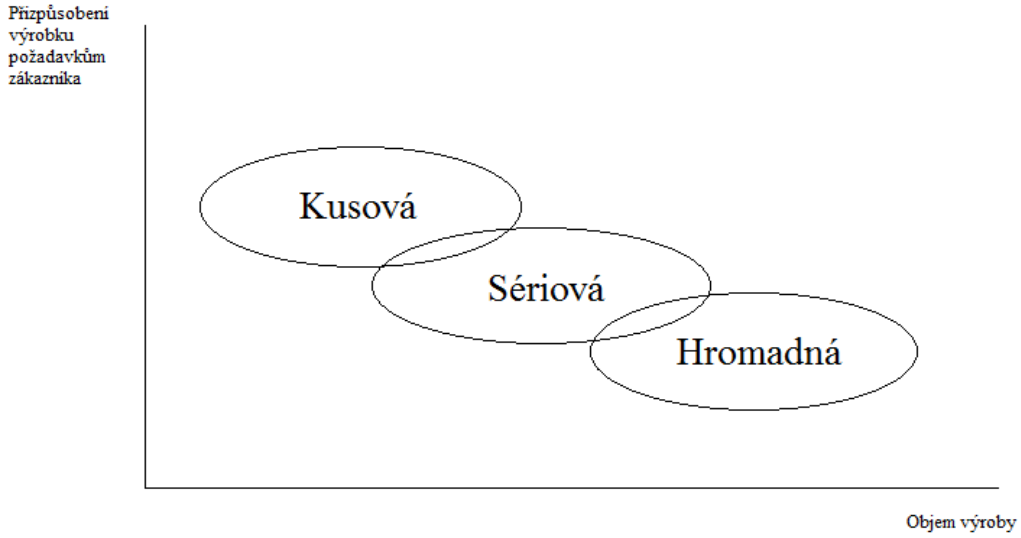
Rozeznáváme mnoho dělení výroby, proto si uvedeme alespoň některá základní:

1. Dle výrobního programu rozeznáváme:
    - základní výroba – zahrnuje základní výrobní program, popř. specializací, např.: automobily, ledničky,
    - vedlejší výroba – výrobky jsou příslušenstvím výrobků základní výroby, např. náhradní díly
    - doplňková výroba – umožňuje lepší využití investičního majetku výrobních jednotek (výroba pro kooperaci), nebo využití odpadu výše popsané výroby,
    - přidružená výroba – výroba nespadající pod žádný výrobní obor, např.: dřevozpracující výroba ve strojírenství.

2. Podle charakteru technologie výrobního procesu rozdělujeme:
    - mechanická výroba – nedochází ke změně vlastností látkové podstaty vstupního materiálu, ale dochází během technologického procesu ke změně vzhledu, tvaru nebo povrchu plochy. Do této skupiny řadíme procesy obrábění, tváření, svařování a další,
    - chemická výroba – při téhle výrobě dochází ke změně vlastností látkové podstaty u vstupního materiálu. S chemickou výrobou se setkáváme např.: při výrobě organických a anorganických látek, zpracování ropy, aj.,
    - biologická a biochemická výroba – tato výroba je závislá a uskutečňována díky přírodním procesům. Tento druh výroby je typický pro potravinářský průmysl, např.: výroba piva, sýrů, atd. [5] [6]

3. Z hlediska rozsahu výroby dělíme:
    - kusová výroba – má široké portfolio výrobků po jednotlivých kusech, nebo v malých množstvích. Je typická pro nepravidelnost opakování výrobků a výroba probíhá především na zakázku. Jedná se zpravidla o složité součásti, náročné na výrobu. (výrobky těžkého strojírenství)
    - sériová výroba – je charakteristická pro výrobu většího množství výrobků stejného druhu. Množství určené pro výrobu se nazývá výrobní dávkou a výroba se s danou pravidelností opakuje.

- hromadná výroba – zahrnuje výrobu s malým portfoliem výrobků a velkým množstvím produkce s opakováním. Při této výrobě se používají jednoúčelové stroje a pracoviště jsou zcela specializované. [5] [6]



Obrázek 2: Přizpůsobení výrobku požadavkům zákazníka [3]

1.4 Odvádění výroby

Odvádění výroby slouží pro zaznamenání vykonané práce, který z pracovníků se podílel na výrobním procesu a v neposlední řadě kolik materiálu a jakého druhu bylo spotřebováno na výrobek. Metod odvádění výroby je celá řada. Od původních manuálních typů odvádění až po dnešní automatizované on-line odvody výroby. S využitím on-line technologií odvádění výroby dosahujeme vyšší efektivity celého řídícího procesu podniku a v aktuálním čase pozorujeme úbytky skladových zásob, načež můžeme obratem reagovat, anebo nechat reagovat další z výrobků vyspělé techniky. Odvádění výroby dělíme na: [1] [10]

- ruční odvádění výroby – každý z pracovníků samostatně zaznamenává své výkony po provedení svých výrobních operací. Dokládá také přesný čas činnosti a odvedeného množství zhotovených výrobků,
- hromadné odvádění výroby – pověřený pracovník odvádí všechny výkony hromadně dle časových norem pro jednotlivé výrobní operace. Výkon pracovníka není sledován jednotlivě,

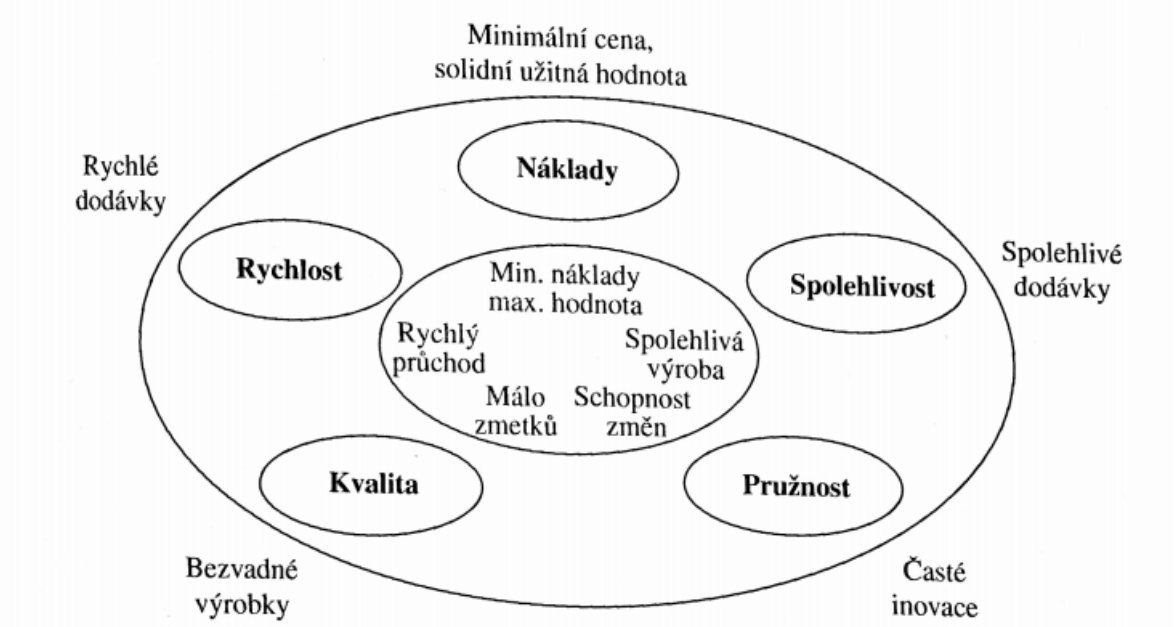
- automatizované odvádění výroby - Odvádění je realizováno technickými prostředky s využitím čárových kódů a prostředků pro identifikaci pracovníků (čipy, karty, aj.) [10] [16]

1.5 Řízení výroby a jeho cíle

Nejzásadnějším požadavkem řízení výroby je dosažení optimálního fungování výrobních systémů a naplnění stanovených cílů. Pod pojmem výrobní systém si představme všechny činitele podílející se na procesu výroby. Jsou to např.: energie, polotovary, pracovní síla, technická zařízení, odpady a mnoho dalších.

Cíl definujeme jako požadovaný dosažitelný stav budoucnosti. Rozlišujeme několik základních cílů:

- celkové, všeobecné, specifické,
- strategické, taktické, operativní,
- dlouhodobé, střednědobé a krátkodobé. [3] [16]



Obrázek 3: Vnitřní a vnější význam cílů a kritérií řízení výroby [3]

1.6 Rozhodovací proces – vícekriteriální rozhodování

Rozhodovací proces je stálou problematikou, ať už v podniku, či v běžném životě. V metodě vícekriteriálního rozhodování byla vybírána nejvhodnější varianta mezi několika možnými. Pro realizaci tohoto rozhodování je za potřebí určit koeficient významnosti a dále pokračovat dle vybraných metod.

1.6.1 Koeficient významnosti

Koeficient lze určit několika způsoby:

- metodou pořadí,
- metodou známkování,
- metodou porovnávání v trojúhelníku párů.

V bakalářské práci byla použita pro stanovení koeficientu metoda pořadí, jejíž postup je následovný:

1. Byli zvoleni experti, kteří dle svého uvážení, přiřadí jednotlivému kritériu své pořadí. (Významnějšímu kritériu přiřazuje expert vyšší známku.)
2. Hodnocení expertů bylo uvedeno do tabulky.
3. Byl proveden mezi výpočet αj.

$$\alpha_{j1} = \sum_{k=1}^{p} \alpha_{kj} \qquad (1)$$

4. Dále vypočtu koeficient významnosti Bj.

$$B_j = 1 - \frac{\alpha_j}{\sum_{j=1}^{m} \alpha_j} \qquad (2)$$

5. V posledním kroku byl vypočítán koeficient shody w.

$$w = \frac{12 \sum_{j=1}^{m} \left[\sum_{k=1}^{p} \alpha_j - \frac{p(m+1)}{2} \right]^2}{p^2 (m^3 - m)} \qquad (3)$$

α_{kj} - číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu

α_j - součet pořadí přiřazených všemi experty j-tému kritériu

p – počet expertů

m – počet kritérií [5]

1.6.2 Metody vícekriteriálního rozhodování

- Metoda vážených dílčích pořadí
- Metoda bazická
- Metoda PATTERN
- Vážená bodovací metoda

V bakalářské práci byla použita pro vícekriteriální rozhodování metoda bazická a vážená bodovací metoda.

Postup metody bazické:

1. Byly zjištěny potřebné informace k jednotlivým variantám.
2. Byla vytvořena bazická (fiktivní) varianta (např. jako průměrná hodnota z údajů všech uvažovaných variant).
3. Provedeme porovnání zvolených variant s variantou bazickou (z_{ij}),
   - pro kritéria typu náklady $z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} \cdot B_j$, (4)
   - pro kritéria typu výnosy $z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} \cdot B_j$. (5)

   Kde: h_{bj} – hodnota j-tého kritéria u bazické varianty,
   h_{ij} – hodnota j-tého kritéria u i-té varianty,
   B_j – koeficient významnosti j-tého kritéria.
4. Pro všechny varianty byla stanovena hodnota relativní užitnosti $S_j = \sum_{j=1}^{j=m} z_{ij}$. (6)
5. Byly vyhodnoceny výsledky (V_j). Na prvním místě je ta varianta, která má nejvyšší hodnotu relativní užitnosti. [5]

Postup vážené bodovací metody:

1. Byly zjištěny potřebné informace k jednotlivým variantám.
2. Hodnoty daných kritérií byly rozděleny do zvolených intervalů, kterým bylo přiděleno bodové hodnocení b_{ij}.
3. Kritéria byla ohodnocena a shrnuta do tabulky.
4. Body byly vynásobeny příslušným koeficientem významnosti (Bj,B_{jN}).

5. Byly sečteny všechny vážené dílčí hodnoty u každé varianty (S_j).
6. Byly vyhodnoceny výsledky Vj. Na prvním místě je varianta, která má maximální hodnotu součtu dílčích hodnot. [5]

1.7 Čárové kódy

1.7.1 Historie čárových kódů

První zmínka čárového kódu pochází již z roku 1932, kdy skupina studentů pracovala na projektu týkající se výběru zboží a následného odtržení kupónu s tehdejším „čárovým kódem“. První patent pro čárový kód byl udělen v Americe až v roce 1952, ovšem spolužáci Norman Joseph Woodland a Bernard Silver o patent zažádali již v roce 1949. Myšlenka je napadla, když se snažili vyplnit přání ředitele obchodního řetězce, který požadoval urychlení prodeje. [4]

1.7.2 Konstrukce čárového kódu

Čárový kód je grafický znak využívaný pro automatizovaný sběr dat. Je tvořen černými pruhy (dnes také mozaikou) na bílém podkladu, neboli se skládá z tmavých a světlých čar. Pruhy čárového kódu jsou pro určitý typ jasně stanovené tak, aby je mohlo rozpoznat čtecí zařízení – čtečky, skenery. Každý čárový kód nese svoji jedinečnou zakódovanou informaci. U nejužívanějšího typu čárových kódů EAN je již nutná registrace v každé zemi, aby nedošlo k opakování kódu. Základní dělení kódů:

- jednorozměrné čárové kódy – čárový kód je složen z tmavých čar a světlých mezer mezi nimi. Zakódovanou informaci nese rozdílná šířka těchto tmavých a světlých pruhů,
- dvourozměrné čárové kódy – tyto kódy přicházejí z důvodu vyšších požadavků na nositele kódové informace. Především možnost zakódovat větší množství informací do jednoho kódu. Oproti jednorozměrnému kódu se liší snad jen v provedení. Díky dvourozměrnému zápisu je kód schopen pohltit více informací v menším kódu, co se rozlohy týče,
- trojrozměrné čárové kódy – tento kód je provedením totožný s výše uvedenými, avšak je rozdílný v technologii pořízení a oskenování. Trojrozměrným kód na již označeném předmětu nelze prakticky okopírovat. Využití tohoto kódu je pro předměty vysokých cen. [4]

1.7.3 Nejužívanějších typy čárových kódů

TYP EAN – 13

Jedná se o lineárně spojitý numerický znak, můžeme jej označit za jeden z nejznámějších čárových kódů. Tento kód je přístupný pro každý stát zapojený do mezinárodního sdružení EAN International. Čárový kód EAN dokáže detekovat číslice 0 až 9 a každá z těchto číslic je zakódovaná pod dvěma čarami a dvěma mezerami. Datové pole je složeno ze 13 znaků a může na něj následovat pole dodatkového symbolu. První tři pozice (zleva) označují stát užívající daný kód (pro ČR 859), čtvrtá až šestá pozice označuje fixní identifikaci firmy (smluvně přiděleno) a poslední třetí až pátá pozice identifikuje položku (stanoveno firmou). Tento kód je nejčastěji využíván pro identifikaci spotřebitelských obchodních jednotek, nebo na pokladních terminálech. Jmenovité rozměry čárového kódu jsou 37,29 mm x 25,93 mm (ŠxV). Výška symbolů při zachování jmenovitého rozměru je 2,75 mm. [4]

Obrázek 4: Čárový kód typu EAN – 13 [4]

TYP EAN – 8

Tento typ se hodně podobá předchozímu čárovému kódu, ovšem ne zcela. Datové pole obsahuje pevných 8 znaků a pole dodatkového systému nesmí po něm následovat. Možnosti využití tohoto kódu jsou: identifikace malých spotřebitelských jednotek, nebo také pokladní terminál místa prodeje. Co se struktury týče, tak první tři znaky opět patří mezinárodnímu rozpoznání, další čtyři pro identifikaci položky + poslední znak je povinná kontrolní číslice. Jmenovité rozměry čárového kódu jsou 26,73 mm x 21,31 mm (ŠxV). Výška symbolů se nemění.

Obrázek 5: Čárový kód typu EAN – 8 [4]

Typ GS1 – 128

Tento čárový kód je určen především pro identifikaci obchodních a logistických jednotek, především jsou-li určeny pro skladování a přepravu. Je to lineární čárový kód, který dovoluje řetězení kódovaných informací pomocí tzv. aplikačních identifikátorů. Tyto aplikační identifikátory jsou v číslicovém vyjádření odděleny závorkou. Čárový kód dovoluje záznam znaků na více řádků, avšak jejich počet nesmí přesáhnout 48 znaků/řádek. Maximální délka symbolů je stanovena na 165 mm a výška pro logistické jednotky je dána minimální hodnotou 32 mm. Pro velmi malé jednotky je pak minimální hodnota výšky znaku 12,7 mm. [4]

Obrázek 6: Čárový kód typu GS1 – 128 [4]

TYP GS1 DataMatrix

Tato varianta se již řadí mezi 2D datové nosiče v oblasti automatické identifikace a je na bázi čárových kódů. 2D kódy jsou schopné nést velké množství zakódovaných informací v poměrně malé rozloze kódu. I tento druh využívá aplikačních identifikátorů, kterými je definován typ kódované informace. Aplikační identifikátory poskytují srozumitelnou detekci kódu. Jeho využití je především v lékařském průmyslu pro značení léčiv, nebo zdravotnického materiálu. Snímání těchto symbolů v místech konečného prodeje však není uskutečnitelné. Struktura kódu je tvořena pevnými vyhledávacími znaky tvaru „L“. Jeho provedení je nejčastěji čtvercové, ovšem můžeme se setkat i s variantou obdélníku. [4]

Obrázek 7: 2D kód GS1 DataMatrix [8]

GS1 QR KÓD

Tento 2D kód je dnes prioritně používán pro marketingové účely, aneb pro koncové spotřebitele. Nejčastější informace QR kódu pro konečné spotřebitele jsou URL adresy, poskytující on-line přístup dat výrobků a služeb. Při užití aplikačních identifikátorů v tomto kódu, se kód stává srovnatelným s kódem GS1 DataMatrix. Každý grafický obrazec QR kódu obsahuje jedinečnou informaci a je znám pro velice dobrou čitelnost. [4] [7]

Obrázek 8: QR kód [7]

2 Analýza současného stavu

2.1 Historie společnosti

Společnost SPEDOS s.r.o. vznikla v roce 1991 jako podnik zajišťující speciální dodávky staveb. Odtud byl také odvozen název společnosti. Hlavní náplní nově vzniklé společnosti byla orientace na zhotovení a prodej dálkově ovládaných garážových vrat a automatických dveří. V průběhu dalších měsíců firma rozšířila své portfolio o vyrovnávací můstky, jakožto dalšího výrobku pro dodávky staveb.

Společnost SPEDOS se v počátcích své existence soustředila na prodej výrobků a spolupracovala s významnými zahraničními firmami. Od roku 1995 byl zahájen vývoj vlastních automatických dveří a taktéž v tomto roce vznikla dceřiná společnost SPEDOS SLOVENSKO s.r.o., obstarávající slovenský trh. Dalším mezníkem společnosti byl rok 1998, kdy společnost začala s vlastní výrobou vrat a vyrovnávacích můstků.

Svoji pozici na trhu si společnost umocnila nejen kvalitními výrobky, ale také svou trvalou péči o zákazníky, jimž poskytuje obchodní a servisní sítě, včetně kvalifikovaného montážního střediska.

V roce 2010 společnost SPEDOS převzala certifikát Kvalitní firmy v oblasti stavebnictví a taktéž v tomto roce firma začala vyrábět požární roletové uzávěry. [9]

Obrázek 9: Logo společnosti SPEDOS [9]

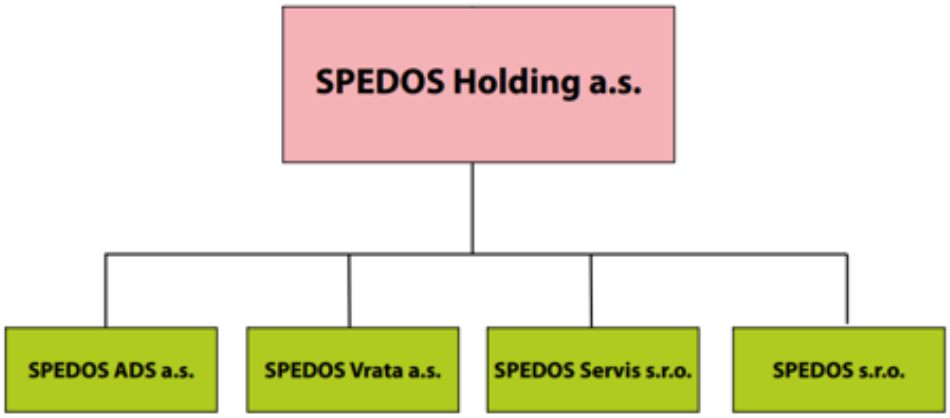
2.2 Současný stav společnosti

V současné době má společnost za sebou významný mezník, kdy v roce 2016 oslavila 25. výročí lídra na trhu v oblasti dveřní a vratové techniky pro Českou a Slovenskou republiku.

Dále v roce 2016 převzal dílčí společnosti pod své vedení SPEDOS Holding a.s. Dílčí společnosti jsou:

- SPEDOS ADS a.s. - jejíž naplní je výroba automatických posuvných a turniketových dveřních systémů, včetně jejich pohonů,
- SPEDOS Vrata a.s. - vyrábějící především vratové systémy, nájezdové můstky, vratové těsnění, požární uzávěry, atd.
- SPEDOS Servis s.r.o. - obstarávající servisní síť veškerého sortimentu a výrobků firem Spedos,
- SPEDOS s.r.o. - správce dílčích společností.

Působnost dílčích společností SPEDOS Holding a.s. je zaměřena na celou Českou a Slovenskou republiku.



Obrázek 10: Rozložení společností Spedos

2.3 Sortiment společností SPEDOS

- SPEDOS ADS a.s. – hlavní sortiment této společnosti je výroba součástí pro kompletaci automatických posuvných a turniketových dveřních systémů, které splňují evropské normy EN16005 a EN ISO 13849-1 pro instalaci na únikové cesty. V rámci společnosti je též vývoj pohonných jednotek dveřních křídel. [9]

Obrázek 11: Automatické dveře

- SPEDOS Vrata a.s. – jak název napovídá, hlavním výrobkem společnosti jsou vratové systémy, dodávané především do průmyslového odvětví. Dalším důležitým výrobkem jsou nájezdové můstky pro kamiony včetně vratové těsnění poskytující zaizolovaný vnitřní prostor od prostoru vnějšího.

Obrázek 12: Kompletní dodávka vratového systému [9]

Za poměrně nový výrobek považujeme požární uzávěry. Ať už mluvíme o protipožárních vratových systémech, protipožárních dveřích nebo protipožárních roletách. Protipožární rolety jsou textilní uzávěry s normalizovaným časem ohně vzdornosti, zabraňující šíření požáru mezi jednotlivými úseky. Za normálního provozu je systém srolován a při detekci kouře/ohně je uzávěr aktivován k oddělení prostoru protipožární plachtou. [9]

Obrázek 13: Protipožární roleta [9]

2.4 Informační systém ABRA Gen

Všechny dílčí společnosti SPEDOS Holding a.s. využívají komplexního informačního systému ABRA Gen, který integruje a automatizuje velké množství procesů souvisejících s výrobními činnostmi. Tento systém je schopen poskytnout veškeré informace ohledně organizace obchodní činnosti, řízení zásob, objednávek, účetnictví a mnoho dalších. Informační systém ABRA Gen přináší na jednom místě komplexní přehled celé firmy. Ze systému byl využit záznam skladových a objednaných zásob, evidence použitých komponentů pro daný výrobek. Informační systém ABRA Gen je připravený na detekci informací získaných čárovými kódy. [12]

Obrázek 14: Schéma IS ABRA Gen [12]

2.5 Řízení materiálu

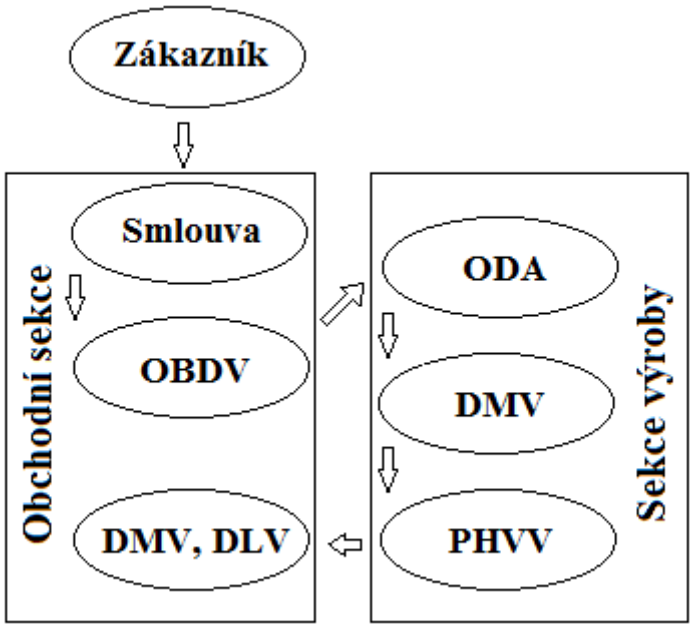
Ve spolupráci s vedením společnosti SPEDOS Vrata a.s., bylo po vzájemné domluvě dohodnuto, že prvořadé bude detailně prověřit moderní technologii – aplikaci čárových kódů v rámci dílčího oddělení vratových systémů.

V analýze současného stavu oddělení a.s., ve kterém budeme inovovat postupy řízení výroby, se zaměříme na kompletaci motorových jednotek. Každá motorová jednotka se skládá z několika komponentů a ty je třeba důsledně evidovat.

Výrobní oddělení vratových systémů využívá výpočtový program pro záznam potřebných komponentů pro kompletaci motorů. Tento program poskytuje převod požadavků do IS ABRA Gen, spolu s jejich rezervací.

Informačním systémem je vytvořena došlá objednávka na jejíž základě je vytvořena obchodní dokumentace, která je vytištěna a předána skladníkovi. Zásobovač je povinen provést kontrolu aktivních rezervací na materiál. V případě nedostatečných zásob provede fyzickou kontrolu, zdali opravdu chybí, případně provede objednávku. Kompletace motorů je prováděná po obdržení obchodní dokumentace a ujištění se o naskladněných zásobách. Dále je vytvořen dokument dodaného materiálu, na jehož základě se provádí odpis materiálu. Po tomto kroku následuje předposlední operace - příjem hotových výrobků na sklad.

Pro rozpoznání do které sekce daný dokument spadá, bylo uvedeno schéma toku dokumentů (obrázek 15).



Obrázek 15: Schéma toku dokumentů

Tabulka 1: Seznam zkratek informačního toku

Seznam zkratek pro schéma informačního toku	
OBDV	Přijatá objednávka (ze strany zákazníka – převedení položek ve smlouvě do ABRY)
ODA	Zpracovaná, došlá objednávka výrobou, na základě které se tvoří rezervace materiálu ve skladových kartách v ABŘE a slouží jako podklad pro objednávání materiálu při nákupu
DMV	Dodací list materiálu výroby (odpis materiálu z jednotlivých výrobních skladů)
PHVV	Příjem hotových výrobků – jejich fyzický převod na centrální sklad
DMV	Dodací list ke smlouvě o dílo (s montáží)
DLV	Dodací list ke kupní smlouvě

2.6 Popis skladu

Aktuální stav jednotlivých položek na skladě je možno dohledat v účetním systému ABRA Gen. Skladníci se při své práci setkávají se dvěma typy dokladů, jedním zaznamenávajícím příjem a druhým zajišťujícím výdej výrobků. Na straně příjmu nakupovaných či hotových výrobků se jedná o příjmové doklady:

PRV – příjem materiálu, popřípadě nakupovaných výrobků,

PHVV – příjem hotových výrobků z výroby.

Podklady jsou zasílány e-mailem z nákupního oddělení a výroby. Pro výdej se používají dva typy dokladů:

DLV - dodací list ke kupní smlouvě,

DMV - dodací list ke smlouvě o dílo, u nichž montáž výrobků zajišťuje obslužná divize SPEDOS Servis s.r.o.

Můžeme říci, že skladník má jako jediný zcela objektivní přehled o stavu zásob. Tento fakt ovšem nelze říci o manažerovi zásob, který není v přímém kontaktu se skladem a spoléhá se pouze na stav v informační systému ABRA Gen, kde dochází k odpisu materiálu ze skladu až po celkové kompletaci výrobku a ne již při fyzickém odebrání komponentu ze skladových zásob. Může se jednat o zpoždění až několik dnů, pokud je výroba přeplněna, jako např. v podzimních měsících. V tento moment je nutná také fyzická kontrola stavu zásob na skladě, aby byl pracovník nákupního oddělení schopen objednat potřebné množství materiálu k doplnění.

Jak již bylo zmíněno, ve výrobě dochází mimo jiné k produkci sekčních vrat, které jsou ve většině případů dodávány s automatickým ovládáním, tzn. včetně pohonů. V sekci pohonů pracuje pověřená osoba, která provádí kompletaci pohonných jednotek dle výrobní dokumentace. A na tohle dílčí oddělení se zaměříme.

Ukázka balícího listu pro kompletaci v papírové podobě:

BALÍCÍ LIST PRO VRATA ČÍSLO : V17-0004

ZAKÁZKA ČÍSLO : SK17201007T0002
DRUH KOVÁNÍ : ZVÝŠENÉ

ŠÍŘKA OTVORU: **2500 mm** VÝŠKA OTVORU: **2700 mm**

BALÍK č. 1 : krabice

profil překladový uzavírací	2550 mm
pružinový nárazník 350 mm - trubka	2 ks
konzola k pruž. nárazníku - SPEDOS	2 ks
sestava ocelového lanka 4mm	1 pár
zástrčka pozinkovaná typ DELTA	1 ks
Spojka hřídele hliníková	1 ks
závěs kloubový boční - průmyslový	8 ks
závěs kloubový střední - průmyslový	4 ks
pojezdová kladka 46 mm - 95 mm	12 ks
Horní držák pojezdové kladky	2 ks
konzola podlahová - hliníková	1 pár
šroub do plechu 6,3x35mm pozink.	105 ks
šroub do železa - GEFU	61 ks
podložka 8,4 - rozšířená	99 ks
pero zalícované pro plné hřídele	6 ks
šroub pro spojování kolejnic+matka	38 ks
kroužek stavěcí z oceli 25,4	4 ks
plech k VM vratům - rovný	2 ks
podložka pojezdové kladky 11-10mm	8 ks
opěrka hlavy matice	12 ks
úhelník montážní	2 ks
šroub DIN 603 8x25	12 ks

Obrázek 16: Balící list pro kompletaci

3 Vyhodnocení analýzy

Na základě předchozí analýzy byly zjištěny nedostatky, které budou následně řešeny. Zjištěné nedostatky tedy jsou:

- Neznalost skladníka v následujících zakázkách.
- Neznalost potřeb, požadavků pro další zakázku.
- Manažer skladu nezná on-line stav skladu.
- Nepřesnost při vychystávání kompletů skladníkem.

3.1 Specifikace požadavků

Zajištění on-line komunikace mezi skladem a informačním systémem ABRA Gen přidělíme automatizovanému odvádění výroby, tzn. pořízení a aplikaci čtecího zařízení čárových kódů. S neustálými inovacemi moderních technologií a se zvyšujícími se nároky na komfort zaměstnanců se společnost rozhodla investovat do pokročilejšího čtecího zařízení čárových kódů, včetně displeje, klávesnice a vlastností kapesního počítače. Jedná se tedy o zařízení PDA – osobní digitální asistent (Personal Digital Assistant).

Pro správnou a kompletní funkci PDA zařízení bude nutné přidělení a doplnění štítku o vhodný čárový kód. Některé položky ve skladu jsou již vybaveny čárovým kódem typu EAN 13. Jsou to především položky od zahraničních dodavatelů.

Aplikace zařízení PDA bude ve skladu pro kompletaci pohonných jednotek, který je rozdělen částečně zdí na dvě místnosti. Z důvodu tohoto rozdělení a ne zcela otevřenému prostoru, bude muset být čtecí zařízení připojené přes WiFi do datového systému ABRA GEN. Tzn. nutnou instalaci modulů WiFi a pokrytí skladu WiFi signálem.

Pro kontrolní informaci a nahlédnutí do IS bude mít skladník k dispozici stolní počítač s nainstalovaným IS ABRA Gen. Počítač je již skladníkovi k dispozici, potřebná bude jen instalace nově nakoupeného zařízení k detekci čarového kódu. K počítači bude dále připojena tiskárna pro tisk čárových kódů a jejich následná aplikace na komponenty, které je doposud neměly.

4 Návrh řešení

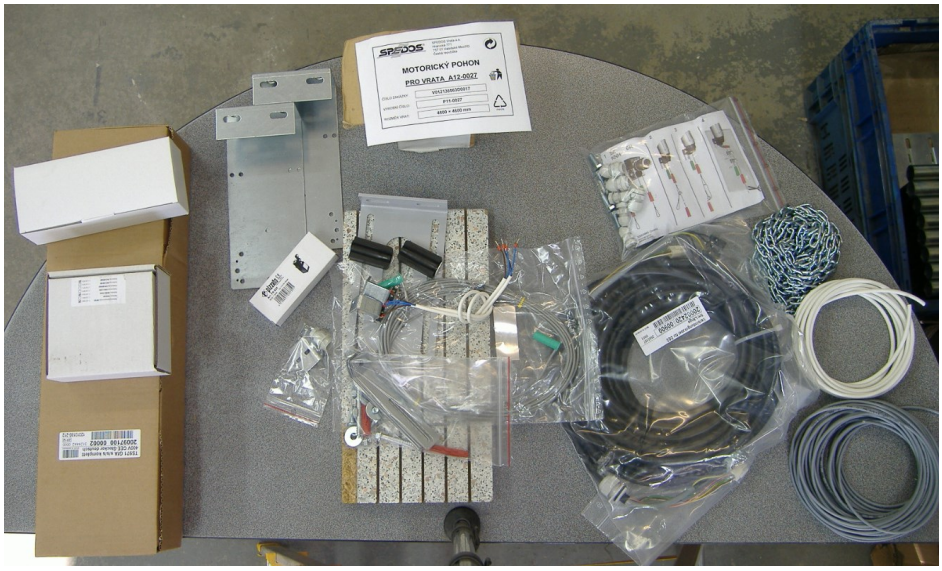
V návrhu řešení optimalizace výrobního procesu a aplikace čárových kódů pro sklad pohonů bylo postupováno v návaznosti na danou analýzu.

4.1 Inovace současného stavu

Prvním krokem bylo přidělení čárového kódu k položkám, které nemají již od dodavatele přidělený kód. Jedinečný kód bude přidělen jednotlivé zakázce v informačním systému ABRA Gen a skladníkovi se objeví též na listu kompletace.

Dodavatelé využívají především kód EAN 13 pro značení svých výrobků, avšak v rámci společnosti Spedos Vrata a.s. se pro jednotlivé komponenty užije vlastního kódu, podobajícímu se EAN 13, s tím rozdílem, že kód bude začínat číslicí dvě a nebude podléhat registraci EAN kódů. Tento kód bude využitelný pouze v rámci společnosti Spedos.

Jedinečné čárové kódy společnosti Spedos budou aplikovány především na regál, kde se materiál nachází a to např. u řetězů, profilů, drátu a šroubků. V druhém případě kódovou informaci ponese daný komponent, jako je to u dodávaného zboží pro kompletaci.



Obrázek 17: Kompletace motorického pohonu

Jelikož sklad je dělen zdí na dvě místnosti a nachází se v něm kovové regály, které by rušili komunikační rozhraní, budou muset být do skladu nainstalovány dva Wifi moduly. Každý bude pokrývat WiFi signálem jednu místnost, tak aby byl nadprůměrný signál ve všech místech skladu.

Dále v návrhu řešení bylo pro bakalářskou práci použito vícekriteriální rozhodování pro výběr vhodného PDA zařízení do uvedených prostor. Zařízením PDA budou především snímány čárové kódy jednotlivých položek pro kompletaci pohonů.

4.2 Popis PDA zařízení v praxi

PDA zařízení bude poskytovat komunikaci s IS ABRA GEN a skladník si bude moci nalistovat danou zakázku pohonů s jednotlivým výpisem všech požadovaných komponentů pro kompletaci, nebo provede načtení jednotlivé kompletace přes čárový kód na listu papíru zakázky.

Dodavatel:

SPEDOS

SPEDOS Vrata a.s.
Hranická 771,Krásno nad Bečvou
75701 Valašské Meziříčí
ČR

IČO: 27795152 DIČ: CZ27795152

Dodavatel je registrován pod spisovou značkou oddíl B, vložka 3194 ze dne 26.03.2007 u Krajského soudu v Ostravě.

Doprava:
Úhrada:
Banka: ČSOB CZK
Číslo účtu: 213651425/0300

Objednávka přijatá č. **ODP-515/2016** Strana č. **1**

Ext. číslo: P16-0737
Konstantní symbol: Stř.: 702
Kód:

Odběratel: Zákaznické číslo: V 000000

Syrdys s.r.o.

IČO: 27795152 DIČ: CZ27795152
Sídlo: , , ,

Datum vystavení dokladu: 06.01.2017
Předpokládané datum dodání: 06.01.2017

Smlouva: SK16101063D0069 Kuropčák, sklady Prešov
Místo montáže:

Předmět plnění		Množství / j.	Cena za jedn. v CZK bez DPH	Cena celkem bez DPH
40014220	Řetěz pro nouzové otevření 50m			
	13	3 m	0,000	0,00
30004631	Článek spojovací pro řetěz			
	13	2 ks	0,000	0,00
20002420.00500	Kabel propojovací pro DES 5m			
	13	1 ks	0,000	0,00
30003965	Prodloužení spínacího kabelu 2 x 4 m			
	13	1 ks	0,000	0,00
20097100.00002	ŘJ-TS971 se zástrčkou CEE 400V			
	13	1 ks	0,000	0,00
4-790.097	Konzola pohonu GFA univerzální			
	13	1 ks	0,000	0,00
FR 530	Spínač koncový FR 530			
	13	1 ks	0,000	0,00
798.702	Konzola pro spínač			
	13	1 ks	0,000	0,00
30005154	Modul WSD pro TS 971			
	13	1 ks	0,000	0,00
CYSY 2Ax0.75	Vodič CYSY 2A x 0,75 (H05VV-F)			
	13	5 m	0,000	0,00

Obrázek 18: Výpis položek kompletace s identifikačním kódem

Veškeré položky budou moci být zobrazeny na displeji PDA zařízení. Skladník bude informován o načtení všech položek pro kompletaci. Zařízení PDA bude mít kromě detekce čarových kódů nainstalováno několik dalších modulů pro evidenci a správné plnění denních povinností skladníka.

Sklad bude pokryt WiFi signálem, díky kterému bude zařízení propojeno s IS. Skladník bude zařízení využívat především v prostorách skladu, avšak vlastnosti zařízení dovolují jeho užití i při náročných podmínkách vnějšího prostředí. Těchto vlastností by mohlo být využito při naskladňování zásob a příjmu materiálu.

4.3 Požadavky na PDA zařízení

Po konzultaci se zodpovědnými pracovníky této problematiky a s počítačovým expertem byly stanoveny zásadní kritéria pro výběr:

- velikost uhlopříčky displeje,
- odolnost zařízení proti nečistotám,
- odolnost zařízení při pádu,
- jednoduché ovládání.

4.4 Nákup PDA zařízení

Společnost Spedos Vrata a.s. začíná s aplikací moderní technologie čtecího zařízení PDA a z tohoto důvodu bude pořízeno pouze jedno takovéto zařízení. Pro nákup jediného PDA zařízení nebude vypsáno výběrové řízení pro dodavatele a nákup bude proveden od jednoho z ověřených dodavatelů dosavadních technologií.

4.5 Nabídky PDA zařízení

Na trhu je mnoho výrobců a možností těchto osobních digitálních asistentů. Do naší nabídky pro vícekriteriální rozhodování byly vybrány tři zařízení, které nejlépe splňovaly očekávané požadavky.

4.5.1 Datalogic ELF

Společnost Datalogic je jeden z předních výrobců automatizační a identifikační techniky. Jeden z předních produktů společnosti je zařízení ELF. Zařízení pracuje s operačním systémem Windows Embedded Handle 6.5 Classic a využívá laserového snímacího modulu. Součástí je numerická klávesnice a operační paměť 256 MB. Zařízení je schopno pracovat při teplotách v rozmezí -10 °C až 50 °C. Další technické údaje nalezneme v tabulce. [13]

Tabulka 2: Technické údaje Datalogic ELF [13]

Technické údaje	
Procesor	624 MHz
Velikost uhlopříčky	3,5 palců
Optické rozlišení	640 x 480 pixel
Koeficient krytí	IP 64
Počet kláves	27
Hmotnost	440 g
Cena	37 776 Kč

Obrázek 19: Datalogic ELF [13]

4.5.2 Unitech HT 682

Společnost Unitech se zaobírá produkcí automatizační techniky pro sběr dat a distribucí pro celý svět. Zařízení Unitech HT 682 je lehký PDA terminál s vynikajícím procesorem a pracující s operačním systémem Windows CE 6.0 Pro. Oproti předchůdci si polepšil v kapacitě operační paměti a v koeficientu krytí na hodnotu IP 65, tedy je schopen vzdorovat prachu a vodě. Terminál využívá bezdrátový přenos dat dvěma cesty, ať už Bluetooth nebo WiFi. Další technické údaje nalezneme v tabulce. [14]

Tabulka 3: Technické údaje Unitech HT 682 [14]

Technické údaje	
Procesor	800 MHz
Velikost uhlopříčky	2,8 palců
Optické rozlišení	320 x 240 pixel
Koeficient krytí	IP 65
Počet kláves	22
Hmotnost	310 g
Cena	34 618 Kč

Obrázek 20: Unitech HT 682 [14]

4.5.3 Datalogic Falcon X3+ HP

V nabídce nejvhodnějších zařízení pro užití ve skladu nalézáme dva produkty společnosti Datalogic. Zařízení Falcon X3+ snímá 1D kódy pomocí laserového modulu a využívá operačního systému Windows CE 6.0. Pro snadnější uchopení je na čtecím zařízení nainstalována pistolová rukojeť. Data lze zadávat na dotykovém displeji, nebo na kombinované klávesnici (numerická, písmenová klávesnice). Možnost připojení zařízení je zde přes WiFi, Bluetooth, nebo USB port. [15]

Tabulka 4: Technické údaje Datalogic Falcon X3+ [15]

Technické údaje	
Procesor	806 MHz
Velikost uhlopříčky	3,5 palců
Optické rozlišení	240 x 320 pixel
Koeficient krytí	IP 65
Počet kláves	52
Hmotnost	674 g
Cena	35 927 Kč

Obrázek 21: Datalogic Falcon X3+ [15]

4.6 Výběr PDA zařízení

Stanovili jsme si pro výběr PDA zařízení 3 nejvhodnější kandidáty, jejichž specifikace nalezneme v předchozím bodě. Jedná se o zařízení Datalogic Elf, Unitech HT 682 a Datalogic Falcon X3+ HP. Pro výběr vhodné varianty bylo použito vícekriteriálního rozhodování. Pro kompletní podklady jsme stanovili žádoucí kritéria výběru a pomocí metody pořadí jsme vypočetli koeficienty významnosti.

4.6.1 Rekapitulace nabídek PDA zařízení

Pro úplnost a další práci s daty byly nabídky zařízení včetně jejich technické specifikace zaznamenány do tabulky.

Tabulka 5: Rekapitulace nabídek [13], [14], [15]

Kritérium	Datalogic ELF	Unitech HT 682	Datalogic Falcon X3+
Procesor	624 MHz	800 MHz	806 MHz
Velikost uhlopříčky	3,5 palců	32,8 palců	3,5 palců
Optické rozlišení	640 x 480 pixel	320 x 240 pixel	240 x 320 pixel
Koeficient krytí	IP 64	IP 65	IP 65
Počet kláves	27	22	52
Hmotnost	440 g	310 g	674 g
Cena	37 776 Kč	34 618 Kč	35 927 Kč

4.6.2 Výpočet koeficientu významnosti

Stanovení koeficientu významnosti je nedílnou součástí vícekriteriálního rozhodování. Pro jeho výpočet byla použita metoda pořadí. Bylo zvoleno pět expertů, kteří byli schopni objektivně posoudit váhu daného kritéria v uvedené problematice. Každý expert, dle svého úsudku přiřadil jednotlivému kritériu váhu v pořadí jedna až sedm. Nejvýznamnější kritérium je ohodnoceno číslem jedna a pořadí se nesmí opakovat. Hodnocení byla zaznamenána do tabulky a následně dle vzorců vypočtena (viz. teoretická část). [5]

5 zvolených expertů

1. Ředitel výrobního úseku
2. Finanční manažer
3. Zástupce obchodního úseku
4. IT specialista
5. Vlastní úsudek

Přiřazení kritériím jednotlivé pořadí:

Expertům byla předložena tabulka k vyplnění. Každý expert dle svého úsudku přidělil váhu danému kritériu. Hodnocení expertů byla zaznamenána do tabulky.

Tabulka 6: Hodnocení experty

Expert (p)	Kritérium						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	4	5	2	3	7	6
2	2	3	6	4	1	7	5
3	1	3	5	4	2	6	7
4	2	1	5	4	3	7	6
5	1	4	5	3	2	7	6

Příklad výpočtu (pro první kritérium):

$$\alpha_{j1} = \sum_{k=1}^{p} \alpha_{kj} = 1+2+1+2+1 = 7 \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^{m} \alpha_j = 7+15+26+17+11+34+30 = 140 \quad (1)$$

Výpočet koeficientu významnosti Bj:

$$B_j = 1 - \frac{\alpha_j}{\sum_{j=1}^{m} \alpha_j} \quad (2)$$

$$B_{j1} = 1 - \frac{7}{140} = 0{,}95 \quad (2)$$

α_{kj} - číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu

α_j - součet pořadí přiřazených všemi experty j-tému kritériu

p – počet expertů, m – počet kritérií [5]

Vypočtené veličiny zaznamenané v tabulce:

Tabulka 7: Výpočet koeficientu významnosti

Expert (p)	Kritérium						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	4	5	2	3	7	6
2	2	3	6	4	1	7	5
3	1	3	5	4	2	6	7
4	2	1	5	4	3	7	6
5	1	4	5	3	2	7	6
αj	7	15	26	17	11	34	30
Bj	0,95	0,893	0,814	0,879	0,921	0,757	0,786

Výpočet koeficientu shody w:

Koeficient shody vyjadřuje shodu tvrzení jednotlivých expertů. Může vyjít v intervalu od 0 do 1. Pokud je jeho výsledek roven 1, jde o naprostou shodu pověřených expertů. Při výsledku koeficientu shody < 0,5 je vhodno, aby experti zvážili své hodnocení, tj. změnili jej. Pro výpočet užijeme vzorce:

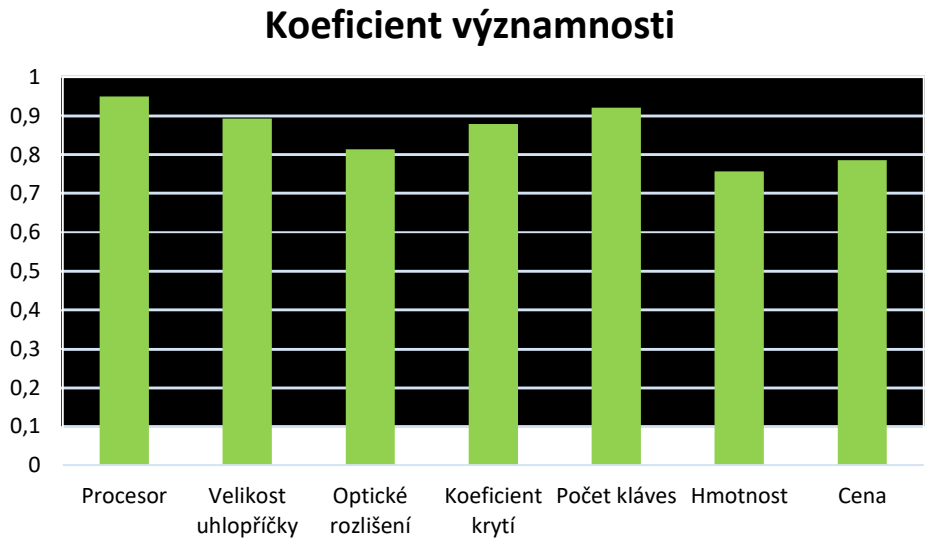
$$w = \frac{12\sum_{j=1}^{m}\left[\sum_{k=1}^{p}\alpha_j - \frac{p(m+1)}{2}\right]^2}{p^2(m^3-m)} \qquad (3)$$

$$w = \frac{12\left[\left(7-\frac{5\cdot(7+1)}{2}\right)^2+(15-20)^2+(26-20)^2+(17-20)^2+(11-20)^2+(34-20)^2+(30-20)^2\right]}{5^2\cdot(7^3-7)} =$$

$$w = \frac{7392}{8400} = 0{,}88 \qquad (3)$$

0,5 < 0,88 = > Výsledek shody koeficientu splňuje podmínku. [5]

Pro přehlednost byly výsledné hodnoty koeficientu významnosti zaznačeny do grafu. Z grafu můžeme vyčíst, že pro experty byl důležitý především výkon zařízení a možnost vyhledávání nejen přes číselnou klávesnici.



Graf 1: Koeficient významnosti

4.6.3 Vícekriteriální rozhodování – bazická metoda (BM)

Při postupu vícekriteriálním rozhodováním je nezbytné nejprve zjistit potřebné informace k jednotlivým zařízením. Ta byla uvedena do tabulky a rozdělena na kritéria typu výnos a náklad. Kritéria nákladů byla označena v tabulce červeným písmem. Dále byla vytvořena bazická (fiktivní) varianta (h_{bj}) – jako průměrná hodnota známých údajů daného kritéria. Dalším krokem je porovnání zvolených variant s fiktivní variantou (z_{ij}). Porovnání je odlišné pro variantu typu nákladů a výnosů (viz. příklad). V neposlední řadě byla stanovena hodnota relativní užitnosti (S_j) a na závěr vyhodnoceny výsledky (V_j). Na prvním místě je zařízení s nejvyšší hodnotou relativní užitnosti.

Do tabulky byly uvedeny taktéž koeficienty významnosti. U varianty optického rozlišení bylo nutné získat jediné číslo, a proto byl použit údaj vyšší hodnoty. (Př. 640x320)

Tabulka 8: Hodnoty výpočtů bazické metody

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kritérium / Varianta	Procesor [MHz]	Velikost uhlopříčky [palce]	Optické rozlišení [pixel]	Koeficient krytí [IP]	Počet kláves	Hmotnost [kg]	Cena [Kč]
Datalogic ELF	624	3,5	640	64	27	440	37776
Unitech HT 682	800	2,8	320	65	22	310	34618
Datalogic Falcon X3+	806	3,5	320	65	52	674	35927
Bj	0,95	0,893	0,814	0,879	0,921	0,757	0,786
h_{bj}	743,3	3,3	153600,0	64,7	33,7	474,7	36107,0

Tabulka 9: Konečné výpočty bazické metody

Kritérium / Varianta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Sj	Vj
Datalogic ELF	0,797	0,957	0,003	0,870	0,739	0,817	0,751	4,934	3.
Unitech HT 682	1,022	0,765	0,002	0,884	0,602	1,159	0,820	5,254	2.
Datalogic Falcon X3+	1,030	0,957	0,002	0,884	1,423	0,533	0,790	5,618	1.

Příklad výpočtu (pro první kritérium):

- Výpočet bazické varianty:

$$h_{b1} = \frac{624 + 800 + 806}{3} = 743{,}3 \tag{7}$$

- Výpočet kritéria typu náklady (hmotnost):

$$z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} \cdot B_j \tag{4}$$

$$z_{11} = \frac{474{,}7}{440} \cdot 0{,}757 = 0{,}81669 \tag{4}$$

- Výpočet kritéria typu výnosy (procesor):

$$z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} \cdot B_j \tag{5}$$

$$z_{12} = \frac{624}{743{,}3} \cdot 0{,}95 = 0{,}79752 \tag{5}$$

- Hodnota relativní užitnosti:

$$S_j = \sum_{j=1}^{j=m} z_{ij} \tag{6}$$

$$S_1 = 0{,}797 + 0{,}957 + 0{,}003 + 0{,}870 + 0{,}739 + 0{,}817 + 0{,}751 = 4{,}934 \qquad (6)$$

Bazickou metodou v rámci vícekriteriálního rozhodování bylo stanoveno pořadí nejvhodnějších kandidátů. První místo obsadilo PDA zařízení Datalogic Falcon X3+. Druhé místo patří zařízení Unitech HT 682.

4.6.4 Vícekriteriální rozhodování – vážená bodovací metoda (VBM)

Podobně jako u bazické metody zjistíme potřebné informace ke stanoveným variantám a rozlišíme výnosy od nákladů. Hodnoty kritérií byly rozděleny do určených intervalů, kterým bylo přiděleno bodové hodnocení b_{ij}. Bodové hodnocení bylo dále násobeno koeficientem významnosti (Bj,B_{jN}) a všechny dílčí hodnoty u každé varianty (S_j) byly sečteny. V posledním kroku byly vyhodnoceny výsledky Vj. Na prvním místě je varianta, která má maximální hodnotu součtu dílčích hodnot. [5]

Tabulka 10: Hodnoty pro výpočet VBM

Kritérium / Varianta	Procesor [MHz]	Velikost uhlopříčky [palce]	Optické rozlišení [pixel]	Koeficient krytí [IP]	Počet kláves	Hmotnost [kg]	Cena [Kč]
Datalogic ELF	624	3,5	640	64	27	440	37 776
Unitech HT 682	800	2,8	320	65	22	310	34 618
Datalogic Falcon X3+	806	3,5	320	65	52	674	35 927

Následně stanovíme vhodné intervaly:

Tabulka 11: Stanovené intervaly VBM

Kritérium / Varianta	Procesor [MHz]	Velikost uhlopříčky [palce]	Optické rozlišení [pixel]	Koeficient krytí [IP]	Počet kláves	Hmotnost [kg]	Cena [Kč]
1	601-700	2,1-3	301-400	63,1-64	21-30	700-550	37999-36000
2	701-800	3,1-4	401-500	64,1-65	31-40	549-400	35999-34000
3	801 a více	4 a více	501 a více	65,1 a více	41 a více	399 a méně	33999 a méně

Dalším krokem je přiřazení bodového hodnocení, do tabulky byl také uveden koeficient významnosti Bj (totožný jako u bazické metody), se kterým budeme dále počítat.

Tabulka 12: Bodové hodnocení

Kritérium / Varianta	Procesor [MHz]	Velikost uhlopříčky [palce]	Optické rozlišení [pixel]	Koeficient krytí [IP]	Počet kláves	Hmotnost [kg]	Cena [Kč]
Datalogic ELF	1	2	3	1	1	2	1
Unitech HT 682	2	1	1	2	1	3	2
Datalogic Falcon X3+	3	2	1	2	3	1	2
Bj	0,95	0,893	0,814	0,879	0,921	0,757	0,786

Vypočtené hodnoty vážené bodovací metody, tj. násobené bodové hodnocení koeficientem významnosti. Dále byla zahrnuta do tabulky relativní užitnost = celková suma dílčích výsledků jednotlivých variant. V posledním sloupci je již celkové pořadí v rámci vážené bodovací metody.

Tabulka 13: Vypočtené hodnoty VBM

Kritérium / Varianta	Procesor [MHz]	Velikost uhlopříčky [palce]	Optické rozlišení [pixel]	Koeficient krytí [IP]	Počet kláves	Hmotnost [kg]	Cena [Kč]	Sj	Vj
Datalogic ELF	0,95	1,786	2,442	0,879	0,921	1,514	0,786	9,278	3.
Unitech HT 682	1,9	0,893	0,814	1,758	0,921	2,271	1,572	10,129	2.
Datalogic Falcon X3+	2,85	1,786	0,814	1,758	2,763	0,757	1,572	12,3	1.

Příklad výpočtu (pro první kritérium):

$$a_{ij} = b_{ij} \cdot B_j \qquad (8)$$

$$a_{11} = 2 \cdot 0{,}95 = 1{,}9 \qquad (8)$$

$$S_j = \sum_{j=1}^{j=m} a_{ij} \qquad (6)$$

$$S_1 = 0{,}95 + 1{,}786 + 2{,}442 + 0{,}879 + 0{,}921 + 1{,}514 + 0{,}786 = 9{,}278 \qquad (6)$$

Při užití vážené bodovací metody jsme došli k totožným výsledkům jako u předchozí metody. Opět vítězem v našem rozhodování se stalo zařízení Datalogic Falcon X3+.

4.6.5 Zhodnocení metod vícekriteriálního rozhodování

Při použití obou vybraných metod, jak vážené bodovací metody, tak bazické metody, byly získány zcela totožné výsledky. Potencionálním vítězem nákupu PDA zařízení se stalo zařízení Datalogic Falcon X3+, které vyniká nejvýkonnějším procesorem, což bylo experty považováno za podstatné. Součástí zařízení je také číselná a písmenová klávesnice pracující s uhlopříčkou displeje 3,5 palce. Obě tyto vlastnosti budou významným pomocníkem pracovníků při vyhledávání jednotlivých zakázkových listů a následného nasnímání požadovaných čárových kódů pro kompletaci zakázky.

Pro rekapitulaci a přehlednost byl výsledek metod vícekriteriálního rozhodování uveden v tabulce. (Tab. 14)

Tabulka 14: Rekapitulace výsledků vícekriteriálního rozhodování

Typ zařízení	**Bazická metoda**	**Vážená bodovací metoda**
	Pořadí (Vj)	
Datalogic ELF	3.	3.
Unitech HT 682	2.	2.
Datalogic Falcon X3+	1.	1.

5 Zhodnocení návrhu řešení a přínos pro praxi

IS ABRA GEN, který společnost Spedos Vrata a.s. využívá, je nachystán na připojení moderních technologií a umí s nimi pracovat. Proto se vedení rozhodlo provést inovativní kroky v některých odděleních.

V bakalářské práci byla řešena aplikace inovativní technologie do skladu pohonů. V tomto skladu pohonů jsou vysoké nároky na přesnost kompletací jednotlivých zakázek, a proto výběr zařízení čtecí čárové kódy byl na místě. Pro komfort a nadčasové pořízení čtecího zařízení se přistoupilo k variantě PDA zařízení.

V první části návrhu řešení byly uvedeny nutné úpravy a inovace současného stavu skladu pohonů. Inovace obsahovala např. nahrání čárových kódů do IS ABRA Gen a následné zobrazení specifického kódu na objednávkovém listu kompletace pro skladníka. Aplikace čárových kódu dále pokračovala na jednotlivé položky, popřípadě na regály s daným materiálem.

Dalším krokem byla instalace WiFi modulů do skladu pohonů z důvodu velikosti a značných překážek, kde jednoduché čtecí zařízení, využívající bluetooth, neuspěje. PDA zařízení instalované ve skladu bude připojeno tedy přes WiFi signál na IS.

Posledním krokem v rámci návrhu řešení byl proveden výběr nejlepších zástupců PDA zařízení a pomocí vícekriteriálního rozhodování bylo zvoleno nejlepší PDA zařízení pro požadované účely. V obou zvolených metodách zvítězilo PDA zařízení Datalogic Falcon X3+, které bude mít značné přínosy do skladu pohonů. Mezi přínosy řadíme:

- online propojení skladu s IS,
- přesnost ve vychystávání kompletací pohonů,
- minimální riziko v zapomenutí komponentu zakázky,
- komfort pracovníků na skladě.

Společnost Spedos Vrata a.s. se rozhodla pro tuto investici v rámci neustálé optimalizace svých oddělení. Investici do skladu pohonů lze rozdělit na dvě dílčí položky:

- pořizovací náklady PDA zařízení,
- příslušenství pro chod PDA zařízení.

Pořizovací náklady PDA zařízení Datalogic Falcon X3+ činí 35 927 Kč včetně DPH. Do nákladů příslušenství řadíme cenu dvou WiFi modulů, včetně potřebné kabeláže. Cena příslušenství je 3900 Kč

Celková investice tedy činí 39 827 Kč pro zavedení PDA zařízení do provozu.

Nedílnou součástí bude proškolení pracovníka ve skladu s tímto zařízením. Dále musíme počítat s několika denním zaučením a kontroly práce skladníka pověřenou osobou.

Finanční návratnost dané investice je v řádů měsíců. Bezesporu je to nástroj budoucnosti v rámci moderních technologií, nejen pro skladové hospodářství. Přínos pro společnost po několikadenní praxi s novou technologií bude značný. Především se bude jednat o přesnost odvádění materiálů a on-line stav skladového materiálu. Dále můžeme zmínit korektní vychystání jednotlivých kompletací pohonných jednotek a získání zkušeností s touto technologií, která bude v dalších letech aplikována do všech oddělení výroby.

Cíl bakalářské práce byl splněn a ve společnosti bude návrh vhodného zařízení aplikován.

Seznam použité literatury

[1] SCHULTE, Christof. *Logistika*. Přeložil Gustav TOMEK, přeložil Adolf BAUDYŠ. Praha: Victoria Publishing, 1994. ISBN 80-85605-87-2.

[2] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-7169-955-1.

[3] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.

[4] *GS1 CZ.* [Online] [Citace: 28. 11. 2016.] http://www.gs1cz.org/carove-kody/.

[5] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby: učební text* [CD-ROM]. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2012 [cit. 2016-11-29]. ISBN 978-80-248-2775-9.

[6] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1223-1.

[7] STAHUJ.CZ MAGAZÍN. [Online] [Citace: 20. 4. 2017] http://magazin.stahuj.centrum.cz/qr-kody-na-co-jsou-jak-je-vytvaret-cist-a-pouzivat/.

[8] LABELJOY. [Online] [Citace: 20. 4. 2017] http://www.labeljoy.com/support/barcode-types/datamatrix/.

[9] SPEDOS. [Online] [Citace: 25. 11. 2016] http://www.spedos.cz/.

[10] ABIA group s.r.o. *Modul výroba + odvádění.* [Dokument - .ppt] Olomouc : ABIA group s.r.o., 2012

[11] *UNIUM.* [Online] [Citace: 29. 11. 2016] http://www.unium.cz/materialy/0/0/priprava-vyroby-m29792-p1.html.

[12] *ABRA.* [Online] [Citace: 12. 3. 2017] https://www.abra.eu/informacni-systemy/erp-system-abra-gen.

[13] *BARTECH OBCHOD.* [Online] [Citace: 10. 4. 2017] http://obchod.bartech.cz/produkty/elf-with-bluetooth-v2-0-802-11-a-b-g-ccx-v4-std-laser-w-green-spot-camera-3mpixel-wehh-6-5.

[14] BARTECH OBCHOD. [Online] [Citace: 10. 4. 2017] http://obchod.bartech.cz/produkty/unitech-ht682-wifi-mobilni-terminal-2d.

[15] *MIRONET.* [Online] [Citace: 10. 4. 2017] https://www.mironet.cz/datalogic-falcon-x3-hp-1d-bt-wifi-alpha-klavesnice-pistolova-rukojet-win-ce-60+dp293008/#popis.

[16] HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3.vyd. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o. Brno, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6

[17] SYSTEM ONLINE. [Online] [Citace: 20. 4. 2017] https://www.systemonline.cz/clanky/technicka-priprava-vyroby.htm.

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Koloběh výrobních faktorů [3] 10

Obrázek 2: Přizpůsobení výrobku požadavkům zákazníka [3] 13

Obrázek 3: Vnitřní a vnější význam cílů a kritérií řízení výroby [3] 14

Obrázek 4: Čárový kód typu EAN – 13 [4] 18

Obrázek 5: Čárový kód typu EAN – 8 [4] 19

Obrázek 6: Čárový kód typu GS1 – 128 [4] 19

Obrázek 7: 2D kód GS1 DataMatrix [8] 20

Obrázek 8: QR kód [7] 20

Obrázek 9: Logo společnosti SPEDOS [9] 21

Obrázek 10: Rozložení společností Spedos 22

Obrázek 11: Automatické dveře 23

Obrázek 12: Kompletní dodávka vratového systému [9] 23

Obrázek 13: Protipožární roleta [9] 24

Obrázek 14: Schéma IS ABRA Gen [12] 25

Obrázek 15: Schéma toku dokumentů 26

Obrázek 16: Balící list pro kompletaci 28

Obrázek 17: Kompletace motorického pohonu 30

Obrázek 18: Výpis položek kompletace s identifikačním kódem 31

Obrázek 19: Datalogic ELF [13] 33

Obrázek 20: Unitech HT 682 [14] 34

Obrázek 21: Datalogic Falcon X3+ [15] 35

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Seznam zkratek informačního toku 27

Tabulka 2: Technické údaje Datalogic ELF [13] 33

Tabulka 3: Technické údaje Unitech HT 682 [14] 34

Tabulka 4: Technické údaje Datalogic Falcon X3+ [15] 35

Tabulka 5: Rekapitulace nabídek [13], [14], [15] 36

Tabulka 6: Hodnocení experty 37

Tabulka 7: Výpočet koeficientu významnosti 38

Tabulka 8: Hodnoty výpočtů bazické metody 40

Tabulka 9: Konečné výpočty bazické metody 41

Tabulka 10: Hodnoty pro výpočet VBM 42

Tabulka 11: Stanovené intervaly VBM 43

Tabulka 12: Bodové hodnocení 43

Tabulka 13: Vypočtené hodnoty VBM 44

Tabulka 14: Rekapitulace výsledků vícekriteriálního rozhodování 45