



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. MATÚŠ PERESZLÉNYI
VÝROBNÍ INFORMAČNÍ SYSTÉM PHARIS A JEHO
ZAVEDENÍ DO PRAXE

Diplomová práce

2018



K617 Ústav logistiky a managementu dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Matůš Pereszlényi

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LA – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): **Výrobní informační systém PHARIS a jeho zavedení do praxe**

Název tématu (anglicky): Manufacturing Execution System PHARIS and its Implementation in Practice

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Vytyčení oblasti výzkumu a stanovení hypotézy
- Analýza výrobního procesu konkrétního dílu ve firmě RAMA BOHEMIA, a.s., před zavedením systému PHARIS
- Popis plánu zavedení systému PHARIS
- Řešení realizace zavedení systému PHARIS - popis realizace a získaných zkušeností
- Výrobní proces konkrétního dílu ve firmě RAMA BOHEMIA, a.s., po zavedení systému PHARIS
- Vyhodnocení ekonomického a procesního přínosu systému PHARIS pro firmu RAMA BOHEMIA, a.s., z hlediska srovnání výrobního procesu konkrétního dílu před a po zavedení systému PHARIS
- Doporučení na základě provedeného výzkumu



- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Vávra, I., Richta, K. Zásady a postupy při zavádění podnikových informačních systémů. Grada, Praha, 2005
Sodomka, P. Informační systémy v podnikové praxi. Computer Press, Brno, 2010

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Mgr. Václav Baroch, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2016**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **29. května 2018**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.
vedoucí

Ústavu logistiky a managementu dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Matúš Pereszlényi
jméno a podpis studenta

V Praze dne 4. prosince 2017

Pod'akovanie

Chcel by som poďakovať Ing. Mgr. Václavovi Barochovi, Ph.D. za jeho vedenie, trpezlivosť a odbornú podporu počas tvorby tejto práce. Rád by som tiež poďakoval vedeniu spoločnosti Rama Bohemia za poskytnutie rôznych zdrojov a informácií, ktoré boli použité v tejto práci a za ich ústretovosť bez ktorej by táto práca nemohla vzniknúť.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 26. 5. 2018



.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

VÝROBNÍ INFORMAČNÍ SYSTÉM PHARIS A JEHO
ZAVEDENÍ DO PRAXE

diplomová práce
máj 2018
Matúš Pereszlényi

ABSTRAKT

Diplomová práce sa zaoberá implementáciou výrobného informačného systému (MES) PHARIS v prostredí výrobného podniku Rama Bohemia. Cieľom práce je stanoviť a overiť hypotézy a popísať výrobný proces konkrétneho dielu pred a po zavedení MES, ako aj proces zavedenia systému MES v reálnych podmienkach výrobného podniku. Na základe porovnania skúmaných časových úsekov analyzuje a vyhodnocuje ekonomický a procesný prínos tohto systému pre túto spoločnosť.

ABSTRACT

The master thesis is focusing on implementation of manufacturing execution system (MES) PHARIS in the conditions of manufacturing company Rama Bohemia. The aim of the thesis is to set and verify hypothesis and explain a manufacturing process of a concrete part before and after the MES implementation, and also to explain the process of MES implementation in the real conditions of manufacturing company. Based on the comparison of examined time frames, the thesis analyses and evaluates economical and process benefit of this system for Rama Bohemia.

Klíčové slová

MES, ERP, Rama Bohemia, implementácia, výrobný proces, projekt, úspora

Keywords

MES, ERP, Rama Bohemia, implementaion, manufacturing process, project, saving

Obsah

Obsah	7
Zoznam použitých skratiek.....	10
1 Úvod	11
2 Vytýčenie oblasti výskumu a stanovenie hypotéz.....	16
3 Analýza výrobného procesu konkrétneho dielu vo firme Rama Bohemia, a.s. pred zavedením systému PHARIS.....	17
4 Opis plánu zavedenia systému PHARIS	22
4.1 Teoretická časť.....	22
4.1.1 Projektová fáza.....	22
4.2 Implementácia	23
4.2.1 Časový plán projektu	24
4.2.1.1 Termínované fázy implementácie	25
4.2.2 Implementačné tímy	25
4.3 Riadenie projektového rizika.....	26
4.4 Technologická infraštruktúra.....	28
4.4.1 Celkový prehľad.....	29
4.4.2 Server systému MES.....	29
4.4.3 GSM modem	31
4.4.4 Vzdialená správa	32
4.4.5 Výrobné terminály.....	32
4.4.6 Výrobné mini terminály	33
4.4.7 Vizualizačné terminály	34
4.4.8 RFID identifikácia	35
4.4.8.1 Identifikácia osôb.....	35
4.4.8.2 Identifikácia nástrojov	35
4.4.9 Komunikácia so systémom JADU.....	36
4.4.10 Tlačiarne.....	36
4.4.11 Výrobná sieť	37

4.4.12	Komunikácia so strojmi.....	37
4.4.12.1	Zber technologických hodnôt – sieťové pripojenie	37
4.4.12.2	Zber technologických hodnôt – jednotka Quido	37
4.4.13	Zálohovanie systému.....	38
4.5	Analýza podpory IS.....	39
4.5.1	Komunikácia.....	39
4.5.2	Príprava na výrobu	39
4.5.3	Objednávky	40
4.5.4	Plánovanie výroby v systéme MES.....	40
4.5.5	Plánovanie pracovníkov výroby	41
4.5.6	Uskutočnenie výroby	42
4.5.7	Správa foriem	42
4.5.8	Alarmovanie	43
4.5.9	Záznam výroby	43
4.5.10	Filtrovanie nezhodnej výroby	44
4.5.11	Zhromažďovanie cyklov.....	45
4.5.12	Paralelná výroba.....	45
4.5.13	Logistika	46
4.5.14	Značenie obalových jednotiek.....	46
5	Riešenie realizácie zavedenie systému PHARIS - opis realizácie a získaných skúseností	47
6	Výrobný proces konkrétneho dielu vo firme RAMA BOHEMIA, a.s. po zavedení systému PHARIS	50
7	Vyhodnotenie ekonomického a procesného prínosu systému PHARIS pre firmu RAMA BOHEMIA, z hľadiska porovnania výrobného procesu konkrétneho dielu pred a po zavedení systému PHARIS	55
7.1	Interview	58
7.2	Výpočet denných nákladov za jedno paletové miesto v spoločnosti Rama Bohemia	60
7.2.1	Variabilné náklady	60

7.2.2	Fixné náklady	60
7.2.3	Počet paletových miest.....	61
7.2.4	Podklady pre výpočet:	62
7.2.4.1	Výpočet mzdových nákladov	62
7.2.4.2	Výpočet ceny odberu elektrickej energie.....	62
7.2.4.3	Odpisy dlhodobého majetku	62
7.2.5	Konečný výpočet denných nákladov na 1 paletové miesto	63
7.3	Úspora za skladovacie jednotky.....	64
7.3.1	Opis postupu výpočtu	64
7.4	Úspora kapitálu viazaného na surový materiál a hotové výrobky v sklade	67
7.4.1	Opis postupu výpočtu	68
7.5	Odbúranie administratívnych úkonov – zvýšenie produktivity	71
7.6	Odstránenie hrozby reklamácií	72
7.7	Reálna sledovateľnosť NOK výroby	73
7.8	Kľúčové ukazovatele výkonnosti KPI	76
7.9	Návratnosť projektu	77
7.9.1	Čistá súčasná hodnota projektu.....	78
8	Odporúčania na základe vykonaného výskumu	81
9	Záver	83
	Použité zdroje	85
	Zoznam obrázkov	87
	Zoznam tabuliek	89
	Zoznam príloh	90

Zoznam použitých skratiek

MES - Manufacturing Execution System – výrobný informačný systém

ERP - Enterprise Resource Planning – podnikový informačný systém

NC – Numeric Control- číslicovo riadené stroje

CNC – Computer Numeric Control - počítačom riadený stroj

OS - operačný systém

PDA - Personal Digital Assistant - osobný digitálny pomocník

RFID - Radio Frequency Identification - identifikátor na rádiovéj frekvencii

RKP - Rada pre riadenie projektu

CEO - Chief Executive Officer - generálny riaditeľ

IT - Information technologies - Informačné technológie

CIO - Chief Information Officer - riaditeľ IT

MRP- Material Requirements Planning - plánovanie spotreby materiálu

OK- Okay - je v poriadku (v riadení kvality)

NOK- Not Okay - Nie je v poriadku (v riadení kvality)

IP - Internet Protocol – základný komunikačný protokol Internetu

IMM - injection molding machines - vstrekovacie stroje

KT- kalendárny týždeň

HW – Hardware

SW - Software

KPI - Key performance indicators - Kľúčové ukazovatele výkonnosti

MESA -Manufacturing Execution System Asociation – Asociácia MES

DHM - Dlhodobý hmotný majetok

ČNB - Česká národná banka

OTRS - Open-source Ticket Request System - softvér na spravovanie požiadaviek

1 Úvod

Výber témy diplomovej práce prebiehal v rovnakom časovom horizonte ako schválenie projektu na nový výrobný informačný systém v spoločnosti Rama Bohemia, v ktorom pôsobím na pozícii vedúceho pracovníka oddelenia logistiky. Táto téma ma zaujala natoľko, že som si ju zvolil ako tému svojej záverečnej práce. Cieľom mojej práce je overiť nižšie stanovené hypotézy a popísať výrobný proces konkrétneho vyrábaného dielu pred a po zavedení MES ako aj proces implementácie výrobného informačného systému PHARIS v reálnych podmienkach výrobného podniku. Na základe porovnania skúmaných časových úsekov ďalej analyzovať a vyhodnotiť ekonomický a procesný prínos tohto systému pre našu spoločnosť.

Začiatky rozvoja automatizácie výrobného procesu siahajú do dôb prelomu 60. a 70. rokov minulého storočia. Zhruba v rovnakom období môžeme začať pozorovať využitie prvých MRP systémov a nezávisle na nich číslicovo riadené stroje NC. Po preniknutí týchto strojov do hromadnej výroby vzrástli požiadavky tak, aby boli plne riadené počítačovou technikou CNC.

Zároveň sa objavili nové požiadavky na organizáciu výroby i obslužných procesov, vrátane spracovania dokumentácie. Ako kľúčové informácie obsiahnuté v dokumentoch výrobného procesu môžeme spomenúť údaje o jeho priebehu, veľkosti, obsahu a určenia výrobných dávok a kompletizácií hotového výrobku. Na tieto informácie ďalej nadväzujú ekonomické údaje, údaje ktoré vyplývajú z použitej metódy riadenia a údaje vychádzajúce z celkovej organizácie výrobného procesu [1].

Dokumentácia ako nosič informácií vytvára základnú oblasť pre riadenie hmotného toku vo výrobnom a logistickom procese. Tým súčasne vytvára informačný tok, ktorý umožňuje účinne zasahovať tak, aby sa naplnili ciele, ktoré boli stanovené v operatívnom pláne. Aby bolo možné naplniť plán je treba integrovať a zjednotiť informácie z výrobných a logistických procesov [2].

Riadenie výroby je veľmi komplikovaná činnosť, pretože zahŕňa mnoho na seba nadväzujúcich a zároveň od seba sa líšiacich činností. Je charakterizovaná celou radou špecifických rysov, ktoré sú do určitej miery unikátne pre každú firmu. Z tohto dôvodu musí zavedenie informačného systému vychádzať z logistického procesu a z jeho technologických a organizačných podmienok [3].

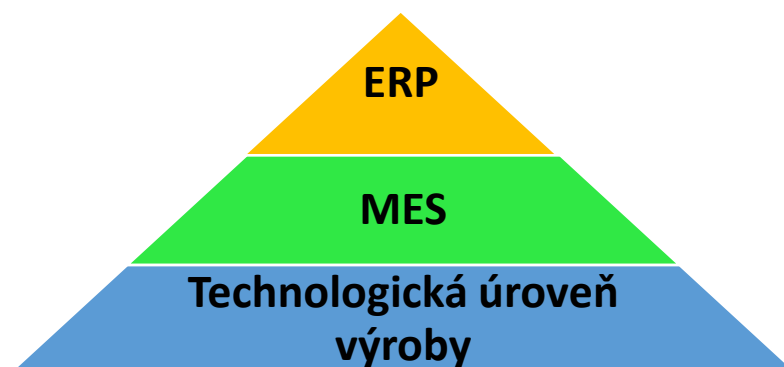
Pre správne využitie informačného systému je dôležitá celistvosť výrobného procesu. Z hľadiska plynulosti jeho priebehu delíme informačný systém na dve hlavné oblasti:

- Nespojité (diskrétne) výroba
- Spojitá (procesná) výroba

Ďalšie rozlišovanie vychádza zo spôsobu odberu produkcie. Informačný systém potom bude obsahovať funkcionality, ktorá rešpektuje nasledovné delenie: výroba na sklad, výroba na zákazku, montáž na zákazku a inžinierske práce na zákazku [4].

OPERATÍVNE RIADENIE VÝROBY

Pri automatizácii výroby je okrem väzieb na logistické procesy potrebné zabezpečiť nadväznosť na samotný výrobný proces. Na získanie prevádzkových dát v reálnom čase sa využíva výrobný informačný systém MES. V usporiadaní podnikových informačných systémov stojí MES medzi technologickou úrovňou výroby a ERP. Toto usporiadanie je možné vidieť na obrázku 1. Výrobný informačný systém sa zaoberá detailným zberom dát a ich následným spracovaním pre účely vyhodnotenia výroby z rôznych uhlov pohľadu a operatívneho riadenia [5].



Obrázok 1: Pozícia MES v hierarchii podnikových informačných systémov (Zdroj: Autor)

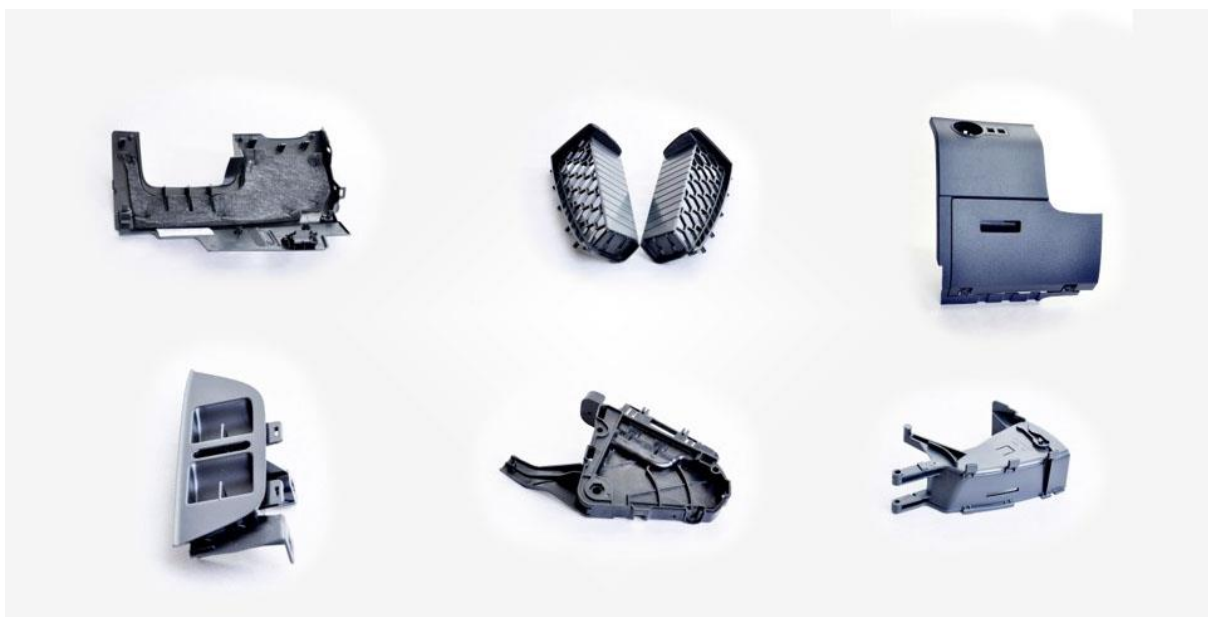
Funkcionality MES systému nemožno presne vymedziť tak, ako je to v prípade ERP systému z dôvodu, že MES je omnoho viac ovplyvnený typom výroby ako ERP. V skratke by sme mohli porovnať tieto informačné systémy tak, že ERP pracuje na úrovni strategického riadenia firmy, sú to obchodné, finančné a ekonomické procesy a administratívne systémy, zatiaľ čo MES pracuje na úrovni taktického a operatívneho riadenia.

V úvode by som ešte rád stručne predstavil našu spoločnosť Rama Bohemia a.s. a výrobný informačný systém Pharis od spoločnosti Unis a.s. a taktiež ERP JADU, ktoré v súčasnosti naša spoločnosť využíva na riadenie skladového hospodárstva.

RAMA BOHEMIA

Spoločnosť RAMA BOHEMIA pôsobí na trhu výrobcov plastových výliskov od roku 1993. Zameriava sa na výrobu presných technických a estetických výliskov z termoplastov. Ukážku z portfólia výrobkov je možné vidieť na obrázku 2. Spoločnosť v súčasnosti zamestnáva približne 100 zamestnancov, zamestnaneckú štruktúru je možné vidieť v prílohe č.1, tejto práce. Ročný obrat výrobného podniku sa pohybuje na úrovni 160 000 000 Kč.

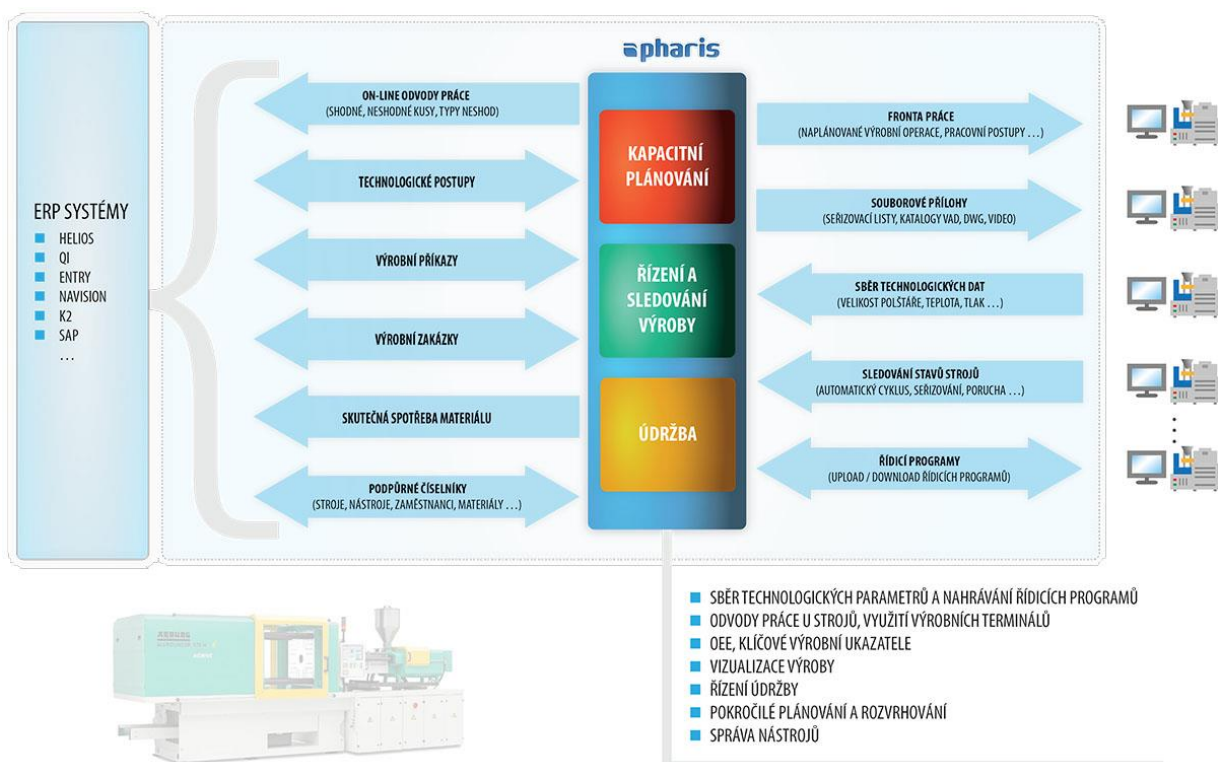
Do výrobného portfólia sú zaradené aj plastové výlisky potláčané, výrobky vyžadujúce technológiu dvojestrekov, ako aj montážne zostavy a podzostavy obsahujúce okrem lisovaných plastových dielov aj prvky z rôznych technických materiálov akými sú kovy, uretanové peny, fólie, magnety a iné. Rama Bohemia rieši potreby zákazníkov komplexne od vývoja, konštrukcie, výroby formy až po samotnú výrobu dielov a montáž zostáv. Výrobný podnik disponuje dvadsiatimi vstrekolismi o sile od 50 ton do 1 100 ton vrátane dusíkového vstrekovania. Rama Bohemia v spolupráci s dlhodobými partnermi zabezpečuje povrchovú úpravu a lakovanie interných a externých dielov pre automobilový priemysel. Spoločnosť tak poskytuje kompletné riešenie pre zákazníka od spolupráce na designe dielu až po implementáciu do sériovej výroby.



Obrázok 2: Výrobky podniku Rama Bohemia (Dostupné z: <http://www.rama-cz.com/>)

Výrobný informačný systém PHARIS

Je to modulárny výrobný informačný systém. Jedná sa o plnohodnotný výrobný informačný systém pre kapacitné plánovanie a rozvrhovanie výroby, riadenie výroby, riadenie údržby, riadenie výrobných logistiky, Kanban vrátane zberu dát zo strojov. MES PHARIS pokrýva potreby výroby od okamihu vystavenia výrobného príkazu, cez odvádzanie výroby až po prepustenie a zasladenie produktu. Zaisťuje kontinuálne sledovanie a riadenie výroby v reálnom čase, zber dát z technologických zariadení (vstrekovacie lisy, CNC stroje, montážne linky, frézy, brúsky, prídavné zariadenia - sušiacie zariadenie, temperačné prístroje, kontrolné stanice ...) a dlhodobé ukladanie všetkých sprievodných informácií. Následne potom poskytuje nástroje pre analýzu výroby za účelom zvýšenia efektivity výroby a tým rentability výrobných podnikov [6]. Grafická schéma systému je zobrazená na obrázku 3.



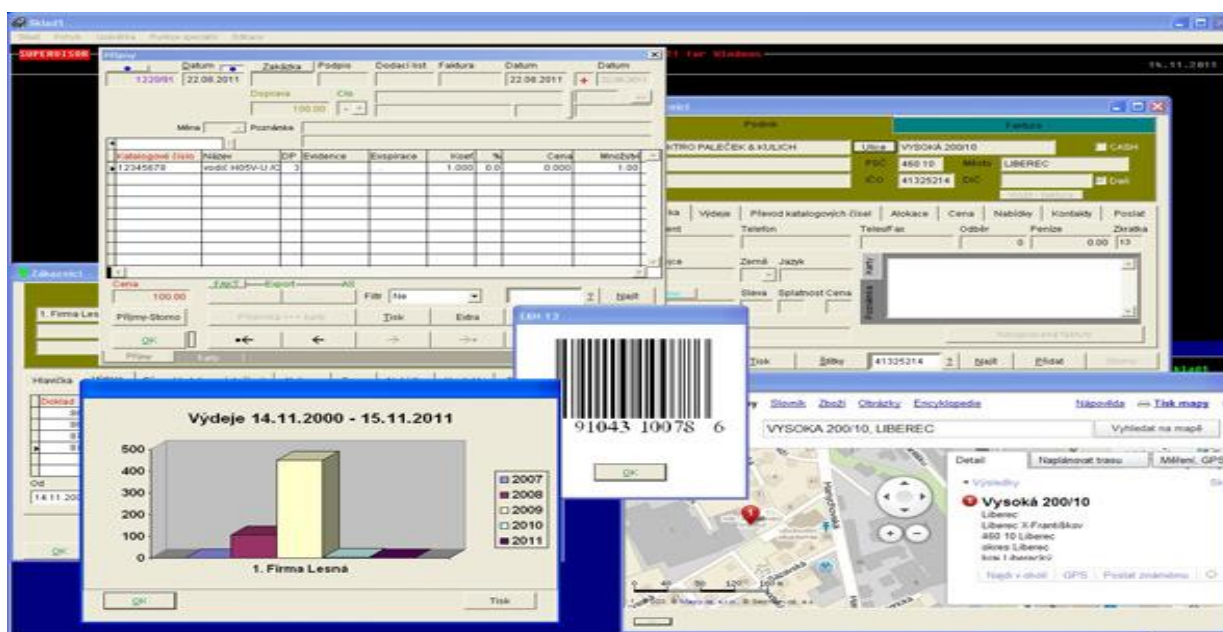
Obrázok 3: Schéma systému PHARIS (Dostupné z: <https://www.pharis.cz/cs/o-systemu>)

MES PHARIS je určený najmä pre nasadenie vo výrobných podnikoch. Prevažná väčšina zákazníkov sú významnými dodávateľmi pre automobilový priemysel. MES zahŕňa aj podporu riadenia výrobných procesov podľa ISO / TS 16949. MES je štandardom v nasledujúcich vytipovaných odvetviach:

vstrekovanie plastov, lisovanie plastov, vyfukovanie, plastové diely, montáže a montážne linky, kompletizácia, malosériové a sériové obrábanie kovov, lisovanie kovov a automotive [6].

ERP JADU

Firma Jadu vznikla v roku 1988. Zaoberá sa vývojom, distribúciou a servisom vlastného sieťového ekonomického software pre malé a stredné organizácie, ktorý plne modifikuje podľa potrieb užívateľa. Základnou filozofiou je nadštandardná podpora užívateľa - inštalácia na mieste, školenia, nastavenia a modifikácie systému, hotline, vzdialený prístup. V súčasnej dobe používajú riešenie Jadu ako firmy s jedným zamestnancom tak podniky s miliardovými ročnými obratmi [7]. Grafické rozhranie systému je na obrázku 4.



Obrázok 4: Grafické rozhranie ERP JADU (Dostupné z: <http://www.jadu.cz/>)

JADU VRXKS je systém riadenia materiálov a skladov. Umožňuje používateľom udržiavať ľubovoľný počet skladov a spravovať ich nezávisle od seba. RAMA Bohemia používa tento systém na sledovanie množstva vstupných materiálov používaných vo výrobe, ako aj počet výsledných výstupných tovarov. Vizualizáciu tohto systému je možné vidieť na obrázku 4. Aplikácia sa používa väčšinou v oddelení logistiky, keďže rezervácia sa musí uskutočniť v rámci systému vždy, keď sa uskutoční prevod materiálu (dovoz, vývoz, výroba) [8].

2 Vytýčenie oblasti výskumu a stanovenie hypotéz

Vytýčenie výskumu a stanovenie hypotéz vychádzalo z požiadaviek spoločnosti voči implementačnému partnerovi a očakávaných zlepšení, ktoré by mali nastať po implementácii výrobného informačného systému.

1. Zníženie nákladov na skladovanie

Efektívne riadenie informácií môže zvýšiť efektívnosť výroby, znížiť objem zásob surového materiálu na sklade ako aj zásob hotových výrobkov. To bude viesť k zníženiu nákladov na skladovanie a k úspore finančných prostriedkov.

2. Zefektívnenie práce

Zavedením výrobného informačného systému sa odbúrajú hodiny kancelárskej práce, na oddeleniach logistiky, výroby, nákupu ako aj oddelení kvality.

3. Zníženie odpadu vo výrobe

Úplná sledovateľnosť výroby od nasadenia formy až po výrobu posledného kusu výrobku umožní transparentnosť výroby a reálnu sledovateľnosť nezhodnej výroby, čo môže viesť k lepšiemu analyzovaniu procesu výroby a následne k zníženiu odpadu vo výrobe.

4. Zefektívnenie výrobných dávok

Presnejšie stanovenie normatífov vytvára lepšiu dátovú základňu pri tvorbe plánov výroby. Vďaka tomu je možné plánovať menšie výrobné dávky, čo bude mať za následok menšiu skladovú zásobu dielov a s tým súvisiaci nižší viazaný kapitál. Operatívne preplánovanie môže byť vykonané rýchlo a hlavne zodpovedá skutočnosti.

5. Štandardizované značenie obalových jednotiek

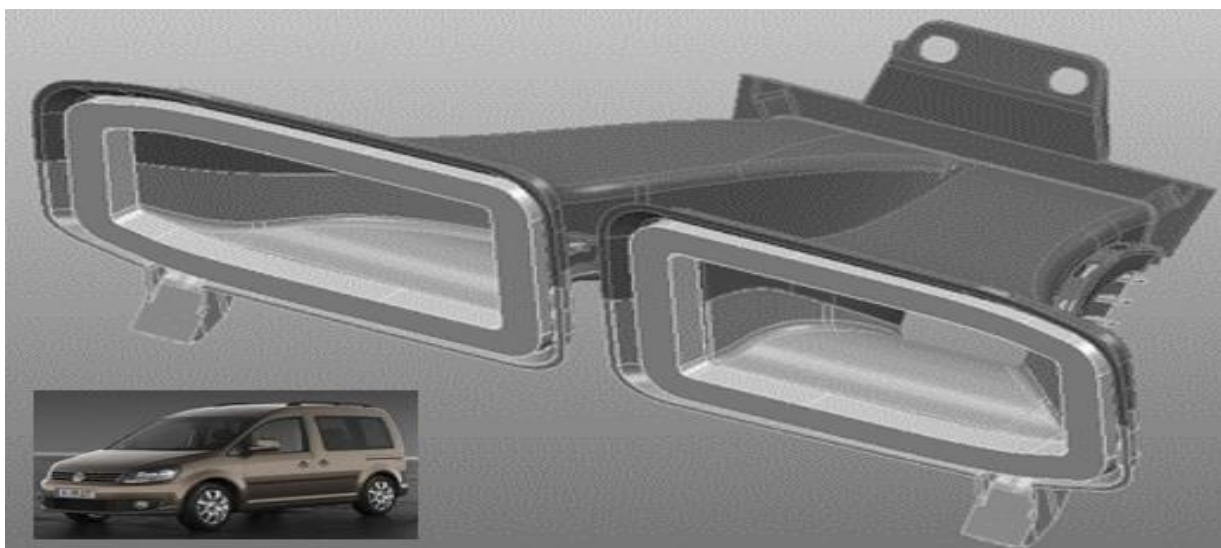
Zavedením systému odpadne ručné vypisovanie štítkov, ktoré v súčasnej dobe prestávajú byť akceptované zo strany zákazníkov pod hrozbou sústavných reklamácií.

6. Zvýšenie Efektívnosti dodávok ku koncovým zákazníkom

Zefektívnením výroby a sprehľadnením procesov sa zvýši včasnosť dodávok ku koncovým zákazníkom.

3 Analýza výrobného procesu konkrétneho dielu vo firme Rama Bohemia, a.s. pred zavedením systému PHARIS

Pre analýzu výrobného procesu som si vybral rýchlo obrátkový diel AIR DUCT CENTER, ktorý je zobrazený na obrázku 5. Tento diel je montovaný do vozidla VW Caddy, ktorý sa expeduje zákazníkovi na týždennej báze.



Obrázok 5 : Diel Air duct center (Zdroj: Autor)

Výrobnému procesu predchádza prijatie objednávky od zákazníka cez Web EDI, prípadne emailom. Následne sú údaje spracované a zadané do excelovskej tabuľky "Týdenný logistický plán KT"XY", kde sa získané údaje ďalej párujú s inventúrou zo skladu a následne sú posunuté plánovačovi výroby, ktorý na ich základe naplánuje výrobu vytvorením Ganttovho diagramu do excelovskej tabuľky "Plán výroby RAMA BOHEMIA – KT"XY".

Tento diagram plánovač vytlačí a spolu s výrobným príkazom ktorý vytvoril v ERP systéme JADU umiestni na komunikačnú tabuľu do výroby. Ukážka týždenného logistického plánu je zobrazená na obrázku 6 a plán výroby v podobe Ganttovho diagramu je zobrazený na obrázku 7. Ostatné dokumenty: výrobný príkaz, objednávka z Web EDI, pracovná inštrukcia a baliaca inštrukcia sú umiestnené v prílohách 2, 3, 4 a 5.

RAMA		Závod: Osliční Vyrábajú: Perestěny		Týdenní logistický plán KT02												Dokument č.: LOG-O-PP-001					
Operativní plán expedice		stav skladu		Pondělí 8.1.		Úterý 9.1.		Středa 11.1.		Čtvrtek 12.1.		Pátek 13.1.		nutné vyrobit		WD3	WD4	WD5	Februar	Marec	april
Základní	Číslo zákazník, Číslo RAMA	Exp.	Plán	Exp.	Plán	Exp.	Plán	Exp.	Plán	Exp.	Plán	Exp.	Plán								
Raydel Nitra	106684 Assembly Air Duct Center		3072												3072	3072	2560	12288	11264	11776	
Raydel Nitra	106688 Caddy Logo IP														504						
Raydel Nitra	106691 Retainer Crash Clip LHD		2880												3600	3600	3600				
Raydel Nitra	106692 Retainer Crash Clip RH		2880												3600	3600	3600				
Raydel Nitra	106684 Storage box LHD		1344												1680	1680	1344				
Raydel Nitra	106685 Storage box RHD		672												672	540	540				
Raydel Nitra	106686 Support Bezel LHD		1520												1520	1520	1520				
Raydel Nitra	106687 Support Bezel RHD		162												152	152	75				
Raydel Nitra	MICRA																				
Raydel Nitra	0022-9212 FIN CONSOLE WITH 3SB RHD, WITH HOLE RHD		360																630	540	540
Raydel Nitra	0022-9213 FIN CONSOLE WITHOUT 3SB WITHOUT HOLE		0												270				1170	600	990
Raydel Nitra	0022-9211 FIN CONSOLE WITH 3SB LHD, WITH HOLE LHD		540												630	630	900	3600	4050	6030	

Obrázok 6: Týdenní logistický plán KT 02_17 (Zdroj: interná dokumentácia Rama Bohemia)

Plán výroby a výrobný príkaz slúžia ako inštrukcia pre nástrojárov, ktorí nasadia na lis príslušnú formu, a materialistov aby nachystali na výrobu príslušný materiál a obaly pre pracovníkov obsluhy lisu.

Do procesu výroby ďalej spadá kvalítar, ktorý musí uvoľniť prvý dobrý vyrobený výlisok. Obsluha lisu sleduje a ručne zaznamenáva počas celého procesu výroby kvalitu výrobkov a pri nezhode ohlásí kvalítara, ktorý vyhodnotí daný kus a rozhodne či je nutný zásah nástrojára, ktorý obvykle vyžaduje prerušenie výroby, alebo môže výroba pokračovať bez prerušenia.

Pracovník kvality po ukončení výroby vyhodnotí počet nezhodných výrobkov pre konkrétnu výrobnú dávku.

Obsluha lisu sa riadi výrobnou a baliacou inštrukciou, ktorá musí byť nachystaná (vytlačená) pred spustením výroby. Tieto dokumenty sú pripravené oddelením kvality a logistiky. Operátor používa na značenie obalovej jednotky predtlačené štítky. Štítok konkrétneho dielu je zobrazený na obrázku 8. Počas výroby operátor ručne dopisuje dátum výroby, osobné číslo operátora a počet ks v balení.

Táto forma značenia dielov začína byť v súčasnom stave nevyhovujúca, keďže štítok neobsahuje žiadny čiarový kód. Spoločnosť sa tak dostáva pod neustály tlak zo strany zákazníka, ktorý mu hrozí reklamáciami ak sa tento stav nezmení.

Po ukončení výroby manipulant odvezie vyrobené kusy do skladu a zaznamená počet výrobkov do predtlačeneho tlačiva, na základe ktorého pracovník v administratíve (referent nákupu) naskladní túto výrobu do systému JADU. Naskladnenie do systému sa vykonáva jedenkrát denne, čo znemožňuje okamžitý prehľad vyrobených kusov na sklade.

Za súčasného stavu sú diely vyrábané vo veľkých výrobných dávkach na sklad, pričom sa veľké množstvo tovaru drží sklado, čo je pomerne náročné na cash flow, skladové priestory hotových výrobkov, ako aj na potrebu držania väčšieho množstva materiálu. Ďalšie nebezpečenstvo spočíva v prípadnej reklamácií a následne zablokovanie celej výrobnej dávky, ktorá by sa v tomto prípade pohybovala na úrovni takmer mesačnej zásoby.

		OZNAČENÍ DÍLU	
		výroba	
Název dílu (Part Name):		Datum výroby (Production Date):	
ASSY AIR DUCT CENTER			
Číslo dílu (Part number):		Osobní číslo operátora + čas :	
1066994			
Číslo dílu zákazníka (Part number):		Počet ks (Quantity)	
2K5.857.280			
Zákazník /projekt (Customer/ project)		Lis / montáž (Machine/ assembly)	
REYDEL NITRA		7	
!!! OZNAČ KAŽDÉ BALENÍ !!!			
<small>*V případě nezhodných dílů, se řídí reakčními pravidly</small>			
Dokument č. PRO-D-PL-001		Závod: RAMA Bohemia CZ, Obříství	

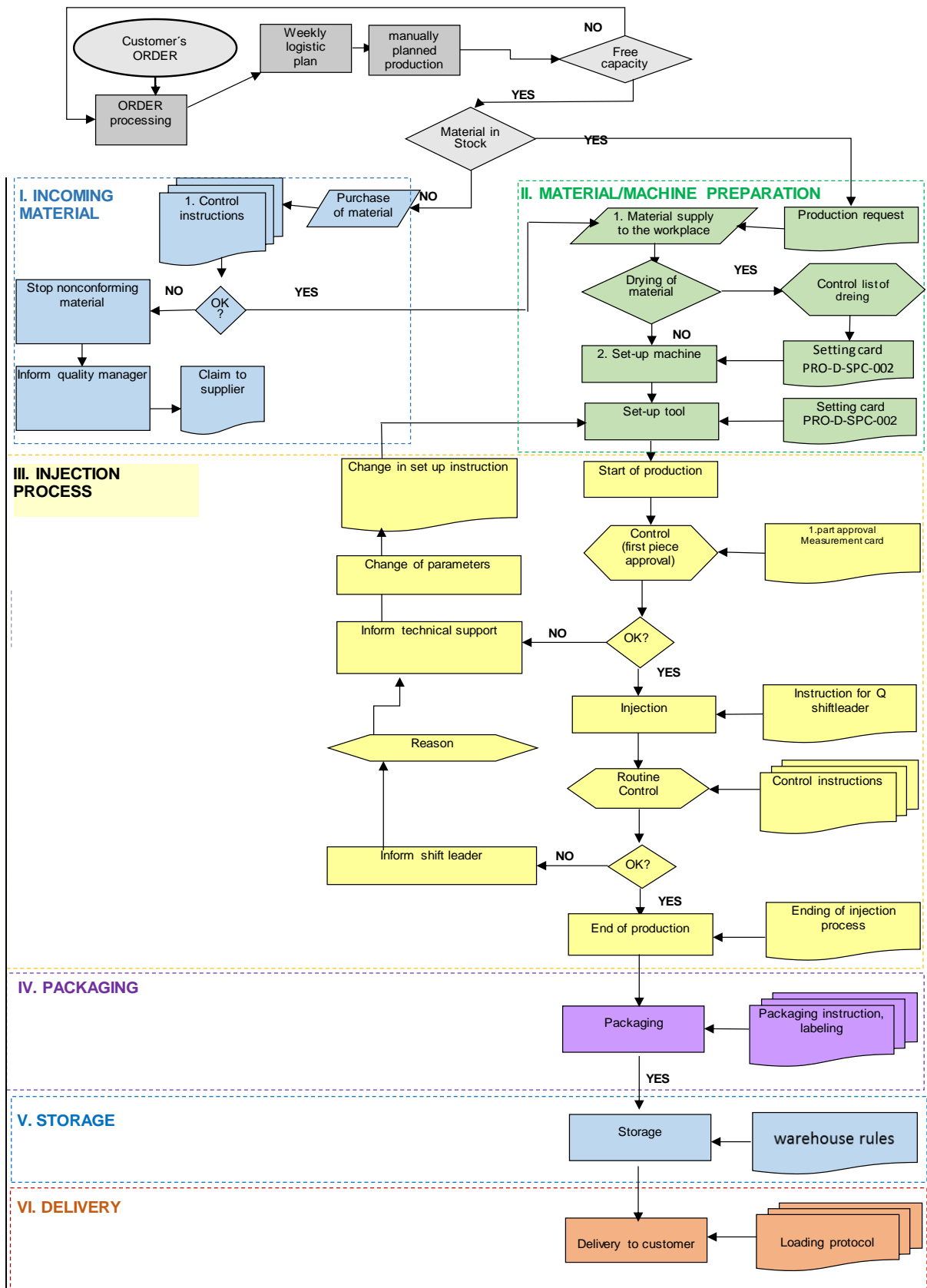
Obrázok 8: Výrobný štítok (Zdroj: interná dokumentácia Rama Bohemia)

Súčasný stav nie je schopný monitorovať ako dlho bol lis odstavený počas procesu výroby, čo môže viesť k zneužívaniu operátorov pracujúcich na danom pracovisku a takisto je zložité mapovať nezhodnosť vo výrobe, keďže nábeh výroby nie je nijako zaznamenaný. To má vplyv na objektívne posúdenie reálneho odpadu vo výrobe.

Celý proces od zadania objednávky až po finálnu výrobu je výrazne závislý na ľudskom faktore a je tak náchylný na jeho zlyhanie. Pri súčasnom množstve projektov je možné konštatovať, že je nevyhovujúci.

Pre lepšie pochopenie procesov vo výrobnom podniku je na obrázku 9 zobrazený materiálový tok v spoločnosti Rama Bohemia.

Material flow in the plant



Obrázok 9: Flowchart materiálového toku v podniku (Zdroj: Autor na základe internej dokumentácie Rama Bohemia)

4 Opis plánu zavedenia systému PHARIS

4.1 Teoretická časť

Táto časť kapitoly práce popisuje fázy implementačného projektu na teoretickej úrovni.

4.1.1 Projektová fáza

Prvá fáza implementačného projektu je prípravná fáza a jeho hlavným cieľom je spracovanie informačnej stratégie rozhodnutia o zavedení MRP systému do takej formy, že informácie obsiahnuté v uvedenej stratégii môžu byť spracované a totiž s implementáciou je možné začať.

Jedným z najdôležitejších krokov v prípravnej fáze je vytvorenie Riadiacej komisie projektu (RKP) pre vrcholové riadenie projektu. Táto komisia je zodpovedná za sledovanie pokroku projektu a generovanie akejkoľvek technickej dokumentácie súvisiacej s projektom. Bežnou praxou je vytvorenie RKP z už existujúcich pracovníkov (či už ide o zamestnancov spoločnosti alebo o nezávislú štruktúru), pričom CIO prevezme vedenie. Štúdie preukázali, že začlenenie vysokého manažmentu spoločnosti do RKP môže zvýšiť šancu na úspech projektu až na 80% [9].

Po vytvorení RKP sa musí rozhodnúť, či RKP bude viesť projekt, alebo či spoločnosť využije služby realizačného partnera. Druhá možnosť je vhodnejšia, pretože partneri implementácie sa môžu pochváliť potrebnými skúsenosťami a patričnými vedomosťami pre realizáciu projektu. Proces výberu tohto partnera by sa nikdy nemal brať na ľahko, pretože realizačný partner môže mať značný vplyv na celkový projekt, počas ktorého sú potrebné pravidelná komunikácia a vzájomná dôvera zúčastnených aktérov. Niekoľko faktorov, ktoré by mali spíňať potenciálni partneri implementácie:

- Počet úspešných projektov v minulosti
- Navrhovaný systém MRP
- Cena produktu a cena jeho následnej podpory

Finálny implementačný partner je vybraný na základe rokovaní z krátkeho zoznamu potenciálnych partnerov.

V prvej fáze sa realizuje projektová úvodná štúdia, tiež označovaná ako štúdia uskutočniteľnosti. Počas tejto štúdie by RKP a implementačný partner mali analyzovať možnosti súčasného stavu spoločnosti. Na základe toho sú koncipované konečné ciele projektu a partner určuje, do akej miery navrhované riešenie dokáže uskutočniť. S ohľadom na

to partner a spoločnosť RKP analyzujú požiadavky spoločnosti a možnosti navrhovaného systému. Môžu sa objaviť potenciálne nezrovnalosti a tieto rozdiely je potrebné odstrániť na základe ďalších diskusií. Tieto štúdie odhalia tri typy funkcií v navrhovanom systéme [10].

- Funkcie prítomné v systéme, ale ktoré zákazník nevyžaduje (nie je viac potrebná analýza)
- Funkcie, ktoré riešia potreby zákazníka bez akýchkoľvek ďalších zmien
- Funkcie vyžadujúce malé alebo veľké úpravy. Analýza musí odhaliť všetky podrobnosti týkajúce sa realizácie uvedených zmien realizačným partnerom [10].

Bez ohľadu na to, ktoré štúdie sa vykonávajú, výsledky z nich by mali poskytnúť dostatočné informácie na zostavenie plánu projektu. Plán projektu má mnoho podobností s predchádzajúcou štúdiou ku ktorej sa pridajú určité informácie týkajúce sa časového rámca projektu, finančných nákladov na projekt a potrebný hardvér.

Informácie obsiahnuté v pláne projektu sú nasledovné:

- Finančná kalkulácia projektu
- Časový rámec projektu a jeho míľnikov
- Priradenie personálu k projektu na oboch stranách. Na strane spoločnosti ktorej je daný produkt implementovaný tak aj na strane implementačného partnera a to vrátane rozdelenia na tímy a s tým súvisiace pridelenie zodpovednosti každého tímu
- Zastrešenie podnikových procesov systémom
- Navrhovaný HW
- Migrácia dát
- Navrhované úpravy systému
- Návrh sprievodných služieb (školenia, podpora, atď.)

Je mimoriadne dôležité, aby sa vyriešili prípadné nezhody týkajúce sa plánu projektu v tomto bode. To, čo nasleduje po schválení plánu projektu je samotná implementácia, ktorá sa vykonáva podľa plánu projektu. Posledná fáza je už samotné spustenie projektu [11].

4.2 Implementácia

Ako najviac vyhovujúci implementačný partner bola vybraná spoločnosť UNIS a jej výrobný informačný systém PHARIS.

Hlavná činnosť UNIS, a. s. je realizácia projektov v investičných výstavbách zameraných na obory spracovania ropy a zemného plynu, petrochémie, chémie a energetiky v dodávateľskom formáte tzv. "na kľúč". Ako ďalšie aktivity spoločnosť ponúka vývoj a výrobu SW i HW v oblasti

leteckého, mikroprocesorového a automobilového priemyslu. Náš zvolený produkt od spoločnosti UNIS spoločnosť distribuuje pod značkou PHARIS. Jedná so o výrobný informačný systém MES, ktorý je využívaný pre komplexné riadenie výroby v diskretných výrobách, ku ktorému ponúka záručný aj pozáručný servis [12].

4.2.1 Časový plán projektu

Úspešne zaviesť výrobný informačný systém do podnikateľského prostredia neznamena len technickú inštaláciu a konfiguráciu uvedeného systému. Implementácia takéhoto systému musí ísť ruka v ruke s ochotou riadiacich pracovníkov a zamestnancov vzdať sa zabehnutých pracovných návykov a prispôbiť sa zmene. Pre úspešnú implementáciu výrobného informačného systému musia byť splnené dve kľúčové kritéria.

1. Inštalácia HW (hardvéru) a SW (softvéru) vrátane jeho konfigurácie
2. Prispôbenie existujúcich procesov spoločnosti vrátane organizačných štruktúr dokumentov a tokov informácií

Tieto úlohy musia byť dokončené v rámci špecifikovaného plánu projektu. Plán projektu definuje fázy implementácie projektu a špecifikuje úlohy priamo v nich.

Plán projektu pozostáva z nasledujúcich fáz:

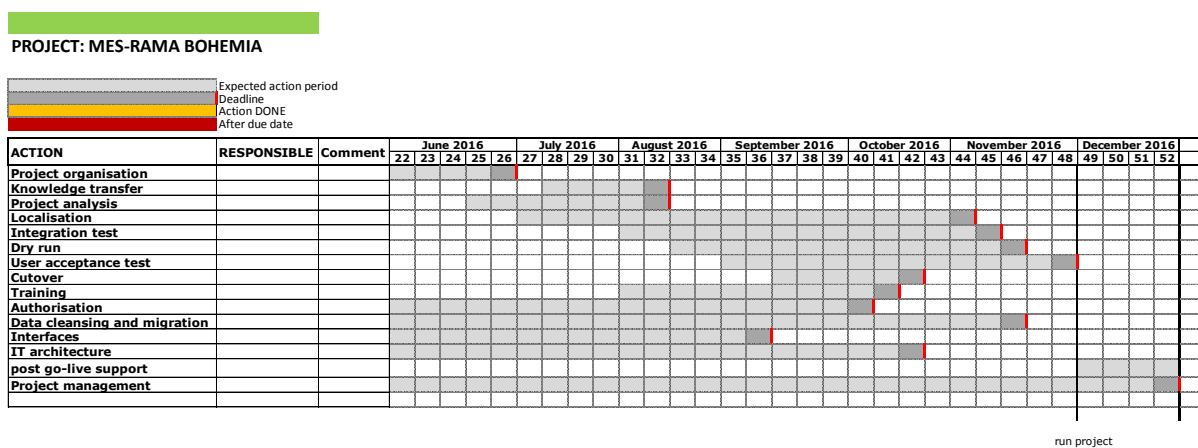
- Organizácia projektu: v tejto fáze bude vytvorený plán projektu na ktorom sa zhodnú spoločnosť Rama Bohemia a je implementačný partner Unis. Ďalším krokom je predelenie zodpovednosti projektových úloh členom realizačného tímu.
- Analýza projektu: každý výrobný podnik má svoje špecifické potreby a preto je nutné prispôbiť výrobný informačný systém špecifickým požiadavkám zákazníka a navrhnuť postupy ako bude fungovať v jeho prostredí.
- Integrácia a zoznámenie užívateľov so systémom: Procesy implementované v predchádzajúcich fázach sa dajú na posúdenie zákazníkovi. V tomto bode by mal byť funkčný ako HW tak aj SW a systém by mal obsahovať preklopené všetky dáta. Všetky migrované dáta požadované pre úspešnú produkciu sú importované z aplikácie JADU ERP (materiály, zariadenia a nástroje, operácie a zamestnanci). Potencionálne nedostatky prípadne ďalšie požiadavky systému by sa mali odstrániť počas tejto fázy. V tejto fáze by malo prebiehať intenzívne školenie užívateľov. Po odsúhlasení funkčnosti a splnenia všetkých požiadaviek zákazníka môže projekt prejsť do spustenia.

4.2.1.1 Termínované fázy implementácie

Ako východiskový bod projektu bol stanovený dátum 1. júna 2016. Dátum spustenia do prevádzky bol plánovaný na 1. decembra 2016, čo činí celkové obdobie 27 týždňov fázy implementácie. Ďalšou fázou je záručný a pozáručný servis, ktorá bude prebiehať v kooperácii so spoločnosťou UNIS. Termínový plán zavedenia je zobrazený v tabuľke 1 a na obrázku 10.

Tabuľka 1: Termín dokončenia jednotlivých fáz projektu (Zdroj: Autor)

Fáza projektu	Konečný termín
Organizácia projektu	30.6.2016
Analýza projektu (prispôsobenie na firmu Rama Bohemia)	31.7.2016
Inštalácia HW a SW, integrácia a zoznámenie užívateľov so systémom (testovacia verzia)	1.11.2016
Spustenie systému do prevádzky	1.12.2016
Záručný a pozáručný servis	Bez obmedzenia



Obrázok 10: Plán zavedenia (Zdroj: autor na základe internej dokumentácie Rama Bohemia)

4.2.2 Implementačné tímy

Aby sme zaručili úspešnosť projektu a trvalý súlad s požiadavkami, boli vytvorené na strane zákazníka aj na strane poskytovateľa realizačné tímy. Títo zamestnanci budú zodpovední za realizáciu projektu MES [13]. Rozdelenie zodpovedností realizačných tímov je vidieť v tabuľke 2 a v tabuľke 3.

Tabuľka 2: Realizačný tím zákazníka (Zdroj: Autor)

Pozícia	Zodpovednosť
CEO	vedenie projektu, motivácia tímu
Finančný riaditeľ	finančný dohľad
Manager výroby	kontrola a dohľad nad procesmi výroby a údržby, zaistenie relevantných dát
Manager logistiky	kontrola a dohľad nad logistickými procesmi, zaistenie relevantných dát
IT	montáž HW, inštalácia a konfigurácia SW
Vedúci údržby	príprava technického zázemia, montáž a konfigurácia nových technológií
Technológ	zber technologických hodnôt zo strojov ENGEL

Tabuľka 3: Realizačný tím poskytovateľa (Zdroj: Autor)

Pozícia	Zodpovednosť
Analytik	analýza implementácie MES v spoločnosti Rama Bohemia
Technický konzultant	vytváranie nových funkcionalít MES, vylepšenia a úprava štandardných funkcií, školenia zamestnancov Rama Bohemia
Technický konzultant – výroba	konfigurácia systému MES, riadenie výrobných dokumentov, prenos výrobných údajov do databázy
Finančný konzultant	analýza existujúcich finančných procesov v systéme, finančný dohľad

4.3 Riadenie projektového rizika

Projekty v takomto rozsahu a dĺžke implementácie prinášajú so sebou určité riziká, ktorým sa nedá úplne zamedziť, obzvlášť keď riadenie projektu prebieha na viacerých miestach súčasne. V takomto prípade je nutné ako jeden s prvých bodov implementácie obsiahnuť riadenie rizík. Je nutné vytvoriť v spolupráci s implementačným tímom PHARIS akčný plán pozostávajúci z následných krokov na zníženie následkov možného rizika. Zoznam možných rizík a akčný plán je uvedený v tabuľke 4.

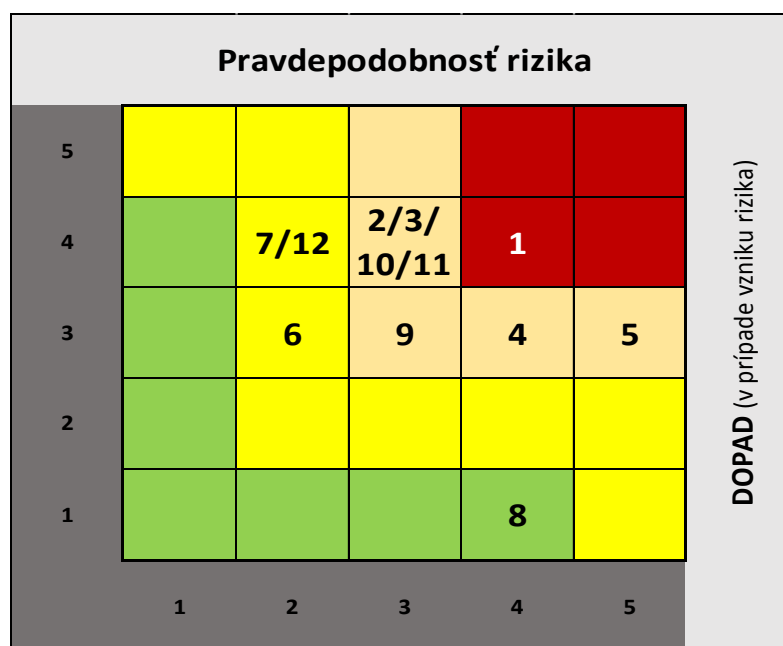
Tabuľka 4: Prehľad riadenia rizík (Zdroj: Autor)

Prehľad riadenia rizík									
Riziko	Datum id. rizika	Popis rizika	Kategória rizika	Možný vplyv	Vlastník rizika	Pravdepodobnosť	Dopad	Celkové riziko	Akčný plán
1	30.6.2016	Ciele programu môžu byť v rozpore s dostupnosťou riadiacich pracovníkov RAMA .	Riziko RAMA	Môže oddialiť projekt tým, že ovplyvní časový rámec rozhodovania	CEO	4	4	16	Zmierniť riziko prostredníctvom efektívnej komunikácie a riadenie so strany CEO
2	30.6.2016	Súčasný podnikateľské iniciatívy môžu byť v rozpore s implementačným programom MES.	Riziko RAMA	Dva tímy pracujú na rovnakých témach	CEO	3	4	12	Minimalizujte počet paralelných iniciatív a aktívne zapracujte do plánovania
3	30.6.2016	projektový tím RAMA je v skutočnosti riadiaci tím RAMA. Zdroje sú obmedzené.	Riziko zdrojov	Môže viesť k nesprávnym rozhodnutiam a suboptimálnym riešeniam	CEO	3	4	12	Opätovné vyhodnotenie zdrojov projektu pred začiatkom realizácie. Aktívna kooperácia implementačných tímov na oboch stranách
4	30.6.2016	Projekt je riadený na diaľku.	Riziko zdrojov	Nesprávne rozhodnutia, zlý dizajn, neoptimálne riešenie.	Analytik / CEO	4	3	12	Poslať implementačný tím Pharis priamo k zákazníkovi Rama Bohemia.
5	30.6.2016	Projekt môže byť príliš riadený implementačným tímom Pharis.	Riziko RAMA	Riešenie nemusí byť v súlade s obchodnými potrebami. Nedostatočná spätná väzba môže mať za následok nesprávnu konfiguráciu MES.	CEO	5	3	15	Zabezpečiť efektívne zapojenie tímu zo strany Rama Bohemia - súvisiace s predchádzajúcim rizikom.
6	30.6.2016	Kľúčoví pracovníci RAMA môžu v kritickom čase pre projekt opustiť spoločnosť.	Riziko zdrojov	Získané vedomosti a zázemie pre dizajn môžu byť stratené.	CEO	2	3	6	Zväzť dokončenie bonusu pre členov projektového tímu RAMA. Nie je neobvyklé aby členovia projektového tímu odišli, z dôvodu preťaženia.
7	30.6.2016	Odolnosť voči zmene, nechota prijať nové postupy.	Riziko RAMA	zvýšené náklady / znížená .	CEO	2	4	8	Silná iniciatíva a poukázanie na možné výhody od CEO a efektívna komunikačná stratégia, ktorá poukazuje na výhody navrhovaného prístupu.
8	30.6.2016	Nvratnosťou investícií do projektu sa ťažko stanovujú.	Riziko RAMA	nie je.	CEO	4	1	4	posúdenie pravdepodobnej návratnosti investícií a nehmotných výhod vyplývajúcich z projektu.
9	30.6.2016	Tím RAMA nemá skúsenosti s implementáciou informačných systémov.	Riziko zdrojov	Globálny prístup nemusí byť chápaný.	CEO	3	3	9	Tím Pharis má bohaté skúsenosti v oblasti implementácie informačných systémov.
10	30.6.2016	Rozhranie so systémom ERP.	Externé riziko	Môže spôsobiť nedostatok a zmeškanie míľnikov.	technický konzultant/ IT RAMA	3	4	12	Zoznámenie sa s ERP JUAD a s ním súvisiacimi komunikáciami čo najskôr. Zabezpečte, aby bol vytvorený plán pre rozhranie JADU.
11	30.6.2016	Významné zmeny v podnikaní budú výsledkom prijatia nových postupov.	Riziko RAMA	Nové postupy nemusia byť prijaté a správne fungovať.	CEO	3	4	12	Zabezpečiť, aby sa od začiatku prijala účinná stratégia riadenia zmien.
12	30.6.2016	Predpokladaný harmonogram programu môže byť príliš optimistický vzhľadom na rozsah projektu a činnosti, ktoré sa majú vykonať.	Riziko riadenia projektu	Míľniky môžu byť vynechané alebo projekt môže priniesť supoptimálne riešenie.	Analytik / CEO	2	4	8	Navrhovaný harmonogram by mal byť aktívne preskúmaný na každom kľúčovom míľniku, aby sa potvrdilo, že je realistický a .

Riziká boli usporiadané podľa ich pravdepodobnosti výskytu a ich možného dopadu. Vzájomným vynásobením týchto kritérií dostaneme celkovú úroveň rizika. Na základe tejto skutočnosti bola vytvorená matica rizík, ktorá je zobrazená na obrázku 11. Matica rozdeľuje zistené riziká do kategórie podľa úrovne zobrazenej v tabuľke 5.

Tabuľka 5: Rozdelenie úrovni rizík (Zdroj: Autor)

Farebné rozdelenie rizík	Popis úrovne rizika	úroveň
• Zelená	nízke riziko	0 - 4
• Žltá	stredné riziko	5 - 15
• Oranžová	stredné riziko	5 - 15
• Červená	závažné riziko	16 - 25



Obrázok 11: Matica analýz rizika (Zdroj: Autor)

4.4 Technologická infraštruktúra

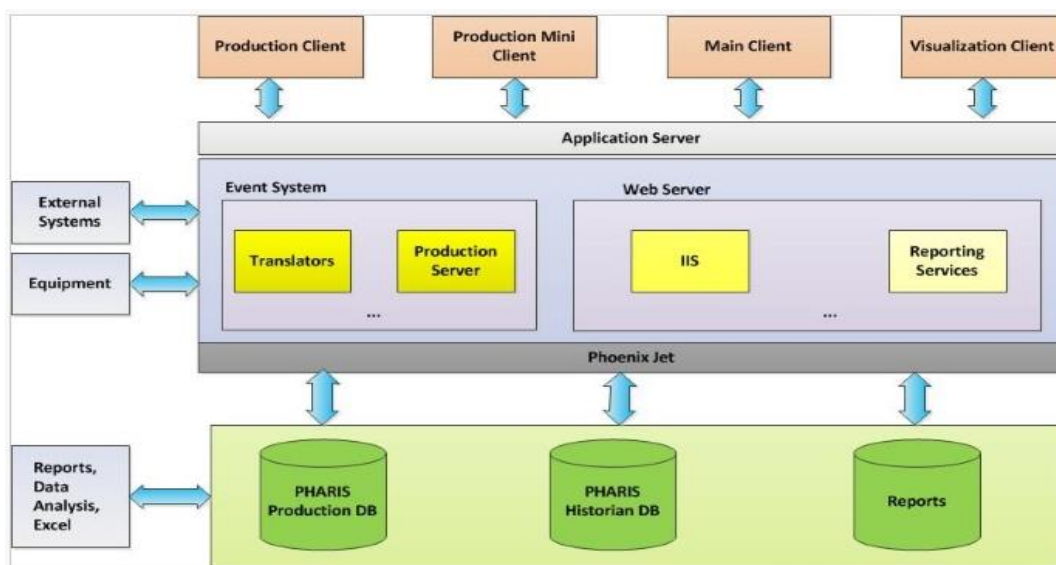
V rámci tejto podkapitoly sa určia komponenty a parametre technologickej infraštruktúry, ktoré sú potrebné na spustenie aplikácie výrobného informačného systému.

Túto infraštruktúru môžeme chápať, ako technologický systém, ktorý zaisťuje prevádzku aplikácií MES vo výrobnom podniku [14] Rama Bohemia.

Text popisuje technologické platformy a funkcionality MES v podmienkach výrobného podniku a bol vytvorený na základe projektovej dokumentácie implementačného partnera [15].

4.4.1 Celkový prehľad

MES je navrhnutý ako systém typu klient / server. Serverová časť systému je prevádzkovaná na webovom serveri. Klientska časť je dostupná z viacerých klientskych systémov. Sú to: hlavný klient, výrobný klient, vizualizační klient a výrobný mini klient systému MES. Architektúru systému MES je vidieť na obrázku 12.



Obrázok 12: Architektúra MES PHARIS (Dostupné z: <https://wiki.pharis.cz>)

Hlavný klient systému MES je webová aplikácia, ktorá využíva technológie ASP.NET, AJAX, Java skript a Silverlight. Hlavný klient dovoľuje prístup k väčšine funkcionalít systému MES a je určený zväčša pre vedúcich pracovníkov, majstrov, technológov a pod. Je dostupný v štandardnej podnikovej sieti.

Výrobný klient systému MES je aplikácia, ktorá využíva technológiu Windows Presentation Foundation. Výrobný klient je určený pre operátorov vo výrobnej prevádzke a je dostupný vo výrobnej sieti.

Výrobný mini klient je aplikácia Windows Mobile zostrojená pre mobilné zariadenia. Bežne je používaná operátormi vo výrobe a je dostupná vo výrobnej sieti.

4.4.2 Server systému MES

Aplikačný a databázový server systému MES bude nainštalovaný vo virtuálnom prostredí na jednom Windows Server OS. Tento server bude použitý len na účely výrobného informačného systému. Hardware pre tento server, operačný systém a inštaláciu virtuálneho image zaisťí Rama Bohemia.

Požiadavky na tento server musia zodpovedať nasledujúcej špecifikácii:

- CPU: minimálny výkon procesora = (2GHz + (0,08GHz x (počet pripojených strojov + počet klientských licencií MES PHARIS)) / počet jadier procesora)
- RAM: 2 x (4GB + (50MB x (počet pripojených strojov + počet klientských licencií MES PHARIS)))
- Dátové úložisko
- Aplikačný server (OS, SQL, MES PHARIS): 100 GB
- DB úložisko:
- Produkčné DB: 100 GB
- Historizačný databázový server

Príklad výpočtu potrebného miesta dátového úložiska:

M: Počet pripojených strojov

P: Počet archivovaných parametrov na jednotlivých strojoch

C: Perióda zberu dát v sekundách (dĺžka výrobného cyklu)

Z: Priemerná veľkosť jedného záznamu. Veľkosť tejto priemernej hodnoty je rovná 0,00005 MB

Vzorec výpočtu pre 1 rok:

$M \times P \times (86\,400 / C) \times Z \times 365 = \text{Veľkosť DB (Výsledok je v MB)}$

Príklad výpočtu v podmienkach výrobného podniku Rama Bohemia:

Výrobný podnik disponuje 20-timi strojmi, na každom stroji sa archivuje 20 parametrov, pri priemernej perióde zberu dát 30 sekúnd.

$20 \times 20 \times (86400 / 30) \times 0,00005 \times 365 = 21\,024 \text{ MB} = \text{cca } 21 \text{ GB}$

Image tohoto serveru zabezpečí spoločnosť UNIS. Virtuálny systém bude hostovaný v prostredí Hyper V. Kľúčovým komponentom Hyper-V je takzvaný Hypervisor, čo je akási tenká vrstva, ktorá leží medzi HW a všetkými inštanciami operačného systému. To umožňuje podporu pre vytváranie oddielov a súbežné spustenie viacerých operačných systémov na jednom serveri.

Výrobný informačný systém je možné zakúpiť v rôznych licencovaných úrovniach. Tieto úrovne sa líšia množstvom použitých modulov, ktoré aktuálna licencia obsahuje. Moduly dostupné pre spoločnosť Rama Bohemia sú znázornené v tabuľke 6.

Tabuľka 6: Nastavenie serverovej licencie MES (Zdroj: Autor na základe projektovej dokumentácie 16RAM0-0000-PD-D-CD-0001, s9)

Oblasť	MES PHARIS moduly	Zahrnuté
Výrobné zdroje	Správa zariadenia	Ano
Výrobné zdroje	Výrobný model	Ano
Výrobné zdroje	Správa udalostí	Ano
Výrobné zdroje	Správa nástrojov	Ano
Výrobné zdroje	Dátové zdroje	Ano
Výrobné zdroje	Výrobné riadiaci programy	Ano
Príprava výroby – TPV	Technologické postupy	Ano
Príprava výroby – TPV	Číselník materiálu	Ano
Príprava výroby – TPV	Správa výrobných dokumentácií	Ano
Príprava výroby – TPV	Správa preškolení	Ano
Plánovanie výroby	Pracovné kalendáre	Ano
Plánovanie výroby	Detailné plánovanie	Ano
Výroba	Výroba	Ano
Výroba	Obalové jednotky	Ano
Výroba	Dodacie listy	Nie
Technológie	Vizualizácia výroby	Ano
Technológie	Alarmový systém	Ano
Technológie	Alarmy a zmeny na stroji	Ano
Technológie	Trendy technologických hodnôt	Ano
Technológie	História technologických hodnôt	Ano
Údržba	Údržba	Ano
Bilančné ukazovatele	OEE- efektivita výrobných zariadení	Ano
Bilančné ukazovatele	Hodnotenie personálu	Ano
Bilančné ukazovatele	Vyhodnotenie kvality	Ano
Bilančné ukazovatele	Plnenie noriem	Ano
Bilančné ukazovatele	Genealógia dávky	Ano
Bilančné ukazovatele	História cyklu výroby	Ano
Administrácia	Systém správ	Ano
Administrácia	Správa užívateľov	Ano
Administrácia	Správa systému	Ano
Administrácia	Audit trail	Ano

4.4.3 GSM modem

Modem umožňuje odosielať textové správy zo systému na preddefinované zadané čísla. Toto zariadenie bude dodané implementačným partnerom. Rama Bohemia zaistí jeho pripojenia k serveru a zaistí SIM kartu.

V prípade prevádzkovania systému MES vo virtuálnom prostredí sa odporúča využitie RS232 / Eth prevodníka. Modem je pripojený k prevodníku pomocou RS232 konektora. Prevodník bude ďalej k serveru PHARIS pripojený cez Ethernet. Vo virtuálnom prostredí systému PHARIS bude vytvorený virtuálny sériový port, ktorý bude tento GSM modem reprezentovať. Tento virtuálny port bude nainštalovaný pomocou SW dodaného s prevodníkom. Ako modem, tak aj prevodník bude napájaný pomocou externého napájania.

4.4.4 Vzdialená správa

Vzdialená správa bude vytvorená na zabezpečenie údržby aplikácií a databáze. Vzdialená správa bude sprevádzkovaná pomocou vzdialenej plochy a nebude vyžadovať VPN pripojenie. Vzdialená plocha zabezpečí priame spojenie medzi MES a databázovým serverom.

4.4.5 Výrobné terminály

Pre účely MES výrobného klienta budú dodané výrobné terminály, ktoré zabezpečí Implementačný partner. Rama Bohemia zaistí ich montáž a nastavenie IP adries. Výrobný terminál je zostavený z viacerých komponentov. Kompletná zostava výrobného terminálu je popísaná v tabuľke 7.

Tabuľka 7: Zostava výrobného terminálu (Zdroj: projektová dokumentácia 16RAM0-0000-PD-D-CD-0001, s11)

Názov	Popis
Mini PC	MINI PC PT03A
Dotyková obrazovka	15" LCD ELO Touch 1517 P-CAP
RFID čítačka	RFID čítačka Vario 4, RS232
VESA držiak	REFLECTA držiak FLEXO 30-300

Terminály budú umiestnené pri každom výrobnom zariadení. Dva termináli budú umiestnené na pracovisku kontroly. Umiestnenie týchto terminálov je zobrazené v tabuľke 8.

Tabuľka 8: Umiestnenie výrobných terminálov (Zdroj: projektová dokumentácia 16RAM0-0000-PD-D-CD-0001, s12)

Názov výrobného terminálu	IP adresa	Stredisko	Pracovisko- Stroj
16RAM0MPC001	192.168.48.201	Kontrola	Kontrola 1
16RAM0MPC002	192.168.48.202	Kontrola	Kontrola 2
16RAM0MPC003	192.168.48.203	Hala B	IMM01
16RAM0MPC004	192.168.48.204	Hala B	IMM02
16RAM0MPC005	192.168.48.205	Hala B	IMM03
16RAM0MPC006	192.168.48.206	Hala B	IMM04
16RAM0MPC007	192.168.48.207	Hala B	IMM05
16RAM0MPC008	192.168.48.208	Hala B	IMM06
16RAM0MPC009	192.168.48.209	Hala B	IMM07
16RAM0MPC010	192.168.48.210	Hala B	IMM08
16RAM0MPC011	192.168.48.211	Hala B	IMM09
16RAM0MPC012	192.168.48.212	Hala B	IMM10
16RAM0MPC013	192.168.48.213	Hala B	IMM11
16RAM0MPC014	192.168.48.214	Hala B	IMM12
16RAM0MPC015	192.168.48.215	Hala B	IMM13
16RAM0MPC016	192.168.48.216	Hala B	IMM51
16RAM0MPC017	192.168.48.217	Hala B	IMM52
16RAM0MPC018	192.168.48.218	Hala B	IMM53
16RAM0MPC019	192.168.48.219	Hala B	IMM54
16RAM0MPC020	192.168.48.220	Hala B	IMM55
16RAM0MPC021	192.168.48.221	Hala B	IMM56
16RAM0MPC022	192.168.48.222	Hala B	IMM57

4.4.6 Výrobné mini terminály

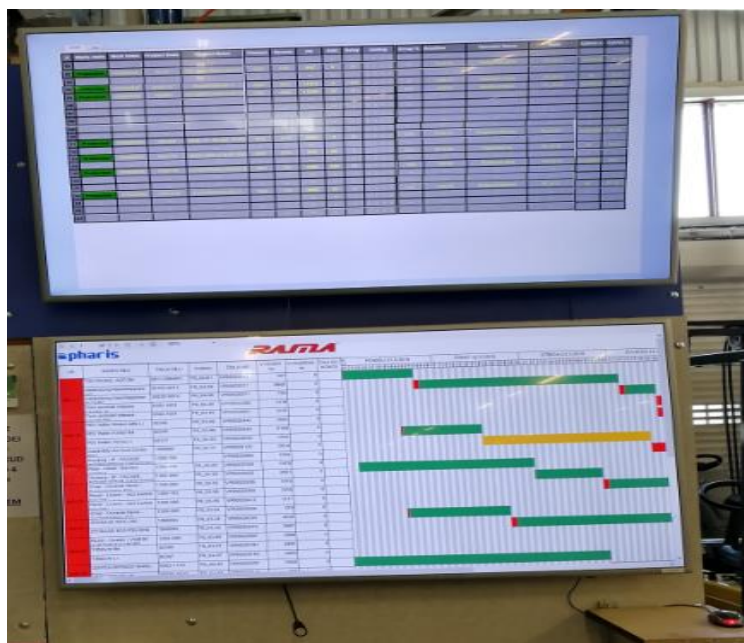
Výrobný mini terminál je prístupný pre mobilné zariadenia s operačným systémom Windows Mobile. Zabezpečuje špecifické funkcie pre správu nástrojov, odvody práce, načítanie programov do strojov, riadenie spolupráce, dodanie výrobkov atď. Tieto terminály sú vybavené RFID čipom a čítačkou čiarového kódu. Výrobný mini terminál je zobrazený na obrázku 13.



Obrázok 13: Výrobný mini terminál (Zdroj: Autor)

4.4.7 Vizualizačné terminály

Vizualizačné terminály budú využité pre zobrazenie MES vizualizačného klienta. Ich základnou zložkou je počítač MINI PC PT03A. Tento počítač neobsahuje žiadne pohyblivé časti a jeho systém beží na SSD disku. Ďalším komponentom je vizualizačná obrazovka LG 50LF561V, ktorá je zobrazená na obrázku 14. Kompletná zostava vizualizačného terminálu je popísaná v tabuľke 9.



Obrázok 14: Display vizualizačného terminálu (Zdroj: Autor)

Tabuľka 9: Zostava vizualizačného terminálu (Zdroj: projektová dokumentácia 16RAM0-0000-PD-D-CD-0001, s13)

Názov	Popis
Mini PC	MINI PC PT03A
LCD	50" LG 50LF561V
VESA držiak	REFLECTA holder FLEXO 30-300

Vizualizačné terminály budú umiestnené v Hale B a kvôli lepšej prehľadnosti v priestoroch kancelárie. Tak by malo mať oddelenie výroby a logistiky aktuálne informácie o prebiehajúcej výrobe. Umiestnenie týchto terminálov je zobrazené v tabuľke 10.

Tabuľka 10: Umiestnenie vizualizačných terminálov (zdroj: projektová dokumentácia 16RAM0-0000-PD-D-CD-0001, s13)

Názov vizualizačného terminálu	IP adresa	Stredisko
16RAMOVIT001	192.168.48.40	Hala B
16RAMOVIT002	192.168.48.41	Hala B
16RAMOVIT003	192.168.48.42	Office
16RAMOVIT004	192.168.48.43	Office

4.4.8 RFID identifikácia

Rádiofrekvenčná identifikácia rovnako ako čiarové kódy slúžia na bezkontaktnú komunikáciu na krátku vzdialenosť.

4.4.8.1 Identifikácia osôb

Pre identifikáciu osôb bude použitá technológia RFID. Užívatelia sa budú pomocou RFID kariet prihlasovať k výrobným terminálom. Použitá technológia je tzv. "nízkofrekvenčné - LF", ktorá beží na 125 kHz so špecifikáciou EM4102. Každý operátor vo výrobe bude vybavený RFID kartou. ID tejto karty bude nadefinované v operátorskom účte systému MES. RFID karty budú použité z existujúceho dochádzkového systému spoločnosti.

4.4.8.2 Identifikácia nástrojov

Pre identifikáciu nástrojov bude použitá technológia RFID. Formy sa môžu identifikovať prostredníctvom RFID kariet pri nasadzovaní formy na stroj. Použitá technológia je tzv. "nízkofrekvenčné - LF", ktorá beží na 125 kHz so špecifikáciou EM4102. Každá forma bude vybavená RFID tagom zobrazenom na obrázku 15. Formy budú mať ID tagu nadefinované vo výrobnom informačnom systéme.



Obrázok 15: RFID tag pre identifikáciu formy (Zdroj: Autor)

4.4.9 Komunikácia so systémom JADU

Pre komunikáciu s ERP systémom bude použité MES PHARIS Štandardné komunikačné rozhranie (SCI) v alternatíve „Databázová komunikácia“. Toto komunikačné rozhranie zahŕňa informačné toky, ktoré vstupujú z ERP do MES systému a takisto informačné toky, ktoré vystupujú z MES systému a sú odosielané do ERP systému JADU. Vstupné aj výstupné informačné toky sú zobrazené v tabuľke 11.

Tabuľka 11: Informačné toky ERP-MES (Zdroj: Autor)

Vstup z ERP do MES	Výstup z MES do ERP
Číselník osôb	Odvody práce
Číselník zariadení	Spotreba
Číselník technologických postupov	Naskladňovanie
Číselník výrobného príkazu	Odvod prestojov
Číselník súborových príloh	Odvod NOK

Systém MES umožňuje komunikáciu s ostatnými systémami tiež na databázovej úrovni. Jedná sa len o rozšírenie štandardného komunikačného rozhrania fungujúceho cez webové služby, ktoré prostredníctvom databáz umožňujú priamy prenos dát.

Pre využitie rozšírenia komunikácie cez databázy je možné stiahnuť si knižnicu BasicDB2PHARIS, ktorá umožní efektívne implementovať komunikáciu cez databázové rozšírenie štandardného komunikačného rozhrania. Táto knižnica na strane MES využíva rozhranie webových služieb štandardného komunikačného rozhrania, na druhej strane podporuje komunikáciu na databázovej úrovni. Je ju možné prispôbiť podľa špecifických požiadaviek zákazníka [16].

Implementáciu komunikačného rozhrania na strane systému JADU vrátane využitia knižnice BasicDB2PHARIS zaistí Rama Bohemia.

4.4.10 Tlačiarne

V rámci projektu budú využité tlačiarne pre tlač štítkov. Tieto štítky bude možné tlačiť priamo z výrobných terminálov. Tlačiarne budú sieťové a laserové. Zákazník zabezpečí ich dodávku, montáž a konfiguráciu. Je nutné, aby vybranú tlačiareň schválil dodávateľ výrobného informačného systému.

4.4.11 Výrobná sieť

Výrobná sieť bude slúžiť pre pripojenie: Operátorských terminálov, Vizualizačných terminálov a zberu dát so strojov.

Výrobná sieť bude mať k dispozícii vlastný rozsah IP adries a bude oddelená od podnikovej siete pomocou routeru. Prenosová rýchlosť siete bude minimálne 100 Mbit/s. Kábel komunikačnej siete Ethernet bude privedený ku každému z nasledujúcich zariadení: výrobné terminály, Mini PC slúžiace pre obsluhu, vizualizácia výroby. Dodávka, inštalácia, spracovanie výrobnjej siete bude zaistené zo strany Rama Bohemia.

4.4.12 Komunikácia so strojmi

Jedná sa o štandardný spôsob komunikácie, ktorý používajú výrobcovia vstrekolisov. Je definovaný štandardný protokol. Tento protokol umožňuje sťahovanie a nahrávanie výrobných programov z a do stroja.

4.4.12.1 Zber technologických hodnôt – sieťové pripojenie

Stroj Engel s riadením CC 300 zobrazený na obrázku 16 umožňuje zapisovať tabuľku kvality na sieťový disk. Táto vlastnosť bude využitá pre zber dát zo strojov. V tabuľke kvality budú nadefinované veličiny ako počet cyklov a čas cyklu.

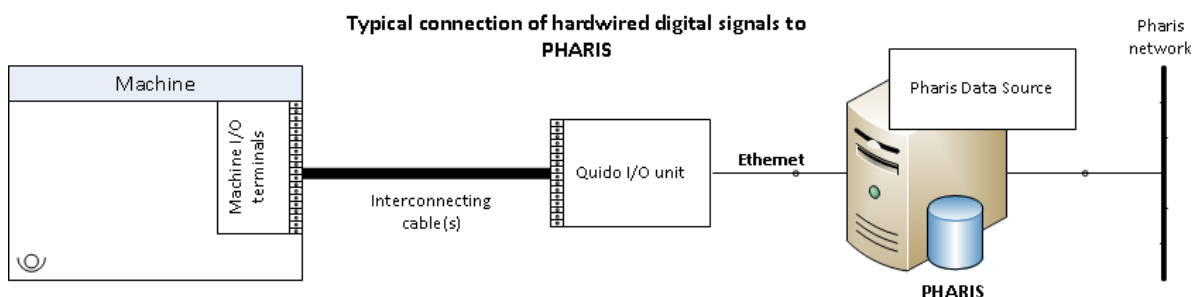


Obrázok 16: Vstrekolis ENGEL s riadením CC 300 (Dostupné z: <http://www.rama-cz.com/vstrikolisyl/>)

4.4.12.2 Zber technologických hodnôt – jednotka Quido

Stroje budú vybavené jednotkou Quido. Moduly Quido sú určené na vzdialené ovládanie a dohľad technológií. Jednotky majú vstupy pre kontakty a napätia a na výstupoch výkonné

relé. Pomocou HTTP GET je možné jednoducho Quida ovládať. Stav vstupu a výstupu jednotka posiela na vzdialený server. Schéma zapojenia pomocou tejto jednotky je zobrazené na obrázku 17.



Obrázok 17: Pripojenie pomocou jednotky Quido (Dostupné z: <https://wiki.pharis.cz>)

Z jednotky Quido budú zbierané informácie o cykloch. Pomocou tejto jednotky bude realizované čítanie hodnôt. Na binárny vstup jednotky bude spínaný signál o hodnote 24 VDC podľa stavu cyklu zariadenia. Minimálna dĺžka zopnutia signálu musí byť 50 ms. Zákazník zaistí inštaláciu jednotiek Quido 3/0 a zaistí pripojenie signálov zo zariadenia. Jednotka Quido 3/0 umožňuje pripojenie 3 vstupných binárnych signálov.

4.4.13 Zálohovanie systému

Prednastavený systém zálohovania využíva nástroj Cobian Backup a je rozdelený do viacerých samostatných úloh. Systém je prednastavený tak, aby sa každý deň vykonala rozdielová záloha doplnená o jednu plnú zálohu s dlhšou časovou periódou. Systém zálohuje dáta na preddefinované miesto na disku serveru MES.

Cobian Backup je SW ktorý sa používa na zálohovanie súborov. Záloha sa ukladá na pevný disk alebo na iný počítač v sieti. Dáta sa zálohujú do ZIP archívu.

4.5 Analýza podpory IS

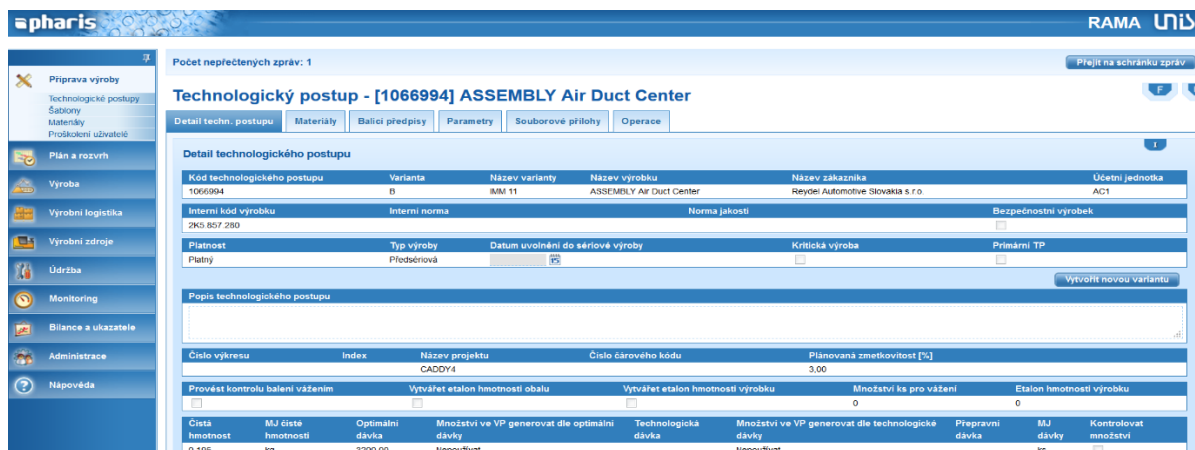
Analýza podpory IS definuje podporu informačného systému a špecifické procesy zákazníka. Táto kapitola popisuje základné procesy výrobného informačného systému v prostredí Rama Bohemia. Text popisuje špecifikácie procesu a bol vytvorený na základe projektovej dokumentácie PHARIS [17].

4.5.1 Komunikácia

MES v hierarchii informačných systémov podniku zaber podľa špecifikácií druhú úroveň. MES komunikuje s treťou vrstvou (ktorú reprezentuje ERP JADU) a s prvou vrstvou (ktorú reprezentuje riadiaci systém lisov). Z tejto úrovne dostáva systém MES kmeňové dáta. Z prvej vrstvy dostane MES systémové informácie zo strojov (predovšetkým o počte cyklov stroja). Ako výstupné údaje zo systému MES do tretej vrstvy sú zaslané hlásenia obsahujúce spotrebu materiálov a obalov.

4.5.2 Príprava na výrobu

Tento proces zahŕňa prípravu, riadenie a správu technologických procesov a výrobnej dokumentácie. Technologické postupy zobrazené na obrázku 18 sa vytvárajú priamo vo výrobnom informačnom systéme pod konkrétnym užívateľským kontom, ktorého majiteľ musí mať príslušné oprávnenie. MES riadi životný cyklus tohto postupu.



The screenshot displays the 'Technologický postup' (Technological Process) interface in the PHARIS system. The main title is 'Technologický postup - [1066994] ASSEMBLY Air Duct Center'. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Příprava výroby', 'Výroba', and 'Monitoring'. The main content area shows a table with details of the technological process, including codes, variants, and production parameters.

Kód technologického postupu	Varianta	Název varianty	Název výrobku	Název zákazníka	Účetní jednotka
1066994	B	IMM 11	ASSEMBLY Air Duct Center	Reydei Automotive Slovakia s.r.o.	ACT
Interní kód výrobku	Interní norma		Norma jakosti		Bezpečnostní výrobek
2K5.857.280					<input type="checkbox"/>
Platnost	Typ výroby	Datum uvolnění do sériové výroby	Kritická výroba		Primární TP
Platný	Předseriová	95	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Číslo výkresu	Index	Název projektu	Číslo čárového kódu	Plánovaná zmetkovitost [%]
		CAD0Y4		3,00

Provést kontrolu balení vážením	Vytvářet etalon hmotnosti obalu	Vytvářet etalon hmotnosti výrobku	Množství ks pro vážení	Etalon hmotnosti výrobku
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0

Čistá hmotnost	MJ čisté hmotnosti	Optimální dávka	Množství ve VP generovat dle optimální dávky	Technologická dávka	Množství ve VP generovat dle technologické dávky	Preparční dávka	MJ dávky	Kontrolovat množství
0,195	kg	3200,00	Nepoužívat		Nepoužívat		ks	<input type="checkbox"/>

Obrázok 18: Technologický postup konkrétneho dielu (Zdroj: Autor)

Potrebná dokumentácia je vo forme súborových príloh nahraná priamo do výrobného informačného systému. Dokumenty môžu byť nahrané na objekty ako sú technologické postupy a materiál ako na vstupný tak aj výstupný. Vďaka výrobným terminálom bude potrebná dokumentácia k dispozícii všetkým oprávneným osobám vo výrobe. Vkladanie

dokumentácie podporuje všetky momentálne používané štandardné formáty. Aby bolo možné pracovať s operáciami technologických procesov musí obsluha absolvovať príslušné školenia. V prípade akýchkoľvek zmien v dokumentácii je obsluha o týchto zmenách informovaná pomocou zmenového riadenia. Táto zmena bude zobrazená na výrobnom termináli.

4.5.3 Objednávky

Po zadaní objednávok od zákazníkov do MES systém priradí operácii číslo objednávky a naplánuje výrobu. Výrobný informačný systém automaticky vygeneruje číslo objednávky, pri vytváraní objednávky a to v nasledujúcom formáte: OByxxxxxx . Podrobnejší popis formátu objednávky je uvedený v tabuľke 12.

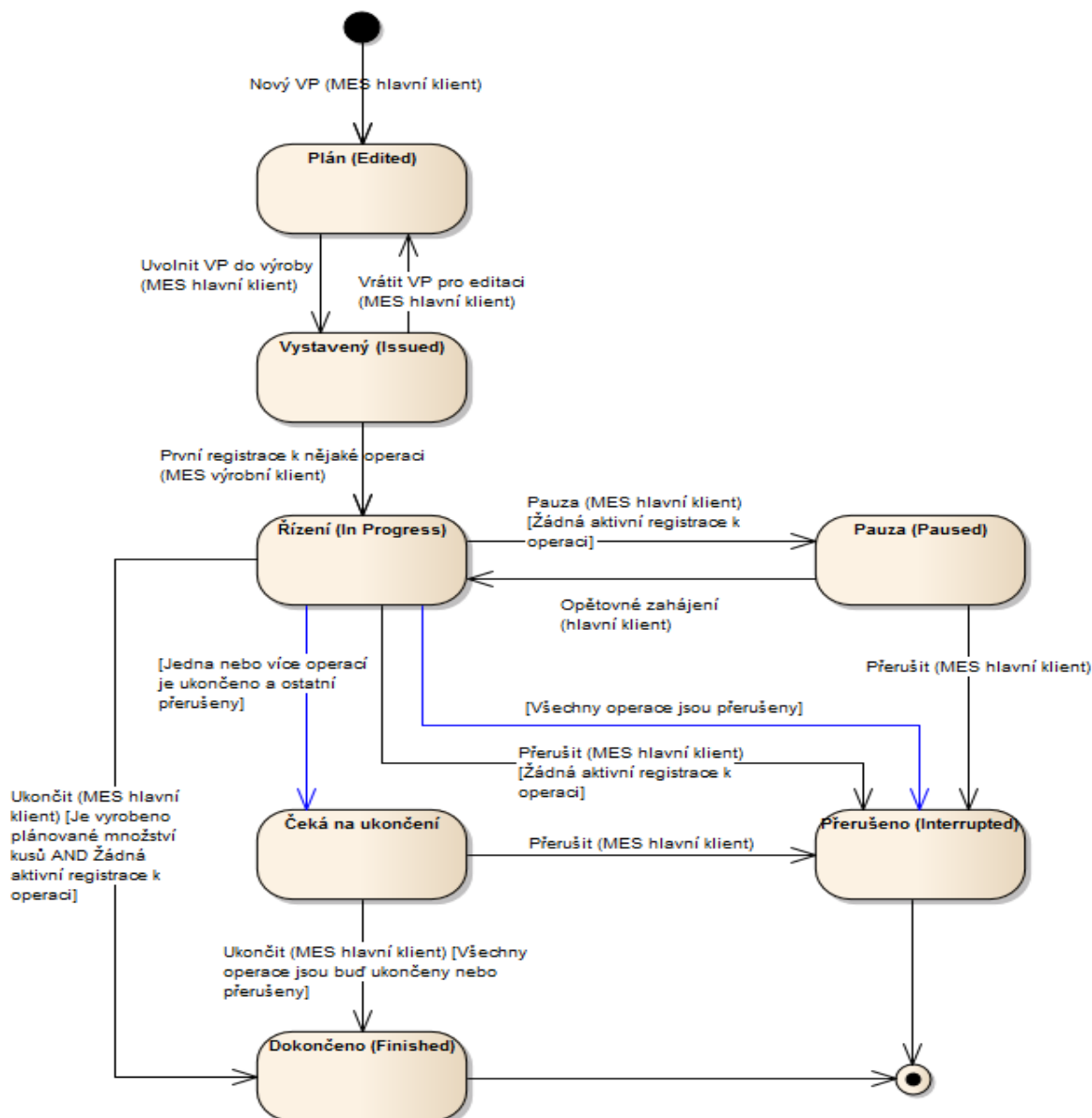
Tabuľka 12: Formát objednávky (Zdroj: Autor)

položka	popis
OB	stanovený text
Yy	dvojmiestne číslo označujúce rok vytvorenia objednávky
xxxxxx	poradové číslo danej objednávky, formátované na šesť číslic, z ľavej strany doplnené nulami

4.5.4 Plánovanie výroby v systéme MES

Podľa stavu zadaných objednávok a po zohľadnení skladovej zásoby môžu byť automaticky, alebo manuálne vytvorené výrobné príkazy na výrobu jednotlivých dielov. Dané výrobné príkazy sú rozdelené na jednotlivé výrobné zariadenia. Pri vypočítavaní plánu sa berie do úvahy dostupnosť všetkých zariadení, nástrojov, aj zamestnancov na základe zadaných pracovných kalendárov v MES a na základe aktuálnej skladovej zásoby. Operácie pre dané zariadenie sú zoradené podľa dátumu uvoľnenia výrobných príkazov do výroby a je ich možné zobraziť na výrobnom termináli.

Výrobné príkazy podliehajú svojmu životnému cyklu. Výrobný príkaz musí byť uvoľnený do výroby aby sa naňho bolo možné registrovať. Pri prvej registrácii na operáciu sa príkaz iniciuje. Výrobný príkaz je ďalej možné ukončiť alebo prerušiť. Schéma výrobného príkazu je znázornená na obrázku 19.



Obrázok 19: Schéma výrobného príkazu (Dostupné z: <https://wiki.pharis.cz>)

4.5.5 Plánovanie pracovníkov výroby

Čo sa týka dostupnosti tak pre potreby plánovania pracovníci výroby reprezentujú obmedzený zdroj. To môže viesť k obmedzeniu plánu výroby kvôli nedostatku zdrojov. Stav ľudských zdrojov je prevzatý z pracovných kalendárov pre personál evidovaných v systéme MES. Tento kalendár nám udáva, koľko je v požadovanej dobe k dispozícii pracovníkov príslušnej kvalifikácie. Požadované množstvo pracovníkov jednotlivých kategórií definuje operácie príslušného technologického postupu. Výrobný informačný systém pre jednotlivé fázy operácie môže definovať rôzne počty ľudí s rôznou kvalifikáciou. Ľudské zdroje sú rozdelené pomocou tried užívateľov alebo pomocou číselníka skupiny. Výrobný informačný systém automaticky

vygeneruje číslo výrobného príkazu, pri vytváraní tohto príkazu a to v nasledujúcom formáte: VPxxxxxxx. Podrobnejší popis formátu výrobného príkazu je uvedený v tabuľke 13.

Tabuľka 13: formát čísla výrobného príkaz (Zdroj: Autor)

položka	Popis
VP	stanovený text
xxxxxxx	číslo výrobného príkazu a je formátované na osem číslic a z ľavej strany doplnené nulami

Pri vypočítavaní plánu sú odosielané požiadavky na potrebné materiály do ERP systému JADU, kde je skontrolovaný aktuálny stav skladovej zásoby.

4.5.6 Uskutočnenie výroby

Operátor vo výrobe zaznamenáva prácu pomocou výrobného terminálu. Operátori evidujú prácu spojenú s operáciami lisovania a montáže. Kontrolóri evidujú prácu spojenú s operáciou kontrola. Na danú operáciu a konkrétne zariadenie je potrebné, aby sa operátor zaregistroval pred začiatkom práce. Počas výroby obsluha zaznamenáva priebežne odvody práce. Tieto odvody obsahujú informácie o počte vyrobených výrobkov, vrátane nezhodnej výroby a obsahujú informácie o dĺžke výroby. Ďalšou sledovanou veličinou sú nezhodné kusy pred správnym nastavením výroby. V prípade zoraďovača sú odvádzané ešte tzv. nastavovacie kusy. Tieto kusy v sebe obsahujú naprázdno vykonané zdvihy. Počas výroby sú plnené obalové jednotky. Po ich naplnení sa vykoná tlač štítku obalovej jednotky. Po tomto vytlačení štítku sa odošle do systému ERP informácia o naskladnení celkového množstva vyrobených dielov. Aktuálny stav prihlásení je možné sledovať v reálnom čase. Počas registrácie k operácii na stroji sú obsluhu automaticky načítané vyrobené kusy do odvodu práce. Výpočet sa uskutoční na základe informácií o cykle daného stroja a na základe nastavenej násobnosti výroby. Počas výrobného procesu sú obsluhou zaznamenané nezhodné kusy. Priebežné zaznamenávanie vedie k vyššej účinnosti monitorovania výroby. Nezhodné výrobky môžu byť zaznamenané aj automaticky na základe informácií z počítača. Odvod práce obsahuje informácie o počte nezhodných kusov rozdelených podľa druhu nezhôd.

4.5.7 Správa foriem

Výrobný informačný systém obsahuje modul pre správu nástrojov. Monitorovanie foriem je možné pomocou výrobného terminálu alebo pomocou výrobného mini klienta. Výrobný

informačný systém pred začiatkom operácie skontroluje, či je forma skutočne nasadená. MES umožňuje vytvárať požiadavku na údržbu foriem, táto práce je následne evidovaná.

4.5.8 Alarmovanie

Alarmovať môžeme hodnoty technologických veličín, ktoré sú dané dátovými tagmi. Zvláštny prípad alarmovania sú tzv. avíza, sú to požiadavky pracovníka pracujúceho na konkrétnom stroji, ktoré sú vyvolané manuálne na výrobnom termináli. Operátor môže zvoliť kategóriu personálu, ktorá má byť privolaná. Avíza sa zobrazia na technologickej obrazovke, prípadne sa odošle správa na vopred definované číslo. Volaný dostane správu, alebo uvidí na veľkoplošnej obrazovke informáciu o volaní. Od zahájenia volania plynie čas, ktorý možno zobrazit' na informačnej tabuli, alebo eskalovať pomocou ďalšej správy či signalizácie na informačnej tabuli. Volanie je ukončené po príchode volaného k terminálu, na ktorom bolo volanie začaté. K volaniu sa pripája aj účel volania. Táto informácia sa vyberá za pomoci parametrov volania.

4.5.9 Záznam výroby

Pomocou výrobného terminálu alebo pomocou komunikácie výrobného zariadenia so systémom sa evidujú dáta z výroby. Eviduje sa celkový počet vyrobených dielov, počet vyrobených nezhodných výrobkov a potrebná doba na výrobu. Ďalšie údaje nadväzujú priamo na operácie výrobných príkazov (namerané hodnoty, avíza, obalové konto, atď.)

K evidencii práce a s tým spojené informácie o tejto práci slúži v MES funkcionality registrácia a odvod práce. Registrácia spája konkrétneho pracovníka s konkrétnym zariadením a s danou operáciou. Odvod práce zaznamenáva všetky potrebné informácie konkrétnej operácie. Vizualizáciu odvodu práce na obrazovke výrobného terminálu je možné vidieť na obrázku 20.



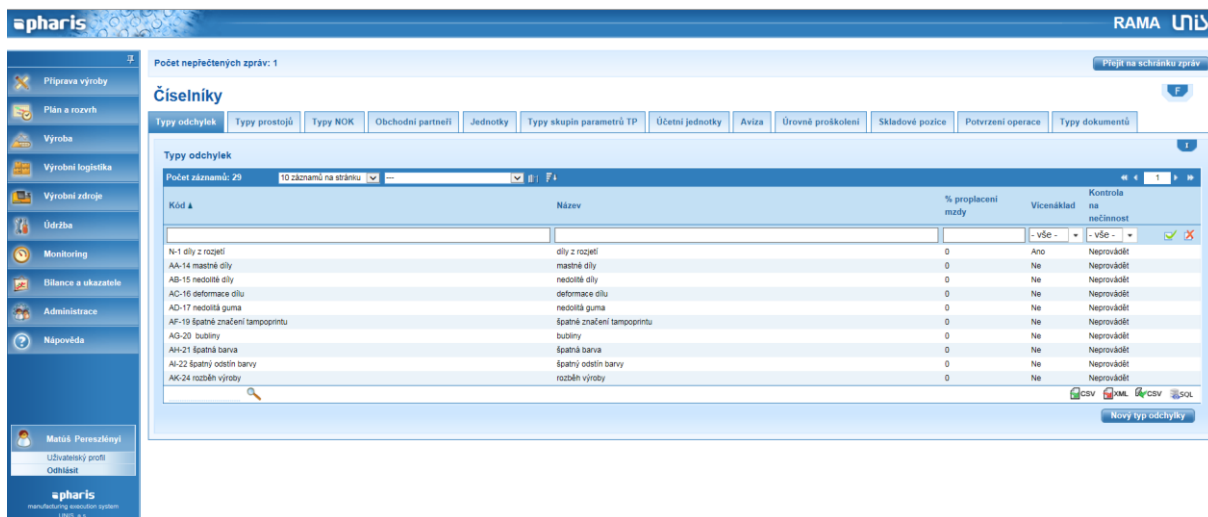
Obrázok 20: Odvod práce v MES (Dostupné z: <https://wiki.pharis.cz>)

S nasadením systému MES sa zmení spôsob registrácie k práci. Obsluha sa na začiatku práce zaregistruje k operácii a zariadeniu. Na konci práce sa obsluha od registruje a vykoná odvod práce. V priebehu výkonu práce môže pracovník priebežne vykonávať odvod práce. Popri odvodoch práce môže obsluha zadávať aj ďalšie informácie o výrobe (priebežné NOK kusy, namerané parametre, avíza, správy, atď.). Zamestnanec sa pred začatím operácie prihlási k terminálu svojim RFID čipom. Výrobný informačný systém umožňuje vybrať pri registrácii z možností (výroba, kalibrácia, kontrola, overovanie, školenie atď.). Počas práce je obsluha prihlásená k výrobnému terminálu, kde má možnosť sledovať dokumentáciu, stav daných operácií, zadávať namerané veličiny, alarmovať iných pracovníkov, evidovať prestoje práce, atď.. Pred ukončením registrácie urobí odvod práce a následne sa odhlási z výrobného terminálu MES. Výrobný informačný systém umožňuje počítať spotrebu materiálu z celkového počtu vyrobených dielov. Tieto spotreby MES eviduje a následne ich odošle do ERP systému JADU.

Dôležitým hľadiskom práce sú takzvané paralelné registrácie. Každý zápis uchováva záznam o jeho trvaní. Suma dĺžok paralelných registrácií môže prekročiť celkový čas práce. Pri paralelných registráciách sa počíta ľudský čas, ktorý po sčítaní jednotlivých registrácií zodpovedá odpracovanej dobe celkovej práce konkrétnej osoby (napríklad 8h). Ak paralelná práca prebieha na jednom zariadení, jedna osoba je vedená, ako hlavná obsluha, ktorá vykonáva registráciu. Ostatní zamestnanci sú vedení, ako pomocná obsluha, ktorá musí byť registrovaná obsluhou hlavnou. V prípade, že jeden pracovník je zaregistrovaný súbežne na viacerých operáciách, odvody práce sú vypočítané z ľudského času. Tento čas je rozdelený na všetky odvody práce, kde daný pracovník súbežne pracoval, konkrétne koľko kusov dielov vykázal v pomere časovej normy na jeden kus. Súčet týchto časov sa rovná celkovému času práce daného pracovníka. Ak paralelne pracuje viac pracovníkov spoločne na viacerých operáciách, počet vyrobených dielov si delia. Počet celkových vyrobených dielov na danú operáciu výrobného príkazu je suma všetkých odvodov, ktoré títo pracovníci vykonali.

4.5.10 Filtrovanie nezhodnej výroby

Pri zaznamenávaní NOK výroby pri odvode práce na výrobnom termináli má obsluha na výber zo zoznamu typov nezhôd vyfiltrovaných cez typy nezhôd ktoré sa vzťahujú k danému výrobku alebo zariadeniu. To je užitočné pri veľkom počte existujúcich nezhôd, pretože to urýchľuje zamestnancom evidenciu práce. Túto filtráciu je možné nastaviť v hlavnom klientovi výrobného informačného systému zobrazenom na obrázku 21.



Obrázok 21: Nastavenie tipov filtrácie hlavnom klientovi (Zdroj: Autor)

4.5.11 Zhromažďovanie cyklov

Na výrobných zariadeniach Engel, ktorými disponuje Rama Bohemia je možné zbierať cykly zo zariadenia. Na základe cyklov zariadenia je možné vo výrobnom informačnom systéme počítať množstvo vyrobených dielov a automaticky toto množstvo kusov načítavať do registrácie bežiacej na danom stroji. Počet dielov je potom pred ponúknutý pracovníkom v odvode práce. Je umožnené tiež zbierať počet nezhodných vyrobených dielov a na základe ich počtu automaticky definovať NOK kusy. Technické riešenie zberu dát je popísané v predchádzajúcej podkapitole 4.4.

4.5.12 Paralelná výroba

Paralelná výroba je výroba viacerých produktov z jednej formy v ten istý okamih. Napríklad súčasná výroba ľavej aj pravej strany dielu. Ďalšou variantnou môže byť, že forma obsahuje určitú násobnosť. Napríklad v prípade násobnosti 2 vyrobíme z jednej formy v rovnakom okamihu dva zhodné výrobky. Ak je možné z jednej formy vyrobiť viac výrobkov, tak pre každý výrobok je nutné vytvoriť samostatný výrobný príkaz. Toto neplatí pokiaľ ide o zhodné výrobky, vtedy stačí v technologickom postupe zvoliť adekvátnu násobnosť. Tieto výrobné príkazy musia mať rovnaký dátum požadovaného dokončenia. Pokiaľ je takáto forma nasadená na stroji, je nutné sa zaregistrovať na všetky jej výrobné príkazy. MES umožňuje preberanie kusov vyrobených pred operáciou lisovania. Typicky teda z obdobia kedy nie je k stroju registrovaná žiadna výroba, alebo z obdobia kedy je registrované nastavovanie.

4.5.13 Logistika

Sem spadá pridelenie obalových a paletových jednotiek a tvorba štandardizovaných štítkov pre tieto obalové jednotky.

Obsluha pri výrobe súčasne plní obalové jednotky (boxy) a paletové jednotky (palety). Pri naplnení palety alebo pri ukončení práce je možné vytlačiť obalový štítok. Po vytlačení štítku sa vykoná naskladnenie palety do skladu a táto informácia sa odošle z MES do ERP. V prípade, že obal nie je naplnený jedným výrobným príkazom, možno ho doplniť ďalším výrobným príkazom, ktorý je na výrobu rovnakého výrobku. V takom prípade bude na štítku obalovej jednotky uvedený dátum oboch výrob. Preskladnenie paliet a úprava naskladnených výrobkov sa bude vykonávať v systéme ERP JADU.

4.5.14 Značenie obalových jednotiek

Štítky budú tlačené priamo od lisov na laserovej tlačiarňi vo formáte A5. Typ štítku bude definovaný v technologickom postupe daného dielu. MES obsahuje reporty pre tlač štítkov GTL a VDA . Štítok generovaný systémom MES je zobrazený na obrázku 29. Štandard pre oba štítky definuje formát obalovej jednotky. Pre GTL štítok je dostupný český a anglický jazyk, pre VDA štítok je navyše dostupný nemecký jazyk. Atribúty sú do reportu doplnené ako statický text. V tabuľke 14 môžeme vidieť atribúty, ktoré generovaný štítok obsahuje.

Tabuľka 14: Atribúty štítku (Zdroj: Autor na základe projektovej dokumentácie)

Položka	Podrobnejší popis danej položky
Názov dielu	Názov materiálu-výrobku
Číslo dielu	Kód materiálu-výrobku
Zákaznícke číslo	Kód materiálu-výrobku u konečného zákazníka
Zákazník	Názov zákazníka materiál-výrobku
Dátum výroby	Posledný dátum výroby výrobkov vložených do obalu
Osobné číslo	Osobné číslo operátora, ktorý naposledy vložil výrobok do obalu
Počet ks	Počet výrobkov, ktoré sú v balení
Lis/montáž	Názov zariadenia, na ktorom prebiehala výroba

5 Riešenie realizácie zavedenie systému PHARIS - opis realizácie a získaných skúseností

Realizácia zavedenia prebiehala podľa plánu zavedenia výrobného informačného systému, ktorý je popísaný v predchádzajúcej kapitole. V tejto kapitole by som chcel poukázať na niektoré chyby, ktoré viedli k zbytočnému oddialeniu spustenia MES.

Prvý väčší problém sa objavil po inštalácii hardwaru, konkrétne RFID čítačiek. Bolo zistené, že súčasné RFID čipové karty, ktoré slúžia v podniku ako dochádzkový systém pracujú na inej frekvencii. RFID čipy slúžia k prihláseniu personálu do výrobného informačného systému a bez funkčných RFID čipov je ručné prihlasovanie sa obsluhy k danému terminálu prinajmenšom neefektívne a dlhodobo neudržateľné.

Tento problém nastal z dôvodu, že bolo zanedbané otestovanie pôvodných kariet a spoliehalo sa len na prísľub údržby, že súčasné RFID karty budú kompatibilné s RFID čítačkami, ktoré pracujú na frekvencii 125 kHz.

Riešením problému bolo rozhodnutie o nákupe nových RFID čipov Teardrop, takzvaná "kľúčienka". Čip Teardrop je zobrazený na obrázku 22. Tieto čipy boli zakúpené podľa presnej špecifikácii implementačného partnera. Nákup týchto čipov bol hrađený spoločnosťou Rama Bohemia. Doba doručenia a následná konfigurácia posunula spustenie systému MES o necelý mesiac.



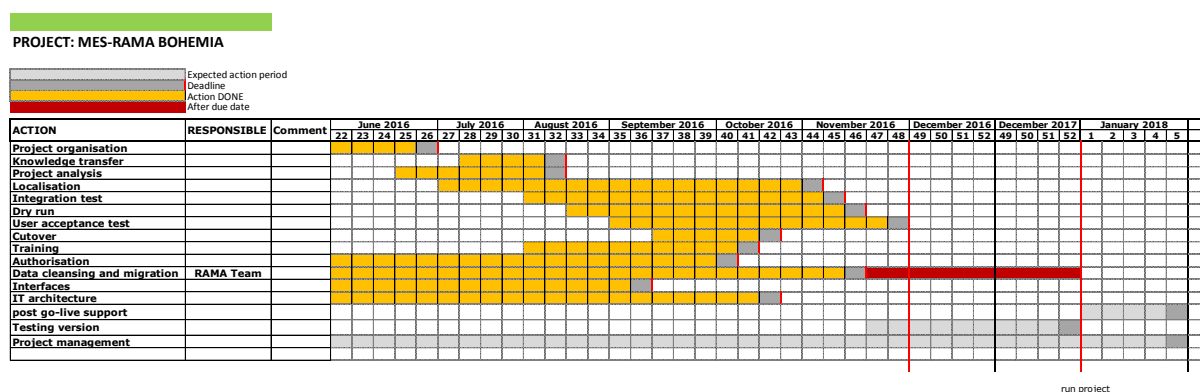
Obrázok 22: RFID čip Teardrop 125 kHz EM4102 (Zdroj: Autor)

Asi najväčšia implementačná chyba nastala pri migrácii dát zo stávajúceho ERP systému JADU do MES PHARIS. Všetky údaje boli preklopené bez akejkoľvek kontroly zodpovedných zamestnancov priamo do výrobného informačného systému. Tento na prvý pohľad nedôležitý krok (zo strany realizačného tímu Rama Bohemia) mal fatálne následky na včasné nasedenie MES do prevádzky. V tejto fáze projektu bol nainštalovaný hardware aj software, MES obsahoval všetky importované dáta, avšak ako sa ukázalo pri testovaní, obrovské množstvo

dát bolo buď čiastkových, alebo úplne chybných. Za túto chybu nesú zodpovednosť vedúci pracovníci spoločnosti Rama Bohemia, ktorí boli zodpovední za implementáciu výrobného informačného systému.

Počiatkom tohto problému bola domnienka, že všetky dáta ktoré obsahuje súčasný ERP systém JADU sú 100%-ne správne. Toto správanie pramenilo zo skutočnosti, že realizačný tím Rama nemal žiadne predchádzajúce skúsenosti s implementáciou žiadneho informačného systému.

Úplné odstránenie tohto problému trvalo niekoľko mesiacov. Boli vyexportované nové dáta, ktoré boli položka po položke ručne kontrolované a následne po nahraní do MES opätovne skontrolované v systéme. Tento proces bol zdĺhavý, ale zaručil, že všetky dáta v systéme sú správne. Toto oneskorenie bolo využité na vytvorenie skúšobnej verzie, ktorá po plnom nasadení MES pomohla užívateľom lepšie zvládnuť ostrú verziu výrobného informačného systému. Na obrázku 23 je možné vidieť plán zavedenia s reálnym dátumom spustenia projektu.



Obrázok 23: Plán zavedenia- reálne spustenie (Zdroj: Autor na základe internej dokumentácie Rama Bohemia)

Ďalší problém bol odhalený počas testovacej fázy. Zistilo sa, že diely, ktoré sa skladajú z viacerých medziproduktov nedokáže MES pre MRP systém efektívne plánovať. Výrobný informačný systém nebral do úvahy potrebu výroby medziproduktov, ktoré si nevedel spárovať s finálnym dielom na ktorý bola vystavená v systéme objednávka. Problém bol nahlásený implementačnému partnerovi prostredníctvom helpdesku OTRS. Report z tohto systému je znázornený na obrázku 24. Implementačný partner následne na základe analýz daného výrobného postupu zjednal nápravu.

Nová funkcionlita modulu MRP zabezpečila na základe vymedzených objednávok stav produktov na skladoch a vytvorila požiadavky na výrobný príkaz. Modul MRP sa upravil tak, aby požiadavky na výrobok vytvorili požiadavky na výrobný príkaz na výrobu surovín, ktoré sú definované v technologickom postupe výrobku a to v množstve, ktoré pokrýva požiadavku na

výrobnú objednávku. Požiadavky na výrobný príkaz na výrobu surovín sa vytvárajú len pre suroviny označené ako vyrábané. Podľa požiadaviek na výrobné príkazy sa výrobné príkazy vytvárajú v existujúcom režime.

The screenshot shows the OTRS Helpdesk interface. At the top, there is a navigation bar with 'Unis Support' and the OTRS logo. Below it, there are tabs for 'Nový Ticket', 'My Tickets', 'Company Tickets', and 'Vyhledat'. The main content area displays a list of tickets. The first ticket is titled 'Otevřít Rozšíření MRP o generování VP pro meziprodukty' with ID 2018012910000026. The list includes several entries with their respective categories and resolution times.

Category	Resolution Time
OTRS System – Rozšíření MRP o generování VP pro meziprodukty	98 d 3 h
OTRS System – Rozšíření MRP o generování VP pro meziprodukty	98 d 2 h
OTRS System – Rozšíření MRP o generování VP pro meziprodukty	97 d 23 h
Matěj Proksa – Rozšíření MRP o generování VP pro meziprodukty	97 d 22 h
OTRS System – Rozšíření MRP o generování VP pro meziprodukty	88 d 22 h
OTRS System – Rozšíření MRP o generování VP pro meziprodukty	88 d 5 h
OTRS System – Rozšíření MRP o generování VP pro meziprodukty	88 d 2 h

Obrázok 24: Helpdesk OTRS (Zdroj: Autor)

Tento problém bol odstránený počas testovacej fázy a nemal tak žiadny zásadný dopad na dobu spustenia ostrej verzie MES.

Počas testovacej prevádzky bolo objavených zopár ďalších odchýlok od plánu zavedenia, ako napríklad funkcionality reportov a ďalšie drobné nedostatky, ktoré nemali priamy dopad na funkčnosť systému ako takého. Všetky tieto problémy boli nahlásené na helpdesk a v krátkom časovom slede odstránené.

V súčasnej dobe sa pracuje na možnosti vytvorenia funkcionality samostatného plánovania objednávok komodít cez výrobný informačný systém, ktoré nebolo v pôvodnom zadaní projektu MES. Keďže súčasný systém ERP nedokáže spracovať všetky odosielané dáta z MES, objednávanie komodít nie je v súčasnej dobe plne autonómne. V prípade, že túto funkcionality MES nebude schopný v podmienkach výrobného podniku obsiahnuť, bude musieť vedenie spoločnosti Rama Bohemi zvážiť implementáciu nového ERP. Vhodným kandidátom sa javí jedna z mnohých platforiem od spoločnosť SAP.

6 Výrobný proces konkrétneho dielu vo firme RAMA BOHEMIA, a.s. po zavedení systému PHARIS

Prijatie objednávky po zavedení výrobného informačného systému zostáva nemenné. Objednávky sa od zákazníka prijímu cez Web EDI, prípadne emailom, avšak následné spracovanie týchto objednávok je omnoho efektívnejšie a časovo menej náročné. Po prijatí objednávky je táto objednávka nahraná priamo do systému MES, ktorý skontroluje zmeny a následne prepočíta nový plán výroby. Keďže kompletná distribúcia dokumentácie je v elektronickej podobe, ako je možné vidieť na obrázku 25, logistike odpadá zdĺhavé vytváranie excelovských tabuliek a následné plánovanie výroby je tiež časovo menej náročné. Personál s príslušným oprávnením má možnosť jednoducho nahliadnuť do potrebnej dokumentácie priamo na výrobnom termináli.

Technologický postup - [1066994] ASSEMBLY Air Duct Center varianta A IMM 09

Detail techn. postupu | Materiály | Balící předpisy | Parametry | Souborové přílohy | Operace

Operace - [VYROBA] VYROBA

Seznam operaci | Detail operace | Přidavná zařízení | Parametry | Materiály operace | Souborové přílohy | Kroky | Změny | Personál | Potvrzení

Souborové přílohy

Počet záznamů: 4 10 záznamů na stránku

Jméno souboru	Typ souboru	Popis	Datum připojení	Široký obrázek	Pořadí	Stáhnout
- vše -	- vše -			- vše -		
QUA-F-Q1-001_Pokyny pro směnovou kontrolu_Air Duct Center	Kontrolní list		22.11.2017 11:56:27	Ne	1	Stáhnout
QUA-DC-001_Katalog chyb_AirDuct Center	Riziko kvality		22.11.2017 11:56:27	Ne	2	Stáhnout
PRO-I-WI-001_Pracovní instrukce_AirDuct Center	Pracovní postup		22.11.2017 11:56:27	Ne	3	Stáhnout
LOG-I-PAC-001_Balící předpis_AirDuct	Pracovní postup		22.11.2017 11:56:27	Ne	4	Stáhnout

CSV XML CSV SQL

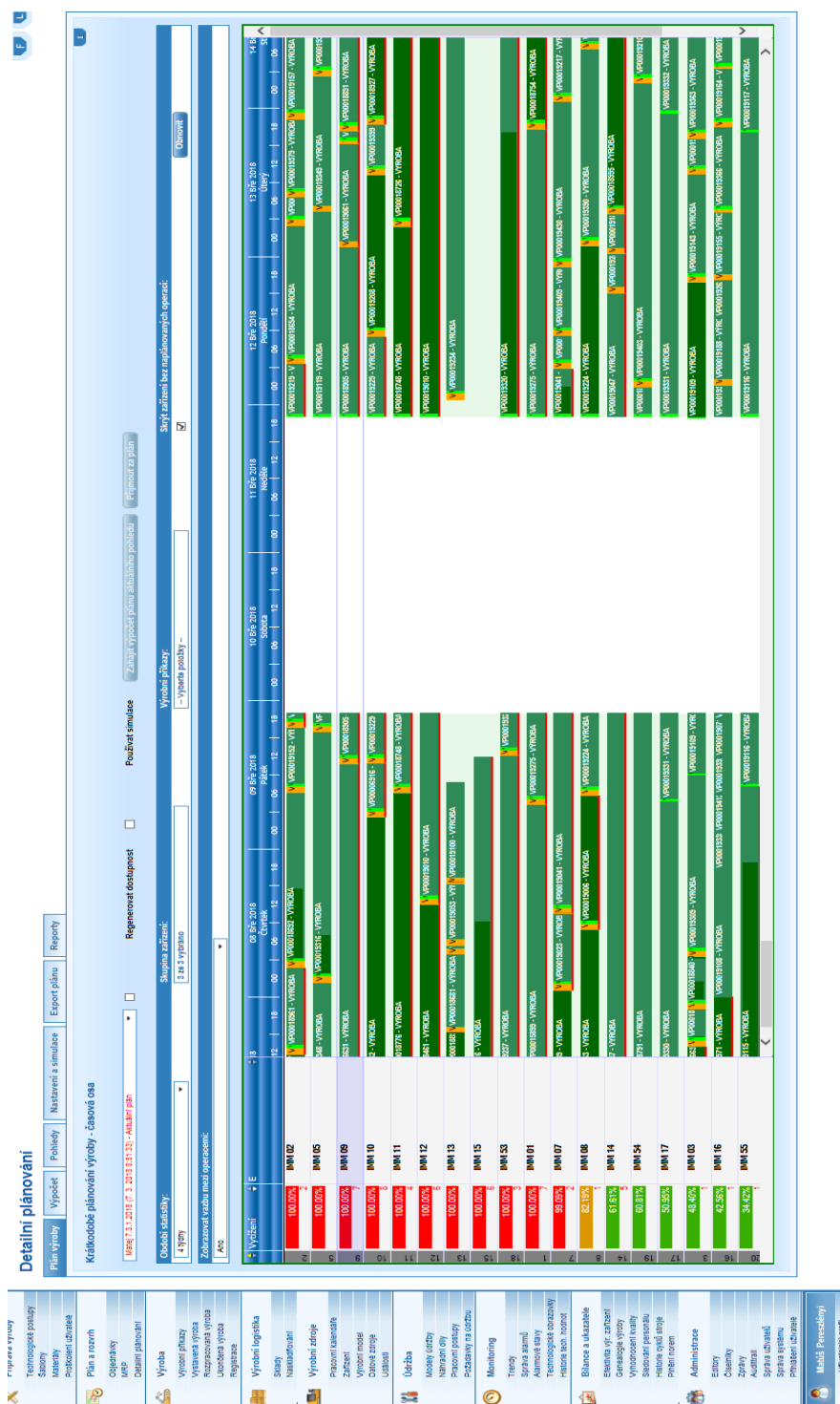
Obrázok 25: Pripojená kompletná dokumentácia k danému výrobku (Zdroj: Autor)

Manager výroby skontroluje vygenerovaný plán výroby a v prípade, že je v poriadku ho odsúhlasí. Výrobný informačný systém ďalej vygeneruje výrobný príkaz na každý vyrábaný diel. Odbúraním tejto administratívy oddelenie logistiky, výroby a nákupu ušetrí mesačne 92 normohodín, čím sa výrazne zvýšila produktivita práce. Podrobnejšie informácie sú uvedené v kapitole 7.5.

Výrobný informačný systém ponúka modul kapacitného plánovania a rozvrhovania výroby. Modul plánovania umožňuje naplánovať výrobu výrobných zákaziek na vybrané zdroje. Pozerá na obsadenosť strojov, pripravenosť materiálov a plánuje využitie strojov. Grafický pohľad na plán umožňuje pracovať s plánovacím systémom. Jedná sa o krátkodobé a strednodobé kapacitné rozvrhovanie výroby. Tento modul slúži na plánovanie výrobkov, ktoré sú uvoľnené do výroby.

Plánovanie vychádza z preddefinovaných technologických postupov, z ktorých využíva potrebné normy - časy, materiály, suroviny, zariadenia, nástroje, atď.

Výrobný plán je možné zobrazíť formou dynamického Ganttovho diagramu alebo formou užívateľsky definovaných reportov. Vygenerovaný výrobný plán je znázornený na obrázku 26



Obrázok 26: Výrobný plán generovaný v MES (Zdroj: Autor)

Vo výrobe sú umiestnené dve informačné tabule (vizualizačné terminály), tieto slúžia na zobrazenie pridelenia konkrétneho výrobku k danému stroju a plánu práce pre jednotlivé stroje. Obrazovka zobrazuje zoznam definovaných strojov a ďalej umožňuje pre dané stroje a smeny definovať plán práce na používateľa a výrobok. Plán práce je zobrazený pomocou Ganttovho diagramu, tento výrobný plán sa dá „ROZKLIKNUŤ“ a následne sa tak môže majster smeny alebo materialista dostať do výrobného príkazu, kde nájde všetky potrebné informácie k spusteniu výroby (akú formu nasadiť, aký materiál použiť, informáciu o sušení materiálu, aké obaly nachystať, atď.). Ako je vidieť na obrázku 27, pre lepšiu sledovateľnosť sú rovnaké dve informačné tabule umiestnené aj v kancelárii.



Obrázok 27: Informačné tabule (Zdroj: Autor)

Po spustení výroby sa operátor prihlási pomocou RFID čítačky a svojho čipu k danému lisu. Aby mohla byť výroba spustená, musí byť operátor adekvátne preškolený, bez tohto školenia systém nedovolí spustiť výrobu. Každé preškolenie má svoju platnosť a úroveň.

Tento proces pomáha pri vytváraní prehľadov aktuálne priradených pracovníkov k pracovisku. Podrobný prehľad s voliteľnými atribútmi je možné zobraziť v MES systéme, poprípade na vizualizačných obrazovkách. Súčasťou systému sú takzvané "Informačné tabule" známe ako "Rozdeľovník", tie zobrazujú pridelovanie pracovníkov na jednotlivé pracoviská v rámci pracovnej smeny.

Operátor zaznamenáva NOK kusy pomocou dotykovej LCD obrazovky výrobného terminálu, zobrazenej na obrázku 28. Výrobný terminál je umiestnený na každom lise. Tento spôsob práce plne nahrádza manuálne vypĺňanie formulárov, pri ktorom dochádza k chybovosti, časovým oneskoreniam a tiež k chybám pri manuálnom prepise v rámci zberných miest ERP systému. Obsluha má na termináli možnosť ľahkého odvádzania výroby, vrátane nezhodnej výroby, popr. výberu typu nezhody. Počet odvedených kusov je automaticky kontrolovaný s počtom cyklov stroja. Všetky údaje sú v reálnom čase zaznamenávané a zobrazované na LCD obrazovkách.



Obrázok 28: Dotyková obrazovka (Dostupné z: [https:// pharis.cz/cs/o-systemu](https://pharis.cz/cs/o-systemu))

Po naplnení preddefinovanej obalovej jednotky, systém MES vytlačí štandardizovaný štítok VDA, ktorý je možné vidieť na obrázku 29. Tento štítok spĺňa všetky zákaznické špecifikácie. Po naplnení paletovej jednotky ďalej MES odošle údaje o počte vyrobených dielov do systému ERP JADU, čo zabezpečuje lepší prehľad o skladovej zásobe.

1066994		ASSEMBLY Air Duct Center	
16		2K5.857.280	
293		21.3.2018	
VP00019301033		VP00019301	
3/21/2018 10:04:26 AM		RAMA	

Obrázok 29: Výrobný štítok vo formáte VDA generovaný systémom MES (Zdroj: Autor)

Možnosť generovania výrobných štítkov v systéme MES nám umožnilo splniť požiadavky zákazníkov na štandardizované značenie obalových jednotiek, čo viedlo k odbúraniu hrozby reklamácií a zároveň to potvrdzuje hypotézu číslo 5, ktorá bola stanovená v kapitole číslo 4. Táto problematika bude bližšie popísaná v podkapitole 7.6.

Výrobný informačný systém zjednodušuje prácu aj ďalším oddeleniam okrem výroby.

Nákup má aktuálne informácie o objednávkach a tak dokáže pružnejšie reagovať na zmeny nakupovaných materiálov do výroby.

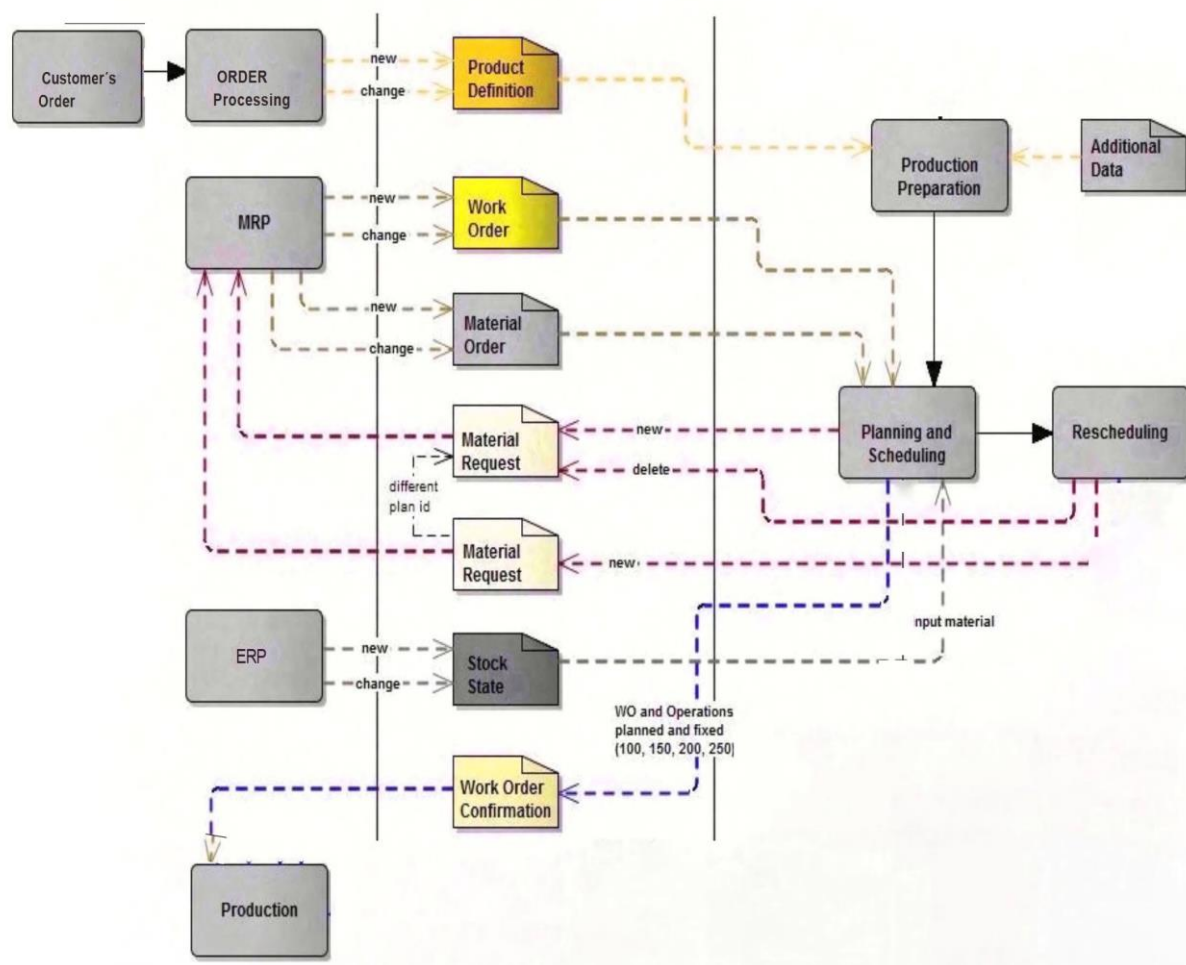
Logistike odpadáva zdĺhavé vypracovávanie excelovských tabuliek, ktoré boli nutné ako podklady pre výrobu, nákup, kontrolu a expedíciu.

Kvalita disponuje objektívnymi informáciami o nezhodnej výrobe, ktoré môže filtrovať podľa aktuálnej potreby, všetky tieto informácie sú ľahko vy exportovateľné do požadovaného

elektronického formátu a spolu z grafmi, ktoré systém umožňuje vytvoriť slúžia ako podklady k ľahšiemu definovaniu daného problému, ale aj ako dokumentácia k prípadným auditom. Tieto dáta si môže každé oddelenie vyexportovať do excel formátu priamo zo svojho užívateľského účtu.

Súčasný stav umožňuje plánovanie výroby s minimálnou skladovou zásobou podľa vzoru JIT (Just-in-time). Zminimalizovalo sa potrebné miesto na uskladnenie hotových výrobkov a miesto na uskladnenie surového materiálu a na základe riadeného výrobného procesu sa sprehľadnila výroba.

Zavedenie MES nemalo na tok materiálu ako taký výrazný vplyv, zmenil sa hlavne spôsob zadávania objednávok do systému a následné plánovanie výroby. Flow chart tohto procesu je znázorňuje obrázok 30.



Obrázok 30: flow chart plánovania výroby : (Zdroj: Autor na základe projektovej dokumentácie MES)

7 Vyhodnotenie ekonomického a procesného prínosu systému PHARIS pre firmu RAMA BOHEMIA, z hľadiska porovnania výrobného procesu konkrétneho dielu pred a po zavedení systému PHARIS

V tejto kapitole budú vyhodnotené ekonomické a procesné prínosy výrobného informačného systému na základe porovnania vybraných atribútov v rovnakom časovom období. Skúmaný časový horizont pred zavedením MES bol stanovený na prvých 17 týždňov, čo sú prvé štyri mesiace roku 2017 a rovnaké obdobie bolo posudzované aj v nasledujúcom roku 2018, ktoré popisuje už obdobie po zavedení MES.

V priložených tabuľkách 15 a 16 sú uvedené všetky potrebné údaje, z ktorých bude nasledujúca kapitola čerpať dáta. Hodnoty boli do tabuľky zadané na základe jednotlivých objednávok od zákazníka a z ERP systému JADU a ich vzájomných prepočtov. Každá tabuľka je rozdelená na kalendárne týždne, pričom počiatočný stav vychádza z posledného týždňa predchádzajúceho roku. Pre úplnosť je hodnota počiatočného stavu uvedená v tabuľkách, ale pre nasledujúce výpočty už nie je braná do úvahy.

Tabuľka 15: Sledované hodnoty rok 2017 (Zdroj: Autor)

KT	2017										
	Objednávka (ks)	kg/ks	Spotreba materiálu (kg)	Prijem materiálu (kg)	Skladová zásoba materiálu (kg)	Počet palet materiálu (1paleta = 1000kg)	Skladová zásoba materiálu 2017 (Kč)	Výrobná dávka (ks)	Skladová zásoba hotových dielov (ks)	Počet palet 2017 (1paleta=256ks)	Skladová zásoba dielov 2017 (Kč)
Počiatkový stav				3000	3000	3	57451,50		6144	24	34406,40
1	3072	0,16565	509		2491	3	47706,15	12288,00	15360	60	86016,00
2	3072	0,16565	509		1982	2	37960,80		12288	48	68812,80
3	3072	0,16565	509		1473	2	28215,46		9216	36	51609,60
4	3072	0,16565	509		964	1	18470,11		6144	24	34406,40
5	2560	0,16565	424	2000	2540	3	48649,99		3584	14	20070,40
6	3072	0,16565	509		2032	3	38904,64	12288,00	12800	50	71680,00
7	3072	0,16565	509		1523	2	29159,29		9728	38	54476,80
8	3072	0,16565	509		1014	2	19413,94		6656	26	37273,60
9	3072	0,16565	509	2000	2505	3	47969,60		3584	14	20070,40
10	2816	0,16565	466		2038	3	39036,36	10496,00	11264	44	63078,40
11	2816	0,16565	466		1572	2	30103,13		8448	33	47308,80
12	2816	0,16565	466		1105	2	21169,89		5632	22	31539,20
13	2816	0,16565	466	2000	2639	3	50537,66		2816	11	15769,60
14	2560	0,16565	424		2215	3	42416,53	12288,00	11776	46	65945,60
15	3328	0,16565	551		1664	2	31859,07		8448	33	47308,80
16	3328	0,16565	551		1112	2	21301,61		5120	20	28672,00
17	2560	0,16565	424	2000	2688	3	51481,49		2560	10	14336,00

Tabuľka 16: Sledované hodnoty rok 2018 (Zdroj: Autor)

2018											
KT	Objednávka (ks)	kg/ks	Spotreba materiálu (kg)	Prijem materiálu (kg)	Skladová zásoba materiálu (kg)	Počet palet materiálu (1paleta = 1000kg)	Skladová zásoba materiálu 2018 (Kč)	Výrobná dávka (ks)	Skladová zásoba hotových dielov (ks)	Počet palet 2018 (1paleta=256ks)	Skladová zásoba dielov 2018 (Kč)
Počítací stav							9402,90		5632	22	31539,20
1	2560	0,16565	424	1000	1067	2	20432,27	2560	3072	12	17203,20
2	3072	0,16565	509		558	1	10686,93	3072	6144	24	34406,40
3	3072	0,16565	509	1000	1049	2	20092,08	3072	6144	24	34406,40
4	3072	0,16565	509		540	1	10346,73	3072	6144	24	34406,40
5	3072	0,16565	509	1000	1031	2	19751,88	3072	6144	24	34406,40
6	3072	0,16565	509		523	1	10006,53	3072	6144	24	34406,40
7	2560	0,16565	424	1000	1098	2	21035,91	2560	5632	22	31539,20
8	2560	0,16565	424		674	1	12914,79	2560	5632	22	31539,20
9	3072	0,16565	509	1000	1166	2	22319,94	3072	6144	24	34406,40
10	2560	0,16565	424		741	1	14198,82	2560	5632	22	31539,20
11	3328	0,16565	551	1000	1190	2	22791,86	3328	6400	25	35840,00
12	3328	0,16565	551		639	1	12234,40	3328	6400	25	35840,00
13	3072	0,16565	509	1000	1130	2	21639,55	3072	6144	24	34406,40
14	3072	0,16565	509		621	1	11894,20	3072	6144	24	34406,40
15	3072	0,16565	509	1000	1112	2	21299,36	3072	6144	24	34406,40
16	3072	0,16565	509		603	1	11554,01	3072	6144	24	34406,40
17	2560	0,16565	424	1000	1179	2	22583,39	2560	5632	22	31539,20

7.1 Interview

Pre širší pohľad na výrobný informačný systém som využil metódu Interview, prepis rozhovoru ponúka informácie priamo od konkrétnych zamestnancov výrobného podniku Rama Bohemia. Títo zamestnanci pravidelne využívajú výhod, ktoré MES prináša.

Autor: Výrobnému procesu a jeho plánovaniu je venovaná značná časť tejto práce, vedeli by ste mi povedať, aké ďalšie výhody Vám tento systém prináša?

Matej Proks, zodpovedný za výrobu a údržbu v spoločnosti Rama Bohemia:

“Okrem plánovania výroby, kde mi výrobný informačný systém zjednodušil do značnej miery prácu odbúraním tvorby výrobného plánu, keďže tento systém používa na výpočty zložité algoritmy, je tento plán v mnohých smeroch efektívnejší, ako bolo moje pôvodné ručné plánovanie.

Čo sa týka ďalších zlepšení, určite musím spomenúť údržbu foriem a ich monitorovanie v tomto systéme. Pred zavedením tohto systému sa museli periodické kontroly zložito prepočítavať a ručne zaznamenávať a ustráženie týchto cyklov stálo iba na ľudskom faktore. Prekročením doby periodickej kontroly sa tak zvyšovala možnosť výskytu poruchy na tejto forme. Po zavedení MES sa situácia zlepšila, keďže PHARIS si tieto kontroly stráži sám a v dostatočnom časovom predstihu alarmuje túto skutočnosť. Ďalším veľkým plus je, že všetky formy majú o každom zásahu svoj životopis. Posledná vec, čo by som chcel spomenúť je monitorovanie tejto údržby. Pri štarte každej údržby sa musí pracovník k danej operácii prihlásiť cez svoj čip do systému. Toto monitorovanie viedlo k výraznému skráteniu doby údržby.“

Autor: Ako Vám výrobný informačný systém zefektívnil prácu?

Ing. Martina Benčíková – nákupné oddelenie:

“Zavedenie tohto systému zefektívnilo plánovanie nakupovaných komodít. Všetky dostupné informácie, ktoré sú potrebné na plánovanie nakupovaných vstupných surovín sú ľahko dostupné v reálnom čase a na jednom mieste. Jeho najväčšie výhody vidím v sprehladnení a možnosti rýchlejšej reakcii na prípadnú zmenu v krátkodobom aj v dlhodobom časovom období. Pri relatívne dlhých dodacích termínoch (materiál 6-10 týždňov) je táto skutočnosť veľmi dôležitá.“

Autor: Aký najväčší prínos vidíte vo výrobnom informačnom systéme PHARIS?

Ing. Lenka Proksová : Finančná riaditeľka:

“Technickým aspektom výrobného informačného systému veľmi nerozumiem, ale čo sa týka ekonomických ukazovateľov, tak najväčší prínos pre náš podnik vidím v tom, že firma dosahuje vyššiu obrátkovosť zásob.“

**Autor: Hodnotíte zavedenie výrobného informačného systému ako dobré rozhodnutie?
Ak Áno, prináša MES nejakú pridanú hodnotu pre Vašu spoločnosť?**

Bc. Rastislav Proks : CEO:

“ANO, podnik Rama Bohemia zaznamenáva v posledných rokoch výraznú expanziu, s čím priamo súvisí zvýšený tlak na výkon. Aby bolo možné zachovať vysokú profesionalitu a produktivitu, investície do podobných technologických inovácií považujem za nevyhnutné.

Pridaná hodnota tohto systému je jeho schopnosť zaujať nových potencionálnych zákazníkov a tým nakloniť misky váh na našu stranu pri uzatváraní nových kontraktov.“

7.2 Výpočet denných nákladov za jedno paletové miesto v spoločnosti Rama Bohemia

Aby bolo možné vyčíslieť úsporu za skladovaciú jednotku musíme najskôr poznať náklady na skladovanie. Keďže Rama Bohemia nevyužíva služby externých skladov pri ktorých by bola suma za skladovanie pevne daná, je nutné spočítať koľko sú reálne náklady na jedno paletové miesto v našom sklade.

Výpočet vychádza z variabilných a fixných nákladov a z počtu paletových miest, ktoré má spoločnosť momentálne k dispozícii. Variabilné a fixné náklady boli spočítané a následne vydelené celkovým počtom paletových miest.

Približne 80% výrobkov podniku Rama Bohemia má rýchloobrátkový charakter, kde doba skladovania nepresahuje dĺžku dvoch týždňov. Z tohto dôvodu sú náklady na naskladnenie a vyskladnenie zahrnuté do celkového výpočtu denných nákladov na skladovanie a nie sú kalkulované ako samostatná položka.

7.2.1 Variabilné náklady

Tieto náklady zahŕňujú superhrubú mzdu pracovníkov skladu a údržby, konkrétne 12 hodín práce jedného skladového manipulanta a hodinu práce jedného pracovníka údržby. Hoci výroba v spoločnosti prebieha nepretržite 24 h, príjem materiálu ako aj jeho expedícia a s tým súvisiace naskladnenie a vyskladnenie materiálu prebieha len v dobe od 6:00 do 18:00. V súčasnej dobe na pracovnej pozícii skladového manipulanta pracujú dvaja zamestnanci na dvojzmennú prevádzku, avšak v čase prekrývania pracovných smien si jeden kontroluje aktuálnu výrobu a expedíciu na nasledujúci deň a druhý obsluhuje skladové jednotky. Z tohto dôvodu si myslím, že zvolené pracovné intervaly v daných hodnotách sú adekvátne. Do počítanej práce skladového manipulanta bola zarátaná doba práce potrebná na naskladnenie vyrobených výrobkov, vyskladnenie výrobkov pri expedícii, naskladnenie nakupovaného materiálu a komponentov. Kalkulovaná práca údržby zahŕňuje prípadné opravy skladovacej techniky, úpravu paletových regálov, drobné opravy haly, ako aj výmenu žiariviek osvetlenia. Do tejto práce bolo ďalej zahrnuté strojové čistenie skladových priestorov.

7.2.2 Fixné náklady

Do fixných nákladov boli zahrnuté reálne ročné odpisy dlhodobého majetku spoločnosti (DHM), ktoré priamo súvisia so skladovaním vo výrobnom podniku. Konkrétne sa jedná o odpis haly A ktorá slúži výhradne ako skladové priestory, časť haly B kde pre výpočet bola odhadom stanovená plocha ktorá slúži na skladovanie na 30% z celkového výmeru haly, ďalej

odpisy paletových regálov a techniky ktorá je nevyhnutná na naskladnenie a vyskladnenie jednotlivého tovaru. Všetky odpisy DHM sú uvedené v prílohe 9.

Medzi ďalšie fixné náklady boli zahrnuté náklady za elektrickú energiu, ktoré plynú z nutnosti osvetlenia skladových priestorov, náklady na dobíjanie vysokozdvížneho vozíka boli pri tomto výpočte zanedbané. Odber elektrickej energie bol počítaný z reálnej sadzby a z reálneho počtu žiariviek, ktoré sú umiestnené nad skladovými regálmi, pričom bol odber elektrickej energie počítaný na nepretržitú prevádzku 24 hod, keďže spoločnosť Rama Bohemia funguje na trojsemennú prevádzku. V odbere energie sú zahrnuté aj víkendy pretože takéto smeny nie sú v spoločnosti nijakou výnimkou a v dlhodobom horizonte sa nijak nedajú predvídať. Prípadná nadmerná vypočítaná spotreba bude slúžiť ako rezerva za možné skryté náklady, ktoré mohli byť pri výpočte zanedbané. Náklady na vykurovanie skladových priestorov neboli do výpočtu zahrnuté, keďže vykurovanie týchto priestorov je zabezpečené pomocou odpadového tepla zo vstrekolisov.

7.2.3 Počet paletových miest

V podniku sa nachádza celkovo 43 paletových regálov s celkovým počtom paletových miest 965 ks. Ukážka paletového regálu je na obrázku 31.



Obrázok 31: Paletové regály v podniku Rama Bohemia (Zdroj: Autor)

7.2.4 Podklady pre výpočet:

7.2.4.1 Výpočet mzdových nákladov

Priemerná superhrubá mzda skladníka vrátane odmien za obdobie 12 mesiacov činí 37 000 Kč mesačne. Keď budeme počítať s počtom pracovných dní 21 a s 8-hodinovou pracovnou dobou, dostaneme sa na výslednú sumu 220 Kč / hodinu.

Priemerná superhrubá mzda pracovníka údržby za obdobie 12 mesiacov činí 33 600 Kč mesačne. Keď budeme počítať s počtom pracovných dní 21 a s 8 hodinovou pracovnou dobou dostaneme sa na výslednú sumu 200 Kč / hodinu.

$$\text{denné mzdové náklady} = (12 \times 220) + (1 \times 200) = \mathbf{2\ 840\ Kč}$$

Z toho vyplýva, že denné mzdové náklady na výpočet jednotkových nákladov paletového miesta budú : **2 840 Kč**.

7.2.4.2 Výpočet ceny odberu elektrickej energie

Výpočet vychádza z reálnej sadzby 1,8 kWh a z počtu použitých 36 W žiaroviek, ktoré sú umiestnené nad skladovými regálmi v počte 2x30, čo nám dáva dokopy 60 kusov 36W žiaroviek. Daný výsledok je nutné previesť na kWh. Tieto žiarivky sú v prevádzke 24 hodín denne, ich obstarávacía cena nebola do výpočtu zahrnutá.

denné náklady na spotrebu elektrickej energie =

$$\left[\left(\frac{60 \times 36}{100} \right) \times 1,8 \right] \times 24 = \mathbf{933,12\ Kč}$$

Z toho vyplýva, že denné náklady na spotrebu elektrickej energie pre výpočet jednotkových nákladov paletového miesta budú : **933,12 Kč**.

7.2.4.3 Odpisy dlhodobého majetku

Hodnoty boli použité z prehľadu odpisov DHM, kde sú uvádzané v ročnej výške a sú uvedené v tabuľke 17. Všetky použité odpisy boli spočítané a táto suma bola následne vydelená počtom dní v roku 365 a výsledná hodnota činí odpisy dlhodobého majetku za 1 deň. Pri odpisoch haly B bolo počítané len s 30% celkovej sumy odpisu z dôvodov, ktoré už boli spomenuté v úvode tejto podkapitoly.

Tabuľka 17: Použité odpisy DHM (Zdroj: Autor na základe prehľadov odpisov DHM)

Položka DHM	Suma v Kč
Hala A	189 563
Hala B (30%)	118 524
Paletové regále	211 197
Technika	160 262

$$\frac{(189\,563 + 118\,524 + 211\,197 + 160\,262)}{365} = \mathbf{1\,861,77\,Kč}$$

Z toho vyplýva, že denné odpisy dlhodobého majetku činia : **1 861,77 Kč**.

7.2.5 Konečný výpočet denných nákladov na 1 paletové miesto

Konečný výpočet bude teda suma všetkých nákladov fixných aj variabilných a táto suma bude vydelená aktuálnym počtom paletových miest v podniku.

denné mzdové náklady: **2 840 Kč**

denné náklady na spotrebu elektrickej energie : **933,12 Kč**

denné odpisy dlhodobého majetku: **1 861,77 Kč**

počet paletových miest v spoločnosti : **965 Ks**

denné náklady na 1 paletové miesto =

$$\frac{2\,840 + 933,12 + 1\,861,77}{965} = \mathbf{5,84\,Kč}$$

Výpočtom sme zistili že denné náklady na skladovanie jedného paletového miesta v spoločnosti Rama Bohemia činia **5,84 Kč**.

Ak berieme do úvahy, že náklady na jedno paletové miesto v externom sklade sa podľa cenníkových cien dostupných na internete pohybujú v horizonte od 3 do 5 Kč, a následné naskladnenie a vyskladnenie jednej palety by nás vyšlo na ďalších 30 až 50 Kč, pričom musíme ešte pripočítať ďalšie náklady na dopravu, ktoré by s tým boli spojené, tak výsledná suma 5,84 Kč mi príde vyhovujúca.

7.3 Úspora za skladovacie jednotky

Predchádzajúci výpočet ceny za skladovanie jednej paletovej jednotky nám teraz umožňuje vyčíslieť úsporu, ktorá vznikala zavedením výrobného informačného systému. Ako bolo spomenuté v predchádzajúcich kapitolách, zavedenie systému MES umožnilo operovať s minimálnou skladovou zásobou, čo sa odzrkadlí aj v nasledujúcom porovnaní skladových zásob hotových výrobkov, ako aj surového materiálu na výrobu dielov. Minimálna skladová zásoba kopíruje množstvá, ktoré budú zákazníkovi expedované v nasledujúcom týždni. Do úvahy budeme brať aj bezpečnostnú zásobu dielov, ktorú výrobný podnik pre tento diel stanovil na 3 072 ks. Táto bezpečnostná zásoba v prípade núdze pokryje potreby zákazníka po dobu jedného týždňa.

7.3.1 Opis postupu výpočtu

Výpočet úspory za skladovanie vychádzal z výpočtu nákladov na skladovanie v jednotlivých kalendárnych týždňoch, kde sa počet skladovaných paliet v danom období vynásobil čiastkou 5,84 Kč, čo je hodnota ktorá predstavuje denné skladové náklady na jedno paletové miesto a následne sa táto suma vynásobila počtom dní, počas ktorých boli tieto palety skladované. V našom prípade ich bolo sedem, pre každý jednotlivý týždeň. Počet paliet v danom KT je stanovený z aktuálnej skladovej zásoby v danom období, či už pre materiál alebo hotové výrobky. Pritom 1 paleta materiálu sa rovná 1000 kg a jedna paleta hotových výrobkov obsahuje 256 ks dielov.

výpočet nákladov na skladovanie v jednotlivých kalendárnych týždňoch (nKT) =

$$\text{(aktuálny počet paliet x 5,84) x 7}$$

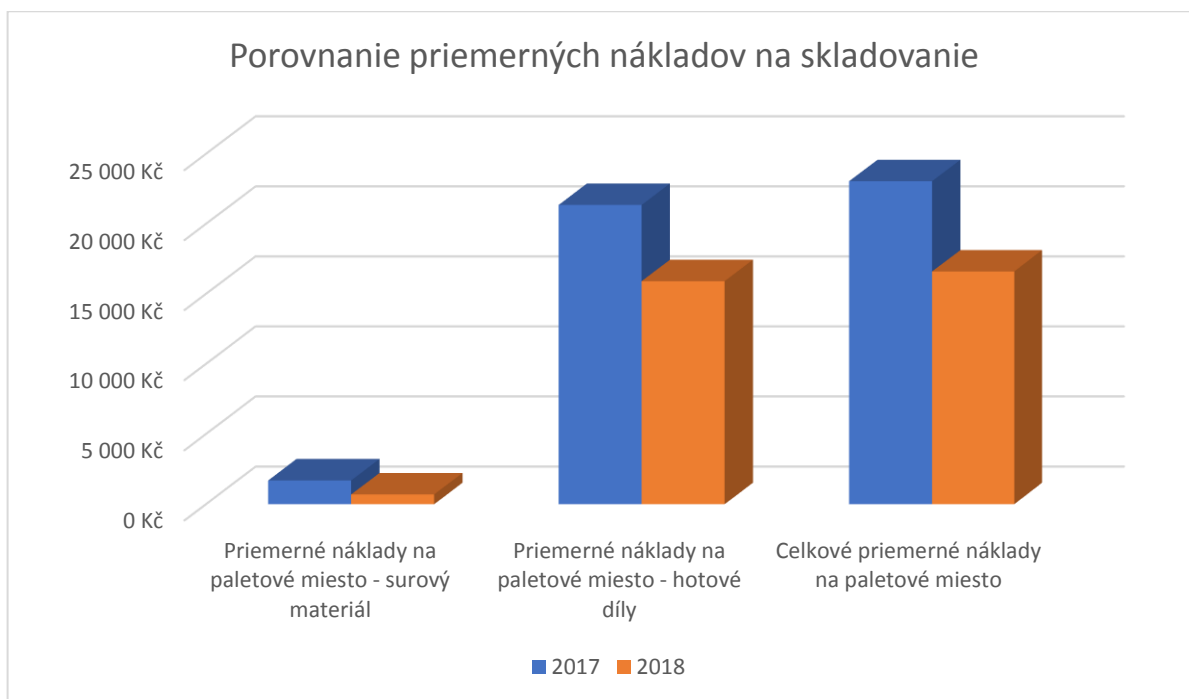
Celková úspora za dané obdobie bola vypočítaná ako rozdiel priemerných nákladov v sledovanom období (priemerné náklady boli vypočítané ako aritmetický priemer nákladov na skladovanie zo všetkých KT jednotlivo pre materiál a hotové výrobky v oboch sledovaných obdobiach a následne bola táto cifra vynásobená celkovým počtom KT), ako materiálu, tak aj hotových dielov a je vyčíslená v tabuľke 18. Ako súčet celkových nákladov je zobrazená v tabuľke 19.

$$\text{priemerné náklady na skladovanie za rozhodné obdobie} = [\bar{x} (\forall nKT)] \text{ x } 17$$

Tabuľka 18: Celková úspora za skladovanie na základe porovnania priemerných nákladov (Zdroj: Autor)

	2017	2018	úspora
Priemerné náklady na paletové miesto - surový materiál	1 676 Kč	1 063 Kč	-613 Kč
Priemerné náklady na paletové miesto - hotové díly	21 626 Kč	15 943 Kč	-5 682 Kč
Celkové priemerné náklady na paletové miesto	23 302 Kč	17 006 Kč	-6 296 Kč

Ako je možné vidieť na obrázku 32, náklady na skladovanie sa po zavedení systému MES znížili ako u surového materiálu, tak aj u hotových výrobkov.



Obrázok 32: Grafické porovnanie priemerných nákladov na skladovanie (Zdroj: Autor)

Pre overenie výpočtu bol použitý aj druhý postup, kde bol výsledok definovaný ako rozdiel súm celkových nákladov v jednotlivých porovnávaných časových obdobiach. Postup výpočtu aj celková vyčíslená úspora je zobrazená pod textom a v tabuľke 19.

n17KT-náklady na skladovanie v konkrétnom KT pred zavedením MES

n18KT- náklady na skladovanie v konkrétnom KT po zavedení MES

celkové náklady na skladovanie pred zavedením MES ($\Sigma 17$) = **n17KT1** + **n17KT2** + ... +
+ **n17KT17**

celkové náklady na skladovanie po zavedení MES ($\Sigma 18$) = **n18KT1** + **n18KT2** + ... +
+ **n18KT17**

úspora skladových nákladov = $\Sigma 17 - \Sigma 18 = 23\,301,60 - 17\,006,08 = \mathbf{6\,295,52\,Kč}$

Tabuľka 19: Celková úspora za skladovanie na základe porovnania celkových nákladov (Zdroj: Autor)

KT	2017				2018			
	Počet paliet materiálu (1paleta = 1000kg)	Počet paliet hotových dielov 2017 (ks)	Celkom paliet	Celkové náklady na palietové miesto 2017 v Kč	Počet paliet materiálu (1paleta = 1000kg)	Počet paliet hotových dielov 2018 (ks)	Celkom paliet	Celkové náklady na palietové miesto 2018 v Kč
Počítačový stav	3	24	27	1 103,76 Kč	1	22	23	940,24 Kč
1	3	60	63	2 575,44 Kč	2	12	14	572,32 Kč
2	2	48	50	2 044,00 Kč	1	24	25	1 022,00 Kč
3	2	36	38	1 553,44 Kč	2	24	26	1 062,88 Kč
4	1	24	25	1 022,00 Kč	1	24	25	1 022,00 Kč
5	3	14	17	694,96 Kč	2	24	26	1 062,88 Kč
6	3	50	53	2 166,64 Kč	1	24	25	1 022,00 Kč
7	2	38	40	1 635,20 Kč	2	22	24	981,12 Kč
8	2	26	28	1 144,64 Kč	1	22	23	940,24 Kč
9	3	14	17	694,96 Kč	2	24	26	1 062,88 Kč
10	3	44	47	1 921,36 Kč	1	22	23	940,24 Kč
11	2	33	35	1 430,80 Kč	2	25	27	1 103,76 Kč
12	2	22	24	981,12 Kč	1	25	26	1 062,88 Kč
13	3	11	14	572,32 Kč	2	24	26	1 062,88 Kč
14	3	46	49	2 003,12 Kč	1	24	25	1 022,00 Kč
15	2	33	35	1 430,80 Kč	2	24	26	1 062,88 Kč
16	2	20	22	899,36 Kč	1	24	25	1 022,00 Kč
17	3	10	13	531,44 Kč	2	22	24	981,12 Kč
celková suma nákladov				23 301,60 Kč				17 006,08 Kč
rozdiel skladových nákladov (úspora)								- 6 295,52 Kč

Keďže oba postupy viedli k rovnakému výsledku, úspora za skladovanie po zavedení MES za obdobie štyroch mesiacov bola stanovená na **6 296 Kč**. Čo predstavuje ročnú úsporu 18 888 Kč.

$$\left(\frac{6\,296}{4} \times 12\right) = 18\,888 \text{ Kč}$$

Toto zistenie potvrdzuje, že efektívne riadenie informácií môže viesť k zníženiu nákladov na skladovanie a k úspore finančných prostriedkov, ako bolo stanovené v hypotéze číslo 1.

Na prví pohľad táto suma môže vyzerat' nezaujímavo, ale musíme si uvedomiť že tento výpočet bol prevedený len na konkrétnom jednom vyrábanom diely a že to je len zlomok portfólia výroby podniku Rama Bohemia.

Pre lepšie pochopenie pripájam nasledujúci špekulatívny výpočet, ktorý je len moja hypotéza a nie je podložená konkrétnym výskumom.

Ak by sme počítali len s 15% tejto úspory na všetky momentálne vyrábané diely v spoločnosti (približný počet 350), predpokladaná ročná úspora by predstavovala sumu blížiacu sa k 1 000 000 Kč.

$$\left[\left(\frac{6\,296}{4} \times 12\right) \times 15\%\right] \times 350 = 991\,620 \text{ Kč}$$

7.4 Úspora kapitálu viazaného na surový materiál a hotové výrobky v sklade

Ďalšie vyhodnotenie, na ktoré by som chcel poukázať je úspora kapitálu, ktorý sa viaže na materiál a hotové výrobky v sklade.

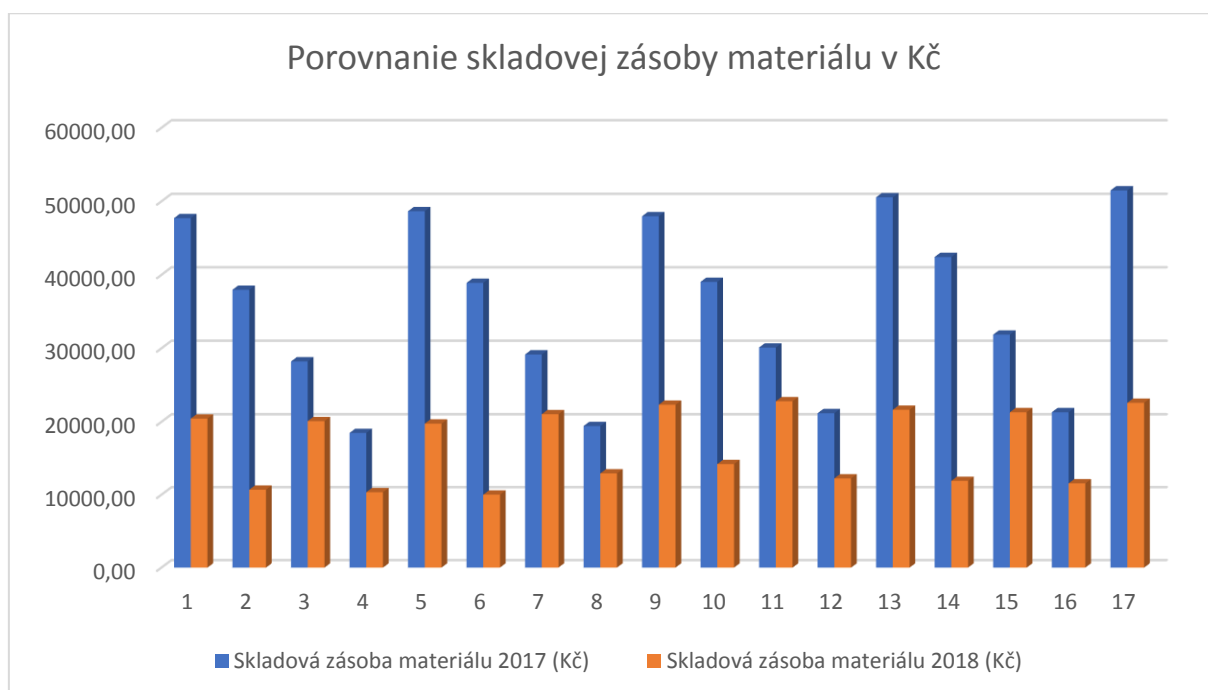
Pri menšom odbere a nižšom skladovom množstve v ňom, má spoločnosť viazaných menej finančných prostriedkov, ktoré môže ďalej použiť na iný druh investícií.

Úspora kapitálu viazaného v zásobách sa vypočíta z celkového rozdielu viazaných finančných prostriedkov v sledovanom období. Následne sa táto suma vynásobí 6 %, čo je obvyklá doporučená ročná úroková sadzba pre stanovenie ceny finančných prostriedkov viazaných v zásobách. Údaj 6 % bol stanovený na základe informácií od Logistickej akadémie.

Ďalšia priama úspora plynie z už v predchádzajúcom bode spomínanej úspory za paletové miesto, čo finančne nemusí byť až tak zaujímavé, ale v dobe, kedy je každý meter skladovacej plochy vzácny, je rozhodne vítané zlepšenie.

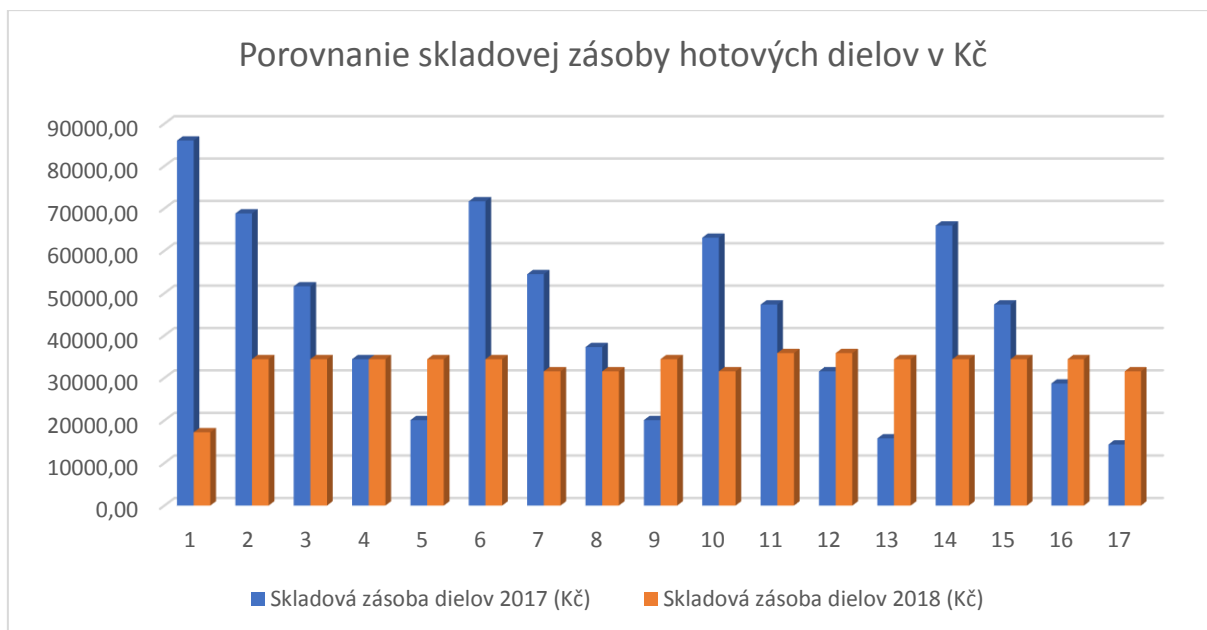
7.4.1 Opis postupu výpočtu

Hodnota materiálu v sklade na jednotlivé týždne bola vypočítaná na základe nákupnej ceny daného materiálu (0,751 €), ktorá sa udáva za 1kg krát aktuálny kurz ČNB (25,50 Kč/EUR). Táto cena bola vynásobená aktuálnou skladovou zásobou v kg v konkrétnom KT. Relevantné sumy a výpočty sú uvedené pre jednotlivé obdobia zvlášť v tabuľke 15 a 16 v úvode kapitoly. Na obrázku 33 je graficky znázornené porovnanie hodnoty zásob materiálu v sledovanom období.



Obrázok 33: Grafické porovnanie skladovej zásoby materiálu v Kč (Zdroj : Autor)

Hodnota hotových výrobkov na jednotlivé týždne bola vypočítaná z výrobnnej ceny jedného dielu (5,60 Kč) a následne bola táto suma vynásobená aktuálnou skladovou zásobou v konkrétnom KT, ktorá je uvedená pre jednotlivé obdobia zvlášť v tabuľke 15 a 16. Porovnanie hodnoty zásob hotových výrobkov v sledovanom období je znázornené na obrázku 34.



Obrázok 34: Grafické porovnanie skladovej zásoby hotových dielov v Kč (Zdroj : Autor)

Celkový rozdiel viazaných finančných prostriedkov za dané obdobie bol vypočítaný ako rozdiel celkového priemerného viazaného kapitálu z tabuľky 15 a 16 (celková skladová hodnota v Kč delene počet KT). Bol vypočítaný zvlášť u materiálu a zvlášť u hotových dielov. Keďže celkový rozdiel reprezentuje časové obdobie jedného kalendárneho týždňa, je nutné ho ešte vynásobiť počtom týždňov, počas ktorých bol konkrétny diel Air Duct Center skúmaný. Priemerný rozdiel viazaných finančných prostriedkov je možné vidieť v tabuľke 20.

$$\text{priemerný viazaný kapitál} = \frac{\sum \text{skladových zásob v Kč}}{\text{počet KT}}$$

celkový rozdiel viazaných finančných prostriedkov za sledované obdobie =

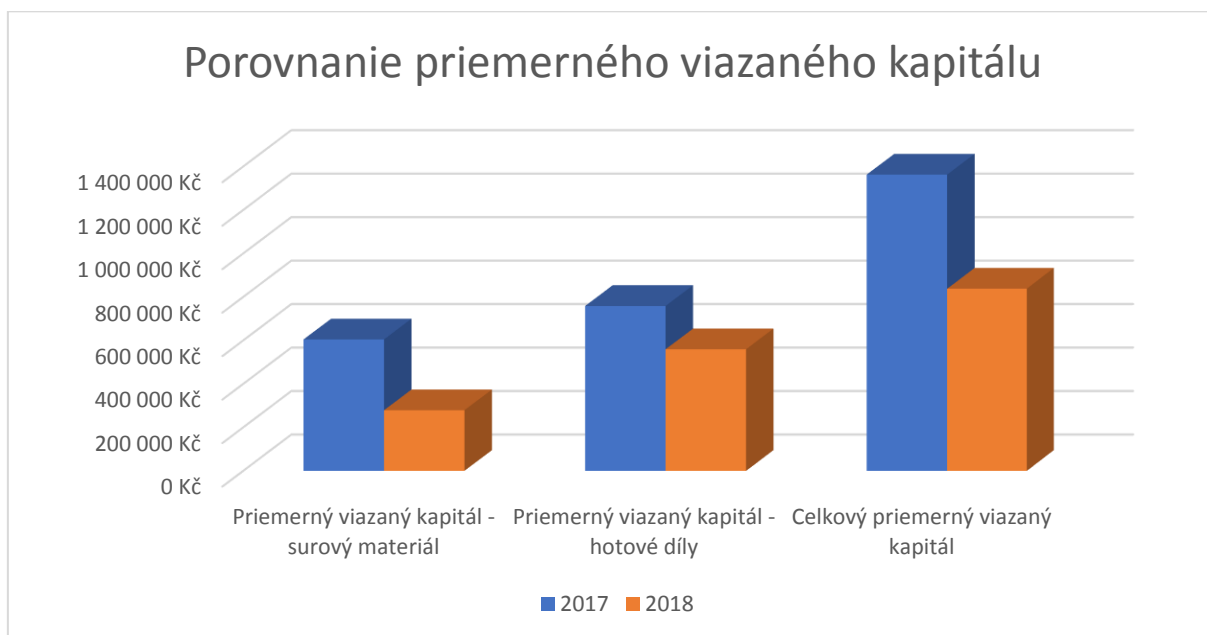
$$= 30\,873 \times 17 = 524\,841 \text{ Kč}$$

Tento rozdiel viazaných finančných prostriedkov predstavuje sumu **524 841 Kč**.

Tabuľka 20: Rozdiel finančných prostriedkov viazaných v zásobách na základe porovnania priemerného viazaného kapitálu (Zdroj: Autor)

	2017	2018	rozdiel
Priemerný viazaný kapitál - surový materiál	35 550 Kč	16 399 Kč	-19 151 Kč
Priemerný viazaný kapitál - hotové díly	44 610 Kč	32 888 Kč	-11 722 Kč
Celkový priemerný viazaný kapitál	80 161 Kč	49 288 Kč	-30 873 Kč

Ako je množené vidieť na obrázku 35, viazaný kapitál po zavedení systému MES za sledované obdobie pri surovom materiáli výrazne poklesol. Takisto môžeme vidieť pokles pri viazanom kapitále hotových výrobkov.



Obrázok 35: Grafické porovnanie finančných prostriedkov viazaných v zásobách (Zdroj: Autor)

Na výpočet rozdielu viazaných finančných prostriedkov v materiáli a hotových výrobkoch bol použitý len jeden postup, a to výpočet na základe porovnania priemerného viazaného kapitálu za vopred definované obdobie. Keďže sa táto metóda už potvrdila pri predchádzajúcej podkapitole, druhú variantu výpočtu som považoval za nepotrebnú.

Porovnaním skúmaných období sme zistili, že celková hodnota finančných prostriedkov viazaných v zásobách sa nám znížila po zavedení MES o sumu **524 841 Kč**, čo predstavuje zníženie približne o 38 %.

Výpočet úspory viazaného kapitálu v zásobách:

$$524\,841 \times 6\% = 31\,490 \text{ Kč}$$

Výpočtom sme zistili, že úspora viazaného kapitálu konkrétneho jedného dielu za sledované obdobie 4 mesiacov vo výrobnom podniku je **31 490 Kč**. Ročnú úsporu v tomto prípade môžeme stanoviť približne na sumu **94 500 Kč**.

$$\left[\left(\frac{524\,841}{4} \right) \times 12 \right] \times 6\% = 94\,471 \text{ Kč}$$

Po zavedení výrobného informačného systému došlo k zmene plánovania výrobných dávok. Ako je možné vidieť v tabuľkách 15, 16 a na obrázku 34, výrobné dávky nie sú tak skokové, znížil sa výrobný objem a zvýšila sa početnosť jednotlivých výrobných dávok. Nižšie výrobné dávky majú za následok menšiu skladovú zásobu dielov a materiálu a s tým súvisiace nižšie finančné prostriedky viazané v zásobách. Toto zistenie priamo potvrdzuje hypotézu číslo 4 o zefektívnení výrobných dávok.

7.5 Odbúranie administratívnych úkonov – zvýšenie produktivity

Zefektívnením nových pracovných postupov, ktoré prinieslo zavedenie MES sa skrátil potrebný čas na predchádzajúce administratívne úkony. Produktivitu môžeme definovať ako vzťah medzi výsledkami a časom, ktorý bol potrebný na dosiahnutie skúmaného výsledku. Čím je čas kratší, tým je produktivita práce vyššia.

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{Výkon}}{\text{cena zdroja}}$$

Na základe poskytnutých informácií od zamestnancov, ktorí pracujú so systémom MES na dennej báze, bola porovnaná produktivita práce pred a po zavedení MES.

Pod pojmom výkon sa skrýva objem práce, ktorý dané oddelenie musí vykonať. (Např. referent logistiky na základe prijatých objednávok musí vypracovať podklady pre výrobu, expedíciu, atď.). Ako cenu zdroja uvádzam potrebný čas, za ktorý bol objem práce vykonaný.

Keďže je potrebný výkon konštantný, stanovil som ho v oboch prípadoch ako 1.

Čas, ktorý potrebovali zamestnanci na splnenie tohto výkonu uvádzam v tabuľke 21.

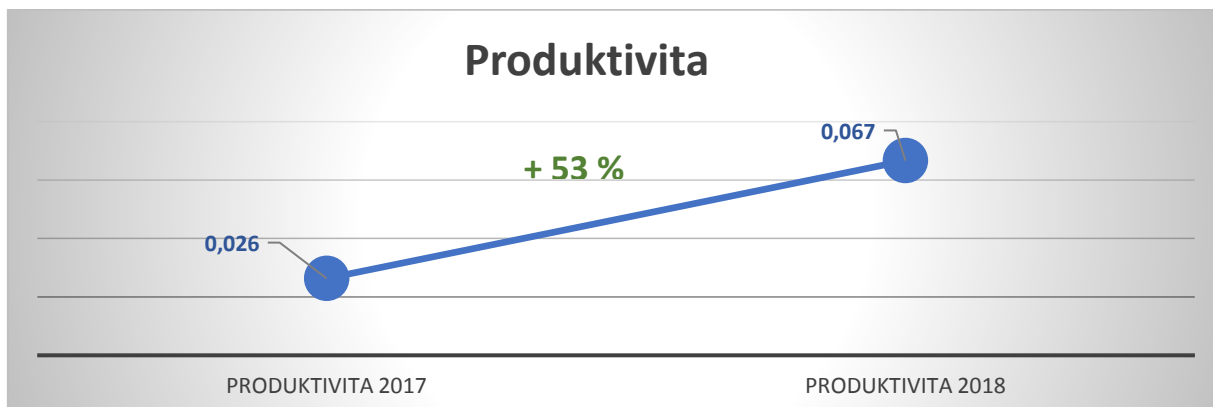
Tabuľka 21: Potrebný počet odpracovaných hodín (Zdroj: Autor)

Odelenie	počet hodín za týždeň 2017	počet hodín za týždeň 2018	Produktivita 2017	Produktivita 2018
logistika	10	4	0,026315789	0,066666667
plánovanie výroby	10	4		
nákup	8	3		
kvalita	8	4		
suma	38	15		

$$\text{produktivita 2017} = \frac{1}{38} = \mathbf{0,026315789}$$

$$\text{produktivita 2018} = \frac{1}{15} = \mathbf{0,066666667}$$

Z grafického zobrazenia na obrázku 36, môžeme vidieť, že sa produktivita po zavedení MES zvýšila o 53 % .



Obrázok 36: Grafické zobrazenie produktivity práce pred a po zavedení MES (Zdroj: Autor)

Z tabuľky 21 a z obrázku 36 je zrejmé, že zavedením systému MES došlo k zefektívneniu pracovných procesov, čo viedlo k odbúraní kancelárskej práce. Týmto sa potvrdzuje hypotéza číslo 2 z kapitoly č.4, že zavedenie výrobného informačného systému zvýši produktivitu práce.

7.6 Odstránenie hrozby reklamácií

Súčasná situácia v automotív priemysle si vyžaduje štandardizované riešenia, medzi ktoré patrí aj jednotné značenie obalov. Medzi štandardy dnešnej doby sa radí značenie obalových jednotiek buď VDA label standard, alebo Galia label standard. Možnosť tvorby týchto štítkov vo výrobnom informačnom systéme PHARIS ako aj ich špecifikácia je popísaná v podkapitole číslo 5.5.14 Značenie obalových jednotiek, a aj v kapitole číslo 6, kde je možné na obrázku 29 vidieť štítok generovaný zo systému MES. Nižšie uvádzam jednoduchý výpočet úspory, ktorý vyplýva z odbúrania týchto reklamácií. Výpočet vychádza z reálnej reklamácie, ktorá bola vystavená zákazníkom za nepoužitie štandardizovaného štítku Galia label standard a jej hodnota predstavuje sumu 343 €, čo pri súčasnom kurze 25,50 Kč/EUR činí 8 746,50 Kč. Z dôvodu overenia reálnej hodnoty túto reklamáciu prikladám v prílohe 6.

Keďže konkrétny popisovaný diel v tejto práci je dodávaný zákazníkovi na týždennej báze, budeme počítat' so 17 dodávkami dielov za rozhodné obdobie.

vyčíslenie hodnoty reklamácie za sledované obdobie =

$$= 8\,746,50 \times 17 = \mathbf{148\,690,50\,Kč}$$

Z tohoto výpočtu vyplýva, že úspora za reklamácie konkrétneho dielu AIR DUCT CENTER z dôvodu nedodržania štandardizovaného značenia obalovej jednotky činí **148 690,50 Kč** za rozhodné obdobie . V prepočte na celý rok sa táto suma pohybuje na úrovni 446 000 Kč.

$$\text{vyčíslenie hodnoty reklamácií za rok} = \frac{148\,690,50}{4} \times 12 = \mathbf{446\,071,50\,Kč}$$

V prípade, že by výrobný informačný systém túto funkcionality nepodporoval, týmto reklamáciám by sa dalo vyhnúť, ak by sme použili aj iné nápravné opatrenia, ako napríklad rôzne webové aplikácie, ktoré sú síce užívateľsky priateľské, ale z vlastnej skúsenosti môžem povedať, že značenie obalových jednotiek za pomoci takýchto aplikácií by bolo časovo náročné a pri súčasnom množstve produkovaných dielov a pracovnom vyťažení pracovníkov Rama Bohemia vrcholne neefektívne. Na vytváranie a spravovanie týchto štítkov by musel byť zamestnaný ďalší pracovník, čo by viedlo k dodatočným mzdovým nákladom, ktoré by sa pohybovali na úrovni vyššie stanoveného výpočtu reklamácií.

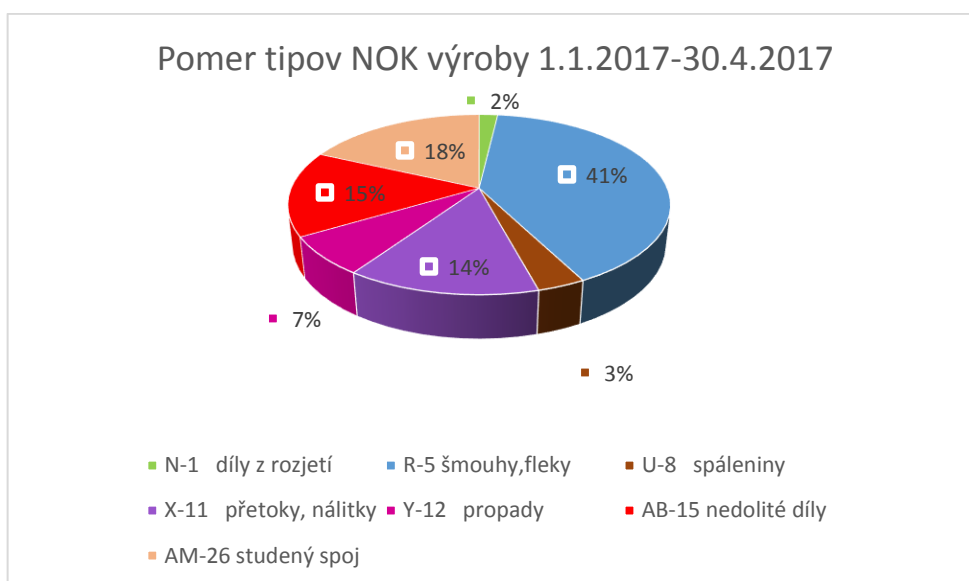
Táto podkapitola znovu potvrdila hypotézu číslo 5, stanovenú v kapitole číslo 4 o schopnosti tvorby štandardizovaného značenia obalových jednotiek, s čím súvisí odbúranie reklamácií z dôvodu nedodržania tohto značenia.

7.7 Reálna sledovateľnosť NOK výroby

Ako už bolo spomenuté v predchádzajúcich kapitolách, sledovateľnosť nezhodnej výroby pred zavedením MES predstavoval pre spoločnosť značný problém. Nezaznamenávanie, alebo len čiastkové zaznamenávanie odpadu pri rozbehu výroby malo za následok skreslené informácie. Následné ručné zapisovanie chybných dielov bolo náchylné na zlyhanie ľudského faktora a umocnené reťazením opakujúcich sa činností. Zlyhanie mohlo nastať ako pri samotnom zápise vo výrobe, tak aj následne pri spracovaní týchto dát pri ručnom zadávaní do excelovskej tabuľky. Vyhodnotenie NOK výroby, ktoré bolo používané pred zavedením MES je znázornené v tabuľke 22 spolu s grafickým zobrazením rozdelenia tipov nezhôd, ktoré je znázornené na obrázku 37.

Tabuľka 22: Nezhodná výroba 2017 (Zdroj: interná dokumentácia Rama Bohemia)

Identifikácia výroby		Kod a Typ chyby													Vyhodnotenie výroby																										
Mesiac	Číslo	Č.dílu	Kvalita	C/Klus	N-1 díly z rozjetí	O-2 mechanické poškození	P-3 Meodstránový vřok	Q-4 špatně odstřemný vřok	R-5 šmouhy/fleky	S-6 špatně osady	T-7 poškozený díl	U-8 spáleniny	V-9 špatně opracovaný dílu	W-10 chybný/komponenty	X-11 přetoky, nálitky	Y-12 propady	Z-13 špatně díly	AB-14 mražené díly	AB-15 nedolitě díly	AC-16 deformační dílu	AD-17 nedolitě guma	AE-18 tečky	AE-19 špatně zvolení temperování	AG-20 bubliny	AH-21 špatná barva	AI-22 špatní odstín barvy	AI-23 rožové díly	AK-24 rozah výroby	AL-25 test výroby/rovy díly	AM-26 studený spoj	AN-27 špatný počet dílu	AO-28 selkavec	AP-29 lamina referenční dílu	AQ-30 změna střed dílu (LHD/RHD)	AR-31 změna etikety	AS-32 špatná spára	OK	NOK	Vyrobeno	zhodkovost	
Leden	PI09	1066994	1	40	6				134			6			84	32		44																				12288	374	12662	3,0%
Únor	PI09	1066994	1	40	3				144			18			54	21		32																				12288	330	12618	2,6%
Březen	PI09	1066994	1	40	9				126			8			22	38		108																				10496	340	10836	3,1%
Duben	PI09	1066994	1	40	8				162			16			32	6		30																				12288	353	12641	2,8%
suma					26				566			48			192	97		214																			47360	1397	48757	2,9%	



Obrázok 37: Grafické zobrazenie pomeru tipov NOK výroby 2017 (Zdroj: Autor na základe internej dokumentácie Rama Bohemia)

Po zavedení výrobného informačného systému je sledovateľnosť výroby omnoho transparentnejšia. MES umožnil lepšie analyzovať proces výroby, čo následne viedlo k zníženiu odpadu vo výrobe. Vyhodnotenie NOK výroby, ktoré je generované priamo zo systému MES je znázornené na obrázku 38 spolu s grafickým zobrazením rozdelenia typov nezhôd, ktoré je znázornené na obrázku 39. Oba tieto reporty je MES schopní vytvoriť priamo z užívateľského konta v priebehu niekoľkých sekúnd. Zníženie nezhodnej výroby má priamy súvis s MES, pretože namerané chyby (pretoky, šmuhy, fľaky, nedoliate diely) majú priamu úmeru so špatným nastavením parametrov stroja. Výrobný informačný systém včasným alarmovaním dokázal na tieto nedostatky poukázať, čo viedlo k zníženiu nezhodnej výroby. Táto skutočnosť potvrdzuje hypotézu číslo 3, ktorá predpokladala, že zavedením výrobného informačného systému sa sprehľadní výroba a lepšia sledovateľnosť NOK kusov bude viesť k lepšiemu analyzovaniu procesu výroby a následne k zníženiu odpadu vo výrobe.

Počet nepřečených zpráv: 1 Přejít na schránku zpráv

Vyhodnocení kvality

Kvalitativní vyhodnocení výroby | Vyhodnocení důvodů NOK výroby | Historie NOK kusů

Kvalitativní vyhodnocení výroby

Počet záznamů: 1 - F 100 záznamů na stránku

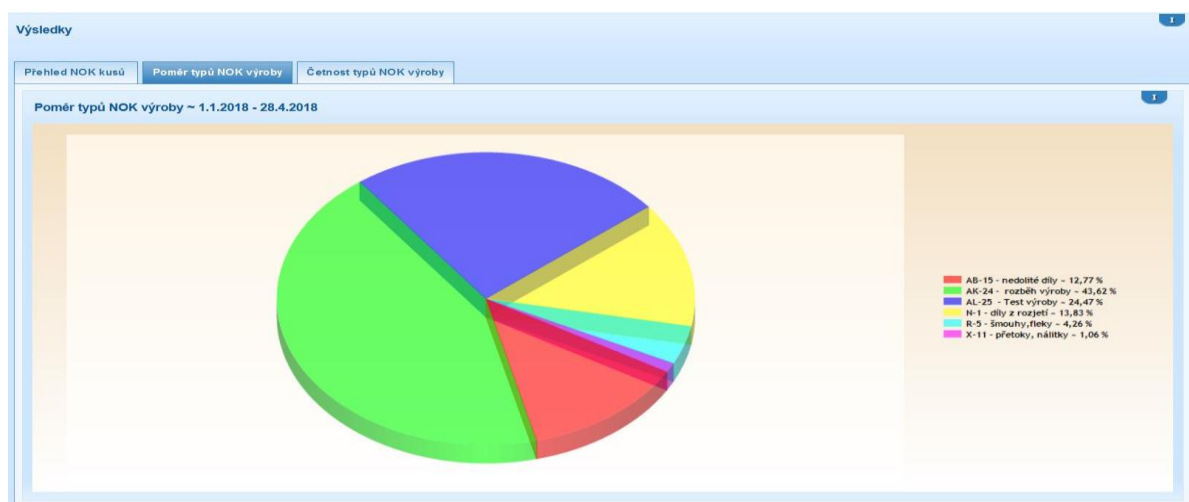
Kód	Účetní jednotka	Celkové množství	OK kusy	NOK kusy	NOK kusy (%)	Počet kontrol
Air Duct Center	- vše -					
ASSEMBLY Air Duct Center	AC1	50176	49282	894	1,78	77
Celkem		50176	49282	894	1,78	77,00

Nastavení

Volba intervalu

Výběr data a času: 1.1.2018 00:00:00 - 28.4.2018 15:39:31 Aktuální interval: 1.1.2018 00:00:00 - 28.4.2018 15:39:31

Obrázok 38: Nezhodná výroba 2018 (Zdroj: Autor)



Obrázok 39: Grafické zobrazenie pomeru tipov NOK výroby 2018 (Zdroj: Autor)

Celková nezhodná výroba za sledované obdobie sa znížila z 2,9 % na 1,78 %, čo predstavuje celkové zlepšenie o 1,12 %-neho bodu. Keď týmto rozdielom vynásobíme počet vyrobených kusov v sledovanom období 2018 a následne výrobnou cenou dielu 5,60 Kč, dosiahnutý výsledok sa bude rovnať úspore za nezhodnú výrobu v tomto období.

$$(50\,176 \times 1,12\%) \times 5,60 = \mathbf{3\,147\,Kč}$$

Celková úspora, ktorá vznikla znížením NOK výroby predstavuje **3 147 Kč**. Táto úspora pritom nezahrňuje nezhodné výrobky z rozbehu výroby, ktoré neboli v období pred zavedením MES správne monitorované. Bez doložených záznamov z tohto obdobia môžeme na základe NOK výroby zo sledovaného obdobia v roku 2018 len špekulatívne odhadnúť, že reálna úspora by sa mohla v sledovanom období pohybovať vo výške 5 500 Kč, pri konkrétnom skúmanom diely. Ročná úspora by tak mohla dosahovať sumu až 16 500 Kč.

7.8 Kľúčové ukazovatele výkonnosti KPI

KPI sú praktické ukazovatele, ktoré kvantifikujú celkovú výkonnosť podniku vo väzbe na príslušný globálny cieľ či kritický faktor úspechu [18].

Spoločnosť Rama Bohemia vyhodnocuje tieto ukazovatele na mesačnej báze a to za všetky oddelenia samostatne. Keďže moja pracovná pozícia v podniku je z oddelenia logistiky, rád by som v krátkosti poukázal na zlepšenie, ktoré nastalo práve v mojom oddelení po zavedení výrobného informačného systému. Sledované ukazovatele oddelenia logistiky sú efektívnosť, kde je sledovaná včasnosť dodávok zákazníkom a účinnosť na základe hodnotenia dodávateľov. Včasnosť dodávok zákazníkov za daný mesiac sú spriemerované všetky hodnotenia za dané časové obdobie, ktoré nám zasielajú všetci zákazníci na mesačnej báze. Tieto hodnoty sú percentuálnym podielom časovej odchýlky, medzi plánovaným časom doručenia a skutočným časom kedy bol tovar doručený. Hodnotenie konkrétneho jedného zákazníka je možné vidieť v prílohe 7.

Hodnotenie dodávateľov predstavuje štandardnú súčasť nákupného procesu oddelenia logistiky. Zmyslom je vybrať takého dodávateľa, ktorý bude dlhodobo schopný plniť požiadavky zákazníka s cieľom eliminovať možné problémy s dodávkami a nespoľahlivosť dodávateľa. Je to súhrn všetkých požiadaviek na dodávateľov, kde minimálne a hlavné požiadavky sú kladené na dodržanie termínu dodávky, kvalitu dodávky a balenie materiálu. Hodnotenie podľa dodržania termínu dodávky je dôležité z hľadiska ďalšej výroby, prípadne jej ohrozenia a ďalších akcií na pokrytie skladu a výroby. Podľa kritickosti sa potom priradujú percentá pre oneskorenie dodávky. Hodnotenie je percentuálne a musia byť objektívne. V hodnotení sa potom zohľadňujú všetky požiadavky a podľa dosiahnutých percent sa postupuje podľa reakčných pravidiel.

Tabuľka 23:KPI logistika (Zdroj: interná dokumentácia Rama Bohemia)

																	MES						
Proces	Frekvencia	Ukazateľ výkonnosti procesů	Total 16	Cil 2017	1_17	2_17	3_17	4_17	5_17	6_17	7_17	8_17	9_17	10_17	11_17	12_17	Total 17	Cil 2018	1_18	2_18	3_18	4_18	Total 18
Logistika	měsíčne	Efektivnost: Včasnost dodavek zakaznikům	93%	98%	91%	93%	95%	94.5%	94%	94%	93%	91%	91%	94%	93%	94%	93%	98%	95%	97%	97%	97%	97%
	měsíčne	Účinnost: Průmerné hodnocení dodavatelů	94%	98%	94%	95%	96%	96%	97%	98%	92%	94%	94%	95%	95%	95%	95%	98%	96%	96%	96%	97%	96%

Ako je možné vidieť v nasledujúcej tabuľke 23, hodnoty KPI po zavedení MES stúpili pri včasnosti dodávok v porovnaní s predchádzajúcim obdobím o 4 %-ne body a približujú sa hodnotám stanoveným v ciele na rok 2018. Týmto zistením sa potvrdzuje hypotéza číslo 6 o zefektívnení dodávok ku koncovému zákazníkovi. Toto zlepšenie pripisujem výrobnému

informačnému systému. Zefektívnením výroby a sprehľadnením procesov na oddelení logistiky sa včasnosť dodávok zákazníkom zvýšila. K zvýšeniu o 1 %-ny bod došlo aj pri druhom sledovanom kritériu, ktoré sa však skladá z viacerých faktorov a na ktoré zavedenie výrobného informačného systému má len čiastočný dopad.

7.9 Návratnosť projektu

Keďže v danom sledovanom časovom úseku bol v podniku analyzovaný len jeden konkrétny diel a rozhodná doba činila len 4 mesiace, návratnosť projektu má špekulatívny charakter.

Podľa Asociácie MESA celková návratnosť nasadenia MES sa pohybuje od 6 do 24 mesiacov, s priemerom okolo 14 mesiacov, v regiónoch mimo Spojených štátov a západnej Európy môže byť v rozmedzí od 2 do 10 mesiacov.

Návratnosť projektu bude vyčíslená z celkovej sumy investovanej do zavedenia systému MES a z úspor, ktoré daný systém prináša.

Celkové náklady na výrobný informačný systém predstavujú sumu za HW, SW, servisné náklady a odmeny pracovníkom spoločnosti. Súhrn týchto nákladov sa pohybuje na úrovni 3 500 000 Kč. Keďže cenníková cena nie je voľne dostupná, kalkuláciu rozpočtu MES považujem za citlivé dáta. Konkrétne ceny boli z kalkulácie odstránené a daná kalkulácia priložená v prílohe 8, slúži len k informačnému prehľadu.

Celková úspora finančných prostriedkov za rozhodné obdobie bude počítaná, ako suma úspor za skladovanie, viazaný kapitál v zásobách a úspora za zníženie NOK výroby. Úspora za odstránenie hrozby reklamácie nebude do výpočtu kalkulovaná, keďže v sledovanom období neboli reklamácie za značenie paletových jednotiek vystavené, tak táto funkcionálna bude mať pre túto prácu len informatívny charakter.

Tabuľka 24: Vyčíslenie celkových úspor (Zdroj: Autor)

Úspory	Rozhodné obdobie	Mesiac	Rok	všetky diely-mesačná úspora (15%)	všetky diely-ročná úspora (15%)
Úspora za skladovacie jednotky	6 296 Kč	1 574 Kč	18 888 Kč	82 635 Kč	991 620 Kč
Úspora kapitálu viazaného v zásobách	31 490 Kč	7 873 Kč	94 470 Kč	413 306 Kč	4 959 675 Kč
Úspora NOK výroby	3 147 Kč	787 Kč	9 441 Kč	41 304 Kč	495 653 Kč
Suma	40 933 Kč	10 233 Kč	122 799 Kč	537 246 Kč	6 446 948 Kč

Z tabuľky 24 môžeme vidieť, že celkové úspory za rozhodné obdobie činia **40 933 Kč**. Keďže návratnosť projektu nie je možné určiť iba z porovnania jedného konkrétneho dielu, bude návratnosť projektu systému MES stanovená na základe výpočtu mesačnej úspory na všetky vyrábané diely v podniku Rama Bohemia. V súčasnom období spoločnosť disponuje portfóliom výrobkov oscilujúcim okolo čísla 350. Konkrétny analyzovaný diel Air duct center

patrí medzi diely s najväčším objednávacím množstvom vo výrobnom podniku a takisto patrí do skupiny väčších a ťažších dielov. Z tohto dôvodu pre všetky diely budem počítať s 15 % z úspory vypočítanej pre konkrétny skúmaný diel.

Mesačná úspora všetkých vyrábaných dielov v podniku po zavedení MES:

$$\left[\left(\frac{40\,933}{4} \right) \times 15\% \right] \times 350 = 537\,246 \text{ Kč}$$

Z celkových nákladov na zavedenie systému a z vypočítanej celkovej mesačnej úspory môžeme stanoviť, že finančné prostriedky vložené do systému MES sa spoločnosti vrátia za necelých **7 mesiacov**. Konkrétne za obdobie 6,5 mesiaca, čo približne korešponduje s hodnotami, ktoré uvádza Asociácia MESA. Predpokladaná ročná úspora za všetky vyrábané diely činí 6 446 948 Kč. Táto suma bola vypočítaná, ako mesačná úspora všetkých vyrábaných dielov krát 12 mesiacov.

7.9.1 Čistá súčasná hodnota projektu

Pre väčšiu kompletnosť ekonomickej analýzy prinášam výpočet čistej súčasnej hodnoty projektu. Ako rozhodné obdobie som zvolil dobu nasledujúcich piatich rokov od zahájenia projektu výrobného informačného systému. Pre výpočet čistej súčasnej hodnoty budem operovať s nasledujúcimi hodnotami:

Náklady na zavedenie MES boli vyčíslené na 3 500 000 Kč

Ročné servisné náklady a náklady na infraštruktúru MES činia 300 000 Kč

Predpokladaná ročná úspora MES bola vypočítaná na sumu 6 446 948 Kč

Vážený priemer nákladov na kapitál (WACC) bol stanovený na 6 % podľa odporúčania Logistickej akadémie.

Základným kritériom hodnotenia akejkoľvek investície je čistá súčasná hodnota, ktorá sa vypočíta ako súčasná hodnota budúcich prívov z investície mínus výška investície.

$$NPV = PV - I$$

Pretože potrebujeme vypočítať hodnotu projektu na nasledujúcich 5 rokov musíme výpočet čistej súčasnej hodnoty projektu vypočítať pomocou diskontovaného cashflow.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - K$$

Kde:

CF_t = peňažné toky z investície v jednotlivých rokoch jej životnosti,

K = kapitálový výdaj spojený s investovaním

t = jednotlivé roky

n = doba životnosti investície

i = diskontná miera odrážajúca požadovanú výnosnosť investície

Pretože výpočet čistej súčasnej hodnoty projektu sa odohráva vo výrobnom podniku diskontná miera bude rovná hodnote WACC, ktorá býva tiež označovaná, ako podniková diskontná miera.

Keďže diskontná miera je značne ovplyvnená vývojom na finančných trhoch a budúcou mierou inflácie, jej výpočet je značne problematický. Ako hovorí Soukup [20] budúca miera inflácie je neznámou veličinou. Ekonomika Českej republiky je vysoko viazaná na hospodárenie eurozóny. Pri súčasnej uvoľnenej menovej politike ECB, ktorá podporuje nízke úrokové sadzby a rozsiahle nakupuje dlhopisy sa neodvažujem túto mieru pre obdobie nasledujúcich 5 rokov odhadnúť. Z tohto dôvodu budem vo výpočte počítať s odporúčanou diskontnou mierou 6 %, ktorá sa bežne v českých podmienkach používa [21].

$$NPV_{(1)} = \frac{-3\,500\,000}{1,06^0} = -3\,500\,000$$

$$NPV_{(2)} = \frac{-3\,500\,000}{1,06^0} + \frac{6\,446\,948 - 300\,000}{1,06^1} = 2\,299\,008$$

$$NPV_{(3)} = NPV_{(2)} + \frac{6\,446\,948 - 300\,000}{1,06^2} = 7\,769\,770$$

$$NPV_{(4)} = NPV_{(3)} + \frac{6\,446\,948 - 300\,000}{1,06^3} = 12\,930\,886$$

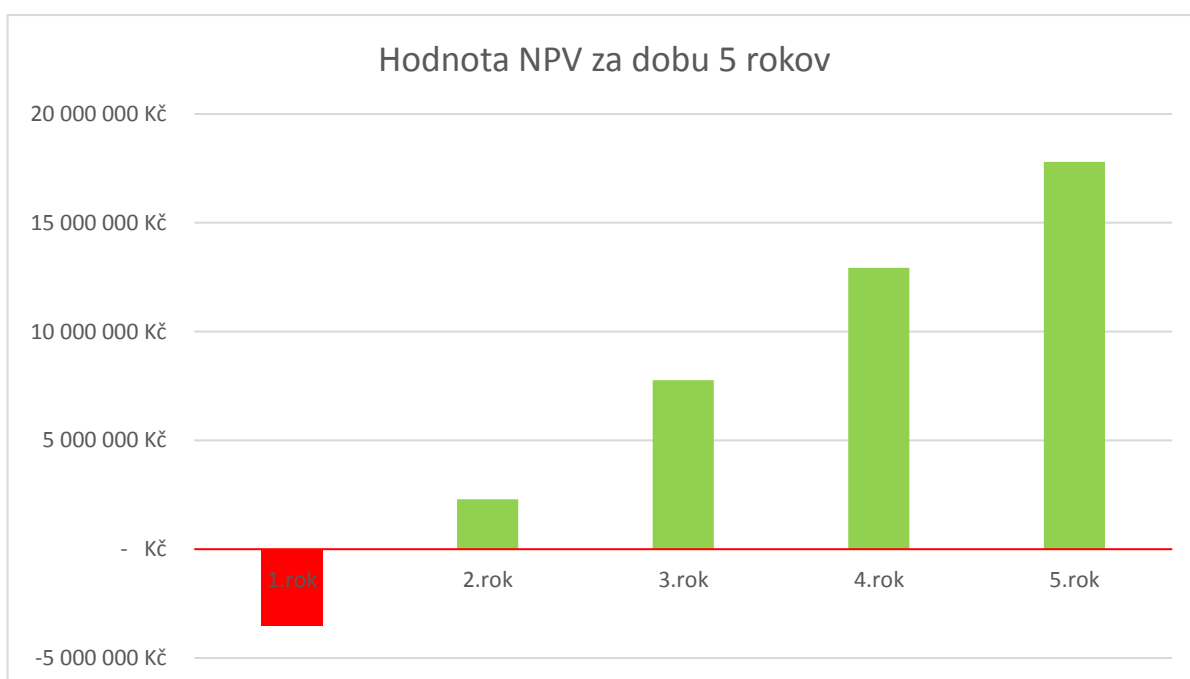
$$NPV_{(5)} = NPV_{(4)} + \frac{6\,446\,948 - 300\,000}{1,06^4} = 17\,799\,824$$

V tabuľke 25 je vidieť hodnotu NPV za jednotlivé roky.

Tabuľka 25: Hodnota NPV za dobu 5 rokov (Zdroj: Autor)

Doba projektu	Hodnota NPV v (Kč)
1.rok	- 3 500 000 Kč
2.rok	2 299 008 Kč
3.rok	7 769 770 Kč
4.rok	12 930 866 Kč
5.rok	17 799 824 Kč

Grafické zobrazenie čistej súčasnej hodnoty za jednotlivé roky je znázornené na obrázku 40.



Obrázok 40 : Hodnota NPV v jednotlivých rokoch (Zdroj: Autor)

Z nasledujúceho výpočtu a grafického znázornenia je zrejmé, že výrobný informačný systém už v druhom roku od spustenia projektu začína vracat finančné prostriedky, ktoré boli do neho investované. V piatom roku táto suma predstavuje hodnotu **17 799 824 Kč**. Keďže sa výpočet tejto hodnoty opiera o predpokladanú ročnú úsporu, ktorá plynie zo zavedenia MES má aj uvedený výpočet čiastočne špekulatívny charakter. Napriek tomu pri jednoznačnosti získaných výsledkov možno tvrdiť, že z výsledkov vyplýva záver, že zavedenie informačného systému v spoločnosti Rama Bohemia bolo správne rozhodnutie.

8 Odporúčania na základe vykonaného výskumu

Na základe vykonaného výskumu musím jednoznačne konštatovať, že zaviesť výrobný informačný systém PHARIS od spoločnosti Unis, bol pre výrobný podnik Rama Bohemia dobré rozhodnutie.

Ako bolo vidieť v predchádzajúcich kapitolách, MES naplnil všetky hypotézy, ktoré boli vytýčené v úvode tejto diplomovej práce. Sumár všetkých hypotéz a ich overení je vidieť v tabuľke 26.

Tabuľka 26: Checklist overenia hypotéz (Zdroj: Autor)

Hypotéza	Overená ANO/NIE	Overená v kapitole
Zníženie nákladov na skladovanie	ANO	7.3
Zefektívnenie práce	ANO	7.5
Zníženie odpadu vo výrobe	ANO	7.7
Zefektívnenie výrobných dávok	ANO	7.4
Štandardizované značenie obalových jednotiek	ANO	6 / 7.6
Zefektívnenie dodávok koncovému zákazníkovi	ANO	7.8

Ak by výrobný podnik podobného rozsahu a zamerania, ako je spoločnosť Rama Bohemia, uvažoval o zavedení MES, výrobný informačný systém PHARIS musím určite odporučiť. Jedná sa o vysoko profesionálny produkt, ktorý sleduje súčasné trendy v automobilovom priemysle a neustále sa vyvíja a zdokonaľuje. Túto skutočnosť podčiarkuje aj portfólio zamestnancov, ktorý sú na vysokej profesnej úrovni a aj keď to počas implementácie nemali vždy s projektovým tímom Rama ľahké, tak si udržali svoju profesionalitu a ústretovosť.

Na základe skúseností, ktoré som získal procesom zavedenia MES, by som sa rád podelil o poznatky o chybách, ktorým keby sa podarilo vyvarovať predišlo by sa zdĺhavému procesu implementácie.

Rozdiel medzi plánom zavedenia výrobného informačného systému a reálnym spustením predstavuje dobu 13 mesiacov. K tomuto oneskoreniu došlo hlavne z dôvodu zle migrovaných

dát. Výstižne to popisuje Sixta [19], že automatizáciou neporiadku vznikne len automatizovaný neporiadok s nesmiernymi negatívnymi dôsledkami.

Ako koreňovú príčinu tohto stavu by som označil projektový tím RAMA, ktorý nemal s implementáciou projektu podobného rozmeru žiadne skúsenosti. Vedenie zo strany managementu spoločnosti vzhľadom k svojej vyťažnosti malo značné rezervy. Verím, že v prípade lepšej motivovanosti projektového tímu, alebo odbúraním povinností kľúčovým zamestnancom sa mohlo určitým vzniknutým chybám zamedziť.

Ak by sa v našej spoločnosti implementoval v najbližšej dobe projekt podobných rozmerov, budem navrhovať vyčleniť, alebo prijať kompetentnú osobu, ktorá sa bude venovať len implementácii daného systému. Bude mať na starosti vedenie projektu a realizačného tímu tak, aby sa dodržali všetky stanovené termíny a vyvarovalo sa zbytočným chybám.

Navzdory neskoršiemu zavedeniu oproti plánu si realizačné tímy na čele s implementačným partnerom zachovali vieru v tento projekt, čo do značnej miery pomohlo zaviesť MES vo výrobnom podniku Rama Bohemia a tak môžem túto implementáciu hodnotiť ako úspešnú.

9 Záver

Pokiaľ chce výrobný podnik v dnešnej dobe, ktorá je silne orientovaná na výsledok nielenže expandovať, ale vôbec udržať krok s konkurenciou, musí neustále zefektívňovať svoje procesy. Čo sa týka zefektívnenia výrobného procesu ako najkomplexnejší nástroj k dosiahnutiu tohto cieľa považujem implementáciu kvalitného výrobného informačného systému.

Diplomová práca poukazuje na výhody takéhoto systému v každodennej prevádzke reálneho výrobného podniku.

Úvodná kapitola práce popisuje začiatky rozvoja automatizácie a problematiku výroby. Bližšie popisuje informačné systémy MES a vymedzuje ich postavenie voči ostatným podnikovým informačným systémom. V tejto časti práce je stručne predstavený výrobný podnik Rama Bohemia a implementovaný výrobný informačný systém PHARIS.

V ďalšej časti diplomovej práce boli stanovené hypotézy, ktoré vychádzali z požiadaviek výrobného podniku na zefektívnenie súčasných procesov spoločnosti. Všetky stanovené hypotézy sa na základe jednotlivých analýz a ekonomických vyhodnotení v jednotlivých kapitolách podarilo overiť.

Práca sa podrobne venuje výrobnému procesu konkrétneho dielu pred zavedením MES, kde popisuje výrobu a procesy s ňou súvisiace a poukazuje na dané nevyhovujúce aspekty predošlého stavu.

V opise plánu zavedenia systému MES sa prelína teoretická časť s praktickou časťou. Úvod kapitoly bližšie popisuje projektovú a implementačnú časť zavedenia výrobného informačného systému. Poukazuje na dôležitosť zostavenia realizačného tímu a detailne skúma časový plán a termínové fázy projektu. V nasledujúcej časti sú vymedzené zodpovednosti jednotlivých realizačných tímov. Sú identifikované možné riziká projektu a v spolupráci s implementačným partnerom je vypracovaný akčný plán jednotlivých rizík.

Ďalšia časť tejto kapitoly je technického charakteru. Je tu podrobne popísaná technologická infraštruktúra systému MES, ako aj analýza podpory a jednotlivé funkcionality informačného systému.

V opise realizácie systému MES sú popísané chyby, ktorým sa pri implementácii nepodarilo vyhnúť a ktoré mali najväčší dopad na včasnosť spustenia projektu. Bola určená koreňová príčina týchto chýb a spôsob, akým boli odstránené. Ako najväčšia chyba bola identifikovaná zlá migrácia dát, ktorá do značnej miery posunula štart výrobného informačného systému.

Po úspešnom spustení systému bol analyzovaný výrobný proces stanoveného dielu v podmienkach MES. Boli skúmané rovnaké procesy, ako v dobe pred zavedením výrobného informačného systému a bolo poukázané na zefektívnenie týchto procesov.

V poslednej časti práce bol vyhodnotený ekonomický a procesný prínos systému MES pre firmu Rama Bohemia z hľadiska porovnania výrobných procesov konkrétneho dielu za skúmaný časový interval. Na základe ktorého bolo spracované odporúčanie.

Táto časť práce má najväčšiu výpovednú hodnotu, keďže je podložená konkrétnymi dátami a výpočtami, ktoré jednoznačne poukazujú na prínos výrobného informačného systému pre výrobný podnik. Na základe týchto výpočtov sa potvrdili všetky hypotézy stanovené v úvode práce.

Ako pridanú hodnotu tejto kapitoly hodnotím výpočet skladovacích nákladov za paletovú jednotku, ktorá doposiaľ v spoločnosti nebola známa a ktorú bolo nutné poznať na ďalšie výpočty pre overenie stanovených hypotéz. Táto vedomosť mi bude prospešná pri mojej ďalšej práci v logistickom skladovaní.

Zavedenie výrobného informačného systému do praxe hodnotím ako vydarené. Za sledované obdobie prvého štvrťroku systém MES zatiaľ dokázal potvrdiť do neho vkladané očakávania. Napriek jeho vyššej obstarávacej cene bola vypočítaná jeho návratnosť na 6 a pol mesiaca a čistá hodnota projektu za dobu piatich rokov sa blíži sume 18 000 000 Kč.

Takisto výber témy práce hodnotím veľmi pozitívne. Písanie tejto práce mi pomohlo s reálnym zavedením systému MES do praxe a získané skúsenosti budem môcť uplatniť jednak v mojom súčasnom zamestnaní a druhak pri zavádzaní projektov obdobného formátu.

Použité zdroje

- [1] Sodomka, P.; Klčová, H.: Informační systémy v podnikové praxi, 2 vydání, Computer Press, Brno 2010. s.249, ISBN 978-80-251-2878-7
- [2] Sodomka, P.; Klčová, H.: Informační systémy v podnikové praxi, 2 vydání, Computer Press, Brno 2010. s.249, ISBN 978-80-251-2878-7
- [3] Sodomka, P.; Klčová, H.: Informační systémy v podnikové praxi, 2 vydání, Computer Press, Brno 2010. s.250, ISBN 978-80-251-2878-7
- [4] Sodomka, P.; Klčová, H.: Informační systémy v podnikové praxi, 2 vydání, Computer Press, Brno 2010. s.251, ISBN 978-80-251-2878-7
- [5] Sodomka, P.; Klčová, H.: Informační systémy v podnikové praxi, 2 vydání, Computer Press, Brno 2010. s.252, ISBN 978-80-251-2878-7
- [6] Pharis. O systému Pharis. pharis.cz [online]. ©2018 [cit.2018-04-22]. Dostupné z: <https://www.pharis.cz/cs/o-systemu>
- [7] JADU. JADU. Jadu.cz [online]. ©2018 [cit.2018-04-22]. Dostupné z: <http://www.jadu.cz/>
- [8] JADU. Sklad / Prodejna. Jadu.cz [online]. ©2012-2018 [cit.2018-04-22]. Dostupné z: <http://www.jadu.cz/rxks.html>
- [9] VRANA, I.; Richta, R.: Zásady a postupy zavádění podnikových informačních systémů, Grada Publishing, Praha 2005. s.22, ISBN 978-80-247-6324-8.
- [10] VRANA, I.; Richta, R.: Zásady a postupy zavádění podnikových informačních systémů, Grada Publishing, Praha 2005. s.46, ISBN 978-80-247-6324-8.
- [11] BRUCKNER, T.: Tvorba informačních systémů: principy, metodiky, architektury. Grada Publishing, Praha 2012. s.298, ISBN isbn978-80-247-4153-6.
- [12] UNIS. O nás. unis.cz [online]. ©2018 [cit.2018-04-22]. Dostupné z: <https://www.unis.cz/cs/o-nas>
- [13] VRANA, I.; Richta, R.: Zásady a postupy zavádění podnikových informačních systémů, Grada Publishing, Praha 2005. s.55, ISBN 978-80-247-6324-8.
- [14] BRUCKNER, T.: Tvorba informačních systémů: principy, metodiky, architektury. Grada Publishing, Praha 2012. s.191, ISBN isbn978-80-247-4153-6.
- [15] UNIS. Brzobohatý, A. Infrastruktura MES PHARIS, 16RAM0-PD-0001, 2016, Revize:1

- [16] MES PHARIS Wiki. MES PHARIS Standardní komunikační rozhraní. wiki.pharis.cz [online]. last modified on 02.04.2015 [cit.2018-04-22] Dostupné z: http://wiki.pharis.cz/Level_1_CZ.MES-PHARIS-Standardni-komunikacni-rozhrani-Databazova-komunikace.ashx
- [17] UNIS. Brzobohatý, A. Podpora IS, 16RAM0-PD-D-CD-0004, 2016, Revize:0
- [18] Klíčový ukazovateľ výkonnosti. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. Wikipedia Foundation, 7. 6. 2008, last modified on 14. 11. 2015 [cit. 2018-04-22] Dostupné z: https://sk.wikipedia.org/wiki/K%C4%BE%C3%BA%C4%8Dov%C3%BD_ukazovate%C4%BE_v%C3%BDkonnosti
- [19] SIXTA, J.; MAČÁT, V.: Logistika: teorie a praxe. CP Books. Business books (CP Books). Brno: 2005. s.274, ISBN isbn80-251-0573-3.
- [20] Soukup, J.: Mikroekonomie. 5.vydání. Management Press, Praha: 2010. s.447, ISBN 978-80-7261-218-5.
- [21] ZIKMUND, M.: ŘÍZENÍ A OPTIMALIZACE. In: businessvize [online]. 05 Sep , 2010, [cit.2018-04-22]. Dostupné z <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/hodnoceni-investic-cista-soucasna-hodnota-npv-strucne-a-jasne>

Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Pozícia MES v hierarchii podnikových informačných systémov	12
Obrázok 2: Výrobky podniku Rama Bohemia.....	13
Obrázok 3: Schéma systému PHARIS.....	14
Obrázok 4: Grafické rozhranie ERP JADU.....	15
Obrázok 5 : Diel Air duct center	17
Obrázok 6: Týdenní logistický plán KT 02_17	18
Obrázok 7: Plán výroby KT02_17	19
Obrázok 8: Výrobný štítok.....	20
Obrázok 9:Flowchart materiálového toku v podniku.....	21
Obrázok 10: Plán zavedenia	25
Obrázok 11: Matica analýz rizika	28
Obrázok 12: Architektúra MES PHARIS.....	29
Obrázok 13: Výrobný mini terminál	33
Obrázok 14: Display vizualizačného terminálu	34
Obrázok 15: RFID tag pre identifikáciu formy.....	35
Obrázok 16: Vstrekolis ENGEL s riadením CC 300	37
Obrázok 17: Pripojenie pomocou jednotky Quido	38
Obrázok 18: Technologický postup konkrétneho dielu	39
Obrázok 19: Schéma výrobného príkazu	41
Obrázok 20: Odvod práce v MES.....	43
Obrázok 21: Nastavenie tipov filtrácie hlavnom klientovi.....	45
Obrázok 22: RFID čip Teardrop 125 kHz EM4102	47
Obrázok 23: Plán zavedenia- reálne spustenie	48
Obrázok 24: Helpdesk OTRS.....	49
Obrázok 25: Pripojená kompletná dokumentácia k danému výrobku	50
Obrázok 26: Výrobný plán generovaný v MES.....	51
Obrázok 27: Informačné tabule	52
Obrázok 28: Dotyková obrazovka	53
Obrázok 29: Výrobný štítok vo formáte VDA generovaný systémom MES.....	53
Obrázok 30: flow chart plánovania výroby.....	54
Obrázok 31: Paletové regály v podniku Rama Bohemia	61
Obrázok 32: Grafické porovnanie priemerných nákladov na skladovanie.....	65
Obrázok 33: Grafické porovnanie skladovej zásoby materiálu v Kč	68
Obrázok 34: Grafické porovnanie skladovej zásoby hotových dielov v Kč.....	69
Obrázok 35: Grafické porovnanie finančných prostriedkov viazaných v zásobách	70

Obrázok 36: Grafické zobrazenie produktivity práce pred a po zavedení MES	72
Obrázok 37: Grafické zobrazenie pomeru tipov NOK výroby 2017.....	74
Obrázok 38: Nezhodná výroba 2018.....	75
Obrázok 39: Grafické zobrazenie pomeru tipov NOK výroby 2018	75
Obrázok 40 : Hodnota NPV v jednotlivých rokoch.....	80

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Termín dokončenia jednotlivých fáz projektu	25
Tabuľka 2: Realizačný tím zákazníka.....	26
Tabuľka 3:Realizačný tím poskytovateľa.....	26
Tabuľka 4: Prehľad riadenia rizík	27
Tabuľka 5: Rozdelenie úrovni rizík.....	28
Tabuľka 6: Nastavenie serverovej licencie MES	31
Tabuľka 7: Zostava výrobného terminálu	32
Tabuľka 8: Umiestnenie výrobných terminálov.....	33
Tabuľka 9: Zostava vizualizačného terminálu	34
Tabuľka 10:Umiestnenie vizualizačných terminálov	35
Tabuľka 11: Informačné toky ERP-MES	36
Tabuľka 12: Formát objednávky.....	40
Tabuľka 13: formát čísla výrobného príkaz	42
Tabuľka 14: Atribúty štítku	46
Tabuľka 15: Sledované hodnoty rok 2017.....	56
Tabuľka 16: Sledované hodnoty rok 2018.....	57
Tabuľka 17: Použité odpisy DHM.....	63
Tabuľka 18: Celková úspora za skladovanie na základe porovnania priemerných nákladov	65
Tabuľka 19: Celková úspora za skladovanie na základe porovnania celkových nákladov....	66
Tabuľka 20: Rozdiel finančných prostriedkov viazaných v zásobách na základe porovnania priemerného viazaného kapitálu	69
Tabuľka 21: Potrebný počet odpracovaných hodín	71
Tabuľka 22: Nezhodná výroba 2017	74
Tabuľka 23:KPI logistika	76
Tabuľka 24: Vyčíslenie celkových úspor	77
Tabuľka 25:Hodnota NPV za dobu 5 rokov.....	80
Tabuľka 26: Checklist overenia hypotéz	81

Zoznam príloh

- 1) Zamestnanecká štruktúra, (Zdroj: interná dokumentácia Rama Bohemia)
- 2) Výrobný príkaz dielu Air Duct center, (Zdroj : interná dokumentácia Rama Bohemia)
- 3) OBJ WEBEDI dielu AIR DUCT CENTER, (zdroj: <https://tradinggrid.gxs.com/>)
- 4) Pracovná inštrukcia, (Zdroj: interná dokumentácia RAMA Bohemia)
- 5) Inštrukcia balenia Air Duct center, (Zdroj interná dokumentácia Rama Bohemia)
- 6) Vystavená reklamácia, (Zdroj: interná dokumentácia Rama Bohemia)
- 7) Zákaznícke Hodnotenie (Zdroj: <https://qpf.magna.com/>)
- 8) Kalkulácia projektu MES (Zdroj: projektová dokumentácia Unis)
- 9) Prehľad odpisov, (Zdroj: interná dokumentácia Rama Bohemia)