Projekt implementace výrobního informačního systému ve společnosti Fatra, a.s.

Bc. Martina Horká

Diplomová práce
2014

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Martina Horká**
Osobní číslo:	**M120073**
Studijní program:	**N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor:	**Průmyslové inženýrství**
Forma studia:	**prezenční**
Téma práce:	**Projekt implementace výrobního informačního systému ve společnosti Fatra, a.s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- **Vypracujte literární rešerši teoretických poznatků pro implementaci výrobního informačního systému ve společnosti.**

II. Praktická část

- **Analyzujte současný způsob sběru výrobních dat.**
- **Zpracujte projekt implementace výrobního informačního systému ve společnosti Fatra, a.s.**
- **Zhodnoťte navrhované řešení.**

Závěr

Rozsah diplomové práce:	**cca 70 stran**
Rozsah příloh:	
Forma zpracování diplomové práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012, 323 s. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4307-3.
KLETTI, Jürgen. Manufacturing execution systems - MES. Berlin: Springer, 2007, xii, 272 s. ISBN 978-3-54049743-1.
SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering. 3rd ed. New York: John Wiley, 2001, xii, 2699 s. ISBN 978-047-0241-820.
ŠOLJAKOVÁ, Libuše a Jana FIBÍROVÁ. Reporting. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2010, 221 s. Finance (Grada). ISBN 978-80-247-2759-2.

Vedoucí diplomové práce:	**Ing. Eva Juřičková, Ph.D.** Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce:	**22. února 2014**
Termín odevzdání diplomové práce:	**2. května 2014**

Ve Zlíně dne 22. února 2014

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Fakulta managementu a ekonomiky
L.S.

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA
BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby[1];

- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,

- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3[2];

- podle § 60[3] odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

---

[1] *zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:*

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

[2] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

[3] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60[4] odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);

- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;

- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 25. 4. 2014 .... Martina Krolo

---

[4] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se soustředí na průběh implementace nových informačních systémů ve firmě Fatra. V teoretické části práce jsou položeny teoretické základy podnikových informačních systémů se soustředěním na ERP systémy. Dále je obsáhle rozvedena problematika systému MES spolu s KPI ukazateli (Key Performance Indicators) a systémem WMS, kterého se implementace taktéž týká. Kromě dalších důležitých poznatků se práce také zabývá výrobou a vybranými metodami průmyslového inženýrství.

Praktická část diplomové práce je v úvodu zaměřena na současný stav sběru dat ve firmě Fatra. Následující část se soustředí na samotnou implementaci nových informačních systémů a v závěru řeší KPI ukazatele, které dotvoří nový informační systém. Hlavním výstupem práce je implementace spolu s KPI ukazateli.

Klíčová slova:

Výrobní informační systém (MES), KPI ukazatele, výroba, implementace, sběr dat

ABSTRACT

This diploma thesis is focused on the process of implementation of new information systems in the company Fatra. In the theoretical part of the work, there are laid the theoretical foundations of business information systems with focus on ERP systems. Furthermore, the issue of MES system with Key Performance Indicators (KPI) and the WMS system which also relates to implementation, is extensively elaborated. Among other important findings, the work also deals with production and selected methods of the industrial engineering. At the beginning, the practical part is focused on the current state of data collection in the company Fatra. In the following part, the work is focused on the actual implementation of new information systems and in the end it deals with Key Performance Indicators (KPI), which will complete a new information system. The main outcome of this work is the implementation along with the Key Performance Indicators (KPI) indicators.

Keywords:

Manufacturing execution system (MES), Key Performance Indicators (KPI), manufacturing, implementation, data collection

Poděkování patří především panu Ing. Adamu Hrňovi za umožnění zpracování diplomové práce, cenné rady a pomoc při jejím zpracování a paní Ing. Evě Juřičkové, Ph.D. za poskytnutou pomoc a kvalitní vedení diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Dobroslavu Němcovi za ochotu a pomoc. Díky patří také mé rodině a všem, kteří mě jakkoliv podpořili (nejen) při zpracování této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

„Každá lidská činnost se nakonec musí nějak projevit v číslech.“

Tomáš Baťa

„Firma má jen určité množství peněz a manažerského času. Ti úspěšní investují tam, kde se to nejvíce vyplácí.“

Jack Welch

OBSAH

ÚVOD **12**

I TEORETICKÁ ČÁST **14**

1.1 PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY 15

1.2 HOLISTICKO-PROCESNÍ KLASIFIKACE 17

1.3 CRM 17

1.4 SCM 18

1.5 MIS 19

1.6 ERP 19

1.6.1 SLA (Service Level Agreement) 21

1.7 VÝVOJOVÉ TRENDY 22

2 MES **24**

2.1.1 MESA International 25

2.2 HISTORICKÝ VÝVOJ MES 28

2.3 BENEFITY MES 30

2.4 IMPLEMENTACE SYSTÉMU MES 31

2.4.1 Jak probíhá sběr dat 31

2.4.2 Překážky implementace MES 33

2.4.3 Výhody a účel implementace 34

2.5 KPI UKAZATELE 35

2.6 CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ (CEZ, OEE) 37

2.7 ODVOZENÉ UKAZATELE OD OEE 39

2.7.1 TEEP 39

2.7.2 PEE 40

2.8 TAKT TIME 41

2.9 PRODUKTIVITA 41

2.9.1 Parciální produktivita 42

2.9.2 Index produktivity 42

2.9.3 Totální faktor produktivity 43

2.9.4 Totální produktivita 43

2.10 PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBY 44

2.11 VYUŽITÍ VÝROBNÍ KAPACITY 44

2.12 VÝKONOVÉ NORMY 45

2.13 REPORTING 45

2.14 WMS 46

3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ A VÝROBA **48**

3.1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ 48
3.1.1 Vizualizace a vizuální pracoviště 49
3.1.2 Standardizace 49
3.1.3 MOST 49
3.2 VÝROBA 50
3.2.1 Typy výroby 50
3.2.2 Kontinuální výroba 51
3.2.3 Specifika MES v plastikářské výrobě 52
3.2.4 Shrnutí teoretické části práce 54
II PRAKTICKÁ ČÁST 55
4 SEZNÁMENÍ SE SPOLEČNOSTÍ 56
4.1 FATRA, A.S. 56
4.2 HISTORIE 56
4.3 PROFIL FIRMY 57
4.4 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA 60
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU 61
5.1 POPIS PROCESU SBĚRU DAT 61
5.1.1 Vlastní zkušenost s přepisem 61
5.1.2 Ukázka současných výrobních výkazů 62
5.2 SOUČASNÝ STAV – SWOT ANALÝZA 64
5.3 SHRNUTÍ DOSAVADNÍCH POZNATKŮ A DŮVODY PRO ZMĚNU SOUČASNÉHO STAVU 69
5.3.1 Význam sběru dat 71
5.3.2 Vyčíslení nákladů na zaměstnance 71
6 IMPLEMENTACE NOVÉHO SYSTÉMU DO VÝROBY 73
6.1.1 Harmonogram pilotních projektů MES i WMS 74
6.2 SLOŽENÍ PROJEKTOVÉHO TÝMU A JEHO FUNKCE 74
6.3 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA NOVÝ SYSTÉM WMS A MES (TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PROJEKTU) 75
6.3.1 Požadavky 75
6.3.2 Obchodní část 76
6.3.3 Technická část 77
6.3.4 Systém WMS 82
6.4 IMPLEMENTACE VE FATŘE 85
6.4.1 Vývoj 85
6.5 PRŮBĚH IMPLEMENTACE 86
6.5.1 Zavedení IS MES na lince Anger – pilotní projekt 86
6.5.2 Zavedení WMS – taktéž pilotní projekt (budovy B43 a V14) 86
6.5.3 Rozšiřování MESu na zbylé linky v prvním patře válcovny (zásobující linku Anger) 88
6.5.4 Rozšíření WMS do jiných skladů v budově B48 88
6.5.5 Zahrnutí systému do dalších procesů v podniku 88

6.5.6 Harmonogram pilotních projektů MES a WMS 88
6.5.7 Pilotní projekt – linka Anger a MES 89
6.5.8 Výhody pilotního projektu 90
6.5.9 Projekt WMS 92
6.6 PRACOVIŠTĚ 92
6.6.1 Popis pracoviště 92
6.6.2 Výrobní postup 94
6.6.3 Manipulační standard a vizualizace 94
6.6.4 Kontroling a nástěnka 97
6.6.5 MOST analýza a čas vážení 97
6.6.6 Náklady na pracovnici 98
6.7 POROVNÁNÍ NABÍDEK A VYČÍSLENÍ NÁKLADŮ IMPLEMENTACE 98
6.7.1 Rozpočet projektu 99
6.7.2 Cena smlouvy SLA 101
6.7.3 Reference 101
6.8 ANALÝZA RIZIK IMPLEMENTACE 102
7 KPI UKAZATELE 105
7.1 PRODUKTIVITA 106
7.1.1 Index produktivity 106
7.1.2 Parciální produktivita 107
7.1.3 Totální faktor produktivity 108
7.1.4 Totální produktivita 109
7.2 VÝKONOVÉ NORMY 110
7.3 OEE (CEZ) 112
7.4 TEEP 114
7.5 PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBY 115
7.6 TAKT TIME 115
7.7 PEE 116
7.8 VYUŽITÍ VÝROBNÍ KAPACITY 117
7.9 NÁVRHY UKAZATELŮ 118
7.9.1 Produktivita linky za časové období (bez prostoje) 118
7.9.2 Produktivita linky za časové období (s prostojem) 120
7.9.3 Efektivita linky 122
7.9.4 Využitelnost linky 123
7.9.5 Vratný materiál 124
7.9.6 Využití vloženého polotovaru 126
7.9.7 Poměr vah 127
7.9.8 Podíl odpadu na vstupním polotovaru 127
7.9.9 Podíl m^2 odpadu na m^2 hotové role 128
7.9.10 Využití polotovarů 129
7.9.11 Vyjádření prostojů 130
7.9.12 Množství výroby za časový úsek 130
7.9.13 Počet vyrobených rolí za hodinu 131

7.9.14 Rozpracovanost 131
8 ZHODNOCENÍ PROJEKTU 132
ZÁVĚR 135
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 137
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 143
SEZNAM OBRÁZKŮ 146
SEZNAM TABULEK 148
SEZNAM GRAFŮ 150
SEZNAM PŘÍLOH 151

ÚVOD

Neustálý rozvoj a směřování k stále lepším výsledkům by mělo být v zájmu všech firem, menších či větších. Inovace či neustálé zlepšování současného stavu může firmě přinést konkurenční výhodu v podobě náskoku před konkurencí, ale i možné úspory či skokové zlepšení.

Nejinak je tomu i v případě Fatry. Také tato firma se snaží neustále zlepšovat a pracovat na svých slabých stránkách. Jednou ze slabých stránek je současný způsob sběru dat z výroby. Tento probíhá mnohdy ještě v podobě papírových výkazů a se zpožděním nebo s nepřesnostmi. Proto tedy vzniká iniciativa k zlepšení tohoto stavu a k jeho inovaci v podobě zavedení nových informačních systémů, které pozvednou úroveň této oblasti. Fatra podniká v plastikářském průmyslu a právě toto odvětví je průkopníkem v rámci výrobních informačních systémů. Plastikářský průmysl jako takový vyžaduje řešení typu MES a to hlavně z důvodu lepší efektivity provozu za vynaložení daleko nižších nákladů, než je běžné v tomto odvětví.

Cíle diplomové práce tedy spočívají primárně v implementaci výrobního informačního software MES, které by řešil současný nepříznivý stav sběru dat a umožnil také měření či řízení procesů. Tento cíl je plánován do konce roku 2014. Sekundárním cílem je zavedení tohoto IS jakožto prostředku pro zavedení dalšího informačního systému – WMS. Dílčími cíli je zlepšení reportingu a s tím související návrhy výkonnostních KPI ukazatelů přizpůsobené typu výroby. Dalším dílčím cílem je vyřešení potřeby přesných a reálných výrobních dat a tím by byla vyřešena potřeba zlepšení současného stavu sběru dat.

Diplomová práce se zabývá ve svém úvodu rešerší teoretických znalostí z oblasti podnikových informačních systémů. V tomto případě se soustředí zejména na řešení typu ERP, jeho přínos firmě a zároveň také jeho nedostatečnost v ohledu na získávání výrobních dat. Jak tedy zjišťujeme, mnohem vhodnějším řešením je zmiňovaný informační systém MES, který je schopen tuto oblast pokrýt mnohem efektivněji a na lepší úrovni. Následují tedy poznatky k tomuto typu informačního systému, jeho vývoji, přednostem a také k jeho implementaci. Neméně důležité jsou také KPI ukazatele, protože ty teprve dotvoří daný systém do podoby, jakou si žádá firma, která si tento informační systém pořizuje. Jde o tzv. customizaci. KPI ukazatele poslouží k vyšší sdělovací hodnotě výstupů systému. Tyto vý-

stupy se budou dále předávat v podobě reportů a jejich srozumitelnost a úroveň bude záviset právě na zmiňovaných KPI ukazatelích.

Pozornost si zaslouží i systém WMS, který bude taktéž do firmy implementován. Systém MES je prostředkem pro implementaci tohoto typu informačního systému, který se bude zabývat skladovým hospodářstvím. MES totiž umožňuje tisk čárových kódů na hotové výrobky, a proto tento systém (WMS) dá vzniknout nové skladové evidenci, k níž se váže jednodušší dohledávání výrobků, jejich expedice, celkový přehled a mnohé jiné výhody.

Zmiňované KPI ukazatele a jejich určování bude ovlivňovat do značné míry typ výroby, kterému se věnuje poslední kapitola teoretické části práce. Prostor zde mají i vybrané metody průmyslového inženýrství.

V praktické části diplomové práce je analyzován současný stav sběru dat více dopodrobna, kde zjišťujeme, že jeho současná úroveň není příznivá, jak bylo řečeno. Následuje implementace jakožto řešení tohoto stavu. Implementace se zabývá technickým řešením projektu, samotným průběhem této implementace, jejím harmonogramem a i změnami, které se projeví na pracovišti v důsledku zavedení informačních systémů. Podrobné řešení obsahuje mimo jiné také seznámení s nabídkami firem, například v podobě rozpočtu akce.

Závěrečná část práce se věnuje určování KPI ukazatelů v podobě vzorových výpočtů založených na reálných výrobních datech a také v podobě návrhů nových ukazatelů. Výpočty jsou upraveny dle specifik výroby ve Fatře.

I. TEORETICKÁ ČÁST

V úvodu teoretické části práce se seznámíme s podnikovými informačními systémy a jejich základním členěním. V souvislosti s tímto členěním se seznámíme také s ERP systémy, jejich vývojovými trendy a jejich vztahem k výrobě. V závěru si odpovíme na otázku, proč nejsou vhodné pro využití ve výrobě a který systém je k tomuto účelu více vhodný.

V další kapitole se seznámíme se systémy MES a WMS, které jsou stěžejní pro tuto práci

a také s KPI ukazateli (Key Performance Indicators) v poněkud širším pojetí, které se váže k IS MES. Poslední kapitola se bude mimo jiné týkat výrobních specifik kontinuální výroby a průmyslového inženýrství.

1.1 Podnikové informační systémy

Nyní se soustřeďme na podnikové informační systémy, které v minulých letech prokázaly, že podniky se bez nich již neobejdou. Funkční informační systém může být přidanou hodnotou podniku a výrazně přispívat k jeho funkci. Podnikové informační systémy jsou ale širokým pojmem a proto by bylo dobré si je více specifikovat.

„Podnikový informační systém vytvářejí lidé, kteří prostřednictvím dostupných technologických prostředků a stanovené metodiky zpracovávají podniková data a vytvářejí z nich informační a znalostní bázi organizace sloužící k řízení podnikových procesů, manažerskému rozhodování a správě podnikové agendy.“ (Sodomka a Klčová, 2010, s. 61)

Uvedená definice nám sděluje, že podnikový informační systém (PIS) je tvořen hlavně lidmi a slouží zejména k zpracování dat, které dále tvoří strukturu vědomostí a informací, která napomáhá řízení, správě nebo rozhodování.

PIS můžeme charakterizovat jako SW, který „si pamatuje“ a přechovává údaje a informace, které souvisejí s podnikem (vlastním nebo jiným) a skýtá potřebná data. V tomto případě se jedná o ideální situaci. Informace se mohou nacházet i mimo systém (e-maily, textové dokumenty), ačkoliv to není pravidlem. (Redakce2, © 2011)

Další velmi obecná definice podnikových informačních systémů, která tyto systémy charakterizuje jako určitou „knihovnu“, která poskytuje nebo i archivuje data. Dále si povíme něco málo o běžných zvyklostech před tím, než firma pokročí k zavedení PIS.

Drobné firmy zejména na počátku podnikání nedisponují PIS nebo jej substituují jiným, více obecným prostředkem. Zpravidla se jedná o nástroj typu Excel nebo velmi podobné nástroje – tabulkové kalkulátory. (Redakce2, © 2011)

Podnik následně disponuje velkým množstvím těchto souborů nebo jiných tabulek, které je možné tvořit online s možností sdílení. Takový stav (alespoň po určitou dobu) nemusí být nutně nevyhovující – naopak. Výjimkou je účetnictví. Pokud pomineme situace, kdy společnosti účetnictví vede externista (a firma do něj nemá ani vzdálený přístup), pak je právě účetnictví důvodem pro zakoupení IS. Firma by se měla rozhodnout pro co nejvhodnější systém, který s ní „poroste“. Pozdější změny mohou být komplikované.

(Redakce2, © 2011)

Nyní již víme, čím bývá klasický podnikový informační systém nejčastěji substituován. Nicméně, jak bylo uvedeno, takový stav zpravidla nebývá trvalý a firma se pro PIS rozhodne, ať už dřív nebo později. V bodu, kdy se firma rozhoduje pro zavedení konkrétního systému, by bylo vhodné se seznámit se základní klasifikací. Napřed ale pár slov k ERP systému.

Základem PIS je Enterprise Resource Planning (ERP) nebo také Enterprise Resource Management (ERM). Těmito názvy rozumíme systémy plánování nebo správy zdrojů v podniku, nicméně u ERM není význam úplně stálý. Pokud se jedná o stanovisko výrobce, pak jde o ERP v jeho vyšší formě či podobě. ERP jako takový integruje procesy, které se týkají firmy a jejího fungování. Takto je to v ideálním případě. V co nejjednodušší podobě ho můžeme popsat jako velmi široký systém účetnictví. Tento SW zvládá účetnictví, ale i řízení výroby a její sledování, správu majetků, fakturaci nebo prodej. ERP se dodává přizpůsobený zákazníkovi. (Redakce2, © 2011)

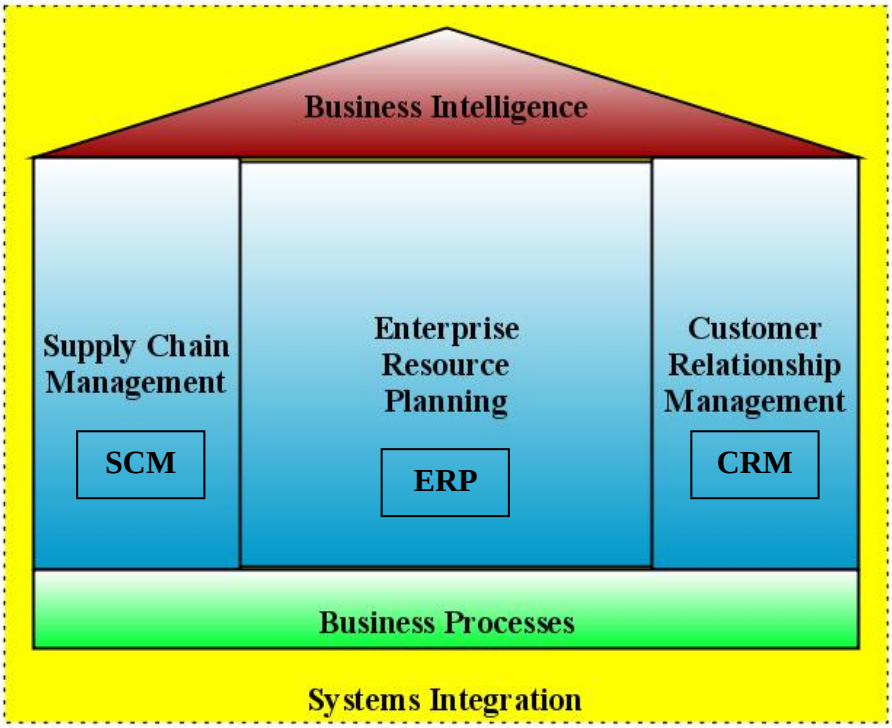
Dalším pojmem, který se váže k PIS, jsou funkcionality. V tomto případě se nejedná o moduly. Oblastí je mnoho, jedná se hlavně o: dodavatele, nákup, zaměstnance, výrobu, prodej, logistiku, projekty, účetnictví, marketing, správu dokumentů, majetek, zákazníky a jiné (správa IT, systémy CAD pro konstrukci, komunikování s jiným SW aj.).

(Redakce2, © 2011)

Nyní jsme se seznámili s podnikovými informačními systémy a velmi stručně také se systémem ERP a více o něm bude řečeno v další části práce. Soustředíme se na vybranou základní klasifikaci PIS.

1.2 Holisticko-procesní klasifikace

Následující schéma nám zobrazuje holisticko-procesní klasifikaci PIS a zároveň ilustruje stav nabízených klasických softwarových řešení:



Zdroj: upraveno autorkou dle Sodomka, © 2007

Obr. 1 Holisticko-procesní klasifikace

Základem klasifikování PIS je buď uplatnění z praktického hlediska, soulad s nabídkou dodavatele nebo souladu s předpoklady (podmínkami) řízení procesů ve firmě. Největší váhu však má uvedená holisticko-procesní klasifikace. Ta se skládá z CRM, SCM, ERP základu a MIS. Systémová integrace pokládá základní kámen permanentní údržby PIS z hlediska řídícího, technologického, strategického a projektového stupně. (Sodomka, © 2007)

Z předchozího příspěvku jsou pro nás důležité zejména uvedené zkratky. Ty si podrobněji rozvedeme níže.

1.3 CRM

Dle Sodomky (2006, s. 233-234) se jedná o jedny z nejoblíbenějších odvětví informatiky ve firmě. Tyto systémy mají za úkol oslovovat podniky (uživatele), kterým mají pomáhat

k zisku a také dodavatele, pro které se jedná o příležitost v podnikání. Obchod i marketing prodělal vícero fází vývoje. K tomuto přispěla i digitální technologie a internet, které s sebou přinesly nové modely obchodu či vylepšily ty staré. Vznikají nové trhy a možnosti pro podnikání. Velmi podstatné je v oblasti CRM naplnění potřeb klientů a řízení jejich ziskovosti. (Sodomka, 2006, s. 233-234)

Zásadními pojmy této definice je hlavně oslovování (za účelem zisku), příležitost pro dodavatele, internet a přání zákazníka – shrnují podstatu CRM. Nyní se seznámíme s jinou definicí CRM.

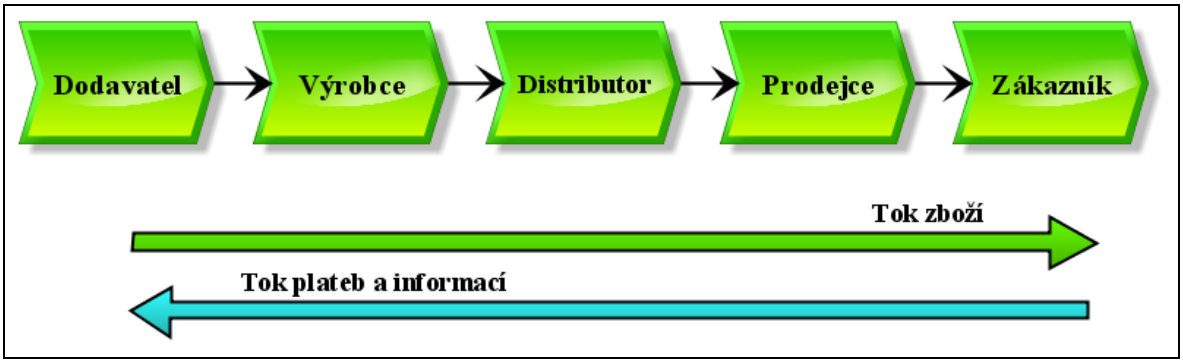
Jedná se o souhrn základního a aplikačního SW, procesů v podniku, lidských zdrojů k zabezpečení vztahu s klientem (průběžné) a jejich řízení a technické prostředky. To vše v oborech jako je marketing, podpora činností souvisejících s obchodem (zejména prodej) a služby pro zákazníky. Cílem CRM je podporování procesů souvisejících s obchodem a tímto následně tvořit vazby se zákazníkem dlouhodobého charakteru a podpoření jejich loajality. (Gála, Pour a Šedivá, 2009, s. 210)

Základem je tedy vztah se zákazníkem a jeho rozvíjení v dlouhodobém časovém horizontu. CRM systémy mají těmto tendencím napomáhat.

1.4 SCM

Další neméně důležitou součástí PIS je SCM. Přiblížíme si tedy jeho funkci.

Dle Basla (2008, s. 77) se Supply Chain Management (SCM) zabývá řízením dodavatelských řetězců. Vzhledem k příležitostem, které nabízí oblast ICT, se může SCM stát jedním z faktorů konkurenceschopnosti. Díky Supply Chain Management roste spolehlivost dodávek na trh či k zákazníkům a taktéž se snižuje čas nutný pro zpracování. Pokud se jedná o tradiční řetězec, pak se dá charakterizovat linearitou a následující vazbou:



Zdroj: upraveno autorkou dle Basl, 2008, s.77

Obr. 2 Dodavatelský řetězec

Z obrázku je zřejmé, jak postupuje tok zboží – tedy od dodavatele přes výrobce, distributora, prodejce až k zákazníkovi. Ten zase „odesílá“ zpět k dodavateli informace a platby.

Gála, Pour a Toman (2006, s. 206) vidí SCM jako oporu pro procesy vedení logistiky (včetně řetězců) spolu jejich s partnery v rovině obchodu (optimalizace zásob aj.) a taktéž procesů na interní úrovni, které na tyto procesy navazují (řízení dopravy atd.). Zastupuje tyto funkce: plánování jak dodavatelských řetězců, tak i vedení či řízení výroby, logistika, údržba, spravování objednávek a také životní cyklus výrobku a jeho řízení.

Tímto jsme se seznámili se SCM a jeho podstatou. Další součástí holisticko-procesní klasifikace je MIS.

1.5 MIS

Manažerský informační systém – MIS je IS, který je nápomocen vedoucím pracovníkům v oblasti řízení. (Machalová, 2007, s. 14)

Podobně MIS vidí i Duchoň a Šafránková (2008, s. 356). Ti ve své knize popisují MIS (Management Information System) jako IS, který zvládá opatřovat, šířit a také organizovat informace pro manažery.

Ve zkratce jsme se seznámili i s podstatou manažerského informačního systému. Nyní si charakterizujeme ERP – tedy jádro podnikových informačních systémů.

1.6 ERP

ERP je v současnosti nejčastějším řešením podnikových IS. I dříve byl ERP velmi oblíbený - přibývalo implementací, rostla funkcionalita a tomu všemu napomáhal internet. Na druhou stranu, návratnost takových projektů nebyla příliš vysoká. Začalo hledání příčin a řešení pro tento problém. Nejvíce známým řešením bylo hlavně BPR, jehož autory jsou Champy a Hammer. Jedná se o procesní reengineering. Dalším řešením bylo využívání metrik SLA – Service Level Agreement a Balanced Scorecard (BSC). Cílem bylo měření, jak projekt pokročil a také zvýšení přesnosti cíle. Tyto aktivity byly zužitkovány i outsourcingem (služeb), který se váže k PIS. (Basl, Majer a Šmíra, 2003, s. 144)

Zúčastněné strany:

1) dodavatel
2) uživatel
3) hierarchie uživatelů (od uživatele vkládajícího základní data po topmanagement)

U uživatele a dodavatele je požadována intenzivní spolupráce. Tímto se myslí hlavně rozsah smlouvy. Ta by měla mít vliv například na platbu a implementaci. V případě ERP se jedná o velmi dobrou technologii, ale implementace se může odchylovat od potřeb firmy. (Basl, Majer a Šmíra, 2003, s. 144)

V případě ERP se tedy jedná o oblíbený a nejvíce rozšířený způsob, kterým jsou řešeny podnikové informační systémy. Pohled na toto řešení si rozšíříme dalším příspěvkem.

V případě Enterprise Resource Planning (ERP) jde o aplikační SW, jež zprostředkovává součinnost a vedení aktuálně dostupných zdrojů a činností v podniku. Vyznačuje se především integrací a automatizací nejdůležitějších firemních procesů, informací a funkcí v celém podniku. (Gála, Pour a Šedivá, 2009, s. 160)

Definice nám shrnuje podstatu ERP. Podstatným pojmem v tomto případě jsou podnikové zdroje. Dalším důležitým pojmem, který se váže k ERP, jsou transakční (celopodnikové) aplikace.

Transakční (celopodnikové) aplikace zahrnují velkou část funkcí a procesů ve firmě. Dochází tak k provádění finančních, obchodních a jiných transakcí. Nejdůležitějším zástupcem je právě ERP. Taková aplikace má hlavní dvě vlastnosti. Těmi jsou transakční povaha a integrace rozmanitých úkolů vedení či řízení. (Gála, Pour a Šedivá, 2009, s. 159)

Hlavní působení aplikací typu ERP tedy můžeme shrnout následovně:

- užívání reálných či existujících informací – tímto roste produktivita administrativních a klasických obchodních činností
- díky mechanismům kontroly přímo v SW je nižší šance, že dojde k chybě v rámci řídící aktivity
- snížení nákladů i časové náročnosti některých procesů (automatické objednávky)

  a vyšší dostupnost informací v rámci celé firmy

(Gála, Pour a Šedivá, 2009, s. 184)

- roste úroveň vedení firmy a taktéž preciznost úkonů rozhodování

Enterprise Resource Planning je určeno hlavně pro operativní a taktické řízení. Implementace, využívání ale i provoz jsou specifické. Pomáhají podpůrným i základním procesům v podniku. Funkcionalita se pohybuje v hlavních okruzích, které se týkají řízení firmy (výroba, finance, lidské zdroje, obchod, majetek). Moduly jsou standardní i oborové pro pokrytí speciálních požadavků firem s ohledem na jejich obor podnikání.

(Gála, Pour a Šedivá, 2009, s. 184)

Seznámili jsme se s podstatou ERP systémů a s jejich funkcí ve firmách. V souvislosti s ERP byla zmíněna ještě důležitá zkratka - SLA. Ta je rovněž podstatným pojmem a proto si ji více vysvětlíme v další kapitole.

1.6.1 SLA (Service Level Agreement)

Tímto pojmem označujeme dohodu o poskytnutí služeb. Zpravidla se využívá při formalizování smlouvy vztahující se k zajištění funkce části provozu firmy jinou firmou - outsourcingu. Součástí takové smlouvy je proměnná požadované služby (v jednotkách, které jsou měřitelné), produkt a jeho popis, kritéria jakosti (kvality), předběžná cena, ve které jsou zahrnuty náklady subdodavatele nebo dodavatele a možná vymezení z hlediska času.

(Řepa, 2012, s. 56-57)

Dle Učně (2008, s. 135) by SLA měla být či zajišťovat:

- ochranu proti tomu, aby úroveň služeb byla nestálá a také proti vymknutí kontrole daného procesu
- měla by být ukazatelem kvality, rozsahu, intenzity a obsahu služeb a také měřítkem pro služby, které bude objektivní
- měla by být také nástrojem pro přeúčtování nákladů na interní úrovni podniku, plánování v ekonomickém slova smyslu, řízení služby a napomáhat změnám (fúze aj.)

V případě pořizování SW řešení určitou firmou je potřebné mít „pojištěny“ veškeré záležitosti smlouvou či dohodou a tou je v tomto případě zmiňovaná SLA dohoda.

Praxe se mnohdy liší od teorie a proto si po obecných poznatcích z oblasti základních informačních systémů vysvětlíme, jak vypadá situace na poli PIS z hlediska každodenní firemní praxe. Zaměříme se přitom na ERP systémy a výrobu.

1.7 Vývojové trendy

Nejrozšířenějším systémem je ERP. Bohužel, taktéž převládá iluze, že tento IS řeší vše, včetně problémů. Není tomu tak. Tento IS má ve firmě své místo – slouží zejména pro lepší přehlednost podnikových agend (obchodování, finance, sklady a jiná administrativa). Součástí této kategorie IS může být i modul, které umožňuje plánování MPR II (strategické plánování a dlouhodobé plánování). Takový styl plánování už není příliš vhodný. Nestačí totiž pokrývat požadavky z hlediska pružnosti, optimalizace (materiály a výrobní kapacita) a operativnosti firmy. (Světlík, © 2001)

Jinými slovy – ani oblíbené ERP řešení není „neprůstřelné“ a v některých oblastech není dostačující.

Poněkud pokročilejším systémem pro plánování výroby je kategorie Advanced Planning and Scheduling (APS). APS umí naplánovat výrobu v určitém časovém horizontu, provede optimalizaci i synchronizaci, určí velikost výrobní dávky, potřebu materiálu a surovin, ale stále zde chybí propojení s výrobou. Výrobní požadavky by měly být předány konkrétní lince či stroji a zároveň by od nich měla být získána zpětná vazba v podobě (skutečného) stavu výroby (stroje, dávky, materiál). Tímto krokem by mělo být zjištěno, zda je plán reálný a proveditelný. (Světlík, © 2001)

Z předchozího textu je zřejmé, že narážíme na problém s plánováním a taktéž s absencí spojení s výrobou.

Logicky tedy další myšlenka směřuje k systému ERP a jeho výrobnímu modulu. Zde ale narážíme na to, že takový modul sice monitoruje výrobu, ale většinou jen v rámci spotřeby surovin a materiálu, nákladů a vazba (přímá) mezi výrobním zařízením a výrobním systémem není. To vše za předpokladu existence takového modulu. Pro takový výrobní modul není jednoduché poskytnout uživateli „user-friendly“ interface, není u něj možné řídit produkci na operativní úrovni v určité kvalitě a sledovat výrobu v reálných časech.

(Světlík, © 2001)

Pokud si tedy sumarizujeme uvedené nedostatky, pak se potýkáme se zhoršeným plánováním, izolovaností od výroby a absencí informačního systému, který by byl orientován čistě jen na výrobu.

Konkurenční boj je neúprosný a výrobní podniky čelí požadavkům v podobě výroby velkého množství vyráběných produktů, u kterých musí být dodržena vysoká kvalita. Dále musí být produkt dodán zákazníkovi v souladu s principy dodávek JIT (Just-In-Time, tzn. správné místo, čas, kvalita a množství). Zvláště kvalita a její zachování či dodržování je často skloňovaným pojmem. Certifikace pro doložení kvality (VDA nebo ISO normy 9000) jsou již standardem. Mezi další požadavky může patřit historie výroby v podobě dokumentace (průkazné) a dodržování technologických postupů (pro každou dodávku nebo i výrobek). Pokud chtějí firmy těmto požadavkům vyhovět, pak čelí vzniku a spravování obrovských množství dat a informací proto, aby obhájily či získaly zmiňované certifikace pro zákazníky. Certifikáty kvality poslouží i samotné firmě pro vlastní interní potřebu k zlepšování výroby. (Světlík, © 2001)

Kromě požadavků na kvalitu firmy čelí i protichůdným požadavkům. Tyto spočívají hlavně v tom, že je často požadováno uvést na trhu modifikovaný nebo zcela nový výrobek za nižší nebo stejnou cenu, než tomu bylo dřív. Podnik musí v takové situaci zvyšovat objemy výroby a naopak snižovat náklady na výrobu. Takový podnik může zároveň sužovat špatná kvalita, nižší produktivita, nedodržování termínů dodání nebo příliš vysoké náklady na výrobu. Vzniká tedy otázka, jak vyřešit tyto problémy a na co se zaměřovat.

(Světlík, © 2001)

Příspěvek shrnul podstatu problémů, které v současnosti může řešit mnoho výrobních firem. Odpovědí na otázku může být kvalitní informační systém, který by se zaměřoval hlavně na výrobu.

Řešení nabízí MES – IS zodpovídající za zaznamenávání reálných výrobních dat a výkon požadavků výroby. Jeho specializací je přímá výroba. (Světlík, © 2001)

Nyní jsme si tedy objasnili východiska pro využití nového IS ve firmě, který by se orientoval čistě na výrobu. V další kapitole se budeme věnovat právě tomuto IS.

2 MES

V druhé kapitole se budeme zabývat systémy MES, zejména jeho implementací, vývojem nebo výhodami a v závěru i systémem WMS. Prostor dostanou také KPI ukazatele – jejich význam pro firmu a také jejich návrhy. Po obecných poznatcích z oblasti podnikových informačních systémů jsme se dopracovali k základnímu problému, kdy systém ERP nestačí pokrýt požadavky přímého monitorování výroby včetně řízení. Nyní se v této kapitole zaměříme na konkrétní informační systém MES více podrobně.

MES, tedy výrobní informační systém (Manufacturing Execution System) slouží k získávání a sběru detailních dat z provozu. Děje se tak v reálném čase. Tyto data jsou zpracovávány kvůli zhodnocení výroby. Funkcionalitu nemůžeme přesně definovat oproti ERP systému a to kvůli závislosti MESu na typu výroby. MES využívá zejména automobilový průmysl a příbuzné výrobní obory a dále také elektrotechnický, potravinářský a chemický průmysl, ale také i kovovýroba. (Sodomka a Klčová, 2010, s. 252-253)

V definici je zmíněna závislost MESu na typu výroby. V našem případě se jedná o plastikářskou výrobu. Více prostoru samotné výrobě bude věnováno v další kapitole.

MES představuje pomyslný most mezi PIS (například ERP) a systémy, které podporují automatizaci výrobního (technologického) procesu. V průběhu, kdy se tento typ systému vyvíjel, vykrystalizovaly základní funkce či aktivity, které plní tyto systémy. Jsou jimi:

- Správa výroby (výrobních postupů a zdrojů)
- Řízení dispečerské
- Řízení výroby a její plánování (na detailní úrovni)
- Získávání dat
- Monitorování výrobků včetně jejich rodokmenu
- Analýzy výkonnosti (KPI, OEE)

(Redakce, © 2012)

Obě definice nám shrnuly, co si pod pojmem MES máme představovat. Jedná se tedy o typ informačního systému, který se specializuje na výrobu a činnosti s ní související. Zároveň tvoří vazbu mezi systémem typu ERP a výrobou.

Funkcionalita těchto kombinovaných systémů popisuje funkční rámec dnešního MESu:

- personální záležitosti (kontrola přístupu, přihlášení pracovní skupiny, krátkodobé plánování pracovních sil)
- výrobní problematika (řídící stanoviště, PDA, MDE, DNC)
- zajišťování kvality (měřený sběr dat, CAQ)

Tyto tři pracovní pole působnosti jsou neoddělitelné.

(Kletti, 2007, pg. 14)

Takto vidí funkcionalitu systémů MES Jürgen Kletti. Jeho pohled je zase poněkud odlišný od předchozích definic funkcionality.

2.1.1 MESA International

„*MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association) International is a global community of manufacturer, producers, industry leaders, and solution providers who are focused on driving business results from manufacturing information.*“ (Mesa.org, © 2013)

Tato definice sděluje, že se jedná o společenství výrobců či producentů, průmyslových vůdců a poskytovatelů řešení, kteří se zaměřují na řízení výsledků podnikání pomocí výrobních dat. Nyní se zaměříme na další definici spolu s vymezením pole působnosti této oblasti.

Jedná se o mezinárodní organizaci, která spojuje firmy a organizace kvůli sdílení zkušeností s řízením produkce či výroby a Best practices. MESA International (Manufacturing Enterprise Solutions Association) určila 11 polí působnosti[1]:

1) Hodnocení a analýzy výkonnosti
2) Řízení výroby – dispečerské
3) Řízení dokumentace

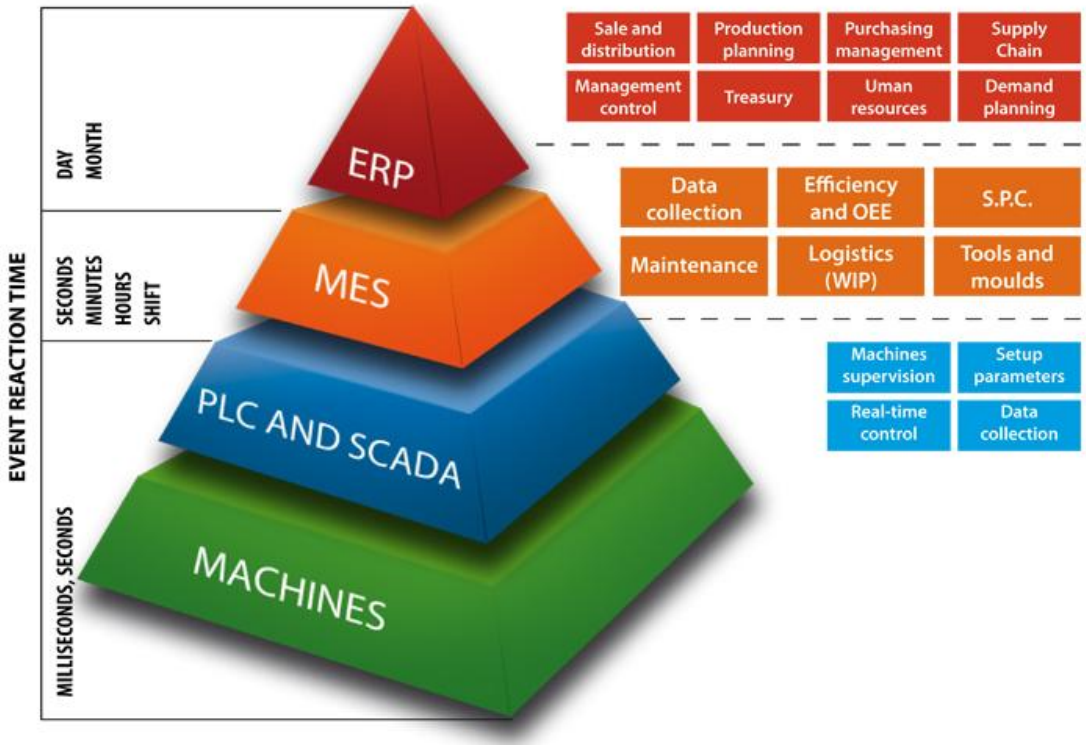
(Sodomka a Klčová, 2010, s. 253)

[1] Uvedeno bylo pouze 10 funkcionalit, ale podle zdroje jich má být 11 – chyba ve zdroji.

4) Řízení kvality
5) Rozvrhování a plánování výroby na operativní úrovni
6) Řízení a přidělení zdrojů
7) Kompletace, archivace a sběr dat
8) Řízení lidských zdrojů
9) Řízení procesů
10) Monitorování produkce

(Sodomka a Klčová, 2010, s. 253)

Výše uvedené funkcionality jsou velmi podobné těm, které jsme si určili v druhé definici. Tyto navíc zahrnují i vliv lidských zdrojů, dokumentace, kvality či procesní řízení. Zařazení v PIS a podrobnější výčet dotčených oblastí je zřejmý z níže uvedeného schématu:



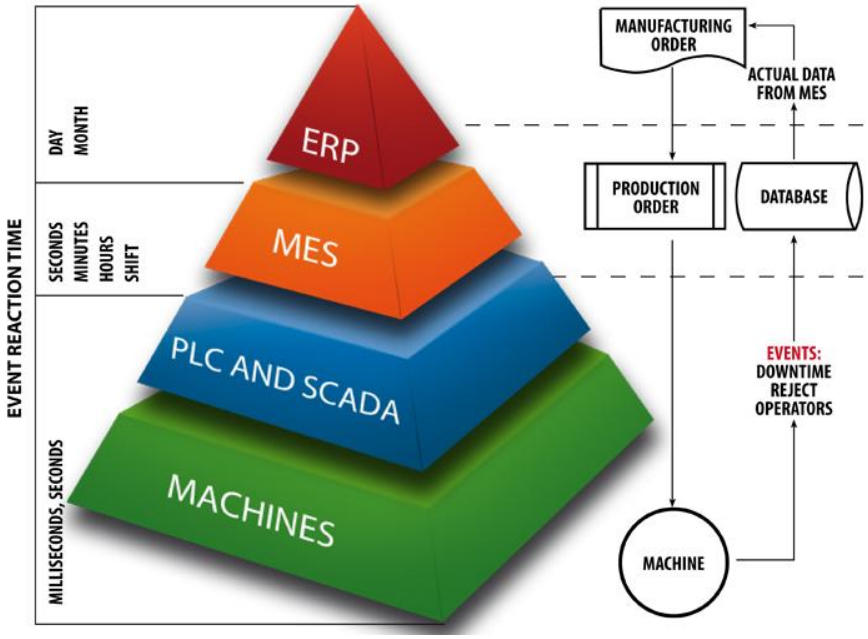
Zdroj: Stain.it, © 2003-2012

Obr. 3 Pozice MES v PIS a pole působnosti

Na tomto schématu vidíme zařazení MESu do struktury PIS. V první linii jsou stroje. V druhé je PLC a SCADA. Tyto prvky automatizace zabezpečují dohled nad stroji, řízení

v reálném čase, sběr dat a nastavení parametrů. Doba reakce se pohybuje v sekundách či milisekundách. Ve třetí linii je samotný systém MES, který zabezpečuje údržbu, logistiku (WIP), nástroje a formy, shromažďování dat, hodnotí efektivnost a OEE a hodnotí kvalitu na základě statistických údajů (S.P.C.). Jeho reakční doba se pohybuje v sekundách, minutách, hodinách nebo směnách. V nejvyšší linii stojí ERP, který se stará o manažerské řízení, finance, lidské zdroje, plánování poptávky, dodavatelský řetězec, řízení nákupu, plánování výroby, prodej a distribuci. Jeho doba reakce se pohybuje ve dnech nebo v měsících.

Díky druhému, níže uvedenému schématu blíženi pochopíme tok informací a v jaké podobě se pohybují v PIS. Data, která jsou získána z výrobního zařízení, postupují do databáze MES spolu s údaji o prostojích, zmetcích a operátorech. Z této databáze jsou tyto aktuální data přesunuta do ERP a v podobě výrobní objednávky se opět vrací do úrovně MES a jsou předána strojům v podobě výrobní zakázky. Reakční doby se nemění.



Zdroj: Stain.it, © 2003-2012

Obr. 4 Tok informací

2.2 Historický vývoj MES

Úvod konceptu MES můžeme nacházet v systémech sběru dat na počátku 80. let 20. století. Různé disciplíny v řízení firmy jako je zajištění kvality, zaměstnanci nebo plánování výroby byly opatřeny přiřazeným systémem sběru dat. S rozmachem konceptu CIM (Computer Integrated Manufacturing) bylo započato reprodukování vzájemných závislostí těchto pracovních oblastí v IT systémech. Naneštěstí, tato koncepce, v principu správná, se neukázala jako pravá, silná IT disciplína. Bagatelizace vymezení problému a nesprávný výklad či použití termínu menšími prodejci systému vedlo k označení každého terminálu sloužícího sběru dat jako CIM systém. Tímto způsobem byl zničen potenciál standardizace CIM jakožto IT oboru řešícího problémy výroby. Na počátku a v polovině 90. let 20. století výrobci systémů pro sběr dat zahájili modernizaci jejich, v některých případech specializovaných systémů (DNC, PDA, CAQ, pracovní čas atd.) přidáváním funkcí ze souvisejících oborů. Systémové komponenty na sobě však byly nezávislé a synchronizovat je vyžaduje práci na rozhraní. V průběhu času se tři skupiny systémů pro sběr dat/hodnocení zformovaly. (Kletti, 2007, pg. 13-14)

Myšlenka systémů typu MES tedy není úplnou novinkou. Počátky spatřujeme hlavně v systémech CIM.

Naznačili jsme si milníky ve vývoji systému MES a částečně i jeho funkcionalitu. Další příspěvek na toto téma přinese Meyer, Fuchs a Thiel (2009, pg. 5-6). Pro lepší porozumění výzvám pro IT technologie je potřebné si zběžně projít vývoj zpracování obchodních dat. V 80. letech 20. století vládly počítačovému světu sálové počítače, které byly většinou obsluhovány vysokým počtem uživatelů v počítačových centrech. V poslední třetině tohoto období již byly minipočítače dostupné pro středně velké firmy. Bylo to také období, kdy vznikly MRP systémy (Material Requirement Planning). První SW pro výrobu prováděly důležité dílčí úkoly pro MRP systémy (z dnešního úhlu pohledu se jedná o dílčí funkce MES:

- MDA (Machine Data Acquisition) a PDA (Production Data Acquisition) – data byla získávána ručně s využitím „neinteligentních“ zařízení pro „chytání“ dat
- při přechodu z obvyklých dodavatelských ovladačů na programovatelné logické ovladače (PLC) přechod výroby a strojních dat mohl být více automatizován a výsledkem byly aktuální a kvalitnější data

- CAD (Computer-aided Design) – počátek 90. let znamenal zrod elektronických kreslících systémů, které vedly k velkému nárůstu produktivity v konstruování

  a designu

- CAQ (Computer-aided Quality Assurance) – taktéž na počátku 90. let započal vývoj systémů na zajištění kvality, jakožto výsledek rostoucích požadavků standardů na přesnou kvalitu produktů

- tento vývoj šel ruku v ruce s vývojem software pro statistické zajištění procesní způsobilosti výrobků (Statistical Process Control) SPC

Všechny tyto systémy byly izolovaným řešením pro specifická oddělení. Jako výsledek tohoto stavu vznikly v polovině 90. let integrované výrobní systémy CIM (Computer Integrated Manufacturing). Jejich implementace ale často selhávala díky jejich složitosti a také ne příliš velké ochotě investovat do nich. Společnosti čelily výzvám, aby byly lepší, rychlejší a levnější. Vznikla potřeba integrovaného pozorování výkonnosti procesů výroby v reálném čase. Změny požadavků na systémy řízení výroby a na informace, které mají být poskytovány, byly s tímto úzce spojeny. Optimální výrobní proces pro výrobek je vyvinut interaktivně skrze simulaci výrobního procesu včetně výměny informací a materiálového toku. Souvisejícím pojmem je digitální podnik. Ve virtuálních procesech je výroba simulovaná, ohodnocená a po úspěšném cyklu je uvolněna pro aktuální proces.

(Meyer, Fuchs a Thiel, 2009, pg. 6)

Pohled na historický vývoj těchto systémů od uvedených autorů se příliš neliší od informací, které uvedl Kletti. Meyer, Fuchs a Thiel (2009, pg. 6) budou dále pokračovat ve svých poznatcích k tématu:

Některé důležité komponenty či součásti pro dosažení těchto ambiciózních cílů jsou následující:

- standardizace – standardizace výrobních systémů je jednou z nejdůležitějších podmínek pro efektivní zavedení MESu

- integrace dat – všechna relevantní plánovací data (na proces, zdroje a produkt) jsou zachycena jednou zainteresovanou osobou a jsou spravována centrálně ve společné databázi

- automatizace (ve strojírenství) – softwarové nástroje dovedou zvládat mnoho aspektů a rutinních záležitostí automaticky
- řízení procesů a změn – všechny osoby, které jsou zapojeny do procesu, vykonávají své úkoly na základě definovaných pracovních postupů s rozsáhlou podporou ze strany IT systému (požadovaná detailní data jsou na správném místě a ve správném kontextu)

(Meyer, Fuchs a Thiel, 2009, pg. 6-8)

2.3 Benefity MES

Je vhodné si vytyčit některé výhody, které s sebou implementace systému MES může přinést nebo které problémy je schopen tento systém řešit. Pokud se firma rozhodne pro implementaci takového systému, pak by měl mít takový projekt své opodstatnění.

Jde tedy o:

- větší pravidelnost dodávek a z toho plynoucí lepší využití kapacit a snižování dodacích lhůt a skladovacích zásob
- snímky v reálném čase
- mohou vyjít najevo některé okolnosti, které jsou příčinou vyšších nákladů (neplánovaná vyšší spotřeba materiálu nebo času)
- větší spojitost a soulad dat
- menší výdaje na sběr dat
- umožňuje okamžité příkazy a přímé akce
- redukce poruch strojů nebo nástrojů včetně plánování údržby
- vyšší míra vytížení a větší výrobní kapacita za stejné náklady (díky hodnocení prostojů a slabých stránek)
- zjednodušení kalkulace výkonových odměn pro zaměstnance
- dokumentace odchylek a rychlá odezva na tyto negativní trendy
- je možné sledovat vstupní materiál a odpad

(Kletti, 2007, pg. 38-39)

- shromažďováním velkého množství dat je možné generovat informace, které mohou být užitečné při formulaci potenciálu pro zlepšení (například OEE pro operační zdroje, oddělení nebo celé závody)

(Kletti, 2007, pg. 39)

Výhod, které implementace tohoto systému přináší, je celá řada. Pokud se tedy podnik rozhodne k investici do tohoto systému, pak je vhodné také vědět, jak probíhá implementace nebo kde mohou vzniknout problémy.

2.4 Implementace systému MES

Výrobní závod na sebe může vhodně upozornit daty, která jsou přesná a sesbírána v reálném čase. Záznam informací a také jejich odevzdávání kompetentním osobám včetně nástrojů pro analýzu by měl zabezpečit právě MES. MES můžeme chápat jako nervovou soustavu firmy – je tedy nejvíce důležitým článkem IT infrastruktury dané firmy. Neméně důležitým úkolem je sladit ho i s jinými součástmi této nervové soustavy. A právě tento typ implementace a integrace IS MES je nejvíce náročný. Pokud totiž nedojde k integraci, pak bude chybět zpětná vazba o zbytku firmy v reálu. Integrace je také podstatná z toho důvodu, že prověří informace na vstupu i na výstupu do MES. Pokud se tyto informace budou využívat i dále v procesech, které budou následovat, pak by měly tyto informace být zkontrolované a také přesné. Pokud vyvstane otázka – které procesy nebo data bychom měli integrovat a se kterými systémy, pak je jednou z možností využít integrace ERP, MES, APS a třeba i WMS. (König a Šimíček, © 2010)

V předchozím odstavci byl zmiňován mimo jiné záznam dat v reálném čase. Jak takový sběr probíhá, prozradí následující příspěvek.

2.4.1 Jak probíhá sběr dat

Pomyslné nervové soustavě poskytují informace hlavně smysly a těmi jsou v tomto případě přímé propojení a sbírání informací ze zařízení či strojů. Možností napojení je více a záleží na typu stroje, kterou z těchto možností využijeme. Může se jednat o externí senzory, standardní rozhraní nebo i o signální linky. Stroj, který odpovídá moderním trendům, zpravidla disponuje rozhraním pro komunikaci, které se shoduje se standardy ve světě.

(König a Šimíček, © 2010)

Zde se jedná o sériové sběrnice (RS-422/232/485), ethernet (či jeho varianta určená pro průmysl a lokální síť), USB nebo modul IEEE (bezdrátový; 802.15.4). Pokud potřebujeme připojit stroje, které jsou již starší a rozhraní pro komunikaci jim chybí, pak je nutné doinstalovat jim doplňkové karty. Tento proces je problematický a často je i vyloučen. Řešení může být spojení se signálovou linkou, která disponuje snímačem nebo relé. Jiným řešením je montáž senzorů (neinvazivní) a následné hodnocení sekvencí digitálního nebo analogového signálu PLC. Výstupy tohoto zařízení integraci na přímé úrovni umožňují.

(König a Šimíček, © 2010)

Pozastavme se u druhého zmiňovaného způsobu sběru dat. V našem případě se bude jednat právě o linku, kterou bude potřebné neinvazivně doplnit o senzory a PLC zařízení.

Předtím, než přejdeme k překážkám implementace, bylo by vhodné si připomenout, jak probíhá sběr dat v případě, že firma tímto systémem nedisponuje.

Operativní evidencí výroby se rozumí systém pro sběr dat prvotního charakteru z procesu výroby. Tato evidence zabezpečuje vstupní data pro analýzu na poli výrobního management a jiných oblastí. Jde převážně o evidenci nebo záznamy:

- prostojů (dle místa vzniku a příčin)
- manka a zmetků (dle zavinění nebo nákladů na zmetky)
- spotřeby a převzetí materiálu
- režijních nákladů (oprava, pomůcky, pohonné hmoty aj.)
- plnění výrobního plánu (plán jakosti, rozpracovaná výroba)
- využití výrobních zařízení a výkonů (zmetky, manka, kvalita, pohyb a objem výroby, rozpracovanost, využití z hlediska času)
- výkonů pracovníků (výkonové normy a jejich plnění, využití pracovní doby a její dodržování)

(Tomek a Vávrová, 2000, s. 254-257)

Spolu s operativní evidencí výroby se také důležité se seznámit k principem kontrolingu řízení výroby. Jeho průběh se skládá z šesti kroků. Těmi jsou:

- určení cílů (velikost, zaměření, cílová hodnota, odchylky, čas)
- zjišťování skutečnosti (rozptyl měření, jeho postup, místa, ukazatele aj.)
- analýza odchylek (v případě překročení mezí; rozdíl mezi skutečnou a plánovanou hodnotou)
- opatření (konkrétní příčina, těžiště opatření, termíny, osoby, které budou mít zodpovědnost, opatření v rámci nákladů)
- určení ukazatelů plánu
- kompletní změna plánu (v případě že opatření přineslo svůj výsledek; základem jsou opatření a jejich účinky; pro nové hodnoty musí být opět určeny cíle)
- výsledky (informace o nich; podoba znázornění, podrobnost období a termín)

Cíl a jeho stupeň dosažení je základem pro změny cílů, které by se vyvíjely žádoucím směrem. Tímto je zakončen kontrolingový okruh. (Tomek a Vávrová, 2000, s. 255-257)

2.4.2 Překážky implementace MES

Implementace IS MES není úplně obvyklou záležitostí. Největší bariéry můžeme spatřovat hlavně v:

Kmenová data a jejich údržba:

- Zdroj těchto dat by měl být pokud možno jedinečný a data by se neměla přepisovat ve smyslu přepsání ze systému ERP do IS MES

Data a spolehlivost:

- Počet vyrobených ks zpravidla nesedí počtem s údaji, které jsou uvedeny v ERP nebo WMS a proto je vhodné data pořizovat v procesech, které následují (zaúčtování, přesun v rámci skladu…)
- MES by také neměl být samostatný a oddělený od okolí

(König a Šimíček, © 2010)

Organizace založená na procesech:

- Terminál MESu může být instalován i k místům, kde není umožněna celková integrace se strojem (montáž, opracování…)
- Odepisování z výroby může být součástí procesu, který provádí operátor tohoto stroje

Složitost:

- Operátor by neměl být nucen k zadávání velkého množství dat nebo ke složitému dohledávání správných dat
- Usilujeme o jednoduchost

Reporting a online monitoring:

- KPI by měly být vyhodnocovány online
- Pokud dojde k chybovému stavu, pak by mělo být zajištěno upozorňování (automatické), které by zabezpečilo neprodlený servis stroje

(König a Šimíček, © 2010)

Příspěvek popsal překážky, které by mohly při implementaci nastat. V posledním odstavci, který zmiňuje reporting, jsou také zmíněny KPI ukazatele. Ty pro nás dále budou klíčové. Benefity MES již byly zmíněny, ale jednalo se spíše o příznivé změny, které mohou nastat, pokud daný systém bude zaveden. Další kapitola nám sdělí některé dílčí přínosy a hlavně účel implementace a jakým způsobem budeme s daty dále pracovat po implementaci.

2.4.3 Výhody a účel implementace

Základním kamenem je měřitelnost. Na základě získaných dat změření můžeme hodnotit či zlepšovat. Firma by také neměla počítat s okamžitým přínosem, který by byl kvantifikovatelný. Prvním krokem je práce s OEE, pracovat s největšími ztrátami, vytyčit hlavní změny a aplikovat je a opětovně provést vyhodnocení za pomoci OEE. Výrobní proces by se měl zlepšovat komplexně a kontinuálně. Pokud se jedná o konkrétní výhodu či přínos, který by měla daná implementace přinést, pak je to například nižší zmetkovitost a total cost of ownership (TCO) a také lepší produktivita. (König a Šimíček, © 2010)

Následující odstavec nás seznámí s měřením výkonnosti spjatým s informačními technologiemi.

V průběhu devadesátých let proběhl v informačních technologiích značný vývoj kupředu. Díky tomu je možnost hodnotit podnik a jeho funkci na lepší úrovni hlavně z procesního hlediska. Dnes již podporují hodnocení výkonnosti procesů v podniku a napomáhají k jejich zdokonalování. Vhodným ukazatelem může být množství výstupů a vstupů ve stanovené době, průběh (jeho doba) procesu nebo činnosti nebo využité zdroje k uskutečnění procesu aj. Pro každý proces by měla být definována výkonnostní metrika a její váha a limit. Metrika by měla být také zahrnuta do motivační složky zaměstnance a taktéž by získané hodnoty měly být k dispozici vlastníkům procesu a managementu.

(Basl a Blažíček, 2012, s. 123-124)

Pro tuto diplomovou práci jsou důležité hlavně metriky, které se soustředí na výrobu. Více nám je přiblíží další kapitola.

2.5 KPI ukazatele

Předchozí odstavce shrnuly podstatu zavedení MESu do firmy a úvod do problematiky měření výkonnosti podniku. Základním účelem MESu je mimo jiné pozvednout efektivitu výroby, monitorovat ji a vyhodnocovat její výkonnost. Na základě těchto údajů následně dojde k formulaci problému, jeho řešení a cíle, který povede k zlepšení. Abychom byli schopni hodnotit výkonnost, je nutné disponovat vhodnými ukazateli, na kterých bude postaveno hodnocení dat, která systém sesbíral. Tyto metriky jsou zmiňované KPI ukazatele. Jsou důležitou součástí implementace systému MES, protože bez metrik sesbíraná data nebudou mít valnou sdělovací hodnotu.

Zároveň je potřebné brát v potaz typ výroby, který tyto ukazatele může do značné míry ovlivňovat ve smyslu zkreslení výsledků nebo jiných specifik. V našem případě se bude jednat o kontinuální výrobu, která bude více probrána v další kapitole. Je nutné některé ukazatele poupravit tak, aby se daly aplikovat v konkrétní výrobě. To znamená, že se nemusí jednat pouze o KPI ukazatele v té podobě, jak je známe z odborné literatury, ale tyto budou rozpracovány až v praktické části práce. Nyní se tedy seznámíme s klasickými definicemi, které se týkají metrik.

Jedná se o metriku, které se soustřeďuje na konkrétní aktivity procesu a jejich požadavek na zdroje (spotřeba). Například jednotlivé zdroje procesu a jejich procento využívání nebo délka prostoje pracoviště. (Bruckner at al., 2012, s. 174)

Podstatnou částí řízení je měření a následující vyhodnocení dané výkonnosti. Okolí podniku se mění neustále rychleji a tato možnost nabývá strategického významu. Sledování výkonnosti je již nyní věcí přežití podniku, ne pouze záležitostí konkurenceschopnosti. Reporting podniku by tak měl být přehodnocen a tlak je také vytvářen na změny v rámci systémů pro měření výkonnosti. Nedílnou součástí takového systému je i zpětná vazba pro zlepšování úrovně výkonnosti nebo její udržení. Základem pro takový systém jsou ukazatele. Jejich systematizace:

- dle objektu měření: tvrdé a měkké
- dle opakovatelnosti použití: kontinuální a diskrétní
    - kontinuální: měříme je kontinuem (nekonečná stupnice): váha, čas, peníze, periodicita (stanovená)
- dle oblasti měření na ukazatele: výsledku, procesu, hospodárnosti a účinnosti
- dle úrovně řízení: strategická, taktická a operativní úroveň
- opožděné a dopředné ukazatele aj.

Kvalitní ukazatel by měl být rychle zaveden, pochopen, vytvořen i upravován. Také by měl korespondovat se strategií podniku a cílem zákazníka, náplní práce jednotlivce a také s provozem firmy. Jejich cílem by mělo být zlepšování, ale zároveň by neměly být trvalé nebo nedotknutelné. Některými jejich problémy jsou hlavně průměrování, variabilita procesů, složitost, kontrolní meze a také lišící se definice shodných ukazatelů.

(Mikušová, © 2013)

Kromě povinných analýz je také podstatné zaznamenávat i výkonnost strojů nebo zařízení v definovaném období a neustále sledovat odchylky. Následně jsou určeny typické klíčové ukazatele pro zhodnocení výkonu stroje:

- stupeň kvality
- OEE

(Meyer, Fuchs a Thiel, 2009, pg. 116,)

- dostupnost
- stupeň výkonu
- produktivní čas

(Meyer, Fuchs a Thiel, 2009, pg. 116,)

Implementace MESu je nákladná a proto musí také vést k měřitelným zlepšením ve výrobě. Klíčové ukazatele musí popisovat současnou situaci (před zavedením MESu) a měly by být zlepšeny právě MESem, který zohlední růst efektivity.

(Meyer, Fuchs a Thiel, 2009, pg. 181)

2.6 Celková efektivita zařízení (CEZ, OEE)

Tato metrika je často využívána při hodnocení parametrů, které jsou klíčové pro procesy výroby. Cílem OEE je mimo jiné také eliminace důvodů, které jsou příčinou „velkých šesti“ ztrát. K tomu jsou třeba úplné a aktuální data o výrobě a vhodná metrika. Jde o jeden z uznávaných KPI (klíčový indikátor výkonnosti).

(König a Šimíček, © 2010)

Tato definice více bere v potaz hledisko z pohledu MES. Další definice je více obecná.

(Celková efektivita zařízení – Overall Equipment Effectiveness) Tento kvantitativní ukazatel slouží k vyjádření výkonu zařízení, jeho kvality a dostupnosti. Vyjadřujeme jím efektivitu využití stroje nebo zařízení. Jedná se o funkci ztrát, jejichž příčinou jsou závady, úbytek rychlosti v důsledku redukce rychlosti, prostoje nebo ztráty kvality. Co se týče metodiky, opírá se o koncept šesti ztrát. Díky nim nedosahujeme větší efektivity provozu stroje.

(Boledovič, © 2007)

Zmiňovanými velkými ztrátami je myšleno:

- zahřátí
- nižší rychlost
- nastavování
- zmetkovitost při rozběhu nebo produkční

(König a Šimíček, © 2010)

- porucha
- výpadek krátkodobého charakteru

(König a Šimíček, © 2010)

$$\mathbf{CEZ\ (OEE) = D * V * Q} \tag{1}$$

(Boledovič, © 2007)

$$\mathbf{CEZ\ (OEE) = \frac{Efektivní\ čas}{Čas\ výroby\ (plánovaný)}} \tag{2}$$

V = výkon

Q = kvalita

D = dostupnost

$$\mathbf{Dostupnost = \frac{Plánovací\ čas - přerušení\ (čas)}{Plánovací\ čas} * 100} \tag{3}$$

$$\mathbf{Kvalita = \frac{celkový\ výstup\ (výroba) - počet\ nekvalitních\ výrobků}{celkový\ výstup\ (výroba)} * 100} \tag{4}$$

$$\mathbf{Výkon = \frac{jednotkový\ čas * výkon\ výroby}{operační\ čas} * 100} \tag{5}$$

(Boledovič, © 2007)

Hodnota tohoto ukazatele se zpravidla drží na 30% - 60% (v tuzemských podmínkách). Firmy (světové třídy), které úspěšně zavedly TPM mohou dosáhnout 85%. Výsledek OEE ilustruje perspektivu zlepšení stroje. Využitím zásady 20:80 je možné eliminovat 80% prostojů tím, že odstraníme 20% jejich příčin. (Boledovič, © 2007)

Prozatím jsme si OEE pouze popsali – k čemu nám tento ukazatel slouží a jeho vzorce pro výpočet. OEE umožňuje také ovlivňovat jeho hodnotu.

Zvýšení CEZ (OEE):

- nalezení výše uvedených šest ztrát (zdroje a zařízení ve výrobě, člověk) a úzkých míst výroby
- určení postupu či metodiky, kterou se bude měřit CEZ
- lepší hodnota OEE (CEZ) – návrh eliminace ztrát, seznam opatření vedoucích k nápravě a jeho zavedení
- zhodnocení efektivity opatření

(Boledovič, © 2007)

2.7 Odvozené ukazatele od OEE

Jedná se o další metriky, které je možné využít při hodnocení výkonnosti.

2.7.1 TEEP

Total Equipment Effectiveness Performance (TEEP) bere v potaz i prostoje – ty plánované. Oproti OEE hodnotí efektivnost ve vztahu k času v rámci kalendáře. TEEP se bude shodovat s OEE, pokud by byl v plánu nepřetržitý provoz stroje (denně, celý rok).

(Patočka, © 2013)

$$\mathbf{TEEP} = \frac{\mathbf{Čas\ zařízení\ (užitečný)}}{\mathbf{Kalendářní\ čas}} \tag{6}$$

nebo

$$\mathbf{TEEP} = \mathbf{dostupnost} * \mathbf{využití} * \mathbf{výkon} * \mathbf{kvalita} = \mathbf{dostupnost} * \mathbf{OEE} \tag{7}$$

kde

$$\mathbf{Dostupnost} = \frac{\mathbf{disponibilní\ čas}}{\mathbf{kalendářní\ čas}} \tag{8}$$

(Patočka, © 2013)

$$\text{Výkon} = \frac{\text{čistý výrobní čas}}{\text{výrobní čas}} \tag{9}$$

$$\text{Využití} = \frac{\text{výrobní čas}}{\text{disponibilní čas}} \tag{10}$$

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{užitečný výrobní čas}}{\text{čistý výrobní čas}} \tag{11}$$

(Patočka, © 2013)

2.7.2 PEE

Další z řady odvozených ukazatelů. V tomto případě by se jednalo o vzorec, který by mohl být využit do budoucna, jakmile bude možné dopočítat kvalitu (zmetky se neevidují) a budou lépe evidovány prostoje, které se budou rozdělovat na plánované a neplánované.

Production Equipment Efficiency (PEE). Liší se zejména danými váhami ukazatelů Kvality, Výkonu a Dostupnosti dle typu výroby:

Kontinuální výroba:

$$\text{PEE} = (\text{plán.prostoje})^{v1} * (\text{neplán.prostoje})^{v2} * (\text{výkon})^{v3} * \\ * (\text{kvalita})^{v4} * (\text{PSE})^{v5} * (\text{OU})^{v6} \tag{12}$$

kde

v = váha

i = ukazatel i (1,2,3,4,5,6)

vi = větší než 0 a zároveň menší než 1, suma vi = 1

(Patočka, © 2013)

Plánované prostoje odpovídají ukazateli Dostupnosti a neplánované Využití. V tomto druhu výroby se počítá s tím, že nejsou žádné ztráty zapříčiněné seřizováním (nejsou zohledněny).

OU = ztráty z poptávky

PSE = transakční ztráty

(Patočka, © 2013)

Tímto bychom uzavřeli kapitolu o OEE a dalších odvozených ukazatelích a nyní je na řadě takt time a po něm ukazatele produktivity, které jsou v našem případě neméně důležitými metrikami.

2.8 Takt Time

V případě výrobního taktu se jedná o časový úsek mezi dvěma výrobky, které následují po sobě. Je to klasická norma v rámci operativního řízení, která se využívá hlavně v rámci proudové výroby nebo při výrobě na lince (tedy ve vyšší formě výroby).

$$\text{Výrobní takt} = \frac{\text{využitelný časový fond linky nebo zařízení v hod nebo min}}{\text{počet výrobků (součástí), které by měly být v daném čase výrobeny}} \quad (13)$$

(Tomek a Vávrová, 2007, s. 134)

2.9 Produktivita

Produktivita jako taková musí stále vzrůstat. Česká republika si ovšem nemůže dovolit vysoké investice a proto se musí spoléhat na jiné možnosti a těmi jsou také nefyzické investice. Jejich podstata spočívá v tom, že se více využije schopností zaměstnanců a také že práce je lépe zorganizovaná. Produktivitou je myšlena míra, která vypovídá o tom, jak se využívají zdroje pro tvorbu výrobků (do jaké míry je to efektivní). Velmi obecně se dá popsat jako poměr výstupem a vstupem. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 21-29)

P = výstup/vstup

Výstup může být vyčíslen buď v jednotkách nebo i v objemu (ks, t, l,…) nebo také v penězích (cena výroby). Co se týče vstupů, řídí se dle kategorií (kapitál, stroje a zařízení pro výrobu, materiál, pracovní síla). Produktivita se dělí dle úrovně, ke které byly obě složky (vstup a výstup) vztaženy. Pak se jedná o oborovou, národní nebo podnikovou produktivitu a další. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 21-29)

Obecné typy poměrů:

- index produktivity
- parciální produktivita
- totální produktivita

(Mašín a Vytlačil, 1996, s. 21-29)

2.9.1 Parciální produktivita

$$\mathbf{PP} = \frac{\mathbf{měřitelný\ výstup\ (celkový)}}{\mathbf{1\ třída\ měřitelného\ vstupu}} \tag{14}$$

nebo

$$\mathbf{PP} = \frac{(\mathbf{HV} * \mathbf{PC}) + (\mathbf{RV} * \mathbf{PR} * \mathbf{PC}) + \mathbf{OST}}{\mathbf{1\ třída\ měřitelného\ výstupu}} \tag{15}$$

(Mašín a Vytlačil, 1996, s. 21-29)

2.9.2 Index produktivity

$$\mathbf{Index\ produktivity} = \frac{\mathbf{aktuální\ produktivita}}{\mathbf{standard\ produktivity}} * \mathbf{100} \tag{16}$$

(Mašín a Vytlačil, 1996, s. 21-29)

2.9.3 Totální faktor produktivity

$$\text{Totální faktor produktivity} = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{pracovní síla} + \text{kapitál}} \tag{17}$$

nebo

$$TFP = \frac{(HV * PC) + (RV * PR * PC) + OST}{PS + K} \tag{18}$$

(Mašín a Vytlačil, 1996, s. 21-29)

2.9.4 Totální produktivita

$$\text{Totální produktivita} = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}} \tag{19}$$

nebo

$$TP = \frac{(HV * PC) + (RV * PR * PC) + OST}{PS + M + K + E + Tch + V + Ad + T + Q} \tag{20}$$

Vstup může být v pracovních hodinách pracovníka, ve strojních hodinách nebo v materiálu. (Mašín a Vytlačil, 1996, s.21-29)

Vysvětlivky:

PS: náklady na zaměstnance

M: náklady na materiál

HV: hotová výroba

OST: jiné (ostatní) příjmy

PR: procento rozpracovanosti

K: vstup kapitálu (pracovní a fixní)

Q: náklady vynaložené na jakost

(Mašín a Vytlačil, 1996, s. 21-29)

V: vynaložené náklady na vývoj

T: náklady vynaložené na trénink

RV: rozpracovanost (výrobky)

Ad: náklady vynaložené na administrativu

E: energie (jejich spotřeba)

PC: prodejní cena

Tch: náklady vynaložené na technologii

(Mašín a Vytlačil, 1996, s. 21-29)

Měření produktivity by mělo být kontinuální a výsledky takového měření se musí interpretovat a revidovat. Výsledky jsou vztaženy určitému standardu – minulé období, analýza ze strany průmyslových inženýrů a výsledky konkurentů.

(Mašín a Vytlačil, 1996, s. 21-30)

2.10 Průběžná doba výroby

Dalším z KPI ukazatelů pro sledovanou výrobu je průběžná doba výroby. Tato bude v praktické části vztažena k průběžné době zakázky.

Jedná se o období, které začíná naskladněním surovin nebo materiálu do procesu výroby. Končí v okamžiku, kdy je výrobní proces u konce a výrobky, které byly vyrobeny, jsou prodejné. (Mašín, 2005, s. 65)

Podobně průběžnou dobu výroby vidí i Kěřkovský (2009, s.15). Definuje ji jako časový úsek, který je potřebný (či je v něm naplánován) pro proces výroby.

2.11 Využití výrobní kapacity

$$\textbf{Využití výrobní kapacity} = \frac{\textbf{skutečný objem výroby}}{\textbf{výrobní kapacita (kapacitní objem výroby)}}$$

(21)

Výsledkem bude koeficient od 0 do 1 nebo procento, pokud bude výsledek vynásoben stem.

(Synek, Kislingerová a kol., 2010, s. 189 a 191)

$$\text{Výrobní kapacita (natur. jedn.)} = \text{využitelný časový fond (hod)} * \text{výkon (natur. jedn. za 1h)} \quad (22)$$

(Synek, Kislingerová a kol., 2010, s. 189 a 191)

Na závěr KPI ukazatelů si ještě připomeneme výkonové normy, které z hlediska praktické části práce souvisí s těmito metrikami.

2.12 Výkonové normy

Dle Dvořákové a kol. (2007, s. 216) jsou výkonové normy vyjádřeny buď v podobě normy množství (kusy, doklady nebo jiné jednotky plynoucí z pracovního úkolu za jednotku času – měsíc, směna aj.) nebo jako norma času (čas, který je spotřebován na pracovní úkol). Pokud je norma vztažena k časovému úseku, který je delší, pak se tato norma může nazývat ukazatel výkonu. Její přesnost může být různá a vztahuje se k opakovanosti práce.

2.13 Reporting

Report je neméně důležitá součást výstupů, které nám MES poskytuje. Jakmile jsou data sesbírána a analyzována KPI ukazateli, pak je nutné z nich vytvořit srozumitelný výstup. Tento by měl mít co nejvyšší sdělovací hodnotu pro všechny osoby, kterých se bude dotýkat, měl by být přesný a taktéž jeho vzhledová stránka by měla být na úrovni. Konkrétní ukázky reportů jsou uvedeny v praktické části práce.

Za významem slova reporting se skrývá souhrnný systém zpráv a výkazů na vnitropodnikové úrovni. Sjednocuje data potřebná k vedení podniku, ale také jeho organizačních jednotek. Jejich podstatnou součástí jsou i KPI neboli kritéria pro řízení výkonnosti, s jejichž pomocí hodnotíme reálný vývoj ve srovnání s úkoly a cíly, které byly určeny.

(Šoljaková a Fibírová, 2010, s. 10)

MES musí být schopen poskytovat spolehlivé reporty odlišným skupinám uživatelů. Tyto obsahují reporty ze směn dle výrobní oblasti poskytované výrobnímu managementu, poruchové reporty pro údržbu a opravy, reporty o kvalitě pro zajištění kvality a KPI reporty pro vedení. Tyto reporty jsou obvykle stanovovány pro střednědobé či dlouhodobé období.

(Meyer, Fuchs a Thiel, 2009, pg. 148-149)

Měly by podporovat pracovníky v jejich každodenní práci. Jediné omezení v hodnocení dat musí vyplynout prostřednictvím flexibilního filtru (jednotka zboží, časová oblast, jednotka zboží). Základní struktura reportu je zachována. (Meyer, Fuchs a Thiel, 2009, pg. 148-149)

Druhý požadavek na reporting je spontánního charakteru. Například - při zavádění nových výrobků jsou nové reporty vyžadovány ve velmi krátkém čase. Obsah je specifický a proto je těžké je standardizovat. (Meyer, Fuchs a Thiel, 2009, pg. 148-149)

2.14 WMS

Stále ještě nebylo řečeno nic o systému WMS. Systém skladového hospodářství dovede značně ulehčit evidenci a dohledávání zboží. V našem případě se bude jednat o označování zboží štítky s čárovými kódy. Pokud jde o souvislost s MES, pak systém MES je jakýmsi prostředkem pro zprovoznění WMS. Jinými slovy tiskne zmiňované štítky, které jsou následně využity systémem WMS. Ukázky štítků a přiblížení obou projektů, které se týkají MES a WMS, bude uvedeno v praktické části práce.

Vhodně zvolený informační systém pro sklad může znamenat nižší operativní náklady. Také může být jednou z konkurenčních výhod. Jedná se o specializované řešení, které zastřešuje procesy ve skladu. Takové řešení poskytuje Warehouse Management System (WMS). Zvládá řídit a kontrolovat úkony ve skladu on-line (v reálném čase). Mezi základní složky by měla patřit identifikace a to u lokací skladu, zboží a také u manipulačních jednotek. K tomu slouží čárové kódy. Díky tomuto typu řešení dochází k eliminaci chyb (chybná exspirace, množství nebo prohození zboží. Systém WMS komunikuje (oboustranně a automaticky) za pomoci komunikačního rozhraní s jemu nadřazeným PIS. Rozhraní také slouží k přenášení dat. Jedná se o kmenová data, kterými je například adresář firem, objednávka (nákup nebo prodej) nebo katalog zboží. Pokud dojde k pohybu zboží ve skladu, pak je tato informace potvrzena v systému ERP zpětně. Díky této kontrole jsou informace aktualizovány (v ERP i WMS) a tomu odpovídá i jejich skutečný stav v reálném čase. (Šuráň, © 2010)

Co by měl vhodný systém zabezpečit:

- automatická identifikace s RFID tagem nebo čárovým kódem (za pomoci přenosného terminálu)

(David, © 2012)

- rozhraní pro integraci v rámci systémů na celopodnikové úrovni
- technologie jako jsou váhy nebo dopravníky
- změny ve skladu jsou evidovány v rámci reálného času
- respektování FEFO, FIFO, LIFO a jiných pravidel
- rychlejší a automatizovaná inventarizace
- v rámci logistických operací, které jsou považovány za standardní, jsou k dispozici další funkce jako je doplňování, kitování, příjem, kontrola na vstupu, vychystávání, přebalování, vratné obaly nebo balení
- algoritmy pro optimalizaci v rámci rozmístění položek zásob (ve skladu)
- vyhodnocování a analyzování dat, která se týkají logistiky
- optimalizace také pro trasy, po kterých se pohybuje personál skladu
- kontrola a řízení provozování skladu v rámci operací, činností a procesů
- náklady i výkonnost a aktivity jsou měřitelné

Pokud jsou dodržena výše uvedená pravidla, pak by mělo dojít k zlepšení produktivity práce, mělo by se optimalizovat užívání prostor skladu a také by mělo být méně reklamací a to již při implementaci. V ceně takového systému bude hrát zásadní roli míra přizpůsobení zákazníkovi. (David, © 2012)

Kromě zmiňované vyšší produktivity a kontroly jsou k dispozici také kvalitní informace pro management k zlepšování procesů ve skladu, vyhodnocování nebo plánování. Warehouse management system také umožňuje monitorovat skladníky a to díky mobilním terminálům. Výkon skladníka je tedy měřitelný a dá se hodnotit (doba vychystání objednávky atd.). Mezi další výhody takto řízeného skladu může patřit lepší servis pro zákazníky, jednodušší operace ve skladu, menší vliv lidského faktoru (chybovost), více úspor z ekonomického hlediska a omezení papírových dokladů. Služby pro zákazníka jsou díky tomuto systému mnohem kvalitnější a jeho zboží je přichystáno včas a v dobrém množství a kvalitě. (Šuráň, © 2010)

Tímto by byla ukončena kapitola o implementaci zmiňovaných systémů a také o KPI ukazatelích. Následující kapitola rozvede zejména výrobu a také průmyslové inženýrství.

3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ A VÝROBA

Kapitola rozvede průmyslové inženýrství, úlohu průmyslových inženýrů a následně vybrané prvky tohoto oboru a dále se soustředíme pouze na výrobu a její základní druhy s konkrétním zaměřením na výrobu kontinuální a také specifika MES v plastikářské výrobě.

3.1 Průmyslové inženýrství

Jedná se o vědní disciplínu, jejíž náplní je eliminace iracionality, plýtvání či nadměrné zátěže z pracoviště. Jde o nacházení způsobů jak lépe pracovat. Tyto činnosti vedou ke kvalitním službám i výrobkům a to levněji, rychleji a mnohem více jednoduše. Jedná se o mladou disciplínu, která se vyvíjí a její reakce na změnu v okolí je rychlá.

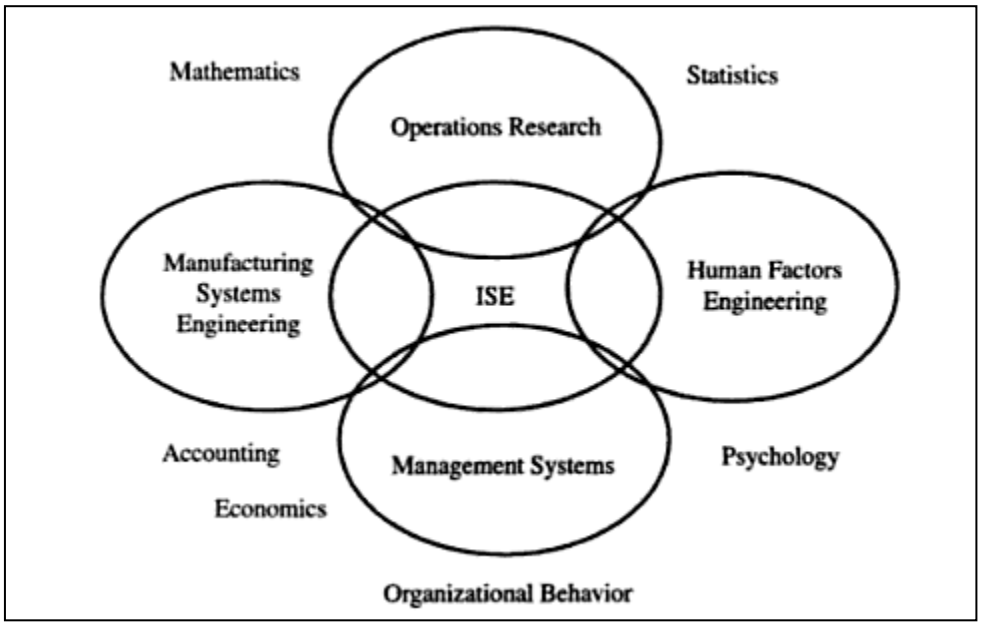
(Mašín, 2005, s. 65-66)

Novější definice (21. století) zní trochu jinak: průmyslové inženýrství je vědní disciplínou, která je uznávaná a její náplní je řízení a implementace sjednocených systémů včetně jejich návrhů a plánování. Účelem je nabízet služby či vyrábět výrobky. Takovým systémům napomáhá k spolehlivosti, dodržení plánu a také k údržbě, správě nákladů a vysoké produktivitě – v průběhu každé životní etapy služby či výrobku.

(Mašín, 2005, s. 65-66)

Salvendy (2001, pg. 4-6) vidí úlohu průmyslových a systémových inženýrů (ISE) v širších souvislostech. ISE jsou v tomto modelu postavení na jádru základních inženýrských osnov a specializují se ve čtyřech základních okruzích: inženýrství lidského faktoru, inženýrství výrobních systémů, v operační analýze a v inženýrství manažerských systémů. Každá z těchto čtyř speciálních oblastí je provázaná se základními znalostními oblastmi a (nebo)

s aplikačními oblastmi jako je psychologie, statistika, informační vědy, matematika, účetnictví a ekonomika.



Zdroj: Salvendy, 2001, pg. 5

Obr. 5 Pole působnosti průmyslových a systémových inženýrů

Pokud se opět vrátíme ke klasické definici průmyslového inženýrství a jeho metod, pro praktickou část práce jsou nejvíce důležité tyto prvky průmyslového inženýrství:

3.1.1 Vizualizace a vizuální pracoviště

Vizuálním pracovištěm nazveme organizované, řízené a také uspořádané pracoviště, jehož procesy jsou popsané a jasné. Tímto je vytvořen základ pro autonomní pracoviště, zeštíhlování nebo eliminaci plýtvání. (Musilová, © 2007)

3.1.2 Standardizace

Jedná se o program, jehož funkcí je kontrola a tvorba procedur nebo postupů, které se týkají kvality výrobků a udržování této kvality, pracovních podmínek a postupů aj.

(Mašín, 2005, s. 76)

3.1.3 MOST

Zkratka znamená: Maynard Operation Sequence Technique. Jedná se o způsob měření času, který zabírají pracovní činnosti. (Mašín, 2005, s. 50)

Vychází z faktu, že práce, kterou člověk vykonává, se dá vyjádřit sekvenčními modely, které jsou univerzální. Cílem je zvýšení rychlosti tohoto rozboru. (Mašín, 2005, s. 50)

Od průmyslového inženýrství nyní přejdeme k výrobě, která je s tímto oborem taktéž spjatá a přiblížme si její typy.

3.2 Výroba

Výroba či výrobní proces je umožněn za pomocí výrobního systému a jedná se tedy o přeměnu faktorů, které souvisí s výrobou na službu nebo zboží. Tento bývá determinován:

- reakcí na poptávku a stálostí výroby
- množstvím a obměnami služeb nebo výrobků a jejich určením
- využitou organizací výroby, technologií nebo jejím uspořádáním

(Keřkovský, 2009, s. 7)

Po obecné charakteristice budou uvedeny základní typy výroby:

3.2.1 Typy výroby

Výroba **sériová** se vyznačuje opakováním a vyráběním na sklad (převážně polotovary). Takto se také uskutečňují objednávky – ze skladu a zákazník na ně nemá vliv. Speciálním typem je montáž na zakázku. (Synek a kol., 2011, s. 253)

Pro **kusovou** výrobu je charakteristický jeden výrobek (v případě více výrobku se od sebe výrobky odlišují), zařízení pro výrobu se dají přestavit a jsou univerzální a je zde vyšší úroveň kvalifikace, která se požaduje od pracovní síly. Může se dále členit na zakázkovou výrobu, výrobu na staveništi nebo výrobu dle projektu. (Synek a kol., 2011, s. 253)

Hromadná (masová) výroba vyrábí pouze jeden druh výrobku. Takový výrobek je vyráběn dlouhodobě a také ve značně velkém množství. Tento proces výroby je zpravidla automatizován a mechanizován na vysoké úrovni. Jedná se o nákladnou investici s vyšším podílem fixních nákladů a s malým podílem lidské práce v podobě vstupu. Je žádoucí, aby taková kapacita byla využita co nejvíce. Organizace probíhá v podobě pásové výroby nebo v podobě proudové (plynulé) výroby. U druhé zmiňované jde o nepřerušované přetváření polotovarů na hotové výrobky. (Synek a kol., 2011, s. 253)

Známe již základní typy výroby a pozastavíme se hlavně u poslední zmiňované – hromadné výroby. Do hromadné výroby spadá také výroba proudová, jinými slovy kontinuální.

Keřkovský a Valsa (2012, s. 12) vidí v proudové (continuous) výrobě plynulý tok rozpracovanosti mezi jednotlivými pracovišti.

Tento typ výroby je pro nás nejdůležitější, protože charakteristiky kontinuální výroby jsou klíčové pro další části práce.

3.2.2 Kontinuální výroba

Jedná se o speciální typ výroby hromadné. Tento typ výroby nelze na konci směny přerušovat, protože by docházelo k vysokým ztrátám z ekonomického hlediska. Výroba probíhá dlouhodobě a to po celý den (24 hodin). Tímto způsobem se vyrábí ocel nebo cukr.

(Váchal, Vochozka a kol., 2013, s. 464)

Pokud se zaměříme na chemickou (kontinuální) výrobu, tak tyto procesy probíhají nepřetržitě (celý týden, 24 hodin denně). Kapitálové investice jsou značně vysoké, postup náběhu je složitý a neméně náročný je také postup odstavování. Tyto podmínky tento typ výroby předurčují k tomu, aby fungovala nepřetržitě, až na dobu údržby, která není tak častá. Konkrétně chemická kontinuální výroba nebývá pružná. (Burian, 2012, s. 169)

Určité charakteristiky kontinuální výroby jsou již tedy známé. Zkusme se na ně podívat ještě z hlediska plánování a s více konkrétními informacemi.

V případě plánování, řízení nebo také sledování kontinuální (spojité nebo nepřetržité) výroby se tento typ liší od diskrétní výroby. Jedná se například o textilní, potravinářský nebo chemický průmysl. V případě plánování je sporné, jaká bude výsledná dávka. Zrovna tak není jednoduché rozpočítat vstupy, které byly vloženy do hotové výroby. Do výroby se může vložit například recyklát v kg, stroj vyrábí v bm (běžné metry) a tloušťka hotového výrobku může kolísat s určitou tolerancí. Výroba se liší v každé firmě. Sbírání dat, monitorování výroby nebo také řízení a plánování může být odlišné. Zmiňované typy výrob (chemická, textilní nebo potravinářská) se potýkají s nedostatečností ze strany systémů ERP nebo jejich klasických výrobních modulů. (Maggio.cz, © 2014)

Tímto bychom položili základy pro obecnou charakteristiku kontinuální výroby, která se týká sledované firmy. Z hlediska typologie výrobního procesu si tuto výrobu můžeme popsat z více úhlů pohledu.

Typologie z hlediska:

- řízení zakázek: okruh řízení je orientován na zakázky od zákazníků
- využívání technických zařízení:
    - využití a vývoj výrobní techniky: plně automatizovaná
    - počet výrobních jednotek: vícestupňová
    - procesní technologie (hlavní): chemická
    - výrobní proces a jeho ovladatelnost: plná
- výrobně-technické zaměření: druhovýroba, montáž, povrchové úpravy, změna substance
- časová struktura:
    - soulad procesu: stanovený takt
    - výrobní jednotka a její časové přiřazení: výměnná výroba
    - materiálový tok a jeho kontinuita: kontinuální výroba
    - technologická spojitost: spojitá
- prostorová struktura: výroba proudová (předmětný princip)

(Tomek a Vávrová, 2014, s. 40-43)

Každá výroba je specifická a nejinak je tomu i u firmy Fatra. Konkrétní specifika pro tuto firmu budou uvedena v praktické části práce. Tato firma podniká se zaměřením na plastikářskou výrobu a proto se ještě podrobněji seznámíme s charakteristickými podmínkami pro MES v tomto typu výroby.

3.2.3 Specifika MES v plastikářské výrobě

Plastikářský průmysl (a jeho formy výroby) je jedním z historických průkopníků v získávání výrobních dat, v zajišťování kvality a v detailním plánování.

(Kletti, 2007, pg. 241)

Procesy využívané v tomto odvětví zahrnují vstřikování (injection molding), tvarování vyfukováním (blow molding), extruzi a další speciální typy procesů, které jsou odvozeny od těch jmenovaných. Pokud se jedná o zvyšování ekonomické výkonnosti, zpravidla se nejvíc diskutuje o investicích do strojového parku a nástrojů. (Kletti, 2007, pg. 241)

Při bližším pohledu ovšem zjišťujeme, že zlepšení plánování a zaznamenání a vyhodnocení všech poruch je ekonomicky mnohem efektivnější, než podobná investice. Systém MES se svými funkcemi elektronické kontrolní stanice, sběrem výrobních dat, sbíráním dat o zařízení a řízením materiálu přináší do výroby transparentnost a zvyšuje ekonomickou efektivnost. Využití MES je účinné hlavně, pokud jsou splněny následující podmínky:

- možnost automatického sběru dat přímo ze stroje
- automatický provoz
- výroba využívá stroje a nástroje, které jsou dražší na pořízení
- přítomnost velkého počtu strojů stejného typu
- požadavek na vysokou vytíženost stroje a procento využití
- JIT v dodacích schopnostech
- hromadná výroba a další

Všechny uvedené podmínky jsou splněny při výrobě plastikových komponentů vstřikováním. Důležitými oblastmi aplikace v plastikářském odvětví jsou automotive, strojírenství, balení, lékařské technologie a elektrotechnický průmysl. Výrobky v plastikářské výrobě jsou komplexní, vyráběné ve velkém množství a musí splňovat značné množství požadavků souvisejících s kvalitou, užitnou hodnotou a spolehlivostí dodávek. Jelikož bylo u technologií, strojů a nástrojů dosaženo vysokých standardů, v tomto bodě jsou možné pouze evoluční možnosti zlepšení. Proto je mnohem efektivnější zajistit systémem MES, že výroba bude vysoce vytížená, bude mít vysokou kvalitu a nízký počet zmetků.

(Kletti, 2007, pg. 241-242)

Jak tedy bylo řečeno, plastikářská výroba je průkopníkem v této oblasti a přímo si žádá podobný systém, který by zajistil efektivní chod výroby.

Tímto by byla ukončena teoretická část práce a nyní si vytyčíme ty nejdůležitější informace.

3.2.4 Shrnutí teoretické části práce

Teoretická část práce nás v úvodu seznámila se základními druhy podnikových informačních systémů, z nichž byl pro nás nejdůležitější ERP systém. Následně bylo poukázáno na skutečnost, že tento systém je sice kvalitní, ale v některých případech nedostačující a to zejména pro účely sledování výroby a sběr dat.

Další kapitola nás tedy seznamuje se systémem MES, který tento problém řeší a zároveň může firmě přinést i mnoho pozitiv. K němu se váže soubor KPI ukazatelů, které jsou nezbytným doplňkem tohoto systému a jsou schopny pozvednout jeho sdělovací hodnotu v souladu s požadavky a možnostmi firmy. Součástí projektu je i systém WMS a i ten má v této kapitole své místo.

Poslední kapitola se zabývá vybranými prvky průmyslového inženýrství a samotným průmyslovým inženýrstvím jako oborem. V této kapitole také nechybí část o výrobě a to zejména o výrobě kontinuální a jejich specifikách, které jsou důležitá pro praktickou část práce. Nechybí ani zmínka o plastikářské výrobě v souvislosti se systémem MES.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 SEZNÁMENÍ SE SPOLEČNOSTÍ

V této části práce se nejprve seznámíme s firmou Fatra a dále bude analyzován současný stav sběru dat z výroby. Po analýze současného stavu a naznačení jeho řešení bude následovat část zabývající se implementací systémů MES a WMS. Následovat budou výpočty KPI ukazatelů a v závěru bude projekt zhodnocen.

Hlavní cíle:

- Primární cíl: Implementace MES jako řešení absence výrobního IS, snaha procesy měřit a řídit na základě přesných dat do konce roku 2014
- Sekundární cíl: podmínka pro zavedení dalších IS, hlavně WMS (tedy zavedení čárových kódů)

Dílčí cíle:

- Návrh výkonnostních ukazatelů
- Zlepšení úrovně reportingu
- Potřeba reálných a přesných dat z výroby
- Vyřešení současného stavu sběru dat

4.1 Fatra, a.s.

Na úvod se seznámíme se zmiňovanou firmou. Povíme si pár slov k její historii a profilu. Dále se seznámíme s její organizační strukturou. Jedná se o pobočku v Napajedlích. Projekt bude začínat na pracovišti válcovny a zde na lince Anger, která vyrábí podlahoviny, HIF aj.

4.2 Historie

Vznik společnosti se datuje k polovině roku 1935, kdy Fatra vzniká na podnět Ministerstva obrany. Vzniká tak první firma v České republice, která se orientuje na plastikářskou výrobu. Založena byla koncernem Baťa. Mezi výrobky, které se zde v době vzniku firmy vyráběly, patří zejména ochranné oděvy, masky, technická pryž a hračky.

(Fatra, © 2001-2013a)

V průběhu let Fatra spravovala i jiné firmy s orientací na gumárenskou výrobu, přispěla k jejich vzniku (Gumárny Zubří, Gumotex Břeclav) nebo dále předávala své know-how. Z prvenství v oboru se stala přednost společnosti. Mimo jiné se jedná o jediného výrobce heterogenních a lisovaných podlahovin, paropropustných a hydroizolačních fólií aj. Fatra výrazně přispěla k rozvoji plastikářského odvětví průmyslu v České republice.

(Fatra, © 2001-2013a)

4.3 Profil firmy

Firma patří mezi členy koncernu AGROFERT a více než polovina její výroby je určena pro zahraniční trh. Fatra je orientovaná na plastikářskou výrobu. (Fatra, © 2001-2013b)

Činnosti (obchod a výroba):

Do této kategorie patří dvě hlavní kategorie výrobků, kterými jsou PVC a POLYMERY.

Kategorie POLYMERY se skládá z:

(Fatra, © 2001-2013b)

Tab. 1 Polymery

Typ výrobku	Materiál	Název výrobků
L a PPF	Laminát, paropropustná fólie	SONTEK L, SONTEK F
Vstřikované produkty	Vstřikování, plastové dlaždičky	IKEA
PET, PE, EVA (desky a fólie)	Desky pro izolaci, protiskluzné materiály, fólie	-
BO PET	Polyesterové fólie (biaxiálně orientované)	TENOLAM, FOLAM
Tvarované produkty	Víčka, vaničky, desky pro chladící výplně, kelímky	-

Zdroj: Fatra, © 2001-2013b a Interní dokument: Výrobkové portfolio, 2012

Do druhé skupiny výrobků (PVC) patří:

Tab. 2 PVC

Typ výrobku	Materiál	Název výrobků
Hydroizolační fólie	Izolace (zemní, jezírka, střešní)	FATRAFOL
PVC granulát	Polotovary	-
Technická vinylová fólie	Polotovary (automobilový průmysl, galanterie atd.)	-
Vytlačovaná plastový profil	Automobilový průmysl a zemědělství (Novoplast a Novodur)	-
Podlahové PVC krytiny	Lino a luxusní vinylové podlahy	FatraClick, LINO, Imperio, THERMOFIX

Zdroj: Fatra, © 2001-2013b a Interní dokument: Výrobkové portfolio, 2012

Tržní segmenty, ve kterých Fatra provádí svoji činnost, jsou:

Tab. 3 Tržní segmenty

Potravinářský průmysl	BO PET fólie, laminát, PVC fólie a obaly (vaničky, víčka a kelímky)
Stavební průmysl	Podlahová krytina, technické a izolační fólie, desky chladících výplní a PE desky
Zdravotnictví	Hadičky, PVC fólie (speciální)
Hygiena	Laminát, ložní vložky a paropropustné fólie
Obuvnictví	PVC granulát, vytlačované profily
Galanterie	Vytlačované profily, PVC-P fólie a PE desky
Automotive	Profily, fólie (PVC-P a na koberce do aut), PVC granulát
Spotřební průmysl	Vstřikované produkty, dlaždičky, ubrusovina, fólie (potištěné) a desky a fólie (PET, EVA a PE)

Zdroj: Fatra, © 2001-2013b

Fatra zároveň disponuje certifikací. Jedná se o normy ČSN EN ISO 14 001 a ČSN EN ISO 9 001. (Fatra, © 2001-2013b)

Neméně důležité je i oprávnění k využití loga „Odpovědné podnikání v chemii - Responsible Care“. (Fatra, © 2001-2014c)

V roce 2012 se Fatře také podařilo získat cenu Bezpečný podnik, která přispívá k větší bezpečnosti, pohodě na pracovištích a k lepší produktivitě práce. Kromě prevence rizik, které vyplývají z pracovní činnosti, přispívá právnímu subjektu také lepší konkurenceschopností. (Fatra, © 2001-2014d)

Zdroj: Fatra, © 2001-2013e

Obr. 6 Logo

4.4 Organizační struktura

Schéma je kvůli velikosti vloženo do Příloh (Příloha P I).

Ze schématu je zřejmé, že organizační struktura Fatry se skládá z jednotlivých odborů, jejichž nadřízeným je generální ředitel. Počet zaměstnanců se může lišit u každého odboru.

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části diplomové práce si rozebereme současný stav sběru výrobních dat. Aktuální přístup se jeví jako neefektivní a nedostačuje dnešním trendům. V kapitole bude popsáno, jak sběr probíhá v současnosti a to včetně zhodnocení ve SWOT analýze. Následovat budou ukázky současných dokumentů a také řešení, které by mělo přispět ke zlepšení této situace. Klíčová je pro nás situace v případě linky Anger, kde bude probíhat pilotní projekt, a která se také s těmito problémy potýká. Tento problém se týká i jiných linek, které budou v této kapitole zmíněny.

Pokud se jedná o linku Anger, pak jde o linku pro finální „montáž" podlahoviny nebo fólií, a která tyto produkty dohotovuje. Zbylé linky na tomto pracovišti (válcovna) tuto linku zásobují polotovary. Linka bude více popsána níže v další kapitole.

5.1 Popis procesu sběru dat

Následující řádky shrnou, jak vypadá v současnosti sběr dat – obecně na všech linkách a co se se získanými daty děje dál.

Procesu zaznamenávání i odvádění výrobních dat logicky předchází samotná **výroba.** Následně odpovědný pracovník zapíše požadované údaje do souhrnného souboru (výkazu) typu **Excel** (ukázka včetně popisu je uvedena níže). Jedná se o případ linky Anger a všech linek na výrobu polotovarů, které Anger zásobují, nicméně, na jiné lince (Briem) je situace horší - výstupy se zapisují ručně do **papírových výkazů**.

Pokud se jedná o výkazy v papírové podobě, ty se následně předají příslušnému pracovníkovi, který údaje z nich **přepíše** do tabulky Excel nebo rovnou do SAPu a dále je **analyzuje**. Tento krok je v případě linky Anger vynechán a rovnou se analyzuje.

Po analýzách se z dat vytvoří **report** (v případě, že je vyžadován) či jiná **prezentace** nebo jsou **sdílena** prostřednictví SAP systému. Tímto je proces ukončen.

5.1.1 Vlastní zkušenost s přepisem

- Časově náročná a monotónní práce
- Přepis a i následná analýza je náchylná k tvorbě chyb
- Čitelnost dokumentu je často ztížena nejednotností zápisu pracovníků

- Data často nejsou úplná a jsou již starší
- Některé údaje se nezapisují nebo neevidují (např.: množství odpadu)

5.1.2 Ukázka současných výrobních výkazů

V současnosti se výrobní data zapisují u linky Anger do MS Excelu. Jedná se o tabulky, které slouží k sběru výrobních dat, jak bylo poznamenáno výše. Do tohoto výkazu se zapíše předák, datum a směna. Dále se zde zapisují údaje plánované výroby (šířka, tloušťka, délka, druh, vzor, dezén, poklad, SAP kód, šarže a množství), hotová výroba a také připomínky a závady strojního zařízení včetně ztrátového času. Zaznamenává se sem také spotřeba polotovarů a vznik vratného materiálu. Výkazy vypadají následovně:

VÝROBNÍ VÝKAZ STROJE : ANGER

Předák :	Škubica Josef	Datum :	25.6.2013	Směna :	1.

Plánovaná výroba :

Druh	Vzor	Tloušťka	Šířka	Délka	Podklad	Dezén	Poznámka	SAP kód	Šarže	Množství (m2 / bm)
NFS	3100-31	1,5	1500	16 bm	201	POM		31103087	S300038605	5000 m2
	3100-11	1,5	1500	16 bm	801	POM		31103093	S300038606	4000 m2

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 7 Výrobní výkaz linky Anger 1

Vyrobeno :

Druh	Vzor	Tloušťka	Šířka	Délka	Dezén	Množství	Jednotka m2 / bm	Poznámka		SAP kód	Čas výroby Od	Čas výroby Do
NFS	3100-31	1,5	1500		POM	4584	m2			31103087	6:00	11:15
	3100-11	1,5	1500		POM	3864	m2			31103093	11:15	15:15
	3100-3	1,5	1500		POM	1200	m2	trubky + čela		31103279	15:15	18:00
	3100-3	1,5	1500		POM	1296	m2					

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 8 Výrobní výkaz linky Anger 2

Závady na strojním zařízení, připomínky, zdůvodnění :		Ztrátový čas Od	Do
	týmová porada	6:45	7:15

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 9 Výrobní výkaz linky Anger 3

SPOTŘEBA POLOTOVARŮ A VZNIK VRATNÉHO MATERIÁLU

Předák :	Škubica Josef	Datum :		Směna :	1.

Spotřeba polotovarů :

Druh	Tloušťka	Šířka	Množství(bm)
transparent	0,2	1580	8000
tisk	0,2	1580	8410
podklad	0,45	1580	7750
spodek	0,7	1580	8600

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 10 Výrobní výkaz linky Anger 4

Vznik vratného materiálu :

VM 25100100 (Kg)	VM 25100100 - KRAJE (Kg)	VM 25100028 (TRANSP.) (Kg)	ČERVI (Kg)
2340	950	60	335

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 11 Výrobní výkaz linky Anger 5

Všechny výše uvedené snímky jsou jedním výrobním výkazem typu Excel. Ukázka dokumentu pro analýzy prostojů:

Datum	Směna				Ztrátový čas
1.2.2013	1		výměna dezénu		6:00
1.2.2013	2	Dotahování řetězu na válci č. 4 a 3, výměna nanášecího válečku v lakovačce, kalibrace lakovačky,		18:00	
1.2.2013	2	Výměna řetězu na válci č.4,		20:15	
1.2.2013	3	rozjezd linky		21:50	
1.2.2013	3	vyjíždění linky,umývání válců,čištění lakovačky,zakrývání linky.		4:00	

Zdroj: Interní dokument: Sumarizace prostojů, 2013

Obr. 12 Sumarizace prostojů

Datum	Směna	Název prostoje	OD	DO	Čas prostoje (min)
1.2.2013	1	výměna dezénu	6:00	6:45	0:45
1.2.2013	2	Dotahování řetězu na válci č. 4 a 3, výměna nanášecího válečku v lakovačce, kalibrace lakovačky,	18:00	19:45	1:45
1.2.2013	2	Výměna řetězu na válci č.4,	20:15	21:30	1:15
1.2.2013	3	rozjezd linky	21:50	22:00	0:10

Zdroj: Interní dokument: Sumarizace prostojů, 2013

Obr. 13 Souhrnná sumarizace prostojů

Způsob záznamu je velmi jednoduchý, ale ne zcela kompletní a také příliš neumožňuje s těmito daty dále pracovat. Na snímku obr. 12 nejsou uvedeny časové jednotky.

Prostoj - nutný zásah údržby	Ostatní prostoje	Poruchy	
		Strojní	Elektro
Výměna dezénu	Nedostatek polotovarů	Porucha kulisky	Porucha infrazářičů
Výměna řetězu	Špatný polotovar	Porucha řetězu na ..	Porucha elektroinst
Výměna válečku na válci x	Nečistoty	Porucha baličky	Porucha lamp
Výměna nanášecího gum. válce u			

Zdroj: Interní dokument: Sumarizace prostojů, 2013

Obr. 14 Souhrn prostojů

Závěrem je nutné poznamenat, že uvedené výkazy a jiná dokumentace sice slouží svému účelu, ale mohla by být na mnohem lepší úrovni ve smyslu sdělovací hodnoty, vzhledu, analýzy, prezentace atd.

5.2 Současný stav – SWOT analýza

Dalším krokem v analyzování současného stavu je SWOT analýza. Ta nám detailněji nastíní problém v celé své šíři a zároveň také připomene potenciál, který by bylo možno uskutečnit v případě změny tohoto systému.

Analýza bude hodnocena bodově a dále okomentována. V závorce za textem silných stránek je uvedena váha kritérií. Body i váhy jsou rozděleny dle důležitosti od 1 do 5, kde 5 znamená nejvíce důležité a naopak 1 znamená nejméně důležité.

Tab. 4 Silné stránky současného stavu

Pořadí	Silné stránky současného stavu	Role			Součet
		Vedoucí výroby	Procesní inženýr	Student	
1	Obsluhu PC a základní práci s Excelem zvládá většina pracovníků i bez investice do školení a koupě specializovaného software (4)	2	4	3	**36**
2	Stávající systém není příliš nákladný (5)	2	5	5	**60**
Nejdůležitější		**2**			

Zdroj: vlastní zpracování

V rámci analýzy silných stránek jsou největší výhodou náklady na aktuálně zavedený systém, které jsou velmi nízké.

Tab. 5 Slabé stránky současného stavu 1

Pořadí	Slabé stránky současného stavu	Role			Součet
		Vedoucí výroby	Procesní inženýr	Student	
1	Lidský faktor – spolehlivost zápisu (možnost manipulovat s daty) (3)	5	3	4	**36**
2	Lidský faktor – nesprávně uvedené údaje (4)	5	4	4	**52**
3	Lidský faktor – absence dat (4)	5	4	4	**52**
4	Dvojí přepisování (nejprve Excel, následně SAP a analýza) (5)	2	5	5	**60**
5	Nejednotnost zápisu (včetně rozdílného písma) (3)	1	4	2	**21**

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 6 Slabé stránky současného stavu 2

Pořadí	Slabé stránky současného stavu	Role			Součet
		Vedoucí výroby	Procesní inženýr	Student	
6	Obtížně proveditelné analýzy vzniklých jevů z dlouhodobého hlediska (3)	2	3	5	**30**
7	Obtížné dohledávání dat (výpadky a poruchy) (2)	1	2	5	**16**
8	Výrobu není možné optimalizovat (1)	3	1	5	**9**
9	Nemožnost validace dat (kontrola) (5)	2	5	5	**60**
10	Není jasné jakou metodou je současná norma nastavena (jak se k ní dospělo) (3)	2	3	2	**21**
11	Složité zadávání dat do souhrnného dokumentu (5)	3	5	5	**65**
12	Výrobu nelze optimálně naplánovat (4)	5	5	5	**60**
13	Je sporné zda výroba využí-vá veškerý potenciál, který by mohl být využit (3)	2	3	4	**27**
Nejdůležitější		**11**			

Zdroj: vlastní zpracování

Pokud si tedy shrneme výše uvedené silné a slabé stránky, pak mají slabé stránky jasnou převahu. Výhodou zápisu dat do Excelu je jednoduchost zadávání a následná manipulace se souborem. Excel nabízí mnoho funkcí a práci v něm zvládne řada zaměstnanců, kteří mají alespoň základní znalosti v obsluze PC. Zakoupení základní Office sady není natolik nákladnou záležitostí, jako je nákup specializovaného softwaru. Samotný styl sběru není nákladný. Tímto výčet výhod bohužel končí.

Nevýhod je mnohem více. V prvé řadě je systém dost ovlivňován lidským faktorem, kdy pracovník může zapsat špatné údaje, ať již úmyslně nebo neúmyslně nebo zapomene zápis provést. Dvojí zapisování údajů nejprve ve výrobě do Excelu (papírového výkazu) a teprve do systému SAP se jeví jako zbytečná práce navíc, která pracovníky obírá o možnost se věnovat jiným pracovním aktivitám. Samotný přepis sesbíraných dat je dost obtížný. Jedná se o pomalou, monotónní práci náchylnou k tvorbě chyb. Dlouhodobé analýzy jsou značně ztíženy. Dalším zásadním problémem je také fakt, že není zcela jasné, podle čeho se stanovovala současná norma, jak bylo řečeno výše. Tento problém bude více přiblížen v kapitole zabývající se KPI ukazateli. Jinou komplikací je chybějící možnost identifikace hotové výroby. Pokud by výrobky byly označeny například čárovým kódem, značně by to mohlo ulehčit jejich lokalizaci, dohledání, kontrolu jejich stavu a skladové hospodářství. Nabízí se nám řada možností, které by nám mohly pomoct zlepšit současný stav. Práce by mohla být efektivnější a jednodušší. Velkou výhodou by byla možnost analýzy dat. Jako nejvíce důležitá slabá stránka se jeví složitý přepis. Jde o zbytečnou práci, kterou by daleko efektivněji zvládal IS tak, aby pracovníka neobírala o čas a vyloučily se případné chyby. Samozřejmě nesmíme zapomenout ani na zbylé slabé stránky, které jsou taktéž závažné.

Tab. 7 Příležitosti současného stavu 1

Pořadí	**Příležitosti současného stavu**	**Role**			**Součet**
		Vedoucí výroby	Procesní inženýr	Student	
1	Zavedení nového IS, který by více vyhovoval současným požadavkům výroby (4)	2	4	3	**36**
2	Zjednodušení práce operátorům (5)	4	5	5	**70**
3	Kvalitnější analýza dat a reporting a řešení možných problémů výroby (5)	4	5	4	**65**
4	Nové rozvojové projekty v rámci kvality (Six Sigma atd.); experimenty (5)	1	5	5	**55**

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 8 Příležitosti současného stavu 2

Pořadí	Příležitosti současného stavu	Role			Součet
		Vedoucí výroby	Procesní inženýr	Student	
5	Možnost zlepšení skladového hospodářství – nové značení čárovými kódy a elektronická lokalizace výrobků (WMS) (5)	3	5	5	**65**
6	Odstranění problémů s expedicí do 3. zemí (každý výrobek by se mohl zvážit, aby nedošlo k problémům s tonáží) (5)	5	5	5	**75**
7	Lepší řízení údržby včetně dalšího odhalování rezerv a plýtvání (4)	5	4	3	**48**
8	Bilanční srovnání polotovarů a hotových výrobků (váhy) (5)	5	5	4	**70**
9	V případě úspěchu by se systém rozšířil i do dalších částí firmy (5)	2	5	3	**50**
10	Standardizace času výměn (SMED) (4)	1	4	5	**40**
Nejdůležitější		**6**			

Zdroj: vlastní zpracování

Příležitostmi současného stavu je možnost tento stav změnit za pomoci inovativní implementace nového IS, která by mohla značně ulehčit a zkvalitnit práci na pracovišti a také datové výstupy z tohoto pracoviště a následné nakládání s těmito výstupy. Nový IS by byl taktéž součástí zlepšení systému skladového hospodářství. Za pomoci systému WMS bude možné označit výrobky čárovým kódem a ty se budou dát lépe lokalizovat či vést jejich evidenci. Nejdůležitějším faktorem v tomto případě je odstranění problémů s expedicí do zahraničí.

Tab. 9 Hrozby současného stavu

Pořadí	Hrozby současného stavu	Role			Součet
		Vedoucí výroby	Procesní inženýr	Student	
1	Možná manipulace s daty či jejich únik (4)	2	5	5	**48**
2	Nemožnost relevantní validace dat může skrývat větší problém (3)	2	3	2	**21**
3	Porušení obchodního tajemství (3)	4	3	5	**36**
4	Odstoupení od smlouvy (2)	3	2	4	**18**
5	Spor s dodavatelem (3)	2	1	3	**18**
6	Ztráta výkazů (4)	1	1	3	**20**
7	Výpadky SAPu (2)	4	3	1	**16**
Nejdůležitější		**1**			

Zdroj: vlastní zpracování

Do hrozeb se řadí hlavně lidský faktor spolu s možností manipulace s daty (únik dat, zkreslení, neúmyslné chyby…) a také absence adekvátní analýzy, která by mohla odhalit například dlouhodobé plýtvání. Z uvedených hrozeb je nejvíce důležitá manipulace s daty nebo jejich úniky.

5.3 Shrnutí dosavadních poznatků a důvody pro změnu současného stavu

V souvislosti se sběrem výrobních dat narážíme na více problémů. Některé z nich byly zmíněny ve SWOT analýze výše, nicméně, pro reálné zhodnocení by bylo vhodné si je vymezit všechny do jedné kapitoly. Hlavní nevýhody současného stavu:

- pokud ve výrobě vznikne problém v porobě poruchy linky, nedostatku práce, zmetků či jiných nežádoucích vlivů, nedochází k okamžitému řešení a problém se tak může dále opakovat (zpráva o této situaci by měla být předána pověřenému pracovníkovi)

- díky absenci důsledné operativní evidence je optimální funkce a produktivita výroby v takovém případě sporná (výroba by mohla fungovat efektivněji či produkovat méně odpadu nebo „ležáků“)
- zpětné dohledávání příčin prostojů například po půl roce, kdy se data přepisují, je obtížné, ne-li nemožné
- výkazy často nejsou kompletně vyplněny nebo se v nich nachází nesrovnalosti (stejné množství vyrobených m^2 ve směně, kdy došlo k prostoji jako v jiné směně, kdy k němu nedošlo; chybný zápis)
- rozdílnost zápisů a písma různých pracovníků komplikuje práci zaměstnanci, který je pověřen přepisem do elektronické podoby (netýká se linky Anger)
- přepis a analyzování „ručně“ je časově náročné a zaměstnanec by se mohl věnovat jiným činnostem nebo analyzovat přesněji a jednodušeji
- pokud by byl zaveden IS, který je schopen označovat výrobky, pak by se mohl zlepšit také systém skladování hotových výrobků

Některé příležitosti tohoto stavu byly opět zmíněny již ve SWOT analýze. Potenciál nového stavu za použití nového IS:

- sledování výroby v reálném čase a okamžitá reakce na vzniklou poruchu může zefektivnit výrobu a eliminovat prostoje, zmetky a poruchy linek
- vyšší produktivita výroby, sledování OEE
- analýzy výrobních dat by mohly mít daleko vyšší vypovídající hodnotu a být odrazem reálného stavu výroby a to zpětně i v reálném čase
- v ideálním případě se může zefektivnit také údržba linek – bylo by možné predikovat poruchy s časovým předstihem, včas reagovat a do budoucna možná i položit základy TPM
- zabránění možnosti manipulovat s daty a zvýšení jejich přesnosti
- čitelný a přehledný výstup
- úspora nákladů na zaměstnance, který se věnuje přepisu a analýzám a směřování jeho činnosti k jiné práci či jeho práci alespoň zjednodušit
- přehlednější skladové hospodářství; identifikace výrobků díky IS

Toto vše by mohl zvládat informační systém, který je orientovaný na výrobu – MES. Spolu s ním by měl být implementován také systém skladového hospodářství WMS. Konkrétní požadavky na MES i WMS budou upřesněny v další kapitole.

Jak bylo řečeno v úvodu kapitoly, Fatra disponuje systémem SAP. To nás může vést k otázce, proč se nevyužije stávající systém a kupuje se nový. Odpověď byla částečně naznačena již v teoretické části práce – ERP systémy nemají přímou vazbu na výrobní zařízení, nejsou tolik uživatelsky přívětivé a soustřeďují se hlavně na spotřebu materiálu nebo náklady atd. Takovéto výrobní moduly nejsou ani příliš běžné.

5.3.1 Význam sběru dat

Data budou využívána k reportům či prezentacím a hodnotit se bude:

- produktivita (výkyv kontinuální výroby – výkyv rychlosti, chod pohonů i mimo výrobu, starší typ technologie (nevyužívá se zde moderního řídícího systému)
- prostoje a jejich přehled (údržbáři se budou přihlašovat pomocí MIFARE (a)nebo čárovým kódem a čtečkou kvůli identifikaci a upozornění údržbáře na poruchu – sledování doby reakce na poruchu, hlášení operátora a délky opravy)
- vratný materiál a jeho vznik (podle směny)
- směnová a denní produkce (m^2, podle linek)
- směnové a denní OEE (CEZ)

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Konkrétní návrhy ukazatelů (KPI) budou uvedeny v 7. kapitole.

Následující vyčíslení nákladů na zaměstnance, který se prací s daty zabývá, je spíše jen ilustrativní. Nepočítáme sice se zdaněním, ale i tak je částka celkem vysoká a v některých případech může dosahovat výše nákladů na některé součásti implementace (například údržba nebo licence).

5.3.2 Vyčíslení nákladů na zaměstnance

Vycházíme z následujících údajů:

Mzda: 150Kč/hod (THP pracovník)

Pracovní doba: 7,5hod

Časová náročnost přepisu a následných úprav: týden (8 linek)

Frekvence: každý měsíc

Výpočet:

150*7,5 = 1 125 Kč/1 den

1 125*5 dní = 5 625 Kč (týden)

5 625*12 měsíců = **67 500 Kč** (ročně, hrubá mzda)

Tyto náklady se mohou ušetřit. Berme v úvahu, že data, která byla sesbírána a takto se dále analyzují, mohou být zkreslená, zastaralá nebo i chybět.

6 IMPLEMENTACE NOVÉHO SYSTÉMU DO VÝROBY

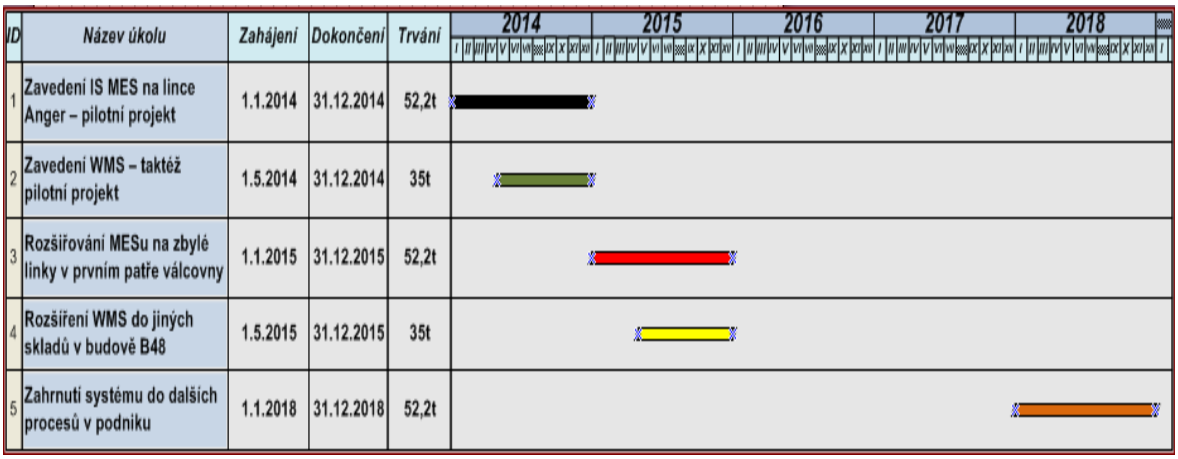
V této kapitole si přiblížíme průběh implementace MES a WMS ve Fatře. Seznámíme se s projektovým týmem, požadavky na systém a funkcionalitou. Dále bude následovat průběh implementace spolu se změnami, které v souvislosti s touto implementací proběhnou na pilotním pracovišti. Velmi obecně můžeme shrnout, že implementace systému MES by měla začít u aplikování na linku Anger a následně by se měla rozšiřovat na další linky. Spolu s tím bude implementován a rozšířen i systém WMS. V závěru budou zhodnoceny nabídky firem a také rizika pomocí analýzy RIPRAN a projekt shrnut z hlediska CSR.

Fáze projektu:

1) Zavedení IS MES na lince Anger – pilotní projekt (do konce roku 2014)
2) Zavedení WMS – taktéž pilotní projekt (budovy B43 a V14; do konce roku 2014)
3) Rozšiřování MESu na zbylé linky v prvním patře válcovny (zásobující linku Anger) (do konce roku 2015)
4) Rozšíření WMS do jiných skladů v budově B48 (do konce roku 2015)
5) Zahrnutí systému do dalších procesů v podniku (2018)

Celkový harmonogram projektu:

ID	Název úkolu	Zahájení	Dokončení	Trvání
1	Zavedení IS MES na lince Anger – pilotní projekt	1.1.2014	31.12.2014	52,2t
2	Zavedení WMS – taktéž pilotní projekt	1.5.2014	31.12.2014	35t
3	Rozšiřování MESu na zbylé linky v prvním patře válcovny	1.1.2015	31.12.2015	52,2t
4	Rozšíření WMS do jiných skladů v budově B48	1.5.2015	31.12.2015	35t
5	Zahrnutí systému do dalších procesů v podniku	1.1.2018	31.12.2018	52,2t



Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 15 Souhrnný harmonogram

Harmonogram zobrazuje fáze všech projektů.

6.1.1 Harmonogram pilotních projektů MES i WMS

ID	Název úkolu	Zahájení	Dokončení	Trvání	2014	2015
1	Analýza současného stavu, výkonových norem a současného způsobu odvádění dat	1.1.2014	31.1.2014	4,6t		
2	Určování KPI ukazatelů	3.2.2014	15.4.2014	10,4t		
3	Změny na pracovišti linky	1.4.2014	31.12.2014	39,4t		
4	Aplikace HW a započetí implementace WMS	5.5.2014	31.12.2014	34,6t		

Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 16 Harmonogram pilotních projektů

V harmonogramu jsou uvedeny činnosti, které budou vykonány v rámci pilotních projektů, které se budou týkat linky Anger a také zavedení WMS, jejich zahájení a ukončení a také doba trvání. Pilotní projekty budou zahájeny na začátku roku 2014 a ukončeny budou závěrem roku.

6.2 Složení projektového týmu a jeho funkce

Vedoucí projektového týmu: Procesní inženýr

- odpovědnost za průběh projektu (zejména MES) a splnění požadavků na systém, koordinace mezi funkčními útvary

Koordinátor stavebních prací: Technik investic

- odpovědnost za instalaci HW zařízení na lince Anger

WMS: Ředitel služeb

- dílčí odpovědnost za systém skladového hospodářství

Oponent: Manažer výroby

- průběžná kontrola navrhovaného řešení zejména v technické části projektu

Koordinátor uživatelského prostředí: Studentka

- reporting související s KPI ukazateli

Vedoucí ICT: IT technik

- odpovědnost za bezpečnost a funkčnost systémů MES a WMS v podnikové IT struktuře

Technik plánování: Plánovač

- odpovědnost za předávání informací z ERP systému do výroby, odpovědnost za odvádění výroby z MES systému do ERP

Vedoucí skladů a expedice: Vedoucí odbytu

- zodpovědnost za systém příjmu hotové výroby na sklad a expedice a inventarizace zboží

Skladník

- pomoc při nastavení uživatelských funkcí mobilních terminálů

Předák linky

- spolupráce s kooperátorem uživatelského prostředí

6.3 Specifikace požadavků na nový systém WMS a MES (technické řešení projektu)

Kapitola shrne požadavky na implementaci systému z hlediska technického řešení. Budou zde obecně přiblíženy požadavky převážně na systém MES a následně i na WMS. Z velké části se jedná i o obsah smlouvy SLA.

6.3.1 Požadavky

- systém by měl být tak jednoduchý, aby práci s ním zvládali operátoři a nepřidělával jim zbytečně práci navíc
- grafické provedení reportů by taktéž mělo být jednoduché a mělo by být schopno pomoci odhalovat mezery (rezervy) výkonnosti procesu
- systém by také měl identifikovat rezervy ve vedení údržby

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

- měl by chránit data systému ERP a být odolný po hardwarové stránce (agresivní prostředí není vyloučeno)
- data by mělo být možno zálohovat pro případ, že by došlo k výpadku dodávky elektřiny nebo serveru
- dodatečné snímače a jejich umístění by nemělo bránit v práci a zároveň by neměli vytvářet další činnosti navíc (například při zajíždění nebo měnění výroby atd.)
- specifikování tiskárny (technologie, výrobce, typ)
- dodání podoby layoutu (návrh) a výrobního štítku (velikost) – zde je potřeba vložit požadované údaje

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Tyto požadavky byly pouze obecné a nyní se soustředíme na trochu specifičtější požadavky.

6.3.2 Obchodní část

- požadavek na snižování ceny (co největší); samostatná cena v nabídce včetně lhůty pro vyhotovení (specifikačního) protokolu SRS
- dodání rozpočtu v položkách včetně technické specifikace zařízení a přístrojů (zejména typ, funkční parametry, výrobce) a výpis všeho, co není uvedeno v cenové nabídce a kupující to bude vyžadovat
- SLA bude v režimu 24/7 a úroveň priority si stanoví objednatel

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

- servisní zásahy (budou probíhat na místě; garance lhůty, než dojde k nápravě, dostupnost):

Tab. 10 Servisní zásahy

Priorita	**Doba reakce**	**Odstranění závady**	**Režim**	**Cena SLA**
1 – vysoká	2 hodiny	6 hodin	nepřetržitě	600 000 Kč (Firma A)
2 – střední	-	-	pracovní dny	800 000 Kč (Firma B)
3 – nízká	-	-	pracovní dny	2 500 000 Kč (Firma C)

Zdroj: Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013

- záruka na toto dílo bude alespoň 5 let
- podmínky platby (60 dnů pro splatnost faktury, fakturace – měsíční, 20 % pozastávka v délce 3 měsíců – po dobu zkušebního provozu)

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Obchodní část upravuje záruky, servis nebo platbu a další záležitosti, které se týkají dodání systému jinou firmou (dodavatelem).

6.3.3 Technická část

Je nutné, aby tyto parametry mohly být přiřazeny k výrobku spolu s recepturou. Linka Anger v případě IS MES bude zároveň dovybavena následující technologií:

- snímače rychlosti (odvinutých metrů) a měření šíře fólie
- tiskárna na čárové kódy, váha, obrazovka (dotyková), terminál
- PLC Fatek
- nutnost úpravy PLC panelu u místa balení (spolupráce s MEZ Pohony, s.r.o., kterou zabezpečí objednatel) z důvodu nemožnosti sbírání dalších dat nebo signálů – stávající řídící jednotky toto nezvládají

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

- dodávka bude obsahovat také elektroinstalaci (kompletní) silnoproudu, MaR (měření a regulace), komunikační kabely (i s elektrorozvaděči) a instalaci a montáž do výrobních linek
- objednatel bude zabezpečovat: pokrytí internetem, stavební úpravy, přívod k rozvaděči (dle dokumentace zhotovitele)

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Zde stojí za zmínku hlavně PLC, komunikační kabely a jejich instalace na lince – jedná se totiž o způsob, jak bude linka Anger komunikovat se systémem. Jak bylo řečeno v teoretické části práce, některé linky jsou schopny komunikovat samostatně a jiné se musí dodatečně dovybavit, aby byly schopné předat svá data.

Vážní systémy:

Tab. 11 Systémy vah

Systémy vah	
Tenzometrická váha 1 Bude instalovaná ve válečkové dráze. Slouží k vážení hotových rolí zabalené podlahoviny. Parametry vážení: - rozsah: do 100 kg - přesnost (gramy) - značka, výrobce a výrobní označení - kalibrace na obchodní váhu - technický výkres (soulad požadavků bezpečného umístění, montáže a použití)	**Plošinová váha 1** Vážení velkonábalů HIF a přířezů za pomoci zvedací plošiny (vmontované do podlahy) včetně možnosti využití aretace. Parametry vážení: - rozsah: do 1600 kg, přesnost v gramech - vnější rozměr: zdvih min. 1000mm, 2200 x 1300mm, nosnost: min. 2 tuny - značka, výrobce a výrobní označení - nutnost vybavení ochrannou sítí (či jiným typem ochrany dle BOZP) kvůli zabránění pádu do otvoru pro zajíždění plošiny váhy (v podlaze) - kalibrace na obchodní váhu - bude-li linka v provozu a váha přířezů nebude využita, bude váha umístěna v podlaze (její úrovni) a bude zde možnost aretace - prostředky pro manipulaci (ruční) budou přejíždět po plošině - záloha pro výpadek tenzometrické váhy - technický výkres (soulad požadavků bezpečného umístění, montáže a použití)

Zdroj: Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013

Tab. 12 Systémy vah 2

Systémy vah	
Tenzometrická váha 2 - vážení balíků za pomoci (stávajícího) portálového jeřábu - zvážení balíku fólie předtím, než bude založena do zařízení pro odvíjení včetně rozlišování typu balíku - nepřetržitý provoz - nelze využít zavěšování na hák jeřábu (zdvih jeřábu je vyčerpán) - možnost eliminace (odpočítání) váhy trubky (fólie je na ní navinuta) podle druhu balíků (40 typů) - přesnost (gramy) - možnost navolení údajů o vážení a typu fólie na dotykovém displeji - rozsah: do 2000 kg - značka, výrobce a výrobní označení - technický výkres (soulad požadavků bezpečného umístění, montáže a použití)	**Plošinová váha 2** - vážení vratného materiálu - možnost aretace a umístění v úrovni podlahy - parametry vážení: - nosnost: min. 2 tuny - rozsah: do 1500 kg - přesnost (gramy) - značka, výrobce a výrobní označení - vnější rozměr: 1800mm x 1200mm

Zdroj: Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013

Systém vah bude nedílnou součástí nového systému a mimo jiné bude sloužit ke kontrole výstupu z linky. Váha bude odesílat informace do systému a bude také generovat čárové kódy. Tento kód bude načten do ERP nebo WMS (v případě správnosti). Po naplnění palety je podána zpráva do skladu. Naplněná paleta se opět eviduje („v místě, kde končí výroba a začíná sklad“). Díky tomuto kroku je systém upozorněn na to, že paleta by se měla uskladnit. Váhy budou zabezpečeny zhotovitelem dle požadavků BOZP.

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Tímto jsou shrnuty požadavky na systém vah a dále budou následovat další obecné požadavky na monitorování a jiné podrobnosti v případě MES:

Co se týče **monitorovacích požadavků**, pak je zde požadavek na sledování:

- rychlosti výroby
- stavu stroje (samotná výroba, zmetky a stav bez výroby)
- šířku, délku a druh vyráběné fólie či podlahoviny
- výstup (plošná velikost a váha kvantového výstupu) ať už půjde o paletu s přířezy (FatraClick a Imperio), roli (HIF) nebo ohrádku (veškeré lino – NVS, NFE, DOMO)

Další požadavky mimo základní parametry – záznam:

- manipulace ze strany údržby
- důvodových kódů prostojů
- servisní smlouva se týká SW a HW podpory v konkrétním režimu
- servisní zásah je možný přímo na místě (garance doby pro odstranění poruchy a dostupnost)

Význam sběru dat byl upřesněn v předchozí kapitole.

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

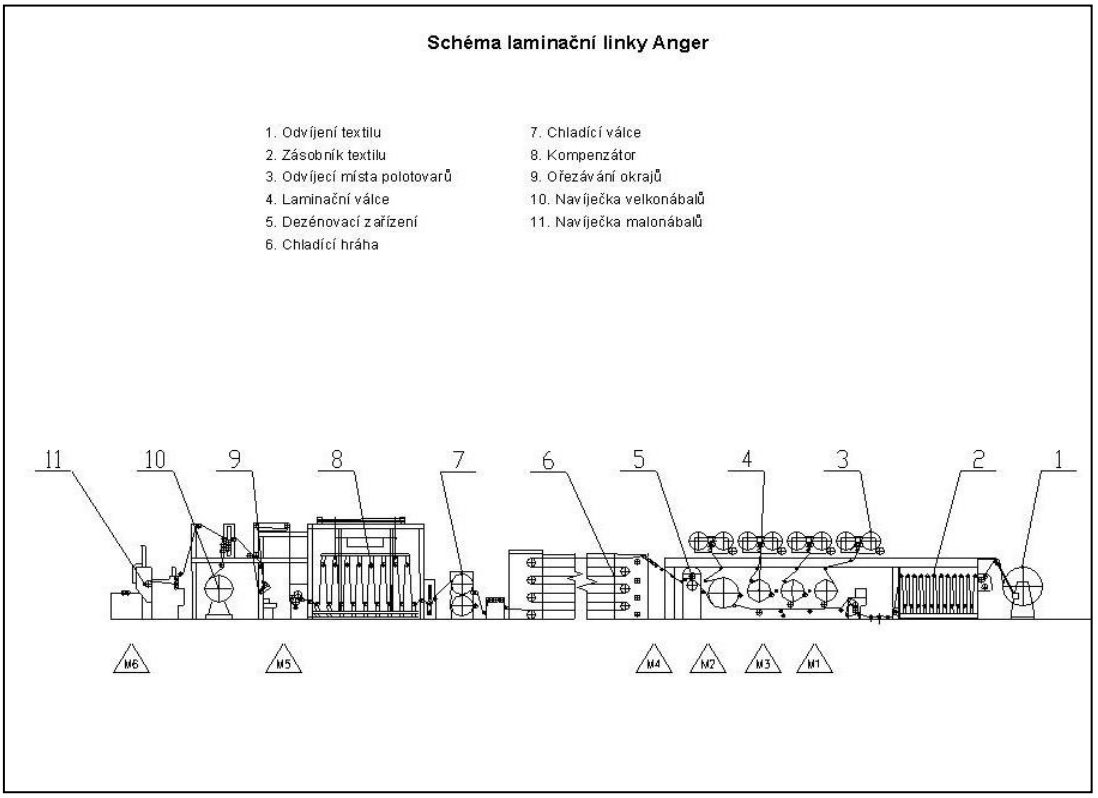
V tomto případě se šlo o požadavky na systém MES. Jedná se o souhrn sledovaných veličin, které následně budou přispívat k hodnocení výroby. Více o těchto metrikách bude řečeno v kapitole 7.

Konkrétní požadavky pro pilotní projekt na lince Anger:

- jedná se o nepřetržitý provoz a tomu by měl být IS přizpůsoben
- k systému se bude přihlašovat celkem 20 zaměstnanců, pokud budou licencováni (předáci linky, údržbáři, pracovníci v kanceláři podle toho, jaká budou mít práva (např.: na prohlížení nebo editaci))
- pro měření délky fólie (podlahoviny) a její rychlosti dvě odvalovací kolečka

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Zmíněné zařízení bude instalováno v bodech 9 – 11 v následujícím schématu. Instalace se tady dotýká spíše konce linky a zde v souvislosti s touto změnou proběhnou také další změny, které budou popsány dále.



Zdroj: Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013

Obr. 17 Linka Anger

U výstupu z linky bude nová role opatřena PET štítkem (samolepícím) a čárovým kódem. Ten bude obsahovat údaje:

- název a kód produktu
- šarže, číslo role
- normované množství
- hmotnost (kus balení)
- plošná velikost v m^2 (ze SAPu – normovaná a na základě měření – skutečná)
- celé jméno předáka (bude se přihlašovat ID kartou)

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

- čas a datum výroby (po rolích nebo paletách)

Podobné štítky budou vytvořeny i pro základní manipulační jednotky. Tiskárna pro čárové kódy i váha se propojí s MES systémem (kvůli tisku čárových kódů).

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Tento bude zprostředkovatelem IS WMS. Linky budou komunikovat s firemní sítí Ethernet. Je zde také požadavek na komunikaci MES s ERP (SAP). V úvodu bude místo přímé komunikace využíván terminál v místě pracoviště a přímé spojení bude navázáno jen s oddělením plánování. Informace ze systému MES validuje přidělený pracovník a zadá je do SAPu. Tento stav bude trvat pouze, než dojde k rozšíření tohoto systému o vstupní materiál. (Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Systém MES bude mimo jiné prostředkem pro zavedení systému WMS, který se zabývá skladovým hospodářstvím. Požadavky na tento systém budou rozvedeny dále.

6.3.4 Systém WMS

Na tento systém řízení skladů jsou kladeny tyto obecná kritéria:

- přímá komunikace s IS SAP
- činnost skladníka bude zaznamenána pouze v jednom IS
- pouze jeden systém podpory firemních procesů (počínaje vstupem materiálu po inventuru majetku (hmotného))
- systém bude možné implementovat postupně
- jednoduchost a přehlednost ovládání, rychlost školení pracovníků, minimalizace nákladů na údržbu a správu systému
- rychlejší transakční časy

Implementace proběhne ve venkovních prostorách (v těch, které jsou určeny k zasíťování) a skladech. Pilotní projekt bude probíhat v budově V14 a 43 a ve skladech, u kterých už proběhlo zasíťování. Požadavky na čárové kódy byly specifikovány výše.

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Konkrétní požadavky pro systém WMS:

- čtečky čárových kódů (7 ks)
- celkem 40 finálních uživatelů (uživatelé čteček, na pracovišti a v kanceláři pro prohlížení a editaci) v úvodu projektu a následně bude rozšířeno ještě o další 4 uživatele

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Další řádky přiblíží funkce, které by měl zvládat systém WMS.

Funkcionalita:

- nakupovaný materiál by mělo být možné přijmout skrze dodavatelské číslo
- sklady by mělo být možné rozdělit na skladovací plochy (místa)
- tracebilita hotové výroby (dohledatelnost)
- obalové jednotky materiálu budou mít vlastní systém čárových kódů
- naskladnění hotové výroby (prostřednictvím čtečky čárového kódu)
- skladník bude mít možnost využívat podpůrné reporty a sestavy
- expedice (vyskladnění; tvorba dodacích listů v SAPu referentem prodeje)
- další skladové operace jako je přeskladnění nebo převod materiálu z jednoho skladu do druhého a další operace
- hardware: mobilní terminály, tiskárny čárových kódů, zasíťování mobilním signálem, práce off-line, začlenění implementovaných technologií do nového systému
- bezpečnost: zabezpečení PC antivirovou ochranou; vzdálený přístup ze strany dodavatele bude možný pouze skrze VPN klienta (Cisco VPN Client)

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Výpadky systému mohou mít silný vliv na průběh výroby a proto je třeba je mít vyřešeny s předstihem tak, aby případný zásah byl co nejrychlejší a výroba nebyla pokud možno přerušena.

Řešení výpadků prvků systému:

- porucha systému vážení: využití jednotky vyhodnocení jednotky váhy s možností ručního navolení (v případě poruchy komunikace), při poruše zařízení možnost přesměrovat vážení na druhou váhu
- porucha tiskárny: využití tiskárny záložní (v rámci dodávky)
- výpadek SAPu: zabezpečení automatické synchronizace (se SAP) a uložení dat po výpadku
- přerušení síťového připojení (SAP, MES server je nedostupný): zabezpečení automatické synchronizace (se SAP) a uložení dat po výpadku
- záruka maximální doby provozu bez připojení (off-line) v průběhu výpadku sítě (systém nebo serveru) včetně synchronizace po opětovném připojení bez toho, aby se ztratila data z přístrojů měření

(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

SW požadavky:

- popis řešení antiviru (Fatra využívá SYMANTEC) a aktualizací
- OS Windows 7 nebo vyšší
- MES i WMS – (samostatná) virtuální síť VLAN
- požadavek na bezpečnost:
    - počítače, které budou zapojeny do systému, budou (trvale) chráněny proti malware
    - akceptace systému zabezpečení aktuální úrovně (antivir, záplaty)
    - v případě vzdálené správy ze strany dodavatele k zařízení, které dodal, bude tento akceptovat přístup pomocí VPN klienta, kterého si zvolí zadavatel

      (v současnosti: Cisco VPN Client)

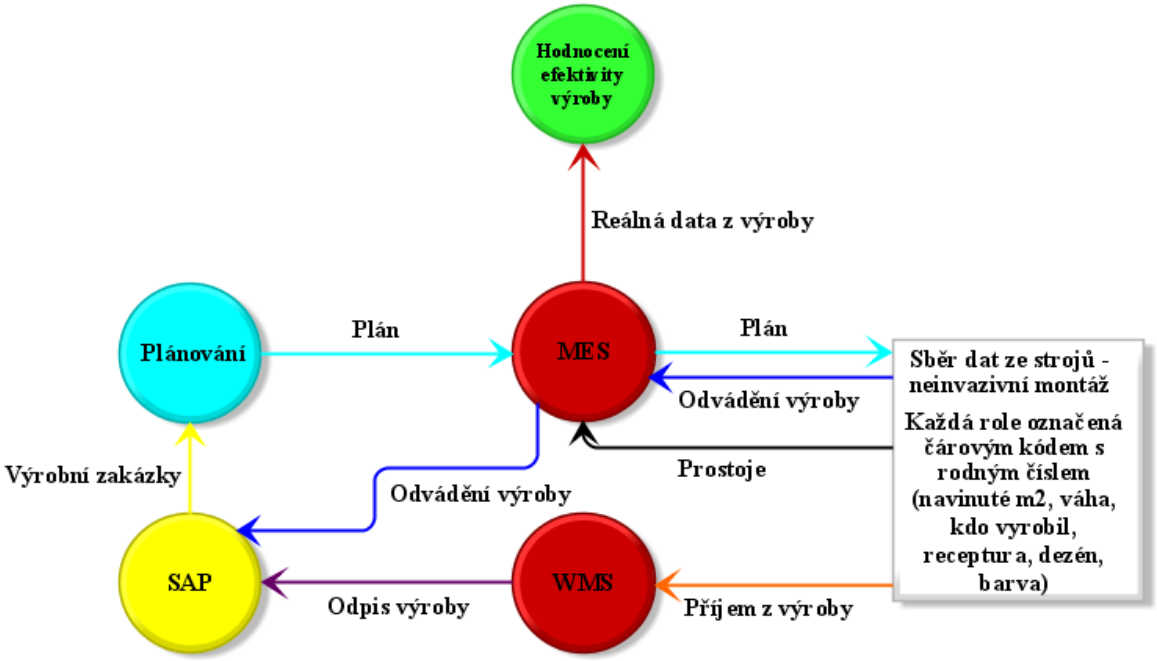
(Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS, 2013)

Přiblížili jsme si technickou stránku implementace a nyní se soustředíme na samotnou implementaci.

6.4 Implementace ve Fatře

V této kapitole bude probrán vývoj, průběh implementace IS MES a WMS včetně harmonogramu a výhody, které nový stav přinese.

Níže uvedené schéma nám pomůže pochopit funkcionalitu systému MES, jak by měly systémy ve Fatře fungovat, co se od nich očekává. Systémy MES a WMS sbírají data ze strojů (linky) na principu neinvazivní montáže. V případě MESu jde o prostoje a o odvádění výroby. WMS provádí příjem z výroby. MES přijímá také plány výroby a odesílá je linkám. MES i WMS předávají svá data SAPu, který je v podobě výrobních zakázek odesílá plánování a následně se v podobě plánu opět dostávají do MESu. MES poskytuje reálná data z výroby, která budou sloužit k hodnocení efektivity výroby.



Zdroj: vlastní zpracování dle: Interní dokument: Výrobní informační systém (MES), 2013

Obr. 18 Funkce MES a WMS

6.4.1 Vývoj

Již od roku 2000 byla ve Fatře formulována potřeba IS, který by se orientoval na výrobu. Tento požadavek od roku 2000 prodělal určitý vývoj a jeho současnou podobou je souhrnný PIS, který by byl schopen pokrýt získávání reálných dat z výrobních zařízení (v podobě impulzů), který by byl schopen změřit vstup a výstup linek na kvantitativní úrovni a ozna-

čovat hotovou výrobu čárovými kódy, což bude následně zužitkováno v systému pro řízení skladů. Otázkou bylo zavedení ERP SAP, nicméně, tento systém nebyl pro tento účel vhodný, protože mimo jiné nehodnotí výrobu komplexně, ale soustředí se pouze na spotřebu materiálu nebo náklady.

6.5 Průběh implementace

Dospělo se k rozhodnutí, že oba systémy – MES i WMS se budou zavádět postupně. Toto postupné zavádění bude probíhat v rámci funkčních oblastí. V první fázi implementace se tedy budou ověřovat možnosti, které systém nabízí na konkrétním pracovišti. Druhá fáze bude obsahovat zahrnutí závěrů z první fáze (po určitých úpravách) a následnou standardizaci tohoto stavu. Systém se bude i nadále rozšiřovat na jiné linky a výsledkem tohoto rozšiřování bude celoplošné pokrytí.

Dílčí fáze implementace:

6.5.1 Zavedení IS MES na lince Anger – pilotní projekt

Jedná se o první fázi, kterou bude začínat tento dlouhodobý projekt. V úvodu půjde hlavně o implementaci HW a SW na pracoviště válcovny, tedy implementaci neinvazivního způsobu sběru dat pomocí instalace PLC. Na pracovišti na konci linky se projeví některé změny související s touto implementací. Bude se jednat hlavně o přesun jednoho pracovníka na jinou pracovní pozici a přibude zde zmiňovaný systém vah. Podstatnou součástí této fáze je také customizace, při níž bude systém upraven na míru Fatře a kde budou využity KPI ukazatele v závěru práce.

6.5.2 Zavedení WMS – taktéž pilotní projekt (budovy B43 a V14)

Jde o druhou fázi tohoto většího projektu, kdy se bude implementovat systém WMS. Tento systém bude implementován po zavedení IS MES, protože MES je prostředkem umožňujícím zavedení systému WMS. Bude se jednat zejména o označování hotové výroby štítky, které budou obsahovat informace jako je název výrobku, čárový kód, šarže a jiné. Implementace WMS by měla proběhnout bez komplikací a v krátkém časovém horizontu, protože podobná implementace systému WMS zde již v minulosti proběhla a Fatra díky tomu již některým vybavením disponuje.

Ukázka štítku:

Zdroj: Interní materiály: Nabídka 4. kola výběrového řízení, 2014

Obr. 19 Štítek 1

Zdroj: Interní materiály: Nabídka 4. kola výběrového řízení, 2014

Obr. 20 Štítek 2

Tento systém by měl následně umožnit funkci skladového hospodářství, čímž bude zajištěn přehled o hotové výrobě, zásobách, skladech aj.

6.5.3 Rozšiřování MESu na zbylé linky v prvním patře válcovny (zásobující linku Anger)

Jedná se o třetí fázi, ve které budou do projektu zapojeny i zbylé linky, které se nachází ve válcovně. Konkrétně jde o linky: KW, Comerio I, II, III, Buzuluk, HIF I a Briem. Opět se jedná o instalaci HW a SW a průběh by měl být stejný jako v první fázi projektu.

6.5.4 Rozšíření WMS do jiných skladů v budově B48

Taktéž se bude jednat o rozšíření systému s velmi podobným průběhem, který byl definován výše.

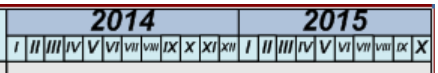
6.5.5 Zahrnutí systému do dalších procesů v podniku

Projekt MES a WMS je plánován do roku 2018. Mezi následující plány, které jsou plánovány do budoucna, patří hlavně správa majetku, která by zahrnovala inventarizaci, nákup materiálů a surovin, nákup režijního materiálu nebo náhradních dílů a jejich řízení. Tato komplexnost je také jedním z kritérií, které rozhodovaly o výběru konkrétního SW řešení, které by umožňovalo (díky jedné platformě) růst systému. Systém se bude dále rozšiřovat také o čtení čárových kódů místo vážení. Váhy, které sem byly instalovány dříve, budou využity k vážení vratného materiálu. Systém by měl být část IT infrastruktury.

6.5.6 Harmonogram pilotních projektů MES a WMS

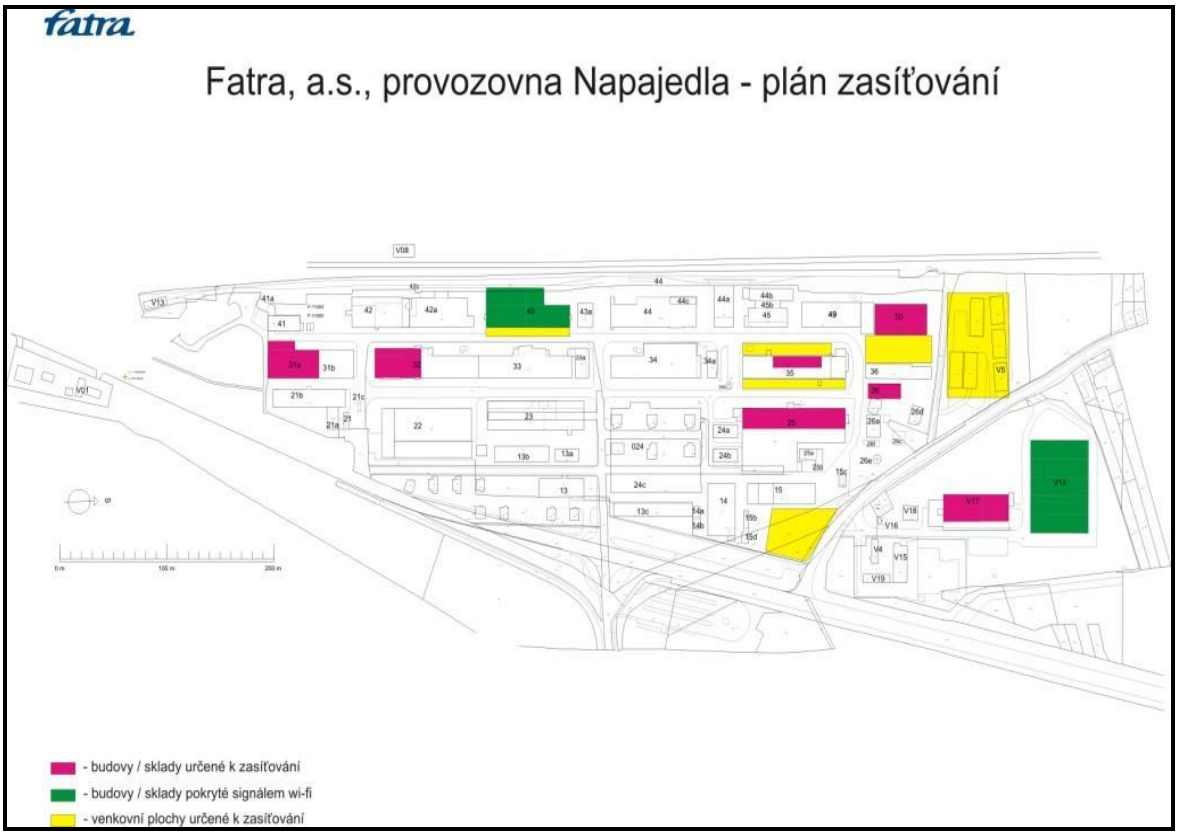
Ještě jednou si připomeňme průběh pilotních projektů v podobě harmonogramu:

ID	Název úkolu	Zahájení	Dokončení	Trvání
1	Analýza současného stavu, výkonových norem a současného způsobu odvádění dat	1.1.2014	31.1.2014	4,6t
2	Určování KPI ukazatelů	3.2.2014	15.4.2014	10,4t
3	Změny na pracovišti linky	1.4.2014	31.12.2014	39,4t
4	Aplikace HW a započetí implementace WMS	5.5.2014	31.12.2014	34,6t



Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 21 Harmonogram



Zdroj: Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS,2013

Obr. 22 Plán zasíťování

Do projektu budou zahrnuty vyznačené budovy.

6.5.7 Pilotní projekt – linka Anger a MES

Prvním krokem by mělo být podepsání smlouvy o dílo k vyhotovení protokolu specifikace. Dále by mělo dojít k vyhotovení protokolu, odsouhlasení (včetně zpracováním dokumentace k projektu spolu s dispozičním řešením pro elektrorozvaděče, měřící přístroje, komunikační a energetické rozvody a HW). V dalším kroku se podepíše smlouva o dílo, tj. dodání a realizace (musí být dodržena cena, která byla domluvena v rámci výběrového řízení, pokud by došlo k jejímu zvýšení, pak má zadavatel nárok na nové výběrové řízení). Následně dojde k samotné realizaci.

V souvislosti s tímto projektem je potřebné zmínit, že jej budou ovlivňovat specifika, která souvisí s výrobou:

- procesní kontinuální výroba zapříčiňuje to, že výrobky nebo polotovary není možné monitorovat u vstupu a na výstupu nebo i mezi operacemi stejným způsobem tak, jak je to možné u diskrétní kusové výroby

- současná technologie nedisponuje řídícími jednotkami a z tohoto důvodu není možné využít cenově výhodnější řešení, které by se podobalo zavádění na automatizované výrobě – PPF – jinými slovy, v tomto případě se nedá sbírat data pouhým napojením zařízení
- seřizování nebo obsluhu je možné vykonávat ve stejném čase
- není možné využít klasické (standardní) metriky, které by hodnotily efektivitu nebo výkonnost linky (OEE) pro optimalizaci této výroby, které jinak bývají součástí standardního řešení MESu (nové metriky budou zpracovány v následující kapitole)
- dalším zvláštním požadavkem bude značení polotovarů a hotových výrobků čárovým kódem (štítkem) ihned po vyrobení
- tento štítek bude obsahovat informace, které získá z IS MES; toto by měl umožňovat HW, který bude takto dovybaven a tvořil tak základ pro další PIS, kterým bude WMS
- štítek by obsahoval již zmiňované údaje, jako je velikost v m^2, název výrobku, šarži, datum vyrobení, hmotnost role, směnu, jméno předáka a pořadí role (ukázka možné podoby štítků je uvedena i na straně 87)

Linka Anger tedy bude z tohoto důvodu potřebovat neinvazivní výbavu, která byla popsána v úvodu kapitoly. Připomeňme si tedy jen ty nejdůležitější části:

- tiskárna pro čárové kódy (identifikace využitá pro WMS)
- terminál (komunikuje na vstupu i na výstupu s obsluhou kvůli přihlášení nebo zakázce a s údržbou kvůli sledování prostojů atd.)
- odvalovací kolečka a snímače pro měření šířky (určování jednice výrobků nebo vratného materiálu, prostoje a rychlost linky)
- tenzometrická a plošinová váha (kvantitativní vstupy a výstupy – polotovar a role nebo vratný materiál či přířez v kg)
- jiné HW příslušenství pro funkci MESu (komunikační jednotka, PLC, server)

6.5.8 Výhody pilotního projektu

Nejvýznamnější výhody, které by mohl přinést nový stav:

- vyšší produktivita linky Anger
- objevení rezerv procesu, které mohly být dosud skryty
- hodnocení výkonnosti nebude zatěžovat obsluhu, protože nebude nucena využívat papírové formuláře
- analýzy se budou zakládat na reálných datech (větší průkaznost, rychlejší reakce)
- zlepšení úrovně údržby - záznam (automatický) o začátku řešení poruchy stroje (doba reakce údržby), doba, než dojde k vyřešení problému, řízení údržby
- KPI procesu nebo linky je možné hodnotit on-line
- tyto KPI ukazatele by bylo možné zhodnotit a prezentovat v rámci celé firemní sítě
- řízení výroby za pomoci výkonnostních ukazatelů linky včetně spojení se systémem strategického výrobního řízení (za pomoci KPI)
- kontinuální zlepšování procesů, které by bylo možné díky podrobným a přesným údajům o ztrátách (časových), na základě analýzy, která by zhodnotila přesná data, následně by se soustředila na větší ztráty, proběhlo by upřesnění změn, které by se zavedly, a opět by se provedla analýza pro kontrolu, zda došlo k zlepšení nebo ne (neustálé opakování tohoto „koloběhu“)
- odstranění překážek, které stojí mezi výrobou a obchodem
- sledování produkce
- materiálové bilance na úrovni vstupu a výstupu
- výkonové normy by mohly být přesnější díky detailním procesním datům, které by se týkaly výrobního plánu, konkrétního výrobku nebo zakázky
- vyřešení stavu, kdy expedované zboží přesahuje váhové limity (určená váha kamionu)
- optimalizace výroby
- zavedení APS – pokročilé plánování výroby
- ušetří se jeden zaměstnanec na směnu (více rozvedeno dále u MOST analýzy)

6.5.9 Projekt WMS

Tento projekt se bude zavádět na ve dvou budovách, jak bylo uvedeno výše. Jde o řízení skladu elektronicky spolu s pohyby materiálu, které by začínaly na příjmu výrobků z výroby, následné odvádění výrobků do skladu, vyskladnění a dále expedování – to vše za pomoci čárových kódů.

V případě Fatry se bude v rámci rozsahu přihlížet k zavádění IS MES. Určitou příležitostí je využití HW, kterým jsou sklady již vybaveny (zasíťování, čtečky čárových kódů), protože systém WMS byl již jednou implementován. Díky tomu nebude zavedení skladového hospodářství tolik nákladné. Na druhou stranu se bude jednat o složitější zavádění hlavně díky specifickým podmínkám, v rámci kterých by nový systém měl komunikovat s IS SAP přímo. Operace ve skladu by měly být efektivnější. Měla by být možná práce off-line (venku) a značení skladových pozic.

Výhody nového stavu:

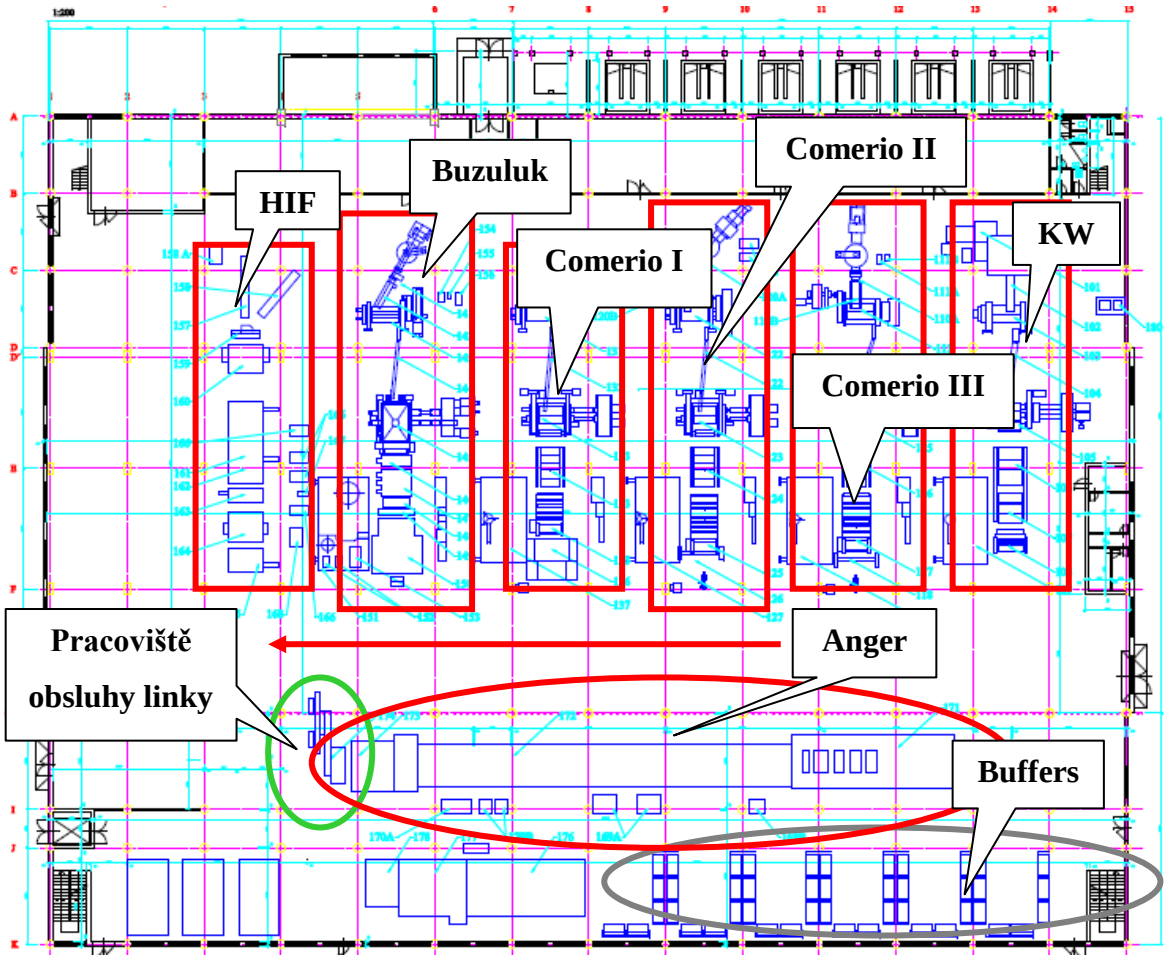
- skladníci budou mít jednodušší práci díky jednoduchosti systému
- zboží bude možné vysledovat dopředně a také zpětně
- přehled o „ležácích“, rozpracovanosti a o zásobách
- zavedení metody FIFO
- současné procesy mohou být optimalizovány
- při rozšíření systému by bylo možné dodavatelské řetězce komplexně pokrývat v rámci materiálu při vstupu, na skladech, v konsignačních a externích skladech, při jeho inventurách a evidování včetně řízení u náhradních dílů

6.6 Pracoviště

V této kapitole budou více rozvedeny změny, které proběhnou na pracovišti v souvislosti s implementací nového IS. Nejprve se seznámíme s pracovištěm a dále se již budeme věnovat manipulačnímu standardu, MOST analýze spojené se systémem vah nebo technologii výroby.

6.6.1 Popis pracoviště

Následující layout ilustruje pracoviště linky Anger – válcovna (hala č. 24):



Zdroj: Interní dokument: Layout, 2013

Obr. 23 Layout pracoviště

V layoutu haly vidíme pracoviště, kterého se bude týkat implementace. V červeném největším oválu vidíme linku Anger, která bude prvním pracovištěm, kde se bude IS zavádět. Před linkou ve světle zeleném oválu vidíme pracoviště, kde proběhnou změny v souvislosti s implementací (standardizace, váhy, vizualizace atd.).

Samotné pracoviště je zásobováno materiálem, který je skladován v charakteristických (květovaných) zásobnících umístěných na střeše budovy. Tento materiál prochází všemi patry budovy a je postupně zpracováván. Následně se dostává do linek, které jsou umístěny naproti linky Anger. Jedná se o linky:

- HIF
- Buzuluk

- Comerio I, II, III
- KW

Tyto linky pro linku Anger vyrábí polotovary, které jsou uskladněny v bufferech (sklad) umístěných vedle linky v šedém oválu. Z těchto polotovarů se následně vyrábí hotový produkt, kterým je v rámci této linky role fólie, HIF, podlahovina nebo dílce. Směr výroby označuje červená šipka nad linkou. Linku obsluhuje 9 osob (včetně předáka linky), které zabezpečují přípravu materiálu, obsluhu linky (pomocné práce), laminaci, ukládání hotových rolí, evidenci, manipulaci a balení. Systém by se měl v následujících etapách projektu zavádět i na uvedených linkách na výrobu polotovarů. Součástí zavedení nových IS bude taktéž školení zaměstnanců tak, aby byli schopni s IS pracovat.

6.6.2 Výrobní postup

Výroba začíná u odvíjecího zařízení, kde se odvíjí textil. Ten dále pokračuje do zásobníku a následně do odvíjecího místa pro polotovary, které zde vstupují do linky. Výrobek následně vstupuje do laminačního válce a odtud do dezénovacího zařízení, kde získá svůj vzhled. Vychladí se na chladících válcích a postupuje do kompenzátoru, který zajišťuje plynulost a nepřerušovanost výroby. Dále se ořežou okraje a dle druhu podlahoviny nebo fólie pak výrobek postupuje do navíječky pro velkonábal nebo malonábal. Těsně před navinutím proběhne vizuální kontrola. Kvalitní role pokračuje na balení. Pokud je ve fólii nebo podlahovině kaz, tak se tato část vysekne a navíjí se nová role.

Specifika, která ovlivňují výrobu, byla blíže rozepsána v části o implementaci.

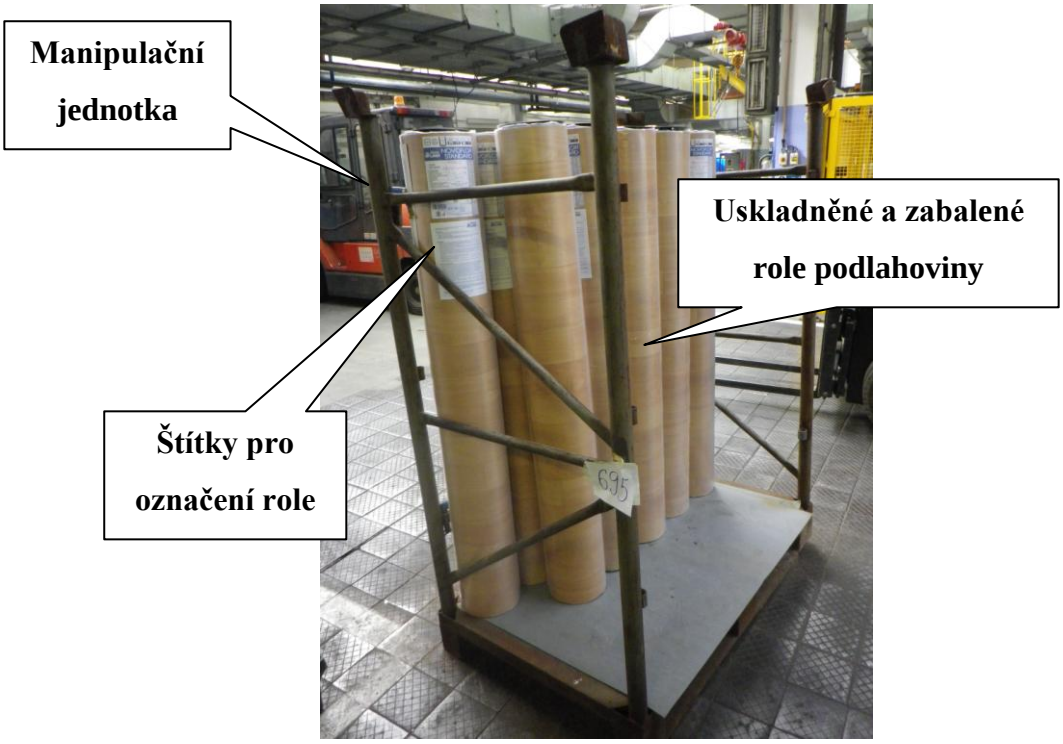
6.6.3 Manipulační standard a vizualizace

Potom, co je hotová role podlahoviny navinuta do role a zabalena, je dále odsunuta k manipulačnímu rameni. Fólie je uložena na toto rameno, to se následně přesune z horizontální polohy do vertikální, otočí se zhruba o 90° k manipulační jednotce (MJ) a prudkým pohybem se uskladní do této jednotky. Zde nastává problém v tom, že role by se měly do této MJ skládat v určitém sledu a tento by se měl dodržovat, kvůli následnému systému skladování. Jinými slovy by se měl dodržovat princip FIFO. Každá role má svůj přidělený štítek z balícího procesu a na něm jsou uvedeny podrobné údaje o každé roli (druh dekoru, typ fólie, rozměr…). Dle těchto štítků by pak následně celé MJ měly být odebírány ze skladu.

Tento postup však není dodržován již při manipulaci s rolí podlahoviny při uskladňování do MJ. Systém uskladňování rolí do MJ a následným uskladněním ve skladu souvisí se systémem WMS.

Zdroj: vlastní zpracování

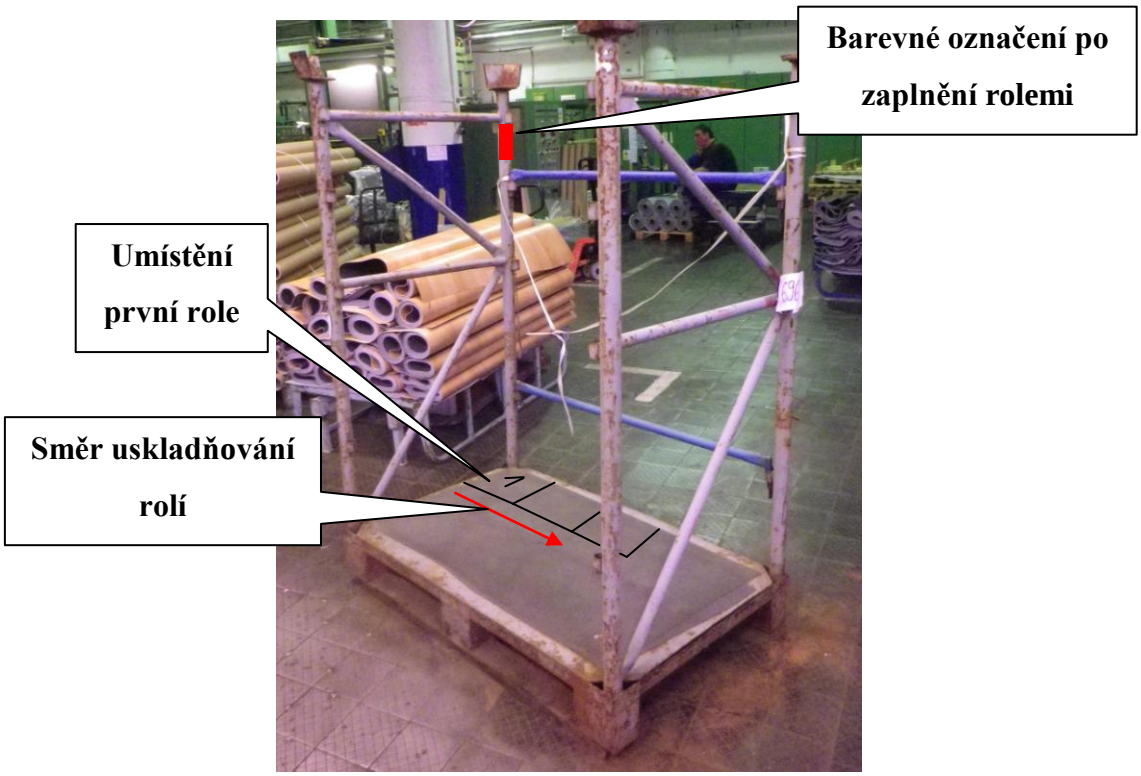
Obr. 24 Manipulační rameno



Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 25 Manipulační jednotka s fóliemi

Manipulanti by měli dodržovat jeden směr ukládání rolí do této jednotky. Nejvíce srozumitelným a jednoduchým způsobem se jeví označení manipulačních jednotek vizualizačním prvkem. Příklad je uveden na následující fotografii. Jednička a šipka v tomto případě označují směr, kterým se budou role zakládat a jakmile dojde k zaplnění MJ (značky nebudou vidět), manipulanti se budou řídit barevným pásem. Tímto postupem se zajistí dodržování výrobní šarže a řady, protože jinak může dojít k tomu, že skladník vyexpeduje jiné zboží nebo jiný druh zboží, než měl.



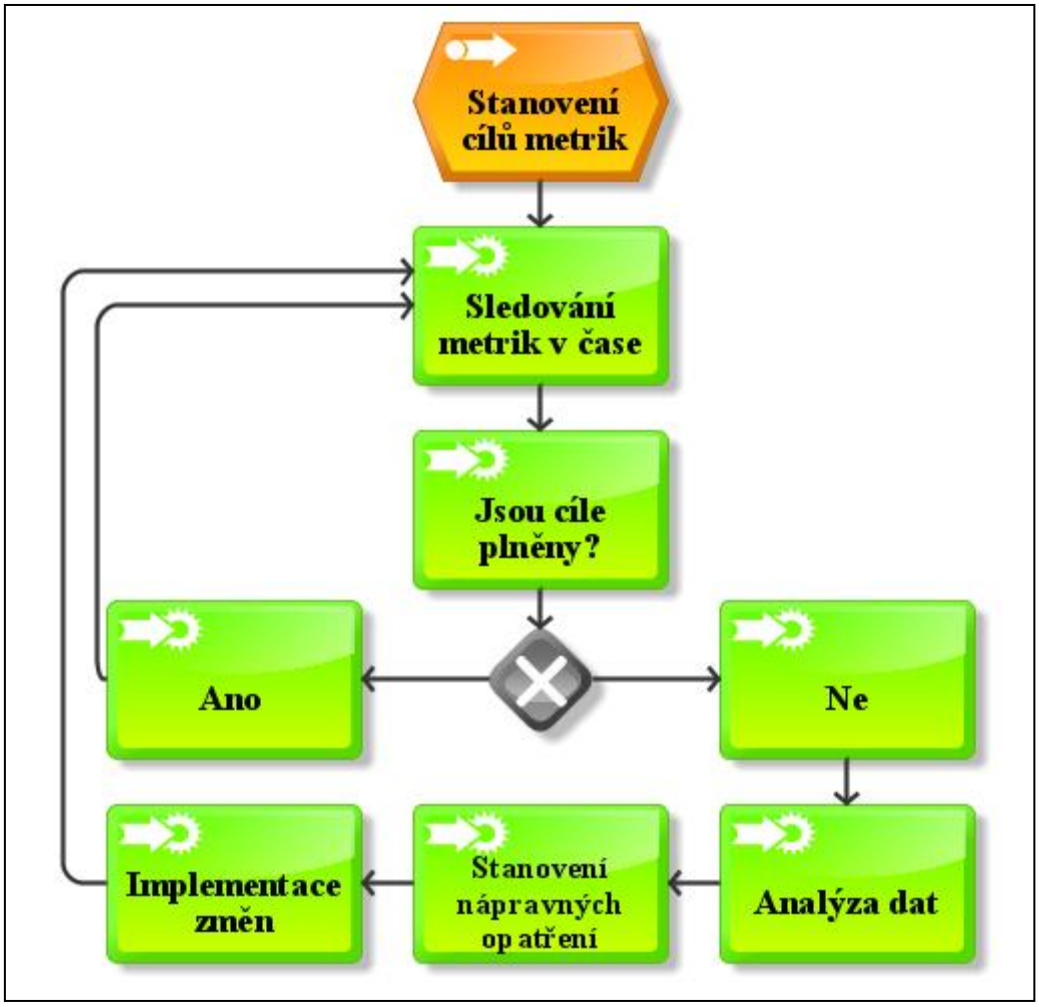
Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 26 Manipulační jednotka

Určitého sledu by se mělo držet i skladování naplněných manipulačních jednotek přímo ve skladu, ve kterém jsou uloženy, než se expedují dále k zákazníkovi.

6.6.4 Kontroling a nástěnka

Nástěnka bude zobrazovat vybrané metriky včetně cílových hodnot. V souvislosti s těmito metrikami budou určovány i drobné cíle, které povedou k zlepšení daného stavu. Nástěnka tedy bude prvkem kontrolingu a kontinuálního zlepšování na tomto pracovišti. Princip zobrazuje schéma.



Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 27 Kontinuální zlepšování a kontroling

6.6.5 MOST analýza a čas vážení

V souvislosti s implementací nového IS bude přesunuta jedna pracovnice na jiné pracoviště. Její práce spočívá v přípravě štítků pro balení. S novým IS přibude na tomto pracovišti také tenzometrická válečková váha na místo této pracovnice. Vážení na této váze nesmí být delší než cyklus zabalení nové role, jinak se zde bude tvořit fronta.

MOST analýza: 26,64s

Čas cyklu balení: 33s (měřeno na stopkách, probíhá současně s MOSTem)

Operační čas navíjení a přesun po dopravníku: 40s (navíjení) + 10s (přesun) = 50s

Součet časů: 33s + 50s = 88s

Čas vážení váhy: 50s

88s > 50s

Váha tedy bude rychlejší.

Čas navíjení nové role může být ovlivněn kvalitou role (zda se bude navíjet dál nebo jí bude část vyřazena).

6.6.6 Náklady na pracovnici

Vycházíme z následujících údajů:

Mzda: 87 Kč/hod (dělník plastikářské výroby)

Pracovní doba: 11hod

Frekvence: celá směna

Výpočet:

87*11h = 957 Kč/1 den

957*5 dní = 4 785 Kč/týden

4 785 Kč (týden)*52 týdnů (rok) = **248 820 Kč** (ročně, hrubá mzda)

6.7 Porovnání nabídek a vyčíslení nákladů implementace

Do užšího kola výběrového řízení postoupily tři firmy, z nichž bude jedna vybrána ke konečnému dodání SW i HW, což bylo upřesněno výše. Nazveme si je firmy A, B a C. Dodání bude striktně upraveno smlouvou, ale i tak je nutné vybrat vhodného kandidáta. Klíčová kritéria, podle kterých byly jednotlivé nabídky posuzovány, jsou:

- cena (rozpočet projektu) a cena smlouvy SLA
- reference (včetně zkušeností s kontinuální výrobou)

6.7.1 Rozpočet projektu

Z cenového hlediska bude každá nabídka hodnocena komplexně, tedy náklady na pilotní projekt včetně následujících plánovaných projektů (rozšíření na dalších sedm linek, rozšíření o WMS) tak, aby byla jasná celková výše nákladů za celý projekt v průběhu let. Částky budou zaokrouhleny. S jinými (dodatečnými) náklady se již nepočítá.

Firma A nabídla následující cenovou nabídku:

Tab. 13 Cenová nabídka 1

Položka	Částka	Rok
MES a WMS (pilotní projekt, HW a SW)	2 600 000 Kč	2014
SRS specifikační protokol	50 000 Kč	2014
MES a WMS (pilotní projekt i rozšíření, HW a SW)	4 000 000 Kč	2015
SRS specifikační protokol	50 000 Kč	2015
MES a WMS (licence a údržba)	100 000 Kč	2016
MES a WMS (licence a údržba)	100 000 Kč	2017
MES a WMS (licence a údržba)	100 000 Kč	2018
Celkem	**7 000 000 Kč**	-

Zdroj: vlastní zpracování dle Příloha 3. kola cenové kalkulace, 2013

V případě SRS specifikačního protokolu jedná o detailní dokument, který slouží k podrobné charakteristice projektu a stanovuje jeho kritéria. Souvisí i s dalšími garancemi a očekáváním.

Firma B nabídla následující cenovou nabídku:

Tab. 14 Cenová nabídka 2

Položka	Částka	Rok
MES a WMS (pilotní projekt, HW a SW)	1 650 000 Kč	2014
MES a WMS (pilotní projekt i rozšíření, HW a SW)	2 000 000 Kč	2015
MES a WMS (licence a údržba)	450 000 Kč	2016
MES a WMS (licence a údržba)	450 000 Kč	2017
MES a WMS (licence a údržba)	450 000 Kč	2018
Celkem	**5 000 000 Kč**	-

Zdroj: vlastní zpracování dle Příloha 3. kola cenové kalkulace, 2013

Firma C nabídla následující cenovou nabídku:

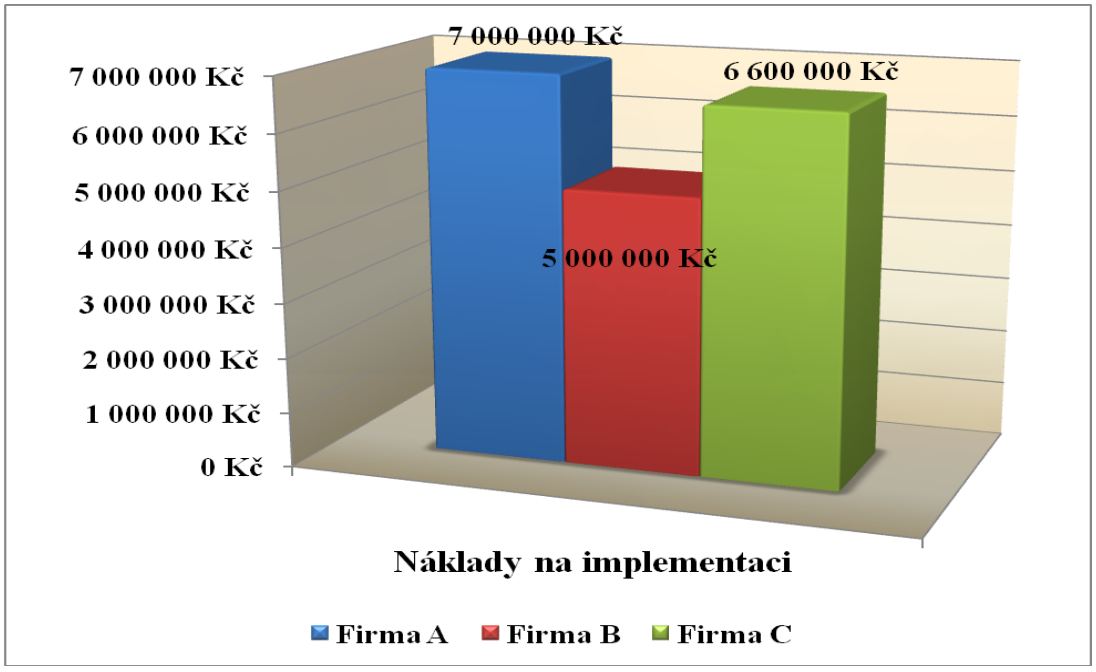
Tab. 15 Cenová nabídka 3

Položka	Částka	Rok
MES a WMS (pilotní projekt, HW a SW)	3 700 000 Kč	2014
SRS specifikační protokol	100 000 Kč	2014
MES a WMS (pilotní projekt i rozšíření, HW a SW)	2 100 000 Kč	2015
SRS specifikační protokol	100 000 Kč	2015
MES a WMS (licence a údržba)	200 000 Kč	2016
MES a WMS (licence a údržba)	200 000 Kč	2017
MES a WMS (licence a údržba)	200 000 Kč	2018
Celkem	**6 600 000 Kč**	-

Zdroj: vlastní zpracování dle Příloha 3. kola cenové kalkulace, 2013

Souhrn cenových nabídek:

Pokud se zaměříme na všechny cenové nabídky, pak zjišťujeme, že jedna je výrazně levnější. Pokud bychom měli vybrat jednu z firem, jednalo by se o firmu B, protože její cena je nejvíce příznivá. Mezi nabídkami firmy A a C je rozdíl 400 000 Kč. Mezi A a B je rozdíl 2 000 000 Kč. Mezi B a C je rozdíl 1 600 000 Kč.



Zdroj: vlastní zpracování dle Příloha 3. kola cenové kalkulace, 2013

Graf 1 Cenové nabídky

6.7.2 Cena smlouvy SLA

Ceny byly uvedeny u podmínek servisu. Jednotlivé firmy nabízí tyto ceny SLA:

Firma A: 600 000 Kč, firma B: 800 000 Kč a firma C: 2 500 000 Kč.

Nejpříznivější nabídku v tomto kritériu poskytuje firma A.

6.7.3 Reference

Nabídky budou hodnoceny také z hlediska počtu referencí a podobných projektů, které daná firma již dříve realizovala. Větší váhu budou mít ty projekty, které proběhly ve firmách, které provozují kontinuální typ výroby.

Reference firmy A:

- celkem 26 referencí v rámci MES a WMS
- další 4 reference ve skupině AGROFERT
- jedná se o firmu, která je partnerem (certifikovaným) firmy Siemens
- dále je partnerem Microsoftu a její systém funguje na OS Windows Server 2008R2 a 2012
- ocenění vybraného projektu titulem IT projekt 2009

Reference firmy B:

- celkový počet referencí (MES a WMS) je 18 a jedna v rámci AGROFERTu (Fatra)
- zahraniční projekty

Reference firmy C:

- celkem 7 vybraných referencí
- další 4 reference týkající se systému WMS
- spolupráce na projektech s dalšími dvěma společnostmi

Největším počtem referencí disponuje firma A, která vlastní i další ocenění nebo certifikace.

6.8 Analýza rizik implementace

Pro analyzování rizik byla zvolena analýza RIPRAN. Uvedená analýza hodnotí konkrétní hrozbu, její průběh, pravděpodobnosti, dopady, jak velký dopad může mít a jak se proti ní chránit nebo s ní naložit, pokud vznikne.

Hodnota rizika:

Malý dopad (nejnižší riziko)

Tvorba rizikového plánu (střední riziko)

Vyhnutí se riziku (nejvyšší riziko)

Tab. 16 RIPRAN 1

ID	**Hrozba**	**Scénář**	**Pravděpodobnost**	**Dopad**	**Hodnota rizika**	**Opatření**
1	Nedodání IS	Dodavatel nedodá IS	Nízká	Firmě vzniká škoda v podobě nedodaného (případně i zaplaceného zboží a služby) a odkladu implementace	Malý dopad	Smluvní závazek dodavatele k dodání zboží a definice případných sankcí; vše ošetřeno striktní smlouvou (SLA)
2	Časová prodleva, než dojde k zaučení obsluhy	Zaměstnanci nebudou chtít nový systém využívat	Nízká	Firma bude muset nastalou situaci řešit a případně zajistit dodatečné školení	Malý dopad	Školení, vysvětlení funkce IS
3	Dodaný SW nebude funkční	Bude zjištěno, že software nepracuje tak, jak by měl a budou se v něm vyskytovat chyby	Nízká	Prodlení implementace	Tvorba rizikového plánu	Požadavek náhrady ze strany dodavatele
4	Nesplnění požadavků a očekávání firmy	SW nesplňuje požadavky, které byly stanoveny Fatrou nebo celkově zklame očekávání	Střední	Zjišťování, zda je dodavatel schopen sjednat náhradu; pokud ne – odstoupení od smlouvy s dodavatelem	Tvorba rizikového plánu	Kompenzace od dodavatele nebo nové zahájení výběrového řízení
5	Upuštění od projektu	Projekt bude přerušen nebo nebude mít vysokou prioritu	Nízké	Projekt nemusí být nikdy dokončen	Tvorba rizikového plánu	Zdůraznění významu projektu pro firmu

Zdroj: vlastní zpracování

Nejmenším problémem projektu jsou uvedené problémy s dodaným SW. Tyto nejsou problémem ani tak Fatry, jako spíše dodávající firmy. Z hlediska Fatry je dodání ošetřeno smlouvou SLA. Největším problémem je oddalování termínu dokončení implementace díky neustálému řešení technických detailů a záležitostí. Toto riziko je naopak velmi reálné.

Tab. 17 RIPRAN 2

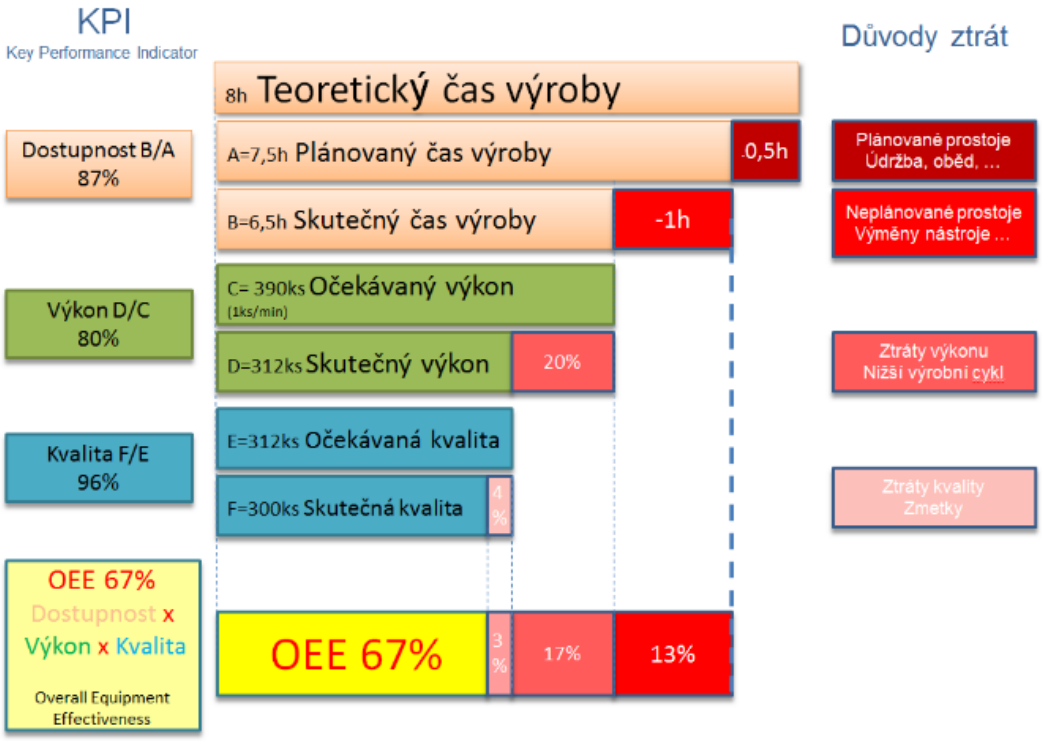
ID	**Hrozba**	**Scénář**	**Pravděpodobnost**	**Dopad**	**Hodnota rizika**	**Opatření**
6	Technická nerealizovatelnost	V průběhu implementace se zjistí, že některé zamýšlené změny nejsou realizovatelné	Střední	Implementace se prodlouží kvůli nalezení nového řešení a jeho realizaci	Tvorba rizikového plánu	Stanovení striktních a konkrétních požadavků do smlouvy
7	Zajištění dodržování metody FIFO	Obsluha nebude dodržovat systém skladování v manipulačních jednotkách	Střední	Zhoršené dohledávání výrobků a možnost vyexpedování nesprávného zboží zákazníkovi	Tvorba rizikového plánu	Proškolení a dohlížení na dodržování pokynů (výrobky – role fólie budou označeny pořadovým číslem/štítkem), zmiňované vizualizační prvky
8	Nevyužití ze strany managementu	Reporty se uloží stranou a nebudou se využívat k řízení výroby	Střední	Zbytečně vyvinutá aktivita při tvorbě a realizaci projektu a zbytečně vynaložené náklady na projekt	Tvorba rizikového plánu	Stanovení termínů k vyjádření zpětné vazby k předaným datům
9	Prodloužení termínu dokončení projektu (technické detaily a záležitosti)	Implementace se z nějakého důvodu prodlouží	Vysoké	Odklad jiných projektů; prodražení akce; prodloužení stávajícího ne příliš efektivního stavu	Vyhnutí se riziku	Přesná specifikace zadání; požadavek striktního dodržení smlouvy; pokusit se předvídat problémy; soustředit se na tento konkrétní projekt a jeho dokončení

Zdroj: vlastní zpracování

7 KPI UKAZATELE

V této kapitole bychom se měli soustředit na určení metrik, které by posloužily budoucím analýzám dat, která bude generovat MES. V úvodu fyzické implementace bude nutné provést **customizaci**, jinými slovy programátorský zásah, který by IS poupravil tak, aby více odpovídal typu výroby a podmínkám ve Fatře. V případě Fatry se jedná o kontinuální výrobu a ta má svá specifika a jak si ukážeme dále, není možné využívat standardní ukazatele jako je OEE nebo ukazatele produktivity bez úpravy a je možné že výsledky kvůli těmto specifikám budou zkresleny. Problematiku si nastíníme na příkladech výpočtů u vybraných ukazatelů nebo alespoň na ilustračních ukazatelích, které prozatím není možné dopočítat z důvodu absence vhodných dat, než bude systém instalován.

Ukázka reportů:



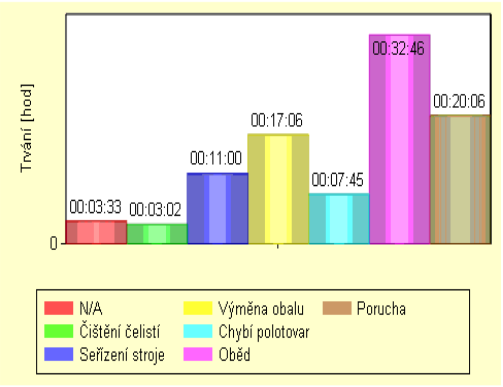
Zdroj: Interní dokument: Obchodní nabídka (firma C), 2013

Obr. 28 Report 1

Takto vypadá hotový report, který je již upraven a v tomto případě se jedná o konkrétní metriku OEE. Bez této úpravy bude systém generovat pouhý výčet dat, která sesbíral. Stejná situace je i u druhé ukázky reportu.

Prostoje BTH1 od 12.06.2008 00:40:47 do 12.06.2008 08:40:47

Typ	Začátek	Délka	Komentář
⊞ N/A		00:03:33	
⊞ Čištění čelistí		00:03:02	
⊞ Seřízení stroje		00:11:00	
⊟ Výměna obalu		00:17:06	
	12.06.08 06:50:33	00:03:33	čištění čelistí
	12.06.08 04:23:58	00:07:54	
	12.06.08 02:04:56	00:05:39	přetržená folie
⊞ Chybí polotovar		00:07:45	
⊞ Oběd		00:32:46	
⊟ Porucha		00:20:06	
	12.06.08 06:15:46	00:00:47	výměna datumové pásky
	12.06.08 04:33:00	00:02:16	
	12.06.08 03:07:04	00:05:05	
	12.06.08 02:10:47	00:11:58	seřizování yamata
Celkem:		01:35:18	



Zdroj: Interní dokument: Obchodní nabídka (firma C), 2013

Obr. 29 Report 2

7.1 Produktivita

Prvním ukázkovým příkladem výpočtu jsou ukazatele produktivity za konkrétní den. Sledovaná podlahovina – Domo FC ost. Ve sloupci nalevo je datum, v druhém sloupci je vyrobené množství v průběhu dne v m^2 a ve sloupci vpravo je norma na den také v m^2. Údaje se týkají linky Anger.

7.1.1 Index produktivity

13.9.2013	3049,5	10500
13.9.2013	2104	10500
13.9.2013	1807	10500
13.9.2013	1325,7	10500
13.9.2013	3083	10500

Zdroj: Interní dokument:

Suma výkonů Anger, 2013

Obr. 30 Suma výkonů linky Anger

Nejprve je nutné sečíst druhý sloupec a dostat v sumu m^2. Je to 11 369,2 m^2.

Tab. 18 Index produktivity

Index produktivity	
Produkt:	Domo FC ost.
Datum:	13.9.2013
Vyrobené množství:	11 369,2 m^2
Norma:	10 500 m^2
Výpočet:	$$\text{Index produktivity} = \frac{\text{aktuální produktivita}}{\text{standard produktivity}} * 100$$ $$IP = \frac{11369,2}{10500} * 100 = 108,28\ \%$$

Zdroj: vlastní zpracování

Index produktivity vychází 108,28 % a norma tedy byla překročena zhruba o 8 %. Výpočet je tedy proveditelný a odpovídá skutečnosti, kdy je určeno, že se vyrábí dle zakázky (100%) a částečně i nad normu (10%) s ohledem na metodu výpočtu výkonové normy, která zahrnuje určité množství ztrátových časů na každou směnu a aktuální strukturu zákaznických požadavků.

7.1.2 Parciální produktivita

Dalším ukázkovým výpočtem v rámci produktivity, je parciální produktivita. Sledovaná podlahovina se nemění. Měří se údaje za 8.6.2013 a součet je 5 594,4 m^2.

85	8.6.2013	295	10500
86	8.6.2013	5299,4	10500

Zdroj: Interní dokument: Suma výkonů Anger, 2013

Obr. 31 Suma výkonů linky Anger

Tab. 19 Parciální produktivita

Parciální produktivita	
Produkt:	Domo FC ost.
Datum:	8.6.2013
Vyrobené množství:	5 594,4 m^2
Vstup	12 hodin
Třída měřitelného výstupu:	Strojní hodiny
Výpočet:	$$PP = \frac{\text{měřitelný výstup (celkový)}}{\text{1 třída měřitelného vstupu}}$$ $$PP = \frac{5594,4}{12} = 466,2 \text{ m}^2 \text{ na 1 strojní hodinu}$$

Zdroj: vlastní zpracování

V tomto případě počítáme denní výkon (není rozděleno na směny) a počítáme pouze s prostředním sloupcem (suma množství). Jako třída měřitelného výstupu se jako nejvhodnější jeví strojní hodiny. Výstup je opět počítán na m^2. Otázkou v tomto případě je využití 12 hodin jakožto vstupu. Bereme-li v úvahu, že se jedná o kontinuální výrobu, pak je sporné, s kolika hodinami je vhodné počítat. Počítat s počtem hodin na pracovníka je nepřesné, protože počítáme s nepřetržitým provozem.

7.1.3 Totální faktor produktivity

$$\text{Totální faktor produktivity} = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{pracovní síla} + \text{kapitál}}$$

Stanovené podmínky pro výpočet zůstávají stejné jako v předchozích výpočtech, ale opět není možné zcela přesně určit podíl pracovní síly ani kapitálu.

7.1.4 Totální produktivita

Množství	Jednotka m2 / bm
7110	m2

Zdroj: Interní dokument:

Anger, 2013

Obr. 32 Vyrobené množství

Druh	Tloušťka	Šířka	Množství(bm)
ansparent	0,42	1580	5500
Tisk	0,3	1600	5140

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 33 Polotovary

Jedná se o údaje z 5.3.2013 (3. směna). K dopočítání tohoto vzorce je nutný přepočet čísla 5 140, které je uvedeno v běžných metrech (bm). Tímto se dostáváme k tomuto výpočtu: 1,6*5 140 = 8 224 (m^2), abychom se dopracovali ke shodným jednotkám. Dále je potřeba poznamenat, že je vybrán pouze jeden polotovar, kterým je Tisk. Tento produkt se skládá celkem ze čtyř polotovarů. Polotovary mají stejnou délku v bm a jsou vrstveny na sebe.

Tab. 20 Totální produktivita

Totální produktivita	
Produkt:	Domo FC ost.
Datum:	5.3.2013
Směna:	3.
Přepočet měrných jednotek:	1,6*5 140 bm = 8 224 m^2
Polotovar:	Tisk
Výpočet:	$\text{Totální produktivita} = \frac{\text{Celkový měřitelný výstup}}{\text{Celkový měřitelný vstup}}$ $\text{Totální produktivita} = \frac{7110\ m^2}{8224\ m^2} = 0,86\ (86\%)$

Zdroj: vlastní zpracování

V předchozích výpočtech jsme se setkali s normami. Problémem výkonových norem, které jsou specifické přímo pro Fatru, je jejich určování. Například, výpočet čistého výkonu vypadá následovně:

čistý výkon = hrubý výkon – ztrátové časy

Ztrátovými časy se rozumí směnové časy, vadné a zkoušky. Více se o této problematice dozvíme z následující kapitoly.

7.2 Výkonové normy

Na úvod se seznámíme s metodikou výpočtu hrubého a čistého výkonu.

Hrubý výkon (HV v m^2) = rychlost linky (bm/min)*disponibilní čas směny (min)*šíře podlahoviny (m)

Čistý výkon (ČV v m^2) = ČV (m^2) - (100 – směnové časy (%) – vadné, zkoušky (%))/100

(Interní dokument: Optimalizace výkonových norem linky Anger, 2013)

Směnovými časy rozumíme čas, kdy linka nevyrábí, a tyto se počítají z disponibilního času v rámci směny. Vadné či zkoušky zase zahrnují čas (procento), kdy se vyrábí neprodejná podlahovina anebo je vyráběna nekvalita opět v rámci času určeného pro výrobu.

(Interní dokument: Optimalizace výkonových norem linky Anger, 2013)

Výpočet těchto veličin vypadá následovně:

$$\frac{\text{Směnové časy v min.}}{480} \times 100$$

Zdroj: Interní dokument:

Optimalizace výkonových

norem linky Anger, 2013

Obr. 34 Směnové časy

$$\frac{\text{Vadné , zkoušky v min.}}{480} \times 100$$

Zdroj: Interní dokument:

Optimalizace výkonových

norem linky Anger, 2013

Obr. 35 Vadné, zkoušky

Uvedených 480 je 60 minut*8hodin směny a pokud stále počítáme s kontinuální výrobou, pak tento výpočet není správný.

Jedním z problémů jsou výkonové normy a nejasnost kolem jejich určování. S problémem nejasného určování norem může souviset i řada dalších zmiňovaných nevýhod, jako je nemožnost zpětně analyzovat různé jevy z dlouhodobého hlediska, nemožnost optimalizovat výrobu a validovat data a sporné využití potenciálu výroby. Tomuto stavu také napomáhá zmiňovaný nevhodný způsob sběru dat. Ve výrobním systému také není stanovena metodika KPI procesu.

(Interní dokument: Optimalizace výkonových norem linky Anger, 2013)

Pokud se stávajícími výkonovými normami zabýváme více do hloubky, zjišťujeme, že hrubý výkon se odvozuje z čistého výkonu. To by mělo být opačně.

Dalším problémem je určování disponibilního času v rámci kontinuální výroby. U detailních výkonových norem byl zjištěn čas 7,5 hodiny, zatímco v metodice výpočtu je uveden čas 8 hodin. Další nepřesnosti nacházíme v taktu linky (rychlost výroby). V technologických předpisech byl určen určitý rozptyl rychlosti, avšak ta se může měnit dle kvality polotovarů, které vstupují do výroby a při zajíždění výroby.

Není také zohledněna šířka vyráběných podlahovin. A konečně – nejsou přesně určeny prostoje u linky a prozatím není možné přiřadit odpad či vratný materiál ke konkrétnímu výrobku a výrobní zakázce (její velikosti).

Pokud se zaměříme na konkrétní sledovanou linku Anger, zjišťujeme, že chybí některé záznamy o délce prostojů (jak kdy). V souvislosti s tímto je vhodné zmínit také zajíždění linky, souběžné prostoje aj. Zde je vhodné se také zaměřit na příčiny těchto prostojů.

(Interní dokument: Optimalizace výkonových norem linky Anger, 2013)

Toliko k ukazatelům produktivity. Jiným vhodným ukazatelem může být OEE, které si zde více přiblížíme.

7.3 OEE (CEZ)

Výpočet OEE:

$$\mathbf{CEZ\ (OEE) = \frac{Efektivní\ čas}{Čas\ výroby\ (plánovaný)}}$$

$$\mathbf{CEZ\ (OEE) = D * V * Q}$$

Dílčí výpočty:

$$\mathbf{Dostupnost = \frac{Plánovací\ čas - přerušení\ (čas)}{Plánovací\ čas} * 100}$$

$$\mathbf{Kvalita = \frac{celkový\ výstup\ (výroba) - počet\ nekvalitních\ výrobků}{celkový\ výstup\ (výroba)} * 100}$$

$$\text{Výkon} = \frac{\text{jednotkový čas} * \text{výkon výroby}}{\text{operační čas}} * 100$$

U tohoto vzorce se pozastavíme a probereme si jej více dopodrobna. OEE je vhodné pro určování efektivity výroby a pravděpodobně bude i využito v metrikách pro MES. Pokud ale chceme uvedený vzorec dopočítat a dosadit do vzorce OEE = D*V*Q všechny údaje, pak je nejprve nutné dopočítat tři dílčí vzorce.

Pokud si rozebereme první vzorec, pak zjišťujeme, že plánovací čas, který by v tomto případě měl být čas výroby, která je ale kontinuální. U času přerušení však nastává problém v tom, že čas přerušení ve Fatře znamená prostoje a ty se nerozdělují na plánované a neplánované. S neplánovanými prostoji se v případě metrik nedá příliš pracovat. Naopak s plánovanými prostoji se již dá více pracovat a přicházet s konkrétním řešením v podobě menšího dílčího cíle, který by mohl být svěřen zaměstnancům, kteří by byli motivováni odměnou za jeho plnění.

U vzorce výkonu potřebujeme dosadit jednotkový čas, výkon výroby a operační čas. Jednotkový čas by měl být čas jednoho cyklu výroby. Výkon výroby není nutné dopočítávat

a je uveden v m^2. Operační čas je nutno dopočítat. Příklad by byl následující:

Vycházíme z následujících údajů: rychlost je 12 bm/min, šířka fólie je 1 500 cm

12*1,5/ = 18 m^2/min

Vzorec pro kvalitu taktéž není úplně vhodný. Zde se jedná o celkovou sumu výroby, která by byla očištěna o počet zmetků. Zde je důležité se pozastavit u slova „počet“. Kontinuální výroba se nedá počítat na kusy, jak bylo řečeno výše – výroba probíhá v m^2.

Dalším problémem je vůbec samotné dosazení údaje do tohoto vzorce. Ve Fatře se nepočítá odpad či zmetky, protože část ho jde na recyklaci a pokud se nějaký odpad eviduje, pak se jedná například o kila, ale ne o počet m^2. Pro vzorec kvality je zásadní začít evidovat odpad či zmetky.

Výpočet OEE by měl být odrazem aktuální efektivity a jejích změn po určitém časovém období, kdy jsme se zaměřili na zlepšení tohoto ukazatele určitým dílčím cílem.

7.4 TEEP

Tento ukazatel navazuje na OEE a mohl by být taktéž vhodný pro hodnocení výroby díky zohlednění prostojů a počítání s kalendářním časem.

$$\mathbf{TEEP = dostupnost * využití * výkon * kvalita = dostupnost * OEE}$$

$$\mathbf{Dostupnost = \frac{disponibilní\ čas}{kalendářní\ čas}} \qquad \mathbf{Výkon = \frac{čistý\ výrobní\ čas}{výrobní\ čas}}$$

$$\mathbf{Využití = \frac{výrobní\ čas}{disponibilní\ čas}} \qquad \mathbf{Kvalita = \frac{užitečný\ výrobní\ čas}{čistý\ výrobní\ čas}}$$

$$\mathbf{TEEP = \frac{Čas\ zařízení\ (užitečný)}{Kalendářní\ čas}}$$

Vycházíme z následujících údajů:

Závady na strojním zařízení, připomínky, zdůvodnění :		Ztrátový čas	
		Od	Do
	vyjíždění linky, chlazení a čistění topných válců, čistění lakovačky	4:30	5:30

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 36 Prostoj

Plánovaný prostoj 9.3.2013:

1. směna: bez prostojů
2. směna: 60 min
3. směna: bez prostojů

Čas směn celkem: 480*3 = 1 440 min/den

Čas zařízení (užitečný): 3 směny (1 den) – prostoje = 1 440 min – 60 min = 1 380 min/den

Tab. 21 TEEP

TEEP	
Datum:	9.3.2013
Prostoje (za celý den):	60 minut
Čas směn celkem:	480*3 = 1 440 min/den
Užitečný čas zařízení:	1 440 min – 60 min = 1 380 min/den
Výpočet:	$$TEEP = \frac{\text{Čas zařízení (užitečný)}}{\text{Kalendářní čas}}$$ $$TEEP = \frac{1380\ min}{1440\ min} = 0,958\ (95,8\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

Efektivnost zařízení byla k tomuto dni 95,8%.

7.5 Průběžná doba výroby

V rámci Fatry se jedná o výrobní zakázku, která začíná objednávkou od zákazníka a jejím zadáním do systému a končí expedicí zboží. Usilujeme o její zkracování. Toho by se mělo dosáhnout hodnocením výroby a navrhováním nápravného opatření a po aplikaci nápravného opatření opět sledovat výsledek metrik. Sledujeme, zda se parametr zlepšil nebo ne. Průběžnou dobu výroby je možné zjistit z ERP systému, ale v současnosti ji nejsme schopni více analyzovat.

7.6 Takt time

V tomto případě bude takt time vztažen k počtu vyrobených rolí. Vycházíme ze stejného množství, jako je níže uvedená výroba, tj. 7 536 m^2. Role má 16 m^2. Pokud si tedy vydělíme 7 536/16, výsledkem bude 471 rolí za den. Disponibilní čas je 480*3, tedy 1 440 min.

Tab. 22 Takt Time

Takt Time	
Datum:	21.3.2013
Vyrobené množství:	7 536 m^2
Rozměr role:	16 m^2
Počet rolí na den:	471 rolí/den
Disponibilní čas:	1 440 min (480 min*3 směny)
Výpočet:	$$\text{Takt time} = \frac{\text{poptávka (jednotky – role)}}{\text{disponibilní čas práce}}$$ $$\text{Takt time} = \frac{471\ m^2}{1440\ min} = 0{,}33\ m^2/min$$

Zdroj: vlastní zpracování

Za jeden pracovní den bychom tedy byli schopni vyrábět 0,33 m^2/min. Dalším ukazatelem by mohly být počty kusů, které by měla linka například za směnu nebo za hodinu vyrobit. Tyto počty by měly být dopředu určeny.

7.7 PEE

$$PEE = (\text{plán. prostoje})^{v1} * (\text{neplán. prostoje})^{v2} * (\text{výkon})^{v3} * * (\text{kvalita})^{v4} * (PSE)^{v5} * (OU)^{v6}$$

Tento ukazatel byl popsán v teoretické části práce. Díky nutnosti výpočtu kvality se v současnosti nedá dopočítat, ale v budoucnu by mohl být vhodným ukazatelem díky zohlednění prostojů a také váhám.

7.8 Využití výrobní kapacity

Množství	Jednotka m2 / bm
7632	m2

Zdroj: Interní dokument:

Anger, 2013

Obr. 37 Hotová výroba

Plánovaná výroba :

Druh	Vzor	Tloušťka	Šířka	Délka	Podklad	Dezén	Poznámka	SAP kód	Šarže	Množství (m2 / bm)
DOMO	3100-41	1,4	1500	16 bm	201	POM		31103132	S300016207	10000 m2

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 38 Plánovaná výroba

Z uvedených údajů je pro nás podstatné vyrobené množství a šířka.

Tab. 23 Využití výrobní kapacity

Využití výrobní kapacity	
Datum:	18.3.2013
Produkt:	DOMO
Směna (využitelný čas. fond):	3. (480 min)
Vyrobené množství:	7 632 m^2
Plánované množství výroby:	10 000 m^2
Výkon (výrobní kapacita):	12 bm/min * 1,5 * 480 min = 8 640 m^2
Výpočet:	

$$\text{Využití výrobní kapacity} = \frac{\text{skutečný objem výroby}}{\text{výrobní kapacita (kapacitní objem výroby)}}$$

$$\text{Výrobní kapacita (natur.jedn.)} = \text{využitelný časový fond (hod)} * \text{výkon (natur.jedn. za 1h)}$$

$$\text{Výrobní kapacita} = 8\,640\ m^2/\text{směnu}$$

$$\text{Využití výrobní kapacity} = \frac{7\,632\ m^2}{8\,640\ m^2/\text{směnu}} = 0,8833\ (88\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

7.9 Návrhy ukazatelů

V této části práce budou rozpracovány navržené ukazatele vhodné pro hodnocení výroby.

7.9.1 Produktivita linky za časové období (bez prostoje)

$$\text{Produktivita linky za časové období} = \frac{\text{vyrobené } m^2}{\frac{\text{čas určeného období} - \text{suma prostojů}}{\text{čas na výrobu 1 } m^2 \text{ v min. (rychlost linky)}}}$$

Zdroj: Interní dokument: KPI ukazatele, 2013

Množství	Jednotka m2 / bm
576	m2
6960	m2

Zdroj: Interní dokument:

Anger, 2013

Obr. 39 Hotová výroba

V tomto případě vycházíme z těchto údajů:

- hotová výroba celkem činí: 7 536 m^2
- jedná se o směnu 3, která proběhla 21.3.2013, tj. 8h směny (480 min)
- v této směně neproběhl žádný prostoj
- typ fólie: NFS
- (orientační) rychlost v bm/1min je 12, tj 18 m^2

Tab. 24 Produktivita linky za časové období bez prostoje

Produktivita linky za časové období (bez prostoje)	
Datum:	21.3.2013
Směna:	480 min (3. směna)
Vyrobené množství:	7 536 m^2
Produkt:	NFS
Orientační rychlost:	12 bm/1 min (18 m^2)
Prostoje:	0 min
Operační čas stroje:	(1 m/min) 1/18 = 0,0555
Výpočet:	

$$\text{Produktivita linky za časové období} = \frac{\text{vyrobené } m^2}{\frac{\text{čas určeného období} - \text{suma prostojů}}{\text{čas na výrobu 1 } m^2 \text{ v min. (rychlost linky)}}}$$

$$\textbf{Produktivita linky za časové období} = \frac{\frac{7536}{480-0}}{0{,}0555} = 0{,}8714\ (87\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

Pozastavit bychom se měli u rychlosti linky, která bohužel výsledek zkresluje, protože není konstantní.

7.9.2 Produktivita linky za časové období (s prostojem)

Závady na strojním zařízení, připomínky, zdůvodnění :		Ztrátový čas	
		Od	Do
	výměna přítl. gum. válečku u válce č. III (horní), zahřívání, umývání válce č. IV, zajíždění linky, kalibrace lakovačky	14:00	15:00

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 40 Prostoj

Následující způsob výpočtu zohledňuje prostoje:

- prostoj proběhl 5.3.2013, ve 2. směně a celkem trval 1h (tj. 60min)
- zbylé údaje zůstávají nezměněny
- hotová výroba činí 6 012 m^2

Množství	Jednotka m2 / bm
3168	m2
2844	m2

Zdroj: Interní dokument:

Anger, 2013

Obr. 41 Hotová výroba

Tab. 25 Produktivita linky za časové období s prostojem

Produktivita linky za časové období (s prostojem)	
Datum:	5.3.2013
Směna:	480 min (2. směna)
Vyrobené množství:	6 012 m^2
Produkt:	NFS
Orientační rychlost:	12 bm/1 min (18 m^2)
Prostoje:	1 hod (60 minut)
Operační čas stroje:	(1 m/min) 1/18 = 0,0555
Výpočet:	

$$\text{Produktivita linky za časové období} = \frac{\text{vyrobené } m^2}{\frac{\text{čas určeného období} - \text{suma prostojů}}{\text{čas na výrobu 1 } m^2 \text{ v min. (rychlost linky)}}}$$

$$\textbf{Produktivita linky za časové období} = \frac{6012}{\frac{480-60}{0{,}0555}} = 0{,}7844\ (78\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

Produktivita linky byla v tomto období tedy 79%.

7.9.3 Efektivita linky

$$\text{Efektivita linky za časové období} = \frac{\text{vyrobené m}^2 * \text{čas výroby 1 m}^2}{\text{dostupný čas období}}$$

Zdroj: Interní dokument: KPI ukazatele, 2013

Vycházet budeme ze stejných údajů jako u předchozího vzorce:

- hotová výroba celkem činí: 7 536 m^2
- čas výroby 1 m^2: 0,056 min
- dostupný čas období: 1 směna (480 min)

Tab. 26 Efektivita linky za časové období

Efektivita linky za časové období	
Datum:	5.3.2013
Vyrobené množství:	7 536 m^2
Čas výroby 1 m^2	0,056 min
Dostupný čas:	1 směna (480 min)
Výpočet:	

$$\text{Efektivita linky za časové období} = \frac{\text{vyrobené m}^2 * \text{čas výroby 1 m}^2}{\text{dostupný čas období}}$$

$$\textbf{Efektivita linky za časové období} = \frac{7536 * 0{,}056}{480} = 0{,}8792\ (88\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

7.9.4 Využitelnost linky

$$\textbf{Využitelnost linky za časové období} = \frac{\textbf{celkový čas období} - \textbf{suma prostojů}}{\textbf{celkový čas období}}$$

Zdroj: Interní dokument: KPI ukazatele, 2013

Pro tento vzorec je nutné evidovat prostoje a rozdělovat je na plánované a neplánované.

Vstupní údaje:

Závady na strojním zařízení, připomínky, zdůvodnění :		Ztrátový čas	
		Od	Do
	Otřepené kraje gurtny na dopravníku pod UV lampami zastavily linku	0:05	0:15
	Vyjíždění, čistění a umývání válců, umývání lakovačky	4:00	6:00

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 42 Suma prostojů

- suma prostojů: 2h 10min (130 min)
- neplánované prostoje: 10 min
- celkový čas období: 1 den (3 směny, tj. 1440 min)
- sledovaná podlahovina je NFE a prostoj proběhl 29.3.2013 ve třetí směně

Tab. 27 Využitelnost linky za časové období

Využitelnost linky za časové období	
Datum:	29.3.2013 (3. směna)
Produkt:	NFE
Suma prostojů:	2 hodiny 10 minut (130 minut)
Neplánované prostoje:	10 minut
Celkový čas období:	1 den (1 440 minut)
Výpočet:	

$$\text{Využitelnost linky za časové období} = \frac{\text{celkový čas období} - \text{suma prostojů}}{\text{celkový čas období}}$$

$$\text{Využitelnost linky za časové období} = \frac{1440 - 130}{1440} = 0,9097\ (91\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

7.9.5 Vratný materiál

$$\text{Podíl odpadu} = \frac{\text{odpad v m}^2}{\text{vyrobené množství v m}^2}$$

Zdroj: Interní dokument: KPI ukazatele, 2013

Vznik vratného materiálu :

VM 25100100 (Kg)	VM 25100100 - KRAJE (Kg)	VM 25100028 (TRANSP.) (Kg)
2380	600	40

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 43 Odpad

Množství	Jednotka m2 / bm
5004	m2

Zdroj: Interní dokument:

Anger, 2013

Obr. 44 Vyrobené množství

Tab. 28 Podíl odpadu

Podíl odpadu	
Datum:	29.3.2013 (3. směna)
Vyrobené množství:	5 004 m^2
Suma odpadů:	3 020 kg (součet hodnot v kroužku)
Hodnota k přepočtu:	2 mm tloušťky = 0,706 kg/m^2, tj. 4 277 m^2
Výpočet:	

$$\textbf{Podíl odpadu} = \frac{\textbf{odpad v m}^2}{\textbf{vyrobené množství v m}^2}$$

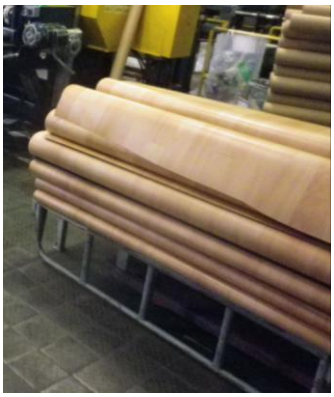
$$\textbf{Podíl odpadu} = \frac{4277}{5004} = 0,854\ (85\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

Potřebnými daty pro tento výpočet byla:

- suma odpadů za 1 směnu (29.3.2013): 3 020 kg (tj. 4 277 m^2)
- celkové množství výroby bylo 5 004 m^2
- hodnota pro přepočet: 2 mm tloušťky = 0,706 kg/m2

Podíl odpadu v tomto případě tvořil 85%. Takto vysoké číslo může být zapříčiněno kumulací odpadu i za jiné směny (dojde k zaplnění manipulační jednotky – „sáně“).



Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 45 „Sáně“

7.9.6 Využití vloženého polotovaru

Uvedený vzorec by měl hodnotit využívání polotovaru. Na konci výrobního procesu bychom měli dostat pokud možno stejnou délku hotového výrobku, jako byla délka polotovaru, který byl do linky vložen. Výsledek by se měl rovnat nebo alespoň blížit = 1 nebo v případě vynásobení 100 bude výsledek uveden v procentech a v tomto případě bychom se měli blížit 100%.

Druh	Tloušťka	Šířka	Množství(bm)
tisk	0,2	1580	4800

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 46 Polotovar

Množství	Jednotka m2 / bm
7632	m2

Zdroj: Interní dokument:

Anger, 2013

Obr. 47 Vyrobené množství (18.3.2013)

Polotovar Tisk je uveden v bm a jeho hodnota po přepočtu na m^2 je 7 584 m^2 (1 580*4,800). V tento den (18.3.2013) bylo ve směně 3 vyrobeno 7 632 m^2. V tomto případě byl polotovar využit na 100,6%. Výsledná hodnota může být zkreslena tím, že polotovary různě pracují v průběhu výrobního procesu (smršťování a natahování atd.).

Tab. 29 Využití vloženého polotovaru

Využití vloženého polotovaru	
Datum:	18.3.2013
Polotovar:	Tisk (v bm), po přepočtu: 7 584 m^2
Vyrobené množství:	7 632 m^2
Výpočet:	

$$\text{Využití vloženého polotovaru} = \frac{\text{vyrobené m}^2\text{ celkem}}{\text{vložené m}^2\text{ polotovaru}}$$

$$\text{Využití vloženého polotovaru} = \frac{7632}{7584} = 1,006\ (100,6\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

7.9.7 Poměr vah

$$\text{Poměr vah} = \frac{\text{hmotnost hotové role}}{\text{hmotnost vstupních polotovarů}}$$

Váha polotovarů by měla být v určitém poměru k váze hotového výrobku. Poměr a také váhy by se měly kontrolovat. Role se budou vážit po instalaci systému vah.

7.9.8 Podíl odpadu na vstupním polotovaru

VM 25100028 (TRANSP.) (Kg)
40

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 48 Odpad

Spotřeba polotovarů :

Druh	Tloušťka	Šířka	Množství(bm)
Transparent	0,42	1580	3500

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 49 Polotovar

Vstupní data:

- odpad: 40 kg
- vstupní polotovar (Transparent): 3 500bm (tj. 3 500*1,58m = 5 530 m^2 = 820 kg)
- 820 kg (tloušťka: 2,0mm = 0,706 kg/m^2; 0,706/2,0 = 0,353kg/m^2*0,42 = 0,148 kg/ m^2 transparentní fólie), celkem tedy bylo vyrobeno 0,148*5 530 = 820kg

Podíl odpadu je tedy téměř 5%. Vzorec vyjadřuje podíl odpadu, který vznikne při výrobě v poměru ke vstupnímu polotovaru. Měl by se blížit nule.

Tab. 30 Podíl odpadu na vstupním polotovaru

Podíl odpadu na vstupním polotovaru	
Odpad:	40 kg
Hodnota přepočtu:	2 mm tloušťky = 0,706 kg/m^2
Polotovar:	Transparent (v bm), po přepočtu: 820 kg
Výpočet:	

$$\text{Podíl odpadu na vstupním polotovaru} = \frac{\text{odpad v kg}}{\text{vstupní polotovar v kg}}$$

$$\text{Podíl odpadu na vstupním polotovaru} = \frac{40}{820} = 0,0488\ (4,9\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

7.9.9 Podíl m^2 odpadu na m^2 hotové role

Účelem tohoto vzorce je vyjádření podílu zmetků na hotové výrobě v m^2. Toto ovšem vyžaduje alespoň orientační sledování odpadu, který se hromadí u linky.

Informace, ze kterých vycházíme:

- hotová role: 12m (délka), tj. 18 m^2
- odpad: 2,7 m^2
- podíl odpadu tvořil 29.3.2013 ke směně 3: 85% (výpočet je uveden výše)

Tab. 31 Podíl m^2 odpadu na m^2 hotové role

Podíl m^2 odpadu na m^2 hotové role	
Datum:	29.3.2013
Odpad:	2,7 m^2
Hotová role:	18 m^2
Výpočet:	$$\textbf{Podíl m}^2\textbf{ odpadu na m}^2\textbf{ hotové role} = \frac{\textbf{zmetky (m}^2\textbf{)}}{\textbf{hotová role (m}^2\textbf{)}}$$ $$\textbf{Podíl m}^2\textbf{ odpadu na m}^2\textbf{ hotové role} = \frac{2,7}{18} = 0,15\ (15\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

7.9.10 Využití polotovarů

$$\textbf{Podíl váhy} = \frac{\textbf{váha 1 m}^2\textbf{ vstupního polotovaru}}{\textbf{váha 1 m}^2\textbf{ hotové role}}$$

Tímto vzorcem bychom měli pravidelně kontrolovat, zda nedochází ke skrytým ztrátám při výrobě. Tento ukazatel může být ovšem výrazně zkreslen díky tomu, že do každé role vstupuje jiné množství více druhů polotovarů, jejichž vlastnosti se při zpracování mění, jak bylo poznamenáno výše.

7.9.11 Vyjádření prostojů

Tímto vzorcem bychom měli zjistit, kolik z dané směny tvoří prostoj. Výsledek by se měl blížit nule. Součástí by mělo být rozdělování prostojů na plánované a neplánované a hledání jejich řešení či rychlá reakce, popřípadě standardizace (SMED).

Závady na strojním zařízení, připomínky, zdůvodnění :	Ztrátový čas	
	Od	Do
čistění a mazání stroje, výměna přítl. gum. válečju u válce č. II (spodní), umývání válce č. IV, zajíždění linky	6:00	9:50

Zdroj: Interní dokument: Anger, 2013

Obr. 50 Prostoj

- délka prostoje je 3h 50 min (230 min)
- délka směny: 480 min

Tab. 32 Vyjádření prostojů

Vyjádření prostojů	
Datum:	29.3.2013
Délka prostoje:	230 min
Délka směny:	480 min
Výpočet:	$$\text{Prostoje} = \frac{\text{déka prostoje v min}}{\text{délka směny v min}}$$ $$\text{Prostoje} = \frac{230}{480} = 0,4792\ (48\%)$$

Zdroj: vlastní zpracování

7.9.12 Množství výroby za časový úsek

Vzorec vyjadřuje rychlost výroby, kdy zjišťujeme, kolik jsme stihli vyrobit za předem určený časový úsek. Měla by být určena také standardní hodnota vyrobeného množství, která by sloužila k orientaci.

Vycházejme opět z údajů z 18.3.2013. Za 3. směnu bylo vyrobeno 7 632 m^2.

Tab. 33 Množství výroby za časový úsek

Množství výroby za časový úsek	
Datum:	18.3.2013
Směna:	1. (480 min)
Vyrobené množství:	7 632 m^2
Výpočet:	$$\text{Množství výroby za hodinu} = \frac{\text{vyrobené } m^2}{\text{hodina}}$$ $$\text{Množství výroby za hodinu} = \frac{7632\ m^2}{8h} = \frac{7632}{480\ min} = 15,9\ m^2/min$$

Zdroj: vlastní zpracování

Vyráběné množství je rovno téměř 16 m^2/min.

7.9.13 Počet vyrobených rolí za hodinu

Dalším ukazatelem by mohly být počty kusů, které by měla linka například za směnu nebo za hodinu vyrobit. Tyto počty by měly být dopředu určeny.

$$\text{Počet vyrobených rolí/hodina} = \frac{\text{počet rolí v ks}}{\text{hodina v hod/min}}$$

7.9.14 Rozpracovanost

U linek, které vyrábí pro linku Anger polotovary, by se dala sledovat rozpracovanost, ale až po zavedení systému WMS.

$$\text{Rozpracovanost} = \frac{\text{rozpracovanost}}{\text{čas směny}}$$

Na závěr je nutné podotknout, že ke KPI ukazatelům je důležité také stanovit váhy, se kterými se bude počítat v některých výpočtech, periodicita (četnost), se kterou se bude počítat a také limity, podle kterých by se mělo hodnocení řídit (např. konkrétní požadovaná produktivita bude 75%).

8 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Cílem projektů MES a WMS bylo zlepšení současného stavu. Pokud jde o konkrétní výhody a jejich možnou změnu, pak u pilotního projektu na lince Anger půjde o následující benefity:

MES:

Okamžitá změna:

- hodnocení výkonnosti nebude zatěžovat obsluhu, protože nebude nucena využívat papírové formuláře
- zrušení papírových výkazů
- analýzy se budou zakládat na reálných datech (větší průkaznost, rychlejší reakce)
- KPI procesu nebo linky je možné hodnotit on-line
- sledování produkce

V tomto případě se změny projeví hned po spuštění systému.

Kratší časové období (měsíc):

- vyšší produktivita linky Anger
- objevení rezerv procesu, které mohly být dosud skryty
- zlepšení úrovně údržby - záznam (automatický) o začátku řešení poruchy stroje (doba reakce údržby); doba, než dojde k vyřešení problému, řízení údržby
- řízení výroby za pomoci výkonnostních ukazatelů linky včetně spojení se systémem strategického výrobního řízení (za pomoci KPI)
- tyto KPI ukazatele by bylo možné zhodnotit a prezentovat v rámci celé firemní sítě
- kontinuální zlepšování procesů (kontroling), které by bylo možné díky podrobným a přesným údajům o ztrátách (časových), na základě analýzy, která by zhodnotila přesná data, následně by se soustředila na větší ztráty, proběhlo by upřesnění změn, které by se zavedly, a opět by se provedla analýza pro kontrolu, zda došlo k zlepšení nebo ne (neustálé opakování tohoto „koloběhu“)
- materiálové bilance na úrovni vstupu a výstupu

- vyřešení stavu, kdy expedované zboží přesahuje váhové limity (určená váha kamionu)
- ušetří se jeden zaměstnanec na směnu a druhý, který prováděl analýzy

V případě těchto cílů se pozitivní změna může projevit již po prvním měsíci, protože už budou k dispozici výrobní data, která by mohla pomoci například dohledat důvod prostoje a reagovat na něj hned. To by mohlo vést k lepší údržbě či k o mnoho rychlejšímu nalezení řešení a produktivita by tak mohla být vyšší. To stejné by platilo i pro skryté rezervy, protože, pokud již víme, kde je problém, je jen otázkou času jej začít řešit. Některé změny mohou být zřejmé ihned, ale předpokládá se měsíční hodnocení. U jiných změn můžeme zaznamenat pozitivní výsledky již po měsíci, ale mnohem větší potenciál změny se projeví až po delším časovém období. Například u zlepšování úrovně údržby: aktuální prostoj bude možno řešit takřka okamžitě nebo v krátkém časovém úseku, v důsledku toho by mohla být například menší zmetkovitost a jiné zlepšení a do budoucna by se dalo uvažovat o zavedení TPM.

Delší časový horizont (1 rok a více):

- odstranění překážek, které stojí mezi výrobou a obchodem
- výkonové normy by mohly být přesnější díky detailním procesním datům, které by se týkaly výrobního plánu, konkrétního výrobku nebo zakázky
- optimalizace výroby
- zavedení APS – pokročilé plánování výroby

Druhým projektem bylo zavedení **WMS**, seznámíme se tedy i s ním:

Kratší časové období (měsíc):

- skladníci budou mít jednodušší práci díky jednoduchosti systému
- zboží bude možné vysledovat dopředně a také zpětně
- přehled o „ležácích“, rozpracovanosti a o zásobách
- zavedení metody FIFO
- současné procesy mohou být optimalizovány

Téměř všechny změny by se mohly projevit již v průběhu prvního měsíce, to ovšem bude záležet na průběhu vytváření skladové evidence a také na tom, jak moc bude tento průběh komplikovaný.

Delší časový horizont (1 rok a více):

- při rozšíření systému by bylo možné dodavatelské řetězce komplexně pokrývat v rámci materiálu při vstupu, na skladech, v konsignačních a externích skladech, při jejich inventurách a evidování včetně řízení u náhradních dílů

V rámci pilotního projektu MES a WMS by se mohlo jednat i o řadu dalších přínosů, či konkrétních částek úspory, ale spíše až s časovým odstupem. Proto jsou výše také rozvedeny jednotlivé výhody dle časového hlediska. V konečném důsledku se tyto změny mohou pozitivně odrazit i v úsporách, ale pokud tento stav nastane, tak až s delším časovým odstupem.

Další přínosy můžeme spatřovat v lepší dohledatelnosti (WMS), produktivitě (u linky Anger, ale je zde potenciál ve zlepšení produktivity i všech linek, které souvisí s touto linkou), ve zkrácení času výroby a tím i zkrácení doby, než dojde k expedici výrobků zákazníkovi (kratší dodací lhůty). Zároveň se jedná o příležitost pro rapidní zlepšení podnikových procesů a také o výzvu pro manažerské pracovníky v oblasti řízení podniku.

Vyčíslit bychom mohli náklady na zaměstnance, který by vykonával činnost MESu a také náklady na pracovnici, která bude přesunuta na jiné pracoviště. Pokud se zaměříme na výpočet z analýzy současného stavu, pak celkové náklady na tohoto zaměstnance byly 67 500 Kč hrubé mzdy za rok. Náklady na (hrubou) mzdu pracovnice z pracoviště válcovny jsou 248 820 Kč za rok. Časová náročnost přepisu činí celý týden a děje se tak každý měsíc.

V případě pracovnice činí příprava etiket celou náplň práce. Úspora je tedy celkem 316 320 Kč za rok, ačkoliv musíme brát v úvahu zdanění mezd.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala zavedením nových informačních systémů orientovaných na výrobu ve firmě Fatra, a.s., a dílčími cíly spojenými s tímto záměrem.

V úvodu práce byla popsána teoretická východiska podnikových informačních systému se zaměřením hlavně na systém ERP a jeho vztah k výrobě. Dále se práce soustředila na systém MES a WMS spolu s KPI ukazateli a v závěru byla popsána výroba a vybrané metody průmyslového inženýrství. V praktické části práce se setkáváme s analýzou současného stavu sběru dat, implementací a vším, co se k ní váže a návrhy KPI ukazatelů, které budou využity v IS MES. Poslední kapitolou bylo zhodnocení projektu.

Z hlediska struktury práce jsou stěžejními kapitolami projekt implementace a návrhy KPI ukazatelů. Projekt se zde podrobně řeší z hlediska technického řešení, jeho realizace, jeho přínosů a hrozeb, které jej mohou ovlivnit, a je doplněn dílčími změnami probíhajícími na pracovišti.

Primárním cílem byla implementace systému MES, který by řešil absenci informačního systému pro analýzu výrobních dat. Vzhledem k tomu, že implementace aktuálně probíhá, pak se dá cíl označit za splněný. Přínosy implementace byly zhodnoceny v předchozí kapitole, ale je nutné zde připomenout, že všech výhod, které systém může poskytnout, bude dosaženo převážně s delším časovým odstupem a jedná se hlavně o přínosy nefinanční.

Pokud jde o přímou úsporu spojenou s tímto projektem, pak se jedná o eliminaci nákladů na mzdy pracovníka, který se dosud zabýval zpracováním výrobních dat a pracovnici, která připravovala štítky pro hotové výrobky. Celková úspora činí více než 300 000 Kč ročně (hrubá mzda).

Zlepšení úrovně reportingu, návrh KPI ukazatelů a lepší úroveň sběru dat jsou dílčími cíly tohoto projektu. Všechny jsou provázány – lepší úroveň sběru dat umožněná implementací MESu spolu s KPI ukazateli povede k lepší úrovni reportů.

Implementace MES umožní implementaci systému WMS, díky kterému bude hotová výroba označena čárovými kódy a bude se moci začít tvořit nová skladová evidence, což povede k efektivnějšímu skladovému hospodářství.

Kapitola zabývající se KPI ukazateli se zakládá na analýze reálných dat z výroby, které jsou čerpány z výrobních výkazů. Nejprve byly provedeny výpočty klasických ukazatelů,

které se běžně využívají v praxi a dále byly propočítány vlastní návrhy ukazatelů. Ukazatele budou sloužit k analýzám dat, která software sesbíral. Návrh zmiňovaných KPI ukazatelů je provázán a velkou měrou ovlivněn typem výroby, která je v případě Fatry kontinuální. KPI ukazatele jsou tedy upraveny tak, aby odpovídaly tomuto typu výroby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knižní zdroje:

[1] BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA, 2003. *Teorie omezení v podnikové praxi: Zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. 1. vyd. Praha: Grada, 213 s. ISBN 80-247-0613-X.

[2] BASL, Josef, 2008. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 2., výrazně přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 283 s. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2279-5.

[3] BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK, 2012. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 323 s. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4307-3.

[4] BURIAN, Pavel, 2012. *Webové a agentové technologie*. Vyd. 1. Praha: Grada, 376 s. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-4376-9.

[5] BRUCKNER, Tomáš et al., 2012. *Tvorba informačních systémů: Principy, metodiky, architektury*. 1. vyd. Praha: Grada, 357 s. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4153-6.

[6] DUCHOŇ, Bedřich a Jana ŠAFRÁNKOVÁ, 2008. *Management: integrace tvrdých a měkkých prvků řízení*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, xii, 378 s. ISBN 978-80-7400-003-4.

[7] DVOŘÁKOVÁ, Zuzana a kol., 2007. *Management lidských zdrojů*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, xxii, 485 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7179-893-4.

[8] GÁLA, Libor, Jan POUR a Prokop TOMAN, 2006. *Podniková informatika: počítačové aplikace v podnikové a mezipodnikové praxi, technologie informačních systémů, řízení a rozvoj podnikové informatiky*. 1. vyd. Praha: Grada, 482 s. ISBN 80-247-1278-4.

[9] GÁLA, Libor, Jan POUR a Zuzana ŠEDIVÁ, 2009. *Podniková informatika*. 2., přeprac. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 496 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2615-1.

[10] KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, xiii, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.

[11] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, xxi, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

[12] KLETTI, Jürgen, 2007. *Manufacturing execution systems - MES*. Berlin: Springer, xii, 272 s. ISBN 978-3-54049743-1.

[13] MACHALOVÁ, Jitka, 2007. *Prostorově orientované systémy pro podporu manažerského rozhodování*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, xv, 141 s. ISBN 978-80-7179-463-9.

[14] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 254 s. ISBN 80-902-2350-8.

[15] MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu s.r.o., ISBN 80-903533-1-2.

[16] MEYER, Heiko, Franz FUCHS a Klaus THIEL, c2009. *Manufacturing execution systems: Optimal design, planning, and deployment*. New York: McGraw-Hill, xix, 248 p. ISBN 00-716-2383-3.

[17] ŘEPA, Václav, 2012. *Procesně řízená organizace*. 1. vyd. Praha: Grada, 301 s. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4128-4.

[18] SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of industrial engineering*. 3rd ed. New York: John Wiley, xii, 2699 s. ISBN 978-047-0241-820.

[19] SODOMKA, Petr, 2006. *Informační systémy v podnikové praxi*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 351 s. ISBN 80-251-1200-4.

[20] SODOMKA, Petr a Hana KLČOVÁ, 2010. *Informační systémy v podnikové praxi*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 501 s. ISBN 978-80-251-2878-7.

[21] SYNEK, Miloslav a kolektiv, 2011. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 471 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.

[22] SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ a kol., 2010. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, xxv, 445 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3.

[23] ŠOLJAKOVÁ, Libuše a Jana FIBÍROVÁ, 2010. *Reporting*. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 221 s. Finance (Grada). ISBN 978-80-247-2759-2.

[24] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 408 s. ISBN 80-716-9955-1.

[25] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

[26] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řízení výroby*. Praha: Grada Publishing, a.s., 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

[27] UČEŇ, Pavel, 2008. *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. 1. vyd. Praha: Grada, 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0.

[28] VÁCHAL, Jan, Marek VOCHOZKA a kol., 2013. *Podnikové řízení*. 1. vyd. Praha: Grada, 685 s. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.

Internetové zdroje:

[29] BOLEDOVIČ, Ľudovít, © 2007. IPA slovník: CEZ (OEE). *Www.ipaslovakia.sk* [online]. 24. 1. 2007 [cit. 2014-02-19]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovnik/cez-oee

[30] DAVID Radek, © 2012. Jak rozlišit kvalitní WMS od systému adresné skladové evidence?. *IT systems* [online]. Praha: CCB, 2012, [cit. 2014-04-03]. ISSN 1802-615X. Dostupné z: http://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/jak-rozlisit-kvalitni-wms.htm

[31] Fatra získala oprávnění používat logo „Odpovědné podnikání v chemii - Responsible Care“, © 2001 – 2014c. *Www.fatra.cz* [online]. [cit. 2014-01-19]. Dostupné z: http://www.fatra.cz/cz/fatra/aktuality/fatra-ziskala-opravneni-pouzivat-logo-odpovedne-podnikani-v-chemii-responsible-care.html

[32] Fatra Napajedla opět získala cenu Bezpečný podnik, © 2001-2014d. *Www.fatra.cz* [online]. [cit. 2014-01-22]. Dostupné z: http://www.fatra.cz/cz/fatra/aktuality/fatra-napajedla-opet-ziskala-cenu-bezpecny-podnik.html

[33] Historie, © 2001-2014a. *Www.fatra.cz* [online]. [cit. 2013-08-30]. Dostupné z: http://www.fatra.cz/cz/fatra/historie/

[34] Ke stažení, © 2001 - 2014e. *Www.fatra.cz* [online]. [cit. 2013-10-02]. Dostupné z: http://www.fatra.cz/cz/ke-stazeni/

[35] KÖNIG Pavel a Stanislav ŠIMÍČEK, © 2010. Úskalí a přínosy implementace MES. *IT systems* [online]. Praha: CCB, 2010, č. 9 [cit. 2014-04-03]. ISSN 1802-615X. Dostupné z: http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/uskali-a-prinosy-implementace-mes-1.htm

[36] MESA International: Home, © 2013. *Www.mesa.org* [online]. [cit. 2014-01-26]. Dostupné z: http://www.mesa.org/en/index.asp

[37] MIKUŠOVÁ, Marie. © 2013. Vytvoření a implementace úspěšných klíčových ukazatelů výkonnosti podniku ve znalostní společnosti. *Www.manazmentznalosti.eu* [online]. Bratislava: Katedra marketingu Obchodnej fakulty, Ekonomická univerzita v Bratislave, 17.6.2013 [cit. 2014-04-12]. ISSN 1338-7553. Dostupné z: http://www.manazmentznalosti.eu/vytvoreni-a-implementace-uspesnych-klicovych-ukazatelu-vykonnosti-podniku-ve-znalostni-spolecnosti/

[38] MUSILOVÁ, Jana, © 2007. Vizuálne pracovisko. *Www.ipaslovakia.sk* [online]. Žilina: IPA SLOVAKIA, s.r.o., 19. 1. 2007 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovnik/vizualne-pracovisko

[39] PATOČKA Miroslav, © 2013. OEE a odvozené ukazatele TEEP, PEE, OAE, OPE, OFE, OTE a CTE. *Www.mescentrum.cz* [online]. 8.9.2013 [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: http://www.mescentrum.cz/component/content/article/90-mes/clanky/mes-mom/133-oee

[40] Plánování a řízení spojité (kontinuální) výroby, © 2014. *Www.maggio.cz* [online]. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: http://www.maggio.cz/planovani-a-rizeni-spojite-kontinualni-vyroby/

[41] Profil společnosti, © 2001-2014b. *Www.fatra.cz* [online]. [cit. 2013-10-01]. Dostupné z: http://www.fatra.cz/cz/fatra/profil-spolecnosti/

[42] Redakce, © 2012. Co je MES - Výrobní informační systém, *Www.mescentrum.cz* [online]. 25. 4. 2012 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: http://www.mescentrum.cz/o-projektu/co-mes

[43] Redakce2, © 2011. Lehký úvod do problematiky podnikových informačních systémů: Informační systém, úvod, moduly, nasazení, volba. *Www.businessit.cz* [online]. Praha: Bispiral, s.r.o. Říjen 2011 [cit. 2014-02-03]. ISSN 1805-0522. Dostupné z: http://www.businessit.cz/cz/podnikovy-informacni-system-uvod-moduly-funkce-nasazeni-vyber.php

[44] SODOMKA, Petr, © 2007. Aktuální trendy vývoje českého ERP trhu (1. část). *Www.cvis.cz* [online]. Zlín: CVIS Consulting s. r. o. 25.12.2007 [cit. 2014-02-03]. ISSN 1214-4991. Dostupné z: http://www.cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=660

[45] SVĚTLÍK, Vladimír, © 2001. MES (Manufacturing Execution Systems): Informační systémy zaměřené na přímou výrobu. *IT systems* [online]. Praha: CCB, 2001, č. 9 [cit. 2014-04-03]. ISSN 1802-615X. Dostupné z: http://www.systemonline.cz/clanky/mes-manufacturing-execution-systems.htm

[46] ŠURÁŇ Petr, © 2010. Jak WMS pomáhá optimalizovat skladové procesy a snižovat logistické náklady. *IT systems* [online]. Praha: CCB, 2010, [cit. 2014-04-03]. ISSN 1802-615X. Dostupné z: http://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/jak-wms-pomaha-optimalizovat-skladove-procesy.htm

[47] Why an MES systém, © 2003-2012. *Www.stain.it* [online]. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: http://www.stain.it/english/sistema_mes_stain.php

Firemní dokumenty:

[48] FATRA, a.s.,2012. Interní dokument: Výrobkové portfolio. Napajedla

[49] FATRA, a.s., 2013. Interní dokument: Organizační struktura Fatra. Napajedla

[50] FATRA, a.s., 2013. Interní dokument: Zadání výběrového řízení systémů MES a WMS. Napajedla

[51] FATRA, a.s.,2013. Interní dokument: Anger. Napajedla

[52] FATRA, a.s.,2013. Interní dokument: Layout. Napajedla

[53] FATRA, a.s.,2013. Interní dokument: Optimalizace výkonových norem linky Anger. Napajedla

[54] FATRA, a.s.,2013. Interní dokument: Sumarizace prostojů. Napajedla

[55] FATRA, a.s.,2013. Interní dokument: Výrobní informační systém (MES). Napajedla

[56] FATRA, a.s.,2013. Interní dokument: Obchodní nabídka (firma C). Napajedla

[57] FATRA, a.s.,2013. Interní dokument: Suma výkonů Anger. Napajedla

[58] FATRA, a.s.,2013. Interní dokument: KPI ukazatele. Napajedla

[59] FATRA, a.s.,2014. Interní dokument: Příloha 3. kola cenové kalkulace. Napajedla

[60] FATRA, a.s.,2014. Interní dokument: Nabídka 4. kola výběrového řízení. Napajedla

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

APS	Advanced Planning Systém (systém pokročilého plánování)
BPR	Business Process Reengineering (radikální změny podnikových procesů)
BSC	Balanced Scorecard
CAD	Computer Aided Design (projektování za pomoci počítače ve 2D nebo 3D)
CAQ	Computer-aided Quality Assurance (kontrola kvality výrobků řízená počítačem)
CIM	Computer-integrated Manufacturing (zpracovatelský přístup k užívání počítačů s cílem kontrolovat proces výroby)
CRM	Customer Relationship Management (řízení vztahů se zákazníky)
DNC	Direct Numerical Control (vytváření sítě CNC obráběcích strojů)
ERP	Enterprise Resource Planning (IS, který spojuje více podnikových procesů)
FEFO	First expired, first out (vedení evidence ve skladu; položka, které bude v nejkratším čase procházet datum spotřeby bude odcházet ze skladu jako první)
FIFO	First in, first out (vedení evidence ve skladu; první položka ve skladu bude odcházet ze skladu jako první)
HIF	Hydroizolační fólie
HW	Hardware
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers/standardy pro sítě LAN a MAN
IS	Informační systém
ISE	Industrial and Systems Engineers/Engineering (průmysloví a systémoví inženýři)
IT	Informační technologie
JIT	Just-in-Time (výroba „na čas“ ve správném množství, času, místě a kvalitě)

KPI	Key Performance Indicators (ukazatele výkonnosti)
LIFO	Last in, first out (vedení evidence ve skladu; poslední položka bude odcházet ze skladu jako první)
MDA	Manufacturing Defect Analyser (nástroj k zjišťování výrobních vad)
MDE	Manufacturing Development Engineering (rozvojové inženýrství ve výrobě)
MES	Manufacturing Execution Systém (výrobní informační systém tvořící „most“ mezi ERP systémy a automatizací výroby)
MESA	Manufacturing Enterprise Solutions Association (celosvětová komunita výrobců a jiných subjektů, kteří se soustředí na řízení svých výsledků na základě informací z výroby)
MIS	Manažerský informační systém
MOST	Maynard Operation Sequence Technique (metoda pro měření času)
MRP	Material requirements planning (systém pro plánování výroby a řízení zásob)
MS	Microsoft
OEE	Overall Equipment Effectiveness (celková efektivita zařízení)
OS	Operační systém
PDA	Personal Digital Assistant (kapesní počítač)
PVC	Polyvinylchlorid (umělá hmota)
PEE	Production Equipment Efficiency (odvozený ukazatel od OEE, který zohledňuje váhu jednotlivého ukazatele)
PIS	Podnikový informační systém
PLC	Programovatelný logický automat (malý průmyslový počítač; automatizuje procesy)
RFID	Radio Frequency Identification (identifikátor zboží; navazuje na čárové kódy)
SAP	Podnikový SW

SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (průmyslový řídící systém pro sledování procesů a zařízení)
SCM	Supply Chain Management (SW pro řízení dodavatelských řetězců)
SLA	Service-Level Agreement (smlouva mezi tím, kdo službu poskytuje a tím, kdo ji užívá; zpravidla charakter IT)
SPC	Statistical process control (způsob kontroly kvality za pomocí statistických metod)
SW	Software
TEEP	Total Effective Equipment Performance (ukazatel pro měření efektivnosti se zohledněním kalendářního času a prostojů)
USB	Universal Serial Bus (výrobní standard pro kabely, konektory nebo komunikační protokoly)
VLAN	Virtuální síť LAN.
WIP	Work in Progress (Process) (částečně hotová výroba čekající na dohotovení nebo na prodej)
WMS	Warehouse Management Systém (systém pro skladové hospodářství)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Holisticko-procesní klasifikace 17
Obr. 2 Dodavatelský řetězec 18
Obr. 3 Pozice MES v PIS a pole působnosti 26
Obr. 4 Tok informací 27
Obr. 5 Pole působnosti průmyslových a systémových inženýrů 49
Obr. 6 Logo 59
Obr. 7 Výrobní výkaz linky Anger 1 62
Obr. 8 Výrobní výkaz linky Anger 2 62
Obr. 9 Výrobní výkaz linky Anger 3 63
Obr. 10 Výrobní výkaz linky Anger 4 63
Obr. 11 Výrobní výkaz linky Anger 5 63
Obr. 12 Sumarizace prostojů 63
Obr. 13 Souhrnná sumarizace prostojů 64
Obr. 14 Souhrn prostojů 64
Obr. 15 Souhrnný harmonogram 73
Obr. 16 Harmonogram pilotních projektů 74
Obr. 17 Linka Anger 81
Obr. 18 Funkce MES a WMS 85
Obr. 19 Štítek 1 87
Obr. 20 Štítek 2 87
Obr. 21 Harmonogram 88
Obr. 22 Plán zasíťování 89
Obr. 23 Layout pracoviště 93
Obr. 24 Manipulační rameno 95
Obr. 25 Manipulační jednotka s fóliemi 95
Obr. 26 Manipulační jednotka 96
Obr. 27 Kontinuální zlepšování a kontroling 97
Obr. 28 Report 1 105
Obr. 29 Report 2 106
Obr. 30 Suma výkonů linky Anger 106
Obr. 31 Suma výkonů linky Anger 107

Obr. 32 Vyrobené množství 109
Obr. 33 Polotovary 109
Obr. 34 Směnové časy 111
Obr. 35 Vadné, zkoušky 111
Obr. 36 Prostoj 114
Obr. 37 Hotová výroba 117
Obr. 38 Plánovaná výroba 117
Obr. 39 Hotová výroba 119
Obr. 40 Prostoj 120
Obr. 41 Hotová výroba 121
Obr. 42 Suma prostojů 123
Obr. 43 Odpad 124
Obr. 44 Vyrobené množství 125
Obr. 45 „Sáně“ 126
Obr. 46 Polotovar 126
Obr. 47 Vyrobené množství (18.3.2013) 126
Obr. 48 Odpad 127
Obr. 49 Polotovar 128
Obr. 50 Prostoj 130

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Polymery 57
Tab. 2 PVC 58
Tab. 3 Tržní segmenty 59
Tab. 4 Silné stránky současného stavu 65
Tab. 5 Slabé stránky současného stavu 1 65
Tab. 6 Slabé stránky současného stavu 2 66
Tab. 7 Příležitosti současného stavu 1 67
Tab. 8 Příležitosti současného stavu 2 68
Tab. 9 Hrozby současného stavu 69
Tab. 10 Servisní zásahy 77
Tab. 11 Systémy vah 78
Tab. 12 Systémy vah 2 79
Tab. 13 Cenová nabídka 1 99
Tab. 14 Cenová nabídka 2 100
Tab. 15 Cenová nabídka 3 100
Tab. 16 RIPRAN 1 103
Tab. 17 RIPRAN 2 104
Tab. 18 Index produktivity 107
Tab. 19 Parciální produktivita 108
Tab. 20 Totální produktivita 110
Tab. 21 TEEP 115
Tab. 22 Takt Time 116
Tab. 23 Využití výrobní kapacity 118
Tab. 24 Produktivita linky za časové období bez prostoje 120
Tab. 25 Produktivita linky za časové období s prostojem 121
Tab. 26 Efektivita linky za časové období 122
Tab. 27 Využitelnost linky za časové období 124
Tab. 28 Podíl odpadu 125
Tab. 29 Využití vloženého polotovaru 127
Tab. 30 Podíl odpadu na vstupním polotovaru 128
Tab. 31 Podíl m^2 odpadu na m^2 hotové role 129

Tab. 32 Vyjádření prostojů 130
Tab. 33 Množství výroby za časový úsek 131

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Cenové nabídky 101

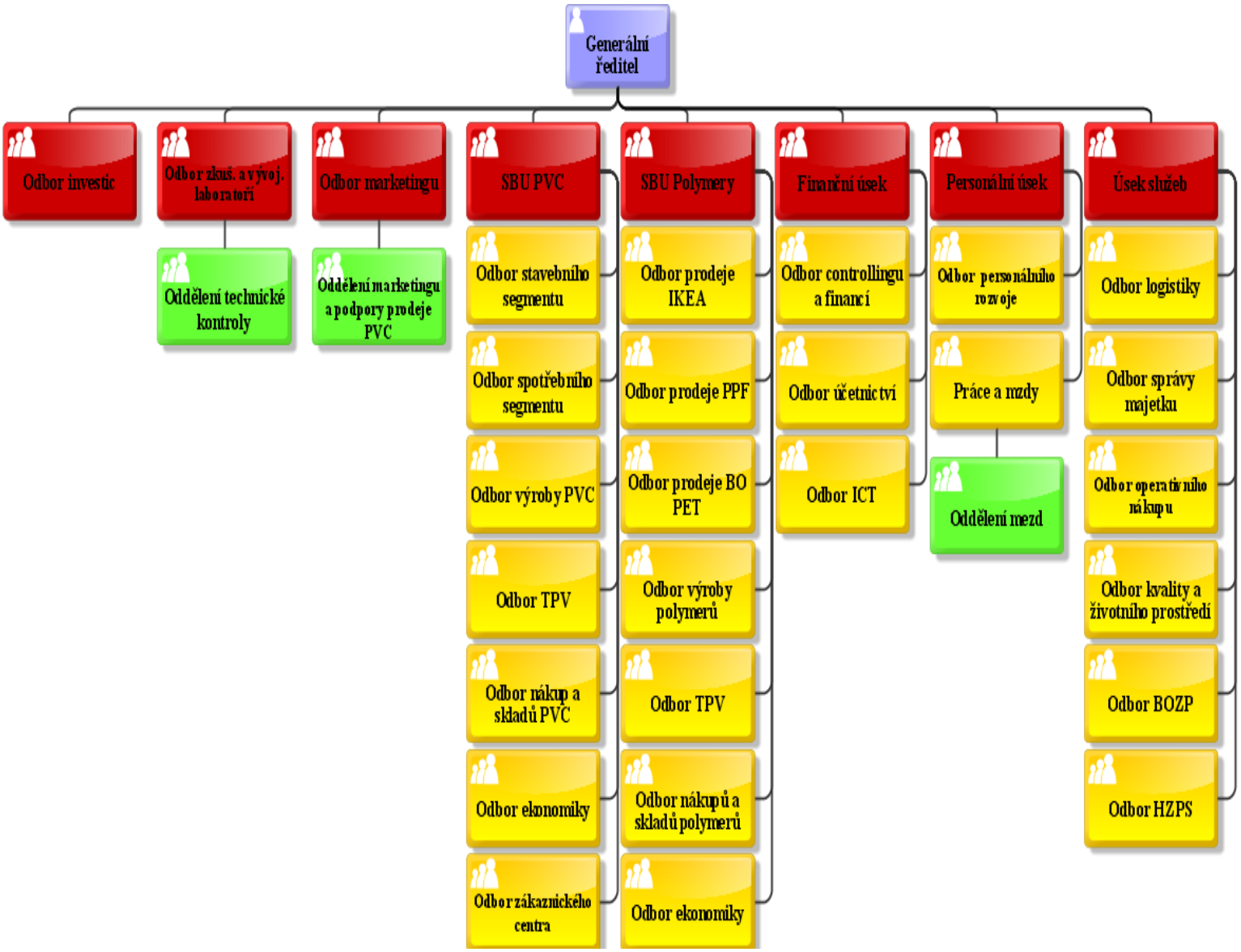
SEZNAM PŘÍLOH

P I: Organizační struktura

P II: Logický rámec

P III: Seznam vzorců

PŘÍLOHA P I: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA



(Interní dokument: Organizační struktura, 2013)

PŘÍLOHA P II: LOGICKÝ RÁMEC

Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady a riziko
1. Hlavní cíl (přínos): **Primární cíl:** Implementace MES jako řešení absence výrobního IS, snaha procesy měřit a řídit na základě přesných dat do konce roku 2014 **Sekundární cíl:** podmínka pro zavedení dalších IS, hlavně WMS (tedy zavedení čárových kódů) **1.1 . Dílčí cíle:** - získávání reálných dat z výroby a vyřešení současného stavu sběru dat - návrh KPI ukazatelů, které budou napomáhat lepší úrovni reportingu	**1.2.** zlepšení současného stavu sběru dat **1.3.** lepší vypovídací hodnota reportů **1.4.** uplatnění a dodržování kontrolingu **1.5.** konkrétní výsledky vzorců navržených v rámci KPI ukazatelů (např. hodnota OEE) **1.** dokončená implementace pilotních projektů do konce roku 2014	Data získaná z pracoviště, jejich analýzy a kontroling (využití KPI ukazatelů a jejich dlouhodobé sledování). Dokončení implementace pilotních projektů do konce roku 2014.	-
1a: Projektový cíl: Projekt implementace výrobního informačního systému ve společnosti Fatra, a.s.	**1.1a:** KPI ukazatele hodnotící výstupy IS **1.2.a:** projekt implementace a jeho dokončení v rámci pilot-	Data získaná z pracoviště; analýzy a kontroling (využití KPI ukazatelů a jejich dlouhodobé sledování)	**Největší hrozby:** Nedokončení projektu (implementace) a neustálé odkládání dokončení

	ních projektů do konce roku 2014	Dokončení implementace pilotních projektů do konce roku 2014.	implementace. Nevyužití výstupů IS.
Výstupy: - nové informační systémy - KPI ukazatele - lepší způsob sběru dat - lepší reporting a analyzování - nový systém skladového hospodářství - úspora 316 320 Kč/rok na mzdách - změna náplně práce dvou zaměstnanců	Nový informační systém (MES a WMS) zlepšující současný stav sběru dat, KPI ukazatele, kvalitní výrobní data včetně průkazných analýz a reportů, nová skladová evidence.	Data získaná z pracoviště; analýzy a kontroling (využití KPI ukazatelů a jejich dlouhodobé sledování) Dokončení implementace pilotních projektů do konce roku 2014.	**Největší hrozby:** Nedokončení projektu (implementace) a neustálé odkládání dokončení implementace. Nevyužití výstupů IS.
Aktivity	**Prostředky**	**Časový rámec aktivit**	-
1.dodání IS specializovanou firmou a úspěšná implementace 2.1.stanovení KPI ukazatelů 1.analýza výrobních dat za pomocí ukazatelů a vyvozování případných	- náklady na koupi IS a jeho instalaci (cca 4 000 000 - 7 000 000 Kč) - dovybavení linky (zahrnuto v nákladech na koupi IS výše)	**2014:** pilotní projekt implementace MES; zavedení WMS **2015:** rozšiřování projektu MES na zbylé linky na pracovišti;	-

opatření 2.2.1.dodržování principu kontinuálního zlepšování a kontrolingu	- KPI ukazatele pro customizaci SW	rozšíření systému WMS **2018:** zavedení systému do dalších procesů ve firmě	

Podmínky dokončení
Dokončení implementace
Využívání IS a jeho výstupů k dalšímu zlepšování

PŘÍLOHA P III: SEZNAM VZORCŮ

1. CEZ (OEE)

1 CEZ (OEE) v jiné podobě

2 Dostupnost (k OEE)

3 Kvalita (k OEE)

4 Výkon (k OEE)

5 TEEP

6 TEEP v jiné podobě

7 Dostupnost (k TEEP)

8 Kvalita (k TEEP)

9 Využití (k TEEP)

10 Výkon (k TEEP)

11 PEE

12 Takt Time

13 Parciální produktivita

14 Parciální produktivita v jiné podobě

15 Index produktivity

16 Totální faktor produktivity

17 Totální faktor produktivity v jiné podobě

18 Totální produktivita

19 Totální produktivita v jiné podobě

20 Využití výrobní kapacity

21 Výrobní kapacita v naturálních jednotkách