

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Evidence výrobních dat a jejich reporty

Autor: **Bc. Petr HORALÍK**  
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.**  
Konzultant: **Ing. Petr HOŘEJŠÍ, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi pomáhali při zpracování této diplomové práce. Především bych rád poděkoval vedoucímu práce panu Doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při psaní této práce a panu Ing. Petru Hořejšímu, Ph.D. za zpracování databázové aplikace v prostředí Visual Basic.net.

## **PROHLÁŠENÍ O AUTORSTVÍ**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....  
podpis autora

## **AUTORSKÁ PRÁVA**

Podle Zákona o právu autorském. č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků bakalářské/diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

# ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Bc. HORALÍK	Jméno Petr	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	Průmyslové inženýrství a management		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. ŠIMON, Ph.D.	Jméno Michal	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del>BAKALÁŘSKÁ</del>	Nehodící se škrtněte
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Evidence výrobních dat a jejich reporty		

<b>FAKULTA</b>	Strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	80	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	80	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Cílem této diplomové práce je navrhnout systém evidence výrobních dat a jejich reporty.</p> <p>Práce je rozdělena do několika částí. Úvodní část je zaměřena na teoretické poznatky z oblasti výrobního procesu a výrobního systému, které slouží jako základ pro další postup. Další část pojednává o evidenci výroby, kde jsou zmíněny výrobní ukazatele, nástroje pro jejich zefektivnění a typy reportů.</p> <p>Hlavní část práce je zaměřena na samotný návrh systému evidence výrobních dat. Je rozdělena do dvou základních částí. První částí je definování požadovaných reportů a následné vymezení důležitosti evidovaných dat. Druhou částí je návrh elektronického systému evidence dat včetně návrhu reportů. V prvním kroku je navržena aplikace v MS Excel a v kroku druhém je navržena databázová aplikace ve Visual Basic.net.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Výrobní ukazatele, report, evidence výrobních dat, OEE, PPM, produktivita, MS Excel

## SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Bc. HORALÍK	Name Petr	
<b>FIELD OF STUDY</b>	Industrial Engineering and Management		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. ŠIMON, Ph.D.	Name Michal	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST – KPV		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<del><b>BACHELOR</b></del>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Evidence And Reporting of Produciton Data		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KPV	<b>SUBMITTED IN</b>	2016
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	80	<b>TEXT PART</b>	80	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>	<p>The target of this diploma thesis is to suggest evidence system and reporting of produciton data. The diploma thesis is divided into several parts. The introductory part is aimed at the theoretical knowledge of the manufacturing processes and the manufacturing system. This part serves as the theoretical basis for the practical solving of the diploma thesis. The next part of the diploma thesis concerns with describing of the manufacturing data record system. Specifically the production indicators, tools for their efficiency improvement and kind of reports are mentioned.</p> <p>The main part of the diploma thesis deals with the proposal of the manufacturing data evidence system. The main part is divided into two basic parts. Within the first basic part the required reports are defined and the importance of this system is emphasized. The second basic part concerns with the proposal of the evidence system (inclusive of the reports proposals). The evidence system was designed as the application in MS Excel in a first step and as the database system in Visual Basic.net in a second step</p>
<b>KEY WORDS</b>	Production indicators, report, evidence system of production data, OEE, PPM, productivity, MS Excel

# OBSAH

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>9</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>11</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>12</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>13</b>
<b>1 VÝROBNÍ SYSTÉM.....</b>	<b>14</b>
1.1 CHARAKTERISTIKA VSTUPŮ.....	15
1.2 CHARAKTERISTIKA OKOLÍ A SUBSYSTÉMU .....	16
1.3 CHARAKTERISTIKA VÝSTUPŮ .....	17
1.4 DEFINICE SYSTÉMU.....	18
<b>2 VÝROBNÍ PROCES.....</b>	<b>22</b>
2.1 PŘÍSTUPY K ŘÍZENÍ VÝROBY .....	22
2.2 ORGANIZACE VÝROBY .....	22
2.3 VÝROBNÍ PROCES DLE HLEDISEK .....	24
<b>3 EVIDENCE VÝROBY A JEJÍ VÝZNAMNOST.....</b>	<b>26</b>
3.1 VÝROBNÍ UKAZATELE .....	26
3.1.1 <i>Produktivita</i> .....	26
3.1.2 <i>Kvalita</i> .....	27
3.1.3 <i>OEE</i> .....	28
3.2 OVLIVŇUJÍCÍ PARAMETRY .....	30
3.3 NÁSTROJE PRO ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBY.....	31
3.3.1 <i>SMED</i> .....	31
3.3.2 <i>Poka–Yoke</i> .....	32
3.3.3 <i>TPM</i> .....	33
3.3.4 <i>Standardy</i> .....	34
3.4 REPORTING .....	35
3.4.1 <i>Význam a typy reportingu</i> .....	35
3.4.2 <i>Informační systémy pro reporting</i> .....	36
<b>4 CÍLE PRÁCE A PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>38</b>
4.1 CÍLE PRÁCE .....	38
4.2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	38
<b>5 ANALÝZA DAT A VÝKAZŮ VE SPOLEČNOSTI .....</b>	<b>40</b>
5.1 VÝKAZY VEDENÉ VE SPOLEČNOSTI.....	40
5.2 POPIS VÝKAZŮ.....	41
5.3 ANALÝZA DOKUMENTACE .....	45
<b>6 ANALÝZY POŽADOVANÝCH REPORTŮ .....</b>	<b>47</b>
6.1 POPIS POŽADOVANÝCH VÝSTUPŮ .....	47
6.2 POPIS POTŘEBNÝCH VSTUPŮ .....	48
6.2.1 <i>Karta Jakost výroby</i> .....	49
6.2.2 <i>Karta Časové ztráty</i> .....	50
6.2.3 <i>Karta Plnění plánu výroby</i> .....	51
<b>7 NÁVRH SYSTÉMU EVIDENCE.....</b>	<b>52</b>
7.1 FÁZE 1 – APLIKACE V MS EXCEL .....	52
7.1.1 <i>Část evidence dat</i> .....	53

7.1.2	Část vyhodnocení - reporty .....	57
7.1.3	Část informační .....	67
7.1.4	Vyhodnocení .....	67
7.2	FÁZE 2 – DATABÁZOVÁ APLIKACE .....	67
7.2.1	Popis aplikace .....	67
7.2.2	Administrace dat v aplikaci .....	76
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR A VYHODNOCENÍ .....</b>	<b>78</b>
	<b>ZDROJE .....</b>	<b>79</b>
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>80</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1-1: VÝROBA JAKO TRANSFORMACE VSTUPŮ NA VÝSTUPY [2] .....	14
OBRÁZEK 1-2: VÝROBNÍ SYSTÉM [1] .....	15
OBRÁZEK 1-3: VZTAHY MEZI VÝROBNÍMI FAKTORY [1].....	18
OBRÁZEK 1-4: SCHÉMA SYSTÉMU [1] .....	19
OBRÁZEK 1-5: VYMEZENÍ VÝROBNÍHO SYSTÉMU V ŠIRŠÍM POJETÍ VZHLEDEM K OKOLÍ [1] .....	19
OBRÁZEK 1-6: MAGICKÝ ČTYŘÚHELNÍK [1] .....	20
OBRÁZEK 3-1:NÁSTROJE PRO ZVÝŠENÍ OEE [13] .....	31
OBRÁZEK 3-2: SMED - KROKY REALIZACE [16].....	32
OBRÁZEK 3-3: POKA-YOKE - PŘÍKLADY UŽITÍ [17].....	32
OBRÁZEK 3-4: FUNKCE SYSTÉMU POKA-YOKE [1] .....	33
OBRÁZEK 3-5: ZÁKLADNÍ PILÍŘE TPM [1] .....	34
OBRÁZEK 3-6: MES MODEL [20] .....	37
OBRÁZEK 4-1: TOK MATERIÁLU PŘES JEDNOTLIVÁ VÝROBNÍ A MONTÁŽNÍ PRACOVÍŠTĚ.....	39
OBRÁZEK 5-1: PRINCIP ZAPISOVÁNÍ NEKVALITNÍCH KUSŮ VE VÝROBNÍCH ÚSECÍCH.....	46
OBRÁZEK 6-1: KARTA JAKOST VÝROBY .....	50
OBRÁZEK 6-2: KARTA ČASOVÉ ZTRÁTY .....	50
OBRÁZEK 6-3: KARTA PLNĚNÍ PLÁNU VÝROBY .....	51
OBRÁZEK 7-1: ÚVODNÍ STRANA APLIKACE MS EXCEL .....	52
OBRÁZEK 7-2: OVĚŘENÍ DAT – POLOŽKA DATUM .....	53
OBRÁZEK 7-3: OVĚŘENÍ DAT – CHYBOVÁ HLÁŠKA .....	53
OBRÁZEK 7-4: HLAVIČKA KARTY A NAVIGAČNÍ PANEL .....	54
OBRÁZEK 7-5: MS EXCEL - KARTA JAKOST VÝROBY .....	54
OBRÁZEK 7-6: MS EXCEL - KARTA ČASOVÉ ZTRÁTY .....	55
OBRÁZEK 7-7: KATEGORIZACE ČASOVÝCH ZTRÁT .....	56
OBRÁZEK 7-8: DRUH ZTRÁTY – PORUCHA ZAŘÍZENÍ .....	56
OBRÁZEK 7-9: DRUH ZTRÁTY – NEDOSTATEK OBALOVÉHO MATERIÁLU.....	56
OBRÁZEK 7-10: DRUH ZTRÁTY – PLÁNOVANÁ Odstávka.....	57
OBRÁZEK 7-11: MS EXCEL - KARTA PLNĚNÍ PLÁNU VÝROBY .....	57
OBRÁZEK 7-12: VIZUALIZACE – OEE DOKUMENTACE.....	59
OBRÁZEK 7-13: VIZUALIZACE – DOKUMENT ZMETKOVITOSTI .....	60
OBRÁZEK 7-14: VIZUALIZACE – DOKUMENT PRODUKTIVITY.....	61
OBRÁZEK 7-15: VIZUALIZACE – DOKUMENT RED BIN PARETO .....	62
OBRÁZEK 7-16: VIZUALIZACE – DOKUMENT KNIHA VÝMĚN NÁSTROJŮ.....	63
OBRÁZEK 7-17: VIZUALIZACE – TÝDENNÍ SLEDOVÁNÍ VÝMĚN .....	64
OBRÁZEK 7-18: VIZUALIZACE – SMĚNOVÉ POROVNÁNÍ OEE.....	65



OBRÁZEK 7-19: VIZUALIZACE – KARTA JAKOST VÝROBY .....	66
OBRÁZEK 7-20: DATABÁZOVÁ APLIKACE – PŘIHLAŠOVACÍ OBRAZOVKA.....	68
OBRÁZEK 7-21: DATABÁZOVÁ APLIKACE – ÚVODNÍ STRANA.....	69
OBRÁZEK 7-22: DATABÁZOVÁ APLIKACE – KARTA JAKOST VÝROBY .....	70
OBRÁZEK 7-23: DATABÁZOVÁ APLIKACE – KARTA ČASOVÉ ZTRÁTY .....	71
OBRÁZEK 7-24: DATABÁZOVÁ APLIKACE – KARTA PLNĚNÍ PLÁNU VÝROBY .....	72
OBRÁZEK 7-25: DATABÁZOVÁ APLIKACE – EXPORT DAT.....	73
OBRÁZEK 7-26: ONLINE VIZUALIZACE – 4. STRANA.....	74
OBRÁZEK 7-27: ONLINE VIZUALIZACE – 1. STRANA.....	75
OBRÁZEK 7-28: DATABÁZOVÁ APLIKACE – ADMINISTRACE .....	77

## **SEZNAM TABULEK**

TABULKA 1-1: PŘEHLED VÝROBNÍCH FAKTORŮ [1] .....	17
TABULKA 5-1: ROZDĚLENÍ DOKUMENTACE DO ZÁKLADNÍCH OBLASTÍ.....	45
TABULKA 5-2: ROZDĚLENÍ DOKUMENTACE DLE ZODPOVĚDNÝCH OSOB .....	46

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>5S</b>	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
<b>CEZ</b>	Celková Efektivnost strojního Zařízení
<b>ČSN</b>	Česká Státní Norma
<b>EKV</b>	Endkontrolle und Verpackung
<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>Li</b>	Links
<b>LK</b>	Luftkontrolle
<b>MES</b>	Manufacturing Execution Systems
<b>MESA</b>	Manufacturing Enterprise Solutions Association
<b>MIS</b>	Management Information System
<b>MS</b>	Microsoft
<b>NC</b>	Numerical Control
<b>OEE</b>	Overall Equipment Effectiveness
<b>P</b>	Produktivita
<b>P<sub>parciální</sub></b>	Parciální produktivita
<b>P<sub>práce</sub></b>	Produktivita práce
<b>P<sub>totální</sub></b>	Totální (celková) produktivita
<b>PI</b>	Průmyslové Inženýrství
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller
<b>PPH</b>	Parts Per Hour
<b>PPM</b>	Parts Per Milion
<b>Re</b>	Recht
<b>SMED</b>	Single Minute Exchange of Die
<b>SQL</b>	Structured Query Language
<b>TEEP</b>	Total Equipment Effectiveness Performance
<b>T<sub>k</sub></b>	Kalendářní fond
<b>T<sub>n</sub></b>	Nominální fond
<b>T<sub>p</sub></b>	Efektivní fond
<b>TPM</b>	Total Productive Maintenance
<b>USS</b>	Ultraschallschweißprozess
<b>VDA</b>	Verband Der Automobilindustrie
<b>WJ</b>	Water Jet
<b>ZČU</b>	Západočeská Univerzita

## Úvod

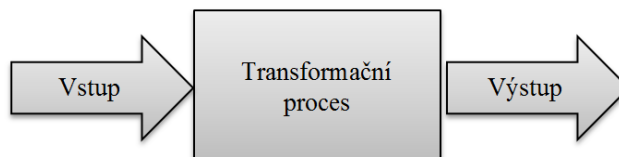
V dnešním velmi silném konkurenčním prostředí je nutné, aby výrobní podniky vyráběly velké množství výrobků a tyto výrobky měly vysokou a zároveň neměnnou kvalitu. Výrobní podniky jsou velmi často nuceny dokládat zákazníkovi certifikace týkající se kvality výroby dle norem ISO 9000 popřípadě i VDA pro automobilový průmysl. Zákazník často požaduje nejen certifikaci, ale i dokumentaci o skutečné historii výroby. Tento fakt nutí výrobní podniky vytvářet a spravovat velké množství dat, tak aby získaly a obhájily certifikáty kvality. Díky kvalitní správě výrobních dat získají podniky zároveň informace o skutečném stavu výroby a mohou ji tak neustále zlepšovat.

Evidence výrobních dat a jejich následná dohledatelnost je dnes již neodmyslitelnou součástí výrobního podniku. Elektronizace evidence dat ovlivňuje jak celkovou produktivitu výroby, tak náklady na provoz, které jsou výrazně snižovány. Zavedením evidence dat se výrobním podnikům otevírá možnost naprosto přesně analyzovat důležité aspekty výroby, kterými jsou např. vytíženost strojů, počty nekvalitních dílů, typy prostojů atp. Dále zaměstnancům poskytuje získat různé přehledy například o „problémových“ dílech, přičemž tyto informace jsou zaměstnancům poskytovány téměř okamžitě.

## 1 Výrobní systém

Výrobní systém lze definovat jako soubor vybraných technik průmyslového inženýrství, nástrojů managementu a metod „štlíhlé výroby“, které pomáhají dosáhnout stanovených podnikatelských cílů dané společnosti. [1]

Ve své podstatě je to právě výrobní systém, který realizuje výrobu. Pro výrobu existuje řada definic. Jednoduše a výstižně lze výrobu definovat takto: *Výroba je technologická transformace činitelů výroby na výrobky a služby*. Činiteli výroby jsou transformující zdroje a transformované zdroje. [2]



Obrázek 1-1: Výroba jako transformace vstupů na výstupy [2]

Mezi transformujícími zdroji lze zařadit:

- Pracovní sílu – lidé
- Pracovní prostředky – stroje, zařízení, budovy

Transformovanými zdroji jsou:

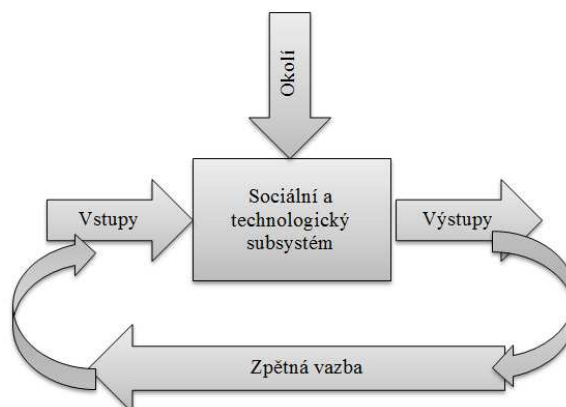
- Pracovní podnět – materiál, suroviny
- Informace
- Zákazníci

Jako další definici výroby lze zmínit následující: Výroba je jako prostředek, který slouží k uspokojení potřeb vytvořením věcných statků a služeb. Jedná se o výsledek cílevědomého lidského chování, kdy se za použití vstupních faktorů zajišťuje pomocí daného transformačního procesu co nejhodnotnější výstup. Mezi zásadní problémy ve výrobě je v dnešní době považováno dosažení vysoké produktivity současně s pružností výroby a nalezení racionálního kompromisu mezi využitím zařízení a zkracováním průběžných dob výroby. [1]

Základní vlastnosti výrobního systému:

- *Kapacita* – schopnost výkonu výrobní jednotky nebo daného výrobního systému libovolného druhu v daném časovém úseku.
- *Elasticita* – přizpůsobivost, představitelnost či pohyblivost dané výrobní jednotky nebo výrobního systému při změně pracovních úkolů [1]

Základní schéma výrobního systému je patrné na obrázku viz Obrázek 1-2. Tento obrázek zobrazuje výrobní systém z pohledu navzájem propojených výrobních a pomocných prostředků, výrobních sil a materiálových vstupů.



Obrázek 1-2: Výrobní systém [1]

### 1.1 Charakteristika vstupů

Vstupy do výrobního systému charakterizuje materiál nebo služby pro procesy. Materiálové vstupy jsou tvořeny surovinami, základními, pomocnými a režijními materiály. Ve výrobě se nejčastěji rozlišují následující materiály:

- *Základní* – představuje věcný základ výrobku, ovlivňuje charakteristické vlastnosti výrobku a v porovnání se surovinami je produktem předchozího zpracování
- *Pomocný* – spotřebovává se zároveň s výrobou výrobku, netvoří podstatu výrobku, ale upravuje některé vlastnosti výrobku
- *Režijní* – materiál tvořící součást režijních nákladů [1]

Dále lze materiál členit dle vztahu spotřeby k objemu vyrobeného množství:

- *Přímý*
- *Nepřímý*

Materiálové vstupy do výrobního procesu je možné posuzovat z těchto hledisek:

- *Technické* – tvar, rozměry, chemické a fyzikální vlastnosti
- *Ekonomické* – velikost zmetkovitosti dané výroby, měrná spotřeba
- *Organizační* – možnost skladování, manipulace a balení

Mezi další významné vstupy patří například součástky, polotovary a energetické vstupy (paliva a energie) [1]

Pojem fyzický kapitál zahrnuje například stroje, přípravky, nářadí a zařízení. V podstatě se jedná o zařízení neboli technické prostředky, které slouží pro výrobu zboží. Tyto technické prostředky jsou základem výrobního procesu. Technické prostředky je možné hodnotit z hlediska výkonnosti, spolehlivosti a životnosti.

Finanční kapitál lze považovat za jeden z výrobních faktorů pouze tehdy, pokud má vlastnosti kapitálu tzn., že se jedná o peníze, které jsou určeny pro investice rozšiřující výrobní kapacity.

Další pojem, který lze řadit mezi vstupy je pojem informace. Pod informacemi si lze představit informace technického nebo procesního charakteru (např. výrobní program), nebo se může jednat o informace, které se vztahují ke stavu a využívání výrobního systému (např. poruchy). Informace v hospodářské organizaci jsou většinou spojovány s procesem rozhodování.

Další oblasti, ve kterých jsou informace velmi důležité, jsou následující:

- *Komunikace* – přenos informací mezi pracovníky
- *Proces učení* – týká se nejen tvorby, ale i rozvoje znalostí, které se používají při řešení problémů.

Posledním pojmem je lidská pracovní síla (práce). Díky činnosti tohoto vstupu se uvádějí do pohybu technické prostředky. Lze zmínit jednicové pracovníky, kteří působí přímo v procesu přeměny a režijní pracovníky, kteří zajišťují chod výroby. Při hodnocení lidské pracovní síly se hodnotí především:

- *Časové fondy pracovníků* – základními časovými fondy jsou:
  - Kalendářní fond –  $T_k=365$  dní
  - Nominální fond –  $T_N=251$  dní
  - Efektivní fond –  $T_p=233$  dní
- *Kvalifikační* - profesní skladba pracovníků a věková struktura
- *Ostatní* - sociologické, psychologické, ... [1]

## 1.2 Charakteristika okolí a subsystému

Okolí výrobního podniku lze dělit dle různých hledisek. Dělení může být následující:

- Přímé a nepřímé
- Podstatné a nepodstatné
- Makrookolí a mikrookolí

Další literatura člení okolí výrobního podniku například takto:

- Vnitřní
- Vnější
  - Mikrookolí
  - Makrookolí [3]

Do mikrookolí lze zahrnout zákazníky, konkurenty, dodavatele, zprostředkovatele a v neposlední řadě ovlivňovatele koupě. Do makrookolí se řadí legislativa, ekologické, ekonomické, politické, sociální a kulturní vazby a činnosti bank. V případě makrookolí je možné použít přesnější členění, a to do následujících pěti skupin [1]:

- *Sociální* – sociální postoje
- *Etické* – osobní, účetní a obchodní etika
- *Politické a legislativní* – politické postoje, aktivita politických stran
- *Technologické* – znalosti, užitky
- *Ekonomické* – jakost a cena kapitálu, disponibilita, zákazníci

Pod pojmem sociální subsystém si lze představit organizaci a pracovníky. Pracovníci neboli lidská pracovní síla je již definována výše, takže dále bude popisována pouze organizace.

Pojem organizace je možné vidět ve spojení s těmito významy:

- Struktura činností a pravomocí v podniku
- Souhrn lidských vztahů
- Samotný podnik
- Prostředí pro výkon skupinových činností

Významný je především čtvrtý faktor, který se týká organizace výroby. Hlavní, neboli základní funkcí organizace výroby, je sjednocení veškerých procesů, článků, ale i faktorů výrobního procesu do kompaktního výrobního organismu tak, aby tento výrobní organismus disponoval požadovanými výstupy.

Organizace se dělí na útvarovou a procesní, přičemž toto členění vychází z formální organizační struktury.

Útvarová organizace představuje souhrn činností, jejichž cílem je strukturalizace podniku a rozdělení úkolu podniku do jednotlivých dílčích úkolů tak, aby po jejich přiřazení k jednotlivým útvarům vznikla smysluplná dělba práce. [1]

Procesní organizace se zabývá procesy, které probíhají uvnitř podniku, uvnitř jednotlivých útvarů.

Mezi další důležité pojmy patří pojem technologický subsystém. Literatura pod tento pojem zahrnuje technické prostředky a technologie. Technické prostředky jsou již definovány výše v rámci vstupů. Technologie zahrnuje použití technických prostředků, pomocí kterých lze dosáhnout předem stanovených cílů a záměrů. Základem technologií jsou chemické, fyzikální, přírodní a biologické procesy popřípadě jejich kombinace. Lze s jistotou konstatovat, že druh použité technologie ve značné míře ovlivňuje profesi a kvalifikaci pracovní síly, materiálové vstupy, organizaci výrobního procesu, formy dělby práce a v neposlední řadě využívané technické prostředky.

Celkový přehled výrobních faktorů je patrný z tabulky viz Tabulka 1-1. Tabulka pojednává o výrobních faktorech a jejich obsahu.

Faktor	Dřívější pojem	Obsah
Lidé	Pracovní síla	Lidská pracovní síla, práce
Fyzický kapitál: Technické prostředky	Pracovní prostředky	Stroje, zařízení, nástroje, budovy, pozemky,...
Materiál a energie	Pracovní předměty	Suroviny, základní i pomocný kapitál, palivo, energie
Informace		Znalosti
Finanční kapitál		Peníze
Technologie		Soubor návodů k použití prostředků
Organizační struktura		Formální rámec a prostředí pro výkon činností
Produkt	Výrobek	Výrobky a služby

Tabulka 1-1: Přehled výrobních faktorů [1]

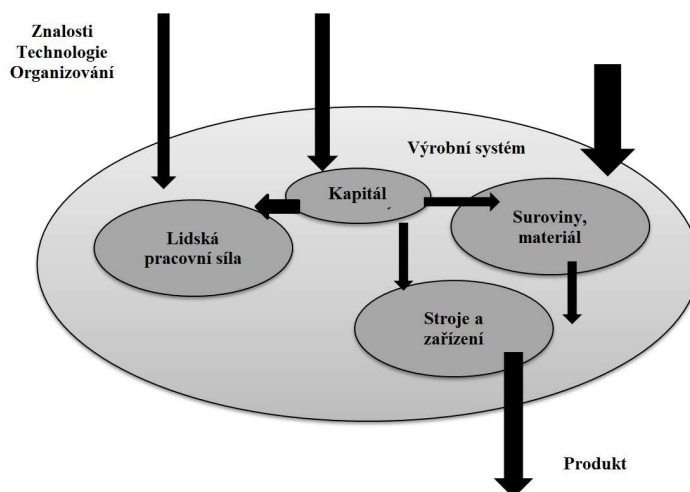
### 1.3 Charakteristika výstupů

Produkt je přímý výstup z výrobního systému a zahrnuje:

- *Konečné zboží k prodeji* – fyzický výrobek
- *Službu pro zákazníka* – obsloužený zákazník

Vztahy mezi výrobními faktory jsou patrné z obrázku: viz Obrázek 1-3.





Obrázek 1-3: Vztahy mezi výrobními faktory [1]

V průběhu transformace vstupů na výstupy nevznikají jen hlavní (žádoucí produkty), ale často vznikají i produkty vedlejší:

- *Produkty s dalším využitím* – odpadní teplo, zbytkový materiál apod.
- *Odpady* (nežádoucí produkt) – odpady, které se nedají recyklovat
- *Externalita* – negativní „efekt přelévání“, který vzniká nežádoucím působením výroby a projevuje se například ve vztahu k životnímu prostředí a zdraví lidí

Dalším výstupem může být informace, která se vrací zpět na vstup. Může se jednat například o potřebnou změnu technologie nebo o informace, které doporučují přenastavení některých výrobních strojů.

Mezi jednotlivými prvky výrobního systému existuje velké množství vazeb. Dle zdroje [1] se jedná o následující vazby:

- *Ergonomie* – vazba mezi stroji, zařízeními a pracovní silou. Úkolem této vazby je přizpůsobit výrobní zařízení, stroje, nástroje, postupy a pracovní prostředí schopnostem člověka tak, aby mohl plnit pracovní úkoly co možná nejúčinněji a bez poškození svého zdraví. [4]
- *Informační vazba* – jedná se o vazbu mezi surovinami popřípadě materiály a strojním zařízením
- *Hodnocení efektivity investic do strojů a zařízení* – vazba mezi kapitálem a stroji a zařízeními, která poskytuje podklad sloužící k rozhodování při zvyšování výrobních kapacit

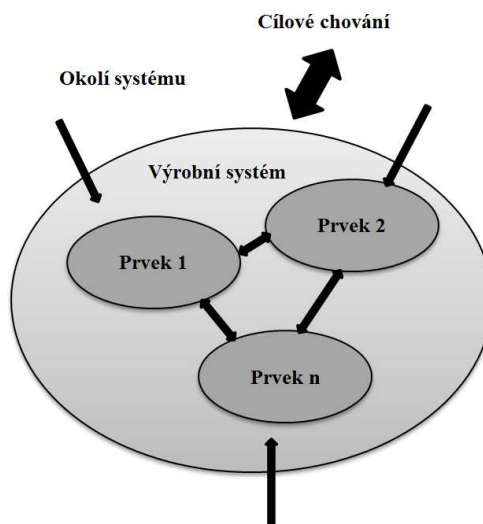
#### 1.4 Definice systému

Systém lze definovat jako systematicky uspořádanou množinu prvků a množinu vazeb mezi nimi společně určující vlastnosti celku. Systém se skládá z množiny souvisejících prvků a je většinou zároveň prvkem nějakého systému na nižší (nebo vyšší) úrovni. Zároveň lze říci, že systém je souhrnem množiny dvojic prvků tzn. vazeb mezi dvojící prvků a relací mezi prvky.

Mezi klíčové znaky otevřených systémů lze zařadit:

- Vymezení systému vzhledem k okolí (např. rozdělení - přímé vs. nepřímé atp.)
- Specifičnost vnitřní struktury (jedinečné vazby mezi prvky)
- Jejich cílové chování

Schéma systému je zřejmé z obrázku viz Obrázek 1-4.



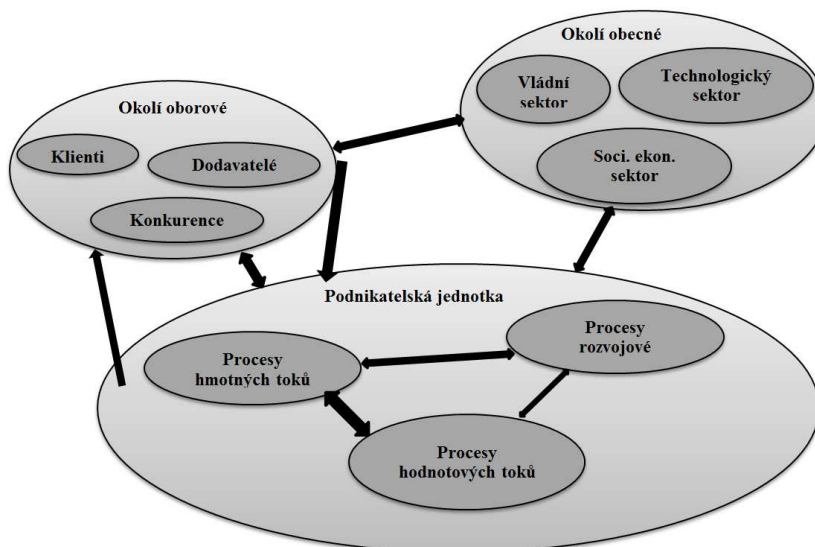
Obrázek 1-4: Schéma systému [1]

Vzhledem k vlastnostem systému jako takového lze i na výrobní systém aplikovat některé znaky. Jedná o následující znaky:

- Vymezení výrobního systému v širším a užším pojetí vzhledem k okolí
- Definování vnitřních struktur výrobního systému v širším a užší pojetí
- Specifikace cílového chování výrobního systému v širším a užším pojetí [1]

#### Výrobní systém v širším pojetí

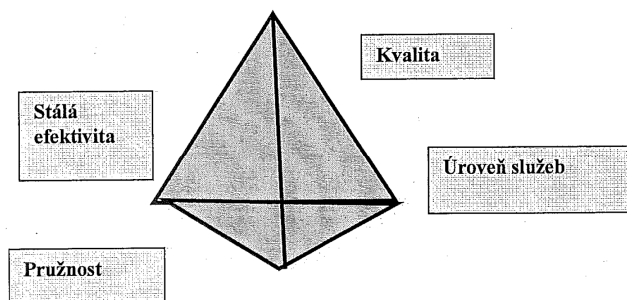
Výrobní systém vymezený v širším pojetí vzhledem k okolí je znázorněn na obrázku viz Obrázek 1-5. Na tomto obrázku je použito rozdělní okolí na obecné a oborové.



Obrázek 1-5: Vymezení výrobního systému v širším pojetí vzhledem k okolí [1]

### Výrobní systém v užším pojetí

Podniky v dnešním vyspělém tržním prostředí se dostávají do tzv. magického čtyřúhelníku. Celková úspěšnost podniku na trhu je závislá na úspěšnosti s jakou podnik řeší zvýšení kvality, udržení stálé efektivnosti, pružnosti a úrovně služeb zákazníkům. Zmíněné čtyři faktory jsou vrcholy čtyřúhelníku. Tyto faktory souvisí s úrovní techniky a technologie, se kterou podnik disponuje, dále s úrovní podnikové organizace a úrovní jeho pracovníků. Význam zmíněných faktorů se v průběhu posledních let přesouvá z kvality, přes snižování nákladů k pružnosti a poskytování služeb. Vrcholy „magického čtyřúhelníku“ jsou zřejmé z obrázku viz Obrázek 1-6 [1].



Obrázek 1-6: Magický čtyřúhelník [1]

Vnitřní strukturu v užším pojetí lze dle zdroje [1] rozdělit do čtyř hlavních oblastí takto:

- hlavní procesy – výroba
  - bezpečnost práce a ochrana zdraví
  - využití metody 5S
  - uspořádání pracovišť
  - materiálové toky
  - organizace práce
  - určování spotřeby času
  - standardizace
  - vizuální management
- zlepšení procesů
  - systém zlepšování procesů
  - využití indikátorů pro hodnocení procesů
  - aplikace metod PI
  - aplikace nástrojů pro zlepšování procesů
  - plynulost toků
  - eliminace vad – Poka – Yoke
  - autonomnost pracoviště
  - eliminace prostojů
- obslužné procesy
  - úroveň outsourcingu a insourcingu
  - dodavatelský systém
  - plánování
  - skladování a příprava materiálu
  - změny sortimentu a výměny nástrojů
  - hodnocení využívání strojů a zařízení
  - systém údržby
  - čistota a pořádek v obslužných procesech

- Oblast managementu – hodnoticí vlivy u kritérií
  - podniková strategie a politika
  - vliv na životní prostředí
  - systém řízení jakosti
  - lidské zdroje a vzdělávání
  - informační systém
  - řízení nákladů a produktivity
  - organizační struktura
  - hodnocení výkonu, systém odměňování

## 2 Výrobní proces

Řízení výrobního procesu definoval Fayol ve svém díle „Zásady správy všeobecné a správy podniků“. Jedná se o pět činností správy.

- *Plánování* – stanovit cíle
- *Organizování* – zabezpečit lidské a hmotné zdroje
- *Přikazování* – přiřazovat úkoly
- *Koordinace* - řídit úkoly podřízených
- *Kontrola* – prověřovat skutečnosti s plánem

Během plánování a řízení výroby je nutné respektovat, že plánování a realizace výrobních rozhodnutí zahrnuje dlouhá časová období.

Rozhodování při řízení výrobního procesu lze rozdělit do tří skupin:

- *Strategické* – jedná se o plánování v dlouhodobém časovém horizontu (10 let), konkretizace strategických záměrů organizace, plánování finančních a výrobních zdrojů.
- *Taktické* – plánování ve střednědobém časovém horizontu (6-18 měsíců). Nejedná se o detailní plánování materiálových a kapacitních potřeb, ale o plánování na úrovni prognóz.
- *Operativní* – plánování v krátkodobém časovém horizontu (čtvrtletí, měsíc, týden). Toto plánování se zabývá plánováním pro skupiny pracovišť. [5]

### 2.1 Přístupy k řízení výroby

V dnešní době existují dva přístupy k řízení výroby. Jeden je specifický pro západní kulturu a druhý pro východní kulturu. Jedná se o přístupy redukcionistický a holistický.

#### **Redukcionistický přístup**

Tento přístup vychází z myšlenky, že každý systém je možné rozdělit na menší části tzv. subsystémy. Každým tímto subsystémem se lze zabývat samostatně, a tak je možné vyřešit problém celého systému. Tento způsob je specifický pro západ a bylo představeno A. Smithem a F.W.Taylor. V praxi tento přístup znamená, že pracovníkovi je přiřazena vysoce specializovaná práce a vykonává vysoce specializované pracovní úkony „pod dozorem“ [1].

#### **Holistický přístup**

Tento přístup je charakteristický tím, že každý subsystém disponuje určitou autonomií. Naopak činnosti jednotlivých subsystémů jsou neustále koordinovány tak, aby bylo dosaženo globálního cíle celku. V tomto přístupu se vychází z faktu, že celek je více než jen suma jeho částí. Tento přístup disponuje s tzv. multifunkčními pracovníky, kteří pracují v menších autonomních skupinách, ve kterých se předpokládá malá kontrola ze strany organizace. [1]

### 2.2 Organizace výroby

Dle faktorů jako plynulost, nepřetržitost a rytmičnost výrobního procesu je možné proces dělit na tři základní formy jeho organizace:

- Proudovou
- Skupinovou
- Fázovou

### **Proudová výroba**

Základní znak proudové výroby je předmětné uspořádání pracovišť. U tohoto uspořádání pracovišť se respektuje sled technologického postupu, rytmičnost a synchronizace pracovišť. Výrobní proces se rytmicky opakuje ve stejných intervalech. U této organizace výrobního procesu je znakem proudová linka – montáž automobilů, výroba potravin. Proudová výroba je charakteristická výrobou jednoho nebo relativně málo druhů výrobků. Využití je v hromadné a velkosériové výrobě. Výhody a nevýhody proudové výroby jsou dle zdroje [1] následující:

Výhody:

- Zvyšování produktivity práce
- Zkrácení výrobního cyklu
- Jednoduchost a vysoké tempo práce
- Snížení vlastních nákladů výroby
- Předpoklady pro progresivní způsoby údržby

Nevýhody:

- Citlivost na poruchy
- Malá pružnost při výrobních změnách
- Monotónní a jednostranná práce
- Porucha zapříčiní zastavení celé linky

### **Skupinová výroba**

Tato organizace výrobního systému je charakteristická širokým okruhem finálních výrobků nebo součástí, přičemž žádný nemá rozhodující podíl v produkci. Jedná se o předmětně orientovanou výrobu, kde pracoviště nejsou uspořádána do proudu. Výrobní zařízení stejného technologického určení jsou seskupena do téhož místa (specializované dílny). Tato výrobní zařízení je možné specializovat použitím přídatných zařízení a přípravků, neboť se jedná o výrobní zařízení univerzálního charakteru. Skupinová výroba disponuje snadným přizpůsobením při změně výrobního programu. [1]

Tato forma rozlišuje dva typy výroby, které jsou dány způsobem zadávání, průběhu a odvádění výrobku nebo jejich součástí. Člení se takto:

- *Periodická* – stejná skladba součástí nebo výrobků se u každé operace nebo dílčího procesu opakuje v pravidelných časových intervalech
- *Neperiodická* – práce, odvádění dávek nebo dílu se opakuje nepravidelně [1]

Mezi výhody skupinové výroby patří:

- Vyšší kvalifikace pracovní síly
- Vyšší rozmanitost práce

Nevýhody skupinové výroby jsou následující:

- Logistické problémy řízení zásob
- Problémy prostorového uspořádání
- Zvyšující se nároky na kvalitu informací

### **Fázová výroba**

Fázová výroba se využívá u takových typů výroby, kde je neopakované nebo nepravidelně opakované odvádění výrobků v průběhu delšího časového období. Stanovení výrobních programů závisí na specifikách zákazníků přesného data uskutečnění zakázky. V této výrobě se převážně využívají víceúčelová zařízení, pracoviště a výrobní jednotky se organizují technologicky. Omezení nebo naopak přednosti výrobního sortimentu na jednotlivých

pracovištích je podmíněno pouze uspořádáním pracovišť. Fázová výroba se využívá například pro výrobu technické pryže. [1]

Výhody fázové organizace:

- Jednoduchá změna výrobního programu
- Možnost souběžného zpracování více projektů ze zásobníku zakázek, často s různým odstupem dodacích lhůt
- Zásoby základních dílů jsou zajišťovány externě se specifikací dodávek pro každou zakázku [1]

Nevýhody fázové organizace:

- Vyšší náročnost na kvalifikaci všech zaměstnanců
- Zvýšená potřeba výrobních ploch
- Prodlužování dopravních cest
- Zvýšení mezioperačních zásob a vysoké nároky na plánování a koordinaci výrobního procesu

### 2.3 Výrobní proces dle hledisek

Výrobní proces lze dělit podle několika hledisek.

#### Dle typu výrobního programu

- *Výroba na zakázku* – výroba je zahájena a prováděna dle požadavků zákazníka
- *Výroba na sklad* – tato výroba je předem známa nebo predikována dostatečnou poptávkou pro výrobu
- *Výroba řízená zásobami* – zahájení výroby až tehdy, kdy je pokles zásob ve skladě pod limitní hodnotou

#### Dle opakovatelnosti výroby

- *Kusová výroba* – výroba, kde se vyrábí velký počet druhů výrobků v malém počtu kusů. Počet kusů se pohybuje od 1 až do 10 kusů výrobků.
- *Sériová výroba* – sériová neboli masová výroba se zabývá výrobou velkého množství stejných výrobků. Počet kusů se pohybuje mezi 10 – 1 000 000 kusů výrobků.
- *Hromadná výroba* – tuto výrobu charakterizuje málo druhů výrobků ve velkém množství. Počet vyráběných kusů je 1 000 000 a více. [5]

#### Dle charakteru použitých technologií

- *Mechanicko – fyzikální procesy* – nemění se vlastnosti látkové podstaty zpracovaných materiálů
- *Chemické procesy* – mění se vlastnosti látkové podstaty surovin a materiálů
- *Biologické a biochemické procesy* – ke změnám látkové podstaty jsou používány živé organismy a biologické procesy
- *Přírodní procesy* – tyto procesy využívají působení přírodních sil [1]

#### Dle spojitosti výrobního procesu

- *Plynulá výroba* – automatizovaná výroba, která se nepřerušuje ani ve dnech klidu. V případě přerušování, jsou velké náklady na zastavení i znovuspouštění
- *Přerušovaná výroba* – probíhající proces je přerušován řadou netechnologických procesů
- *Cyklická výroba* – katalytické procesy. [6]

**Dle fáze výrobního procesu**

- *Předzhotovující fáze* – v této fázi probíhá zpracování surovin pro samotný výrobní proces
- *Zhotovující fáze* – základ výrobního procesu, výrobek získává konečnou podobu
- *Dohotovující fáze* – kompletace a balení výrobku

**Dle vertikální dělby práce**

- *Pracovní operace* – operace časově ohraničená, kterou vykonává buď jeden, nebo více pracovníků na daném materiálu na daném pracovišti
- *Pracovní úkon* – jednoduchá, přesně ohraničená a ukončená činnost, která je uskutečněna v rámci dané operace.
- *Pracovní pohyb* – nedělitelná část pracovního úkonu lidského těla [1]



### 3 Evidence výroby a její významnost

V této kapitole jsou popsány výrobní ukazatele, které lze sledovat ve výrobním procesu. Dále jsou zde popsány ovlivňující parametry výrobních ukazatelů a jejich reportování.

#### 3.1 Výrobní ukazatele

Ukazatele jsou důležité pro rozvoj celé společnosti, ale i pro rozvoj samotného pracoviště, neboť ukazatele popisují významné parametry, na jejichž základě se dokáže hodnotit a později efektivně řídit společnost popřípadě dané pracoviště. Ukazatele se definují pro všechny významné procesy.

Ukazatele na pracovišti mají za cíl:

- učit,
- informovat,
- řídit,
- porovnávat,
- motivovat. [7]

##### 3.1.1 Produktivita

Produktivitu lze definovat jako účinnost, s jakou jsou výrobní faktory využívány ve výrobě. Obecně je produktivita veličina, která určitým způsobem ovlivňuje nejen výrobní podniky, ale i národní hospodářství. Tento ukazatel se netýká jenom výrobních podniků, ale i nevýrobních podniků, neboť výroba z širšího hlediska je transformace vstupů na užité výstupy (výrobky, služby). Tuto veličinu je možné kvantifikovat číselně. Kvantifikace produktivity je přesná pouze v případě, jsou-li pro výpočet použity správné veličiny. Obecně je produktivita dána podílem:

$$P = \frac{\text{Výstup}}{\text{Vstup}} \quad (3.1)$$

Výstup lze vyjádřit v naturálních jednotkách jako například kg, metry, kusy nebo v hodnotových jednotkách, kterými jsou peněžní jednotky. Vstup stejně jako výstup lze vyjádřit v naturálních nebo peněžních jednotkách. V praxi se jedná o tyto vstupní faktory: pracovní síla, suroviny, materiál, energie, kapitál apod. [1]

Typy produktivit mohou být následující:

- Totální produktivita
- Parciální produktivita
- Technická produktivita
- Mikro a makroekonomická produktivita

##### Totální (celková) produktivita

Totální produktivita se vyjadřuje poměrem celkového měřitelného výstupu a celkového kumulovaného vstupu. Vyjadřuje celkovou (totální) výslednou efektivitu všech zdrojů.

$$P_{\text{totální}} = \frac{\text{Celkový měřitelný výstup}}{\text{Celkový kumulovaný vstup}} \quad (3.2)$$

**Parciální produktivita**

Mezi další ukazatele produktivity lze zařadit ukazatel parciální produktivity. Jedná se o typ produktivity, která je definována jako poměr celkového výstupu vztáženého k jediné konkrétní položce vstupu. [1]

$$P_{\text{parciální}} = \frac{\text{Celkový měřitelný výstup}}{\text{Jeden druh měřitelného vstupu}} \quad (3.3)$$

**Technická produktivita**

Jedná se o relaci výstupu a vstupu poměřovaných pouze v naturálních jednotkách. [8]

Dalšími pojmy z oblasti produktivity jsou produktivita práce, standard produktivity, index produktivity.

V případě produktivity práce se jedná o parciální produktivitu, kde je celkový produkt vztážen k množství spotřebované práce. Jedná se tedy o množství statků, které vyrobí průměrný pracovník za jednu hodinu práce. [1]

Podle zdroje [8] lze produktivitu práce vyjádřit takto:

$$P_{\text{práce}} = \frac{\text{přidaná hodnota}}{\text{pracovníci (počet lidí, odpracované hodiny)}} \quad (3.4)$$

Pod pojmem standard produktivity je vyjádřena úroveň produktivity, která je vypočtena pomocí metod průmyslového inženýrství pro posuzované podmínky společnosti jako optimální. Takto vypočtený standard slouží jako cíl v procesu zvyšování produktivity.

Index produktivity je poměrem zjištěné produktivity a standardu produktivity. Tento index poskytuje hodnotu míry úspěšnosti daného procesu.

$$\text{Index produktivity} = \frac{\text{aktuální produktivita}}{\text{standard produktivity}} \cdot 100 \quad (3.5)$$

**3.1.2 Kvalita**

Existuje mnoho definic k vymezení pojmu kvalita (jakost). Významné osobnosti působící v oblasti managementu jakosti ji definují následovně:

- Jakost je způsobilost pro užití
- Jakost je shoda s požadavky
- Jakost je to, co za ni považuje zákazník
- Jakost je minimum ztrát, které výrobek od okamžiku své expedice společností způsobí. [9]

Definice z normy ČSN EN ISO 8402 definuje kvalitu (jakost) jako celkový souhrn vlastností a charakteristik výrobku nebo služby, podmiňujících jeho schopnost uspokojovat stanovené nebo předpokládané potřeby. [1]

Z definice vyplývá, že pojem kvalita zahrnuje vše, co má na produkt podnikání vliv např. systém řízení, lidské a materiálové zdroje.

Je zřejmé, že se jedná o celou řadu „znaků“ kvality. Tyto znaky lze rozdělit do dvou základních skupin:

- Kvantitativní - lze vyjádřit číselnou hodnotou např. počet vyrobených výrobků za určitý čas
- Kvalitativní - nelze vyjádřit číselnou hodnotou např. senzorické parametry produktu [10]

Ze zásad navržených Feingenbaumem, které pojednávají o managementu kvality, lze zmínit alespoň dvě základní:

- Péče o kvalitu není jednorázový proces, ale jedná se o proces neustálého zlepšování, který je zaměřen nejen na výrobek, ale i na společnost, výrobní činnosti a další články v organizačním řetězci
- Kvalita je to, za co ji prohlásil zákazník. Kvalita v žádném případě není to, za co ji prohlásil technik, pracovník marketingu nebo prodeje. Požadavky na kvalitu neustále rostou [1]

Pojem úzce související s kvalitou je pojem zmetkovitost. Zmetkovitost pojednává o opaku kvality, a to o nekvalitě. Každá společnost se snaží minimalizovat zmetkovitost ve výrobním procesu a přiblížit se tak ideálnímu stavu, a to nulové zmetkovitosti. Musí být ale brán v úvahu fakt, že zmetek není výrobek. Takže i přesto, že počet zmetků klesne na nulu, kvalita výrobku se nezmění, resp. nezvýší, neboť zmetek svým způsobem necharakterizuje kvalitu, ale jen množství zbytečně vynaložené práce.

Kvalitu ve výrobním procesu lze zjistit podílem vyrobených kvalitních kusů a celkovému počtu vyrobených kusů:

$$kvalita = \frac{\text{počet vyrobených kvalitních kusů}}{\text{celkový počet vyrobených kusů}} \quad (3.6)$$

Nekvalitu lze vyjádřit ukazatelem PPM. Pojem je označován jako Parts Per Million a překládá se jako počet dílů na jeden milion. Tento ukazatel určuje počet nekvalitních dílů z jednoho milionu vyrobených. Např. PPM=3 znamená, že z milionů vyrobených kusů jsou tři díly nekvalitní.

$$PPM = \frac{\text{počet vyrobených nekvalitních kusů}}{\text{celkový počet vyrobených kusů}} \cdot 10^6 \quad (3.7)$$

### 3.1.3 OEE

Ukazatel OEE (Overall Equipment Effectiveness) je komplexní ukazatel, který sleduje kvalitu, výkon a využití strojního zařízení neboli produktivitu zařízení. V překladu OEE znamená celkovou efektivnost strojního zařízení (CEZ) (dále bude používána zkratka OEE).

OEE se zaměřuje na:

- Identifikaci potenciálu výrobního zařízení
- Identifikaci ztrát

Hlavním cílem OEE je:

- Navýšit produktivitu
- Snížit cenu
- Zvýšit povědomí o potřebě strojní produktivity
- Zvýšit životnost strojního zařízení

Hlavními výsledky výše zmíněných cílů jsou:

- Zvýšení zisků
- Dosažení konkurenční výhody
- Redukce výdajů [11]

OEE se vyjadřuje součinem využití, výkonu a kvality strojního zařízení. Výpočty dílčích ukazatelů jsou uvedeny v rovnicích (3.9), (3.10), (3.11).

$$OEE = \text{využití} \cdot \text{výkon} \cdot \text{kvalita} \quad (3.8)$$

### Využití

Ukazatel využití (někdy také označováno jako dostupnost) zohledňuje ztráty výrobního zařízení, které jsou způsobeny prostoji. Využití se vyjadřuje poměrem skutečné doby běhu zařízení a očekávané (naplánované) doby běhu zařízení

$$\text{využití} = \frac{\text{skutečná doba běhu zařízení}}{\text{očekávaná doba běhu zařízení}} \quad (3.9)$$

### Výkon

Výkon definuje ztráty způsobené ztrátou výkonu a rychlosti. Výkon tedy udává poměr mezi skutečným a teoretickým výkonem.

$$\text{výkon} = \frac{\text{celkový počet vyrobených kusů} \cdot \text{plánovaná délka cyklu}}{\text{skutečná doba běhu zařízení}} \quad (3.10)$$

### Kvalita

Ukazatel kvality je vyjádřen podílem počtu kvalitních kusů k celkovému objemu vyrobených kusů. Nekvalitní kusy neboli zmetky zahrnují nejen kvalitativně nevyhovující kusy, ale i náběhové nekvalitní kusy po přeseřízení nebo kusy, které lze dokončit díky vícepracím, neboť kapacita zařízení nebyla při jejich výrobě efektivně využita.

$$\text{kvalita} = \frac{\text{celkový počet vyrobených kusů} - \text{zmetky}}{\text{celkový počet vyrobených kusů}} \quad (3.11)$$

Po dosazení dílčích ukazatelů do rovnice (3.8) a následné úpravě lze získat výsledný vztah pro výpočet OEE (výsledek se vyjadřuje v procentech):

$$OEE = \frac{(\text{celkový počet vyrobených kusů} - \text{zmetky}) \cdot \text{délka cyklu}}{\text{očekávaná doba běhu zařízení}} \quad (3.12)$$

Dalším ukazatelem, který je odvozený od OEE je ukazatel TEEP (Total Equipment Effectiveness Performance). Tento ukazatel se od OEE liší tím, že bere za základ výpočtu kalendářní čas, kdežto OEE bere jako základ výpočtu plánovaný čas. Za kalendářní čas je považováno 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, 365 dní v roce.

$$TEEP = OEE \cdot \frac{\text{očekávaná doba běhu zařízení}}{\text{kalendářní čas}} \quad (3.13)$$

### 3.2 Ovlivňující parametry

Ukazatele zmíněné v kapitole 3.1 jsou ve výrobním procesu ovlivňovány různými faktory. Z uvedených ukazatelů je zřejmé, že mezi hlavní ovlivňující parametry lze zařadit čas výroby/montáže, poruchovost zařízení, objem produkce a výrobu nekvalitních dílů.

Například nekvalitní díly ovlivňují jak ukazatel OEE, tak i ukazatel kvality, PPM a produktivity.

#### Vztah mezi OEE a produktivitou

Z definice pojmu produktivity je patrné, že hodnota OEE je úzce spojena s produktivitou práce dosahovanou na výrobním zařízení. V případě OEE se jedná o produktivitu práce, která je měřena počtem vyprodukovaných kusů za časovou jednotku. Pokud jsou podrobně analyzovány příčiny ztrát při chodu výrobního zařízení a dojde k jejich řešení, je vysoce pravděpodobné zvýšení počtu kusů vyprodukované produkce výrobním zařízením. Lze konstatovat, že vztah OEE a změny produktivity je lineární funkcí [12]

#### Parametry ovlivňující OEE z hlediska plýtvání:

Pakliže se zaměříme na jednotlivé dílčí ukazatele a jejich ovlivňující parametry z hlediska plýtvání, tak lze zmínit následující:

- Dostupnost
  - Poruchy strojů
  - Přestavby
  - Neplánované přestávky
  - Čekání na přidělení práce
  - Logistika vstupního materiálu
- Výkonnost
  - Špatný technický stav stroje
  - Nestandardní kvalita vstupního materiálu
  - Nezaučená obsluha
  - Nesprávně stanoveny technologické parametry výroby
- Kvalita
  - Chyby pracovníků
  - Porucha stroje
  - Nesprávně stanovená technologie
  - Nepochopení pracovního návodu
  - Nevhodná kontrolní metoda
  - Vadný vstupní materiál [13]

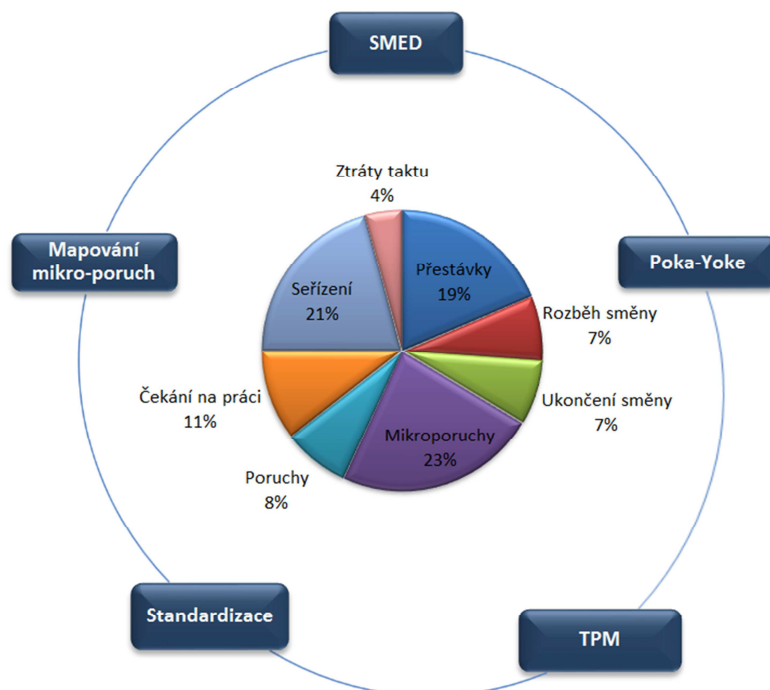
**Parametry ovlivňující produktivitu:**

Produktivitu ovlivňuje mnoho faktorů např.:

- Kvalita strojního zařízení
- Kvalita pracovní síly
- Systém hodnocení a odměňování
- Využití času pracovníků
- Využití materiálu
- Využití času strojního kapitálu [14]

**3.3 Nástroje pro zefektivnění výroby**

Nástrojů pro zefektivnění výroby existuje celá řada. Tato práce bude omezena na následující nástroje SMED, Poka-Yoke, TPM a standardizace. Všechny tyto nástroje ovlivňují výrobní ukazatele, o kterých pojednává kapitola 3. Na obrázku viz Obrázek 3-1 jsou znázorněny nástroje pro zvýšení OEE.



Obrázek 3-1: Nástroje pro zvýšení OEE [13]

**3.3.1 SMED**

Metoda SMED (Single Minute Exchange Of Die - Výměna nástroje během jedné minuty) je vyvinuta firmou Toyota, konkrétně inženýrem Shigeo Shingo. Tato metoda se zaměřuje na zkrácení času při výměně nástrojů. Lze říci, že cílem této metody je vyrobit co nejmenší dávku bez snížení produktivity.

Systém metody lze rozdělit do dvou základních kategorií:

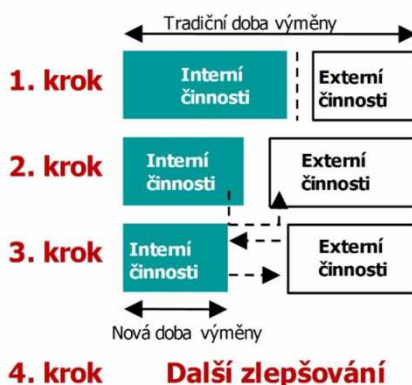
- *Interní operace* - jedná se o operace, které lze vykonávat pouze v případě zastavení stroje (vlastní seřízení stroje)
- *Externí operace* - operace, které lze provádět i při chodu stroje (příprava nástroje u stroje) [15]

Cílem takto koncipovaného systému je přesunout co nejvíce interních činností do externích. Z interních činností je snaha eliminovat, popřípadě přesunout na externí, převážně činnosti:

- Čas hledání - přípravky, nástroje
- Čas čekání - na jeřáb, paleta, vozík
- Čas chůze - pro nástroje, polohy nástrojů a měřidel
- Čas nastavení - nástrojů, měřidel [16]

Metodiku SMED lze shrnout do čtyř kroků:

1. Analýza interních a externích činností
2. Oddělení interních a externích činností
3. Přesun interních činností na externí
4. Zlepšování interních a externích činností [15]



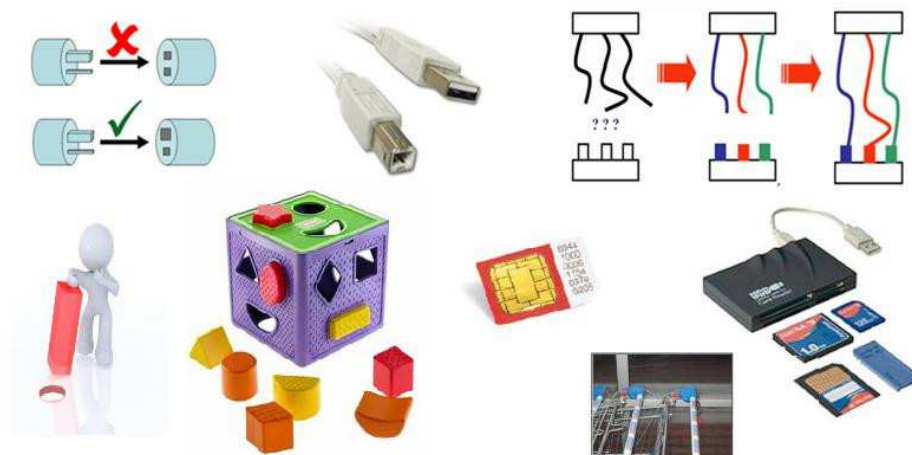
Obrázek 3-2: SMED - kroky realizace [16]

Snížení přeřizovacích časů v procesu výroby znamená:

- Zkracování průběžných dob výroby a tím i snížení času dodání výrobků zákazníkovi
- Možnost zmenšovat výrobní dávky a tím minimalizovat výrobní zásoby

### 3.3.2 Poka-Yoke

Poka-Yoke je japonské slovo, které v doslovném překladu znamená „Poka“ neúmyslnou chybu, „Yoke“ zmenšení. Tato metoda poskytuje nízkonákladové a zároveň vysoce efektivní řešení, jak zabránit tvorbě zmetků ve výrobním procesu nebo montážním postupu. Příklady použití metody Poka-Yoke jsou zřejmé z obrázku níže, viz Obrázek 3-3. [15]



Obrázek 3-3: Poka-Yoke - příklady užití [17]

V souvislosti s metodou Poka-Yoka je zmiňována filozofie nulových vad. Filozofie nulových vad je založena na následujících přístupech:

- Vytvoření předpokladů pro bezchybnou práci
- Zavedení postupů, které budou zabraňovat možnému vzniku chyb
- Systematické odstraňování již vzniklých chyb
- Zkoumání výjimečných pracovních výsledků

Poka-Yoke se zabývá nalezením případných lidských chyb, blokáci procesu a umožňuje odstranění chyby v rámci zpětné vazby. Tento systém vychází z myšlenky, že je efektivnější zachytit a eliminovat důsledky chyb v místě jejich vzniku.

Systém Poka-Yoke má tři základní funkce:

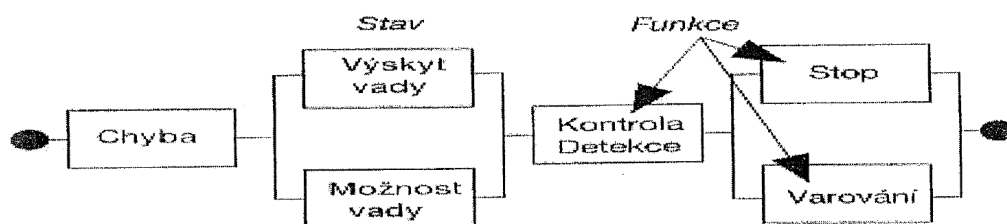
1. Vypnutí
2. Kontrola
3. Varování [15]

Predikce - riziko, že vada nastane (před provedením operace)

1. *Vypnutí* - pokud je zjištěna vada, operace není spuštěna
2. *Kontrola* - eliminace možnosti provedení jakékoli chyby
3. *Varování* - signalizace v případě odchylky od normálního stavu [15]

Detekce - vada již vznikla (po provedení operace)

1. *Vypnutí* - pokud je zjištěna vada, operace je okamžitě přerušena
2. *Kontrola* - vadné položky nemohou podstoupit následující operaci
3. *Varování* - signalizace, v případě chyby [15]



Obrázek 3-4: Funkce systému Poka-Yoke [1]

Detektory pro detekci chyb lze rozdělit na kontaktní prostředky (mikrospínače, koncové spínače) a bezkontaktní prostředky (fotoelektrické snímače a spínače).

### 3.3.3 TPM

Před samotnou definicí TPM je vhodné zmínit systémy (úrovně) údržby, které se dělí následovně

- *Údržba po poruše* - údržba se provádí až tehdy, když dojde k poruše zařízení.
- *Preventivní údržba* - včetně oprav po poruše, jsou využívány preventivní prohlídky strojů a zařízení.
- *Produktivní údržba* - tento systém navíc uvažuje s náklady, které jsou spojené s údržbou strojů a zařízení.
- *Totálně produktivní údržba (TPM)* - nejkomplexnější systém, využívající navíc operátorů při organizování péče o stroje a zařízení.

Totálně produktivní údržba (TPM - Total Productive Maintenance) je soubor aktiv vedoucí k provozování strojního parku v optimálních podmínkách a ke změně pracovního systému, který držení těchto podmínek zajišťuje. [1]



TPM je progresivní přístup organizace údržby, přičemž na jehož realizaci se podílejí jak manažeři a technologové, tak i operátoři a pracovníci údržby.

Jedná se o údržbu, která je prováděna na celopodnikové bázi. Zmíněná filozofie, vychází z filozofie preventivní údržby. Zároveň je tato filozofie aplikovatelná ve všech případech a významných oblastech zvyšování produktivity. Pravidlo nazývané produktivní údržba říká, že „údržba musí (tak jako hlavní výrobní oblast) maximálně přispívat ke zvyšování produktivity a stát se produktivní údržbou“. [1]

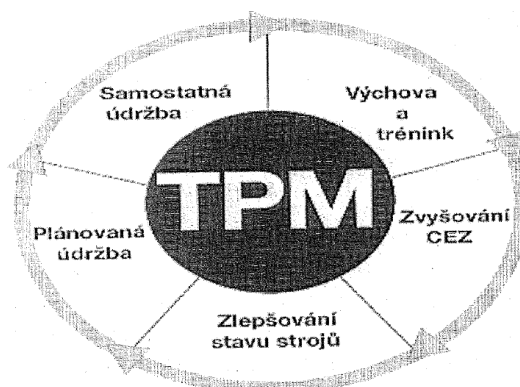
#### Hlavní přínosy metody TPM:

- Využití aktivit, které vedou k maximálnímu vytížení zařízení
- Zapojení operátorů do údržby - autonomní údržba
- Podporování aktivit výrobních týmů

#### Základní pilíře TPM:

- Měření OEE a jeho maximalizace
- Systém autonomní údržby
- Systém plánované údržby
- Školení
- Systém zlepšování stavu strojů

Pilíře TPM jsou graficky znázorněny na obrázku: viz Obrázek 3-5.



Obrázek 3-5: Základní pilíře TPM [1]

### 3.3.4 Standardy

Ze standardů lze zmínit standardy, které se v dnešní době velmi často vizualizují. Standard umožňuje zabránit abnormalitám na pracovišti a určitým způsobem přispívá k postupné autonomnosti pracoviště.

Mezi nejčastěji vizualizované standardy patří:

- Standard čistého pracoviště
- Standard uspořádání pracoviště
- Pracovní postupy
- Kontrolní karty výrobků
- Popis kontrol
- Standard přeřídění stroje
- Standard mazacích plánů [7]

### 3.4 Reporting

Reporting je v dnešní době moderní metoda sloužící k hodnocení vnitropodnikové výkonnosti. Reporting zajišťuje vazbu mezi očekávaným efektem různých rozhodnutí a skutečně proběhlými jevy.

Hlavním cílem reportingu je zlepšovat výkonnost podniků a efektivnost procesů, které v nich probíhají. [18]

#### 3.4.1 Význam a typy reportingu

##### Význam reportingu

Reporting v podniku slouží jako systém vnitropodnikových zpráv a jeho úkolem je nejen poskytovat komplexní informace o vnitropodnikové výkonnosti, ale i organizovat a zužitkovat hmotná i nehmotná aktiva podniku. Především se jedná o následující úkoly:

- *Podpora rozvoje vztahů podniku k zákazníkům* - udržení stávajících zákazníků a zároveň získání nových působením v co nejúčelnějším rozsahu trhu.
- *Sledovat akceptovatelné produkty nabízené na trhu* - služby nebo výrobky musejí být na trh uváděny jak v dostatečné kvalitě, tak i množství a ceně, tak aby vytvářeli zisk pro zákazníka i producenta.
- *Vhodně posoudit inovaci produktů podniku* - sledovat a vyhodnocovat modernizační faktory.
- *Organizaci pracovních sil a výrobních kapacit* - využití pracovníků z hlediska jejich informovanosti a zainteresování na kvalitě produktů a služeb.
- *Zabezpečení maximálního zapojení informačních technologií* - budovat databáze informací ekonomického a marketingového charakteru.
- *Poskytovat ucelený komplex informací pro sestavování plánů* - tvorba podkladu pro účelné plánování v krátkodobém nebo dlouhodobém časovém horizontu.
- *Obsahově a funkčně zajistit prováděné kontroly* - definované úkoly konfrontovat s jejich dosažením. [18]

Reporting je v dnešní době chápán jako relativně samostatná část informačního systému podniku zahrnující výběr, zpracování, formální úpravu a distribuování informací o podniku a jeho výkonnosti v podnikatelském procesu. [18]

##### Vymezení uživatelů

Uživatele reportingu se člení na dva typy a to na interní a externí. Je nutné, aby podnik ke každému z nich přistupoval individuálně a poskytoval jen nezbytně nutné informace z důvodu zachování suverenity podniku na trhu a zamezení poškození jména podniku.

- *Interní adresáti* - vlastníci podniku a management popřípadě představenstvo a dozorčí rada.
- *Externí adresáti* - jedná se o široké spektrum oprávněných kontrolních orgánů, různé zájmové skupiny, ale i o jednotlivce např.: zaměstnance podniku, dodavatele, odběratele, státní orgány, široká veřejnost atp.

##### Formy zpráv ve vztahu k uživatelům

K informování pracovníků jednotlivých stupňů řízení jsou využívány výkazy a zprávy, které jsou utříděné dle potřeb daných příjemců. Základní členění reportingu je na vnitropodnikový a vnější.

Dále lze reporting členit dle obsahu, formy a četnosti zpracovávaných zpráv a výkazů na standardní a operativní.

- *Standardní reporting* - jedná se o zprávy, které jsou vyhotovované v pravidelných intervalech (měsíc, čtvrtletí, pololetí,...) a v definované struktuře. S těmito výkazy či zprávami se porovnává plán a jeho plnění.
- *Operativní reporting* - tento reporting se týká zpráv vypracovaných na vyžádání oprávněnými orgány. [18]

### **Typy reportů ve výrobním podniku:**

*Z hlediska finančního řízení*

- Vývoj prodejů
- Prodej podle zákazníků
- Výdaje na materiál
- Celkové mzdové náklady
- Náklady na energie
- Náklady na údržbu
- Režijní náklady

*Z hlediska provozu:*

- Obrátkovost zásob
- Plánované aktivity na snížení nákladů
- OEE
- PPM
- Produktivita

### **Reporting výsledků**

Reporting výsledků ve výrobním podniku lze dělit dle časového období například takto:

*Denní - Porady vedení*

- Management, vedoucí oddělení, informace zaměstnancům.

*Týdenní - Predikce vývoje finančních výsledků*

- Vedení závodu, Global Management

*Měsíční - Dosažené výsledky – výhledy*

- Vedení závodu, Global Management

*Roční - Uzavření fiskálního roku*

- Vedení závodu, Global Management

*Roční - Příprava rozpočtů*

- Vedení závodu, Global Management [17]

### **3.4.2 Informační systémy pro reporting**

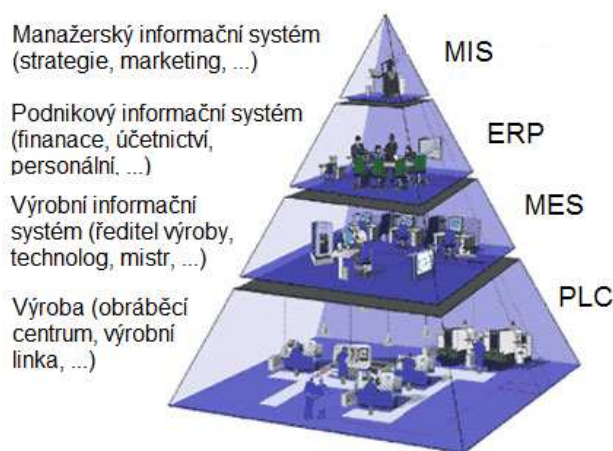
Informační systémy pracující přímo s informacemi z procesu výroby se označují jako „Manufacturing Execution Systems“ neboli MES systémy a překládají se jako výrobní informační systémy.

Systémy MES podle mezinárodní asociace MESA, podporují tyto oblasti:

- řízení a přidělování zdrojů,
- dispečerské řízení výroby,
- operativní plánování a rozvrhování výroby,
- řízení dokumentů,
- sběr, kompletace a archivace dat,

- řízení pracovních sil,
- řízení kvality,
- procesní řízení,
- sledování produkce,
- analýzy a hodnocení výkonosti. [19]

Tyto systémy představují návaznost informačního systému na vlastní výrobní systém. MES systémy tvoří vrstvu mezi ERP (Enterprise Resource Planning) a technologickým procesem, který představují většinou NC (Numerical Control) stroje a zařízení. Zmíněné MES systémy zabezpečují detailní sběr dat a jejich zpracování pro účely vyhodnocení výroby a operativního plánování. V případě srovnání se systémy ERP jsou MES systémy více ovlivněny typem výroby a nejsou tak univerzální jako celopodniková řešení, z čehož vyplývá jejich větší specializace. [19]



Obrázek 3-6: MES model [20]

Systémy typu MES převážně disponují automatickým sběrem výrobních dat, jelikož jsou přímo napojeny na výrobní zařízení. Velkou výhodou takto evidovaných dat je jejich přesnost a rychlost evidování. Nicméně, MES systémy mají i nevýhody, např. velké množství evidovaných dat, se kterými podniky ani nepracují a musejí i přesto zvyšovat kapacity uložení. Dále lze zmínit, že se jedná převážně o data, která nejsou podrobněji popsána. Eviduje se například pouze stav zařízení – vyrábí nebo nevyrábí. Pokud pouze tyto informace společnosti nestačí, protože s nimi chce pracovat detailněji, je nutné tato data určitým způsobem popsat tzn. přejít z automatické evidence dat na ruční evidenci dat. Tímto společnost získá nejen informaci, že zařízení nevyrábí, ale především informaci PROČ zařízení nevyrábí, což je zásadní rozdíl mezi automatickým a ručním sběrem dat. Poté díky podrobným analýzám společnost může navrhnout nápravná opatření, která povedou ke zvýšení využitelnosti výrobního zařízení.

## 4 Cíle práce a představení společnosti

V této kapitole jsou představeny cíle praktické části diplomové práce a společnost, ve které je tato práce zpracována.

### 4.1 Cíle práce

Cílem praktické části této práce je navrhnout systém pro evidenci výrobních dat a jejich reportování.

Pro úspěšné splnění hlavního cíle byly stanoveny tyto dílčí cíle.

- Odstranění duplicit při evidování dat
- Vymezení výrobních ukazatelů a jejich automatické vyhodnocování
- Vymezení důležitosti evidovaných položek
- Navržení reportů

Předpokládané přínosy práce:

- Automatické zpracování reportů
- Jednotná metodika vyhodnocování dat
- Historie dat - možnost zpětného a jednoduchého dohledání dat

### 4.2 Představení společnosti

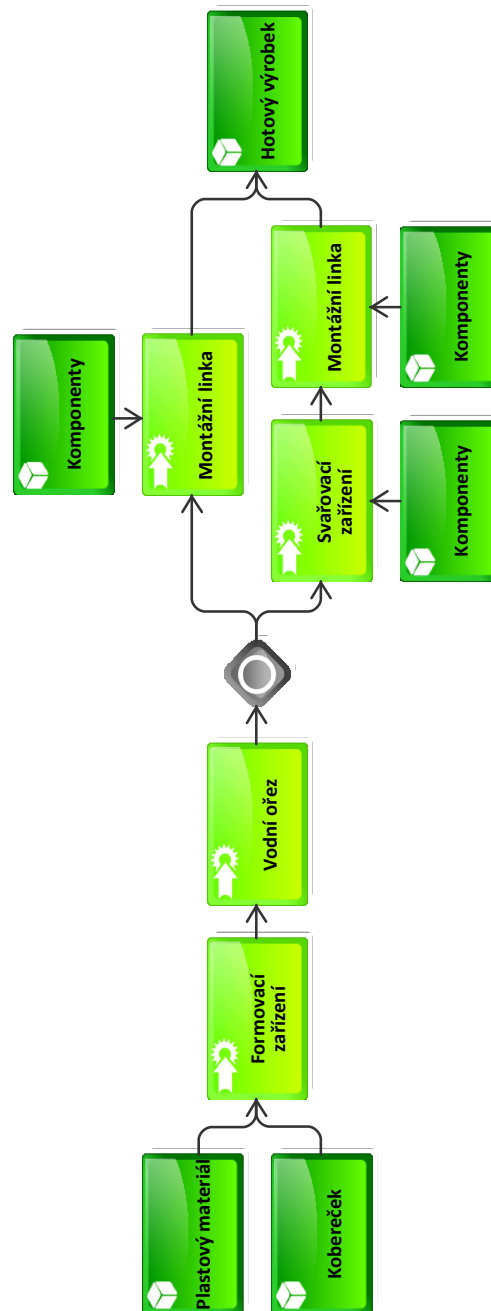
Společnost, ve které je zpracována tato práce, se řadí mezi velké podniky, její výroba je sériová a je zaměřena na automobilový průmysl. Konkrétně tato společnost je pouze jednou z poboček celého koncernu. Mateřská společnost sídlí v Německu a její pobočky jsou nejen v Německu, ale i v České republice a Číně a pracuje zde více jak čtyři tisíce zaměstnanců. Koncern jako takový se zabývá konkrétně výrobou těchto produktů:

- podlahové krytiny,
- textilní koberečky,
- kryty nadloktí,
- vnitřní obložení zavazadlového prostoru,
- izolace,
- přídatné rohože.

Popisovaná společnost disponuje celkem dvanácti výrobními úseky, přičemž každý výrobní úsek se skládá z několika výrobních linií. Výrobní linie v danou dobu vyrábí vždy jen jeden typ produktu, který lze po přetypování formovacího zařízení rozměrově a tvarově měnit. Konkrétně výrobní úsek, který byl společností vybrán pro zavádění systému evidence dat je označován jako *Linka 1* a disponuje dvěma liniemi. Označení jednotlivých linií je dle interních názvů lisovacích zařízení, v tomto případě linie *Lis 1* a linie *Lis 2*. Tento výrobní úsek se zabývá výrobou vnitřního obložení zavazadlového prostoru a výroba probíhá ve třisměnném provozu v pěti pracovních dnech.

Výrobu ve společnosti na vybraném výrobním úseku lze stručně popsat tímto způsobem. Do formy na lisovacím zařízení vstoupí plastový materiál společně s koberečkem a vylisuje se polotovar mající základní tvar a rozměry finálního produktu (vnitřní obložení zavazadlového prostoru). Tento polotovar dále pokračuje přes zařízení označované jako *Water Jet (WJ)*, což je ořez vodním paprskem, který danému dílu zajistí požadované vnější rozměry a popřípadě vyřízne potřebné vnitřní otvory. Poté v některých případech pokračuje díl přes svařovací

stanici (interně označováno jako *USS*), která na díl navaří potřebné komponenty. Následně polotovar pokračuje na ruční montážní linku, kde je vybaven dalšími drobnými komponenty. V ostatních případech produkt svařovací zařízení vynechá a pokračuje rovnou přes montážní linku (interně označováno jako *EKV*). Na konci montážní linky je pracovník kontroly kvality, který po zkontrolování a zhodnocení hotového výrobku jako kvalitního, díl zabalí, nalepí na díl etiketu a následně díl vloží do gitterboxu. Vstup materiálu do procesu výroby a následný tok přes jednotlivá výrobní a montážní pracoviště až po zhotovení produktu je schematicky znázorněn na obrázku viz Obrázek 4-1. Tmavě zelená barva znázorňuje vstupní materiál a hotový produkt a světle zelená barva jednotlivá pracoviště.



Obrázek 4-1: Tok materiálu přes jednotlivá výrobní a montážní pracoviště

## 5 Analýza dat a výkazů ve společnosti

Analýza současného stavu ve společnosti probíhala na základě konzultací s experty. Předmětem těchto konzultací bylo zjistit, jakým způsobem se evidují data o výrobě, kdo tato data zapisuje a kam se tato data zapisují, aby byl získán komplexní a ucelený přehled o veškerých datech a výkazech. Tyto informace se sbíraly napříč všemi výrobními úseky a odděleními ve společnosti.

### 5.1 Výkazy vedené ve společnosti

Při analýze výkazu ve společnosti bylo nejvíce komunikováno s mistry z jednotlivých výrobních oddělení, neboť právě mistři mají povinnost ve společnosti tato data sbírat a sledovat. Při sběru dat byla zjišťována i forma zpracování dat, konkrétně tedy, zda zápis nasbíraných dat je prováděn v papírové či elektronické podobě. Další otázky se týkaly i středního managementu v podniku a zabývaly se reportingem již nasbíraných dat.

Výsledkem analýzy je získat přehled o množství a druhu zapisovaných dat ve výrobním procesu, anomáliích vyskytujících se ve výrobním procesu a následným vyhodnocením těchto informací.

Po provedení důkladné analýzy veškerých výrobních úseků bylo zjištěno, že každý výrobní úsek eviduje data o:

- nekvalitních kusech,
- plánovaném objemu výroby,
- skutečném objemu výroby,
- poruchách na výrobních zařízeních,
- výměnách nástrojů na lisovacích zařízeních,
- plánovaných prostojích.

Výše uvedená data jsou následně zpracována (zapisována) do různých forem výkazů. Výčet veškerých výkazů vedených na jednotlivých výrobních úsecích je uveden níže.

- Plán výroby,
- Hlášení coachů,
- Hodinové sledování,
- Red Bin Pareto,
- Sběrná karta zmetků,
- Dokument zmetkovitosti (D-T-M),
- Interní PPM Dokumentace,
- PPH Dokumentace,
- OEE – TEEP Dokumentace
- Kniha výměn nástrojů (velké výměny),
- Nástěnka KAIZEN,
- Dokument „Vícepráce“,
- Rutina partáka,
- Výrobní proces,
- Deník údržby,
- Pracovní výkaz údržby,
- Zakázka na výměnu nástroje, formy,
- Denní produktivita času – PUR LINKA11.

Dokument *Denní produktivita času – PUR LINKA11* je veden pouze na výrobním úseku LINKA11. Co se týká dokumentu *Dokument zmetkovitosti (D-T-M)*, ten je vytvářen v denním (D), týdenním (T) a měsíčním (M) intervalu.

Z výčtu výkazů uvedených výše je zřejmé, že na každém výrobním úseku je vedeno celkem sedmnáct druhů dokumentace. Na výrobním úseku LINKA11 dokonce osmnáct druhů. Nutno podotknout, že téměř s každým výkazem se pracuje každou směnu.

## 5.2 Popis výkazů

Výkazy ve společnosti jsou vedeny různými zodpovědnými osobami, tzn., že všech osmnáct dokumentů není vedeno pouze jedinou osobou. Zodpovědnost za správnost jednotlivých výkazů je určena dle konkrétní pozice, kterou daná osoba vykonává v rámci daného výrobního úseku. Na každém výrobním úseku se lze setkat s následujícími pracovními pozicemi:

- coach linky,
- mistr linky,
- parťák mistra,
- seřizovač,
- operátor,
- předák,
- luftkontrolé.

Popis veškerých dokumentů včetně zodpovědných osob je uveden níže.

### Plán výroby

*Zodpovědná osoba:* Coach linky

*Forma dokumentu:* Elektronická – MS Excel

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje údaje o stanoveném plánu coachem linky a skutečně realizovaným objemem výroby za den (poměr skutečnost/plán)

*Období:* Dokument je vytvářen pravidelně každý týden

### Hlášení coachů

*Zodpovědná osoba:* Coach linky

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje údaje o odstávce výrobního zařízení (autora poznámky, typ opravy, doba trvání opravy, ...) všech výrobních úseků

*Období:* Dokument je vytvářen pravidelně každou odpolední a noční směnu

### Hodinové sledování

*Zodpovědná osoba:* Mistr

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument mapuje činnost na vybrané technologii každou hodinu, dokument obsahuje například tyto údaje:

- Směna: Informace o směně, kterou dokument mapuje
- Plán: Hodinový plán daný coachem linky
- Skutečnost: Počet skutečně vyrobených kusů za hodinu
- Prostoje: Prostoje zařízení v minutách [min]
- Příčiny: Důvod prostoje zařízení

*Období:* Dokument je vytvářen pravidelně každou směnu



**Red Bin Pareto**

*Zodpovědná osoba:* Luftkontrolle

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje slovní definování nekvalitních kusů (náběhové zmetky, provrstvení,...) a kódové označení nekvalitních kusů, dále počet vytvořených nekvalitních kusů za kalendářní den. Dokument je vytvořen pro každý projekt zvlášť

*Období:* Dokument je doplňován pravidelně každou směnu

**Sběrná karta zmetků**

*Zodpovědná osoba:* Luftkontrolle

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje seznam všech nekvalitních dílů ze všech projektů (na všech výrobních technologiích) spadající pod danou výrobní linii. Dokument shrnuje data z dokumentu Red Bin Pareto. Po vyplnění dokumentu jsou data zadána Luftkontrolle do interního systému xPert 4.x

*Období:* Dokument je vytvářen pravidelně každou směnu

**Dokument zmetkovitosti (D-T-M)**

*Zodpovědná osoba:* Coach linky

*Forma dokumentu:* Elektronická – MS Excel

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje data (stažená z IS xPert 4.x), která vyjadřují zmetkovitost za D (den), T (týden) a M (měsíc). V dokumentu je uveden počet nekvalitních dílů u každého projektu, cena nekvalitních dílů, atp. Nekvalitní díly jsou dále děleny podle typu zpracování (díly po formování, díly po montáži, ...)

*Období:* Dokument je vytvářen pravidelně každý pracovní den

**Výrobní proces**

*Zodpovědná osoba:* Předák

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument kategorizuje čas směny do několika dob - doba výroby, výměny formy, čekání na personál, čekání na materiál, plánovaná odstávka – popis sloupců. Každá doba má své minutové vyjádření – popis řádků. Zodpovědná osoba zanáší do dokumentu průběh celé směny dle dané kategorizace. Každá směna je zobrazena na jednom listu

*Období:* Dokument je doplňován pravidelně každou směnu

**Interní PPM dokumentace**

*Zodpovědná osoba:* Luftkontrolle

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje údaje o počtu nekvalitních dílů, celkové produkci a o výsledném PPM (Parts Per Milion). Všechny tyto údaje jsou evidovány pro každou směnu a následně zaneseny do grafu. PPM je vyjádřeno následujícím vzorcem

$$PPM = \frac{\text{počet vyrobených nekvalitních kusů}}{\text{celkový počet vyrobených kusů}} \cdot 10^6 \quad (5.1)$$

*Období:* Dokument je vytvářen pro každý měsíc a hodnoty do něj jsou zaznamenávány každou směnu

**PPH dokumentace***Zodpovědná osoba:* Předák*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje údaje o počtu kvalitních dílů, délce pracovní doby a o výsledném PPH (Parts Per Hour). Všechny tyto údaje jsou evidovány pro každou směnu a následně zaneseny do grafu. PPH je vyjádřeno následujícím vzorcem

$$PPH = \frac{\text{počet vyrobených kvalitních kusů} \cdot \text{norma}}{\text{pracovní doba celkem} \cdot \text{počet pracovníků}} \quad (5.2)$$

*Období:* Dokument je vytvářen pro každý měsíc a hodnoty do něj jsou zaznamenávány každou směnu

**OEE – TEEP Dokumentace***Zodpovědná osoba:* Předák*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Podkladem pro tento dokument jsou data z dokumentu Výrobní proces (prostoje výrobního zařízení) a Sběrná karta zmetků. Výpočet se vztahuje pouze k lisovacímu zařízení. Vzorec pro výpočet je použit následující:

$$OEE = \frac{\frac{\text{takt lisu}}{\text{počet kavit nástroje}} \cdot \text{shodné díly}}{\text{očekávaná doba běhu zařízení}} \quad (5.3)$$

*Období:* Dokument je vytvářen pro každý měsíc a hodnoty do něj jsou zaznamenávány každou směnu

**Kniha výměn nástrojů***Zodpovědná osoba:* Mistr, seřizovač*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument zaznamenává základní informace o provedené výměně nástroje. Jedná se o tyto informace: datum výměny, čas začátku a konce výměny, délka výměny v minutách, počet náběhových nekvalitních dílů, objem výroby od poslední výměny nástroje. Dokument se týká pouze „velkých výměn“ tzn., celého nástroje (formy) v lisovacím zařízení

*Období:* Nový dokument je vytvořen vždy po kompletním vyplnění předchozího dokumentu a hodnoty do něj jsou zaznamenávány každou směnu

**Nástěnka KAIZEN***Zodpovědná osoba:* Operátor*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje slovní vyjádření poruchy zařízení a časový údaj o délce odstávky, případně i jiné nedostatky týkající se daného výrobního úseku

*Období:* Nový dokument je vytvořen vždy po kompletním vyplnění předchozího dokumentu a hodnoty do něj jsou zaznamenávány každou směnu

**Dokument „Vícepráce“**

*Zodpovědná osoba:* Mistr

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje typy prostožů výrobního zařízení (např. příprava inventury, ...) za jednotlivé směny (ranní, odpolední, noční) pracovního dne. Dokument je veden pro všechny projekty na daném výrobním úseku

*Období:* Dokument je vytvářen pravidelně každý týden

**Rutina part'áka**

*Zodpovědná osoba:* Part'ák

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje povinnosti/činnosti part'áka mistra, které jsou rozčleněny na tři části (začátek směny, průběh směny, konec směny). Činnosti mají stanovenou plánovanou dobu trvání a part'ák zapisuje skutečný čas strávený při plnění činnosti

*Období:* Dokument je vytvářen pravidelně každý týden

**Deník údržby, seřizovače**

*Zodpovědná osoba:* Seřizovač

*Typ dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje poznámky seřizovače o situacích, které nastaly během směny (poruchy, typ poruchy, doba opravy, doba seřízení stroje, atp.), Dokument je veden chaoticky (špatně uvedená data)

*Období:* Nový dokument je vytvořen vždy po kompletním vyplnění předchozího dokumentu a hodnoty do něj jsou zanášeny každou směnu.

**Pracovní výkaz údržby**

*Zodpovědná osoba:* Seřizovač

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje údaje o provedené údržbě zařízení – typ údržby a čas trvání údržby v minutách

*Období:* Nový dokument je vytvořen vždy po kompletním vyplnění předchozího dokumentu

**Zakázka na výměnu formy, nástroje**

*Zodpovědná osoba:* Mistr

*Forma dokumentu:* Papírová

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje údaje potřebné pro výměnu nástroje na lisovacím zařízení. Objednávka je podávána na pracoviště seřizovačů. Tento dokument by měl být na všech linkách v papírové formě, v současné době se přechází na elektronickou formu

*Období:* Dokument je vytvářen pro každou výměnu

**Denní produktivita času – PUR LINKA11**

*Zodpovědná osoba:* Mistr

*Forma dokumentu:* Papírový dokument

*Obsah dokumentu:* Dokument obsahuje data o plánovaném počtu vyrobených kusů a skutečně vyrobených kusech, dále informace o projektu a vyrobených nekvalitních kusech

*Období:* Dokument je vytvářen pravidelně každou směnu

### 5.3 Analýza dokumentace

Před samotnou analýzou dokumentace, byly vydefinovány skupiny, které člení informace o výrobním procesu do třech základních oblastí. Těmito skupinami neboli oblastmi jsou jakost výroby, časové ztráty a plán výroby.

V případě, že se informace rozdělí do třech oblastí (jakost výroby, časové ztráty a plán výroby), je zřejmé, že každou skupinu ve společnosti reprezentuje několik dokumentů. Z tabulky viz Tabulka 5-1 je patrná dokumentace a její rozdělení do skupin.

Jakost výroby	Časové ztráty	Plán výroby
Red Bin Pareto	Hlášení coachů	Plán výroby
Sběrná karta zmetků	Hodinové sledování	Hodinové sledování
Dokument zmetkovitosti	Výrobní proces	Denní produktivita času (LINKA11)
Interní PPM dokumentace	Knihy výměn nástrojů	OEE – TEEP Dokumentace
PPH dokumentace	Nástěnka KAIZEN	
Denní produktivita času (LINKA11)	Dokument „Vícepráce“	
	Deník údržby	
	Pracovní výkaz údržby	
	Zakázka na výměnu formy	

**Tabulka 5-1: Rozdělení dokumentace do základních oblastí**

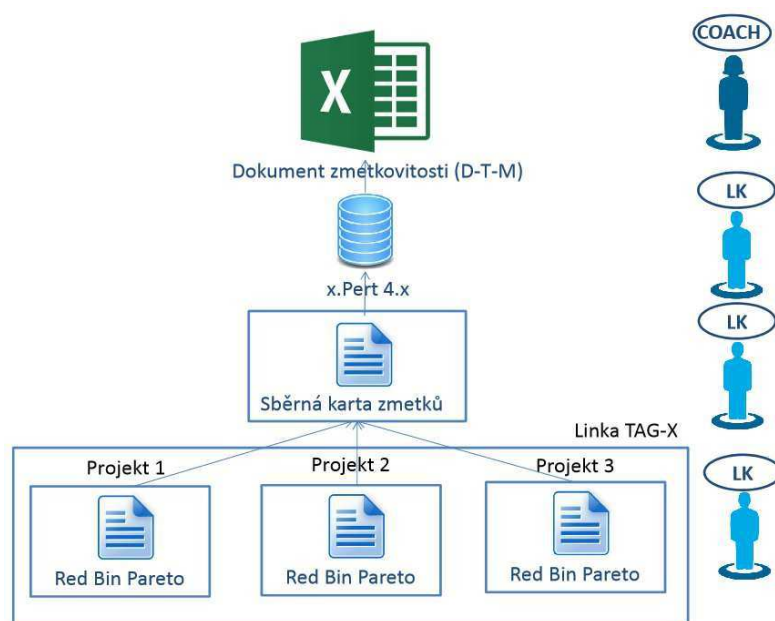
Ve skupině *Jakost výroby* je celkem šest dokumentů, ve skupině *Časové ztráty* je devět dokumentů a v poslední skupině *Plán výroby* jsou čtyři dokumenty. Například dokument *Denní produktivita času (LINKA11)* obsahuje část informací ze skupiny *Plnění plánu* i ze skupiny *Časové ztráty*. Jelikož skupiny obsahují několik typů dokumentace, tak je zřejmé, že se informace v dokumentech často opakují s jinými v téže skupině. Z tohoto faktu vyplývá, že jedna a tatáž informace se několikrát prepisuje do různé dokumentace.

Dále lze uvést, že seznam dokumentace nepokrývá veškerá výrobní zařízení v daném výrobním úseku. Dokumentace převážně mapuje pouze klíčové výrobní zařízení (lisovací zařízení) a některá ostatní výrobní zařízení jsou zcela bez dokumentace.

Některé z dokumentů slouží jako podklady pro vytvoření dalších dokumentů. Například z dokumentu *Výrobní proces* a dokumentu *Sběrná karta zmetků* je vytvářen *OEE – TEEP Dokument*.

Některé dokumenty jsou vedeny z důvodu nepřesného plánování. Pokud by byl plán výroby dodržován, mohlo by dojít k odstranění například dokumentu *Zakázka na výměnu formy, nástroje*, protože seřizovači, kteří mají za úkol výměnu nástrojů, by měli informace o potřebě výměny formy nebo nástroje v předstihu a mohli by se na výměnu připravit. Nemuseli by čekat na „objednávku“ výměny nástroje.

Nesrovnalosti také panují v rámci skupiny *Jakost výroby*. Konkrétně se jedná o zapisování do dokumentu *Dokument zmetkovitosti (D-T-M)*. Na obrázku viz Obrázek 5-1 je uveden princip zapisování nekvalitních kusů na jednotlivých výrobních úsecích.



**Obrázek 5-1: Princip zapisování nekvalitních kusů ve výrobních úsecích**

Pracovník vykonávající pozici *Luftkontrolle*, zapisuje vyrobené nekvalitní díly do dokumentu *Red Bin Pareto* (pro každý projekt na linii je veden zvláštní dokument). Na konci směny jsou shrnuta všechna data o vyrobených nekvalitních dílech v dokumentu *Sběrná karta zmetků* (provádí pracovník vykonávající pozici *Luftkontrolle*) a poté jsou data z dokumentu *Sběrná karta zmetků* přepsána do systému *xPert 4.x* (provádí pracovník vykonávající pozici *Luftkontrolle*). Následně Coach linky vygeneruje data ze systému *xPert 4.x*, pomocí kterých vyplní dokument *Dokument zmetkovitosti* pro kalendářní den, ze kterého jsou pak generovány dokumenty shrnující zmetkovitost za týden nebo měsíc.

Z výše uvedeného plyne, že zmapované údaje o nekvalitních dílech jsou čtyřikrát přepisovány a jsou použity tři druhy dokumentace v různých formách (papírové, elektronické).

V případě rozdělení dokumentace dle zodpovědných osob je zřejmé, že Coach linky, luftkontrolle, předák a seřizovač mají za povinnost vyplňovat tři dokumenty. Mistr musí vyplňovat pět dokumentů a parťák s operátorem jeden dokument. Data do těchto dokumentů musejí být ve většině případů vyplňována každý den. Rozdělení je zřejmé z tabulky viz Tabulka 5-2.

Zodpovědná osoba	Název dokumentu	Zodpovědná osoba	Název dokumentu
Coach linky	Plán výroby	Předák	Výrobní proces
	Hlášení coachů		PPH dokumentace
	Dokument zmetkovitosti (D-T-M)		OEE – TEEP Dokumentace
Mistr	Hodinové sledování	Seřizovač	Knihy výměn nástrojů
	Knihy výměn nástrojů		Deník údržby, seřizovače
	Dokument „Vícepráce“		Pracovní výkaz údržby
	Zakázka na výměnu formy, nástroje	Parťák	Rutina parťáka
Luftkontrolle	Denní produktivita času (LINKA11)	Operátor	Nástěnka KAIZEN
	Red Bin Pareto		
	Sběrná karta zmetků		
	Interní PPM dokumentace		

**Tabulka 5-2: Rozdělení dokumentace dle zodpovědných osob**

## 6 Analýzy požadovaných reportů

Tato kapitola se zabývá návrhem metodiky sběru dat z výrobního procesu a následným vyhodnocením již nasbíraných dat. V případě sběru dat je kladen velký důraz na vymezení důležitosti zapisovaných dat a na odstranění duplicit při jejich evidování. U vyhodnocování dat je důležité nejprve vymežit výrobní ukazatele, které je vhodné sledovat a následně tyto ukazatele vyhodnocovat. Z tohoto důvodu musí být nejprve stanoveny žádoucí výrobní ukazatele a poté až evidovaná data.

### 6.1 Popis požadovaných výstupů

Nejvýznamnějšími výrobními ukazateli pro sledovaný výrobní podnik jsou vymezeny – celková efektivnost zařízení, produktivita a PPM (ukazatele jsou již uvedeny v kapitole 3.1). Tyto ukazatele poskytují informace, jak o produktivitě výrobního zařízení, tak o produktivitě celého výrobního úseku jako celku a v neposlední řadě hodnotí celý výrobní úsek z hlediska výroby nekvalitních dílů.

Celková efektivnost zařízení se ve světě označuje jako OEE (Overall Equipment Effectiveness). Tento ukazatel se řadí mezi kvantitativní ukazatele a společnosti poskytuje porovnání efektivnosti jednotlivých výrobních zařízení. Ukazatel sleduje výrobní zařízení ve třech různých rovinách. Jedná se o rovinu kvality, výkonnosti a dostupnosti (využití) výrobního zařízení. Jednotlivé roviny (dílní ukazatele) lze sledovat samostatně a následně je i samostatně vyhodnocovat a zaměřit se tak na eliminaci ztrát pouze z jedné roviny.

$$\text{využití} = \frac{\text{skutečná doba běhu zařízení}}{\text{očekávaná doba běhu zařízení}} \quad (6.1)$$

kde **skutečná doba běhu zařízení** ... čas délky směny bez plánovaných a neplánovaných prostojů [hod]

**očekávaná doba běhu zařízení** ... čas délky směny bez plánovaných prostojů [hod]

$$\text{výkon} = \frac{\text{celkový počet vyrobených kusů} \cdot \text{plánovaná délka cyklu}}{\text{skutečná doba běhu zařízení}} \quad (6.2)$$

kde **celkový počet vyrobených kusů** ... počet kvalitních i nekvalitních dílů vyrobených za směnu na daném projektu [hod]

**plánovaná délka cyklu** ... čas zdvihu nástroje [hod]

*pozn. V případě vícekavitního nástroje na formovacím zařízení, musí být přepočteno na jeden kus – takt lisu/počet kavit nástroje*

**skutečná doba běhu zařízení** - čas délky směny bez plánovaných a neplánovaných prostojů [hod]

$$\text{kvalita} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - \text{počet neshodných kusů}}{\text{počet vyrobených kusů}} \quad (6.3)$$

kde **počet vyrobených kusů** ... počet kvalitních i nekvalitních dílů vyrobených za směnu na daném projektu [ks]

**počet nekvalitních kusů** ... počet nekvalitních dílů vyrobených za směnu na daném projektu [ks]

Výše uvedené dílčí ukazatele lze ponechat v bezrozměrné hodnotě, nebo je lze vyjádřit v procentech, tzn. vynásobit je stem. Výsledné OEE se vyjádří součinem všech tří dílčích ukazatelů: viz rovnice (3.8). Uvedené vzorce jsou přizpůsobeny ke sledování efektivity na formovacím (lisovacím) zařízení, které je ve společnosti považováno za hlavní zařízení, neboť zde začíná celý výrobní proces a udává takt celé výrobní linie.

Dalším sledovaným ukazatelem je stanoveno PPM, které hodnotí výrobu z hlediska nekvality. PPM (Parts Per Milion) je zkratka z angličtiny a lze ji přeložit jako počet nekvalitních dílů z jednoho miliónu. Posledním výrobním ukazatelem je ukazatel produktivity, který sleduje s jakou efektivností je transformován materiál na hotový produkt. Výpočet produktivity je uveden v rovnici (3.7).

$$Produktivita = \frac{\text{počet kvalitních kusů} \cdot \text{norma}}{\text{odpracované hodiny} \cdot \text{počet pracovníků}} \cdot 10^3 \quad (6.4)$$

kde **počet kvalitních kusů** ... počet vyrobených hotových výrobků [ks/směna]

**norma** ... čas průtoku dílu celou výrobní linií [hod]

**odpracované hodiny** ... čistý výrobní čas pracovníka bez veškerých prostojů [hod]

**počet pracovníků** ... počet pracovníků ve výrobní linii podílejících se na zhotovení výrobku [ks/směna]

Z uvedeného vzorce je zřejmé, že výsledná produktivita je vyjádřena v procentech.

V případě ukazatele PPM je navrženo tento ukazatel modifikovat na ukazatel zmetkovitosti, který nebude nekvalitu sledovat v miliónech, ale ve stovkách. Tímto se dosáhne zmetkovitost v procentech. Je to z důvodu lepší představivosti výsledné nekvality.

$$Zmetkovitost = \frac{\text{počet neshodných kusů}}{\text{počet vyrobených kusů}} \cdot 10^3 \quad (6.5)$$

kde **počet kvalitních kusů** ... počet kvalitních dílů vyrobených za směnu [ks]

**počet vyrobených kusů** ... počet kvalitních i nekvalitních dílů vyrobených za směnu [ks]

## 6.2 Popis potřebných vstupů

Po důkladné analýze uvedené v kapitole 5, je navrženo zaměřit se na evidování dat ze třech oblastí výroby. Mezi tyto oblasti patří *Plnění plánu výroby*, *Jakost výroby* a oblast *Časové ztráty*. Oblast *Plnění plánu výroby* sleduje produkci konkrétního výrobního úseku. Druhá navržená oblast *Jakost výroby*, sleduje vznik nekvalitních dílů v průběhu výrobního procesu. Poslední sledovanou oblastí je oblast *Časové ztráty*. Tato oblast eviduje data týkající se poruch výrobního zařízení.

Z výše uvedeného vyplývá, že oblast *Plnění plánu výroby* je oblastí základní a oblasti *Jakost výroby* a *Časové ztráty* sledují odchylky od plánu výroby.

Je navrženo, aby vydefinované oblasti evidovaly následující data:

**Oblast jakost výroby:**

- kdy vada vznikla,
- na jaké směně vada vznikla,
- jméno mistra na směně,
- na jakém projektu (typ výrobku) vada vznikla,
- na jakém zařízení,
- počet vzniklých vad,
- popis vady.

**Oblast časových ztrát:**

- kdy vznikla časová ztráta,
- čas vzniku ztráty,
- čas ukončení (odstranění) ztráty,
- čas trvání ztráty,
- na jaké směně časová ztráta vznikla,
- jméno mistra na směně,
- na jakém projektu (typ výrobku) časová ztráta vznikla,
- na jakém zařízení časová ztráta (porucha) vznikla,
- popis časové ztráty.

**Oblast plnění plánu výroby:**

- kdy vznikla produkce,
- na jaké směně vznikla produkce,
- jméno mistra na směně,
- čas začátku výroby (produkce),
- čas konce výroby (produkce),
- na jakém projektu (typ výrobku) vznikla produkce,
- počet lidí zúčastněných na opracování dílu,
- objem (velikost) produkce.

Výše uvedená data musejí být evidována každou směnu, tzn., že jsou sledovány informace z výrobního procesu každé směny zvlášť a lze je takto i vyhodnocovat.

### 6.2.1 Karta Jakost výroby

Na obrázku viz Obrázek 6-1 je uvedena vstupní karta *Jakost výroby*. Z obrázku je zřejmé, že v hlavičce karty jsou uvedeny informace o lince (výrobní úsek), zodpovědné osobě za vyplnění karty a sledovaném období.

V hlavní části karty se sleduje celkem osm položek, přičemž sedm položek jich je povinných k vyplnění.

Položky k vyplnění jsou následující:

- **Datum** - datum vzniku nekvalitního dílu
- **Směna** - směna, při které nekvalitní díl vznikl
- **Jméno mistra** - označení mistra (A, B, C)
- **Projekt** - označení typu produktu
- **Zařízení** - zařízení, na kterém vznikl nekvalitní díl



- **Počet zmetků** - počet vzniklých nekvalitních dělů na daném zařízení
- **Kód zmetku** - interní označení nekvalitního dílu
- **Poznámka** - vyplnění v případě důležité informace, která není obsažena v předchozích polích

KARTA JAKOST VÝROBY							
Linka:							
Zodpověd. osob.:							
Datum:							
Datum	Směna	Jméno mistra	Projekt	Zařízení	Počet zmetků [ks]	Kód zmetku	Poznámka

Obrázek 6-1: Karta Jakost výroby

### 6.2.2 Karta Časové ztráty

Ve vstupní kartě *Časové ztráty* je evidováno celkem jedenáct položek. V hlavičce, v horní části karty jsou uvedeny informace o lince (výrobní úsek), zodpovědné osobě za vyplnění karty a sledovaném období.

Karta *Časové ztráty* je uvedena na obrázku viz Obrázek 6-2.

KARTA ČASOVÉ ZTRÁTY										
Linka:										
Zodpověd. osob.:										
Datum:										
Datum	Začátek prostoje [hh:mm]	Konec prostoje [hh:mm]	Trvání prostoje [hh:mm]	Směna	Jméno mistra	Projekt	Zařízení	Druh ztráty	Specifikace ztráty	Poznámka

Obrázek 6-2: Karta Časové ztráty

Položky k vyplnění jsou následující:

- **Datum** – datum (den) vzniku časové ztráty
- **Začátek prostoje** - čas vzniku časové ztráty na daném výrobním zařízení
- **Konec prostoje** - čas ukončení/odstranění časové ztráty na daném výrobním zařízení
- **Trvání prostoje** - čas trvání časové ztráty (rozdíl sloupců *Konec prostoje* a *Začátek prostoje*)
- **Směna** - směna, při které časová ztráta vznikla
- **Jméno mistra** - označení mistra (A, B, C)
- **Projekt** - označení typu produktu
- **Zařízení** - zařízení, na kterém vznikla časová ztráta

- **Druh ztráty** – základní kategorizace časových ztrát
  - Nedostatek materiálu
  - Nedostatek pracovníků
  - Porucha zařízení
  - Nedostatek obalového materiálu
  - Výměna nástrojů, forem
  - Plánovaná odstávka (oběd, svačina)
- **Specifikace ztráty** - specifikace položky zapsané v druhu ztráty
- **Poznámka** - vyplnění v případě důležité informace, která není obsažena v předchozích polích.

### 6.2.3 Karta Plnění plánu výroby

U vstupní karty *Plnění plánu výroby* je evidováno celkem jedenáct položek. V hlavičce, v horní části karty jsou uvedeny informace o lince (výrobní úsek), zodpovědné osobě za vyplnění karty a sledovaném období. Karta je zřejmá z obrázku dole viz Obrázek 6-3.

KARTA PLNĚNÍ PLÁNU VÝROBY										
Linka:										
Zodpověd. osob.:										
Datum:										
Datum	Směna	Jméno mistra	Projekt	Takt lisu [s]	Počet kavit nástroje	Začátek výroby [hh:mm]	Konec výroby [hh:mm]	Počet lidí	Produkce [ks/směna]	Poznámka

Obrázek 6-3: Karta plnění plánu výroby

Položky k vyplnění jsou následující:

- **Datum** - datum vzniku produkce
- **Směna** - směna, při které produkce vznikla (ranní, odpolední, noční)
- **Jméno mistra** - označení mistra (A, B, C)
- **Projekt** - označení typu produktu
- **Takt lisu** - takt jednoho zdvihu nástroje formovacího zařízení
- **Počet kavit nástroje** – počet výrobků vzniklých při jednom zdvihu nástroje
- **Začátek výroby** - čas zahájení výroby konkrétního produktu
- **Konec výroby** - čas konce výroby konkrétního produktu
- **Počet lidí** - počet pracovníků podílejících se na zhotovení dílu na lince, na dané linii
- **Produkce** - počet vyrobených hotových výrobků (kvalitní díly)
- **Poznámka** - vyplnění v případě důležité informace, která není obsažena v předchozích polích.

## 7 Návrh systému evidence

Cílem je navrhnout systém evidence dat, který bude jednoduchý a intuitivní pro definici vstupních dat a následně bude data automaticky vyhodnocovat. Takto navržený systém minimalizuje možnosti zadání špatných vstupních dat a usnadní práci uživatelům, kteří tato data přepisují do jednotlivých dokumentů.

Automatickým vyhodnocováním vstupních dat se získají výstupy téměř okamžitě a hlavně bez zanesení lidské chyby, která může vzniknout v průběhu vyhodnocování. Dále tyto výstupy budou mít jednotnou metodiku vyhodnocování napříč celou společností a zároveň i forma výstupu bude jednotná a graficky přehledná.

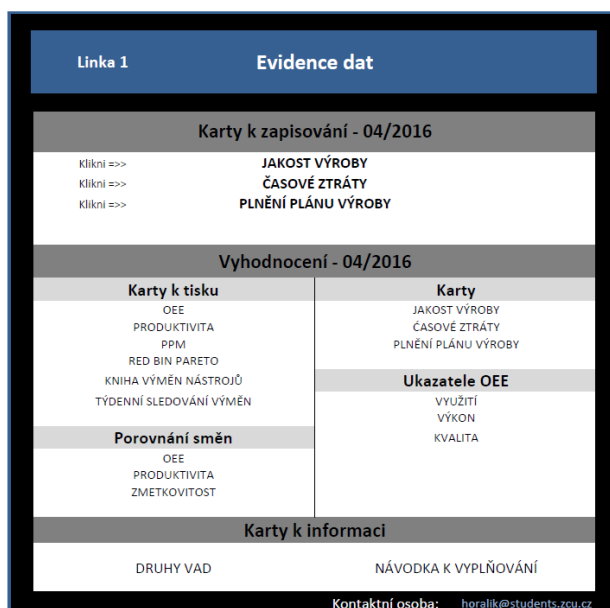
Systém evidence dat je rozdělen do dvou fází. V první fázi je vyvinuta aplikace v MS Excel. Úkolem této fáze je vyvinout aplikaci v MS Excel, která bude umožňovat jednoduchý, intuitivní a téměř bezchybný sběr dat z výrobního procesu, který bude následně automaticky vyhodnocován. Nutno podotknout, že je důležité nejen dbát na intuitivní a přehledný sběr dat, ale i na intuitivní a přehledné ovládání aplikace jako celku, neboť se předpokládá, že aplikaci budou používat pracovníci napříč celou společností. Na konci této fáze musí být aplikace vyladěna, jak z pohledu uživatelského, tak z pohledu funkčního.

Druhá fáze se skládá z vyvinutí databázové aplikace. Aplikace bude naprogramována ve Visual Basic.net s využitím architektury.net 4. Tato aplikace bude používat databázi Microsoft SQL server. Aplikace bude funkčně vycházet z aplikace vyvinuté v MS Excel.

### 7.1 Fáze 1 – aplikace v MS Excel

Jak již bylo zmíněno výše, tato část se zabývá návrhem aplikace v MS Excel. Tuto aplikaci lze rozdělit do třech částí. První část se zabývá sběrem dat, druhá část jejich vyhodnocením a reportováním a poslední třetí část je částí informativní, ve které je např. manuál popisující práci s MS Excel.

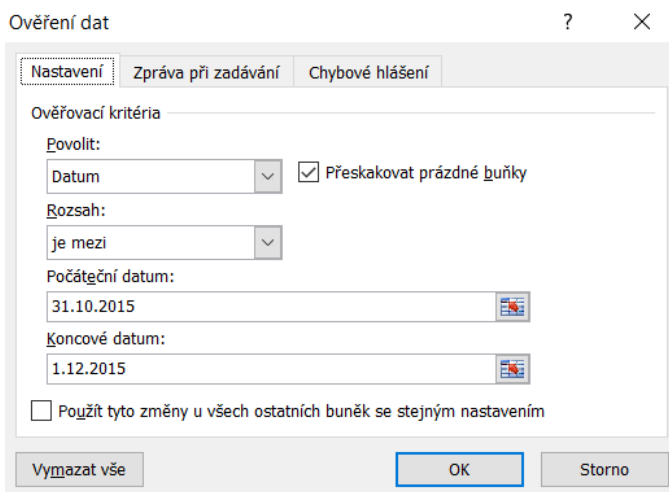
Tyto části jsou zřejmé z úvodní karty, která slouží jako úvodní strana a zároveň rozcestník v MS Excel. Úvodní strana je zobrazena na obrázku viz Obrázek 7-1.



Obrázek 7-1: Úvodní strana aplikace MS Excel

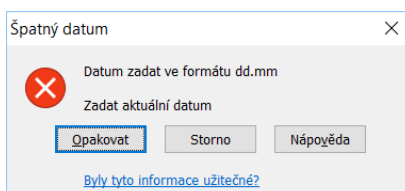
### 7.1.1 Část evidence dat

Tato část slouží k definici dat do aplikace. Při navrhování formulářů je dbáno na eliminaci možnosti zadání nekvalitních vstupních dat, protože v případě zadání nekvalitních dat dochází ke zkreslení veškerých výstupů. Z tohoto důvodu je u jednotlivých položek (sloupců) ve formulářích používáno tzv. ověření dat. K ověřování dat jsou použity buď seznamy, kde jsou předem nadefinovány položky a uživatel vybere pouze konkrétní položku nebo jsou použity datové formáty, které uživatele „hlídají“, aby zapsal položku ve správném formátu a ve správném tvaru. Pro příklad funkčnosti ověření datového formátu lze uvést položku datum viz Obrázek 7-2.



Obrázek 7-2: Ověření dat – položka datum

V tomto případě je k ověření použit uzavřený interval datumu, který je oboustranně omezený (lze zadat pouze dny v měsíci listopad roku 2015). Pokud je do ověřovaného pole zadán datum mimo interval nebo je zadán jiný datový typ než datum, ihned vyskočí chybové hlášení znemožňující zapsání nesprávné hodnoty.



Obrázek 7-3: Ověření dat – chybová hláška

Dále karty obsahují hlavičku, kde jsou uvedeny informace o lince, o zodpovědné osobě za vyplnění karty a sledovaném období.

Pod hlavičkou je umístěn navigační panel, který slouží k pohybu mezi jednotlivými kartami listů v MS Excel. Tento panel je vytvořen pomocí hypertextových odkazů na jednotlivé karty listů a je použit místo klasického přepínání mezi listy. Původní karty listů jsou skryty. V části evidence dat umožňuje navigační panel pohyb mezi kartami *Jakost výroby*, *Časové ztráty*, *Plnění plánu výroby* a kartou *Úvodní strana (Domů)*. Na obrázku (Obrázek 7-4) je zřejmá hlavička dokumentu a navigační panel, který je použit u karty *Jakost výroby*.

Linka:	Linka 1	
Zodpověd. osob.:	Směnový mistr	
Datum:	04/2016	
PLNĚNÍ PLÁNU VÝROBY <<<      DOMŮ      >>> ČASOVÉ ZTRÁTY		

Obrázek 7-4: Hlavička karty a navigační panel

Při navrhování karet je vycházeno z karet, uvedených v kapitole 6.2. Jedná se pouze o elektronickou formu již navržených vstupních karet, která usnadní evidování dat, archivování dat a rychlost zápisu dat.

### Karta Jakost výroby

V hlavní části karty se sleduje celkem deset položek, přičemž devět jich je povinných k vyplnění, z toho jedna položka je generována automaticky (šedá barva). Je to položka *Příčina*, která se generuje automaticky dle zvoleného kódu zmetku. Jedná se o interní popis vady, který se generuje dle zadaného kódu zmetku (nekvalitního dílu).

Sloupec *Díl (Li x Re)* rozděluje nekvalitní díly dle strany, na které by měly být, jako finální produkt umístěny ve voze tzn. levá strana, pravá strana a bez dělení. Na obrázku viz Obrázek 7-5 je uvedena karta *Jakost výroby*.

KARTA JAKOST VÝROBY									
Linka:	Linka 1								
Zodpověd. osob.:	Směnový mistr								
Datum:	04/2016								
PLNĚNÍ PLÁNU VÝROBY <<<      DOMŮ      >>> ČASOVÉ ZTRÁTY									
Datum	Směna	Jméno mistra	Projekt	Zařízení	Díl (Li x Re)	Počet zmetků [ks]	Kód zmetku	Příčina	Poznámka

Obrázek 7-5: MS Excel - karta Jakost výroby

Položky a jejich nastavené ověření dat je následující:

- **Datum**
  - Datový formát datum
- **Směna, Jméno mistra, Projekt, Zařízení, Díl (Li x Re)**
  - Výběr z předdefinovaného seznamu
- **Počet zmetků**
  - Datový formát číslo
- **Kód zmetku**
  - Ověření počtu a skladby znaků
- **Příčina**
  - Automaticky generovaný údaj
- **Poznámka**
  - Libovolný datový formát.

Z uvedeného vyplývá, že ve formuláři je celkem pět položek vyplňováno pomocí seznamu, čtyři položky ručně a jedna položka se generuje automaticky.

## Karta Časové ztráty

V kartě *Časové ztráty* je evidováno celkem dvanáct položek, přičemž dvě položky jsou automaticky generovány (šedá pole). Jedná se o sloupce *Trvání* a *Směna*. V případě sloupce *Směna* je směna určena dle sloupce *Začátek*, kde je evidován čas vzniku časové ztráty např. je-li čas začátku časové ztráty v intervalu od 6:00 do 14:00, automaticky se vyplní do sloupce *Směna* ranní. V případě trvání se jedná pouze o rozdíl času konce časové ztráty a času vzniku časové ztráty. Karta *Časové ztráty* je uvedena na obrázku viz Obrázek 7-6.

KARTA ČASOVÉ ZTRÁTY											
Linka:	Linka 1										
Zodpověd. osob.:	Směnový mistr										
Datum:	04/2016										
				JAKOST VÝROBY <<<		DOMŮ		>>> PLNĚNÍ PLÁNU VÝROBY			
Datum	Začátek prostoje [hh:mm]	Konec prostoje [hh:mm]	Trvání prostoje [hh:mm]	Směna	Jméno mistra	Projekt	Zařízení	Druh ztráty	Specifikace ztráty	Detailní specifikace ztráty	Poznámka

Obrázek 7-6: MS Excel - karta Časové ztráty

Položky a jejich nastavené ověření dat je následující:

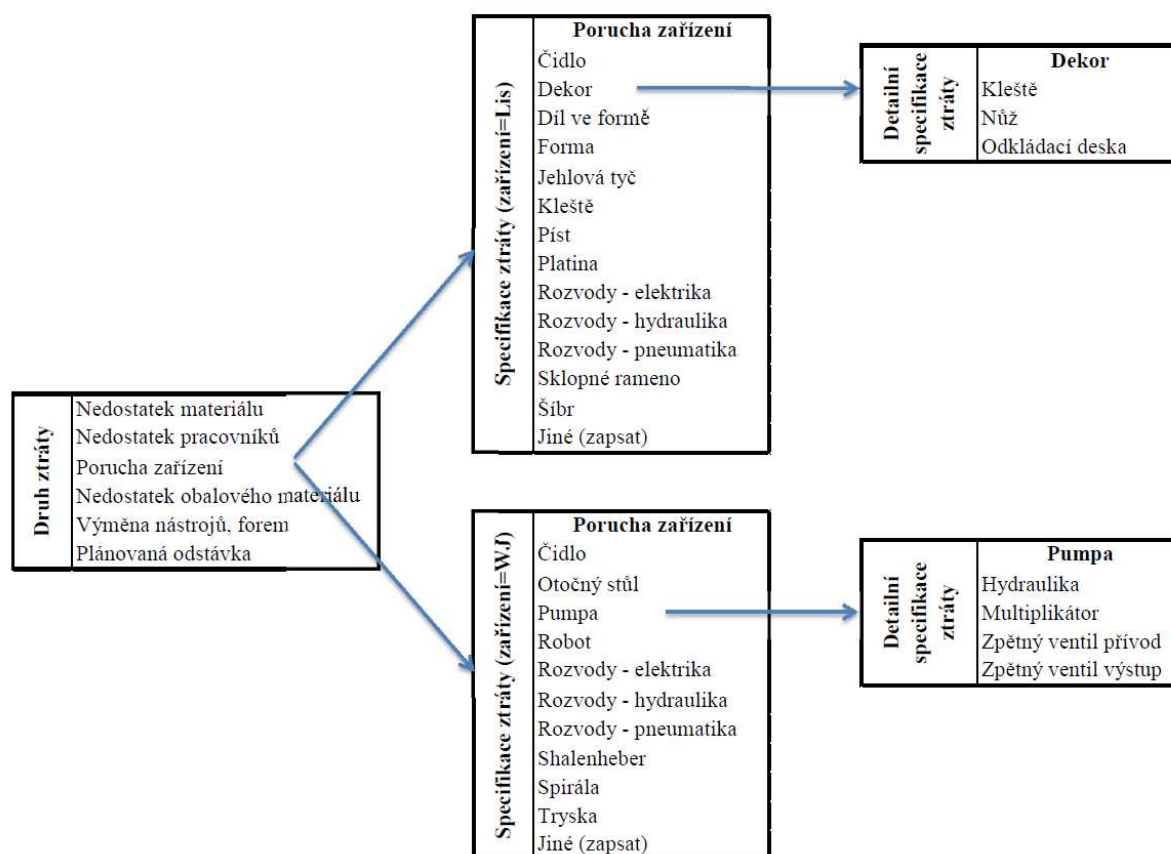
- **Datum**
  - Datový formát datum
- **Začátek prostoje, Konec prostoje**
  - Datový formát čas
- **Trvání, Směna**
  - Automaticky generovaný údaj
- **Jméno mistra, Projekt, Zařízení, Druh ztráty, Specifikace ztráty**
  - Výběr z předdefinovaného seznamu

*Pozn.: Specifikace ztráty se v některých případech volí buď z předdefinovaného seznamu, nebo se vypisuje ručně.*

- **Poznámka, Detailní specifikace ztráty**
  - Libovolný datový formát.

U této karty je použita kategorizace ztrát do třech úrovní. První úroveň je druh ztráty, kde je na výběr šest základních ztrát. Na základě výběru ztráty v úrovni jedna je v určitých případech automaticky vygenerován seznam do úrovně dva (pole *Specifikace ztráty*) v opačném případě je pole vyplněno ručně. V případě, že je to nutné, tak musí být ručně vyplněno i další pole *Detailní specifikace ztráty*, které je třetí úroveň.

Pro lepší pochopení kategorizace časových ztrát je na obrázku viz Obrázek 7-7 uveden příklad členění. Cílem členění je například, v případě druhu ztráty *Porucha zařízení*, rozčlenit každé zařízení co možno nejpodrobněji a tím získat přehled o poruchovosti jednotlivých částí zařízení. Po takto provedené kategorizaci, může oddělení údržby analyzovat jednotlivé části výrobního zařízení a jeho poruchy a navrhnout tak nápravná opatření, která povedou k odstranění neplánovaného přerušování chodu výrobního zařízení.



Obrázek 7-7: Kategorizace časových ztrát

Například pokud je v poli zařízení vybrán *WJ (WaterJet)* a v poli druh ztráty *Porucha zařízení*, tak se generuje jiný seznam poruch než v případě zařízení *Lis (Formovací zařízení)*. Tímto způsobem je to řešeno i u ostatních zařízení, neboť každé zařízení se skládá z jiných částí.

Z důvodu největší složitosti vypisování položek u této karty bylo vytvořeno pro definici ztrát tzv. našeptávání. Jelikož ve sloupci *Specifikace ztráty* jsou dvě možnosti zadávání a to buď formou výběru ze seznamu, nebo ručního zapsání, musí být uživatel informován o tom, co konkrétně má v dané chvíli zvolit. Dalším důvodem našeptávání je, že ne pokaždé uživatel musí vyplňovat třetí úroveň členění, tzn. Sloupec *Detailní specifikace ztráty*. Našeptávání funguje tak, že po vybrání druhu ztráty se uživateli v konkrétní buňce objeví, zda má buňku vyplnit a jak má buňku vyplnit. Výše uvedené je zřejmé z obrázků viz Obrázek 7-8, Obrázek 7-9 a Obrázek 7-10.

Druh ztráty	Specifikace ztráty	Detailní specifikace ztráty
Porucha zařízení	VYBER ZE SEZNAMU	SPECIFIKUJ ZTRÁTU

Obrázek 7-8: Druh ztráty – porucha zařízení

Druh ztráty	Specifikace ztráty	Detailní specifikace ztráty
Nedostatek obalového materiálu	SPECIFIKUJ ZTRÁTU	

Obrázek 7-9: Druh ztráty – nedostatek obalového materiálu



Druh ztráty	Specifikace ztráty	Detailní specifikace ztráty
Plánovaná odstávka	VYBER ZE SEZNAMU	

Obrázek 7-10: Druh ztráty – plánovaná odstávka

### Karta Plnění plánu výroby

U karty *Plnění plánu výroby* je evidováno jedenáct položek. Šedá pole označují položky automaticky generované, které mají pouze informativní charakter. V tomto případě se toto týká dvou položek (sloupců) – *Takt lisu* a *Kapacita stroje*. Kapacita stroje je teoretická kapacita stroje za směnu po odečtení všech časových ztrát zapsaných v kartě *Časové ztráty*. Žluté položky se generují automaticky dle vybrané směny, ale je nutné tyto položky kontrolovat, neboť v jednu směnu se na dané lince mohou vyrábět dva projekty (v případě přetypování formy na formovacím zařízení). Do žlutých polí se automaticky generuje čas začátku směny a čas konce směny, v případě přetypování formy v průběhu směny se změni konec prvního projektu a zároveň začátek druhého projektu (nového projektu), tzn., že tyto údaje se musí ručně změnit.

KARTA PLNĚNÍ PLÁNU VÝROBY										
Linka:	Linka 1									
Zodpověd. osob.:	Směnový mistr									
Datum:	04/2016									
			ČASOVÉ ZTRÁTY <<< DOMŮ >>> JAKOST VÝROBY							
Datum	Směna	Jméno mistra	Projekt	Takt lisu [s]	Začátek výroby [hh:mm]	Konec výroby [hh:mm]	Kapacita stroje [ks/směna]	Počet lidí	Produkce [ks/směna]	Poznámka

Obrázek 7-11: MS Excel - karta Plnění plánu výroby

Položky a jejich nastavené ověření dat je následující:

- **Datum**
  - Datový formát datum
- **Směna, Jméno mistra, Projekt**
  - Výběr z předdefinovaného seznamu
- **Takt lisu, Kapacita stroje**
  - Automaticky generovaný údaj
- **Začátek výroby, Konec výroby**
  - Datový formát čas
- **Počet lidí, Produkce**
  - Datový formát číslo
- **Poznámka**
  - Libovolný datový formát

#### 7.1.2 Část vyhodnocení - reporty

V této části jsou navrženy reporty již vymezených výrobních ukazatelů z kapitoly 6.1. Dále je navrženo tyto ukazatele porovnávat napříč jednotlivými směny. Toto porovnání má pouze informativní charakter pro střední management. Tímto porovnáním střední management může sledovat výkonnost a kvalitu jednotlivých směn mezi sebou na daném výrobním úseku.



Kromě výše zmíněného je také vhodné analyzovat a dále vyhodnocovat i jednotlivé zapisovací karty, tzn. hlavně karty *Jakost výroby* a *Časové ztráty*. Vhodnou analýzou společnost získá informace např. o nejčastějších vadách na výrobcích nebo nejčastějších poruchách na výrobních zařízeních a může tak navrhnout patřičné kroky k odstranění těchto ztrát a tím zvýšit efektivitu celého výrobního procesu.

Společnost již určitým způsobem vyhodnocuje navržené ukazatele jako OEE, produktivitu a zmetkovitost. Co se týče ukazatele *OEE*, tak tento ukazatel společnost již sleduje, ale bez dílčích ukazatelů jako využití, výkon a kvalita, které jsou velmi důležité pro případné zvyšování *OEE*. U tohoto ukazatele je nutné podotknout, že v době provádění analýzy, bylo *OEE* společností často vyhodnocováno s výsledkem vyšším než 100%, což je z hlediska technického, ale i matematického nemožné.

V případě ukazatele zmetkovitost je toto vyhodnocení značně komplikované a při současném postupu je zde i velká možnost zanesení chyby při přepisování dat mezi jednotlivými dokumenty. Konkrétní postup vyhodnocení je zřejmý z obrázku nahoře viz Obrázek 5-1. Díky evidenci dat a následnému automatickému vyhodnocení a vizualizaci se tento postup značně zjednoduší a zároveň se minimalizuje možnost zanesení chyby a tím i zkraslení vyhodnocení. Zároveň došlo k nahrazení původní ukazatele *PPM* ukazatelem *Zmetkovitost*.

Společnost dále chtěla automaticky vyhodnocovat a vizualizovat dokumenty *Red Bin Pareto*, *Kniha výměn nástrojů* a *Týdenní sledování výměn*.

Vizualizace jednotlivých reportů je rozdělena do čtyř částí, přičemž tyto části jsou zřejmě z obrázku: viz Obrázek 7-1. Jedná se o části *Karty k tisku*, *Porovnání směn*, *Ukazatele OEE*, *Zapisovací karty*.

### **Karty k tisku**

V případě této skupiny karet, musela být převzata forma vizualizace od společnosti. A to z důvodu, že je to jejich standard, který mají schválený a zanesený v interních předpisech. Tato dokumentace se umísťuje na nástěnky (interně označovány „L-Board“) u výrobních linií. Cílem je předělat papírovou formu dokumentace do elektronické formy, která bude automaticky vyhodnocována a vizualizována a dokument se následně bude pouze tisknout. Dokumenty budou tisknuty ve formátu A3. Tento postup úplně eliminuje lidský faktor a možnost zanesení chyby při vyhodnocování.

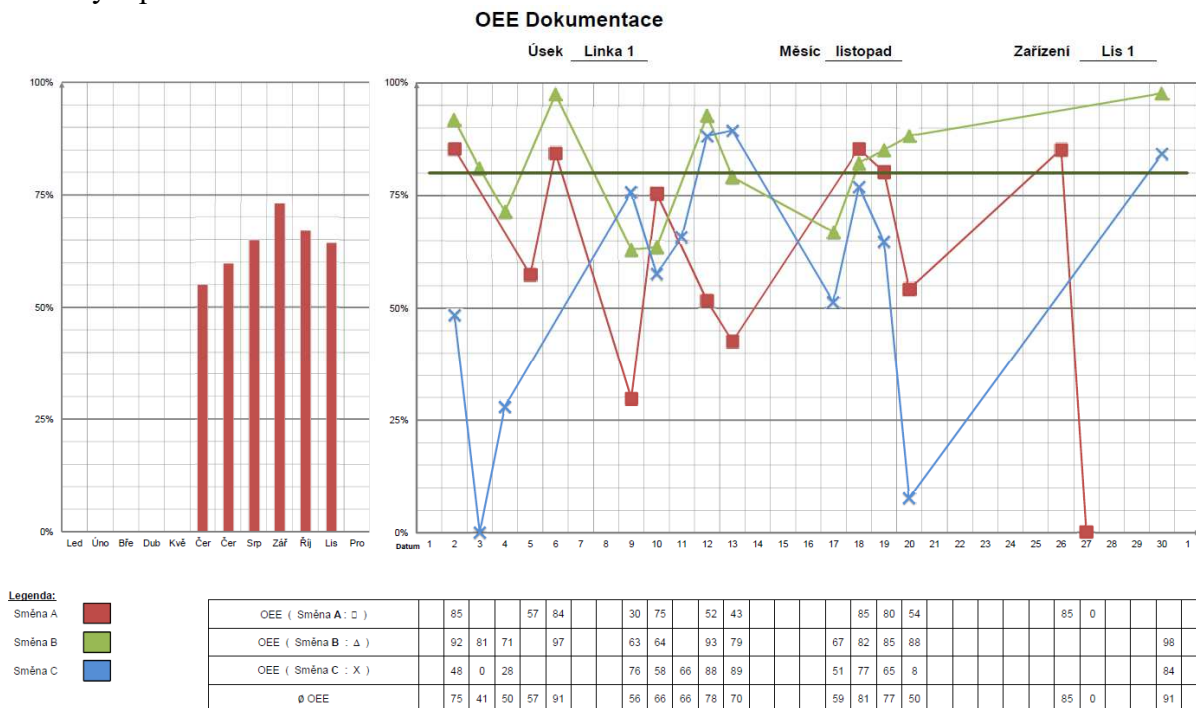
### **OEE**

Vizualizace dokumentu *OEE* je zřejmá z obrázku dole viz Obrázek 7-12. V horní části dokumentu je hlavička s označením výrobního úseku, ke kterému se vyhodnocení vztahuje, dále je zde měsíc vyhodnocení, odpovědná osoba a zařízení.

V levé části dokumentu je znázorněno ve sloupcovém grafu průměrné OEE za jednotlivé měsíce v daném roce.

V pravé části je spojnicový graf, který vizualizuje OEE jednotlivých směn a zároveň je porovnává mezi sebou. Vizualizace je na denní bázi. Horizontální osa znázorňuje jednotlivé dny a na vertikální ose jsou uvedeny jednotlivé směny a jejich sledované hodnoty. Dále je v grafu umístěna přímková čára, která znázorňuje cíl hodnoty OEE. Interně je cíl stanoven na hodnotu 80%.

Ve spodní části je patrná legenda k jednotlivým barvám a jejich směnám a dále je zde tabulka hodnot OEE týkající se jednotlivých směn v jednotlivých dnech. V posledním řádku tabulky je průměrná denní OEE (průměrná hodnota všech směn za den). V tabulce jsou uvedené hodnoty v procentech.



Obrázek 7-12: Vizualizace – OEE Dokumentace

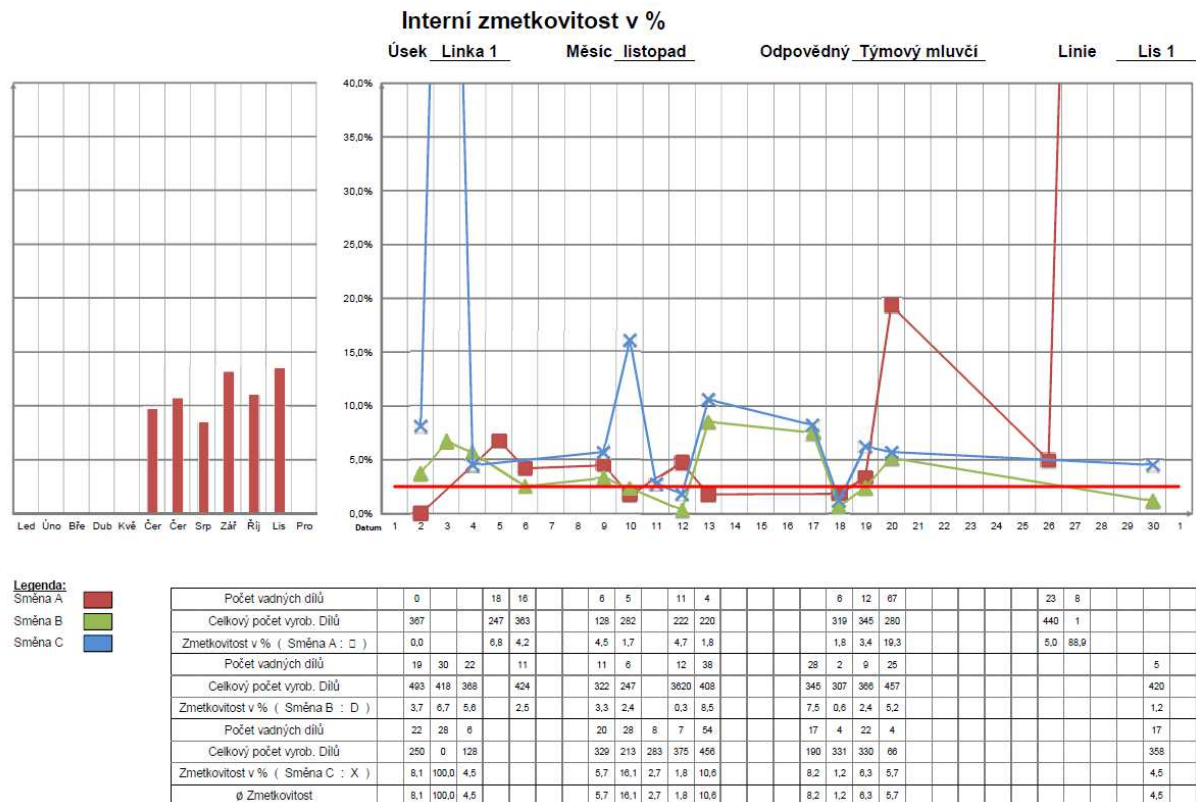
## Zmetkovitost

Dokument zmetkovitosti je ve stejném formátu a rozložení jako dokument OEE. V horní části, v hlavičce dokumentu je uveden název dokumentu, výrobní úsek a linie, jméno zodpovědné osoby a měsíc, který dokument sleduje.

V levé části dokumentu je umístěn sloupcový graf sledující průměrnou zmetkovitost v jednotlivých měsících (v procentech). Tento graf je veden v intervalu leden-prosinec v daném roce. V horní pravé části je znázorněn spojnicový graf, kde jednotlivé křivky popisují směny a jejich hodnoty zmetkovitosti v jednotlivých dnech. V dolní levé části je umístěna legenda k jednotlivým směnám a jejich barvám. Dále je do spojnicového grafu v dokumentu umístěna červená vodorovná přímka znázorňující maximální mezní hodnotu zmetkovitosti. Interně je stanovena na 1,3%.

Dále je ve spodní části umístěna tabulka, ve které jsou uvedeny hodnoty pro každou směnu zvlášť. U každé směny je sledován počet nekvalitních dílů, celkový počet vyrobených dílů a zmetkovitost, která je v procentech. Vertikální osa znázorňuje jednotlivé dny a na horizontální ose jsou uvedeny jednotlivé směny a jejich hodnoty zmetkovitosti.

V tabulce, v poslední řádce je uvedena celková (všech směn) průměrná zmetkovitost za každý den. Dokument je zřejmý z obrázku viz Obrázek 7-13.



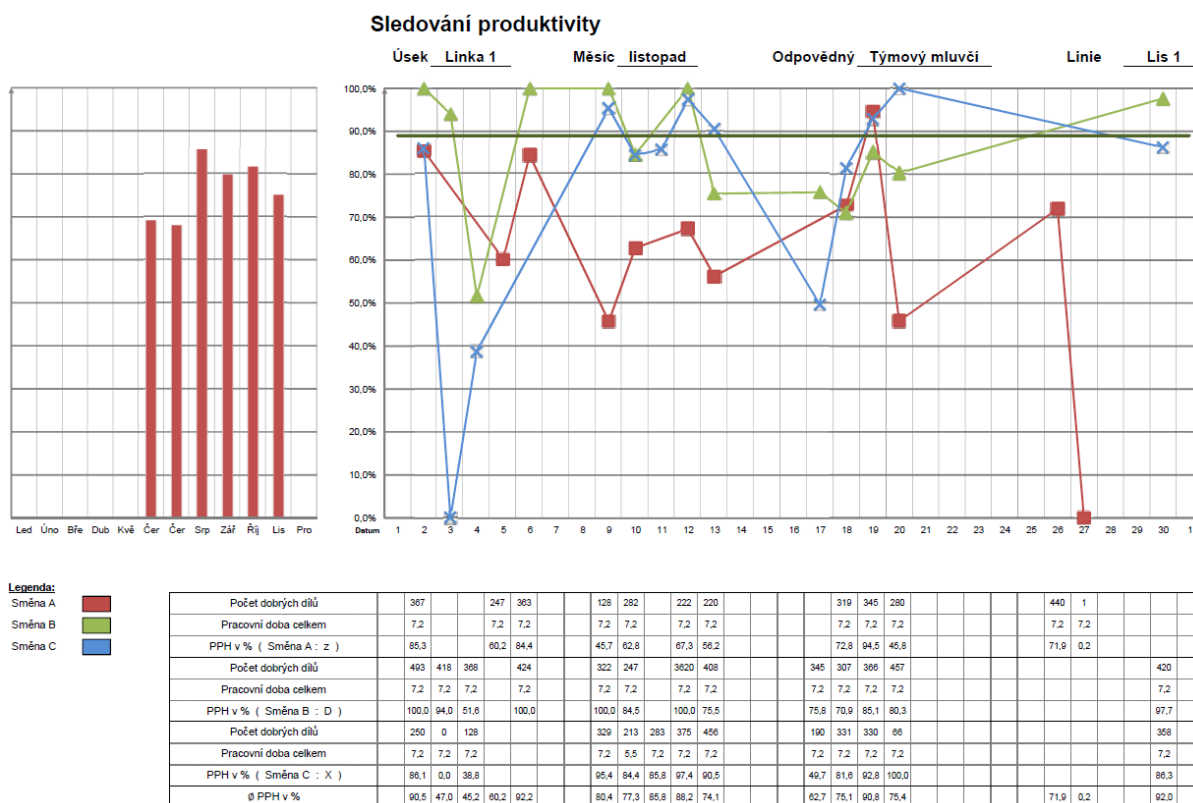
Obrázek 7-13: Vizualizace – Dokument zmetkovitosti

## Produktivita

Dalším dokumentem je dokument *Produktivita*. Stejně jako ve výše popsaných dokumentech v hlavičce jsou údaje o názvu dokumentu, výrobním úseku a linii, sledovaném období a zodpovědné osobě. V levé části grafu je sloupcový graf, ve kterém jsou zaneseny průměrné hodnoty celkové produktivity (všech směn) za konkrétní měsíc v daném roce.

V pravé části dokumentu je spojnicový graf, který sleduje jednotlivé směny (jedna barva = jedna směna). Do grafu jsou zaneseny hodnoty z každého dne dané směny. Hodnoty jsou uváděny v procentech (stejně tak u sloupcového grafu). Cíl, který je znázorněn vodorovnou linií zelené barvy, je interně stanoven na 89%.

V dolní části je uvedena legenda pro spojnicový graf a tabulka s výstupními hodnotami každé směny za každý den. Sledovanými hodnotami jsou počet dobrých dílů, pracovní doba celkem a produktivita v procentech. Ve spodním řádku tabulky je uvedena denní průměrná hodnota produktivity všech směn.

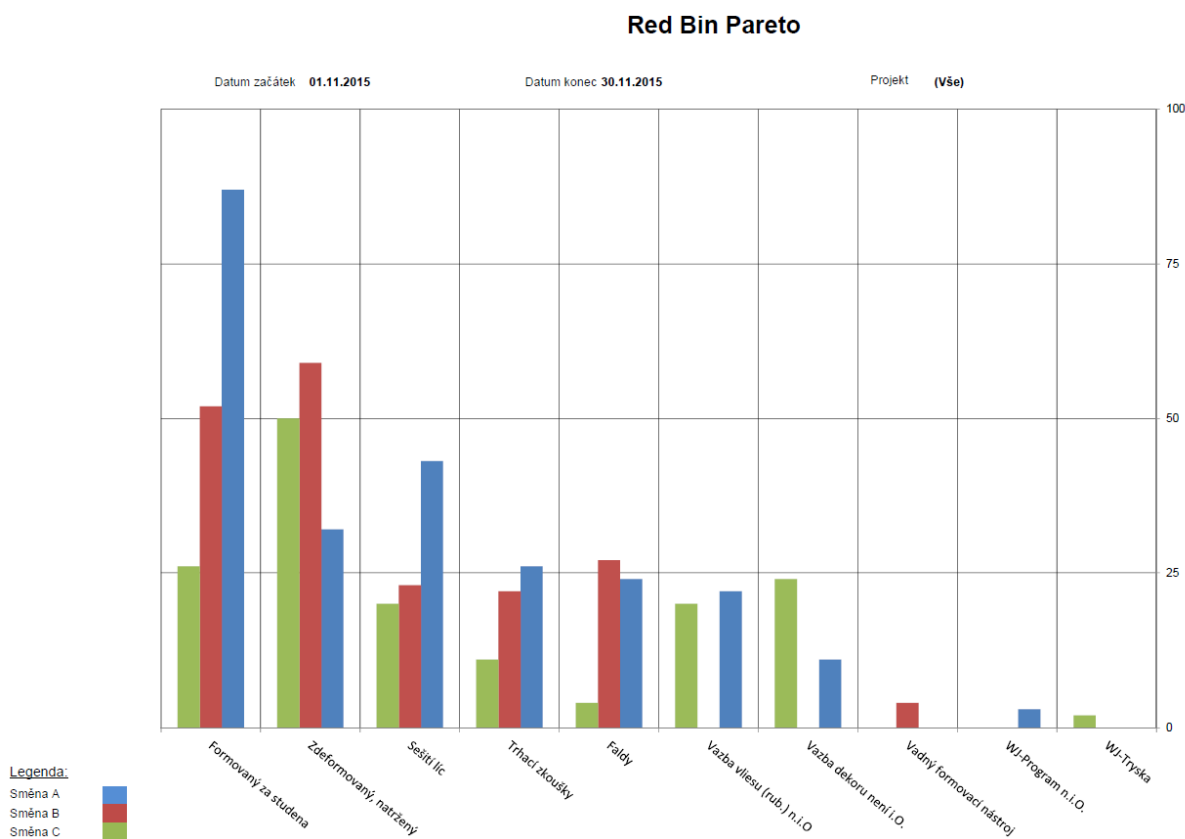


Obrázek 7-14: Vizualizace – Dokument produktivity

### Red Bin Pareto

Tento dokument se od výše uvedených liší formátováním i rozložením. Dokument je vytvořen pomocí kontingenční tabulky, tzn., že uživatel si dokument může pomocí filtru kontingenční tabulky různě upravovat a přizpůsobovat. Filtrovat data lze dle projektu.

V horní části dokumentu jsou patrné informace o názvu dokumentu, data začátku sledovaného období, data konce sledovaného období a projektu. Vyhodnocení je ve formě sloupcového grafu, kde na horizontální ose jsou názvy nekvalitních děl (interní popis) a na vertikální ose jsou počty kusů. Jednotlivé barvy sloupců charakterizují jednotlivé směny. Nekvalitní díly v grafu jsou řazeny sestupně dle celkového výskytu daného nekvalitního dílu (suma dílu za všechny směny). Ve spodní levé části je uvedena legenda vysvětlující jednotlivé směny a jejich barvy.



Obrázek 7-15: Vizualizace – Dokument Red Bin Pareto

### Kniha výměn nástrojů

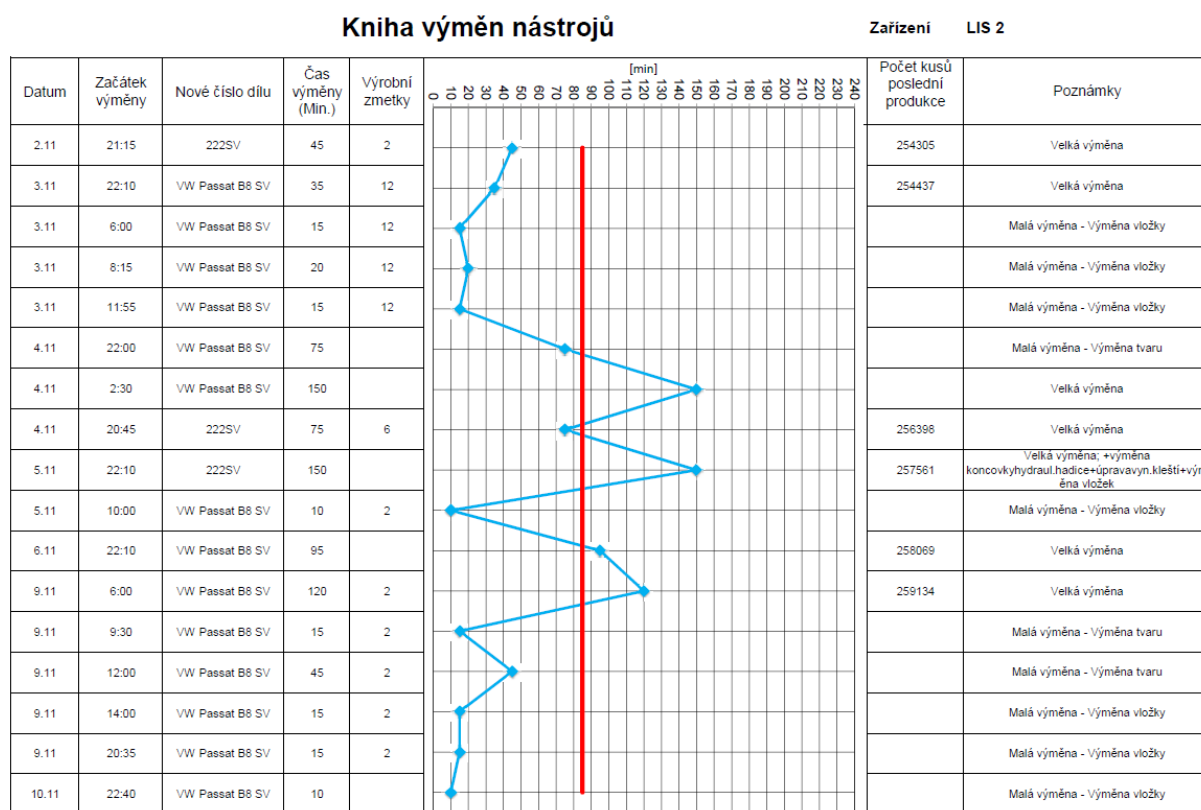
Dalším vizualizovaným dokumentem je *Kniha výměn nástrojů*. Tento dokument zobrazuje základní informace týkající se výměn nástrojů na formovacím zařízení.

V horní části dokumentu je uveden název dokumentu a název formovacího zařízení, na kterém jsou výměny sledovány.

V levé části dokumentu jsou informace o termínu výměny, času začátku výměny, typu produktu, na který bylo přetypováno, času trvání výměny a počtu nekvalitních dílů evidovaných v rámci rozběhu výrobního zařízení do normálního provozu (výroba kvalitních dílů).

Uprostřed dokumentu je spojnicový graf, znázorňující čas trvání přetypování jednotlivých výměn. Dále je v grafu vertikální příčka udávající maximální hodnotu času trvání výměny. Tato hodnota je stanovena interně společností na 85 minut.

Pravá část dokumentu eviduje informace o počtu kusů poslední produkce daného typu výrobku a poznámku, kde se eviduje, zda se jednalo o velkou výměnu (výměna z typu na jiný typ) nebo malou výměnu (pouze výměna tvaru nebo vložky uvnitř původní formy).



Obrázek 7-16: Vizualizace – Dokument kniha výměn nástrojů

### Týdenní sledování výměn

Dokument týdenní sledování výměn vizualizuje pouze velké výměny (z jednoho typu produktu na jiný typ produktu) na formovacím zařízení.

V horní části dokumentu je popsán název dokumentu, výrobní zařízení, na kterém jsou výměny sledovány, SMED (Single Minute Exchange Of Die - Výměna nástroje během jedné minuty) vedoucí a cílový čas.

Uprostřed dokumentu je spojnicový graf, kde na vertikální ose je průměrný čas trvání přetypování za konkrétní kalendářní týden a na horizontální ose je číslo týdne. Dále je v grafu vodorovná přímková znázorňující cíl (maximální přípustná hodnota trvání přetypování) trvání přetypování, který je interně stanoven na 130 minut.

V dolní části dokumentu je tabulka, kde v jednotlivých řádcích jsou uvedeny informace o minimálním a maximálním času přetypování, průměrném času trvání přetypování a četnosti (intenzita) přetypování za kalendářní týden. Sloupce jsou označeny čísly kalendářních týdnů.

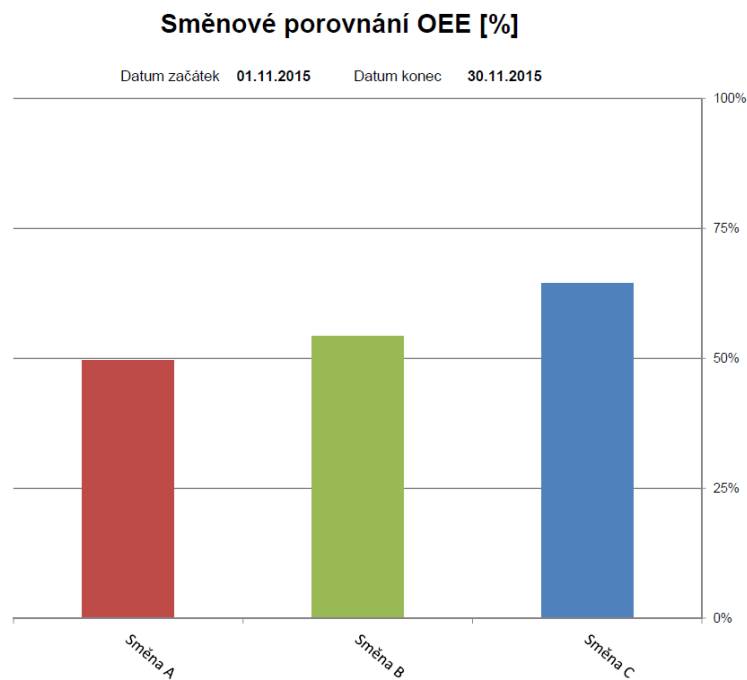


Obrázek 7-17: Vizualizace – Týdenní sledování výměn

### Porovnání směn

Mezi další formy výstupů patří porovnání jednotlivých směn mezi sebou. Porovnávají se ukazatele OEE, produktivity a zmetkovitosti za období jeden měsíc. V horní části dokumentu jsou uvedeny informace o názvu dokumentu, data začátku a konce sledovaného období.

V hlavní části dokumentu je uveden sloupcový graf. Jednotlivé sloupce v grafu vizualizují jednotlivé směny. Ve sloupcovém grafu jsou průměrné hodnoty sledovaného ukazatele v procentech za daný měsíc. Na obrázku níže (Obrázek 7-18) je zobrazen graf se směnovým porovnáním OEE. Stejnou formou jsou porovnány i ukazatele zmetkovitosti a produktivity.



Obrázek 7-18: Vizualizace – směnové porovnání OEE

### Zapisovací karty

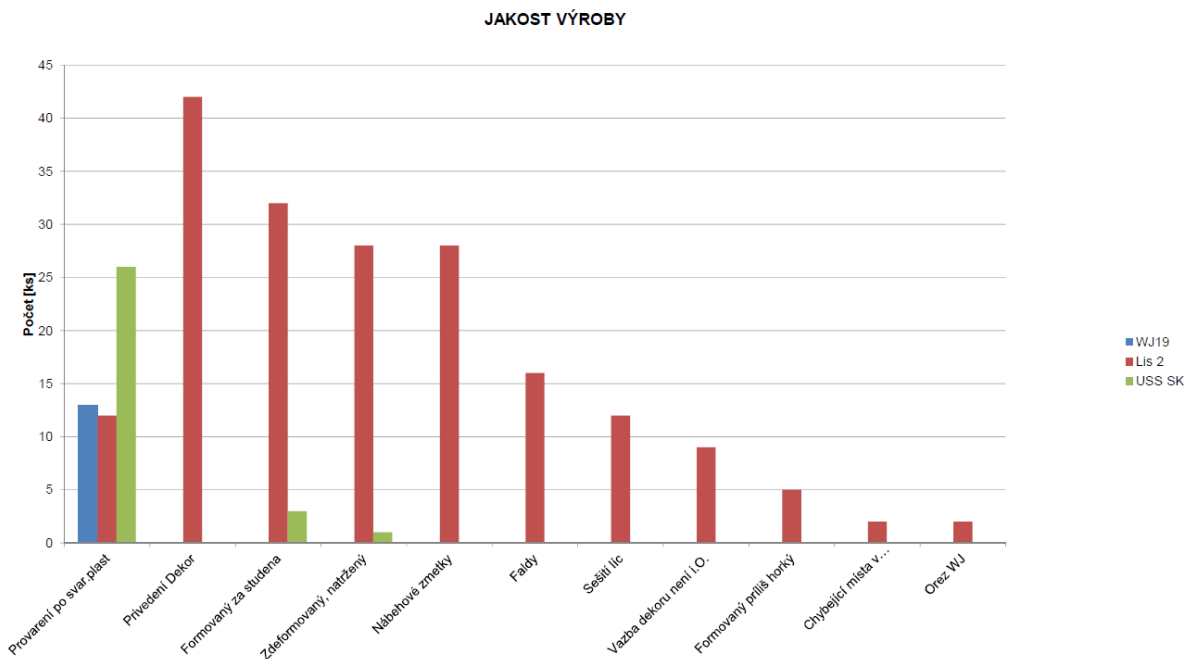
Tyto karty vyhodnocují a zároveň graficky vizualizují data, které jsou evidována v jednotlivých kartách. Vyhodnocení probíhá pomocí kontingenčních tabulek a sloupcových grafů. Filtry jsou nastaveny tak, aby uživatel mohl co nejvíce data filtrovat a analyzovat.

### **Jakost výroby**

Na obrázku viz Obrázek 7-19 je zobrazen sloupcový graf, pomocí kterého jsou vizualizovaná data z karty *Jakost výroby*. Na vertikální ose je počet nekvalitních dílů a na horizontální ose je interní popis nekvalitního dílu. Jednotlivé sloupce a jejich barvy vizualizují jednotlivá výrobní zařízení. Počty kusů jsou řazeny od nejvyšších hodnot po nejnižší hodnoty. U tohoto vyhodnocení je možné využívat filtry dle následujících položek:

- datum,
- jméno mistra,
- projekt,
- díl (Re x Li),
- výrobní zařízení (popis sloupců kontingenční tabulky),
- název nekvalitního dílu (popis řádků kontingenční tabulky).





Obrázek 7-19: Vizualizace – karta jakost výroby

### Časové ztráty

U této karty je použita stejná forma vyhodnocení a vizualizace dat jako u jakosti výroby s tím rozdílem, že v grafu je na vertikální ose uvedena celková délka časových ztrát v hodinách a na horizontální ose je popis ztrát. Časové ztráty jsou řazeny od nejvyšších hodnot po nejnižší hodnoty.

Jelikož časové ztráty jsou evidovány podrobněji než data v jiných kartách a to tak, že v některých případech časové ztráty je rozpad z první úrovně až do třetí úrovně. Kvůli větší přehlednosti jsou vytvořeny kontingenční tabulky s grafy pro každý rozpad (úroveň) zvlášť. První úroveň členění, které je na úrovni základního rozpadu ztrát lze filtrovat dle těchto položek:

- datum,
- jméno mistra,
- projekt,
- výrobní zařízení,
- výrobní zařízení (popis sloupců kontingenční tabulky),
- název ztráty (popis řádků kontingenční tabulky).

V případě dalších úrovní členění lze filtrovat data dle následujících položek:

- datum,
- jméno mistra,
- projekt,
- druh ztráty (členění z úrovně jedna),
- typ zařízení,
- název ztráty (popis řádků kontingenční tabulky).

## Plnění plánu výroby

Tato karta je vyhodnocována z hlediska vyrobeného počtu kusů (vertikální osa) v závislosti na konkrétním projektu (horizontální osa). Vyhodnocení a vizualizace je pomocí kontingenční tabulky a sloupcového grafu stejně jako v předchozích případech. Filtrovat lze dle těchto položek:

- datum,
- jméno mistra.

### 7.1.3 Část informační

V poslední části, která má pouze informační charakter, je umístěna karta s manuálem a karta s interním seznamem všech druhů vad (interní kód a interní popis vady). V manuálu je stručně popsáno, jak pracovat s kartami sloužícími k definici vstupních dat. Dále jsou tam uvedeny poznámky k principu vyplňování, které vznikly na základě dotazů uživatelů. Manuál je součástí elektronické přílohy této práce – viz Příloha č. 1.

Interní seznam vad opět poskytuje uživateli jistou nápovědu v případě, že zapomněl kód vady, který je nutný k definici nekvalitních dílů.

### 7.1.4 Vyhodnocení

Aplikace vyvinutá v MS Excel byla testována na jedné výrobní linii, která byla stanovena společností. V průběhu testování byla aplikace dále laděna dle požadavků uživatelů. Ladění se týkalo hlavně definice dat do aplikace a jejich chybovosti při zadávání. Mezi hlavní nevýhody MS Excel patří zejména následující:

- Na každý měsíc, na každý výrobní úsek musí být jeden MS Excel
  - Např. ve společnosti je 12 výrobních úseků tzn., že za rok musí být vytvořeno celkem 144 sešitů v MS Excel
- Omezení MS Excel – omezený počet tvorby seznamů u karty *Časové ztráty*
- Údržba MS Excel – závislost na dodavatelské společnosti
  - Např. tvorba sešitů na nový měsíc, přidávání nových projektů, nových zařízení atp.
- Vzrůstající objem zaevidovaných dat
  - Na jedné výrobní linii evidováno přibližně 430 záznamů za měsíc.
  - Např.: za rok bude na jedné linii zaevidováno přibližně 5 160 záznamů.

## 7.2 Fáze 2 – databázová aplikace

Po dokončení fáze jedna, kde byla navržena aplikace k evidenci dat v MS Excel, je navržena databázová aplikace ve Visual Basic.net s využitím architektury.net 4. Tato aplikace využívá databázi Microsoft SQL server.

### 7.2.1 Popis aplikace

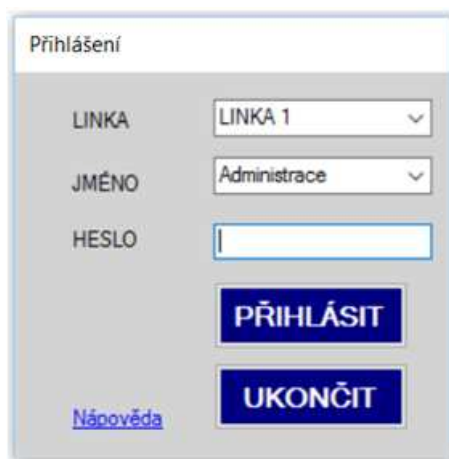
Databázová aplikace funkčně vychází z aplikace navržené v MS Excel. Tato aplikace má dvě základní funkce. První funkcí je sběr dat z oblastí *Jakost výroby*, *Časové ztráty* a *Plán výroby*. Druhou funkcí aplikace je export dat do sešitu v MS Excel.

Databázová aplikace data vyhodnotí, tzn., pomocí SQL dotazů se vypočítají jednotlivé hodnoty ukazatelů a následně se data exportují do sešitu MS Excel, který již data pouze reportuje. Jedná se o stejný MS Excel, který je popsán v kapitole 7.1, pouze s tím rozdílem, že je rozšířen o další výrobní linie a na úvodní straně jsou odkazy na tři výrobní linie. Dále je z MS Excel odstraněn manuál a interní seznam vad, které jsou implementovány přímo do databázové aplikace.

### **Přihlášení do aplikace**

Spuštěním databázové aplikace je uživatel vyzván k přihlášení. K přihlášení do aplikace je nutné vyplnit označení linky (výrobního úseku), jméno a heslo. Po úspěšném přihlášení se uživateli zobrazí úvodní strana aplikace. Úvodní strana aplikace se nepatrně liší dle jednotlivého uživatele a jeho role v databázi. Role a jejich práva jsou následující:

- Mistr
  - Zadávání dat, historie dat, export dat
- Administrace
  - Zadávání dat, historie dat, export dat, administrace dat v aplikaci (správa projektů, linek, taktů, zařízení, členěné ztrát,...)
- Administrace1
  - Zadávání dat, oprava dat, historie dat, export dat, administrace dat v aplikaci (správa projektů, linek, taktů, zařízení, členěné ztrát,...)
- Administrace2
  - Zadávání dat, export dat, administrace dat v aplikaci (pouze definice a členění poruch zařízení)
- Prohlížení
  - Historie dat, export dat



Obrázek 7-20: Databázová aplikace – přihlašovací obrazovka

### **Úvodní strana**

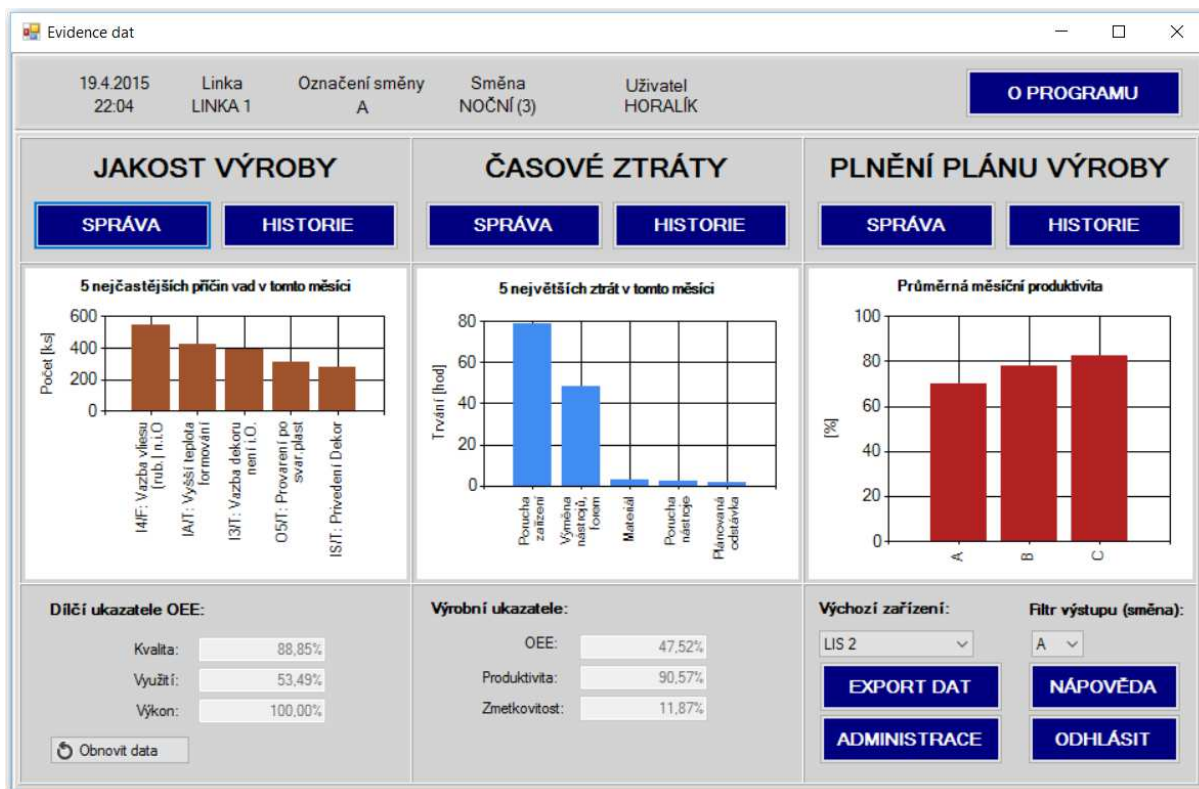
Na úvodní straně jsou v horní části uvedeny základní informace o přihlášené osobě. Včetně data a času je zde i název linky (výrobního úseku), označení mistra na směně, typ směny a jméno uživatele. Prostřední část je rozdělena na tři části – jakost výroby, časové ztráty a plnění plánu výroby. Každá tato část má dvě tlačítka - správa a historie. Tlačítko správa slouží k zadání dat do aplikace. V první levé části je jakost výroby.

Součástí této části je i graf 5 nejčastějších příčin vad v tomto měsíci, který uživatele informuje o pěti nejčastějších vadách na výrobcích za daný měsíc.

Další částí je část časové ztráty. V této části je včetně správy a historie dat zobrazen graf 5 nejčastějších ztrát v tomto měsíci, který znázorňuje pět nejčastějších důvodů přerušení výroby za daný měsíc.

V případě poslední části, kterou je plnění plánu výroby, je zde graf Průměrná měsíční produktivita. Tento graf porovnává jednotlivé směny mezi sebou a porovnává je z hlediska produktivity za daný měsíc. Tyto grafy poskytují uživateli především okamžitý přehled o nekvalitě vznikající ve výrobním procesu za aktuální kalendářní měsíc bez jakéhokoliv dalšího dohledávání.

Spodní část úvodní strany se dělí na tři části. V prvních dvou částech jsou zobrazeny aktuální hodnoty výrobních ukazatelů ke konkrétní směně (OEE, produktivita, zmetkovitost, dílčí ukazatele OEE). Stejně jako grafy, tak tyto ukazatele se přepočítávají ihned po zadání dat a stisknutí tlačítka *Obnovit data*. Toto tlačítko je nutné, neboť neustálá aktualizace grafů a ukazatelů zatěžuje příliš interní síť a tím se prodlužuje odezva aplikace. V pravé části jsou umístěna tlačítka s nápovědou, exportem dat, změnou hesla/administrací (v případě uživatele s rolí administrace) a odhlášení z aplikace. Dále je zde pole se seznamem sloužící k výběru linie, neboť každá linie ve výrobním úseku je vyhodnocována zvlášť. Tyto linie jsou označovány výchozím zařízením, kterými jsou lisovací zařízení a mají své interní označení. Po výběru konkrétní linie se přepočítají veškeré grafy a ukazatele na úvodní straně k vybrané linii. Úvodní strana aplikace je zobrazena na obrázku viz Obrázek 7-21.



Obrázek 7-21: Databázová aplikace – Úvodní strana

## Evidence dat

Vstupní karty sloužící k evidování dat vychází z konceptu navrženého u aplikace MS Excel, tzn., že i evidované položky jsou téměř totožné. V kapitole 6.2 jsou evidované položky popsány, a proto se tato kapitola jejich podrobným popisem již zabývat nebude. Karty lze rozdělit do třech základních částí. V první, v horní části jsou informace o výrobním úseku, typu karty a vlastníkově vkládaného záznamu. V prostřední části je přehled všech záznamů u příslušné karty za aktuální směnu. Poslední spodní část slouží k definici jednotlivých záznamů. U každé karty je v levém spodním rohu nápověda s informacemi popisujícími vyplnění dané karty. Pokud uživatel nevyplní veškeré položky, které jsou nutné, tak nelze záznam uložit a je odkazován na konkrétní zbývající položku/položky k vyplnění. Uživatel může záznamy zadané v jeho směně mazat a editovat a to pouze v rámci jeho směny.

## Karta Jakost výroby

Tato vstupní karta sleduje nekvalitní díly a při jejich evidenci je nutné vyplnit celkem šest položek. Tyto položky jednoznačně identifikují nekvalitní díl. Mezi položky patří projekt, zařízení, označení dílu (levý, pravý, bez dělení), jméno seřizovače, počet zmetků a kód zmetku. Při zadávání lze využít filtry *Filtrovat zmetky dle skupiny* a *Filtrovat seřizovače jen v rámci linky*. Tyto filtry uživateli usnadní vyhledání jména seřizovače a kódu zmetku, neboť se tyto seznamy zúží pouze na seřizovače v rámci daného výrobního úseku a na kódy zmetků pouze k danému výrobnímu zařízení. Karta jakost výroby je znázorněna na obrázku viz Obrázek 7-22.

Číslo záznamu	Datum	Směr	Projekt	Hlavní zařízení	Zařízení	Díl	Počet zmetků	Kód zmetku	Příčina	Vybočení	Seřizovač
18209	11.03.2016	B	Passat B8 SV	Lis 2	Lis 2	Li	1	AD/P	Sešití lic	<input type="checkbox"/>	Seřizovač 5
18210	11.03.2016	B	Passat B8 SV	Lis 2	Lis 2	Re	2	ID/T	Zdeformovaný, natržený	<input type="checkbox"/>	Seřizovač 5
18211	11.03.2016	B	Passat B8 SV	Lis 2	USS SK	Re	3	O5/T	Provarení po svar plast	<input type="checkbox"/>	Seřizovač 5
18212	11.03.2016	B	Passat B8 SV	Lis 2	USS SK	Re	1	AD/P	Sešití lic	<input type="checkbox"/>	Seřizovač 5
18213	11.03.2016	B	Passat B8 SV	Lis 2	USS SK	Re	2	IS/T	Privedení Dekor	<input type="checkbox"/>	Seřizovač 5
18214	11.03.2016	B	Passat B8 SV	Lis 2	USS SK	Re	2	R0/T	Obvodový ořez n.i.O.	<input type="checkbox"/>	Seřizovač 5
18250	11.03.2016									<input type="checkbox"/>	

Obrázek 7-22: Databázová aplikace – karta Jakost výroby

## Karta Časové ztráty

Karta časových ztrát eviduje data týkající se prostojů na výrobních zařízeních. V tomto formuláři je nutné vyplnit minimálně osm položek. Jedná se o položky začátek a konec prostoje, projekt, zařízení, druh ztráty, ztráta - úroveň 1, ztráta - úroveň 2, je-li uživatel vyzván, tak i ztráta - úroveň 3 a jako poslední jméno seřizovače.

Dále je zde nutné kontrolovat položku *Odečítat přestávky*, protože některé výrobní úseky vyrábí i přes přestávku a některé ne. Tato položka odečítá z trvání prostoje délku plánované přestávky, která se překrývá s daným prostojem. V případě, že by se prostoj překrýval s přestávkou a přestávka by nebyla zaškrtnuta, nastal by případ, že by se odečetl od plánovaného výrobního času prostoj i přestávka i přesto, že přestávka byla v rámci prostoje. V případě výroby i přes přestávku, položka nesmí být zaškrtnuta.

Při zadávání záznamů je možné použít filtr *Filtrovat jen seřizovače v rámci linky*, který omezí seznam seřizovačů pouze na seřizovače přiřazené na daný výrobní úsek. Na obrázku viz Obrázek 7-23 je patrná karta *Časové ztráty*.

Číslo zázni	Datum	Směr	Začátek	Konec	Trvání	Povinné přestávky	Název projektu	Hlavní zařízení	Název zařízení	Druh Ztráty	Úroveň 1	Úroveň 2	Úroveň 3	Příznak	Seřizovač
57...	11.03....	C	07:00:00	08:00:00	01:00:00	00:00:00	Passat B...	Lis 2	Lis 2	Porucha ...	Jiné (zap...				Seřizova...
57...	11.03....	C	09:45:00	09:55:00	00:10:00	00:00:00	Passat B...	Lis 2	Lis 2	Výměna n...	VW Pass...	Malá vým...	Výměna ...		Seřizova...
57...	11.03....	B	15:15:00	16:30:00	01:15:00	00:00:00	222 HK	Lis 1	Lis 1	Materiál	Jiné (zap...				Seřizova...
57...	11.03....	B	18:30:00	19:30:00	01:00:00	00:30:00	222 HK	Lis 1	Lis 1	Výměna n...	VW Pass...	Velká vý...			Seřizova...

Obrázek 7-23: Databázová aplikace – karta *Časové ztráty*

### Karta Plnění plánu výroby

Poslední kartou je karta *Plnění plánu výroby*, která sleduje produkci na vybraném výrobním úseku. U tohoto formuláře se zadává celkem šest položek. Jsou to položky projekt, začátek a konec výroby, počet lidí na linii a produkce. Stejně jako u karty *Časové ztráty*, i zde je nutné kontrolovat položku *Odečítat přestávky*. V případě, že daný projekt se vyrábí na linii, kde je nepřetržitá výroba (výroba bez přestávek), je nutné, aby položka nebyla zaškrtnutá. V tomto případě je považován plánovaný čas výroby celých osm hodin, v opačném případě pouze sedm hodin a deset minut. Na obrázku dole viz Obrázek 7-24 je zřejmý formulář *Plnění plánu výroby*.

Jelikož v této kartě se eviduje celková produkce a plánovaný výrobní čas, které jsou základem pro výpočty výrobních ukazatelů, tak zde musely být vytvořeny kontroly záznamů, aby se eliminovala možnost, špatného zadání a z toho plynoucího špatného výstupu. První z kontrol je taková, že pokud karta *Jakost výroby* nebo *Časové ztráty* obsahují záznam a v kartě *Plnění plánu výroby* není v daném čase k danému projektu žádný záznam, nedovolí to uživateli uzavřít aplikaci a upozornuje ho na nutnost vyplnění karty *Plnění plánu výroby*.



Další kontrola se zabývá návazností záznamů, tzn., že uživatel při zadávání záznamů musí zadat záznamy ke konkrétní linii tak, aby začátek a konec výroby navazoval na ostatní záznamy na dané linii. Jakékoliv odchylky (časové ztráty, nekvalitní díly) od plánované výroby musí být zadány v patřičné kartě (jakost výroby, časové ztráty) a nelze tyto odchylky zohledňovat v této kartě a tím manipulovat s neplánovanými prostoji a plánovaným výrobním časem.

Plnění plánu výroby

Linka: Linka 1

Filtrovat dle:  Vše  Dnes  Tento měsíc  V termínu

Od: 11.03.2016 Do: 11.03.2016

Přehled plnění plánu Vlastník: Horalík (C)

Číslo záznamu	Datum	Směna	Projekt	Hlavní zařízení	Začátek	Konec	Trvání	Přestávky	Počet lidí	Produkce
2691	11.03.20...	C	222 HK	Lis 1	06:00:00	14:00:00	08:00:00	00:50:00	5	458
2692	11.03.20...	C	Passat B8 SV	Lis 2	06:00:00	14:00:00	08:00:00	00:50:00	10	583
2693	11.03.20...	B	Passat B8 SV	Lis 2	14:00:00	22:00:00	08:00:00	00:50:00	10	750
2694	11.03.20...	B	222 HK	Lis 1	14:00:00	22:00:00	08:00:00	00:50:00	7	82
▶ 2703	11.03.20...									

14 5 z 5

Přidat záznam Upravit záznam Smazat záznam

Aktuální záznam

Projekt:  Začátek:  Počet lidí:

Odečítat přestávky Konec:  Produkce:

Hlavní zařízení:  Trvání:

Přestávky:

Poznámka:

Vrátit ULOŽIT

Nápověda Zavřít

Obrázek 7-24: Databázová aplikace – karta Plnění plánu výroby

## Vizualizace dat

Na rozdíl od aplikace MS Excel, ve které probíhal jak sběr dat, tak jejich reportování, v databázové aplikaci probíhá pouze sběr a vyhodnocení. Reportování dat probíhá v již navrženém a připraveném MS Excel. Data z databázové aplikace se exportují (nakopírují) do připraveného MS Excel, kde se následně vizualizují. Data se exportují vždy za konkrétní měsíc a rok. Toto je zřejmé z obrázku viz Obrázek 7-25, kde je patrný výběr období dat k jejich exportu do MS Excel. K exportu dat se uživatel dostane z úvodní obrazovky kliknutím na tlačítko *Export dat*. Po exportu dat se otevře MS Excel, který je uveden na obrázku viz Obrázek 7-1.



Obrázek 7-25: Databázová aplikace – export dat

### Online vizualizace

Dalším návrhem vizualizace je online vizualizace. V případě online vizualizace se předpokládá, že se nahradí původní nástěnka „L-Board“ televizí a dokumentace z části *Karty k tisku* se již nebude tisknout, ale bude se promítat na televizi. Vzhledem k tomu, že online vizualizace se týká šesti dokumentů (*OEE*, *Produktivita*, *Zmetkovitost*, *Red Bin Pareto*, *Kniha výměn nástrojů*, *Týdenní sledování výměn*) je navrženo využít tři strany, tzn., umístit dva dokumenty vedle sebe na jednu stranu a následně tyto strany ve stanoveném sledu promítat. Z důvodu zachování původní velikosti dokumentů (formát papíru A3), je vhodné k online vizualizace použít televizi šířky alespoň 84 cm a výšky 29,7 cm. Rozložení dokumentů na jednotlivých stranách je následující:

- 1. strana – dokumenty *OEE* a *Produktivita*
  - Dokumenty popisující produktivitu
- 2. strana – dokumenty *Zmetkovitost* a *Red Bin Pareto*
  - Dokumenty popisující nekvalitu v procesu výroby
- 3. strana – dokumenty *Kniha výměn nástrojů* a *Týdenní sledování výměn*
  - Dokumenty popisující výměny nástrojů na lisovacím zařízení

Dále je navrženo do online vizualizace přidat další čtvrtou stranu, která bude obsahovat souhrn výsledných hodnot základních ukazatelů. Jedná se o tyto ukazatele:

- Produktivita
- OEE
- Zmetkovitost
- Plán výroby (skutečný počet vyrobených kvalitních kusů/plánovaný počet vyrobených kvalitních kusů)

V případě položky *Plán výroby* je nutné databázovou aplikaci rozšířit o další modul, který bude obsahovat plán výroby. V současné době společnost k plánování výroby používá MS Excel, který je vytvořen pro období jeden rok a pro každý výrobní úsek je vytvořen jeden sešit. Po rozšíření databázové aplikace je možné porovnávat skutečnou produkci kvalitních dílů s plánovanou produkcí kvalitních dílů.



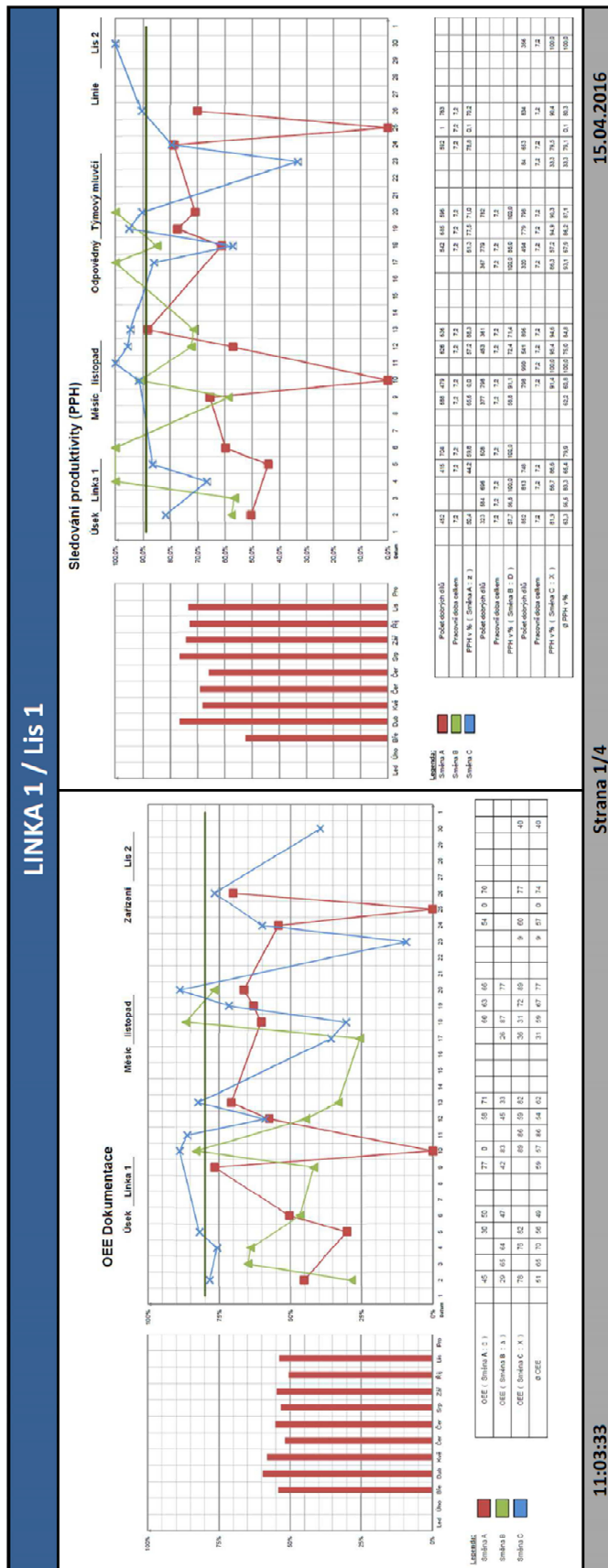
Tato strana bude zobrazovat hodnoty posledních třech směn (noční, ranní, odpolední), přičemž jednotlivé hodnoty budou odlišeny barevně.

- Zelená barva – hodnoty jsou v toleranci,
- Červená barva – hodnoty jsou mimo toleranci.

Každá strana obsahuje záhlaví, kde je uveden název výrobního úseku a výrobní linie a zápatí, kde je uveden aktuální datum, čas a číslo zobrazované strany. Vizualizace první strany je uvedena na obrázku dole viz Obrázek 7-27 a vizualizace čtvrté strany je zobrazena na obrázku viz Obrázek 7-26.

LINKA 1 / Lis 1			
Noční			
Produktivita	OEE	Zmetkovitost	Plán výroby
70,3%	85,0%	2,5%	320/350 ks
Ranní			
Produktivita	OEE	Zmetkovitost	Plán výroby
65,4%	80,0%	0,5%	250/350 ks
Odpolední			
Produktivita	OEE	Zmetkovitost	Plán výroby
80,0%	60,0%	1,7%	320/350 ks
11:05:11	Strana 4/4	15.04.2016	

Obrázek 7-26: Online vizualizace – 4. strana



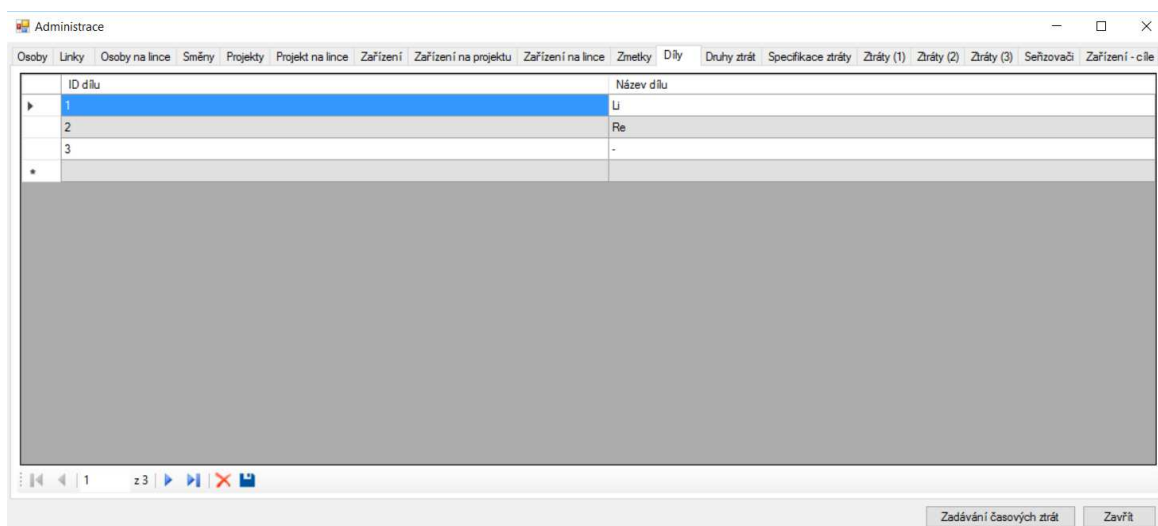
Obrázek 7-27: Online vizualizace – 1. strana

### 7.2.2 Administrace dat v aplikaci

Pro úplnost, je zde uveden příklad administrace dat v aplikaci. K tomuto oknu mají přístup pouze uživatelé, kteří mají roli administrace, administrace1 a administrace2. Na obrázku viz Obrázek 7-28 je zřejmé okno pro uživatele s rolí administrace1. V horní části jsou umístěny jednotlivé záložky karet sloužící ke „customizování“ dat v aplikaci. Karty a jejich popis je následující:

- **Osoby**
  - Definice přístupů do databáze – osoby a jejich role
- **Linky**
  - Definice výrobních úseků
- **Osoby na lince**
  - Přiřazení nadefinovaných osob k jednotlivým výrobním úsekům – pouze uživatelů s rolí mistr
- **Směny**
  - Definice směn – počet směn, začátek a konec směn, plánované odstávky zařazené v jednotlivých směnách, které se pravidelně opakují každou směnu
- **Projekty**
  - Definice projektů (vyráběných produktů)
- **Projekty na lince**
  - Přiřazení nadefinovaných projektů k jednotlivým výrobním úsekům
- **Zařízení**
  - Definice výrobních zařízení a jejich zařazení do skupin (lisy atp.)
- **Zařízení na projektu**
  - Přiřazení definovaných zařízení k jednotlivým projektům
- **Zařízení na lince**
  - Definice linií (název lisu udávající název linie) jednotlivých výrobních úseků
- **Zmetky**
  - Interní seznam typů nekvalitních dílů a jejich zařazení do skupin (lis, svářecí zařízení atp.)
- **Díly**
  - Definice dílů – levý, pravý, bez členění
- **Druhy ztrát**
  - Definice základní kategorizace ztrát
- **Specifikace ztrát**
  - Definice ztrát do úrovně 1 - *Ztráty (1)*
- **Ztráty (1)**
  - Přiřazení položek z kategorie *Specifikace ztráty* k položkám z kategorie *Druh ztráty* a přiřazení zařízení k těmto ztrátám
- **Ztráty (2)**
  - Přiřazení položek z další úrovně členění [*Ztráty (2)*] k položkám z kategorie *Ztráty (1)*

- **Ztráty (3)**
  - Přřazení položek z další úrovně členění [*Ztráty (3)*]k položkám z kategorie *Ztráty (2)*
- **Seřizovači**
  - Definice seřizovačů a přiřazení k jednotlivým výrobním úsekům
- **Zařízení – cíle**
  - Definice hodnot cílů (linie v grafech) do jednotlivých vizualizovaných grafů



Obrázek 7-28: Databázová aplikace – administrace

Z výše uvedeného vyplývá, že uživatelé s rolí administrátora mohou definovat do aplikace nové výrobní úseky, projekty, uživatele atp. samostatně bez dodavatelské společnosti. Společnost již tedy není závislá na dodavatelské společnosti a aplikaci může jakkoliv rozšiřovat na další výrobní úseky, popřípadě i do dalších společností v koncernu.

### Nápověda

Jelikož se jedná o aplikaci, která má více funkcí (evidence dat, grafické vyhodnocení, definice dat v aplikaci) a je tedy značně složitá, musel být vytvořen manuál, který všechny tyto funkce podrobně popisuje a poskytuje společnosti návod, jak s touto aplikací správně pracovat. Manuál je vytvořen zvláště pro práci s grafickým vyhodnocením v MS Excel a zvláště pro jednotlivé uživatele dle jejich rolí - mistr, administrace, administrace1 a obsahuje celkem 59 stran, což samo o sobě vypovídá o rozsahu a funkčnosti databázové aplikace.

Manuál pro práci s MS Excel popisuje, jak se pohybovat mezi jednotlivými kartami s vyhodnocením, jak pracovat s kontingenčními tabulkami a co, které vyhodnocení poskytuje.

Pro roli *mistr* manuál poskytuje ucelený postup, jak pracovat s aplikací, tzn. jak vložit záznamy do aplikace, co a jak do kterého pole v jednotlivých kartách zapsat. Dále pojednává o změně hesla do aplikace, změně výstupů na úvodní obrazovce a exportu dat do MS Excel.

Co se týče uživatelských rolí administrace, tak pro tyto role manuál poskytuje podrobný popis a postup, jak pracovat s oknem administrace a jeho jednotlivými záložkami.

Manuál je vytvořen pomocí softwaru *Autorský Systém ProAuthor*. Po vytvoření byl manuál exportován do elektronické knihy, která byla vložena do databázové aplikace a je elektronickou přílohou této práce – viz Příloha č. 2.

## 8 Závěr a vyhodnocení

Cílem teoretické části diplomové práce bylo rozšíření znalostí v oblasti výrobního systému včetně výrobního procesu. Dále bylo důležité seznámit se s výrobními ukazateli a jejich ovlivňujícími výrobními parametry. Poslední velmi podstatnou oblastí v teoretické části bylo seznámení se s reportováním výrobních dat. Následně tyto znalosti byly použity ke správnému návrhu evidence výrobních dat a jejich reportování.

V praktické části byla velmi významná analýza, která se zabývala výrobní dokumentací vedenou ve společnosti. Po vyhodnocení analýzy bylo zjištěno, že společnost zbytečně eviduje celkem osmnáct druhů dokumentace. Mezi jednotlivými dokumenty byla velká duplicita evidovaných položek, například nekvalitní díly se přepisovaly z výrobního procesu celkem do šesti různých dokumentů, přičemž často tvořil jeden dokument podklad pro dokument další. Takto složitý proces zapisování dat v sobě nesl určité riziko chybovosti. Z toho důvodu bylo jedním z dílčích cílů, odstranění duplicit v zapisování dat.

V rámci analýzy byly vydefinovány tři oblasti pokrývající výrobní data. Jedná se o oblasti *Jakost výroby*, *Časové ztráty* a *Plán výroby*. Tyto oblasti sledují nekvalitní díly, prostoje výrobních zařízení a produkci.

Nejprve byla navržena papírová forma evidence dat, se kterou ovšem nemohly být výrobní ukazatele automaticky vyhodnocovány. Z tohoto důvodu papírová forma sloužila pouze k převodu do elektronické formy. K elektronické formě byl použit MS Excel. Mezi velké přednosti elektronizace patřilo automatické vyhodnocení dat včetně grafického vyhodnocení a zvýšené přesnosti evidovaných dat. Vyhodnotit bylo možné vše, co bylo evidováno, takže výstupy mohly být přizpůsobeny napříč celou společností a každý měl potřebné výstupy téměř okamžitě po zapsání dat ve výrobě. Nicméně kvalita výstupů velmi záleží na kvalitě vstupů.

MS Excel byl vytvořen na míru společnosti, ovšem má také nevýhody, mezi které patří hlavně jeho složitost a jeho následná údržba. Vzhledem k nevýhodám MS Excel, mezi které také patřil vzrůstající objem zaevidovaných dat, musel být MS Excel převeden do databázové aplikace. Databázová aplikace byla navržena tak, aby společnost již byla schopna uživatelská data spravovat sama. V aplikaci se data evidují, vyhodnocují a následně jsou exportována do původní aplikace v MS Excel, kde dojde pouze k reportování.

Před samotným implementováním aplikací bylo uskutečněno školení zaměstnanců, kde byli podrobně seznámeni, jak s aplikacemi pracovat. K jednotlivým aplikacím byly vytvořeny manuály, které podrobně popisují práci s MS Excel a databázovou aplikací naprogramovanou ve Visual Basic.net

Cíl práce byl splněn a databázová aplikace společnosti přinesla automatické zpracování reportů, jednotnou metodiku vyhodnocování dat, takže každý zaměstnanec napříč celou společností pracuje se stejnými výstupy. Dalším důležitým přínosem je historie dat, tzn. možnost zpětného a jednoduchého dohledávání dat.

## ZDROJE

- [1] TUČEK, D., BOBÁK, R., *Výrobní systém*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 80-7318-381-1 .
- [2] KOPEČEK, P., *Plánování a řízení výroby v digitálním podniku*. [eBook] Plzeň : ZČU Plzeň, 2012.
- [3] VÁCHAL, J., VOCHOZKA, M., a kolektiv,, *Podnikové řízení*. Praha : GRADA Publishing a.s., 2013. 978-80-247-4642-5.
- [4] BUREŠ, M., *Podklady k předmětu KPV/ŘOP*. [Prezentace] Plzeň : ZČU Plzeň, 2015.
- [5] HORALÍK, P., *Prostorové uspořádání výrobní linky - bakalářská práce*. Plzeň : ZČU Plzeň, 2014.
- [6] VÁVROVÁ, M., *Analýza výrobního procesu v Ruční papírně Velké Losiny a.s. - bakalářská práce*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012.
- [7] MUSILOVÁ, M., "IPA." *Vizuální management - štihlé pracoviště*. [Online] 19. 1 2007. [Citace: 25. 11 2015.] <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vizualni-management-stihle-pracoviste>.
- [8] KLEČKA, J., *Produktivita a její měření - nové přístupy*. [pdf] Praha : autor neznámý.
- [9] HUTYRA, M., a kol., *Management jakosti*. [pdf] Ostrava : Vysoká škola Báňská, 2007. 978-80-248-1484-1.
- [10] ŠIMEK, J., *Moderní systémy řízení kvality*. [pdf] Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. 978-80-244-3637-1.
- [11] STAMATIS, D. H., *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. New York : CRC Press, 2010. 978-1-4398-1406-2.
- [12] MLČOCHOVÁ, P., *Aplikace metod Just In Time a TPM - diplomová práce*. Brno : Masarykova univerzita, 2009.
- [13] ANDRÝSEK, L., *Možnosti zvyšování celkové efektivnosti zařízení*. [Prezentace] Kolín : INVENTIO CONSULTING s.r.o., 17. 9 2008.
- [14] KOTTOVÁ, J., *Možnosti zvyšování produktivity a zlepšování firemních procesů pomocí metod a nástrojů průmyslového inženýrství a systémů zavádění štihlé výroby - diplomová práce*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2009.
- [15] EDL, M., KUDRNA, J., *Metody průmyslového inženýrství*. [eBook] Plzeň : ZČU Plzeň, 2013.
- [16] , API - Academy of Productivity and Innovations. [www.e-api.cz](http://www.e-api.cz). [Online] [Citace: 20. 11 2015.] <http://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z>.
- [17] KOZEL, P., *Podklady k předmětu KPV/MPI*. [Prezentace] Plzeň : ZČU Plzeň, 2014.
- [18] ADAMEC, M., *Reporting v podmínkách vybrané firmy - bakalářská práce*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2010.
- [19] BASL, J., BLAŽÍČEK, R., *Podnikové informační systémy*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2012. 978-80-247-4307-3.
- [20] , MEScentrum.cz. [www.mescentrum.cz](http://www.mescentrum.cz). [Online] 25. 4 2012. [Citace: 10. 4 2016.] <http://www.mescentrum.cz/o-projektu/co-mes>.

## **Přílohy**

Příloha č. 1: Manuál k aplikaci vytvořené v MS Excel – elektronická příloha na CD.

Příloha č. 2: Manuál k aplikaci vytvořené ve Visual Basic.net – elektronická příloha na CD.

