

# **Informační systém sledování výroby**

Production Control Information System

Bc. Petr Andrlík

---

Diplomová práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2011/2012

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr ANDRLÍK**  
Osobní číslo: **A10284**  
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Informační systém sledování výroby**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s výrobním systémem firmy.
2. Analyzujte klady a zápory současného řešení sledování výroby.
3. Navrhněte variantní řešení inovace sběru dat.
4. Vypracujte vyhodnocení možných řešení sběru dat.
5. Pro zvolené řešení vypracujte podrobný návrh vč. návrhu databáze pro sběr dat.
6. Provedte ekonomické vyhodnocení zvoleného řešení a jeho další možný rozvoj.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **CONOLLY, Thomas, Carolyn E BEGG a Richard HOLOWCZAK. Mistrovství - databáze: profesionální průvodce tvorbou efektivních databází. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, 584 s. ISBN 978-802-5123-287.**
2. **JENNINGS, Roger. Microsoft Access 2010 in depth. Indianapolis, Ind.: Que Pub., c2011, 1521 s. ISBN 07-897-4307-8.**
3. **PALETA, Petr. Co programátory ve škole neučí aneb Softwarové inženýrství v reálné praxi. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2003, 337 s. ISBN 80-251-0073-1.**
4. **SODOMKA, Petr. Informační systémy v podnikové praxi. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2006, 351 s. ISBN 80-251-1200-4.**
5. **VYMĚTAL, Dominik. Informační systémy v podnicích: teorie a praxe projektování. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 142 s. ISBN 978-802-4730-462.**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Radek Šilhavý, Ph.D.**

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Konzultant:

**Ing. Miroslava Chludová**

Datum zadání diplomové práce:

**24. února 2012**

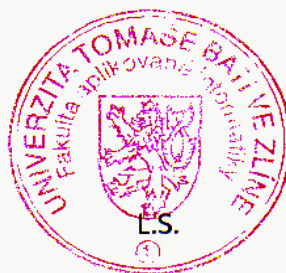
Termín odevzdání diplomové práce:

**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 24. února 2012



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Tato práce zpracovává návrh nového systému pro sledování výroby ve firmě. V úvodní části je popsán a zhodnocen systém, který firma používá v současné době. V následující části je vybráno nejvhodnější technické řešení pro nový systém a proveden návrh databáze a aplikace, které budou součástí systému.

Klíčová slova: systém sledování výroby, databáze, návrh aplikace, ekonomické hodnocení projektu

## **ABSTRACT**

This thesis describes design of a new production control information system. The opening part describes and evaluates system which is currently used by the company. The most suitable technical solution of a new system is selected and a database and application design is made in the following part of the thesis.

Keywords: production control information system, database, application design, economical evaluation of a project.

Děkuji Ing. Radku Šilhavému, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady. Dále děkuji Ing. Miroslavě Chludové za konzultace a všechny poskytnuté informace. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu během celé doby studia.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY</b> .....	<b>12</b>
<b>2 SLEDOVANÉ VÝROBNÍ ÚDAJE A JEJICH POUŽITÍ</b> .....	<b>13</b>
2.1 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS .....	13
2.1.1 Výkon .....	13
2.1.2 Kvalita .....	13
2.1.3 Dostupnost.....	14
2.2 DALŠÍ POUŽITÍ SESBÍRANÝCH DAT .....	14
<b>3 SOUČASNÝ SYSTÉM SBĚRU DAT</b> .....	<b>15</b>
3.1 TOK DAT.....	15
3.1.1 Formulář.....	17
3.1.2 Systém vyhodnocení dat.....	19
3.2 ANALÝZA SOUČASNÉHO SYSTÉMU.....	20
3.2.1 Klady současného systému.....	20
3.2.2 Problémy současného systému .....	20
3.2.3 Časové a finanční zhodnocení současného systému .....	21
<b>4 POŽADAVKY NA SYSTÉM</b> .....	<b>24</b>
4.1 POŽADAVKY NA VSTUPNÍ STRANĚ SYSTÉMU .....	24
4.2 POŽADAVKY NA VÝSTUP ZE SYSTÉMU .....	25
4.3 PŘEDPOKLÁDANÉ PŘÍNOSY ZAVEDENÍ NOVÉHO SYSTÉMU .....	26
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>27</b>
<b>5 POČÁTEČNÍ VÝBĚR ŘEŠENÍ</b> .....	<b>28</b>
5.1 NAVRŽENÁ ŘEŠENÍ .....	28
<b>6 TOK DAT V NOVÉM SYSTÉMU</b> .....	<b>29</b>
<b>7 ANALÝZA NAVRŽENÝCH ŘEŠENÍ</b> .....	<b>30</b>
7.1 HARDWAROVÉ ŘEŠENÍ SBĚRU DAT NA LINKÁCH .....	30
7.1.1 Výhody a nevýhody jednotlivých řešení .....	32
7.1.2 Výběr hardwarového řešení.....	33
7.2 POUŽITÍ MICROSOFT OFFICE ACCESS 2007.....	34
7.2.1 Výhody Microsoft Office Access 2007 .....	34
7.2.2 Nevýhody Microsoft Office Access 2007 .....	35
7.3 POUŽITÍ DATABÁZOVÉHO SYSTÉMU MYSQL.....	35
7.3.1 Výhody použití DBMS MySQL.....	35
7.3.2 Nevýhody použití DBMS MySQL .....	36
7.4 POUŽITÍ DATABÁZE ORACLE DATABASE 11G .....	36
7.4.1 Výhody použití Oracle Database 11g.....	36

7.4.2	Nevýhody použití Oracle Database 11g .....	37
7.5	POUŽITÍ MES CAMLINE.....	37
7.5.1	Výhody použití MES Camline .....	38
7.5.2	Nevýhody použití MES Camline .....	39
7.6	SROVNÁNÍ NAVRHNUTÝCH ŘEŠENÍ SE SOUČASNÝM SYSTÉMEM.....	39
7.6.1	Zpracování jednoho formuláře .....	39
7.6.2	Méně pravidelné činnosti a úpravy systému .....	42
7.7	VÝBĚR SOFTWAREVÉHO ŘEŠENÍ.....	44
<b>8</b>	<b>KONCEPTUÁLNÍ NÁVRH DATABÁZE.....</b>	<b>46</b>
8.1	PŘÍPADY UŽITÍ SYSTÉMU .....	46
8.1.1	Diagram balíčků .....	46
8.1.2	Případy užití z balíčku VstupDoSystému.....	47
8.1.2.1	Případ užití UC1 - Přihlášení do systému .....	47
8.1.2.2	Případ užití UC2 – Výběr linky .....	48
8.1.3	Případy užití z balíčku SběrDat.....	49
8.1.3.1	Případ užití UC3 – Zadání typu .....	50
8.1.3.2	Případ užití UC4 – Změna typu .....	50
8.1.3.3	Případ užití UC5 – Zadání hodinového plnění .....	51
8.1.3.4	Případ užití UC6 – Zadání chyby.....	52
8.1.3.5	Případ užití UC7 – Zadání prostoje .....	53
8.1.3.6	Případ užití UC8 – Uložení hodinového plnění a prostoje .....	54
8.1.4	Případy užití z balíčku Výsledky.....	55
8.1.4.1	Případ užití UC9 - Prohlížení vizualizace výsledků OEE, prostojů, chyb, premií a hodinového plnění.....	55
8.1.5	Případy užití z balíčku SprávaSystému .....	57
8.1.5.1	Případ užití UC10 – Přidání objektů.....	58
8.1.5.2	Případ užití UC11 – Smazání objektů .....	59
8.1.5.3	Případ užití UC12 – Úprava objektů.....	60
8.1.5.4	Případ užití UC13 – Oprava hodinového plnění.....	61
8.1.6	Systémové specifikace .....	62
8.1.6.1	Počáteční velikost databáze .....	62
8.1.6.2	Růst databáze .....	62
8.1.6.3	Zabezpečení a zálohování .....	62
8.1.6.4	Uživatelské rozhraní .....	63
8.2	ENTITNĚ-RELAČNÍ MODEL DATABÁZE.....	63
<b>9</b>	<b>LOGICKÝ NÁVRH DATABÁZE.....</b>	<b>69</b>
<b>10</b>	<b>NÁVRH APLIKACE .....</b>	<b>71</b>
10.1	DIAGRAM TŘÍD .....	71
10.2	UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ.....	73
<b>11</b>	<b>EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU A MOŽNÝ ROZVOJ.....</b>	<b>78</b>



---

11.1	NÁKLADY NA VÝVOJ APLIKACE .....	78
11.2	CELKOVÉ NÁKLADY NA PROJEKT A PŘÍNOSY PROJEKTU .....	78
11.3	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	79
11.4	DALŠÍ MOŽNÝ ROZVOJ.....	80
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>81</b>
<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....</b>		<b>82</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>83</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>		<b>85</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>86</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>87</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>		<b>89</b>

## ÚVOD

Informační systémy jsou stále častěji zaváděny firmami z různých oblastí průmyslu. Přesto jsou ještě firmy, které je podceňují a považují je za něco, bez čeho se firma dokáže obejít.

Tyto systémy slouží pro sběr všech možných dat z výroby a jejich následné vyhodnocování. Výsledky, které tyto systémy poskytují, nabízejí informace o výkonu jednotlivých zařízení a pracovníků, množství zhotovených výrobků, slouží pro plánování výroby, identifikování problémů ve výrobě a v neposlední řadě mohou poskytovat informace pro údržbu výrobních zařízení.

Tato práce je vlastně studií, která má jedné firmě z oblasti automobilového průmyslu pomoci vybrat a navrhnout takový systém, který bude získávat informace z výroby a používat je k výpočtu ukazatelů, které firma používá.

Firma sice už určitým způsobem svou výrobu sleduje, ale protože systém, který v současné době používá je složitý a neodpovídá požadavkům pro rychlou a efektivní práci, rozhodla se firma tento systém významně inovovat a v podstatě postavit od začátku nový systém, který ji bude ušit na míru.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY

Firma Continental Automotive Systems Czech Republic s.r.o., Frenštát pod Radhoštěm je součástí skupiny Automotive nadnárodní společnosti Continental AG. Firma Continental AG byla založena v roce 1871 v německém Hannoveru, kde dodnes sídlí. Continental AG se zabývá výrobou součástí pro automobily. Patří sem výrobky pro pasivní bezpečnost vozů, brzdové systémy, elektronické asistenční systémy, součásti pohonných ústrojí a interiérů vozů, pneumatiky pro osobní vozy, nákladní vozy, motocykly i bicykly. Firma patří mezi pět největších výrobců komponentů pro automobilový průmysl na světě a v Evropě zaujímá druhou pozici. Zaměstnává okolo 150tisíc zaměstnanců ve 46 zemích světa [1].

Továrna ve Frenštátě pod Radhoštěm byla založena v květnu 1995. Výroba probíhá v halách o celkové rozloze 17450 m<sup>2</sup>. V září 2011 zaměstnávala firma 2244 zaměstnanců ve 3 odděleních. Zaměření jednotlivých oddělení je následující:

1. Karoserie a bezpečnost, palivové systémy – výrobky jako ovládání oken vozu, bezklíčové systémy, ovládání dveří vozu, elektronické systémy palivových pump.
2. Motorové a převodové systémy – zde jsou vyráběny součásti pro řídicí elektroniku benzinových a dieselových motorů a elektronika pro převodová ústrojí.
3. Senzory – toto oddělení vyrábí senzory pro měření teploty, tlaku, výšky hladiny nebo rychlosti.

Mezi zákazníky společnosti patří většina velkých světových automobilek. Největšími odběrateli jsou Ford, Volkswagen a Volvo.

## 2 SLEDOVANÉ VÝROBNÍ ÚDAJE A JEJICH POUŽITÍ

Firma Continental Automotive Systems sleduje u jednotlivých výrobních linek tyto údaje: počet vyrobených kusů za jednu hodinu, délka a důvod prostoje jednotlivých výrobních zařízení, počet vadných kusů a typy chyb, které se u vadných kusů vyskytují.

### 2.1 Overall Equipment Effectiveness

Sledované údaje jsou použity pro výpočet Overall Equipment Effectiveness (OEE), což se do češtiny překládá jako Celková efektivita zařízení. OEE je měřítko, které ukazuje, jak efektivně pracují výrobní stroje [2]. Slouží k zjištění chronických problémů ve výrobě a jejich odstranění. Cílem vyhodnocování OEE je dosáhnout stavu, kdy stroje budou připraveny vyrábět v jakoukoliv dobu, na plný výkon a bez chyb. Firma samozřejmě nemůže posuzovat pouze samotnou hodnotu OEE, ale zároveň musí brát zřetel na jednotlivé faktory, které OEE ovlivňují. Hodnota OEE se totiž může zvýšit i když některá z veličin poklesne [3].

Pro výpočet OEE jsou důležité tři veličiny: výkon, dostupnost a kvalita. Součinem těchto veličin získáme procentuální vyjádření efektivity výrobního zařízení.

$$OEE = \text{Výkon} \times \text{Kvalita} \times \text{Dostupnost} \quad (1)$$

#### 2.1.1 Výkon

Hodnotu výkonu výrobního zařízení získáme jako porovnání aktuálního počtu výrobků na výstupu stroje a množství výrobků, které by měl stroj za danou dobu vyrobit [2].

$$\text{Výkon} = \frac{\text{Počet vyrobených výrobků} \times \text{Maximální takt}}{\text{Doba běhu stroje}} \quad (2)$$

#### 2.1.2 Kvalita

Údaj o kvalitě výroby lze získat jako poměr počtu vyrobených kusů, které nemají žádnou vadu a celkového počtu vyrobených kusů. Hodnota 100% potom bude znamenat, že stroj vyrábí bez chyb. Cílem je maximalizovat dobu, kdy jsou vyráběny bezchybné kusy [4].

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{Počet kusů bez chyb}}{\text{Celkový počet kusů}} \quad (3)$$

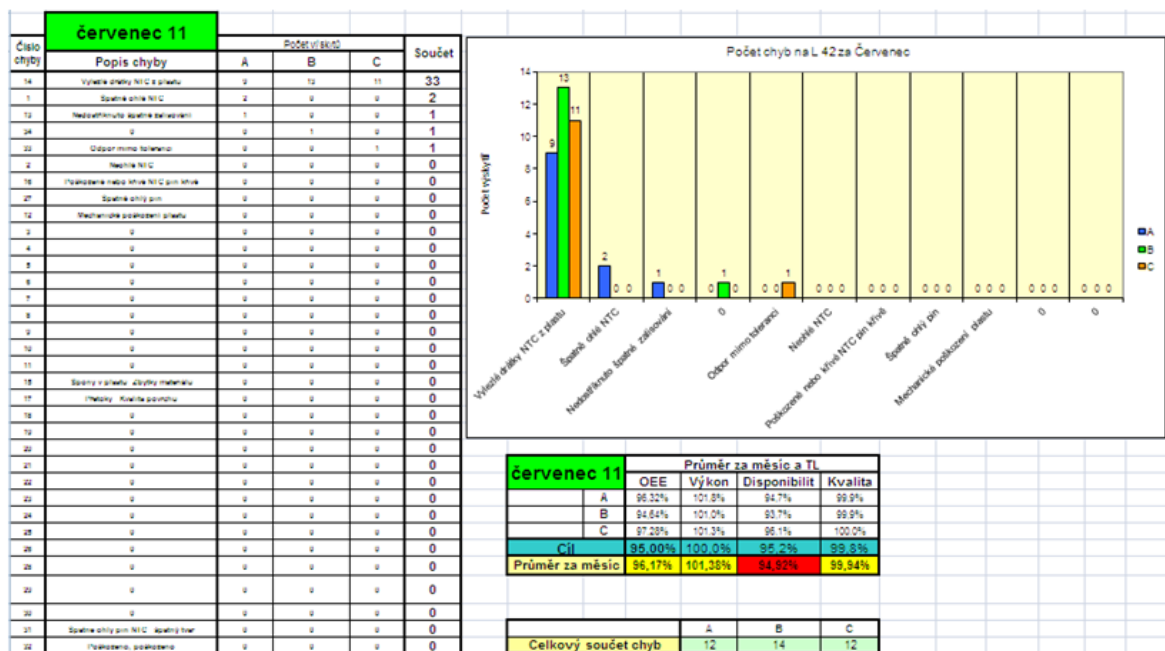
### 2.1.3 Dostupnost

Dostupnost výrobního prostředku je doba, po kterou byl stroj schopný vyrábět. Vypočítá se jako rozdíl celkové doby výroby a délky prostojů, tedy doby kdy stroj z nějakého důvodu nemůže vyrábět, dělený celkovou délkou výroby.

$$Dostupnost = \frac{Celková\ doba\ výroby - Prostoje}{Celková\ doba\ výroby} \quad (4)$$

### 2.2 Další použití sesbíraných dat

Mimo reportu OEE a vizualizace dat na tabulkách ve výrobě (Obr. 1) jsou výrobní data použita pro analýzu chyb, které se vyskytují na jednotlivých výrobcích a zjištění nových chyb, které se mohou vyskytnout. Dále některá data vstupují do výpočtu finančních premií pro výrobní týmy.



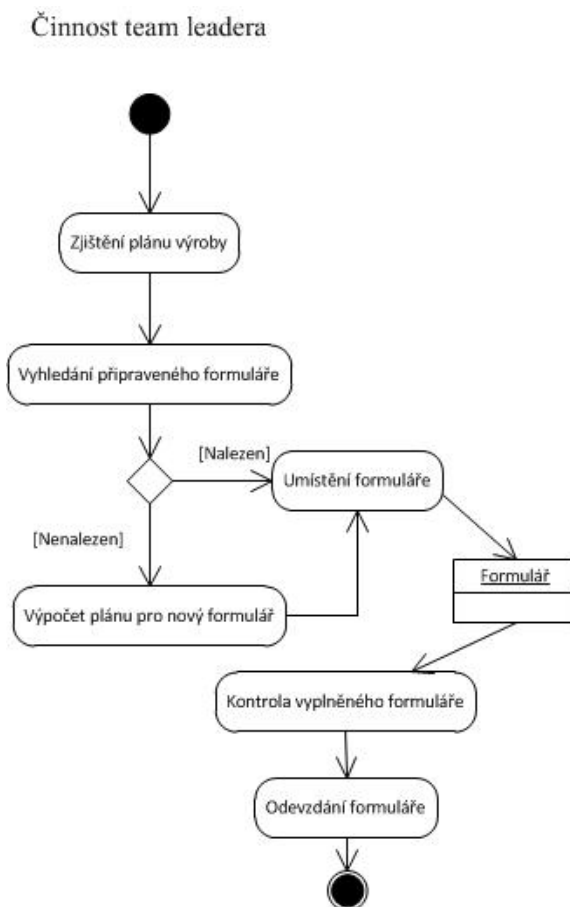
Obr. 1. Příklad vizualizace výrobních dat

### 3 SOUČASNÝ SYSTÉM SBĚRU DAT

Současný způsob sběru a vyhodnocování dat z výroby probíhá manuálním způsobem, má čtyři základní fáze, na kterých se podílejí čtyři různí pracovníci. Podrobně je systém znázorněn v Příloze I. Výrobní údaje jsou každou hodinu zapisovány do papírových formulářů. Pro každou výrobní linku náleží jeden formulář na směnu. Celkem je sledováno 27 linek, přičemž je plánováno rozšíření výroby až na dvojnásobný počet linek. Tyto formuláře jsou na konci směny shromážděny a následující den jsou převáděny do elektronické podoby. Takto zpracované údaje vstupují do výpočtů a vyhodnocení.

#### 3.1 Tok dat

Jak je zmíněno výše, na celém sběru dat a jejich vyhodnocení spolupracují 4 pracovníci (Obr. 4). Celý proces začíná u vedoucího výrobního týmu, tzv. team leadera (TL), který na základě požadavků na výrobu a počtu operátorů účastnících se výroby vybírá správný formulář, případně jej vytváří (Obr. 2).

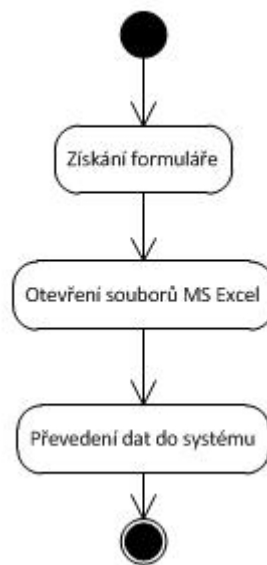


Obr. 2. Diagram činnosti TL

Během pracovní směny operátoři zapisují počty vyrobených kusů, případné prostoje a vzniklé chyby na výrobcích. Zároveň vyplňují operátoři tzv. výkaz práce, ve kterém jsou zaznamenány činnosti, které jednotliví operátoři provádějí.

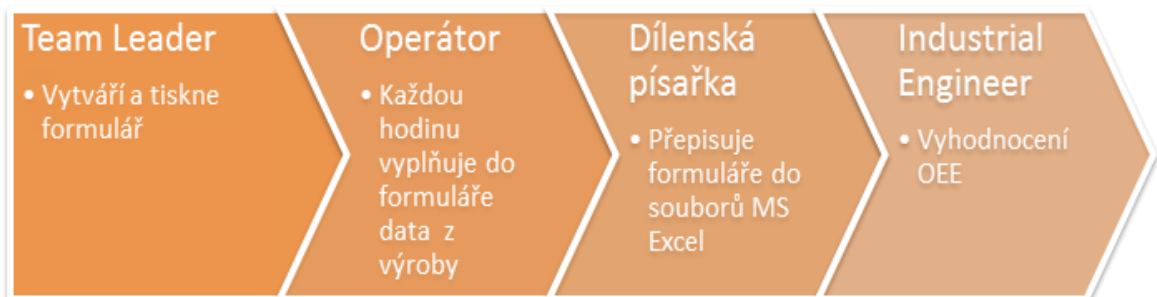
Po kontrole TL je vyplněný formulář odevzdán dílenským písáčkám (DP). Jako DP jsou zaměstnány čtyři pracovnice. DP mají na starost převést ručně psané údaje do elektronické podoby. To v současné době znamená přepsání formuláře do soustavy vzájemně propojených souborů vytvořených v programu Microsoft Excel (Obr. 3).

#### Činnost dílenské písáčky



Obr. 3. Diagram činnosti DP

Vyhodnocování OEE, tvorbu výpočtů, opravu chyb a úpravu celého systému má v kompetenci průmyslový inženýr (IE).



Obr. 4. Tok dat v systému OEE



### 3.1.1 Formulář

Formulář používaný pro zaznamenávání dat operátory má podobu papíru formátu A3 s potiskem po obou stranách. Na jedné straně se nachází sekce pro zápis plnění výrobního plánu, výrobních prostojů (Obr. 5) a chyb na výrobcích (Obr. 6). Dále se na první straně vyskytují kódy pro plánované a neplánované prostoje (Obr. 7). Druhá strana formuláře obsahuje výkaz práce.

Čas	Plán		Plnění			Počet operátorů	Problém / prostoj		Poznámka
	hod	Celkem	hod	Celkem	Rozdíl		Neplánované	Plánované	
22:00 - 23:00	261					4			
		261							
23:00 - 24:00	261					4			
		522							
00:00 - 01:00	261					4			
		783							
01:00 - 02:00	261					4			
		1044							
02:00 - 03:00	109					4			
		1153							
03:00 - 04:00	261					4			
		1414							
04:00 - 05:00	261					4			
		1675							
05:00 - 06:00	218					4			
		1893							

Obr. 5. Sekce pro zápis plnění plánu a prostojů

Do sekce pro zápis plnění výrobního plánu (Obr. 5) mají operátoři za úkol každou hodinu vyplnit počet kusů, které byly vyrobeny během uplynulé hodiny, celkový počet kusů, které byly doposud vyrobeny, typ výrobků, počet operátorů a pokud nastane nějaký plánovaný či neplánovaný prostoj ve výrobě, musí zaznamenat jeho kód podle kódovníku prostojů (Obr. 7).

Operace	Číslo	Konkrétní chyba / Odchyłka MAPS / JIDOKA	MAPS kód	Maximální povolený limit	Počet chyb za směnu	Suma	NTC dodané předákem na začátku směny		1
Welding Svarování	65	svarování / nesvarěno (jedna nožička pinu)	CL03	2					
	66	svarování / špatné	CL0F	3					
	67	svarování / umístění, pozice	CL0A	2					
	68	svarování / ohnuté NTC	CL3C	8				NTC zůstatek z předchozí směny	2a
	8	přetok	<del>CL03</del>	3					
	69	Křivě NTC	<del>CL03</del>	--				NTC zůstatek z předchozí směny - přepočítané	2b
	0	nesvarěno							
				Počet ks na dané operaci					
Lepení	84	lepidlo chybí	KL0G	2				vyrobené dobré kusy svařička na konci směny	3
	85	hodně lepidla	KL50	2					
	86	málo lepidla	KL3P	2					
	87	pozice lepidla (zašpiněno)	KL5S	2					
	88	bubliny	KL13	2				vyrobené dobré kusy finai test na konci směny	4
	89	špatně zalepeno	KL0F	3					
	12	špatně dávkování	<del>KL03</del>	1				počet špatných ks s NTC na konci směny	
	13	Zaseká kostka	<del>KL03</del>	3				včetně trhaček a seřizení	5
	14	Chyba davky, utřít jehlu	<del>KL03</del>	3					
	58	Křivě NTC	<del>CL03</del>	10					
				Počet ks na dané operaci					
Pressing Lisování	73	mechanické poškození - lisování	JC0C	2				NTC zůstatek u svařičky na konci směny	6
	74	špatně zalisováno	JC0F	3					
	78	2 inserty v housingu	JC0N	2				výsledek rozdílu - 7= 4+5+6-1-2b	7
	79	ohnutá hlavička NTC	JC3C	3					
	81	špatná pozice	JC5S	2				důvod rozdílu	
	17	Ne lze zalisovat	<del>JC03</del>	2					
							zapsal (hůlkovým čítačem)		

Obr. 6. Sekce pro zápis počtu a typu vyskytnutých chyb

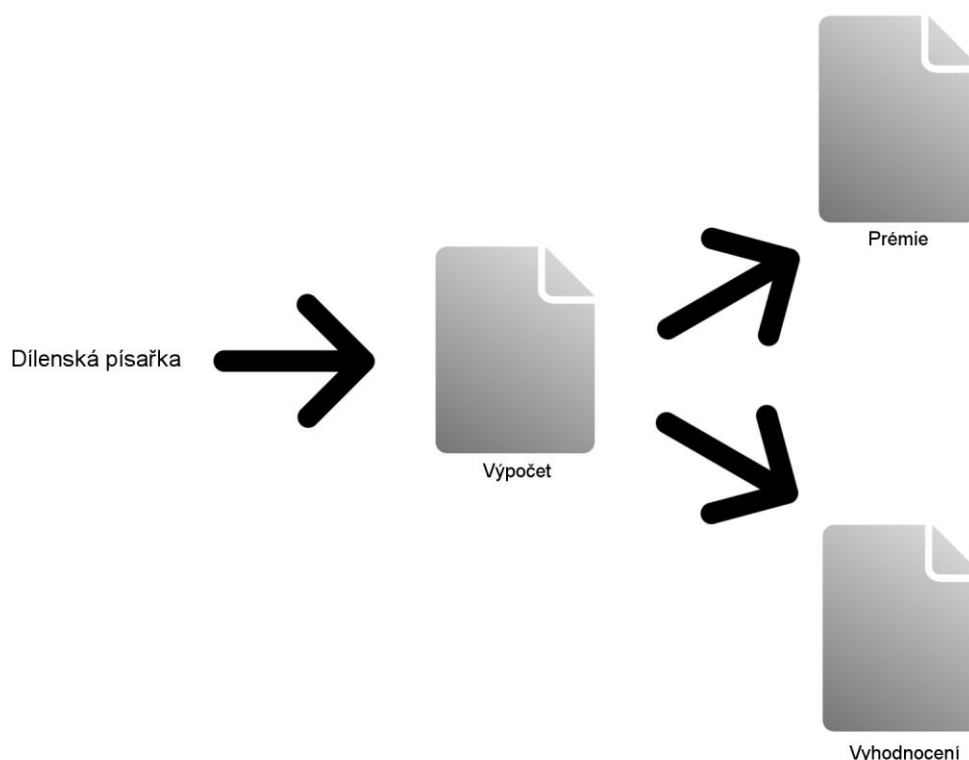
Do sekce pro zápis chyb na výrobcích zapisují operátoři na konci směny vady, které se vyskytly na vyrobených kusech a jejich počet. Pokud se vyskytne vada, která ještě není uvedena v seznamu, mají možnost dopsat ji do volných řádků. Chyby jsou rozděleny podle výrobních operací, u kterých se mohou vyskytnout.

KÓDOVNÍK	
<b>Neplánované</b>	
J	Jiné problémy
SO	Chybi systémové obsluha(čekání)
VT	Výpadek výpočetní techniky
M	Chybějící materiál
E	Výpadek energie
V	Výpadek (šrot)
TP	Technický prostoj (vylepšování zařízení)
NP	Nedostatek personálu
DM	Doplňování materiálu (bilistry)
SL	střídání na jiné lince
<b>Svářečka</b>	
S1	Ukládání dat
S2	Čištění kostek
S3	Výměna elektrod (seřizování)
S4	Seřizování II

Obr. 7. Kódovník prostojů

### 3.1.2 Systém vyhodnocení dat

Současný systém pro vyhodnocení dat z výroby je tvořen soustavou vzájemně propojených souborů Microsoft Excel (Obr. 8). Pro každou linku existuje celkem 26 souborů – jedná se o soubory připravené pro použití během celého roku. 12 souborů obsahuje výpočty pro jednotlivé měsíce, 12 souborů slouží pro výpočet prémie pro výrobní týmy, jeden soubor obsahuje připravené formuláře a jeden soubor obsahuje vyhodnocení (Obr. 1). Všechny tyto soubory jsou umístěny na síťovém disku a podle potřeby chráněny heslem.



Obr. 8. Systém souborů pro uložení a vyhodnocení dat

Celý postup je následující:

- Dílenská písáčka navede data ze psaného formuláře do souboru s výpočtem.
- Navedením dat se získají hodnoty pro výkon, dostupnost a kvalitu. Tím je získána výsledná hodnota OEE pro jednotlivé směny, dny či měsíce.
- Výsledky z výpočtu vstupují do souboru, který vypočítává prémie pro jednotlivé týmy.
- Vybraná data vstupují do souboru s vyhodnocením.

- Vizualizace a výsledky z vyhodnocení a výpočtu prémie jsou umístěny na tabulkách ve výrobě, které jsou u každé linky a slouží pro monitoring a vyhodnocování managementem.

## 3.2 Analýza současného systému

I když na první pohled vypadá celý současný systém poměrně jednoduše, je z diagramu v Příloze PI vidět, že se skládá z většího množství kroků. Zároveň je velmi složitý systém pro uložení a vyhodnocení dat. Toto je, i z pohledu rozšíření výroby na dvojnásobný počet linek oproti současnosti, nadále neudržitelné.

### 3.2.1 Klady současného systému

Hlavní výhodou současného systému je fakt, že systém je už zavedený, poměrně dobře vyladěný a základní sběr dat probíhá velmi jednoduše – v podstatě jen za pomoci papíru a tužky.

Dalším kladem je velmi malá hardwarová náročnost. Pro celý systém postačují pouze dva osobní počítače, jeden používá DP a jeden IE. Dále je již potřeba jen tiskárna pro tisk formulářů a vizualizace vyhodnocení. Toto velmi snižuje cenu a náročnost údržby techniky pro provoz systému.

Ze softwarového hlediska je vše ještě jednodušší, protože všechna data jsou uložena ve formátu Microsoft Office Excel, což je standardní součást kancelářského balíku MS Office, jehož licence má firma zakoupeny (pro provoz systému jsou v podstatě potřeba pouze licence pro dva počítače). Z nízké hardwarové a softwarové náročnosti plyne nízká pořizovací cena tohoto systému.

### 3.2.2 Problémy současného systému

Systém trpí velkým vlivem lidského faktoru a tím způsobenou vysokou chybovostí. Chyby mohou vzniknout na straně všech čtyř pracovníků podílejících se na sběru a vyhodnocení dat.

TL může vybrat neaktuální formulář. Nejvíce chyb může vzniknout u operátorů. To se týká uvedení nesprávného počtu vyrobených kusů, nesprávného počtu nebo typu chyb na výrobcích, nesprávného typu nebo délky prostoje. Typickou chybou DP je překlep při

navádění čísel do elektronické podoby, výjimečně se může stát, že DP navede data do souborů určených pro jinou výrobní linku. V případě IE se může vyskytnout chyba už při samotné přípravě materiálů a souborů pro systém.

Dalším velkým problémem je malá flexibilita a náročná rozšiřitelnost systému. V případě jakékoliv změny (např. změny norem, výrobních kapacit, atd.) je nutné ručně provést změnu ve všech souborech a formulářích, jichž se tato chyba týká. Zavedení nové výrobní linky je časově velmi náročné. Stejně tak jsou časově náročné jakékoliv větší změny v systému a příprava systému na nový kalendářní rok.

Z formy sběru a navádění dat plyne, že systém neposkytuje vždy aktuální informace. Navedení dat z formulářů se může zpozdít až o tři pracovní dny. Zároveň je problém v aktuálnosti samotných formulářů. Stává se, že změny ve formulářích se k TL dostanou pozdě a ti pak používají neaktuální formuláře.

Převádění dat do elektronické podoby je závislé na DP. Vzhledem k různým rozdílům mezi jednotlivými výrobními linkami je nemožná vzájemná zastupitelnost mezi jednotlivými DP a v případě nemoci či jiné absence jedné z nich nastává výrazné zpoždění v navádění dat z určitých linek, což negativně ovlivňuje již tak špatnou aktuálnost systému.

### 3.2.3 Časové a finanční zhodnocení současného systému

V tabulce (Tab. 1) je uvedena doba potřebná pro vykonání dané činnosti a částka v korunách, která je vynaložena na vykonání činnosti. Pro výpočet částky je použita hodinová mzda 100Kč/h. Činnosti v tabulce jsou vztaženy ke zpracování jednoho formuláře.

*Tab. 1. Časová a finanční náročnost zpracování jednoho formuláře*

Činnost	Čas [min]	Částka [Kč]
Zápis dat do formuláře	24	40,00
Cena papíru		1,00
Cena tisku		2,00
Přepsání formuláře DP	15	25,00

Činnost	Čas [min]	Částka [Kč]
Archivace	1	1,67
Kontrola formuláře před odevzdáním	10	16,67
Sběr formulářů	10	16,67
Otevírání souborů	5	8,33
Příprava formuláře	5	8,33
Umístění formuláře	1	1,67
<b>CELKEM</b>	<b>71</b>	<b>121,33</b>

Z tabulky (Tab. 1) lze vyčíst, že zpracováním jednoho formuláře od jeho přípravy až po převedení do elektronické podoby stráví pracovníci firmy denně 71 minut pracovní doby a firma za tuto činnost vyplatí 121,33Kč. To znamená, že za sledování 27 výrobních linek vynaloží firma 3275,91Kč a při rozšíření výroby na dvojnásobný počet linek se tato částka vyšplhá na 6551,82Kč každý den (Tab. 2).

*Tab. 2. Celková částka za sledování dat během pracovní směny*

	Částka [Kč]
Současnost – 27 linek	3275,91
Rozšíření výroby na dvojnásobek	6551,82

Mimo zpracování formulářů, které je prováděno průběžně, je třeba provádět některé nepravidelné úkony, které jsou prováděny týdně, ročně nebo podle potřeby. Mezi ty patří například zavedení nové linky, update systému, správa výrobních chyb, příprava systému na nový rok, atd. Doba potřebná pro jejich vykonání a částka, kterou stojí, jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 3).

*Tab. 3. Časová a finanční náročnost nepravidelně vykonávaných činností*

Činnost	Čas	Cena [Kč]
Připojení linky	15 dnů	12000
Update	1den/týden	800
Příprava na další rok	5dnů/rok	4000
Komunikace a oprava chyb (IE)	1den/týden	800
Prémie - aktualizace spojení	5h/týden	500
Správa chyb ve výrobě	1h/týden	100

Za předpokladu, že nebyla zprovozněna žádná nová výrobní linka, vyšplhá se částka vynaložená na mzdy pracovníků za tyto činnosti až 118400Kč ročně. S každou novou zavedenou linkou se tato částka zvedne o dalších 12tisíc korun.

V tabulce (Tab. 4) je vypočtena celková částka, kterou v současné době vydává firma za provoz a správu systému za jeden rok. Částka je počítána pro 27 linek a 252 pracovních dní (počet pracovních dní v roce 2012).

*Tab. 4. Cena za roční provoz*

	Částka [Kč]
Denní provoz	825 529,32
Nepravidelné činnosti	118 400,00
<b>CELKEM</b>	<b>943 929,32</b>

## 4 POŽADAVKY NA SYSTÉM

Z předchozích kapitol je zřejmé, že nevýhody a množství potenciálních míst, na kterých mohou vzniknout chyby, výrazně převažují nad klady a výhodami současného systému. Proto firma Continental Automotive uvažuje nad zavedením nového mnohem modernějšího systému.

Po konzultacích s pracovníky firmy Continental byly stanoveny požadavky, které by měl systém pro sledování výroby splňovat. Požadavky jsou rozděleny do dvou kategorií a povětšinou vycházejí ze známých nedostatků aktuálně používaného systému.

### 4.1 Požadavky na vstupní straně systému

Celý systém začíná sběrem dat z výroby, nový systém sběru dat má být kombinací manuálního a automatického sběru. Není možné použít pouze automatickou formu sběru dat, protože starší linky jej neumožňují. Dalším důvodem pro kombinaci obou forem je neschopnost automaticky rozlišit druh prostoje a druh chyby, která vznikla na výrobku.

Jednotlivé výrobní linky jsou technologicky specifické, a proto je důležité, aby systém umožnil přiřazení různých druhů prostojů, typů výrobků, výrobních operací a chyb na výrobcích k jednotlivým linkám.

Dále je nutné, aby systém umožnil nastavení různých CT (cycle time) pro různý počet operátorů pracujících na lince při výrobě daného typu výrobku. CT je čas, který stráví vyráběný kus ve výrobním procesu [5].

Jedním z nedostatků současného systému je komplikované zavádění změn, proto je jedním z požadavků rychlé a snadné zavádění změn do systému. Zároveň je nutné, aby bylo možné rychle a snadno zavést do systému novou výrobní linku v případě rozšíření výrobních kapacit závodu. V současné době tato činnost trvá až 15 dní, což je v dnešní době netolerovatelné zdržení.

Je nutné, aby byla zachována detailní evidence hodinového plnění a průběhu výroby v podobě, která je blízká současnému stavu, tedy se vzhledem podobným současným papírovým formulářům.

Pro zaznamenávání prostojů je třeba zaznamenávat prostoje od minimální délky jedné minuty. Zaznamenávání chyb na výrobcích požaduje zachování všech údajů, které jsou



zaznamenávány v současné době (název chyby, název výrobní operace, ke které chyba patří, počet jednotlivých chyb za směnu, celkový počet chyb za směnu, maximální možný počet jednotlivých druhů chyb, kódy chyb).

Samozřejmostí je zabezpečení systému takovým způsobem, aby ke změnám v systému a zavádění nových linek měli přístup pouze oprávnění pracovníci. Operátoři musí mít přístup pouze k částem systému, které slouží pro zaznamenávání dat z výroby. Zároveň je požadováno, aby bylo možné zpětně zjistit osobu zodpovědnou za zapsaná data a postihnout ji v případě úmyslného zaznamenávání chybných údajů, které by zkreslily celkové hodnocení OEE a tím například ovlivnily výpočet premii pro výrobní týmy.

## 4.2 Požadavky na výstup ze systému

Výstupem systému bude evidence prostojů, sníženého výkonu a nekvality výroby na sledovaných výrobních linkách. Reporting by měl navazovat na současnou podobu reportů (Obr. 1). Výrobní ztráty mají být zobrazeny v závislosti na pracovní směně, dny v týdnu nebo typu vyráběného výrobku.

Požadavkem je, aby byl reporting přístupný v reálném čase, tak jak jsou data zaznamenávána od operátorů. Systém musí být přístupný nejen v rámci firmy, ale také přes vzdálené připojení z domova či služební cesty. Reporty mají být přístupné všem zainteresovaným zaměstnancům firmy.

Z důvodu návštěv zahraničních členů managementu firmy ve výrobě je požadováno, aby bylo možné systém provozovat ve více jazykových mutacích. Minimem je český a anglický jazyk, dále je vhodné zvážit možnost německé jazykové mutace systému. Požadavky jsou shrnuty v tabulce (Tab. 5)

Tab. 5. Shrnutí požadavků na systém

Požadavek	Vstup / výstup systému
Manuální + automatický sběr dat	Vstup
Diferenciace dle linek	Vstup

Požadavek	Vstup / výstup systému
Různé CT pro různý počet operátorů a typ výrobků	Vstup
Jednoduché a rychlé změny v systému	Vstup
Jednoduché rozšíření o nové sledované zařízení	Vstup
Detailní evidence hodinového plnění	Vstup
Zaznamenání prostojů od 1min	Vstup
Omezení přístupu pro nepovolané pracovníky	Vstup
Zachování reportingu v současné podobě	Výstup
Reporting v reálném čase	Výstup
Vzdálený přístup do systému	Výstup
Jazykové mutace	Výstup

### 4.3 Předpokládané přínosy zavedení nového systému

Firma předpokládá, že nový systém by měl mnoho pozitivních přínosů pro hodnocení výroby. Systém by podával informace v reálném čase, což by přineslo možnost rychlého odhalení problematických míst ve výrobním systému a jejich vylepšení.

Z pohledu pravidelné údržby výrobních zařízení by systém přinesl přesné údaje o chování jednotlivých zařízení, například zvýšený výskyt určitých chyb nebo častější vznik neplánovaných prostojů, a tím bylo možné zpřesnit cykly pravidelné údržby zařízení.

Elektronický systém by měl ušetřit činnost DP. Ty by mohly zastávat jinou práci nebo být efektivnější v dalších činnostech, které mají v popisu práce.

V neposlední řadě se předpokládá, že systém přinese objektivní informace pro výpočet výkonnostních odměn a efektivní rozhodování.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 POČÁTEČNÍ VÝBĚR ŘEŠENÍ

Po rozhodnutí o modernizaci systému sledování výroby oslovila společnost Continental Automotive několik externích firem s žádostí o nabídku takového systému. Mezi oslovenými firmami byly například UNIS a.s., Pantek s.r.o. dodávající software od společnosti Wonderware, nebo slovenská společnost Ipesoft s.r.o.

Další zvažovanou možností bylo využití software PDB nebo MES systému od firmy Camline. Přičemž software firmy Camline je zaváděný a používán v rámci celé struktury společnosti Continental AG.

Protože nabídky oslovených společností nesplňovaly všechny požadavky firmy, anebo výrazně překračovaly rozpočet vymezený pro projekt, rozhodla se firma pro využití vlastních zdrojů a použít buď software Camline nebo si vyvinout vlastní řešení ušité přesně na míru požadavkům.

### 5.1 Navržená řešení

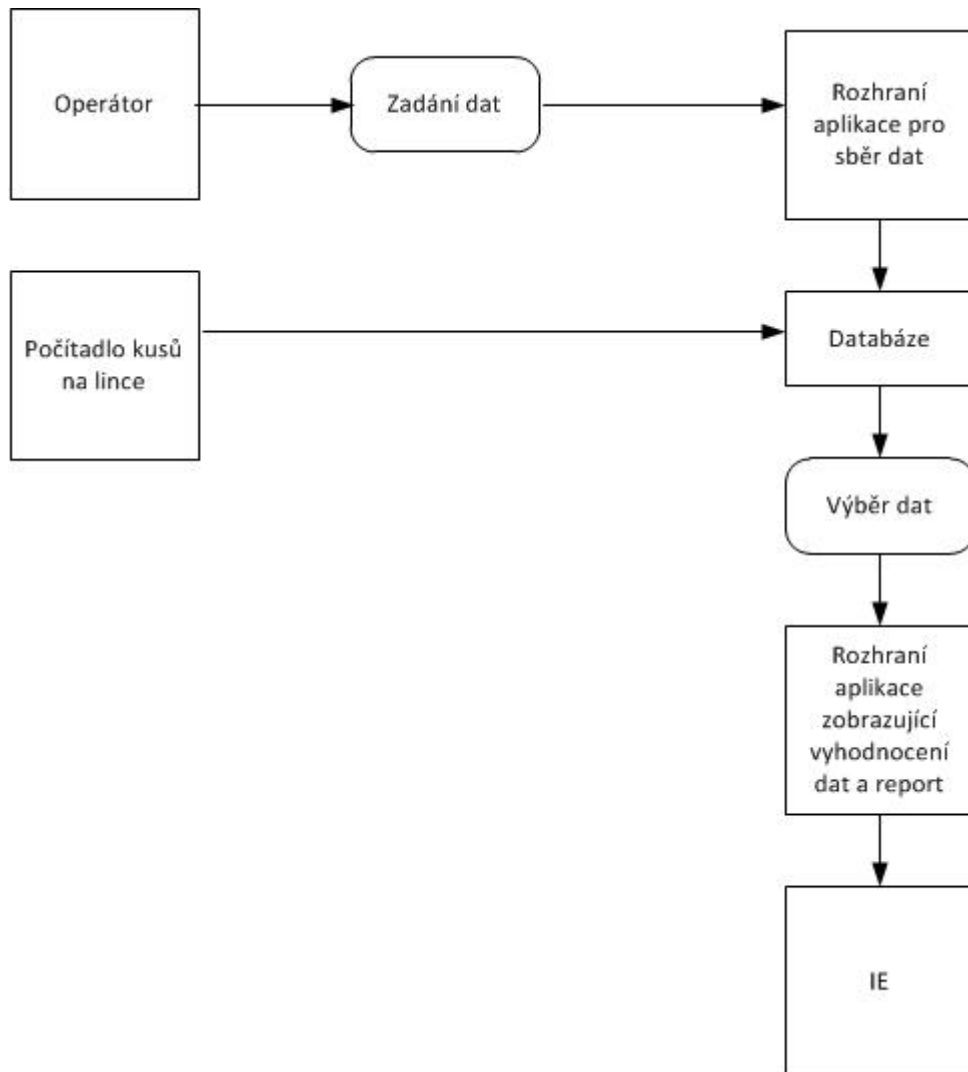
V počáteční fázi byla navržena tato řešení:

- Optimalizace stávajícího systému využívajícího Microsoft Office Excel.
- Zachování formulářového sběru dat s naváděním do databázového systému.
- Použití Microsoft Office Access se sběrem dat přímo na výrobních linkách.
- Využití aplikace pro sběr dat přímo na výrobních linkách s ukládáním dat do databáze MySQL. Data by byla vyhodnocována pomocí aplikace.
- Využití aplikace pro sběr dat přímo na výrobních linkách s ukládáním dat do databáze Oracle. Data by byla vyhodnocována pomocí aplikace.
- Využití celopodnikového MES software od společnosti Camline.

Optimalizace stávajícího systému v Microsoft Office Excel bylo hned v počátku odmítnuto, protože by nepřineslo žádné výhody. Stejně tak bylo zamítnuto zachování formulářového sběru dat s ručním převáděním do databázového systému. Jedinou výhodou, kterou by toto řešení nabídlo, by bylo lepší a úspornější uložení dat a tím zrychlené otevírání elektronických souborů s daty.

## 6 TOK DAT V NOVÉM SYSTÉMU

V novém systému využívajícím jedno ze zbylých uvažovaných řešení by celý proces probíhal bez nutnosti činnosti DP. Celý proces začíná na výrobní lince, odkud data putují rovnou do databáze. Z této databáze jsou pak potřebná data využívána aplikací pro vyhodnocení výroby a reporting (Obr. 1).



Obr. 9. Tok dat v novém systému sledování výroby

Pro vysvětlení proč podle diagramu (Obr. 9) data do databáze musí kromě přístrojů a linky zadávat i operátor je nutné zmínit, že přístroj sloužící pro závěrečný test výrobku na lince a počítající vyrobené kusy nedokáže rozlišit druhy prostojů a chyb vzniklých na výrobku. Ty musí být zadány dodatečně operátorem. Mimo to je ruční zadávání nutné pro linky, které nedisponují tímto přístrojem.

## 7 ANALÝZA NAVRŽENÝCH ŘEŠENÍ

Jak je zmíněno výše, bylo navrženo celkem 6 různých řešení, z nichž dvě (optimalizace stávajícího systému využívajícího Microsoft Office Excel, zachování formulářového sběru s ukládáním dat do databáze) byla zamítnuta hned v počáteční fázi. Pro nový systém sledování výroby byla tedy zvažována následující čtyři řešení:

- Použití Microsoft Office Access 2007 se sběrem dat přímo na výrobních linkách.
- Využití aplikace pro sběr dat přímo na výrobních linkách s ukládáním dat do databáze MySQL. Data by byla vyhodnocována pomocí aplikace.
- Využití aplikace pro sběr dat přímo na výrobních linkách s ukládáním dat do databáze Oracle. Data by byla vyhodnocována pomocí aplikace.
- Využití aplikace pro sběr dat přímo na výrobních linkách. Data by byla vyhodnocována MES Camline.

### 7.1 Hardwarové řešení sběru dat na linkách

Všechna zvažovaná řešení počítají se sběrem dat přímo na výrobních linkách. Tato část systému je pro všechna řešení společná. Systém má tři základní prvky. Prvním z nich je terminál, který bude využíván operátory pro zadávání dat. Druhý prvek je pouze u linek s automatickým sledováním některých dat. Jedná se kombinaci interního firemního řešení a zařízení od firmy Beck IPC GmbH. Data z těchto přístrojů poputují po síti do databáze na serveru, který je třetím základním stavebním kamenem systému. Pro přístup k systému z kanceláří managementu firmy nebo IE budou použity běžné kancelářské počítače. Pro připojení terminálů do sítě LAN bude použita stávající infrastruktura.

Zatímco kancelářské počítače, server a zařízení na linkách jsou již ve firmě zakoupeny, používány a mohou být použity pro nový systém, řešení pro terminály je třeba vybrat a zakoupit. Pro řešení terminálů bylo uvažováno použití panelových PC určených pro průmysl, použití běžných tabletů, tenkých klientů s úpravou pro použití v průmyslovém prostředí nebo běžných tenkých klientů. Kalkulace ceny jednotlivých hardwarových řešení jsou uvedeny v následujících tabulkách. Bude se sledovat 27 linek, proto je třeba zakoupit vždy 27 kusů vybavení. Jako zástupce panelového PC byl vybrán výrobek PPC-3712GXS-945-C4 dodávaný firmou Autocont CZ a.s. (Tab. 6), pro verzi s tabletem byl zvolen Acer

Iconia Tab W500 s operačním systémem Windows 7 (Tab. 7), tenký klient s úpravou pro použití v průmyslu je zastoupen výrobkem Nise 103 (Tab. 8) a běžný tenký klient výrobkem nStation L230 (Tab. 9). Všechny ceny jsou uvedeny bez DPH.

*Tab. 6. Kalkulace ceny při použití panelového PC*

<b>Položka</b>	<b>Cena ks [Kč]</b>	<b>Cena (27ks) [Kč]</b>
Klient	29 100,00	785 700,00
LCD Monitor 12"	-	-
Klávesnice	-	-
Myš	-	-
Kabel STP, Patch, Cat.6, 10 m	207,50	5 602,50
Zavedení Wi-Fi (odhad)	-	-
<b>CENA CELKEM</b>	<b>29 307,50</b>	<b>791 302,50</b>

*Tab. 7. Kalkulace ceny při použití tabletu*

<b>Položka</b>	<b>Cena ks [Kč]</b>	<b>Cena (27ks) [Kč]</b>
Klient	11 011,00	297 297,00
LCD Monitor 12"	-	-
Klávesnice	-	-
Myš	-	-
Kabel STP, Patch, Cat.6, 10 m	-	-
Zavedení Wi-Fi (odhad)	10 000,00	10 000,00
<b>CENA CELKEM</b>	<b>21 011,00</b>	<b>307 297,00</b>

*Tab. 8. Kalkulace ceny při použití tenkého klienta s úpravou pro použití v průmyslu*

<b>Položka</b>	<b>Cena ks [Kč]</b>	<b>Cena (27ks) [Kč]</b>
Klient	9 010,00	243 270,00
LCD Monitor 12"	2 519,00	68 013,00
Klávesnice	100,00	2 700,00
Myš	70,00	1 890,00
Kabel STP, Patch, Cat.6, 10 m	207,50	5 602,50
Zavedení Wi-Fi (odhad)	-	-
<b>CENA CELKEM</b>	<b>11 906,50</b>	<b>321 475,50</b>

*Tab. 9. Kalkulace ceny při použití běžného tenkého klienta*

<b>Položka</b>	<b>Cena ks [Kč]</b>	<b>Cena (27ks) [Kč]</b>
Klient	2 920,00	78 840,00
LCD Monitor 12"	2 519,00	68 013,00
Klávesnice	100,00	2 700,00
Myš	70,00	1 890,00
Kabel STP, Patch, Cat.6, 10 m	207,50	5 602,50
Zavedení Wi-Fi (odhad)	-	-
<b>CENA CELKEM</b>	<b>5 816,50</b>	<b>157 045,50</b>

### 7.1.1 Výhody a nevýhody jednotlivých řešení

Pro použití panelového průmyslového PC mluví jeho odolnost, spolehlivost a fakt, že nevyžaduje připojení žádných dalších periférií, čímž výrazně ušetří místo v již tak stísněném prostoru výrobních linek. Na druhé straně je velmi vysoká pořizovací cena zařízení, která více než dvojnásobně překonává ceny ostatních uvažovaných řešení.



Výhodou použití tabletů je jejich kompaktnost, přenositelnost a univerzální použití. Nevýhodou je jejich vysoká náchylnost k poškození, složité možnosti zabezpečení proti ztrátě nebo krádeži zařízení a nutnost zavedení Wi-Fi sítě ve výrobní hale.

Použití tenkého klienta s úpravou pro průmyslové prostředí přinese výhodu v podobě odolnosti a spolehlivosti zařízení. Kompaktní rozměry v kombinaci s použitím 12 palcového LCD nezaberou zbytečné množství místa v prostoru výrobní linky. Nevýhodou je nutnost připojení monitoru, klávesnice a myši.

Běžný tenký klient přináší kromě zvýšené odolnosti všechny výhody a nevýhody jako klient s úpravou pro průmysl. Dále pro něj hovoří nízká pořizovací cena, která je téměř poloviční oproti druhé nejlevnější variantě.

### 7.1.2 Výběr hardwarového řešení

Při výběru hardwaru, který by plnil funkci terminálů, byly zvažovány výhody a nevýhody jednotlivých možností, možnosti jejich umístění na linkách a samozřejmě cena. Jednotlivé vlastnosti byly umístěny do tabulky (Tab. 10) a obodovány (1=nejlepší, 4=nejhorší).

Tab. 10. Bodové ohodnocení vhodnosti jednotlivých HW řešení

Vlastnost	Panelové PC	Tablet	Průmyslový tenký klient	Běžný tenký klient
Možnost zabezpečení	1	4	2	2
Prostorová náročnost	2	1	3	3
Odolnost a spolehlivost	1	4	2	3
Cena	4	2	3	1
Potřeba dalšího HW	1	3	2	2
<b>Průměrné hodnocení</b>	<b>1,8</b>	<b>2,8</b>	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>

Z tabulky (Tab. 10) vychází jako nejvhodnější řešení použití panelového průmyslového PC, nad všemi kladnými vlastnostmi ovšem výrazně převažuje příliš vysoká cena a proto bylo toto řešení vyřazeno. Jako nejméně vhodné se jeví použití tabletů, jedinou výhodou

tohoto řešení je malá prostorová náročnost, tuto výhodu ovšem převažují nevýhody jako nutnost zavedení Wi-Fi nebo nízká odolnost.

Ve výběru zůstaly tenký klient s úpravou pro použití v průmyslu a běžný tenký klient. Podle tabulky (Tab. 10) jsou tato řešení prakticky shodná. Průmyslový tenký klient má výhodu ve zvýšené odolnosti, zatímco běžný tenký klient je nejlépe hodnocen v kategorii „Cena“. Vzhledem ke konstrukci tenkého klienta, která neobsahuje žádné pohyblivé součásti náchylné na selhání, a protože prostředí ve výrobní hale je poměrně čisté a běžně se zde používají obyčejné kancelářské počítače, aniž by vykazovaly zvýšenou poruchovost, padla volba na použití běžného tenkého klienta připojeného ke 12“ LCD monitoru.

## 7.2 Použití Microsoft Office Access 2007

V návaznosti na v současnosti používaný program Microsoft Office Excel, jehož možnosti jsou prakticky vyčerpány, se jako první možnost nabízí DBMS od stejného výrobce – Microsoft Office Access.

Microsoft Office Access 2007 je desktopový relační databázový systém, který je součástí kancelářského balíku aplikací Microsoft Office. První verze byla vydána v roce 1992 a v současnosti je prodávána čtrnáctá verze vydaná v roce 2010. Je založen na jazyku Visual Basic a umožňuje vkládání SQL dotazů do maker nebo VB skriptů, kombinuje databázový engine Jet s grafickým uživatelským prostředím [6]. Access stejně jako jiné desktopové DBMS je klasifikován jako „shared-file system“ (což lze přeložit jako systém se sdíleným souborem), protože všechna data, formuláře, programový kód a reporty ukládá do jednoho souboru, který může být sdílen na síti.

V současné době má většina aplikací využívaných více uživateli naráz dvě části, jedna obsahuje grafické prostředí a připojení na druhou část, která ukládá data [7]. To je podobné uspořádání jako má častěji používaná architektura klient-server.

### 7.2.1 Výhody Microsoft Office Access 2007

Microsoft Office Access 2007 je součástí balíku Microsoft Office, jehož licence má firma již zakoupeny, není tedy nutná žádná další investice. Prostředí MS Access umožňuje i poměrně nezkušeným uživatelům vytvářet a udržovat databáze s menším množstvím dat [6].

Protože je celá databáze uložena v jednom jediném souboru, je snadno přenositelná. Díky velkému rozšíření kancelářského balíku Microsoft Office je možné databázi vytvořenou v Accessu lehce sdílet mezi různými uživateli.

Další nespornou výhodou je, že není třeba vytvářet speciální grafické rozhraní pro přístup do databáze.

### **7.2.2 Nevýhody Microsoft Office Access 2007**

Microsoft Office Access 2007 není vhodný pro vytváření velkých databází s velkým počtem zároveň přistupujících uživatelů.

Dalším problémem je zabezpečení proti neoprávněnému přístupu a nastavení různých uživatelských úrovní – různé úrovně přístupu pro operátory a TL, IE, management, atd. Jediným zabezpečením souborů MS Access je totiž heslo. A protože celá databáze je uložena přímo na počítači, ze kterého je k ní přistupováno, může v případě zanechání počítače bez dohledu neoprávněná osoba snadno zkopírovat celou databázi [8].

Mezi další omezení patří závislost na operačním systému Microsoft Windows, maximální velikost databáze 2GB a maximální velikost tabulky 2GB [9].

## **7.3 Použití databázového systému MySQL**

Relační DBMS MySQL, který byl poprvé vydán v květnu roku 1996, je vytvořen na architektuře klient-server, což znamená, že zpracování dat probíhá na straně serveru a uživatelé k nim přistupují přes grafické prostředí, které poskytuje klient. Design je zaměřen zejména na rychlost a stabilitu. V současné době patří mezi nejpoblárnější DBMS a je používán pro webové i newebvé aplikace.

Skládá se ze dvou hlavních částí – serverové nástroje, které tvoří jádro systému, a nástroje používané na straně klienta. Mezi ty patří například příkazový řádek [10]. Jak napovídá název, je systém založen na podpoře jazyka SQL.

### **7.3.1 Výhody použití DBMS MySQL**

MySQL je dostupné pod licencí GPL, to znamená, že pro nekomerční použití je tento DBMS zdarma. MySQL je spolehlivý systém, který byl testovaný a certifikovaný pro použití v kritických aplikacích odbavujících velké objemy dat.

MySQL plně podporuje víceuživatelský přístup a poskytuje možnosti jak zavést různé úrovně uživatelských privilegií. Databáze je snadno rozšiřitelná a zvládá zpracování velkého množství dat a přístup velkého množství uživatelů současně. Dle testu časopisu eWeek zvládl systém přístup 50 až 1000 uživatelů, přičemž k mírnému poklesu výkonu došlo až při překročení hranice 600 současných přístupů k databázi [10].

Velikost databáze je neomezená a velikost tabulky je v závislosti na formátu úložiště dat (MyISAM nebo Innodb) buď 256TB nebo 64TB [9].

MySQL poskytuje podporu pro široké spektrum programovacích jazyků, ve kterých může být naprogramována aplikace pro přístup klientů k databázi. Mimo to není tento DBMS závislý na jednom operačním systému.

Při vytvoření správné klientské aplikace je možné k datům v databázi přistupovat z jakéhokoliv počítače na světě.

### **7.3.2 Nevýhody použití DBMS MySQL**

Pro použití MySQL bude muset být vyvinuta aplikace, která umožní přístup klientům k databázi na serveru. Pro provoz databáze bude třeba nainstalovat MySQL databázový server.

Správa databáze v MySQL vyžaduje pokročilé znalosti systému a není vhodná pro začátečníky. Databáze není snadno přenositelná.

## **7.4 Použití databáze Oracle Database 11g**

DBMS Oracle Database 11g je vydávána společností Oracle Corporation. První verze byla vydána v roce 1979 [11]. Je to objektově orientovaný relační databázový systém vytvořený v jazyce C/C++. V současné době se jedná o asi nejznámější a nejrozšířenější databázový systém na světě.

### **7.4.1 Výhody použití Oracle Database 11g**

Oracle Database 11g je jeden z nejkompexnějších DBMS a z toho také plynou jeho výhody. Poskytuje všechny výhody, které poskytuje MySQL, tedy flexibilitu, rozšiřitelnost, robustnost, spolehlivost a vysoký výkon.

Navíc poskytuje daleko vyšší kontrolu přístupu k databázi. Poskytuje ochranu proti prolomení hesla hrubou silou, požadavky na komplexnost hesla, audit přístupů a bezpečnostní certifikát [11].

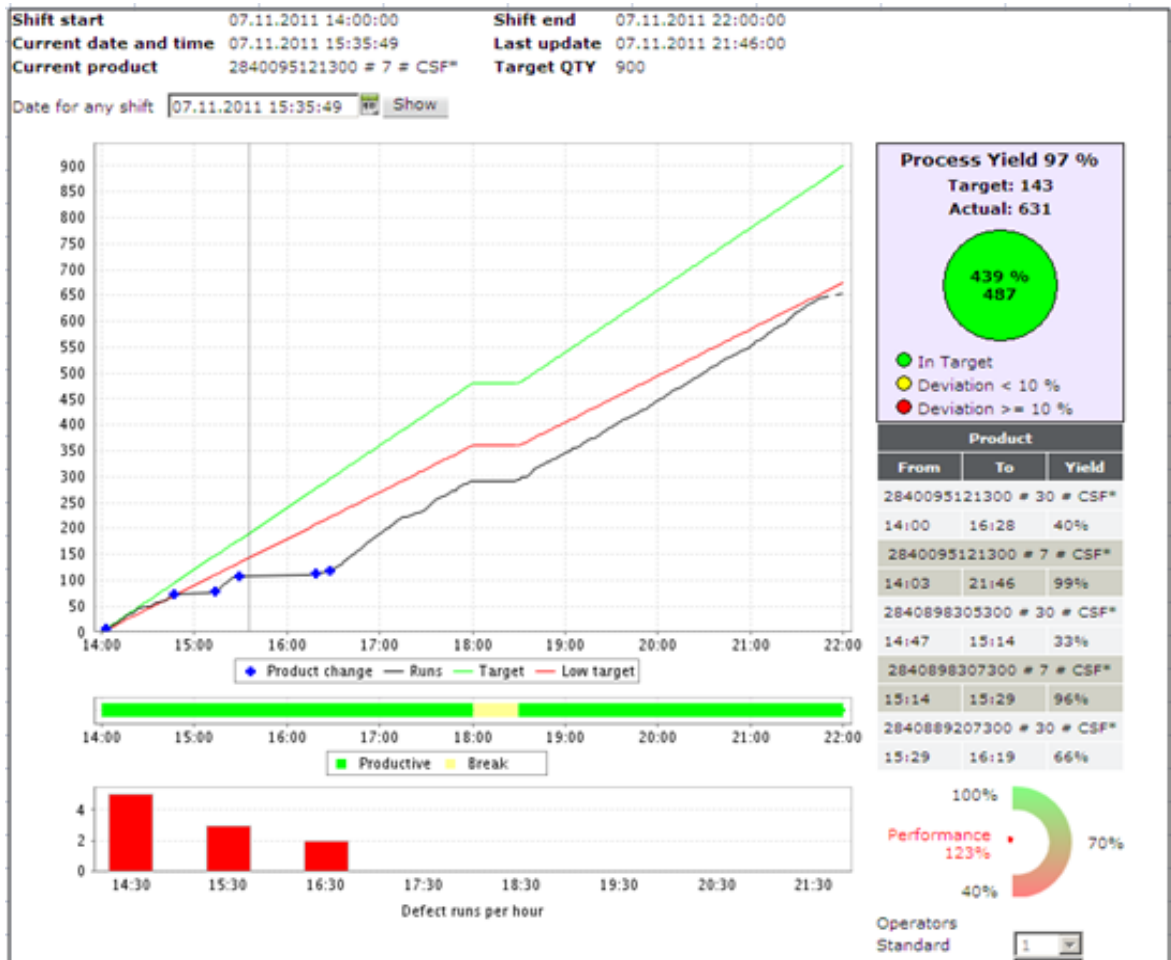
Oracle Database není poskytována pod GPL nebo jinou bezplatnou licenci, ale firma Continental má tento systém zakoupen a používá jej. Proto by v případě použití nebylo třeba další investice. Fakt, že je DBMS již používán, dává možnost použití „database link“ a propojit tak databázi systému sledování výroby s databází zaměstnanců, což by mohlo být využito pro přihlašování do systému.

#### **7.4.2 Nevýhody použití Oracle Database 11g**

Nevýhody jsou také shodné s použitím DBMS MySQL. To znamená nutnost vytvoření aplikace pro přístup klientů, nepřenositelnost databáze a nutnost hlubších znalostí pro správu databáze.

### **7.5 Použití MES Camline**

Společnost Continental zavádí ve všech svých závodech jednotný MES software od společnosti Camline (Obr. 10), který má sloužit pro sledování výroby. V případě, že tento software nesplní všechny požadavky závodu, není jeho používání závazné. Pro ukládání dat využívá tento software databázi Oracle.



Obr. 10. Příklad vizualizace v MES systému od společnosti Camline

### 7.5.1 Výhody použití MES Camline

Největší výhodou tohoto řešení je fakt, že bude používán v rámci všech závodů firmy Continental a získané výsledky tak bude možné srovnávat.

System umí výpočet OEE a při jeho použití není třeba vyvíjet další aplikaci, která by zajišťovala sběr dat. System lze propojit se systémem SAP, který je v podniku používán.

System zvládá sledování jednotlivých kusů (každý kus musí mít svou identifikaci), dokáže hlídat nadvýrobu, měřit a zaznamenávat prostoje pro výpočet dostupnosti, zaznamenání dobrých a chybných kusů pro výpočet kvality a porovnání počtu vyrobených kusů s taktem linky pro výpočet výkonu.

System je snadno rozšiřitelný o nové výrobní linky. Licence je již zakoupena. Podle dostupných informací, je system velmi složitý na zavádění a správu.

### 7.5.2 Nevýhody použití MES Camline

Použití systému vyžaduje identifikaci každého vyráběného kusu, to v současnosti není v části firmy, kde se zamýšlí zavedení systému na sledování výroby, zavedeno. V případě vzniku prostoje je možné pokračovat až po zadání kódu. To může vést k prodlužování prostojů. Samotná definice typů prostojů je složitá.

Systém neumí reporting kvality a zaznamenávání chyb. V současné době jsou informace o systému stále neúplné a není jisté, zda systém dokáže zaznamenávat všechny požadované údaje.

## 7.6 Srovnání navržených řešení se současným systémem

Všechna navržená řešení byla srovnána se současným systémem v otázce časové a finanční náročnosti zpracování jednoho formuláře během směny a nepravidelně vykonávaných činností.

### 7.6.1 Zpracování jednoho formuláře

Ve srovnání je v souvislosti se zvažovanými systémy formulář chápán jako sesbírání a zpracování všech dat, která jsou v současné době sbírána pomocí papírových formulářů a zpracovávána dílenskými písáčkami. Protože není možné čas potřebný k vykonání činnosti za pomoci nového systému změřit, jsou uvedené údaje odhadnuty.

*Tab. 11. Srovnání časové a cenové náročnosti zpracování formuláře v současném systému a za použití systému s Microsoft Office Access*

Činnost	Současnost		Access	
	Čas [min]	Cena [Kč]	Čas [min]	Cena [Kč]
Zápis dat do formuláře	24,00	40,00	12,00	20,00
Cena papíru	-	1,00	-	-
Cena tisku	-	2,00	-	-
Přepsání formuláře DP	15,00	25,00	-	-
Archivace	1,00	1,67	-	-

Činnost	Současnost		Access	
	Čas [min]	Cena [Kč]	Čas [min]	Cena [Kč]
Kontrola formuláře před odevzdáním	10,00	16,67	5,00	8,33
Sběr formulářů	10,00	16,67	-	-
Otevírání souborů	5,00	8,33	2,00	3,33
Příprava formuláře	5,00	8,33	-	-
Umístění formuláře	1,00	1,67	-	-
<b>CELKEM</b>	<b>71,00</b>	<b>121,33</b>	<b>19,00</b>	<b>31,67</b>

Tab. 12. Srovnání časové a cenové náročnosti zpracování formuláře v současném systému a za použití systému s MySQL nebo Oracle Database

Činnost	Současnost		MySQL, Oracle	
	Čas [min]	Cena [Kč]	Čas [min]	Cena [Kč]
Zápis dat do formuláře	24,00	40,00	12,00	20,00
Cena papíru	-	1,00	-	-
Cena tisku	-	2,00	-	-
Přepsání formuláře DP	15,00	25,00	-	-
Archivace	1,00	1,67	-	-
Kontrola formuláře před odevzdáním	10,00	16,67	5,00	8,33
Sběr formulářů	10,00	16,67	-	-
Otevírání souborů	5,00	8,33	0,50	0,83
Příprava formuláře	5,00	8,33	-	-
Umístění formuláře	1,00	1,67	-	-
<b>CELKEM</b>	<b>71,00</b>	<b>121,33</b>	<b>17,50</b>	<b>29,17</b>



Z tabulky (Tab. 11) je zřejmé, že použití systému založeného na Microsoft Office Access 2007 dojde k úspoře 52 minut, z čehož při hodinové mzdě 100Kč dojde k úspoře 89,66Kč.

Je možné předpokládat, že řešení s použitím DBMS MySQL nebo Oracle Database 11g přinesou shodné časové a finanční úspory. V tabulce (Tab. 12) je možné vidět, že při použití některého z těchto systémů dojde k úspoře 53 a půl minuty, což se promítne do finanční úspory 92,16Kč.

*Tab. 13. Srovnání časové a cenové náročnosti zpracování formuláře v současném systému a za použití MES systému firmy Camline*

	Současnost		MES Camline	
	Čas [min]	Cena [Kč]	Čas [min]	Cena [Kč]
Zápis dat do formuláře	24,00	40,00	16,00	26,67
Cena papíru	-	1,00	-	1,00
Cena tisku	-	2,00	-	2,00
Přepsání formuláře DP	15,00	25,00	5,00	8,33
Archivace	1,00	1,67	1,00	1,67
Kontrola formuláře před odevzdáním	10,00	16,67	10,00	16,67
Sběr formulářů	10,00	16,67	10,00	16,67
Otevírání souborů	5,00	8,33	0,50	0,83
Příprava formuláře	5,00	8,33	2,00	3,33
Umístění formuláře	1,00	1,67	1,00	1,67
<b>CELKEM</b>	<b>71,00</b>	<b>121,33</b>	<b>45,50</b>	<b>78,83</b>

V tabulce (Tab. 13) je srovnání současného systému se systémem, který by využíval MES systém firmy Camline. Protože tento systém není schopen zaznamenávat všechny požadované údaje v požadované formě, bylo by třeba pro část zaznamenávaných dat zachovat papírové formuláře. Proto je v tabulce uvedena cena tisku, cena papíru a údaje o

sběru a přepsání formulářů. Systém by přinesl úsporu 25 a půl minuty, která by znamenala ušetření 42,5Kč.

Předcházející tabulky ukazují srovnání současného systému s navrhovanými řešeními při zpracování dat z jedné výrobní linky během jedné směny. Rozdíly lépe vyniknou při srovnání ceny sběru a zpracování dat z celé výroby během jedné směny (Tab. 14). Ze srovnání je zřejmé, že i finančně nejméně výhodné nové řešení uspoří během jedné směny více než tisíc korun. Nejlépe ze srovnání vycházejí systémy založené na MySQL nebo Oracle Database 11g , u nichž je cena sběru méně než čtvrtinová oproti současnosti.

*Tab. 14. Srovnání ceny sběru dat z 27 linek během jedné směny*

Systém	Částka [Kč]
Současnost	3 276,00
MySQL	787,50
Oracle	787,50
MS Access	855,00
MES Camline	2 128,50

### 7.6.2 Méně pravidelné činnosti a úpravy systému

Mimo každodenního sběru a zpracování dat jsou prováděny další méně pravidelné činnosti a úpravy v systému, jako jsou třeba přidání nové linky, změny CT, zavedení nových typů chyb a prostojů, atd.

*Tab. 15. Srovnání časové náročnosti úprav systému a dalších nepravidelných činností*

Činnost	Současnost	Access	MySQL	Oracle	MES Camline
Připojení linky	15 dnů	2h	2h	2h	2h
Update	1den/týden	3h/týden	3h/týden	3h/týden	3h/týden
Příprava na další rok	5dnů/rok	0	0	0	0

Činnost	Současnost	Access	MySQL	Oracle	MES Camline
Komunikace a oprava chyb	1 den/týden	4h/týden	4h/týden	4h/týden	4h/týden
Prémie - aktualizace spojení	5h/týden	0	0	0	0
Správa chyb	1h/týden	1h/týden	1h/týden	1h/týden	1h/týden

Ze srovnání v tabulce (Tab. 15) lze vyčíst, že úpravy systému sledování výroby a další nepravidelné činnosti, by byly ve zvažovaných systémech daleko méně časově náročné než v současnosti. Zvažované systémy jsou v tomto ohledu srovnatelné. Vzhledem k malému množství informací o MES Camline je velmi těžké odhadnout, jak dlouho by jednotlivé úkony trvaly při jeho použití, ale lze předpokládat, že potřebný čas by se výrazně nelišil od ostatních zvažovaných systémů.

Tab. 16. Srovnání finanční náročnosti činností

Činnost	Současnost [Kč]	Zvažovaná řešení [Kč]
Připojení linky	12000	200
Update	800	300
Příprava na další rok	4000	0
Komunikace a oprava chyb	800	400
Prémie - aktualizace spojení	500	0
Správa chyb	100	100

Ze srovnání finančních částek vydávaných na jednotlivé činnosti (Tab. 16) jsou rozdíly mezi současným systémem a zvažovanými řešeními pozorovatelné ještě lépe. K nejvýraznější úspoře času a peněz dojde v případě připojování nové linky do systému. To v současnosti trvá až patnáct dní. S novým řešením by se potřebný čas mohl zkrátit až na dvě hodiny a došlo by k výrazné finanční úspoře 11800Kč. K další výrazné úspoře dojde v položce „Příprava na další rok“. Protože nový systém by byl založen na databázi a

nepotřeboval by přípravu a přizpůsobení žádných souborů pro použití v novém roce, došlo by k úspoře pěti pracovních dnů a 4000Kč za rok.

*Tab. 17. Srovnání ceny ročního provozu*

	<b>Současnost</b>	<b>Access</b>
Denní provoz	825 529,32	215 460,00
Nepravidelné činnosti	118 400,00	41 600,00
<b>CELKEM</b>	<b>943 929,32</b>	<b>257 060,00</b>
	<b>MySQL nebo Oracle</b>	<b>MES Camline</b>
Denní provoz	198 450,00	536 382,00
Nepravidelné činnosti	41 600,00	41 600,00
<b>CELKEM</b>	<b>240 050,00</b>	<b>577 982,00</b>

Ze srovnání ceny ročního provozu současného systému sledování výroby a navrhovaných nových řešení (Tab. 17) je zřejmé, že všechny zvažované možnosti mají podstatně nižší výdaje na roční provoz systému. Nejnižší výdaje mají shodně systémy založené na DBMS MySQL a Oracle Database 11g. Tyto dva systémy by přinesly takřka třičtvrtinovou úsporu na ročním provozu systému, konkrétně 703 879,32Kč. Systém založený na Microsoft Office Access 2007 by ušetřil o 17tisíc Kč ročně méně než systémy s MySQL nebo Oracle. Z navrhovaných řešení by nejnižší úsporu přinesl MES systém od firmy Camline. Úspora by činila 365 947,32Kč. Ve všech případech se jedná o výraznou úsporu peněz oproti současnému systému sledování výroby.

## 7.7 Výběr softwarového řešení

Pro výběr softwarového řešení bylo zvoleno 11 kritérií (Tab. 18), která byla ohodnocena body (1=nejlepší, 4=nejhorší).

Tab. 18. Hodnocení jednotlivých možností SW řešení systému

Kritérium	Access	MySQL	Oracle	MES Camline
Cena ročního provozu	2	1	1	4
Možnost sledování všech údajů	1	1	1	4
Nutnost a náročnost vývoje aplikace pro sběr	2	4	4	1
Omezení množství dat	4	1	1	1
Požadavky na správu	1	2	3	4
Kritérium	Access	MySQL	Oracle	MES Camline
Připojení více uživatelů	3	1	1	1
Rozšiřitelnost	1	1	1	1
Složitost zavádění systému	1	3	3	4
Zabezpečení	4	2	1	1
<b>Průměrné hodnocení</b>	<b>2,11</b>	<b>1,78</b>	<b>1,78</b>	<b>2,33</b>

Podle hodnocení v tabulce (Tab. 18) vychází jako nejlepší řešení použití databázových systému MySQL nebo Oracle Database 11g, ke kterým by byla vyvinuta webová aplikace.

Méně vhodným řešením se jeví použití Microsoft Office Access 2007. Jeho hlavní nevýhodou je špatná funkčnost pro práci více uživatelů a ztráta výkonu při uložení velkého množství dat. Výhodou může být, že není třeba vyvíjet speciální aplikaci.

Nejméně vhodným řešením je použití MES Camline. Nevýhodou systému je nemožnost sledování všech požadovaných údajů a hlavně nedostatek informací, které firma o systému má.

Použití DBMS Oracle Database 11g bylo odmítnuto, protože správci systému nám neumožnili jej použít pro naše účely. Rozhodnutí tedy padlo na použití DBMS MySQL s webovou aplikací pro obsluhu. Na žádost firmy se také zpracovává méně výhodná možnost s použitím Microsoft Office Access.

## 8 KONCEPTUÁLNÍ NÁVRH DATABÁZE

Na obě technická řešení jsou kladeny stejné požadavky. Struktura relační databáze obou řešení je stejná. Lišit se může různými datovými typy používanými v prostředích MySQL a MS Access.

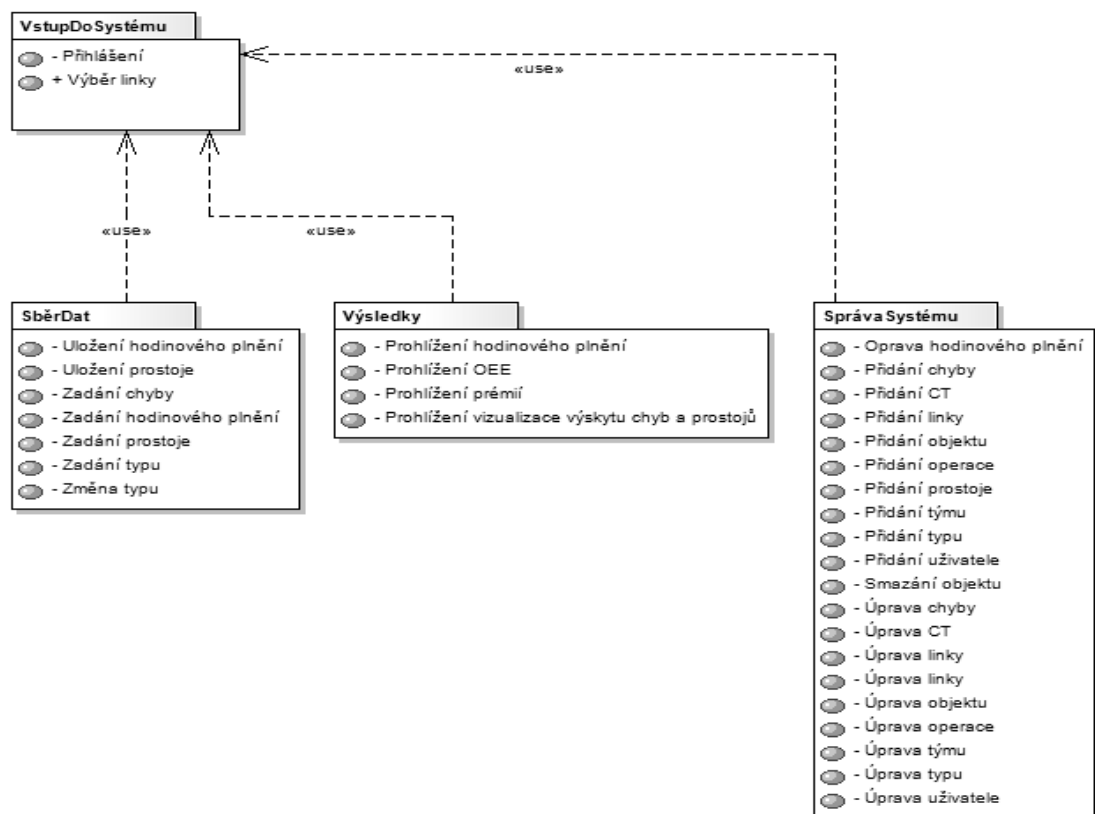
Pro řešení s MySQL je třeba navrhnout strukturu a funkce aplikace pro zpracování dat a pro Microsoft Office Access 2007 je třeba navrhnout formuláře pro práci s daty v databázi.

### 8.1 Případy užití systému

Pomocí případů užití (use cases – UC) jsou definovány požadavky na systém od jednotlivých účastníků procesu. V interakci se systémem budou operátoři, výrobní linky, IE a management firmy. TL budou používat stejný uživatelský pohled jako operátoři.

#### 8.1.1 Diagram balíčků

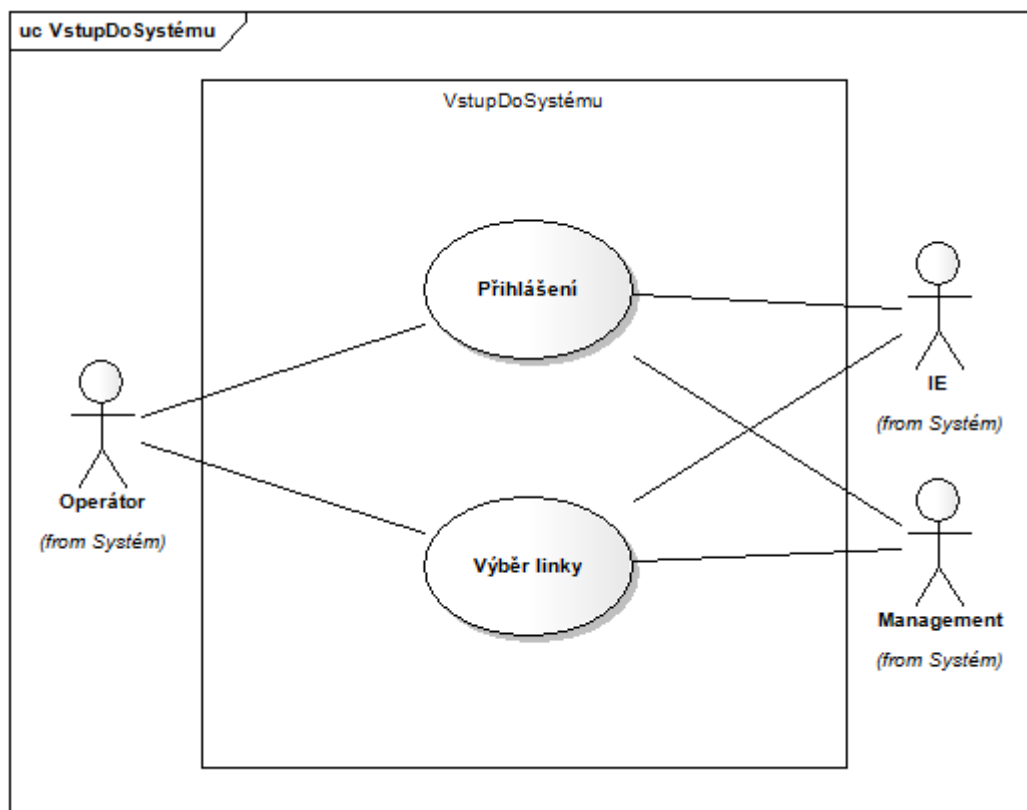
Pro lepší orientaci v systému byly vytvořeny 4 balíčky případů užití, které popisují vstup do systému, sběr dat, zobrazování výsledků a správu systému.



Obr. 11. Diagram balíčků s případy užití

### 8.1.2 Případy užití z balíčku VstupDoSystému

UC uvedené v diagramu (Obr. 12) popisují činnosti uživatelů, které jsou nutné pro zahájení práce se systémem.



Obr. 12. Diagram případů balíčku VstupDoSystému

#### 8.1.2.1 Příklad užití UC1 - Přihlášení do systému

Tab. 19. UC1 – Přihlášení do systému

UC1	Přihlášení do systému
Primární aktér:	Operátor, IE, Management
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	Operátor, IE, Management: uživatel se chce přihlásit do systému.
Vstupní podmínky:	Uživatel je zaveden do systému a má určené UID a heslo.
Minimální záruky:	Pokud nebudou zadány požadované informace, uživatel nebude přihlášen a nebude vytvořena relace.

<b>UC1</b>	<b>Přihlášení do systému</b>
Záruky úspěchu:	Server potvrdí autentifikaci uživatele a vytvoří uživatelskou relaci.
Spouštěč:	Uživatel zvolí možnost přihlášení do systému.
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uživatel zadá své UID.</li> <li>2. Uživatel zadá své heslo.</li> <li>3. Uživatel potvrdí zadání.</li> <li>4. Systém ověří uživatele.</li> <li>5. Systém vytvoří relaci a zobrazí další obrazovku podle úrovně práv uživatele (UC2 – Výběr linky).</li> </ol>
Rozšíření:	<ol style="list-style-type: none"> <li>4a. Uživatel nezadá správné údaje <ol style="list-style-type: none"> <li>4a1. Systém zobrazí přihlašovací obrazovku s chybovou hláškou.</li> </ol> </li> </ol>

### 8.1.2.2 Příklad užití UC2 – Výběr linky

Tab. 20. UC2 – Výběr linky

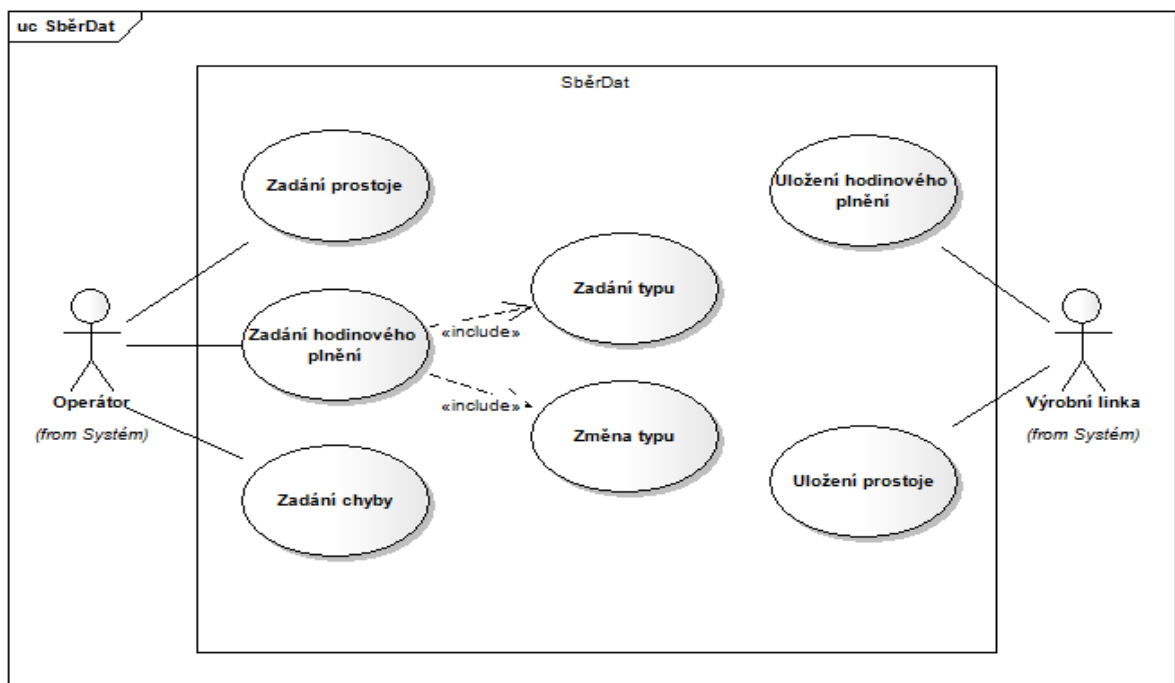
<b>UC2</b>	<b>Výběr linky</b>
Primární aktér:	Operátor, IE, Management
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	Operátor, IE, Management: uživatel vybírá, se kterou linkou chce pracovat.
Vstupní podmínky:	Uživatel je přihlášen do systému.
Minimální záruky:	Pokud nebude linka vybrána, nebudou zpřístupněny další funkce.
Záruky úspěchu:	Systém uloží lineId do relace a zobrazí další obrazovku.
Spouštěč:	UC1 – Přihlášení do systému



UC2	Výběr linky
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uživatel vybere linku ze seznamu.</li> <li>2. Uživatel vybere a zadá další údaje podle verze obrazovky.</li> <li>3. Uživatel potvrdí výběr.</li> <li>4. Systém zapíše lineId a další údaje do relace a přejde k další obrazovce.</li> </ol>
Rozšíření:	<ol style="list-style-type: none"> <li>2a. Uživatel má práva operátora. <ol style="list-style-type: none"> <li>2a1. Operátor zadá počet operátorů pracujících na lince</li> </ol> </li> <li>2b. Uživatel má práva IE. <ol style="list-style-type: none"> <li>2b1. IE vybere správu systému nebo prohlížení výsledků.</li> </ol> </li> </ol>

### 8.1.3 Případy užití z balíčku SběrDat

Případy užití, jejichž diagram je na obrázku (Obr. 13), popisují část systému, kde dochází ke sběru dat z výrobních linek.



Obr. 13. Diagram případů užití SběrDat

## 8.1.3.1 Případ užití UC3 – Zadání typu

Tab. 21. UC3 – Zadání typu

UC3	Zadání typu
Primární aktér:	Operátor
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	Operátor: uživatel vybírá, který typ bude na lince vyrábět. IE, Management: podle zadaného typu budou určeny správné hodnoty pro výpočet OEE.
Vstupní podmínky:	Úspěch UC1 a UC2, operátor pracuje na lince bez automatického sběru dat.
Minimální záruky:	Pokud nebude typ zadán, neumožní systém uložení dat.
Záruky úspěchu:	Systém uloží data.
Spouštěč:	Uplynutí první hodiny pracovní doby.
Hlavní scénář:	1. Operátor vybere ze seznamu právě vyráběný typ. 2. Systém uloží typ do relace.

## 8.1.3.2 Případ užití UC4 – Změna typu

Tab. 22. UC4 – Změna typu

UC4	Výběr linky
Primární aktér:	Operátor
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	Operátor: uživatel vybírá, který typ bude na lince vyrábět. IE, Management: podle zadaného typu budou určeny správné hodnoty pro výpočet OEE.
Vstupní podmínky:	Úspěch UC1 a UC2, operátor pracuje na lince bez automatického sběru dat.

<b>UC4</b>	<b>Výběr linky</b>
Záruky úspěchu:	Systém změní typeId v relaci.
Spouštěč:	Změna výroby na lince.
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operátor klikne na tlačítko změny.</li> <li>2. Operátor vybere ze seznamu nový typ.</li> <li>3. Operátor potvrdí výběr a systém uloží typ do relace.</li> </ol>

### 8.1.3.3 Příklad užití UC5 – Zadání hodinového plnění

Tab. 23. UC5 – Zadání hodinového plnění

<b>UC5</b>	<b>Zadání hodinového plnění</b>
Primární aktér:	Operátor
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	Operátor: zadává počet výrobků, které byly vyrobeny IE, Management: dle počtu výrobků je vypočítáváno OEE a z něj plynoucí další údaje.
Vstupní podmínky:	Uživatel je přihlášen do systému.
Minimální záruky:	Úspěch UC1 a UC2, operátor pracuje na lince bez automatického sběru dat.
Záruky úspěchu:	Systém uloží počet vyrobených kusů za danou hodinu do databáze. Zároveň uloží údaje získané v UC2, UC3 a případně UC4.
Spouštěč:	Uplynutí jedné hodiny pracovní doby.
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operátor zadá počet vyrobených kusů do připraveného pole</li> <li>2. Operátor potvrdí počet kusů.</li> <li>3. Systém uloží počet kusů do databáze.</li> </ol>

UC5	Zadání hodinového plnění
Rozšíření:	<p>3a. Operátor zadal špatný počet kusů.</p> <p>3a1. Operátor stiskne tlačítko opravit.</p> <p>3a2. Operátor zadá správný počet vyrobených kusů.</p> <p>3a3. Systém uloží správný počet vyrobených kusů.</p>

#### 8.1.3.4 Příklad užití UC6 – Zadání chyby

Tab. 24. UC6 – Zadání chyby

UC6	Zadání chyby
Primární aktér:	Operátor
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	<p>Operátor: zadává počet a typ vyskytnutých chyb.</p> <p>IE, Management: dle počtu chyb je vypočítáváno OEE. Podle údajů o výskytu chyb je možné identifikovat problémy výroby a odstranit je.</p>
Vstupní podmínky:	Úspěch UC1,UC2.
Záruky úspěchu:	Systém uloží počet a typ chyb do databáze.
Spouštěč:	Konec směny.
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operátor vybere chybu ze seznamu.</li> <li>2. Operátor zadá počet vyskytnutých chyb.</li> <li>3. Operátor potvrdí zadání.</li> <li>4. Systém uloží údaje do databáze.</li> <li>5. Při překročení limitu chyb zobrazí hlášku.</li> </ol>

UC6	Zadání chyby
Rozšíření:	<p>1a. Chyba není v seznamu.</p> <p>1a1. Operátor stiskne tlačítko „Nová chyba“.</p> <p>1a2. Operátor zadá jméno nové chyby a vybere, při které operaci vznikla.</p> <p>1a3. Operátor uloží novou chybu.</p> <p>1a4. Operátor se vrátí ke kroku 1.</p>

### 8.1.3.5 Příklad užití UC7 – Zadání prostoje

Tab. 25. UC7 – Zadání prostoje

UC7	Přihlášení do systému
Primární aktér:	Operátor
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	<p>Operátor: zadává údaje o vzniklém prostoji.</p> <p>IE, Management: délka prostojů je použita pro výpočet OEE.</p>
Vstupní podmínky:	Úspěch UC1,UC2.
Záruky úspěchu:	Systém uloží údaje o prostoji do databáze.
Spouštěč:	Vznik prostoje
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operátor zvolí možnost zadání prostoje.</li> <li>2. Operátor vybere typ vzniklého prostoje.</li> <li>3. Operátor vybere nebo zadá čas vzniku prostoje.</li> <li>4. Operátor linky bez automatického sběru zadá délku prostoje.</li> <li>5. Operátor potvrdí zadané údaje.</li> </ol>

### 8.1.3.6 Příklad užití UC8 – Uložení hodinového plnění a prostoje

Linky s přístroji pro automatický sběr vytváří záznam (log) o každém vyrobeném kusu. Tento záznam má následující formát:

*YYMMDDHHNNSS ID linky kód výrobku*

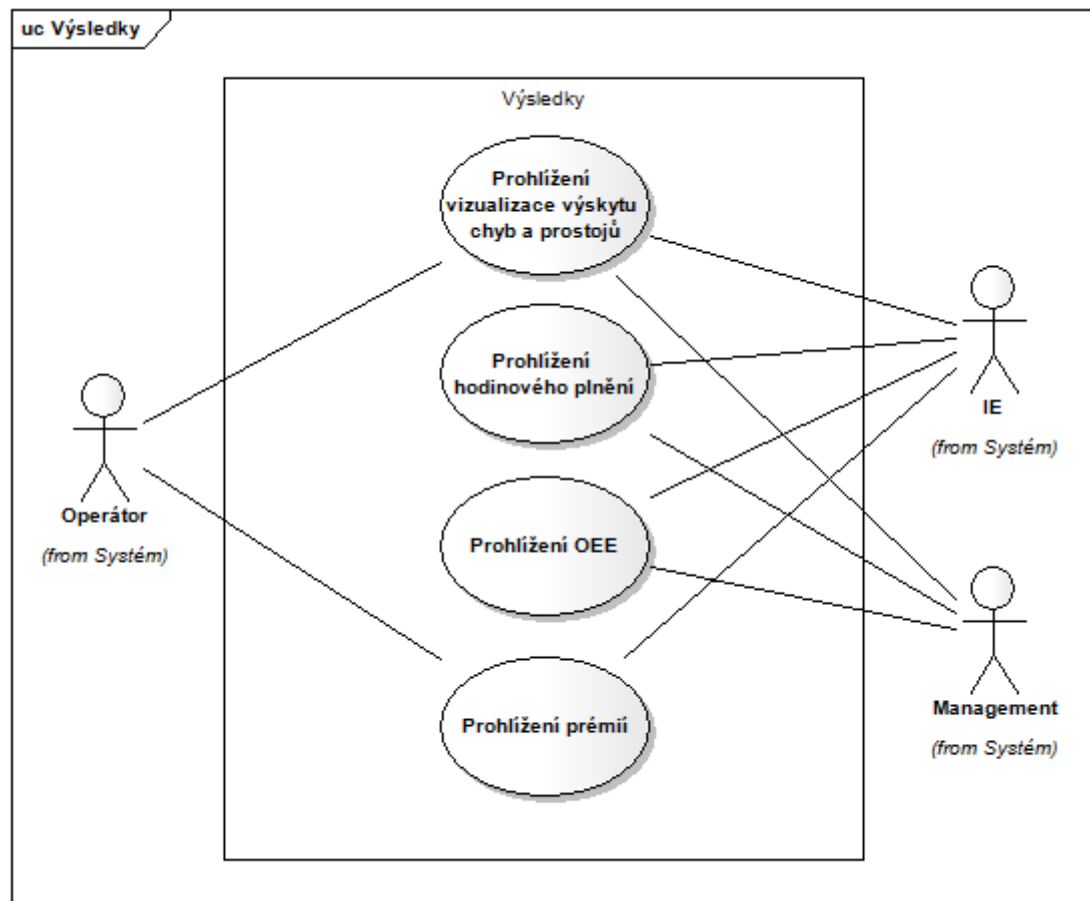
, kde YY znamená rok, MM měsíc, DD den, HH hodinu, NN minutu a SS sekundu.

*Tab. 26. UC8 – Uložení hodinového plnění a prostoje*

UC8	Uložení hodinového plnění a prostoje
Primární aktér:	Výrobní linka
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	Výrobní linka: chce uložit data do systému.
Vstupní podmínky:	Linka je vybavena zařízením pro automatický sběr dat.
Minimální záruky:	Každý zpracovaný textový záznam bude smazán, aby nedošlo ke zpomalení systému a duplicitnímu navádění dat.
Záruky úspěchu:	Systém uloží data a smaže textový záznam.
Spouštěč:	Uplynutí hodiny pracovní doby.
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Linka vytvoří textový soubor předem určeného formátu.</li> <li>2. Systém nalezne soubor a zpracuje ho.</li> <li>3. Systém uloží data ze souboru a smaže ho.</li> </ol>

### 8.1.4 Případy užití z balíčku Výsledky

Případy užití, jejichž diagram je na obrázku (Obr. 14), popisují část systému, která slouží k zobrazení a vyhodnocení dat získaných sběrem.



Obr. 14. Diagram případů užití Výsledky

#### 8.1.4.1 Příklad užití UC9 - Prohlížení vizualizace výsledků OEE, prostojů, chyb, prémie a hodinového plnění

Pro zjednodušení a větší přehlednost jsou všechny možnosti vizualizace uvedeny v rámci jednoho UC.

Tab. 27. UC9 – Prohlížení vizualizace výsledků OEE, prostojů, chyb a prémie

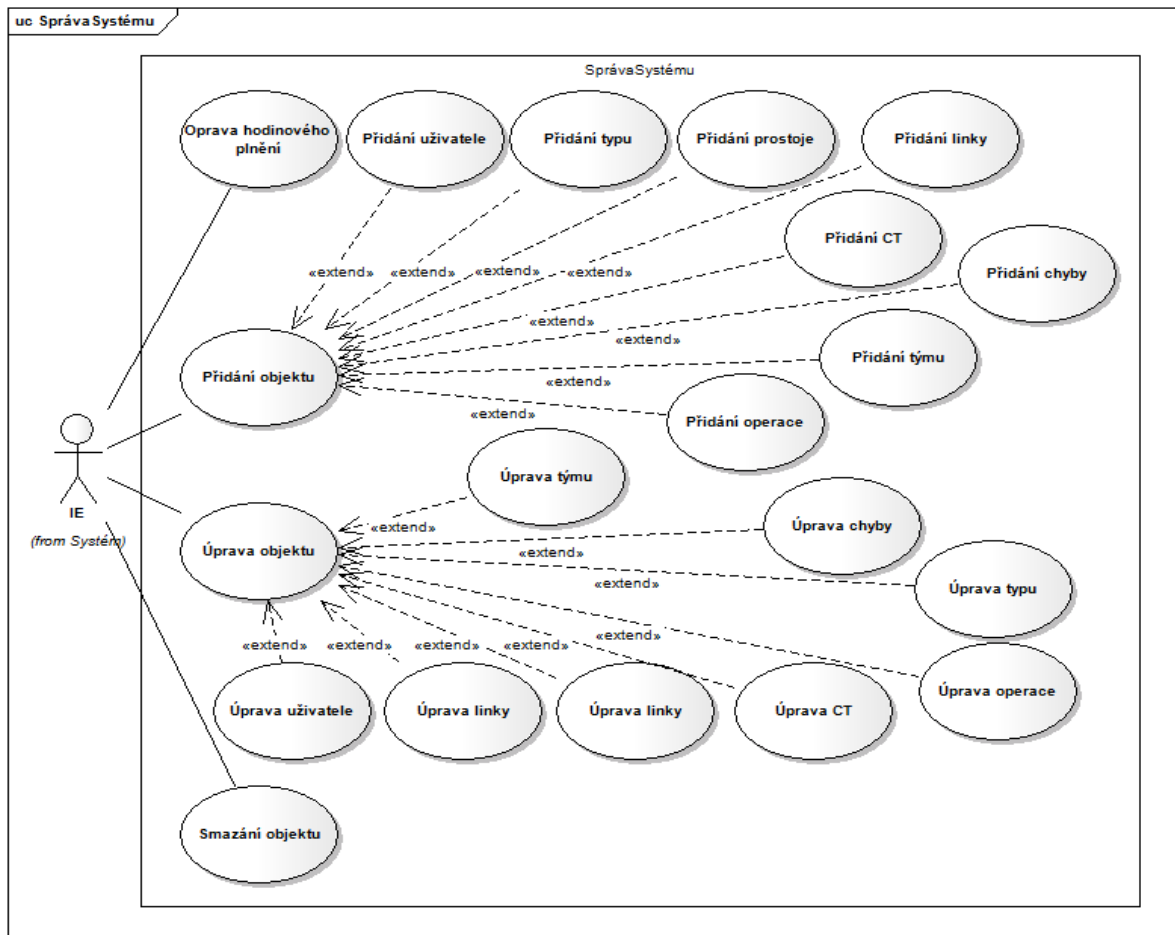
<b>UC9</b>	<b>Prohlížení vizualizace výsledků OEE, prostojů, chyb a prémie hodinového plnění</b>
Primární aktér:	Operátor, IE, Management
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	Operátor, IE, Management: uživatelé získají informace o průběhu výroby a finančních odměnách.
Vstupní podmínky:	Úspěch UC1 a UC2.
Minimální záruky:	Při neexistenci dat pro vizualizaci systém zobrazí upozornění a nebude se dál pokoušet číst data z databáze.
Záruky úspěchu:	Bude zobrazena vizualizace s požadovanými daty.
Spouštěč:	Uživatel zvolí možnost prohlížení výsledků.
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uživatel vybere data, která chce mít zobrazena.</li> <li>2. Uživatel zvolí časové období a počáteční datum vizualizace.</li> <li>3. Systém zobrazí vizualizaci dat.</li> </ol>
Rozšíření:	<ol style="list-style-type: none"> <li>3a. Uživatel zvolil vizualizaci chyb a prostojů. <ol style="list-style-type: none"> <li>3a1. Systém zobrazí graf a tabulku s výskytem chyb a prostojů na lince.</li> </ol> </li> <li>3b. Uživatel zvolil vizualizaci výsledků OEE. <ol style="list-style-type: none"> <li>3b1. Systém zobrazí výsledky výpočtů pro výkon, dostupnost, kvalitu a celkové OEE dané linky.</li> </ol> </li> <li>3c. Uživatel zvolil vizualizaci prémie. <ol style="list-style-type: none"> <li>3c1. Systém zobrazí graf s hodnotami prémie pro výrobní tým vypočtených na základě OEE</li> </ol> </li> </ol>



<p><b>UC9</b></p>	<p><b>Prohlížení vizualizace výsledků OEE, prostojů, chyb a prémie hodinového plnění</b></p>
	<p>3d. Uživatel zvolil vizualizaci hodinového plnění.</p> <p>3c1. Systém zobrazí tabulku obsahující porovnání plánovaného počtu kusů s počtem kusů, které byly vyrobeny.</p> <p>3d. Data pro zvolené období nejsou dostupná.</p> <p>3d1. Systém zobrazí chybovou hlášku a vrátí se ke kroku číslo 2.</p>

**8.1.5 Případy užití z balíčku SprávaSystému**

Případy užití v diagramu na obrázku (Obr. 15), popisují část systému, která slouží ke správě systému.



Obr. 15. Diagram UC balíčku SprávaSystému

### 8.1.5.1 Příklad užití UC10 – Přidání objektů

Pro zjednodušení a větší přehlednost shrnuje tento případ užití všechny možnosti údajů, které IE potřebuje přidat do systému. Jedná se například o přidání výrobní linky, nového typu, nového uživatele, atd.

Tab. 28. UC10 – Přidání objektů

UC10	Přidání objektů
Primární aktér:	IE
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	IE: chce zadat objekt do databáze.
Vstupní podmínky:	Úspěch UC1 a během UC2 zvolí možnost správy systému.
Minimální záruky:	Pokud nebudou zadány všechny potřebné údaje, nebudou data uložena do databáze.
Záruky úspěchu:	Systém uloží údaje do databáze a umožní uživatelům pracovat s nimi.
Spouštěč:	Přibudou nové objekty ve výrobě.
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IE zvolí, jaký objekt chce do databáze přidat.</li> <li>2. IE zadá všechna požadovaná data.</li> <li>3. Systém uloží data do databáze.</li> </ol>
Rozšíření:	<ol style="list-style-type: none"> <li>3a. IE nezadá všechna požadovaná data.               <ol style="list-style-type: none"> <li>3a1. Systém zobrazí chybovou hlášku a vrátí se do kroku číslo 2.</li> </ol> </li> </ol>

Stručný popis případů užití, které UC10 rozšiřují je uveden v následující tabulce (Tab. 29).

Tab. 29. Stručný popis případů užití rozšiřujících UC10

<b>Případ užití</b>	<b>Popis</b>
Přidání uživatele	IE zadá jméno, UID, heslo, práva a případně tým nového uživatele.
Přidání typu	IE do DB uloží nový kód výrobku.
Přidání prostoje	IE zadá název nového prostoje a operaci, při které vzniká.
Přidání linky	IE zadá název nové linky, typ sběru, typ směnného provozu a obsluhující tým.
Přidání CT	IE zadá novou hodnotu CT, číslo linky, které se údaj týká, typ výrobku a počet operátorů.
Přidání týmu	IE zadá číslo nového týmu.
Přidání operace	IE zadá název nové výrobní operace a linky, které ji provádí.
Přidání chyby	IE zadá název nové chyby, limit a operaci, při které se vyskytuje.

#### 8.1.5.2 Případ užití UC11 – Smazání objektů

Tab. 30. UC11 – Smazání objektů

<b>UC11</b>	<b>Smazání objektů</b>
Primární aktér:	IE
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	IE: chce smazat objekt z databáze.
Vstupní podmínky:	Úspěch UC1 a během UC2 zvolí možnost správy systému.
Minimální záruky:	Aby bylo zabráněno omylu a smazání jiného než požadovaného objektu, bude IE před definitivním smazáním požádán o potvrzení. Při smazání budou dodržena pravidla integrity.
Záruky úspěchu:	Systém smaže objekt z databáze.
Spouštěč:	Z výroby bude odebrán objekt.

UC11	Smazání objektů
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IE zvolí, jaký typ objektu chce z databáze smazat.</li> <li>2. IE vybere konkrétní objekt.</li> <li>3. Systém požádá o potvrzení smazání.</li> <li>4. IE potvrdí smazání.</li> <li>5. Objekt bude smazán.</li> </ol>
Rozšíření:	<ol style="list-style-type: none"> <li>4a. IE zjistí omyl a zruší smazání.               <ol style="list-style-type: none"> <li>4a1. Systém se vrátí ke kroku číslo 1.</li> </ol> </li> </ol>

### 8.1.5.3 Příklad užití UC12 – Úprava objektů

UC12 (Tab. 31) popisuje úpravu objektů v databázi. Jednotlivé rozšiřující UC popisují úpravu údajů různých typů objektů, které mohou být zadány do databáze. Tyto údaje jsou zmíněny u popisu rozšíření UC10 (Tab. 29).

Tab. 31. UC12 – Úprava objektů

UC12	Úprava objektů
Primární aktér:	IE
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	IE: chce upravit atributy objektu v databázi.
Vstupní podmínky:	Úspěch UC1 a během UC2 zvolí možnost správy systému.
Minimální záruky:	Při úpravě budou dodržena pravidla integrity.
Záruky úspěchu:	Systém upraví údaje v databázi a začne je používat.
Spouštěč:	Dojde ke změně ve výrobě.

Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IE zvolí, jaký typ objektu chce upravit.</li> <li>2. Systém zobrazí objekty zvoleného typu.</li> <li>3. Uživatel vybere objekt.</li> <li>4. Systém zobrazí atributy objektu.</li> <li>5. IE provede požadované úpravy.</li> <li>6. IE úpravy potvrdí a systém je uloží.</li> </ol>
Rozšíření:	<ol style="list-style-type: none"> <li>5a. IE nezadá všechna požadovaná data <ol style="list-style-type: none"> <li>5a1. Systém neuloží změny.</li> <li>5a2. Systém zobrazí chybovou hlášku a opakuje krok 3.</li> </ol> </li> </ol>

#### 8.1.5.4 Příklad užití UC13 – Oprava hodinového plnění

Tab. 32. UC13 – Oprava hodinového plnění

UC13	Oprava hodinového plnění
Primární aktér:	IE
Úroveň:	Uživatelský cíl
Účastníci a zájmy:	IE: chce opravit údaje o hodinovém plnění.
Vstupní podmínky:	Úspěch UC1 a během UC2 zvolí možnost správy systému.
Minimální záruky:	Údaj o plnění nelze úplně smazat.
Záruky úspěchu:	Systém upraví údaj v databázi.
Spouštěč:	IE najde chybu v hodinovém plnění.
Hlavní scénář:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IE zvolí datum, kde se vyskytla chyba.</li> <li>2. Systém zobrazí tabulku s plněním.</li> <li>3. IE opraví chybný údaj.</li> <li>4. Systém uloží nový údaj do databáze.</li> </ol>

<b>UC13</b>	<b>Oprava hodinového plnění</b>
Rozšíření:	2a. Data pro zvolené datum nejsou dostupná. 2a1. Systém zobrazí chybovou hlášku a vrátí se ke kroku číslo 1.

### 8.1.6 Systémové specifikace

Je nutné specifikovat důležité vlastnosti systému. Mezi ně patří počáteční velikost databáze, růst databáze, zabezpečení, zálohování a uživatelské rozhraní.

#### 8.1.6.1 Počáteční velikost databáze

V počáteční fázi bude v databázi uloženo 1476 záznamů o vyráběných výrobcích, 27 záznamů o výrobních linkách, 6 záznamů výrobních týmů, asi 244 záznamů o uživateli systému. Dále bude do databáze vloženo 60 až 90 typů prostojů, asi 75 různých chyb vyskytujících se na výrobcích a 20 operací, při kterých mohou tyto chyby a prostoje nastat.

#### 8.1.6.2 Růst databáze

V současnosti bude do databáze každou hodinu přibývat minimálně 27 nových záznamů o hodinovém plnění. Dále lze předpokládat, že každou hodinu bude přidáno průměrně 5 záznamů o prostojích z každé z 27 linek. Každou směnu bude přidáno asi 8 záznamů o výskytu chyb z každé linky.

V plánech firmy figuruje rozšíření výroby na dvojnásobek. V takovém případě by se stejným způsobem rozrostla i databáze.

#### 8.1.6.3 Zabezpečení a zálohování

Je důležité, aby byla databáze chráněna heslem. Pracovníci musí pro přístup k datům použít své UID a heslo. Pracovníci budou mít uživatelská práva shodná s uživatelským pohledem, který jim náleží. Pracovníci budou mít přístup pouze k těm datům, která jsou potřebná pro jejich práci a interakci se systémem. Vzdálený přístup bude umožněn pouze uživatelům s uživatelským pohledem IE nebo management.

Databáze by měla být jednou denně zálohována. To je ve shodě s praxí, která je ve firmě používána. Přesnou dobu zálohování určí oddělení IT.

Vstupy do databáze budou ošetřeny proti útokům typu SQL Inject nebo Cross site scripting.

#### 8.1.6.4 Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní bude tvořeno webovou aplikací. Pro přidávání záznamů a správu dat budou sloužit jednoduché formuláře. Hodinové plnění bude zobrazeno v tabulkách. Rozhraní pro verzi MS Access bude tvořeno formuláři vytvořenými v samotné aplikaci.

Všem uživatelům bude k dispozici podrobná nápověda. Pro lepší přehlednost by nápověda měla být omezena podle jednotlivých uživatelských pohledů.

## 8.2 Entitně-relační model databáze

Celý systém obsahuje jedenáct různých entit, které do něj nějakým způsobem zasahují. Jejich seznam se stručným popisem je uveden v tabulce (Tab. 33).

Tab. 33. Seznam a popis entit systému

Entita	Popis
User	Uživatel systému. Operátoři, IE, management.
Team	Výrobní tým pracující na výrobní lince. Je tvořen operátory.
Line	Výrobní linka.
Type	Typ vyráběného výrobku.
Operation	Výrobní operace prováděná na výrobní lince.
Dwntime	Prostoj, který se vyskytuje během výroby.
Fault	Vada na výrobku.
ProductionPlan	Plán plnění výroby pro danou linku a počet operátorů.
ProductionRecord	Jeden řádek hodinového plnění z papírového formuláře.
DwntimeRecord	Zaznamenání výskytu prostoje ve výrobě
FaultRecord	Zaznamenání výskytu chyby na výrobku

Každá entita vyskytující se v systému má několik atributů, které shromažďují všechny údaje týkající se entity. Jejich seznam s popisem je uveden v tabulce (Tab. 34).

Tab. 34. Atributy entit

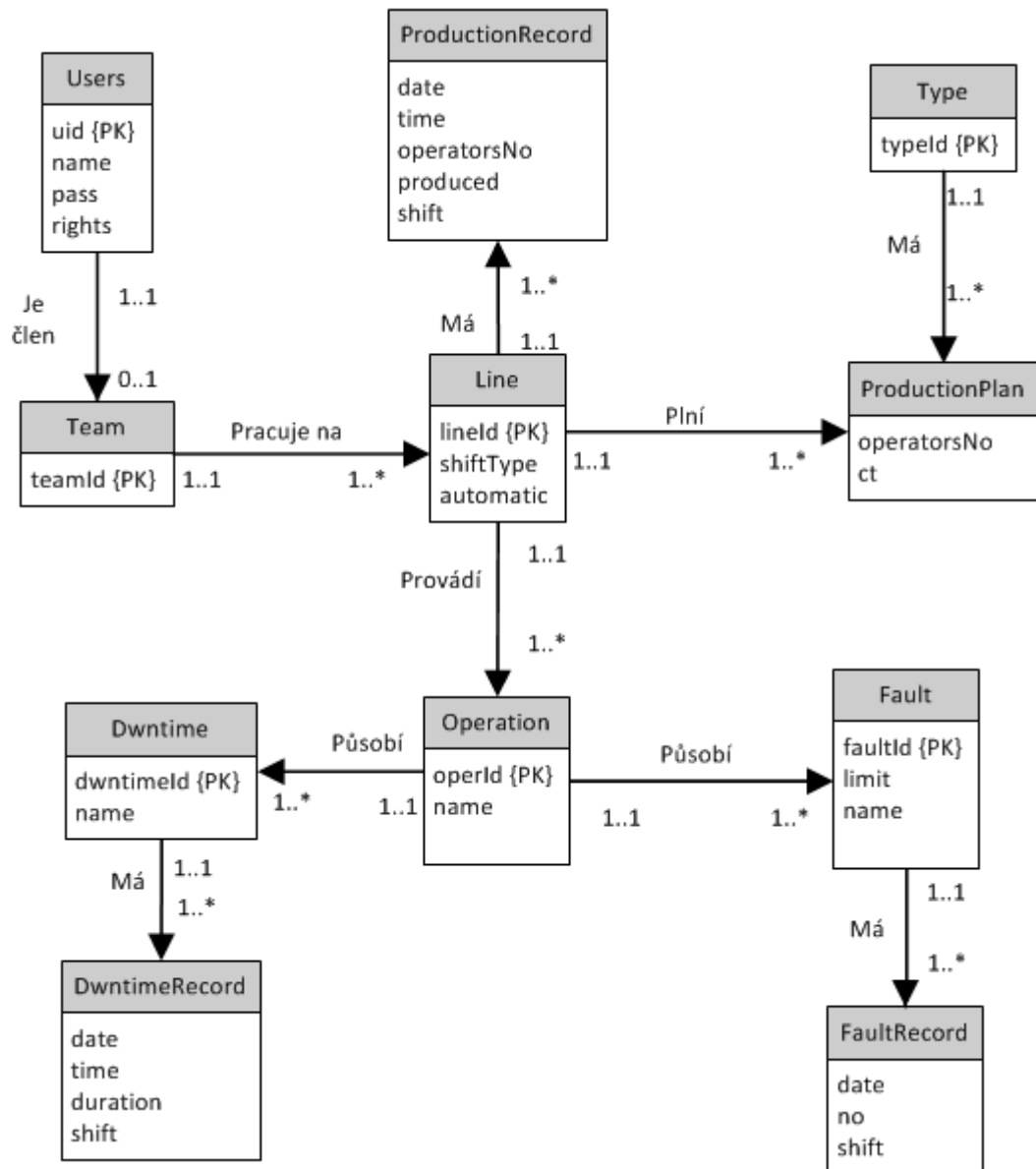
<b>Entita</b>				
<b>Atribut</b>	<b>Popis</b>	<b>Typ a délka dat</b>	<b>Null</b>	<b>Více hodnot</b>
<b>User</b>				
uid	UID pracovníka.	8 znaků, pevná délka.	Ne	Ne
name	Jméno pracovníka.	20 znaků, proměnlivá délka.	Ne	Ne
pass	Heslo.	Hash řetězec.	Ne	Ne
rights	Uživatelská práva pracovníka.	1 znak. „O“, „M“, „I“.	Ne	Ne
<b>Team</b>				
teamId	Číslo výrobního tým.	5 znaků, pevná délka.	Ne	Ne
<b>Line</b>				
lineId	Identifikace linky.	5 znaků, proměnlivá délka, první znak je „L“.	Ne	Ne
shiftType	Druh provozu na lince. Tří- nebo dvousměnný provoz.	1 znak, pevná délka, „3“ nebo „2“	Ne	Ne
automatic	Typ sběru.	Atribut typu Ano/Ne	Ne	Ne
<b>Type</b>				
typeId	Číslo vyráběného výrobku.	11 znaků, pevná délka. První tři znaky jsou „A2C“.	Ne	Ne
<b>Operation</b>				
operId	Číslo operace.	Číslo. 0-99.	Ne	Ne



<b>Entita</b>				
<b>Atribut</b>	<b>Popis</b>	<b>Typ a délka dat</b>	<b>Null</b>	<b>Více hodnot</b>
<b>Operation</b>				
name	Název operace.	16 znaků, proměnlivá délka.	Ne	Ne
<b>Dwntime</b>				
dwntimeID	Číslo prostoje	Číslo. 0-99.	Ne	Ne
name	Název prostoje.	16 znaků, proměnlivá délka.	Ne	Ne
<b>Fault</b>				
faultId	Kód chyby.	Číslo. 0-99.	Ne	Ne
limit	Maximální počet výskytu.	Číslo. 1-10.	Ne	Ne
name	Jméno chyby.	16 znaků, proměnlivá délka.	Ne	Ne
<b>ProductionPlan</b>				
operatorsNo	Počet operátorů pracujících na lince.	Číslo. 1-6.	Ne	Ne
ct	Cycle time pro danou konfiguraci linky.	Desetinné číslo. 1,00 – 100,00.	Ne	Ne
<b>ProductionRecord</b>				
date	Datum záznamu.	Datum ve formátu dd/mm/yyyy.	Ne	Ne
time	Čas záznamu.	Čas.	Ne	Ne
operatorsNo	Počet pracujících operátorů.	Číslo. 1-6.	Ne	Ne
produced	Počet vyrobených kusů.	Číslo. 1-200.	Ne	Ne

<b>Entita</b>				
<b>Atribut</b>	<b>Popis</b>	<b>Typ a délka dat</b>	<b>Null</b>	<b>Více hodnot</b>
<b>ProductionRecord</b>				
shift	Směna.	3 znaky, proměnlivá délka. „R“, „O“, „N“, „R12“, „N12“.	Ne	Ne
<b>DwntimeRecord</b>				
date	Datum záznamu.	Datum ve formátu dd/mm/yyyy.	Ne	Ne
time	Čas vzniku.	Čas.	Ne	Ne
duration	Délka trvání prostoje. [s]	Číslo. 1-28800.	Ne	Ne
shift	Směna	3 znaky, proměnlivá délka. „R“, „O“, „N“, „R12“, „N12“.	Ne	Ne
<b>FaultRecord</b>				
date	Datum záznamu.	Datum ve formátu dd/mm/yyyy.	Ne	Ne
no	Počet výskytů chyby.	Číslo. 1-10.	Ne	Ne
shift	Směna.	3 znaky, proměnlivá délka. „R“, „O“, „N“, „R12“, „N12“.	Ne	Ne

Relace mezi těmito entitami a určení primárních klíčů u silných entit je zobrazeno v entitně-relačním modelu databáze (Obr. 16).



Obr. 16. Entitně-relační model databáze

Všechny tabulky jsou v první normální formě. To znamená, že každý průsečík sloupce a řádku tabulky bude obsahovat pouze jednu hodnotu. První NF je jediná, která je kriticky důležitá pro vytváření tabulek relačních databází [12].

Pro předcházení anomálií v aktualizacích se ovšem doporučuje splnění třetí NF. Ta říká, že hodnoty sloupců tabulky splňující první a druhou NF, které nejsou součástí primárního klíče, jsou determinovány pouze sloupci primárního klíče a žádnými jinými [12].

Pro splnění této NF je třeba, aby tabulka splňovala druhou NF, která říká, že jsou hodnoty každého sloupce, který není součástí primárního klíče, definovány všemi sloupci primárního klíče [12]. Všechny tabulky v navrhované databázi splňují druhou i třetí NF.

Databáze implementovaná podle tohoto modelu (Obr. 16) bude splňovat požadavky pro úspěšné provedení všech činností uvedených v diagramech případů užití jednotlivých uživatelů (Obr. 11, Obr. 12, Obr. 13, Obr. 14).

## 9 LOGICKÝ NÁVRH DATABÁZE

Z entitně-relačního modelu databáze (Obr. 16) je nutné vytvořit logický návrh databáze, který bude obsahovat popis tabulek a jejich sloupců, přiřazení cizích klíčů do tabulek, určení primárních klíčů slabých entit a popis integritních omezení.

Tab. 35. Popis tabulek databáze systému sledování výroby

<p><b>Users</b> (uid, name, pass, rights, teamId)</p> <p><b>Primární klíč</b> uid</p> <p><b>Cizí klíč</b> teamId reference Team (teamId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání nastavení na hodnotu null.</p>	<p><b>Team</b> (teamId)</p> <p><b>Primární klíč</b> teamId</p>
<p><b>Line</b> (lineId, teamId, shiftType, automatic)</p> <p><b>Primární klíč</b> lineId</p> <p><b>Cizí klíč</b> teamId reference Team (teamId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání nastavení na hodnotu null.</p>	<p><b>Type</b> (typeId)</p> <p><b>Primární klíč</b> typeId</p>
<p><b>Operation</b> (operId, name)</p> <p><b>Primární klíč</b> operId</p>	<p><b>OpersOnLines</b> (lineId, operId)</p> <p><b>Primární klíč</b> lineId, operId</p> <p><b>Cizí klíč</b> operId reference Operation (operId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p> <p><b>Cizí klíč</b> lineId reference Line (lineId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p>
<p><b>Dwntime</b> (dwntimeId, name, operId)</p> <p><b>Primární klíč</b> dwntimeId</p> <p><b>Cizí klíč</b> operId reference Operation (operId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p>	<p><b>Fault</b> (faultId, name, limit, operId)</p> <p><b>Primární klíč</b> faultId</p> <p><b>Cizí klíč</b> operId reference Operation (operId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p>

<p><b>ProductionPlan</b> (operatorsNo, ct, typeId, lineId)</p> <p><b>Primární klíč</b> typeId, lineId, operatorsNo</p> <p><b>Cizí klíč</b> typeId reference Type (typeId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p> <p><b>Cizí klíč</b> lineId reference Line (lineId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p>	<p><b>ProductionRecord</b> (date, time, operatorsNo, produced, shift, typeId, lineId)</p> <p><b>Primární klíč</b> date, time, lineId</p> <p><b>Cizí klíč</b> lineId reference Line (lineId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p>
<p><b>DwntimeRecord</b> (date, time, duration, shift, lineId, dwntimeId)</p> <p><b>Primární klíč</b> date, time, lineId</p> <p><b>Cizí klíč</b> lineId reference Line (lineId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p> <p><b>Cizí klíč</b> dwntimeId reference Dwntime (dwntimeId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p>	<p><b>FaultRecord</b> (date, no, shift, lineId, faultId)</p> <p><b>Primární klíč</b> date, shift, lineId</p> <p><b>Cizí klíč</b> lineId reference Line (lineId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p> <p><b>Cizí klíč</b> faultId reference Fault (faultId) při aktualizaci kaskáda, při vymazání kaskáda.</p>

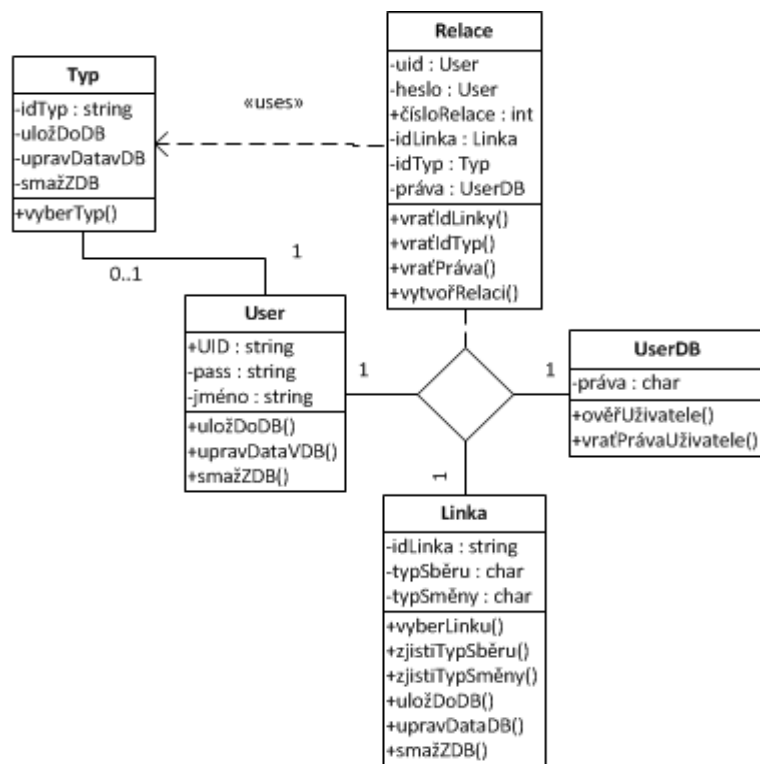
Oproti ER modelu (Obr. 16) byla v popisu tabulek systému sledování výroby (Tab. 35) přidána tabulka „OpersOnLines“, která slouží pro přiřazení výrobních operací k výrobním linkám, které je provádějí.

## 10 NÁVRH APLIKACE

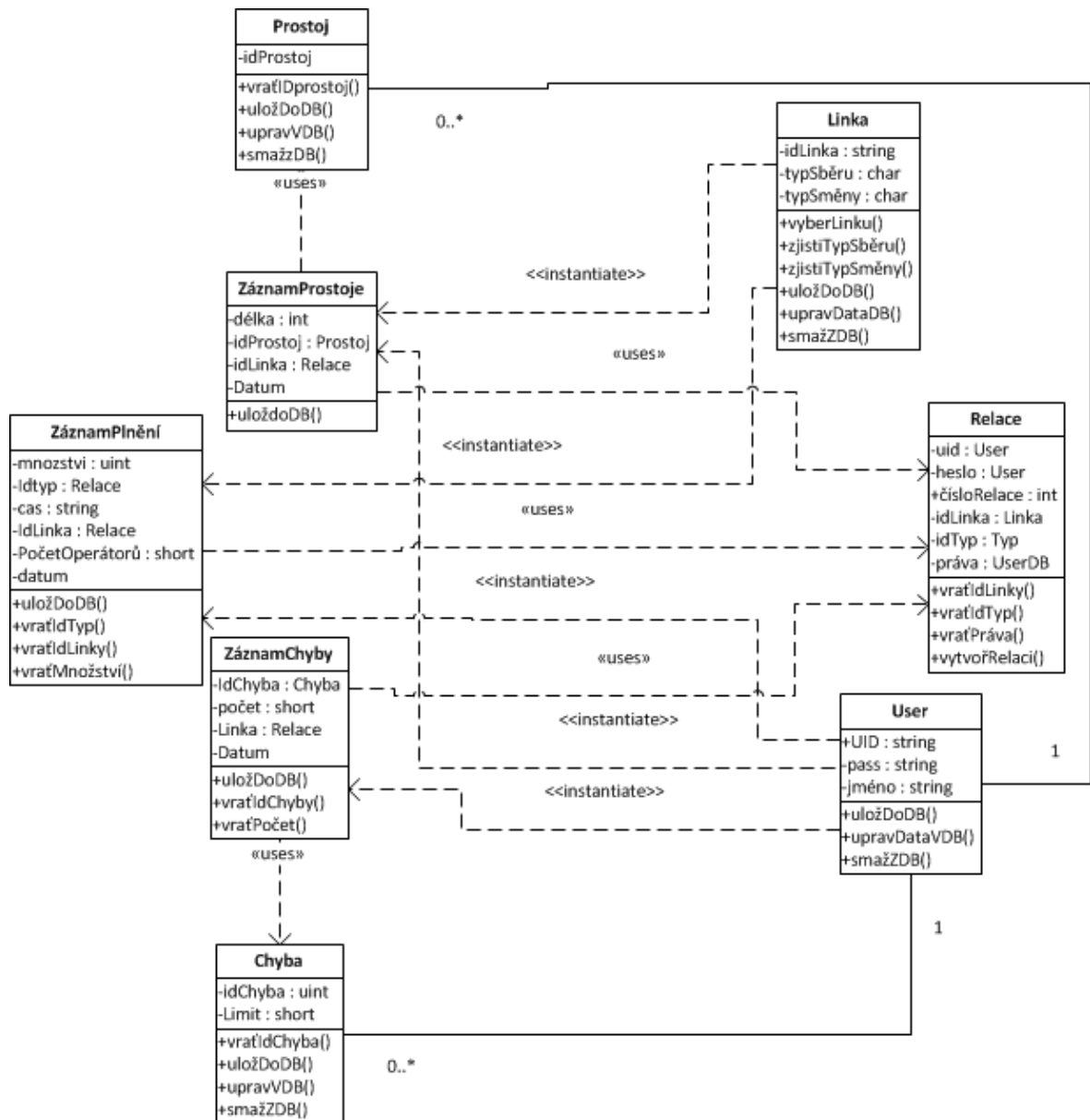
Aplikace pro systém s využitím MySQL bude založena na webové technologii a bude tvořena zejména formuláři pro zadávání a zobrazování dat. Pro systém využívající Microsoft Office Access 2007 budou vytvořeny formuláře pomocí prostředků poskytovaných samotnou aplikací.

### 10.1 Diagram tříd

Pro specifikaci tříd, které jsou nutné pro úplnou funkčnost aplikace ovládající databázi, je použit diagram tříd. Pro lepší přehlednost je diagram rozdělen na několik částí. První část diagramu souvisí s přihlášením uživatele, vytvořením uživatelské relace a výběrem linky, případně typu (Obr. 17). Druhá část se týká vazeb ve sběru dat (Obr. 18) a poslední částí je zobrazení výsledků (Obr. 19).

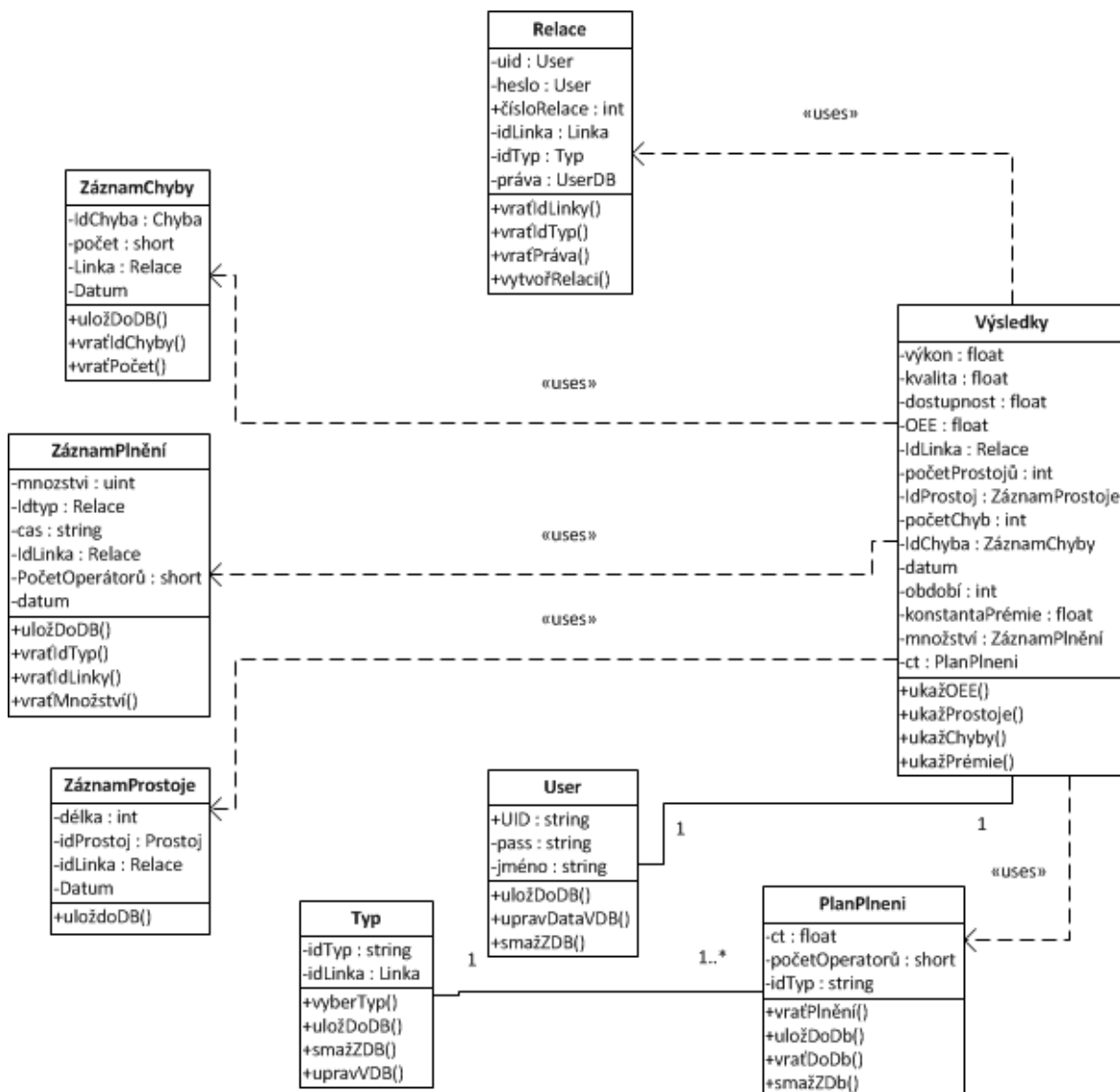


Obr. 17. Diagram tříd – vytvoření relace



Obr. 18. Diagram tříd – sběr dat





Obr. 19. Diagram tříd – výsledky

## 10.2 Uživatelské rozhraní

Již bylo zmíněno, že uživatelské rozhraní pro webovou aplikaci obsluhující databázi založenou na DBMS MySQL bude založeno na sestavě webových formulářů, které budou poskytovat nutná data a budou umožňovat zápis dat.


Rozhraní pro Access bude tvořeno formuláři vytvořenými přímo v aplikaci Access. Protože Microsoft Office Access 2007 neumožňuje zavedení různých uživatelských úrovní, navrhuji, aby byly vytvořeny dva soubory s uživatelským rozhraním – jeden s rozhraním pro IE a jeden s rozhraním pro operátory. Třetí soubor bude obsahovat tabulky s daty a soubory s rozhraním se k němu budou připojovat.

V této kapitole uvedu několik návrhů uživatelského rozhraní pro obě možnosti řešení.

## HODINOVÉ PLNĚNÍ

LINKA: L56 26.4.2012									
PRÉMIE	6:00 - 7:00	123	261	A2C123456789	4	33,5	Změň typ	Operátoři	
CHYBY	7:00 - 8:00						Prostoj	Změň typ	
PROSTOJE	8:00 - 9:00						Operátoři	Prostoj	
	9:00 - 10:00						Změň typ	Operátoři	
	10:00 - 11:00						Prostoj	Změň typ	
	11:00 - 12:00						Operátoři	Prostoj	
	12:00 - 13:00						Změň typ	Operátoři	
	13:00 - 14:00						Prostoj	Změň typ	
	ZADEJ CHYBY							Operátoři	Prostoj
	ZADEJ PŘESTÁVKU								

Aktuální čas  
7:03:43



Nápověda

Obr. 20. Hodinové plnění – operátor

Obrázek (Obr. 20) ukazuje návrh formuláře webové aplikace, který slouží pro zápis hodinového plnění operátorem na lince bez automatického sběru. Operátor má za úkol vyplnit pole „Plnění“. Pro změny ve výrobě během směny použije tlačítka na okraji tabulky. Pro zadání chyb a přestávky slouží tlačítka pod mřížkou.

Operátor na lince s automatickým sběrem bude mít k dispozici podobný formulář. Bude v něm chybět tlačítko pro zadání změny typu a operátor nebude vyplňovat pole „Plnění“, to bude doplňováno automaticky.

Obrázek (Obr. 21) obsahuje jednoduchý formulář pro roční zápis hodinového plnění na lince v aplikaci Microsoft Office Access 2007. Náhled hodinového plnění je na dalším obrázku (Obr. 22).

**Zadání dat z výroby**

Datum: 27.4.2012

Čas od: [ ]

Linka: [ ]

Typ výrobku: [ ]

Operátoři: [ ]

Plnění: [ ]

Vložit

Obr. 21. Formulář pro zápis hodinového plnění v MS Access 2007

**Zobrazení dat z výroby**

Datum: 10.4.2012

Linka: L56

Zobrazit data

Data z výroby:

Datum	ČasZačátek	ČasKonec	Typ	Vyrobeno	Operátoři	Plán

Obr. 22. Zobrazení hodinového plnění – MS Access 2007

Pro IE a členy managementu, kteří si budou chtít prohlédnout výsledky OEE bude sloužit následující formulář (Obr. 23). Po výběru data a časového období, za které požadují výsledky, budou data zobrazena v tabulce.

Příklad verze formuláře v systému používajícím MS Access je na obrázku, který následuje (Obr. 24). Tento formulář zobrazuje pouze výsledky pro jeden den, ale výrazně se neliší od formuláře, který má možnost zobrazit data pro vybrané období.

VÝSLEDKY OEE

LINKA: L56  
26.4.2012

---

PRÉMIE

---

CHYBY

---

PROSTOJE

---

Aktuální čas  
7:03:43

Datum:

Období:  dní

	Výkon:	Dostupnost:	Kvalita:	OEE:
Ranní	88,00%	73,00%	83,00%	53,32%
Odpolední	83,00%	88,00%	73,00%	53,32%
Noční	73,00%	83,00%	88,00%	53,32%
Ranní 12H				
Noční 12H				

Nápověda

Obr. 23. Výsledky OEE ve webové aplikaci

OEE

Linka:

Datum:

Kvalita:

Kvalita	Směna

Záznam:

Dostupnost:

Dostupnost	Směna
100	R
100	O
100	N
100	R12
100	N12

Záznam:

Výkon:

Výkon	Směna

Záznam:

OEE:

OEE	Směna

Záznam:

Obr. 24. Zobrazení OEE v MS Access

Správa systému se skládá z velkého množství formulářů, jejichž princip je v podstatě stejný. Jako příklad pro webovou aplikaci poslouží formulář pro zadání nového výrobku (Obr. 25) a stejný formulář bude reprezentovat verzi MS Access 2007 (Obr. 26).

The screenshot shows a web application interface titled "SPRÁVA SYSTÉMU". On the left, there is a navigation menu with the following items: "LINKA: L56", "26.4.2012", "PŘIDAT" (with sub-items: Linku, Uživatele, Tým, Operaci, Výrobek, Chybu, Plán plnění, Prostoj), "UPRAVIT", "SMAZAT", and "Aktuální čas 7:03:43". The main content area is titled "Přidání nového výrobku" and contains two input fields: "A2C kód:" and "Linka:". Below these fields is an orange button labeled "Uložit". At the bottom right of the interface is the "Continental" logo.

Obr. 25. Formulář webové aplikace pro přidání nového výrobku

The screenshot shows the MS Access 2007 interface for "Přidání výrobku". It features a "Linka" dropdown menu and a "Typ" text input field. Below these fields is a grey button labeled "Přidat".

Obr. 26. Přidání nového výrobku v MS Access

## 11 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU A MOŽNÝ ROZVOJ

Pro určení celkových nákladů na projekt je k ceně hardwarových prostředků nutné přičíst cenu vývoje aplikace. Ta je odhadnuta metodou Use Case Points [15]. Tabulky s výpočtem pro obě zvažované verze jsou k nahlédnutí v příloze (P III).

### 11.1 Náklady na vývoj aplikace

Náklady na vývoj aplikace byly odhadnuty metodou Use Case Points, která pro odhad využívá model případů užití. Pro určení ceny práce byl použit průměrný plat programátora, který je nabízen firmami v Moravskoslezském kraji, tedy v oblasti kde sídlí firma Continental. Tento měsíční plat činí 33 015Kč. V tabulkách (Tab. 36, Tab. 37) je uveden odhad ceny aplikace pro obě zvažované možnosti. Počítá se s 8hodinovou pracovní dobou a 22 pracovními dny v měsíci.

*Tab. 36. Odhad ceny vývoje webové aplikace*

Měsíční plat programátora [Kč]	33 015,00
Hodinový plat [Kč]	187,59
Odhad délky vývoje v hodinách	3 855,60
Odhad ceny [Kč]	723 253,60

*Tab. 37. Odhad ceny vývoje verze MS Access*

Měsíční plat programátora [Kč]	33 015,00
Hodinový plat [Kč]	187,59
Odhad délky vývoje v hodinách	3 515,40
Odhad ceny [Kč]	659 437,10

### 11.2 Celkové náklady na projekt a přínosy projektu

Celkové náklady na projekt se skládají z nákupu hardwarových prostředků a z vývoje aplikace. Mezi oběma verzemi je rozdíl právě v ceně vývoje aplikace. Celkové náklady na projekt nového systému sledování výroby jsou uvedeny v tabulce (Tab. 38).

Tab. 38. Celkové náklady na obě verze systému

Položka	MySQL + webová aplikace	MS Access 2007
Náklady na hardware [Kč]	157 045,50	157 045,50
Náklady na software [Kč]	723 253,60	659 437,10
<b>Celkem [Kč]</b>	<b>880 299,10</b>	<b>816 482,60</b>

Přínosy projektu spočívají zejména ve zrychlení a úspoře práce a tím dosažené úspoře financí vynaložených na roční provoz, která vzniká na platech a materiálu. Celkové přínosy obou dvou zvažovaných verzí jsou v následující tabulce (Tab. 39).

Tab. 39. Přínosy obou verzí systému

	Současný systém	MySQL + aplikace	MS Access 2007
Roční provoz [Kč]	943 929,32	240 050,00	257 060,00
<b>Přínos [Kč]</b>	-	<b>703 879,32</b>	<b>686 869,32</b>

### 11.3 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické údaje posuzující projekt z dlouhodobého hlediska, jsou počítány s diskontní sazbou 7,6%, která je dvojnásobkem aktuální míry inflace (3,8%), která je uváděna Českým statistickým úřadem. Doba životnosti je počítána na 10 let.

Tab. 40. Ekonomické parametry projektu

Parametr	MySQL + aplikace	MS Access 2007
Kapitálový náklad [Kč]	880 299,10	816 482,60
Celkové cashflow [Kč]	4 809 501,86	4 693 274,10
Roční přínosy [Kč]	703 879,32	686 863,32
Prostá doba návratnosti [rok]	1,25	1,19

Parametr	MySQL + aplikace	MS Access 2007
Reálná doba návratnosti [rok]	1,37	1,30
NPV [Kč]	6 241 146,67	6 132 864,81

Z vypočtených ekonomických parametrů lze vyčíst, že reálná doba návratnosti investice do systému se pohybuje okolo 1,2 roku. Čistá současná hodnota (NPV) [16] systému je v případě použití DBMS MySQL 6 241 146,67Kč, v případě použití Microsoft Office Access 2007 je NPV 6 132 864,81Kč.

#### 11.4 Další možný rozvoj

Pro kontrolu přístupu do různých prostorů a pro kontrolu docházky používá firma identifikační karty a čtečky karet. V současné době je zpracováván projekt na použití čteček těchto karet pro přihlašování operátorů na linkách. Jednou z možností rozvoje navrhovaného systému sledování výroby by bylo využití těchto čteček pro přihlašování k systému.

Další možný rozvoj se týká zavedení technických prostředků, které by umožňovaly automatický sběr dat na linkách, kde to v současné době není možné. To by sebou ovšem pravděpodobně přineslo vysokou investici a možné komplikace v zavádění.



## ZÁVĚR

Po zhodnocení současného stavu systému sledování výroby v části firmy Continental Automotive Systems Czech Republic s.r.o., Frenštát pod Radhoštěm, kde je zvažován přechod na jiný, modernější způsob sběru a vyhodnocování dat z výroby, bylo navrženo několik možností řešení nového systému.

Tato možná řešení byla srovnána mezi sebou a porovnána se současným stavem. Jelikož současný systém sledování výroby je založen na ručním sběru dat z výrobních linek pomocí papírových formulářů a jejich navádění do složitého systému vzájemně propojených souborů Microsoft Office Excel, bylo prakticky od začátku jasné, že jakékoliv řešení, které některé části současného systému odbourá nebo zjednoduší, bude i přes počáteční investice z dlouhodobějšího hlediska výhodnější.

Z možných řešení byla zvolena kombinace automatického a ručního sběru dat z výrobních linek. Pro ruční zadávání dat operátory na lince bylo vybráno použití tenkých klientů, kteří tomuto použití naprosto dostačují a hovoří pro ně i výhodná pořizovací cena.

Po softwarové stránce se jako nejlepší řešení ukázalo použití DBMS MySQL a webové aplikace, která bude sloužit pro sběr, vyhodnocování a vizualizaci dat. Na žádost firmy byla souběžně zpracována méně výhodná možnost, která využívá aplikace Microsoft Office Access 2007.

Byly zpracovány případy užití systému, které jsou shodné pro obě zpracovávané možnosti. Dále byl proveden návrh databáze, který splňuje požadavky na všechny potřebné transakce dat. Pro každé z uvažovaných řešení bylo navrženo grafické uživatelské řešení, jehož příklady jsou uvedeny v práci.

Závěrem práce byla odhadnuta cena vývoje aplikace a provedeno ekonomické zhodnocení obou řešení. Z mého pohledu se i přes vyšší počáteční investici jeví výhodněji použití MySQL a webové aplikace. Konečné rozhodnutí o zavedení nového systému sledování výroby a použité technologie ovšem závisí na samotné firmě Continental Automotive Systems Czech Republic s.r.o., Frenštát pod Radhoštěm.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

After the evaluation of a current state of the production control information system in a part of Continental Automotive Systems Czech Republic s.r.o., Frenštát pod Radhoštěm, where the switch to the different, more modern way of production data collecting and evaluating is planned, several options of solution of the new system were suggested.

These solutions were compared with each other and with the current system. Because the current system is based on a manual collection of data using paper forms and conversion of data into a complicated system of Microsoft Office Excel 2007 files, it was clear that any new solution, which will eliminate or simplify some parts of the current system, will be , despite initial investments, better in the long term.

The combination of automatic and manual data collection from production lines was chosen from possible solutions. Thin clients will be used for a manual collection of data by operators on lines. These clients are sufficient enough for this purpose and their price is low.

The use of the DBMS MySQL and a web-based application, which will be used for data collection and evaluation, has proved to be the best solution as a software part of the system. The solution with Microsoft Office Access 2007 was processed at the request of the company.

Use cases of the system were created for both solutions. The database design, which satisfies all necessary data transactions, was created next. Graphical user interface was created for both solutions. Examples can be found in a thesis.

Estimation of a cost of an application development and economical evaluation of a whole project were made in the end of the thesis. Despite a higher initial investment to the MySQL solution, it is the best option in my point of view. The final decision on the production control information system depends only on the company Continental Automotive Systems Czech Republic s.r.o., Frenštát pod Radhoštěm.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Continental Corporation. *Continental Corporation* [online]. © 2012 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: [http://www.continental.com/generator/www/com/en/continental/portal/themes/continental/facts/facts\\_en.html](http://www.continental.com/generator/www/com/en/continental/portal/themes/continental/facts/facts_en.html)
- [2] OEE for operators: overall equipment effectiveness. Portland, Or.: Productivity, 1999, 63 s. ISBN 15-632-7221-0.
- [3] Calculating OEE. OEE.com [online]. © 2002-2011 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.oeec.com/calculating-oeec.html>
- [4] OEE Factors. *OEE.com* [online]. © 2002-2011 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.oeec.com/oeec-factors.html>
- [5] CURRY, Guy L a Richard M FELDMAN. Manufacturing systems modeling and analysis. 2nd ed. Berlin: Springer, c2011, s. 47. ISBN 3642166172.
- [6] Microsoft Access vs. Microsoft SQL Server. Databasedev.co.uk [online]. ©2003-2011 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://www.databasedev.co.uk/ms-access-vs-sql-server.html>.
- [7] JENNINGS, Roger. *Microsoft Access 2010 in depth*. Indianapolis, Ind.: Que Pub., c2011, s. 158-159. ISBN 978-0-7897-4307-7.
- [8] Access vs MySQL. *Codewalkers* [online]. 28. 9. 2004 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://www.codewalkers.com/c/a/Database-Articles/Access-vs-MySQL/1/>
- [9] Access vs MySQL. *FindTheBest* [online]. © 2012 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: [http://database-management-systems.findthebest.com/saved\\_compare/Access-vs-MySQL#](http://database-management-systems.findthebest.com/saved_compare/Access-vs-MySQL#)
- [10] VASWANI, Vikram. *MySQL: the complete reference*. New York: McGraw-Hill/Osborne, c2004, 537 s. ISBN 00-722-2477-0.
- [11] Access vs MySQL. *FindTheBest* [online]. © 2012 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: [http://database-management-systems.findthebest.com/saved\\_compare/Access-vs-Oracle](http://database-management-systems.findthebest.com/saved_compare/Access-vs-Oracle)

- [12] CONOLLY, Thomas, Carolyn E BEGG a Richard HOLOWCZAK. *Mistrovství - databáze: profesionální průvodce tvorbou efektivních databází*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, 584 s. ISBN 978-80-251-2328-7 (VáZ.).
- [13] COCKBURN, Alistair. *Use Cases: jak efektivně modelovat aplikace*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2005, 262 s. ISBN 80-251-0721-3.
- [14] ARLOW, Jim a Ila NEUSTADT. *UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikací: objektově orientovaná analýza a návrh prakticky*. Vyd. 1. Překlad Bogdan Kiszka. Brno: Computer Press, 2007, 567 s. ISBN 978-80-251-1503-9.
- [15] Metody odhadu pracnosti založené na modelu. In: STRUSKA, Zdeněk a Robert PERGL. *Tvorba softwaru*. Ostrava: ČSSI, 2006, s. 144-151. ISBN 80-248-1082-4. Dostupné z: <http://formular-ekf.vsb.cz/formulare/F01/tsw/getfile.php?prispevekid=876>
- [16] VYMĚTAL, Dominik. *Informační systémy v podnicích: teorie a praxe projektování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 142 s. ISBN 978-802-4730-462.
- [17] PALETA, Petr. *Co programátory ve škole neučí aneb Softwarové inženýrství v reálné praxi*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2003, 337 s. ISBN 80-251-0073-1.
- [18] SODOMKA, Petr. *Informační systémy v podnikové praxi*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2006, 351 s. ISBN 80-251-1200-4.
- [19] CONTINENTAL AUTOMOTIVE SYSTEMS CZECH REPUBLIC S.R.O., Frenštát pod Radhoštěm. *Interní materiály firmy*. Frenštát pod Radhoštěm, 2011.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

DP	Dílenská písarka
IE	Industrial Engineer
OEE	Overall Equipment Effectiveness
TL	Team Leader
CT	Cycle time
MES	Manufacturing execution system
DBMS	Database Management system
SQL	Structured Query Langure
UID	Identifikační číslo pracovníka
NF	Normální forma
ER	Entitně relační
UC	Use Case
NPV	Net Present Value

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Příklad vizualizace výrobních dat.....	14
Obr. 2. Diagram činnosti TL.....	15
Obr. 3. Diagram činnosti DP.....	16
Obr. 4. Tok dat v systému OEE .....	16
Obr. 5. Sekce pro zápis plnění plánu a prostojů .....	17
Obr. 6. Sekce pro zápis počtu a typu vyskytnutých chyb.....	18
Obr. 7. Kódovnick prostojů .....	18
Obr. 8. Systém souborů pro uložení a vyhodnocení dat .....	19
Obr. 9. Tok dat v novém systému sledování výroby.....	29
Obr. 10. Příklad vizualizace v MES systému od společnosti Camline.....	38
Obr. 11. Diagram balíčků s případy užití.....	46
Obr. 12. Diagram případů balíčku VstupDoSystému .....	47
Obr. 13. Diagram případů užití SběrDat.....	49
Obr. 14. Diagram případů užití Výsledky.....	55
Obr. 15. Diagram UC balíčku SprávaSystému .....	57
Obr. 16. Entitně-relační model databáze.....	67
Obr. 17. Diagram tříd – vytvoření relace .....	71
Obr. 18. Diagram tříd – sběr dat .....	72
Obr. 19. Diagram tříd – výsledky.....	73
Obr. 20. Hodinové plnění – operátor .....	74
Obr. 21. Formulář pro zápis hodinového plnění v MS Access 2007 .....	75
Obr. 22. Zobrazení hodinového plnění – MS Access 2007 .....	75
Obr. 23. Výsledky OEE ve webové aplikaci.....	76
Obr. 24. Zobrazení OEE v MS Access .....	76
Obr. 25. Formulář webové aplikace pro přidání nového výrobku .....	77
Obr. 26. Přidání nového výrobku v MS Access.....	77

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Časová a finanční náročnost zpracování jednoho formuláře .....	21
Tab. 2. Celková částka za sledování dat během pracovní směny .....	22
Tab. 3. Časová a finanční náročnost nepravidelně vykonávaných činností.....	23
Tab. 4. Cena za roční provoz .....	23
Tab. 5. Shrnutí požadavků na systém .....	25
Tab. 6. Kalkulace ceny při použití panelového PC.....	31
Tab. 7. Kalkulace ceny při použití tabletu .....	31
Tab. 8. Kalkulace ceny při použití tenkého klienta s úpravou pro použití v průmyslu .....	32
Tab. 9. Kalkulace ceny při použití běžného tenkého klienta .....	32
Tab. 10. Bodové ohodnocení vhodnosti jednotlivých HW řešení .....	33
Tab. 11. Srovnání časové a cenové náročnosti zpracování formuláře v současném systému a za použití systému s Microsoft Office Access.....	39
Tab. 12. Srovnání časové a cenové náročnosti zpracování formuláře v současném systému a za použití systému s MySQL nebo Oracle Database .....	40
Tab. 13. Srovnání časové a cenové náročnosti zpracování formuláře v současném systému a za použití MES systému firmy Camline .....	41
Tab. 14. Srovnání ceny sběru dat z 27 linek během jedné směny .....	42
Tab. 15. Srovnání časové náročnosti úprav systému a dalších nepravidelných činností .....	42
Tab. 16. Srovnání finanční náročnosti činností .....	43
Tab. 17. Srovnání ceny ročního provozu .....	44
Tab. 18. Hodnocení jednotlivých možností SW řešení systému.....	45
Tab. 19. UC1 – Přihlášení do systému.....	47
Tab. 20. UC2 – Výběr linky.....	48
Tab. 21. UC3 – Zadání typu.....	50
Tab. 22. UC4 – Změna typu.....	50
Tab. 23. UC5 – Zadání hodinového plnění.....	51
Tab. 24. UC6 – Zadání chyby .....	52
Tab. 25. UC7 – Zadání prostoje.....	53
Tab. 26. UC8 – Uložení hodinového plnění a prostoje .....	54
Tab. 27. UC9 – Prohlížení vizualizace výsledků OEE, prostojů, chyb a premií .....	56
Tab. 28. UC10 – Přidání objektů .....	58

---

Tab. 29. Stručný popis případů užití rozšiřujících UC10 .....	59
Tab. 30. UC11 – Smazání objektů .....	59
Tab. 31. UC12 – Úprava objektů .....	60
Tab. 32. UC13 – Oprava hodinového plnění .....	61
Tab. 33. Seznam a popis entit systému .....	63
Tab. 34. Atributy entit.....	64
Tab. 35. Popis tabulek databáze systému sledování výroby .....	69
Tab. 36. Odhad ceny vývoje webové aplikace.....	78
Tab. 37. Odhad ceny vývoje verze MS Access.....	78
Tab. 38. Celkové náklady na obě verze systému .....	79
Tab. 39. Přínosy obou verzí systému .....	79
Tab. 40. Ekonomické parametry projektu.....	79

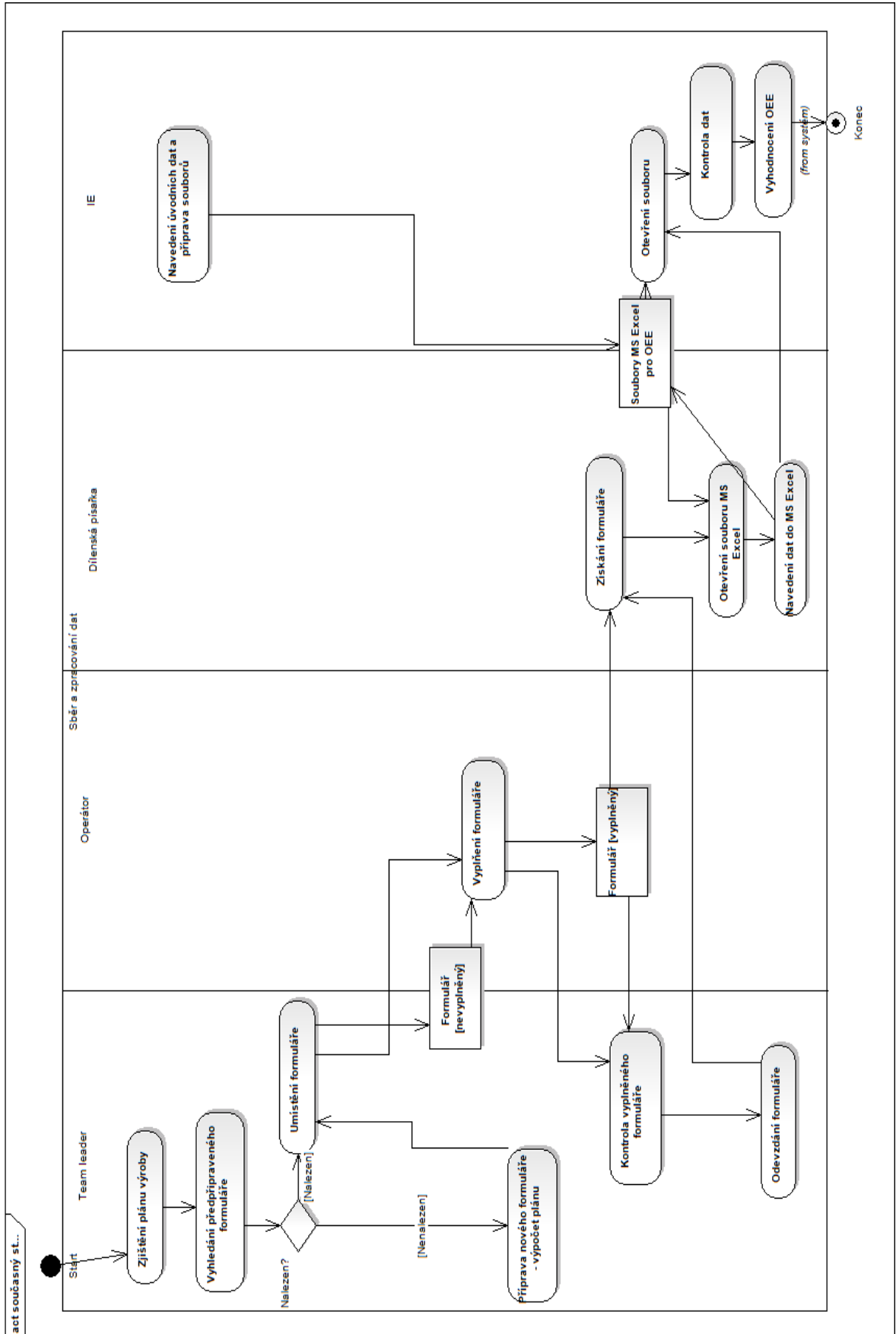


## SEZNAM PŘÍLOH

P I Diagram současného sběru dat

P II Metoda Use Case Points

# PŘÍLOHA P I: DIAGRAM SOUČASNÉHO SBĚRU DAT



## PŘÍLOHA P II: METODA USE CASE POINTS

### Metoda Use Case Points pro webovou aplikaci

Typ aktora	Váha	Počet		Celkem
Jednoduchý	1	1		1
Průměrný	2	0		0
Složité	3	3		9
				<b>10</b>
Typ případu užití	Počet kroků	Váha	Počet	Celkem
Jednoduchý	<4	5	3	15
Průměrný	4 to 7	10	14	140
Komplexní	> 8	15	10	150
				<b>305</b>
	<b>Neadjukované use case points</b>			<b>315</b>

Technické faktory	Váha	Faktor (0 - 5)	Celkem
Distribuovaný systém	2	0	0
Doba reakce	1	4	4
Efektivita uživatele	1	5	5
Složitost vnitřního zpracování	1	3	3
Znovupoužitelnost kódu	1	0	0
Jednoduchost instalace	0,5	0	0
Jednoduchost použití	0,5	5	2,5
Přenositelnost	2	0	0

<b>Technické faktory</b>	<b>Váha</b>	<b>Faktor (0 - 5)</b>	<b>Celkem</b>
Snadnost změn	1	3	3
Souběžnost	1	5	5
Bezpečnost	1	4	4
Přístup třetí straně	1	0	0
Požadavek speciálního tréninku	1	3	3
			<b>29,5</b>
<b>Faktor technické complexity</b>	<b>0,9</b>		

<b>Faktory prostředí</b>	<b>Váha</b>	<b>Faktor (0 - 5)</b>	<b>Celkem</b>
Zkušenosti s projektem	1,5	5	7,5
Zkušenost s aplikací	0,5	0	0
Zkušenost s objektovým programováním	1	5	5
Schopnost vedoucího analytika	0,5	3	1,5
Motivace	1	5	5
Stabilita požadavků	2	4	8
Pracovníci na částečný úvazek	-1	0	0
Složitost programovacího jazyka	-1	3	-1
			<b>24</b>
<b>Faktor prostředí</b>	<b>0,68</b>		

Vysvětlivky:

Faktor: 0 – nemá vliv

3 – střední vliv

5 – silný vliv

<b>Adjukované Use Case Points (UCP)</b>	<b>192,78</b>
Čas na UCP (hodiny)	20,00
Pracovní hodiny/den	8,00
Pracovní dny/měsíc	22,00
<b>Celkem hodin/člověk</b>	<b>3855,60</b>
Celkem dní/člověk	481,95
Celkem měsíců/člověk	21,91

#### Metoda Use Case Points pro verzi s Microsoft Office Access 2007

Typ aktora	Váha	Počet		Celkem
Jednoduchý	1	1		1
Průměrný	2	0		0
Složité	3	3		9
				<b>10</b>
Typ případu užití	Počet kroků	Váha	Počet	Celkem
Jednoduchý	<4	5	3	15
Průměrný	4 to 7	10	14	140
Komplexní	> 8	15	10	150
				<b>305</b>
	<b>Neadjukované use case points</b>			<b>315</b>

<b>Technické faktory</b>	<b>Váha</b>	<b>Faktor (0 - 5)</b>	<b>Celkem</b>
Distribuovaný systém	2	0	0
Doba reakce	1	4	4
Efektivita uživatele	1	5	5
Složitost vnitřního zpracování	1	3	3
Znovupoužitelnost kódu	1	0	0
Jednoduchost instalace	0,5	0	0
Jednoduchost použití	0,5	5	2,5
Přenositelnost	2	0	0
Snadnost změn	1	3	3
Souběžnost	1	5	5
Bezpečnost	1	4	4
Přístup třetí straně	1	0	0
Požadavek speciálního tréninku	1	3	3
			<b>29,5</b>
<b>Faktor technické komplexity</b>	<b>0,9</b>		

<b>Faktory prostředí</b>	<b>Váha</b>	<b>Faktor (0 - 5)</b>	<b>Celkem</b>
Zkušenosti s projektem	1,5	5	7,5
Zkušenost s aplikací	0,5	0	0
Zkušenost s objektovým programováním	1	5	5
Schopnost vedoucího analytika	0,5	3	1,5
Motivace	1	5	5
Stabilita požadavků	2	4	8

<b>Faktory prostředí</b>	<b>Váha</b>	<b>Faktor (0 - 5)</b>	<b>Celkem</b>
Pracovníci na částečný úvazek	-1	0	0
Složitost programovacího jazyka	-1	1	-1
			<b>26</b>
<b>Faktor prostředí</b>	<b>0,62</b>		

Vysvětlivky:

Faktor:        0 – nemá vliv  
                   3 – střední vliv  
                   5 – silný vliv

<b>Adjukované Use Case Points (UCP)</b>	<b>175,77</b>
Čas na UCP (hodiny)	20,00
Pracovní hodiny/den	8,00
Pracovní dny/měsíc	22,00
<b>Celkem hodin/člověk</b>	<b>3515,40</b>
Celkem dní/člověk	439,43
Celkem měsíců/člověk	19,97