

# Návrh zavedení monitoringu výrobních procesů ve vybrané společnosti

Bc. Václav Hnaníček

---

Diplomová práce  
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Václav Hnaníček  
Osobní číslo: M22137  
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství  
Forma studia: Prezenční  
Téma práce: Návrh zavedení monitoringu výrobních procesů ve vybrané společnosti

## Zásady pro vypracování

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v dané oblasti a formulujte teoretické poznatky ke zpracování praktické části diplomové práce.

#### II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobních procesů ve vybrané společnosti.
- Na základě výsledků analýzy zpracujte návrh pro zavedení monitoringu výrobních procesů.
- Provedte zhodnocení navrhovaného řešení.

### Závěr

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

**Seznam doporučené literatury:**

- BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean: practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN 9781539322948.
- FLÍDR, Jiří. *Propojení výroby a informačních systémů v praxi*. Praha: Grada, 2023. ISBN 978-80-271-2459-6.
- GILCHRIST, Alasdair. *Industry 4.0: the industrial internet of things*. New York: Apress, 2016. ISBN 9781484220467.
- JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
- TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Hrbáčková, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **5. února 2024**  
Termín odevzdání diplomové práce: **19. dubna 2024**

L.S.

---

**prof. Ing. David Tuček, Ph.D.**  
děkan

---

**prof. Ing. David Tuček, Ph.D.**  
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 5. února 2024

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- 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 práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové 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 práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové 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,

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

Ve Zlíně 17.4.2024

Jméno a příjmení: Bc. Václav Hnaniček

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zaměřuje na návrh zavedení monitoringu výrobních procesů ve vybrané společnosti. Hlavním cílem této práce je zpracovat návrh pro zavedení monitoringu výrobních procesů ve vybrané společnosti. Praktická část práce se soustředí na analýzu vybraných podnikových procesů pomocí metody mapování toku hodnot. Dle této analýzy jsou identifikovány příležitosti ke zlepšení, ze kterých je hlavní příležitostí k řešení zvolena nepřesnost informací o dostupnosti výrobních buněk. Poté je provedena detailní analýza současného stavu dostupnosti výrobních buněk. Na základě uvedené analýzy je vypracován návrh pro zavedení nového monitorovacího systému, který zajistí zvýšení relevantnosti získaných výrobních dat, a tím zpřesní informační podklady o dostupnosti a výkonnosti daného výrobního zařízení.

Klíčová slova: informační systém, mapování toku hodnot, monitoring, výrobní proces

## **ABSTRACT**

This diploma thesis focuses on the proposal for the implementation of monitoring of production processes in a selected company. The main objective of this thesis is to develop a proposal for the implementation of monitoring of production processes in a selected company. The practical part of the thesis focuses on the analysis of selected company processes using the value stream mapping method. According to this analysis, opportunities for improvement are identified, out of which the inaccuracy of information about the availability of production cells is chosen as the main opportunity to be addressed. Then, a detailed analysis of the current state of availability of production cells is performed. On the basis of this analysis, a proposal is developed for the introduction of a new monitoring system that will ensure an increase in the relevance of the production data obtained and thus improve the information base on the availability and performance of the production facility.

Keywords: information system, value stream mapping, monitoring, production process

Zde, na tomto místě, bych chtěl poděkovat paní Ing. Lucii Hrbáčkové, Ph.D. za její trpělivost, ochotu, cenné rady a odborné vedení při zpracovávání této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat technicko-výrobnímu řediteli vybrané společnosti za umožnění realizace této práce a za cenné rady i připomínky. Nakonec patří poděkování mé rodině, která mě po celou dobu studia podporovala.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 VÝROBA</b> .....	<b>13</b>
1.1 VÝROBNÍ FAKTORY .....	13
1.2 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍHO PROCESU .....	13
1.3 LAYOUT VÝROBNÍHO PROCESU.....	16
1.3.1 Uspořádání s pevnou pozicí výrobku .....	17
1.3.2 Technologické uspořádání .....	17
1.3.3 Předmětné uspořádání .....	18
1.3.4 Buňkové uspořádání .....	18
1.4 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ .....	19
1.5 MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT .....	20
1.6 ŠTÍHLÁ VÝROBA .....	20
1.7 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ .....	21
<b>2 PRŮMYSL 4.0</b> .....	<b>24</b>
2.1 KYBERNETICKO-FYZIKÁLNÍ SYSTÉMY (CPS) .....	24
2.2 DIGITALIZACE .....	25
2.3 BIG DATA .....	26
2.4 INTERNET VĚCI (IoT) .....	27
2.5 DALŠÍ VYBRANÉ TRENDY PRŮMYSLU 4.0 .....	28
<b>3 PODNIKOVÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM</b> .....	<b>29</b>
3.1 CHARAKTERISTIKA PODNIKOVÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ.....	29
3.2 ERP – PLÁNOVÁNÍ PODNIKOVÝCH ZDROJŮ .....	30
3.2.1 Vývoj ERP systémů .....	31
3.2.2 Struktura ERP systému .....	32
3.3 CRM - ŘÍZENÍ VZTAHU SE ZÁKAZNÍKEM .....	33
3.4 SCM – SPRÁVA DODAVATELSKÉHO ŘETĚZCE .....	33
3.5 BUSINESS INTELLIGENCE.....	34
<b>4 MES SYSTÉM</b> .....	<b>35</b>
4.1 CHARAKTERISTIKA MES SYSTÉMU .....	35
4.2 KLÍČOVÉ UKAZATELE VÝKONNOSTI (KPI) .....	37
4.3 VYUŽITÍ MES SYSTÉMU V PRŮMYSLU 4.0 .....	39
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>41</b>
<b>5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>42</b>

5.1	O SPOLEČNOSTI .....	42
5.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA .....	43
5.3	PRODUKTOVÉ PORTFOLIO .....	44
5.4	INFORMAČNÍ SYSTÉM SPOLEČNOSTI .....	45
5.4.1	Popis informačního systému Helios iNuvio.....	45
5.4.2	Využívané moduly informačního systému.....	45
<b>6</b>	<b>ANALÝZA VYBRANÝCH PODNIKOVÝCH PROCESŮ .....</b>	<b>47</b>
6.1	POPIS VÝROBNÍHO PROCESU .....	47
6.1.1	Materiálový tok na pracovišti.....	51
6.1.2	Evidence dat z výroby v odváděcím terminálu .....	54
6.2	LOGISTIKA .....	56
6.2.1	Systém skladování.....	57
6.2.2	Manipulační technika .....	58
6.3	KONTROLA KVALITY .....	59
6.4	MAPA SOUČASNÉHO STAVU.....	61
<b>7</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU DOSTUPNOSTI VÝROBNÍCH BUNĚK.....</b>	<b>65</b>
7.1	MĚŘENÍ DOSTUPNOSTI VÝROBNÍCH BUNĚK .....	65
7.1.1	Pracoviště skupiny 1 .....	65
7.1.2	Pracoviště skupiny 3 .....	66
7.1.3	Pracoviště skupiny 6 .....	68
7.1.4	Pracoviště skupiny 7 .....	69
7.2	EVIDENCE VÝROBNÍCH DAT V INFORMAČNÍM SYSTÉMU .....	71
7.3	SHRNUTÍ ANALÝZY DOSTUPNOSTI A EVIDENCE DAT V INFORMAČNÍM SYSTÉMU .....	73
7.4	AUDIT RELEVANTNOSTI VÝROBNÍCH DAT – SOUČASNÝ STAV .....	74
<b>8</b>	<b>SHRNUTÍ ANALÝZ SOUČASNÉHO STAVU .....</b>	<b>76</b>
<b>9</b>	<b>CHARAKTERISTIKA PROJEKTU .....</b>	<b>77</b>
9.1	ZADÁNÍ PROJEKTU.....	77
9.2	HARMONOGRAM PROJEKTU .....	78
9.3	RIZIKOVÁ ANALÝZA – RIPRAN.....	78
<b>10</b>	<b>NÁVRH ZAVEDENÍ MONITORINGU VÝROBNÍCH BUNĚK.....</b>	<b>80</b>
10.1	NÁVRH STRUKTURY PROSTOJŮ .....	80
10.1.1	Plánované prostoje .....	82
10.1.2	Neplánované prostoje.....	83
10.2	NÁVRH EXCELOVÉ APLIKACE PRO MONITORING VÝROBNÍCH BUNĚK.....	88
10.3	NÁVRH ROZHRANÍ PRO ZADÁVÁNÍ PROSTOJŮ V ODVÁDĚCÍM TERMINÁLU .....	95



10.4	NÁVRH STRUKTUROVÁNÍ MONITOROVANÝCH DAT V PODNIKOVÉM INFORMAČNÍM SYSTÉMU .....	98
10.5	AUDIT RELEVANTNOSTI VÝROBNÍCH DAT – NAVRHOVANÝ STAV .....	101
10.6	POSTUPOVÉ KROKY PRO ZAVEDENÍ MONITOROVACÍHO SYSTÉMU.....	102
10.7	PŘÍNOSY ZAVEDENÍ MONITORINGU VÝROBNÍCH PROCESŮ .....	102
<b>11</b>	<b>FINANČNÍ ZHODNOCENÍ PROJEKTU .....</b>	<b>104</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>106</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>108</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>113</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>114</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>116</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>117</b>

## ÚVOD

V současném dynamickém obchodním prostředí je na průmyslové společnosti neustále kladen vyšší tlak, aby nejen udržely krok s rychlým tempem technologického pokroku a inovací, ale také aby plně naplnily očekávání zákazníků a udržely si konkurenční výhodu. Společnosti v průmyslovém sektoru se proto nevyhnutelně potýkají s nutností neustálého zdokonalování svých výrobních procesů. Na základě tohoto kontextu jsou výrobní procesy považovány za klíčový faktor, který zásadně ovlivňuje efektivitu podnikání výrobních společností.

Zavedení monitoringu ve výrobních procesech se v současných podmínkách stává nezbytným krokem pro výrobní společnosti, které chtějí dosáhnout vyšší úrovně řízení a kontroly svých operací. Monitorování výrobních procesů slouží k systematickému sledování a sběru dat o průběhu výrobních operací, včetně měření vybraných klíčových parametrů, identifikace možných odchylek, trendů a monitorování výkonnosti za účelem zajištění optimálního fungování výrobního zařízení. Výrobní společnosti mohou díky monitoringu výrobních procesů rychleji reagovat na případné problémy, minimalizovat výrobní ztráty a zajistit konzistentní a vysokou kvalitu vyrobených výrobků. Zároveň umožňuje monitorování výroby poskytnout mnoho důležitých informací pro strategické rozhodování a plánování budoucího rozvoje výrobních procesů ve vybraných výrobních podnicích.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem zavedení monitoringu výrobních procesů ve vybrané společnosti. Teoretická část je zaměřena na popsání a charakteristiku témat spjatých s výrobními procesy, Průmyslu 4.0, informačního systému a systémů typu MES. Praktická část je rozdělena na dvě části. První část je zaměřena na analýzu vybraných podnikových procesů spolu s analýzou dostupnosti vybraných výrobních buněk a vyhodnocení analýz. Druhá část práce popisuje projektové řešení vytvoření návrhu pro zavedení monitoringu na jednotlivé výrobní buňky.

V uvedeném kontextu je zavedení monitoringu ve výrobních procesech jedním z klíčových prvků pro transformaci směrem k Průmyslu 4.0. Implementace monitoringu výrobních procesů může přispět k dosažení cílů Průmyslu 4.0, jako jsou zvyšování automatizace, digitalizace a individualizace výroby. Současně s tím přináší inovativní přístup k modernizaci výrobního prostředí a adaptaci k novým trendům a požadavkům současného globalizovaného trhu.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce je zpracování návrhu pro vytvoření nového systému pro monitoring výrobních buněk. Metrikou pro vyhodnocení splnění hlavního cíle projektu je úroveň zavedení účinného monitorování, která je vyjádřena relevantností výrobních dat. Mezi dílčí cíle jsou zde uvedeny vytvoření struktury plánovaných a neplánovaných prostojů, zpracování návrhu pro vytvoření rozhraní pro monitoring dostupnosti výrobních buněk na odváděcích terminálech, zpracování návrhu pro vytvoření rozhraní pro monitoring dostupnosti výrobních buněk v informačním systému ERP Helios a zvýšení relevantnosti výrobních dat získaných z výroby.

Pro analýzu současného stavu a zjištění hlavních nedostatků ve vybrané společnosti je zde provedena analýza vybraných podnikových procesů. Analýza vybraných podnikových procesů je provedena pomocí metody mapování toku hodnot, jelikož ta zachycuje materiálový i informační tok u výrobního procesu a dalších procesů. Výsledkem analýzy jsou 4 možnosti ke zlepšení, z nichž k řešení je zvolen problém s nepřesnými informacemi o dostupnosti výrobních buněk. Pro podrobnou identifikaci tohoto problému je zde provedena analýza dostupnosti výrobních buněk. Sběr a analýza dat o dostupnosti výrobních buněk jsou vypracovány pomocí snímkování pracovního dne jednotlivých výrobních buněk. Pro získání komplexnějšího pohledu na získaná výrobní data v současném stavu je dále popsána i struktura výrobních dat v informačním systému ERP Helios. Současný stav relevantnosti výrobních dat je vyhodnocen pomocí auditu sestaveného ze 17 otázek. Vyhodnocení auditu je uvedeno jako procentuální podíl kladných odpovědí ku celkovému počtu položených otázek.

V projektové části jsou využity metody projektového řízení, jako je harmonogram projektu a RIPRAN analýza. K dosažení hlavního cíle práce byly vytvořeny podklady pro zavedení monitoringu výrobních buněk. Vytvoření struktury plánovaných a neplánovaných prostojů slouží k nastavení základní datové struktury o prostojích jednotlivých pracovišť. Zpracování návrhů pro rozhraní pro monitoring jak na odváděcím terminále, tak v ERP systému slouží jako podklad pro zadání k vývoji daného systému. Jednotlivé podklady pro zavedení monitoringu výrobních buněk byly vytvářeny pomocí aplikace MS Excel. Nakonec je zde použit audit navrhovaného stavu relevantnosti výrobních dat, který obsahuje stejné otázky jako audit relevantnosti výrobních dat současného stavu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝROBA

*„Výroba slouží jako prostředek k uspokojování potřeb trhu a zákazníků. Přináší změnu naturální formy věcí, ale k této změně by mělo docházet podle konkrétních potřeb.“* (Jurová, 2013, s. 8)

Výroba je jedna z nejdůležitějších činností lidstva, jejíž účelem je zabezpečení všech potřebných podmínek pro existenci a rozvoj lidské společnosti. Při výrobě dochází k transformaci vstupů na výstupy v podobě statků a služeb, které slouží k uspokojování lidských potřeb. To, na čem závisí kvalita, objem i struktura výroby, je dosažený stupeň lidského poznání. Z hlediska moderní ekonomie je výroba považována jako proces přeměny výrobních faktorů do konečných produktů. Mezi tyto výrobní faktory se řadí půda, do které se rovněž zařazuje i přírodní bohatství, práce, kapitál a informace. (Heřman a Horová, 2013)

### 1.1 Výrobní faktory

Ekonomie pohlíží na výrobní faktory jako na základní ekonomické zdroje, které slouží jako vstupy do ekonomických procesů. Výrobní faktory jsou považovány za vzácné kvůli jejich omezené dostupnosti oproti nekonečným lidským potřebám. Samotná efektivita je v ekonomických aktivitách dosažena nejen díky výrobním faktorům, ale především díky využití jejich správné kombinace, která v konečném důsledku vede k výrobě nových statků a služeb. (Kucharčíková, 2011)

V procesu výroby se obvykle rozlišují čtyři hlavní skupiny výrobních faktorů, a to půda, práce, kapitál a informace. Půda odkazuje na všechny přírodní zdroje, jako jsou voda, vzduch, orná půda, lesy a další. Další výrobní faktor práce zahrnuje všechny lidské zdroje, které lze ve výrobním procesu využít. Nejvýznamnější roli u tohoto výrobního faktoru hraje kvalita příslušníků managementu. Co se týče kapitálu, ten se odlišuje od půdy a práce faktem, že se jedná o výrobní faktor, který může vzniknout výrobou a následně být využíván jako vstup v další výrobě. To znamená, že na rozdíl od půdy a práce může být kapitál vytvořen výrobou. Toto vysvětlení se týká tzv. reálného kapitálu, ještě však existuje pojem "finanční kapitál", který se vztahuje na finanční aktiva. (Keřkovský a Valsa, 2012)

### 1.2 Charakteristika výrobního procesu

Výroba se zabývá výrobou produktů a vyráběné produkty jsou na začátku vstupními surovinami. Ty jsou následně podrobeny sledu procesů, z nichž vznikají jednotlivé výrobky a ty mají určitou hodnotu. Např. hlína jako taková, když se těží, má určitou hodnotu. Když

se z ní však následně vyrobí výrobek, jako může být nádobí, keramika nebo keramický nůž, přidává se jí větší hodnota. Podobně může mít hřebík vyšší hodnotu, než je cena krátkého kusu drátu či tyče, ze kterých může být vyroben. Mezi výrobky s vysokou přidanou hodnotou je možné zařadit např. letadla, obráběcí stroje, počítačové čipy, lékařské implantáty a další. (Sekar et al., 2014)

Za výrobní proces je považován proces, ve kterém je v průběhu transformace ke zdrojům přidávána hodnota, čímž jsou poté vytvářeny finální produkty pro konkrétní spotřebitele. Typologie podniku může mít rozsáhlý počet charakteristik a na zmiňovanou typologii jsou vždy vázány funkce a obsah celého výrobního managementu. I přesto je však možné se opírat o soustavu základních cílů a nástrojů managementu výrobních procesů, které jsou definovány podle základních prvků a cílů ekonomiky spojených s výrobním procesem. (Jurová, 2013)

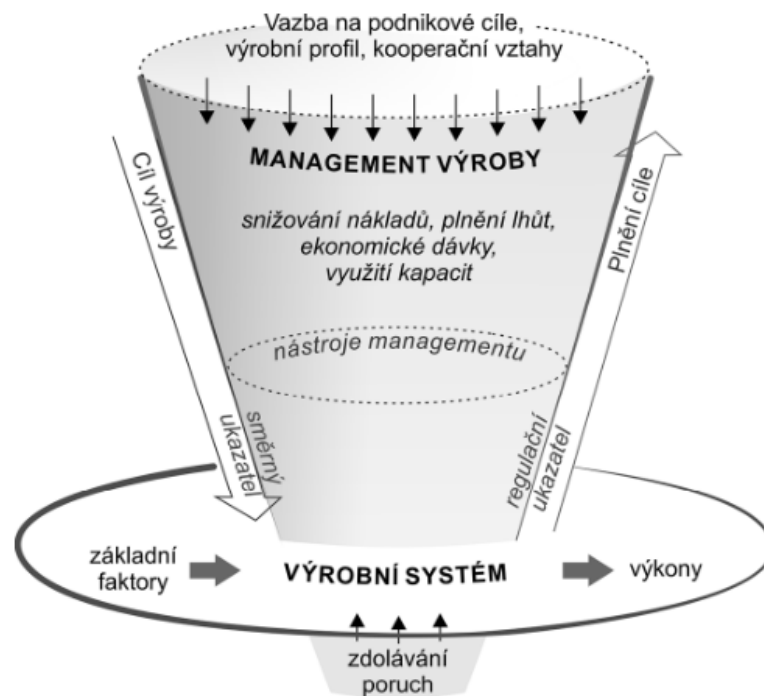
Vznikající tvorba hodnoty u produktu není nikdy pouze jednostranná. Jakýkoli produkt musí mít přidanou hodnotu pro zákazníka, která následně rozhoduje o tom, zda si zákazník produkt koupí nebo ne. Zároveň však musí být koupí produktu zakládán určitý přínos pro výrobní společnost jako takovou, což je možné vyjádřit jako požadovaný užitek neboli hodnotu zákazníka. (Tomek a Vávrová, 2014)

Keřkovský a Valsa (2012) popisují, že za nejdůležitější prvek, který slouží k tvorbě zmiňované hodnoty a realizování zadaných cílů ve výrobní přípravě a řízení, je považován výrobní management. Uvedení autoři dále uvádí, že na základě cílů výroby přicházejících z výše postavené strategické úrovně výrobní management definuje, jak má vypadat výrobní systém, který má sloužit k uskutečňování zadaných cílů.

Jurová (2016) uvádí, že díky cílevědomému rozhodování výrobní management řídí transformaci požadovaných vstupů na výstupy, čímž je dosaženo přidané hodnoty, kterou lze definovat rozdílem mezi vstupním materiálem a hodnotou vytvořeného produktu. Autorka dále popisuje management výrobního procesu jako součást systémově řízeného podnikatelského subjektu, jehož hlavním cílem je řízení výrobních procesů k vytvoření produktů, čímž je vytvářen výrobní systém.

Pod pojmem výrobní systém se zahrnují všechny prvky, které se účastní na procesu výroby. Mezi ně je možné zařadit provozní prostory, suroviny, energie, polotovary, nezbytná technická zařízení, informace, pracovníky podílející se na výrobě, rozpracované a hotové výrobky. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Pro efektivní řízení a plynulý chod výrobního procesu je nutná co nejlepší možná integrace mezi výrobním managementem a výrobním systémem. Vztah úkolů a integrace výrobního managementu a výrobního systému je graficky vyjádřen na obrázku 1.



Obrázek 1 Vztah úkolů výrobního managementu k výrobnímu systému (Tomek a Vávrová, 2014)

Z obrázku 1 lze vyjádřit, že výrobní management plní funkci určitého koordinátora i iniciátora, který podněcuje k plnění všech zadaných úkolů, a to jak dlouhodobých, tak i krátkodobých. Co se týče fyzického pohybu materiálů, pracovních prostředků, lidí a dalších zdrojů jde o pozorování uskutečňování jednotlivých krátkodobých úkolů, jejich evidenci a zpětnou úpravu k podporování stanovených cílů. (Tomek a Vávrová, 2014)

Jurová (2016) uvádí, že organizační uspořádání celého výrobního procesu, tedy i výrobního systému, je závislé na typologiích jednotlivých výrobních procesů. Dle autorky lze výrobní proces členit z různých hledisek. Jedním z klíčových faktorů členění je typ výroby, kde je vyjádřeno množství a počet variant uvažovaných produktů. Jurová (2016) v tomto členění rozlišuje tři hlavní typy výroby:

- **Kusová výroba:** jedná se o výrobu velkého počtu různých druhů výrobků, a to v menším množství. Ve výrobě tak může být mnoho originálních zakázek a typickými příklady výrobků vyráběných tímto způsobem mohou být např. CNC obráběcí stroje nebo elektronové mikroskopy.

- **Sériová výroba:** v tomto typu výroby se vyrábí výrobky stejného druhu v opakujících se sériích. Podle velikosti je možné rozlišovat malosériovou, středně-sériovou a velkosériovou výrobu. Jako příklad takto vyráběného produktu může být elektrotechnický spotřebič pro domácnosti.
- **Hromadná výroba:** v tomto typu výroby dochází k výrobě velkého množství jednoho nebo malého počtu druhů výrobků. Mezi typické příklady takto vyráběných produktů je možné uvést spojovací materiály nebo elektrotechnické komponenty.

V souvislosti s uvedenými typy výroby je nutné zároveň zvážit, jak budou jednotlivá pracoviště prostorově koncipována. Zařízení a pracovní prostředky na jednotlivých pracovištích jsou rozmísťovány právě dle uvedených typů výrob, pro které je na základě jejich charakteru vhodnější vždy jiné prostorové uspořádání.

### 1.3 Layout výrobního procesu

Lze říci, že základním prvkem prostorové struktury výrobního procesu je pracoviště, což je přizpůsobená část výrobního prostoru pro vykonávání určité výrobní operace. Jako prostorová struktura výrobní jednotky jsou poté označovány soustavy pracovišť, které jsou ideálně uspořádány v rámci jednotlivých výrobních jednotek. Základními faktory, které ovlivňují prostorové řešení výroby při definovaném charakteru průmyslové činnosti mohou být např. typ výroby, technologický postup a vnitropodniková specializace. To, co má však rozhodující vliv na prostorové uspořádání výroby, tedy na rozmístění skladů, pracovišť, strojů atd., je materiálový tok. Samotný návrh prostorové struktury výroby lze definovat pomocí technologicko-organizačního uspořádání výrobního procesu ve vyčleněném prostoru s přihlédnutím na daný typ a objem požadované výroby. (Heřman a Horová, 2013)

Keřkovský a Valsa (2012) ve své publikaci uvádí z hlediska prostorového a organizačního uspořádání výrobního procesu celkem čtyři možné uspořádání pracovišť:

- uspořádání s pevnou pozicí výrobku,
- technologické uspořádání,
- předmětné uspořádání,
- buňkové uspořádání.

Uvedené typy prostorového a organizačního uspořádání pracovišť jsou podrobněji rozepsány v následujících podkapitolách.



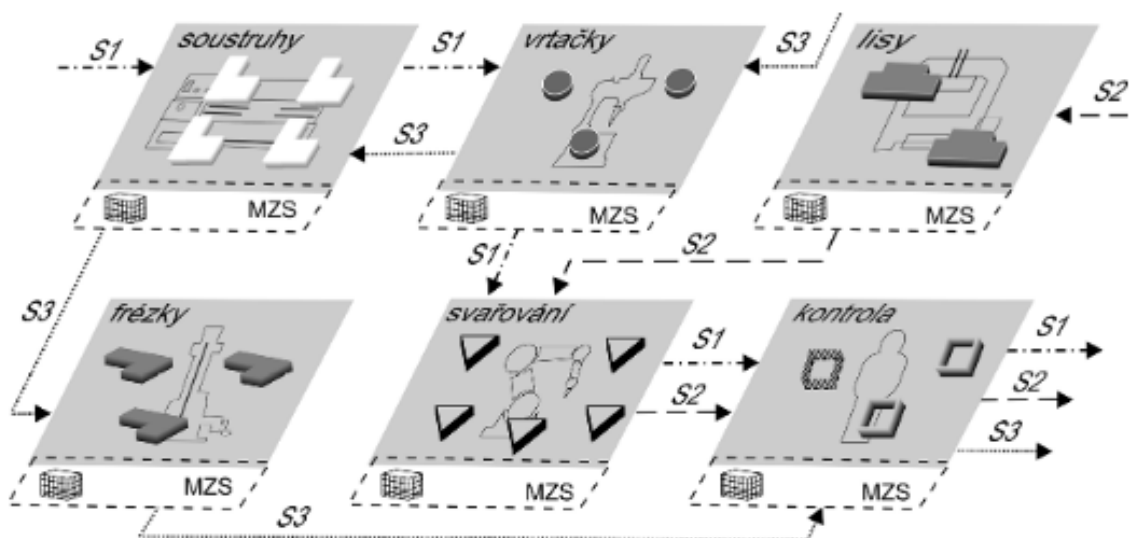
### 1.3.1 Uspořádání s pevnou pozicí výrobku

Uspořádání s pevnou pozicí výrobku je vhodné pro zakázkovou nebo malosériovou výrobu, kde je každý výrobek jedinečný nebo vyžaduje specifické úpravy. V tomto typu výrobního uspořádání jsou zpracovávající zdroje, kterými jsou zařízení a pracovníci, přemísťovány podle potřeby k místu výroby. Naopak materiál a rozpracované výrobky zůstávají během zpracování na stejném místě a nepřesouvají se. Tento typ uspořádání se často používá v případech, kde je produkt příliš velký, těžký nebo složitý k tomu, aby se během výrobního procesu pohyboval mezi jednotlivými pracovišti. (Keřkovský a Valsa, 2012)

### 1.3.2 Technologické uspořádání

Tento typ prostorového uspořádání se týká pracovních míst specializovaných na provádění stejných druhů operací, které jsou shromážděny do jedné organizační jednotky. Na základě toho vznikají specializovaná střediska jako mohou být lisovny, svařovny apod. Transport mezi jednotlivými pracovišti je komplikovaný, a to je důvodem vzniku meziskladů mezi jednotlivými pracovišti. Technologické uspořádání je charakteristické zejména pro výrobu komponent ve strojírenství i elektrotechnice a mezi jeho hlavní výhody patří zvýšená flexibilita, možnost výroby různých druhů produktů a schopnost přijímat nové zakázky. Mezi nevýhody lze naopak zařadit časová nepřehlednost, dlouhé dopravní cesty a složitější plánování i řízení výrobního procesu. Princip tohoto uspořádání je zobrazen na obrázku 2. (Tomek a Vávrová, 2014)

**Technologický princip uspořádání pracovišť - S ... součást (díl, sestava, výrobek)**

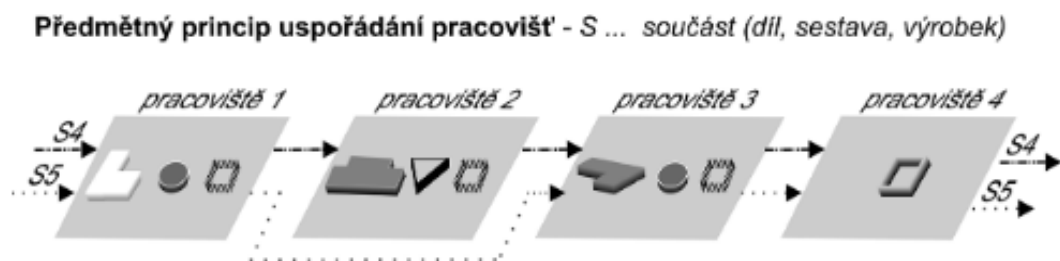


Obrázek 2 Technologické uspořádání pracovišť (Tomek a Vávrová, 2014)

Zpracovaný materiál či polotovary jsou posouvány z jedné dílny do druhé a mohou se do stejného místa vrátit i opakovaně. Toky materiálu jsou rozsáhlé a mohou se často křížovat. Technologické uspořádání se dá využít především v kusové i malosériové výrobě a je charakteristické svou jednoduchostí, nenáročností na zdroje a lze ho snadno upravit podle změn ve výrobním programu. (Heřman a Horová, 2013)

### 1.3.3 Předmětné uspořádání

Uspořádání strojů do konceptu proudové výroby je seskupeno podle technologického postupu výrobku. Klíčovým prvkem tohoto uspořádání je jednotný materiálový tok a uspořádání pracovišť podle svého definovaného místa na postupu výrobním či technologickém. Uspořádání tohoto typu je ideální v momentě, kdy se na definovaném výrobním místě vyrábí jeden základní produkt nebo několik jeho možných variant. Výhodami tohoto uspořádání mohou být např. méně náročné řízení výrobního procesu, uspořádaný materiálový tok a menší objem zásob nedokončené výroby. Naopak nevýhodami tohoto uspořádání jsou např. menší flexibilita výroby a velká vzájemná závislosti daných pracovišť. Princip předmětného uspořádání je zobrazen na obrázku 3. (Tomek a Vávrová, 2014)



Obrázek 3 Předmětné uspořádání pracovišť (Tomek a Vávrová, 2014)

V tomto uspořádání je možné výrobou stejných nebo technologicky podobných výrobků dosáhnout maximálního zkrácení průběžné doby výroby. Uvedený čas lze dále snižovat správným předáváním dílů mezi jednotlivými stroji. Předmětné uspořádání je výhodné využívat především v sériové a hromadné výrobě. Je užitečné v momentě, kdy se vyrábí různé výrobky, které se mohou lišit tvarem a velikostí, ale podstupují stejné technologické operace ve stejném pořadí. (Heřman a Horová, 2013)

### 1.3.4 Buňkové uspořádání

Buňkové uspořádání je v podstatě kombinací způsobů technologického a předmětného uspořádání. Uvnitř výrobní buňky je možné upravovat sled výrobních operací a pohyb

materiálů. Jednotlivé výrobní buňky jsou speciálně navrženy pro výrobu určité kategorie technologicky podobných produktů a zároveň jsou vybaveny veškerým potřebným vybavením pro výrobu specifické skupiny produktů. Pracovníci v těchto buňkách mají kompetenci potřebnou pro práci se všemi zařízeními v buňce, což vede ke zvýšení pružnosti systému z pohledu výrobních požadavků. Dalším přínosem buňkového uspořádání je dobré pracovní prostředí pro zaměstnance ve srovnání s předemtným uspořádáním. Práce se stává pestřejší a pracovníci mají větší zodpovědnost za určitou část výrobního procesu, což jim umožňuje cítit se zodpovědnými za výslednou kvalitu produktu. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Uspořádáním výrobních layoutů se v současné době ve výrobních podnicích zabírají průmyslový inženýři, kteří za pomoci příslušných metod dokáží detailně analyzovat výrobní proces a navrhnout zlepšení, která povedou k jeho optimalizaci. Průmyslové inženýrství je poměrně mladou disciplínou, ale v posledních letech se již stalo nutnou pozicí v mnoha výrobních podnicích.

#### **1.4 Průmyslové inženýrství**

Trebuňa (2017) popisuje, že obor průmyslové inženýrství se zabývá konstrukcí a vývojem výrobků, optimalizováním procesů výroby a systémy realizace těchto činností, do kterých vstupují lidé, materiál, výrobní prostředky, energie a informace. Autor dále uvádí, že v tomto oboru jsou využívány odborné znalosti z dalších disciplín, jako jsou matematika, fyzika, společenské vědy i metody inženýrských analýz, a pracovníci tohoto oboru jsou schopni plánovat, navrhovat, realizovat a následně řídit výrobní i distribuční systémy.

Role průmyslového inženýra je zásadní, neboť jeho hlavní úlohou je podněcovat zaměstnance k přemýšlení o zlepšení procesů a výroby tak, aby se zvýšila přidaná hodnota výrobku pro koncového zákazníka. Mezi znalosti, kterými by měl průmyslový inženýr disponovat, patří plánování a organizování výroby, řízení projektů, technická příprava výroby, organizace toků materiálů a informací, řízení produktivity a procesů, analýza a měření práce a vývoj nových výrobních konceptů. Směřování průmyslového inženýrství je vedeno na koncepty štíhlých podnikových procesů. (Chromjaková, 2013)

Průmysloví inženýři využívají k plnění zadaných úkolů mnoho metod, které pomáhají řešit dané problémy a navrhnout efektivní řešení. Tento obor je zároveň spjat s konceptem štíhlé výroby, který je v této práci později popsán. V následující podkapitole je uvedena metoda průmyslového inženýrství, jež byla využita v praktické části této práce.

## 1.5 Mapování toku hodnot

Pro vytvoření a nastavení optimálních informačních a materiálových toků je potřebné nejdříve tyto toky vizuálně zpozorovat. Pro vhodnou vizualizaci jak materiálových, tak informačních toků je vhodným nástrojem Value Stream Mapping (VSM) neboli mapování toku hodnot. Jedná se o vizualizační metodu, která zobrazuje toky hodnot od vstupních surovin až k zákazníkům. Mapy hodnotových toků se vytvářejí přímo na pracovištích, kde je potřebné nejdříve identifikovat všechny procesní fáze. (Duggan, 2013)

Jedná se o jednu ze základních metod štihlého výrobního procesu, která je využívána pro synchronizaci jednotlivých toků. K vizualizaci jednotlivých toků se vytváří mapa, na které jsou k popisu hodnotových toků a jednotlivých prvků procesu využívány přiřazené symboly. V mapě se zapisují všechny procesy, které jak přidávají, tak nepřidávají hodnotu ve výrobě, servisu i administrativě. Cílem této metody je zmapování celého průběhu materiálu a informací od dodavatele přes výrobce až po zákazníka na základě zakreslení mapy s použitím zmíněných symbolů. Na základě provedení analýzy poté můžou být vyhodnoceny určité rezervy výrobního procesu i plýtvání ve výrobním procesu. (Jurová, 2016)

Proces kreslení mapy hodnotového toku lze provést pomocí softwaru, nebo kresbou na tabuli či kus papíru. Před vytvořením mapy je nutné promyslet a nastínit všechny procesy a zainteresované strany, které se k daným procesům vztahují. Poté je možné začít vizualizovat, jak spolu jednotlivé procesy a zúčastněné strany souvisí. Existuje řada standardizovaných symbolů používaných pro mapování hodnotového toku, včetně symbolů pro procesy, identifikaci zákazníků i dodavatelů a další. (Value Stream Mapping: The Search for Adding Value and Eliminating Waste, 2021)

## 1.6 Štíhlá výroba

Chromjaková (2013) s. 43 ve své publikaci charakterizuje koncept štihlé výroby jako *„soubor nástrojů a principů, kterými podnik optimalizuje výrobní pracoviště, linky, strojní zařízení a výrobní pracovníky. Hlavním cílem je dosažení stabilní, flexibilní a standardizované výroby.“*

Hlavním cílem konceptu štihlé výroby je snížení výrobních nákladů prostřednictvím odstraňování činností, které nevytvářejí přidanou hodnotu a jsou považovány za plýtvání. Štíhlá výroba usiluje o udržení hodnoty s menším množstvím práce, a tím o zvýšení efektivity snížením plýtvání. Tento přístup je rozšířený v mnoha výrobních společnostech

po celém světě a vyvinul se z výrobního systému společnosti Toyota (TPS). Koncept TPS, který je základem konceptu štíhlé výroby, se primárně zaměřuje na odhalování, analýzu a odstraňování plýtvání. K tomu byly vyvinuty potřebné nástroje, které pomáhají zmapovat a následně redukovat či odstranit tři oblasti. Jednalo se o:

- **Muda:** známé také jako osm druhů plýtvání,
- **Muri:** přetěžování lidí nebo zařízení,
- **Mura:** nerovnoměrnost nebo nepravidelnost výroby. (Vine, 2015)

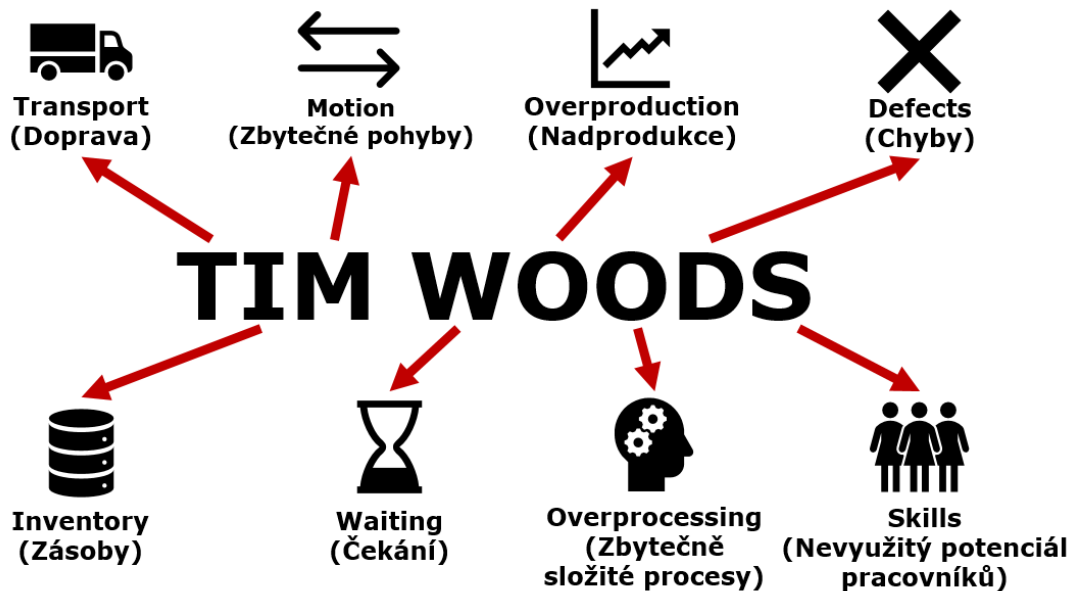
Na základě konceptu štíhlé výroby byly vyvinuty podpůrné nástroje, které vedou k postupné transformaci firemních procesů. Mezi tyto nástroje patří např. rychlá změna přetypování SMED (Single Minute Exchange of Die), mapování toku hodnot nebo Just in time (JIT). Samotná výkonnost jednotlivých výrobních procesů lze měřit na základě vybraných klíčových ukazatelů výkonnosti. Pro správné implementování štíhlé výroby by však společnost měla mít stabilní základ pro udržení pracovního prostředí, které podporuje výkon. To znamená, že musí být zaveden systém neustálého zlepšování, aby bylo možné identifikovat plýtvání, které je nutné z výrobních procesů eliminovat. (Dossou et al., 2022)

Systém neboli cyklus neustálého zlepšování se skrývá ve filozofii, která se nazývá Kaizen. Je faktem, že společnost Toyota investuje každoročně miliony dolarů do této koncepce jen proto, aby zajistila neustálé zlepšování všech průmyslových procesů. Tato filozofie v podstatě spočívá v komplexní analýze a sledování všeho, co se na pracovišti děje, s cílem měřit, porovnávat, odhalovat problémy a dostat se do cyklu neustálého hledání lepších řešení. Tímto způsobem lze vyřešit všechny problémy, se kterými se jednotlivé podniky potýkají. (Brau, 2016)

## 1.7 Plýtvání ve výrobě

Jakákoliv výrobní činnost se skládá z procesů, které do finálního produktu přidávají nebo nepřidávají hodnotu. Jak již bylo zmíněno, štíhlá výroba se zaměřuje na snížení výrobních nákladů na základě odstraňování činností, které výrobkům nepřidávají hodnotu. Činnosti, které nepřidávají ve výrobním procesu hodnotu, se označují jako plýtvání. Eliminace plýtvání ve výrobním procesu vede vždy ke snižování nákladů. Je známo celkem 8 základních druhů plýtvání, a těmi jsou čekání, zásoby, doprava, zmetky, chyby, nadprodukce, zbytečné pohyby a nevyužitý potenciál zaměstnanců. (Bauer, 2012)

Pannell (2020) ve svém příspěvku popisuje pomůcku TIM WOODS, která popisuje anglicky všech osm druhů plýtvání ve štíhlé výrobě. Uvedená pomůcka je graficky znázorněna na obrázku 4 níže. Autor uvádí, že osm druhů plýtvání, známých jako TIM WOODS, je snadno zapamatovatelných a slouží jako základ pro zlepšování firemních procesů.



Obrázek 4 Druhy plýtvání dle zkratky TIM WOODS (vlastní zpracování dle Pannell, 2020)

Obrázek 4 graficky znázorňuje všechny známé druhy plýtvání. Norris (2023) uvádí, že trvalé odstraňování těchto druhů plýtvání může vést k efektivnímu a ekonomicky úspěšnějšímu podnikání všech výrobních subjektů. Uvedený autor dále popisuje jednotlivé druhy plýtvání v následujících bodech:

- **Doprava:** do plýtvání dopravou se zahrnuje přesun osob, nástrojů, zásob, zařízení nebo výrobků dále, než je nutné. Nadměrná přeprava může vést k poškození nebo zavadám výrobků. Mezi faktory, které vyvolávají tento druh plýtvání, lze zařadit špatné uspořádání mezi jednotlivými operacemi nebo více skladovacích zařízení.
- **Zásoby:** co se týče zásob, tak jsou sice brány jako aktivum, ale množství zásob větší, než je nutné, vede k problémům. Plýtvání výrobními zásobami může zahrnovat např. rozbité stroje nebo více hotových výrobků, než je požadováno.
- **Zbytečné pohyby:** do plýtvání zbytečnými pohyby jsou zahrnovány jakékoli zbytečné pohyby osob, zařízení nebo strojů. Ve výrobě může zahrnovat opakované pohyby, které nepřidávají zákazníkovi přidanou hodnotu, natahování se pro materiál, chůzi pro nástroje a opětovné seřizování součásti po její instalaci.

- **Čekání:** jedná se o nejsnadněji přehlednutelné plýtvání ve výrobě. Do plýtvání čekáním se zahrnují např. pracovníci čekající na materiál. Často bývá způsobeno nerovnoměrností jednotlivých výrobních pracovišť.
- **Chyby:** chyby mají dopad na čas, peníze a spokojenost zákazníků. Jedná se o produkty, které neodpovídají specifikaci a jejich náprava vyžaduje určitou práci. Následkem může být buď přepracování, nebo vyřazení výrobku.
- **Zbytečně složité procesy:** týkají se konceptu přidání dalších funkcí nebo výroby produktů ve vyšší kvalitě, než je požadováno. Tomuto plýtvání je možné čelit např. pochopením požadavků na práci z pohledu zákazníka. Mezi příklady tohoto plýtvání patří např. špatná komunikace nebo pomalý schvalovací proces nebo nadměrné vykazování.
- **Nadprodukce:** k nadvýrobě dochází, když se výrobek nebo jeho část vyrábí dříve, než je požadován. Tento přístup může vést ke komplikacím, jako jsou bránění plynulému pracovnímu toku a zvyšování nákladů na skladování. Mezi hlavní faktory vedoucí k nadvýrobě patří nestabilní výrobní plány, nepřesné prognózy poptávky nebo nejasné požadavky zákazníků.
- **Nevyužitý potenciál:** k tomuto typu plýtvání ve výrobě dochází, pokud ve výrobním prostředí není zajištěno využití veškerého potenciálu svých zaměstnanců. Ve výrobě k tomuto plýtvání může docházet v případech, když jsou zaměstnanci nedostatečně vyškoleni, když zaměstnanci neumějí správně obsluhovat výrobní zařízení nebo když zaměstnanci nejsou vyzýváni k vyjádření jejich nápadů na zlepšení.

## 2 PRŮMYSL 4.0

*„Průmysl 4.0 transformuje výrobu ze samostatných automatizovaných jednotek na plně integrovaná automatizovaná a průběžně optimalizovaná výrobní prostředí. Vzniknou nové globální sítě založené na propojení výrobních zařízení do kyberneticko-fyzikálních systémů (CPS).“ (Mařík, 2016, s. 26)*

Prvky uvolňující cestu pro 4. průmyslovou revoluci ve výrobním sektoru jsou průmyslový internet věcí (IIoT) spolu se zavedením kybernetických fyzických systémů (CPS). Ke zvyšování produktivity vedou jak štíhlá výroba, tak Průmysl 4.0. Na základě kombinace těchto dvou konceptů dochází k výzkumu nových přístupů ke zlepšení ve výrobních systémech. Účelem konceptu Průmyslu 4.0 je pomocí nových technologií snížit průběžné doby výroby a náklady, trvale zvyšovat produktivitu a nastavit cykly neustálého zlepšování. Technologie Průmyslu 4.0 slouží k dlouhodobému zefektivnění výrobního procesu a zlepšení kvality výsledného produktu. Je však nutné mít na paměti, že proces integrace jednotlivých technologií do současných výrobních systémů se však stále vyvíjí. (Mofolasayo et al., 2022)

V následujících podkapitolách jsou uvedeny významné prvky, které charakterizují současný trend 4. průmyslové revoluce.

### 2.1 Kyberneticko-fyzikální systémy (CPS)

Kyberneticko-fyzikální systémy jsou v podstatě integrací fyzických systémů s výpočetními funkcemi a tato integrace umožňuje komunikaci s lidmi prostřednictvím inovativních kognitivních technik. K dosažení cílů CPS vede interakce mezi fyzickými i kybernetickými prvky a také monitorovacími systémy, které řídí digitalizaci a aktivaci v uzavřených regulačních smyčkách, které pracují na principech zpětné vazby. Cíle CPS mohou být uvedeny jako:

- úzká integrace mezi fyzickými a výpočetními systémy,
- kybernetické schopnosti v každé fyzické složce navzdory omezením ve výpočetních zdrojích,
- přizpůsobivost a dynamické konfigurace,
- vysoký stupeň automatizace,
- spolehlivý automatizovaný provoz. (Martinez et al., 2022)



Účel kyberneticko-fyzikálních systémů ve výrobních procesech je široký a nabízí zvýšený potenciál v oblasti konektivity a výpočetního výkonu, který je možné využít např. k podpoře kvality výroby. Výrobní kvalita spojuje kvalitu, výrobní logistiku a nástroje údržby, které podporují neustálé zlepšování úrovně kvality při optimalizaci vybraných zdrojů. V současné době se objevilo několik úspěšných příkladů, ve kterých byly kyberneticko-fyzikálních systémy úspěšně vyvíjeny a zavedeny pro různé cíle v oblasti výrobních procesů. (Martinez et al., 2022)

Kyberneticko-fyzikální systémy spojují digitální svět počítačů s fyzickým světem prostřednictvím procesního a zpětnovazebního řízení. Počítače i sítě dohlížejí a ovládají reálné procesy, přičemž tyto procesy vzájemně interagují s počítačovými výpočty. Kyberneticko-fyzikálním systémem může být v podstatě jak člověk, tak i např. chytrá továrna. Využití CPS je mnohostranné, protože mohou využívat senzory, a i další vestavěné systémy k monitorování a sběru dat z fyzikálních procesů. Tyto procesy mohou zahrnovat vše od monitorování řízení vozidel po správu energetických zdrojů, spotřebu nebo kontrolu teploty a vlhkosti. Jedním z příkladů využití CPS může být výrobní linka, kde stroj vykonává mnoho pracovních procesů na základě komunikace s výrobky, které vyrábí. (Gilchrist, 2016)

## 2.2 Digitalizace

V posledních letech se téma digitalizace zmiňuje čím dál více. Analýza velkého objemu dat spolu se zvýšenou úrovní propojení díky průmyslovému internetu věcí (IIoT) spolu s kombinací dalších trendů Průmyslu 4.0 zprostředkovávají realizaci takzvaných kybernetických produkčních systémů (CPS), které vedou ke zvýšení konkurenční výroby daných organizací. Mnohé analýzy poukazují na rozmanité plány většiny výrobních firem na digitalizaci, avšak mnohé z firem nejsou zatím připraveny z digitalizace těžit. Tady tento problém se často týká zejména malých a středních podniků, které v mnoha evropských zemích tvoří klíčovou část výrobního sektoru. Tyto podniky totiž často nedisponují vyspělými výrobními technologiemi, výzkumnými a vývojovými kapacitami, dostatečnými finančními zdroji a organizační kulturou. Zmiňované faktory jsou pro úspěšné zavedení digitalizace klíčové. (Powell et al., 2021)

Arica a Powell (2021) uvádí, že na základě rostoucího zájmu o Průmysl 4.0 byly vyvinuty rámce definující tento uvedený koncept, které vedou dané průmyslové sektory v procesech digitální transformace, a s průmyslovými zájmy se vyvíjejí i oblasti použití digitalizace. Zmiňovaní autoři uvádí, že některé příklady oblastí použití jsou:

- racionálnější řízení výrobní logistiky a materiálových toků např. aplikováním systému kyberneticko-fyzické logistiky pro rozšíření systému Kanban s mnoha variantami produktů.
- zlepšení práce operátora, školení a jeho interakce se systémy např. aplikování rozšířené reality pro rychlé zaučení operátora a urychlení provádění pokynů.
- nové produktové služby a obchodní modely s podporou digitálních technologií, jako je přijetí platformy služeb, které využívají inteligentní a propojené zdroje pro pokročilé nabídky služeb (např. nabídka zvýšení produktivity založená na sdílení rizik a odměn).
- udržitelná výroba, využívající nové digitální technologie, jako je např. vývoj digitální platformy zprostředkující tržiště pro sdílení nevyužitých výrobních kapacit (např. materiálů, zdrojů, technologií atd.).

### 2.3 Big data

V současné době neexistuje žádná celosvětově přijímaná definice pojmu Big Data. Pro jejich stručný popis se však běžně používá následující struktura celkem šesti významných prvků, které tento pojem přibližují. Mezi tyto prvky patří:

- **objem:** velmi velké množství dat,
- **rychlost:** data vznikají velmi rychle a musí být analyzována i zpracována v krátkém čase,
- **rozmanitost:** zpracovává se velké množství typů strukturovaných a nestrukturovaných dat,
- **hodnota:** cílem je generovat významná data, která mají pro organizaci hodnotu,
- **věrohodnost:** spolehlivost zpracovávaných dat,
- **variabilita:** flexibilita přizpůsobení se datům i novým datovým formátům při jejich sběru, ukládání a zpracování. (Chalmeta a Santos-deLeón, 2020)

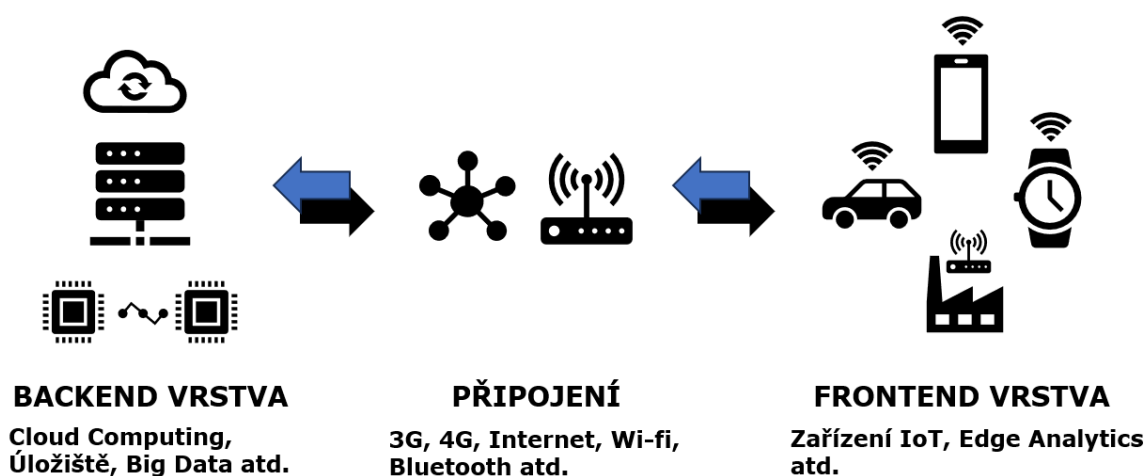
Metody analýzy velkých dat jsou zaměřeny na zkoumání rozsáhlých a složitých souborů dat z různých zdrojů. Zmiňované metody slouží k odhalení neznámých a užitečných vzorců, vztahů a informací. Big Data představují rozsáhlý systém, který se skládá z komplexních a vzájemně propojených prvků, jako jsou síť s velkou kapacitou, uživatelé, aplikace

i služby. Tyto prvky jsou klíčové pro uložení, analýzu, vizualizaci a poskytování informací aplikacím, vycházejícím z rozdílných datových zdrojů. (Chalmeta a Santos-deLeón, 2020)

Množství dat v dnešní době roste exponenciálně a stejně tak i potenciál pro užitečné informace, které data obsahují. I přesto všechno je naše schopnost v oblasti využití těchto informací pro získání praktických znalostí omezená a mnoho znalostí zůstává v datech nevyužito. V průmyslovém sektoru se analýza velkých dat primárně využívá pro zlepšení výrobních procesů, podpůrných operací a distribučních systémů. Uplatňuje se např. v optimalizaci výroby, vylepšení služeb nebo v digitálním návrhu a simulačních modelech výroby. Velká data poté poskytují důležité informace o např. spotřebě energie, opotřebením zařízení, výrobních prostojích atd. (Mařík, 2016)

## 2.4 Internet věcí (IoT)

Internet věcí je znám jako výraz pro automatizované a propojené objekty v různých složkách ekonomiky. Jde v podstatě o síť připojených zařízení schopných sbírat a sdílet data díky integrovaným senzorům. Tento trend zahrnuje síť senzorů shromažďujících informace z různých zdrojů, a to od chytrých hodinek, přes autonomní automobily, termostaty, až po výrobní zařízení. Data z těchto zdrojů jsou poté zpracována, a tím je vytvářena hodnota pro uživatele v podnikatelském i spotřebitelském sektoru. Prostřednictvím analýzy tzv. „Big dat“ získaných z tak obrovského digitalizovaného světa je následně možné porozumět a navázat na současné trendy na různých trzích i strukturách. Díky tomu je vysvětleno, jak internet věcí vytváří hodnotu pro podniky a celkovou ekonomiku. Obrázek 5 níže popisuje základ ekosystému IoT v různých vrstvách. (Üstündağ a Çevikcan, 2018)



Obrázek 5 Hodnotový řetězec a klíčová slova internetu věcí (vlastní zpracování dle Üstündağ a Çevikcan, 2018)

Co se týče nového pojmu známého jako průmyslový internet věcí (IIoT), ten umožňuje lepší pochopení a sledování firemních operací i majetku společnosti díky propojení strojových senzorů, softwaru, cloudových systémů a úložišť. Poskytuje způsob transformace provozních procesů pomocí analýzy velkých datových souborů, což poskytuje cenné informace pro rozhodovací procesy. Podnikatelských přínosů je dosaženo zvýšením provozní efektivity, a to v důsledku vede ke snížení neplánovaných prostojů. Důležitými složkami průmyslového internetu věcí jsou Big Data a pokročilá analytika, neboť poskytují funkce historické a prediktivní analýzy. To následně nabízí hlubší porozumění interním procesům strojů. (Gilchrist, 2016)

## 2.5 Další vybrané trendy Průmyslu 4.0

Mezi další trendy patří např. takzvané digitální dvojče, které je schopno virtualizovat široké škály procesů včetně návrhu nových výrobních zařízení a systémů. Digitální dvojčata napomáhají při optimalizaci nákladů v průběhu celého životního cyklu zařízení nebo systému. Další rozebíraným tématem je kybernetická bezpečnost, jelikož je v současné době přenášeno a ukládáno mnoho citlivých dat, což vede ke zvýšení nároků na bezpečnost datových toků. Aby bylo možné plně využívat potenciálu cloudových služeb a IoT, je třeba brát tuto skutečnost velmi vážně. (Brazina et al., 2022)

Novým tendem v oblasti Průmyslu 4.0 je i současné využití umělé inteligence (AI). AI Propojuje řadu technologií, které softwarům a strojům umožňují vnímat, chápat, jednat a učit se lidské činnosti. Jedná se o jednu z nejvíce rozvíjených technologií, která je využívána ke zvýšení efektivity, zvýšení kvality výrobků a snížení nákladů. AI se ve výrobních procesech využívá např. při generování přesnějších výsledků při menším úsilí člověka. Výzkum a pokrok v oblasti AI navádí ke vzniku výpočetních systémů, které jsou schopny vidět, slyšet, učit se a otevírat nové pokročilé platformy pro zlepšování dalších dovedností. (Javaid et al., 2022)

### 3 PODNIKOVÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM

*„Informační systém organizace je systém informačních a komunikačních technologií, dat a lidí, jehož cílem je efektivní podpora informačních, rozhodovacích a řídicích procesů na všech úrovních řízení organizace.“* (Buchalcevdová, 2018)

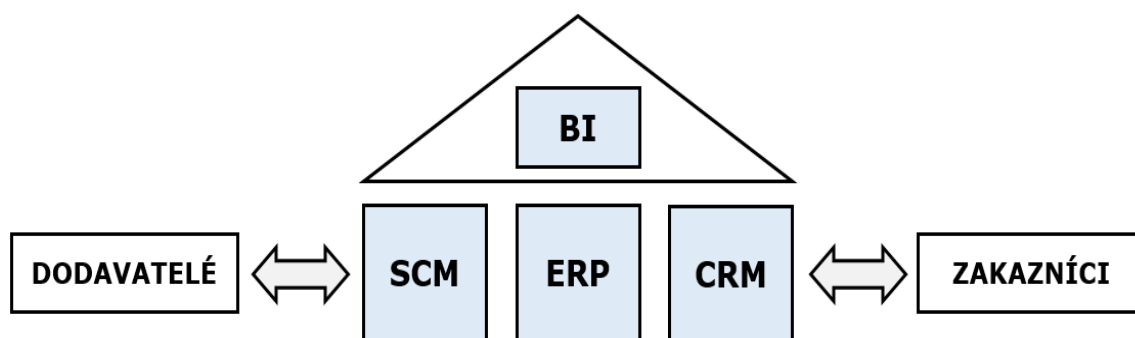
Informační systém je v podstatě soubor vzájemně provázaných složek, které slouží k shromažďování, zpracovávání, uchovávání a šíření dat i informací. Zároveň poskytuje zpětnovazebný mechanismus, který monitoruje a řídí provoz informačního systému, aby bylo zajištěno plnění zadaných cílů a úkolů. Uvedený mechanismus je klíčový pro organizace při dosahování jejich cílů, kterými mohou být zvyšování zisků nebo zlepšování služeb zákazníků. Počítačový informační systém je poté integrovaným souborem hardwaru, softwaru, databází, sítí, lidí a postupů, které jsou nataveny tak, aby shromažďovaly, zpracovávaly, ukládaly a zpracovávaly data na informace. (Stair a Reynolds, 2017)

#### 3.1 Charakteristika podnikových informačních systémů

Podnikový informační systém je vytvářen lidmi, kteří na základě dostupných technologií zpracovávají data podniku, díky kterým jsou poté vytvářeny informační a znalostní báze organizace a tyto báze následně slouží k řízení procesů podniku, manažerskému rozhodování a správě podnikové agendy. Důležitým pilířem informačního systému je tedy i sociální aspekt, jelikož jednotlivé podniky využívají různý software, který je třeba přizpůsobit na dané potřeby podniku. Zároveň je v každé organizaci několik organizačních úrovní, které pro své fungování vyžadují určitý způsob zpracování informací. Co se týče klasifikace podnikových informačních systémů, tak nejlepší možnou klasifikací je tzv. holisticko-procesní model. Dle tohoto modelu je podnikový informační systém tvořen:

1. **ERP** (Enterprise Resource Planning): systémové jádro, zaměřené na řízení interních procesů podniku,
2. **CRM** (Customer Relationship Management): systém zaměřený na procesy zákaznické podpory,
3. **SCM** (Supply chain management): systém řízení dodavatelského řetězce,
4. **MIS** (Management Information System): systém sbírající data z výše uvedených systémů, a na základě vyhodnocení dat poskytuje podklady pro rozhodování. (Sodomka a Klčová, 2010)

Basl a Blažíček (2012) uvádí, že terminologie v oblasti informačních systémů není přesně sjednocena a pod pojmem podnikový informační systém má mnoho lidí spjato ERP, který je považován za jádro celého informačního systému. Autoři dále zmiňují, že ERP spolu s dalšími aplikacemi SCM, CRM a BI (Business Intelligence) tvoří tzv. rozšířené ERP. Tuto myšlenku zobrazuje schéma na obrázku 6.



Obrázek 6 Schéma rozšířeného ERP (vlastní zpracování dle Basl a Blažíček, 2012)

Jednou z možností propojení jednotlivých komponentů je k uvedenému ERP poskytnout komponenty jako samostatná řešení se samozřejmostí, že je zajištěna jejich kompatibilita s využívaným ERP. Druhou možností je rozšíření stávajícího ERP o tyto komponenty. Jednotlivé prvky uvedené ve schématu na obrázku 6 jsou detailněji popsány v následujících podkapitolách. (Basl a Blažíček, 2012)

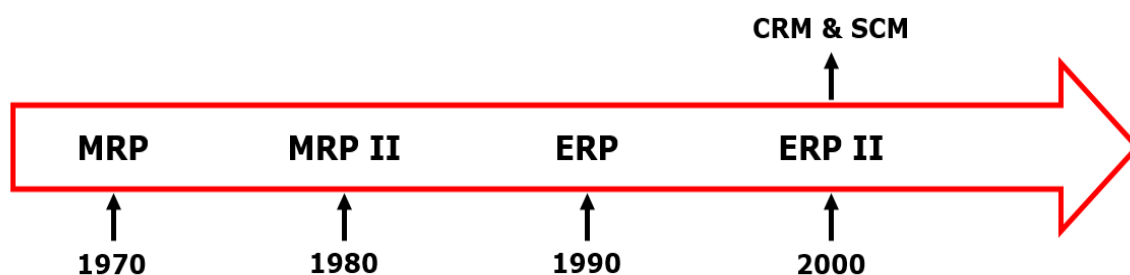
### 3.2 ERP – Plánování podnikových zdrojů

V dnešní době je ERP systém souborem propojených programů, které slouží k řízení operací celého podniku. Jádrem systému ERP je databáze sdílená všemi uživateli, díky čemuž mají podnikové složky přístup k aktuálním a konzistentním datům pro operativní rozhodování a plánování. Přínosy ERP systému tkví ve zlepšení přístupu ke kvalitním datům pro operativní rozhodování, odstranění nákladných a starších systémů, zlepšení pracovních procesů a možnost modernizace i standardizace technologické infrastruktury. V současnosti již dodavatelé systémů ERP zároveň vyvinuli specializované systémy, které poskytují vhodné řešení pro dané odvětví. (Stair a Reynolds, 2017)

Systém ERP lze označit jako komplexní software, který společnosti napomáhá automatizovat a propojovat hlavní podnikové procesy, sdílet firemní data a zpřístupňovat tato data v reálném čase. Zároveň lze chápat ERP jako určitou podnikovou databázi, do níž jsou vkládány všechny podnikové transakce, a v uvedené databázi jsou data zpracována, sledována a poté i reportována. (Basl a Blažíček, 2012)

### 3.2.1 Vývoj ERP systémů

K pochopení současného využití a budoucího vývoje ERP systémů je zásadní znát určité fáze vývoje tohoto konceptu. První fáze ERP byla představena v 70. letech 20. století prostřednictvím systému zvaného plánování potřeby materiálu (MRP). Programy MRP byly zaměřeny na interní plánování výroby, kalkulaci složek s časovými požadavky, nákup a plánování materiálu. Další generace těchto systémů byla představena počátkem 80. let pod názvem plánování výrobních zdrojů (MRP II). MRP II v podstatě rozvíjelo nedostatky funkcionality systému MRP. Tyto systémy byly rozšířeny prvky operativního plánování výroby. Z pohledu řízení a plánování výroby stál systém na principu tlaku, kde se vyrábí to, co je naplánováno. Systémy MRP II překročily hranice výrobních funkcí a začaly sloužit jako systémy pro podporu rozhodování. Na počátku 90. let 20. století se začaly objevovat celopodnikové integrované systémy se společnou databází pojmenované jako plánování podnikových zdrojů (ERP). Ty zahrnují veškeré plánování podnikových zdrojů, včetně produktového dizajnu, skladování, plánování materiálu, plánování kapacit a komunikačních systémů. Vývoj ERP systémů je zobrazen na obrázku 7 níže. (Haag a Cummings, 2013)

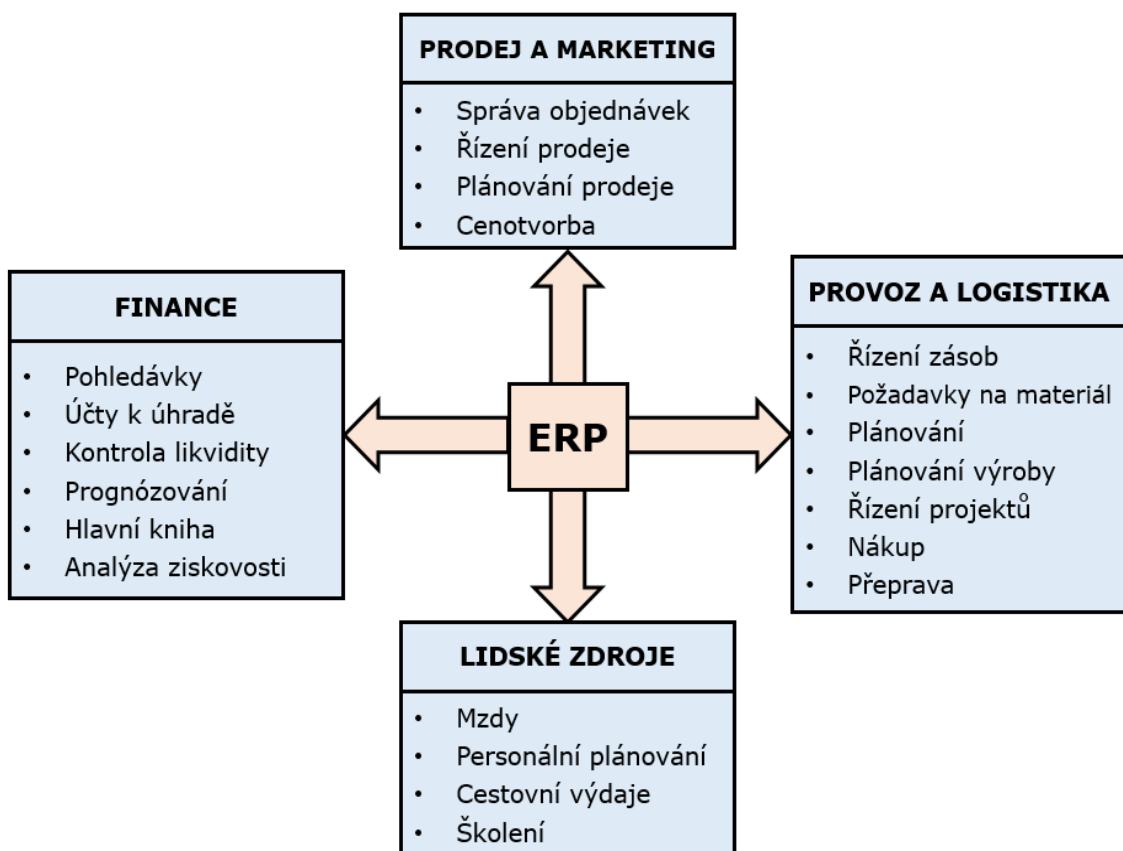


Obrázek 7 Vývoj systému ERP (vlastní zpracování dle Haag a Cummings, 2013)

Dnešní ERP systémy v sobě nezahrnují pouze běžné agendy, jako jsou finance, nákup, prodej, sklady a výroba. Dnešní ERP systémy, ať už může jít např. o Oracle JD Edwards, SAP nebo Microsoft Dynamics 365, mohou mít integrovány např. i systém CRM nebo další mzdové systémy. Velkou výhodou současných ERP systémů je možnost fungování ať už na interních serverech, nebo skrze cloud. Další výhodou ERP systému je také funkcionality v oblasti nastavení jednotlivých uživatelských rolí. Je možné nastavit pro každého uživatele rozhraní, ve kterém mu budou zobrazena pouze data, která potřebuje ke své práci. Samotné zavádění podnikového informačního systému ERP trvá většinou okolo jednoho roku, ale není to pravidlem a implementace může trvat i delší dobu. Implementace toho systému je náročná na analýzu všech potřebných podnikových procesů a stanovení těch, které budou v rámci ERP řešeny. (Kazda, 2022)

### 3.2.2 Struktura ERP systému

Díky ERP systému je dostupná transparentní integrace funkcí a spolehlivé nastavení informačních toků mezi všemi podnikovými oblastmi konzistentně viditelným způsobem. Tyto systémy v podstatě umožňují zavedení jediného integrovaného systému, který je schopen nahradit využívané starší informační systémy. Jedná se o konfigurovatelné balíčky, bez větších problémů propojují všechny informační procesy společnosti v rámci všech funkčních oblastí a napříč nimi. Jednotlivé oblasti, které ERP systémy pokrývají, jsou zobrazeny na obrázku 8. (Haag a Cummings, 2013)



Obrázek 8 Oblasti systému ERP (vlastní zpracování dle Haag a Cummings, 2013)

Mezi moduly, které ERP systémy obvykle zahrnují, patří např. výroba, řízení lidských zdrojů a finance a správa majetku. Stále častěji se však do ERP přidávají CRM a SCM, čímž je poté z ERP vytvořena určitá sada programů. V současné době jsou hlavními dodavateli ERP společnosti SAP, Oracle a Microsoft. SAP např. nabízí sadu „SAP Business Suite“, která přidává elektronickou správu dokumentů, sledování RFID (Radio Frequency Identification) a čárových kódů, správu událostí, produktový design, Business Intelligence, data mining a další. (Wallace, 2015)



### 3.3 CRM - Řízení vztahu se zákazníkem

Jedním ze základních cílů každé výrobní společnosti je získání a následné udržení zákazníků. Z toho důvodu jsou systémy CRM jedny z vysoce poptávaných IT systémů. Systémy CRM využívají informace o zákaznících k získání přehledu o jejich potřebách. Zákazníci komunikují s firmami mnoha způsoby a jedním ze základních cílů systému CRM je správa a sledování všech těchto interakcí. CRM systém by měl zároveň poskytovat podrobné informace o zákaznících. Systémy CRM obvykle poskytují tyto funkce:

- automatizace prodejních sil,
- zákaznický servis a podpora,
- řízení marketingových kampaní,
- analytika. (Haag a Cummings, 2013)

Tyto aplikace slouží pro různé účely např. pro záznamy a poskytování informací o kontaktech se zákazníky, zajišťování vhodné komunikace se zákazníky a predikcím obratu získaného obchodníky v daných částech trhu v daném časovém období. Velký strategický význam mají pro společnosti analýzy informací o zákaznících, které bývají označovány jako Customer Intelligence. Na jejím základě se hodnotí zákazníci dle různých hledisek, následuje tvorba a úprava segmentů zákazníků a poté se formulují obchodní strategie, marketingové aktivity a další související akce. V této oblasti dochází k proplétání přístupů, Business Intelligence, technologie CRM a nástrojů data miningu. (Dohnal a Pour, 2016)

### 3.4 SCM – Správa dodavatelského řetězce

Správa dodavatelského řetězce slouží ke sledování zásob a informací mezi obchodními procesy a napříč společnostmi. Systém řízení dodavatelského řetězce je poté IT systém, který napomáhá činností řízení dodavatelského řetězce na základě sledování zásob a informací mezi obchodními procesy. Díky systému SCM je dohlíženo na to, aby bylo dostupné správné množství dílů nebo výrobků. Velké množství výrobků na skladě má za následek peníze vázané v zásobách, a naopak nedostatečné množství výrobků na skladě taky není vhodné, protože může vést k zastavení výroby. (Haag a Cummings, 2013)

Řízení dodavatelského řetězce (SCM) v podstatě slouží k plánování a řízení materiálových a informačních toků, interní a externí logistiky a k interakci s ostatními společnostmi. V současné době se stalo klíčovým faktorem při zvyšování efektivity

a konkurenceschopnosti společností, což zvýšilo potřebu společností po vysoce účinných postupech řízení dodavatelského řetězce. K získání dlouhodobé konkurenční výhody je v současných podmínkách potřebné efektivní řízení dodavatelského řetězce a optimalizování všech podnikových procesů od vývoje až po prodej zákazníkům. Hlavním cílem optimálního dodavatelského řetězce je tedy nalezení nejproduktivnějšího způsobu transformace toku zboží na hotové výrobky a zajištění efektivní logistiky ke konečnému spotřebiteli. (Xu et al., 2022)

### 3.5 Business Intelligence

Business Intelligence (BI) je určitá sada procesů, know-how, technologií a aplikací, jejichž cílem je efektivně i účelně sloužit k podpoře firemních řídicích aktivit. Slouží k podpoře plánovacích, analytických a rozhodovacích činností na všech úrovních a ve všech složkách podnikového řízení, tj. prodeje, nákupu, finančního řízení, controllingu, řízení lidských zdrojů, výroby a dalších. Aplikace BI jsou charakteristické v tom, že na rozdíl od transakčních aplikací nevytvářejí žádná nová data, ale využívají existující transakční podnikové databáze, a to interní nebo externí. Podle potřeby jednotlivých podnikových analýz či plánování jsou data transformována a uspořádávána dle potřebných dimenzí a jejich hierarchických struktur. (Pour et al., 2018)

Oblasti BI zahrnuje velké spektrum aplikací, postupů a technologií pro získávání, transformaci, vizualizaci, analýzu, a interpretaci dat pro podporu lepšího rozhodování. Cílem BI je získat informace s co největší hodnotou a prezentovat výsledky všech analýz způsobem, který bude jednoduchý a srozumitelný na pochopení. Data pro BI jsou získávána z více zdrojů, a to jak z interních, tak i externích zdrojů organizace. Pro uživatele, mezi které patří zaměstnanci, zákazníci, autorizovaní dodavatelé a obchodní partneři, bývá k datům a aplikacím BI vymezen přístup prostřednictvím webu nebo v dnešní době pomocí mobilních zařízení, jako jsou chytré telefony a tablety. Využití BI vede k dosažení řady výhod, mezi které patří např. zlepšení prognózování, zvýšení prodeje a snížení nákladů. (Stair a Reynolds, 2017)

## 4 MES SYSTÉM

*„Samotný sběr údajů o množství produkce na konkrétní operaci o potřebném času na tuto činnost, o tom, kdo operaci realizoval, nelze nazývat jako MES systém, přestože autoři mnoha informačních systémů tak v nejednom případě činí. Prostý, byť sofistikovaně členěný sběr dat se stává MES systémem teprve v okamžiku, kdy jsme schopni využít zejména moderní výrobní technologie vybavené vlastními řídicími systémy a data z těchto systémů vzájemně propojit“ (Flídr, 2023, s. 211)*

Manufacturing Execution System (MES) v češtině Výrobní informační systém slouží jako podpora výrobních procesů od fáze uvolnění výrobní zakázky až po dodání hotového zboží. Uvedený systém slouží k sledování a dokumentaci všech součástí, které jsou určitým způsobem zapojeny do přeměny vstupního materiálu na finální produkt. Jednou z funkcionalit toho systému je také systém správy dat, který dokáže vygenerovat komplexní záznamy o všech funkcích spojených s výrobním procesem. Současný trend Průmyslu 4.0 je charakteristický tím, že v továrnách budoucnosti hraje hlavní roli vysoká úroveň digitálních schopností a tyto MES systémy by měly podnikům napomáhat při dosahování jejich cílů na základě sledovatelnosti a lepší viditelnosti výrobního provozu. (O'Neill et al., 2021)

### 4.1 Charakteristika MES systému

Nákup, zprovoznění a samotný provoz systému MES není v současných podmínkách levnou záležitostí. Ale i přesto je o tento systém neustálý zájem, a to především díky jeho zaznamenávání cenných dat. Uvedený systém zachycuje dva druhy údajů. Prvním druhem jsou data, která jsou získána z nezávislých sběrů z výrobních technologií, jako jsou např. PLC a jsou získána bez operátorova zásahu. Druhým typem dat jsou poté taková data, u kterých je již nutný vstup operátora. Zde se může jednat např. o zadávání prostojů stroje do terminálu. Na základě toho je proto nutná operátorova kompetence s využíváním toho systému, aby získaná data byla relevantní a pravdivá. (Flídr, 2023)

MES funguje v podstatě jako rozhraní mezi podnikovými procesy a administrativními IT systémy, jako je ERP. Zprostředkovává výměnu informací mezi organizační úrovní společnosti a systémy na výrobní hale. Zároveň slouží ke správě toku informací z výroby, což znamená, že shromažďuje data z provozu a analyzuje je. S příchodem Průmyslu 4.0 však výroba vyžaduje jinou úroveň flexibility, což vyžaduje i decentralizovanou konfiguraci systému MES. Datová struktura bude stále jednotná, ale díky kyberneticko-fyzikálním systémům bude umožněno decentralizované zachycování a zpracování dat. U každého CPS

je nutné, aby disponoval schopností napojit se na centralizovaný systém, který systému MES poskytne jeho pozici a stav. Tyto data budou shromažďována a následně předána systému MES, kde tyto informace budou zálohovány. (Durão et al., 2022)

Svým provozem MES systém monitoruje výrobní zařízení, díky čemuž je poté možné na základě získaných údajů vyhodnocovat celkovou efektivitu strojního zařízení OEE a další možné klíčové ukazatele výkonnosti. Dále je možné u vhodných výrobních zařízení získat a následně zapisovat hrubá vyrobená množství položek. Sledované stroje jsou schopny ukládat informace o dobrých a špatných kusech a tato data jsou poté vkládána do odvádění výroby. Při zajištění průběžného odvádění výroby je možné zároveň monitorování plnění norem operátory. Díky tomu může systém simulovat určitou predikci dokončení operace, a tak optimálně monitorovat stav výroby v průběhu pracovní směny. Zároveň je možné z MES systému získat detailní informace o vybraném pracovišti. Příklad těchto dat je uveden na obrázku 9. (Flídr, 2023)

830		VP: AKK11		Výrobek: AKK350566	
	Počet prac.	2		Akt. čas	13:22 h:m
	Plán na směnu	3 600,00 ks		Zbývá	529,00 ks
	Akt. vyrobeno	3 071,00 ks		Skuz	30,00 ks
	Takt	8,64 sec/ks		Plnění	99,0% %
	Prostoj	28,93 min.		Počet vad	2,00 ks
	Prostoj				

Obrázek 9 Příklad vizualizace detailních dat pracoviště (Flídr, 2023)

V současné době již podniky požadují systémy, které jsou schopny nejen zajišťovat efektivní výkon, ale zároveň jsou schopny reagovat na informační toky v reálném čase. Na základě průběžného průzkumu historických dat lze identifikovat neefektivitu a navrhnout provedení nápravných kroků. Strategie založené na shromažďování a analýze dat v průběhu procesu jsou klíčové pro optimalizaci podnikového výkonu. MES systémy lze propojit s prediktivním plánováním výroby a prediktivní údržbou, a tím lze určité chyby předvídat. Dnešní MES systémy jsou již designovány k samostatně prováděným plánům a reakcím na změny ve výrobě v důsledku neočekávaných poruch. (O'Neill et al., 2021)

## 4.2 Klíčové ukazatele výkonnosti (KPI)

V minulé podkapitole, která byla zaměřena na charakterizování MES systémů, byla zmíněna získaná data, díky kterým lze poté určovat jisté KPI ukazatele neboli klíčové ukazatele výkonnosti. Pro lepší pochopení těchto indikátorů je zde vymezena jedna podkapitola pro jejich vysvětlení a uvedení jejich důležitosti.

Oblast výrobního controllingu obsahuje velké množství různých klíčových ukazatelů, známých spíše jako klíčové ukazatele výkonnosti (KPI). KPI jsou číselné ukazatele zachycující firemní procesy v soudržné podobě, poskytující možnosti pro rychlou analýzu získaných firemních dat. Nejznámějšími ukazateli ve výrobní sféře jsou např. celková efektivita zařízení (OEE), průběžná doba výroby, zmetkovitost nebo využití výrobního prostoru. Změny ve výrobě způsobené digitalizací však nejsou těmito ukazateli dostatečně zachyceny. Provedené změny na základě digitalizace byly popsány v různých analýzách, nicméně nástroje pro zaznamenávání těchto změn pomocí ukazatelů řízení výroby doposud zvažovány nebyly. (Joppen et al., 2019)

Contini a Peruzzini (2022) ve svém článku uvádí obecnou sadu vybraných KPI, které je možné sledovat v každém typu výrobní společnosti. Uvedení autoři rozlišují vybrané KPI do tří konkrétních kategorií:

- **Sociální KPI:** V posledních letech se ukázalo, že pozorování sociálních ukazatelů je zásadní pro plnění úspěšné obchodní strategie. V článku je uvedeno, že mezi nejdůležitější sociální ukazatele patří zdraví zaměstnanců, spokojenost zaměstnanců, školení zaměstnanců a pracovní úrazy. Sociální ukazatele mají v současnosti jednu z nejvyšších priorit.
- **Enviromentální KPI:** Environmentální indikátory jsou v průmyslovém kontextu spolu s ekonomickými indikátory nejpoužívanější. Nejrozšířenějšími environmentálními indikátory jsou energie, odpad, voda a vstupní suroviny.
- **Ekonomické KPI:** Tyto ukazatele jsou zásadní, jelikož interpretují výkonnost společnosti a naznačují schopnost iniciativy k získání vyšších příjmů společnosti. Mezi nejdůležitější ekonomické ukazatele lze zařadit obrát, náklady na materiál, kvalita, náklady práce, průběžná doba výroby a celková efektivita zařízení.

Jedním z nejznámějších ukazatelů KPI, které spadají do oblasti výroby, je ukazatel celkové efektivity zařízení OEE. Složky pro výpočet tohoto ukazatele jsou zobrazeny na obrázku 10.

$$\text{OEE} = \frac{\text{Skutečná doba běhu}}{\text{Plánovaná doba běhu}} \times \frac{\text{Skutečný výkon}}{\text{Plánovaný výkon}} \times \frac{\text{Skutečná kvalita}}{\text{Plánovaná kvalita}}$$

Obrázek 10 Princip stanovení celkové efektivity výrobního zařízení (Flídr, 2023)

Ze vzorce na obrázku 10 je viditelné, že ukazatel celkové efektivity zařízení se skládá z celkem 3 významných parametrů a to:

- **Dostupnost:** koeficient dostupnosti udává poměr mezi skutečnou dostupností a plánovanou dostupností. Plánovaná dostupnost je čas, po který zařízení může fungovat. Tento čas je však ovlivněn různými faktory, jako jsou poruchy, problémy s výrobou nebo nepřítomnost pracovníků. Skutečný čas provozu pak představuje čas, ve kterém zařízení skutečně pracuje a zároveň je zbaven těchto ztrát. (Flídr, 2023)
- **Výkon:** koeficient výkonu představuje poměr mezi skutečným výkonem a plánovaným výkonem. Běžně uváděný výkon se většinou vyjadřuje v jednotkách na časovou jednotku, jako jsou např. kusy za minutu, kilogramy za hodinu atd. Snížení výkonu může být způsobeno různými faktory, kterými mohou být např. odchylky od technologického postupu a pomalá práce operátora. (Flídr, 2023)
- **Kvalita:** koeficient kvality se vypočítá jako poměr mezi dosaženou a plánovanou kvalitou. Jedná se o kvalitu, která je spojena s daným produktem a jakákoli odchylka od této kvality může vést k výrobě nekvalitních produktů, které je třeba následně vyřadit či opravit. Nekvalita může vznikat z mnoha důvodů, mezi které patří např. vady v materiálu, nesprávné dodržování výrobního procesu operátorem nebo nedostatky ve výrobním procesu samotném. (Flídr, 2023)

Výsledek celkové efektivity zařízení se vyjadřuje procentuálně. Vynikající výsledky se pohybují mezi 70 % a 80 % a dobré výsledky se nacházejí v rozmezí 50 % až 70 %. Hodnoty nižší než 50 % jsou už považovány za špatné výsledky. Aby však bylo možné správně vyhodnotit OEE výrobního zařízení, je nezbytné porozumět metodice výpočtu. Důležité je porozumět informacím o plánované dostupnosti daného zařízení. (Flídr, 2023)

Mnoho výrobních společností stále hledá pro sledování relevantní ukazatele. Zvolení sledování správných ukazatelů vede z dlouhodobého hlediska k možnostem navrhovat, měřit a zlepšovat výkon ve firemním prostředí. V posledních letech se však často ukazuje, že v některých výrobních odvětvích se odvádí pozornost od firemních cílů, protože je často

kladen důraz na měření mnoha KPI, a to v konečném důsledku vede k zanedbávání důrazu na primární cíle podniku. Problémem jsou velmi často také limitované znalosti o správných KPI, které mohou společností napomáhat ve zlepšování jejich podnikových procesů. V některých společnostech také KPI ztrácejí vazby, které souvisejí s definovanými cíli, a to poté vede k situacím, kdy je monitorována jedna část procesu, ale sledování se poté už nezaměřuje na jiné důležité procesy. (Khan a Bilal, 2019)

### 4.3 Využití MES systému v Průmyslu 4.0

Existují 2 klíčové důvody, proč může být brán MES jako jeden z důležitých aktivátorů Průmyslu 4.0. Za prvé základní rysy MES slouží jako základní struktura pro implementaci konceptů Průmyslu 4.0 a za druhé může MES díky Kyberneticko-fyzikálním systémům umožnit, aby byly podnikové procesy v ERP a úrovních v celém dodavatelském řetězci schopné poskytovat online data z chytrých pro-duktů a strojů na výrobní hale. Hlavní role MES v kontextu Průmyslu 4.0 jsou následující:

- plánování úkolů na výrobní lince podle kapacity strojů v reálném čase a aktuálního stavu produktů,
- v případě poruchy schopnost implementace pokročilých optimalizačních algoritmů pro přeplánování plánů výroby a údržby,
- sběr a ukládání dat z výroby a jejich sdílení pro kontrolu kvality a nástroje prediktivní údržby,
- měření a dokumentace klíčových ukazatelů výkonnosti výrobních procesů. (Shojaeinasab et al., 2022)

Jaskó et al. (2020) uvádí, že podle nejnovějšího modelu vspělosti Průmyslu 4.0 existuje šest fází souvisejícího vývoje. Autoři uvádí, že první dva jsou informatizace a propojení, které jsou předpokladem pro Průmysl 4.0, a další čtyři jsou viditelnost, transparentnost, prediktivní schopnost a adaptabilita. Autoři dále zmiňují, že v souladu s těmito fázemi by se měl vývoj MES zaměřit na:

1. **Podpora elektronizace:** využívání počítačového řízení v celém výrobním řetězci.
2. **Zlepšení propojení:** efektivitu lze zvýšit pouze tehdy, pokud lze sledovat celkový stav celého výrobního řetězce a zajistit sledovatelnost výrobků. Každý zdroj informací o sobě automaticky odesílá informace do systému MES v reálném čase.

3. **Zajištění přehledu:** vizualizace procesů ve výrobním řetězci. Systémy řízení životního cyklu výrobku, MES systém a systém plánování podnikových zdrojů (ERP) vytvářejí viditelnost.
4. **Zajištění transparentnosti:** Na této úrovni je nutné pochopení jednotlivých procesů a využití znalostí k jejich zlepšování. V důsledku toho je v této fázi užitečné a někdy i nevyhnutelné uvažovat o trendu velkých objemů dat. Na základě toho bude vyžadováno, aby příští generace řešení MES disponovala funkcemi, jako je strojového učení nebo data mining.
5. **Zvyšte prediktivní kapacitu:** Příští generace systémů MES by měla mít odpovídající simulační a optimalizační funkce. Integrace simulačního modelování bude vyžadovat modelování s využitím konceptu virtuální továrny i využití umělé inteligence pro řízení procesů umožňující autonomní přizpůsobení. Uvedená simulační myšlenka lze nejlépe popsat v konceptu digitálního dvojčete.
6. **Zlepšení přizpůsobivosti:** Cílem této fáze je využití dat k tomu, aby bylo možné v co nejkratším čase učinit nejlepší možnou variantu.



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Praktická část této diplomové práce je zaměřena na návrh zavedení monitoringu výrobních procesů ve vybrané společnosti. Z důvodu určité ochrany dat společnosti je v této diplomové práci využíván fiktivní název společnosti „ABC“.

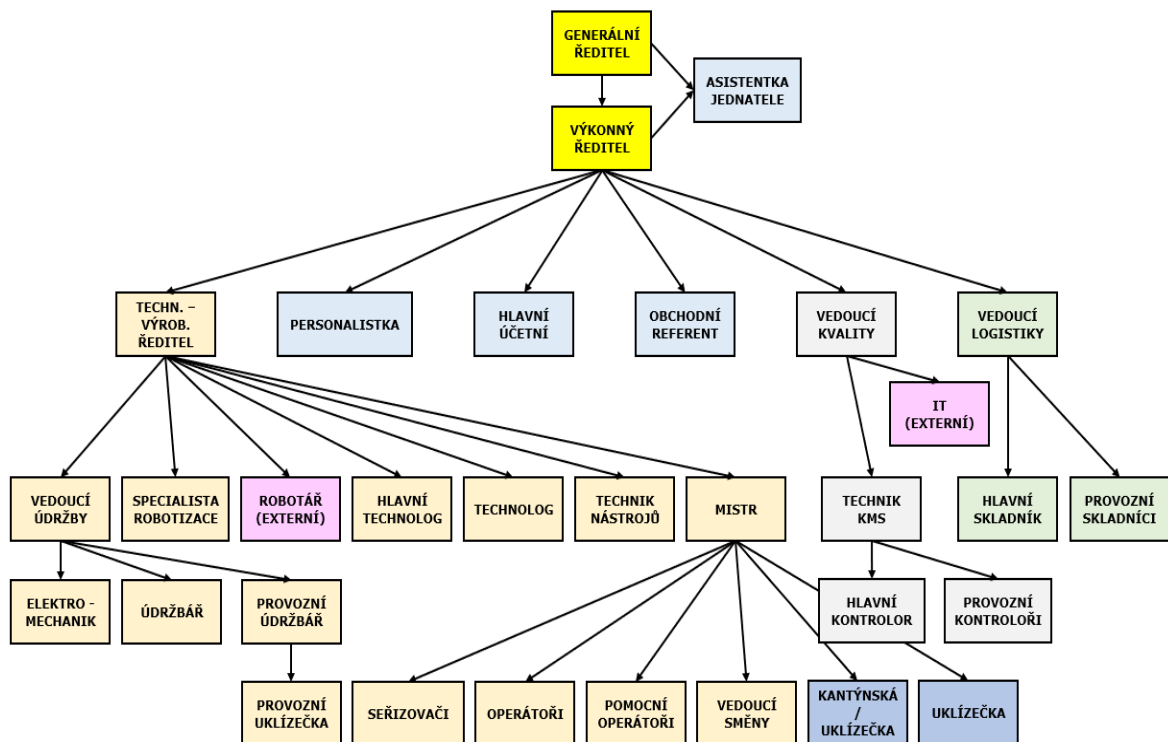
### 5.1 O společnosti

Firma „ABC“ je česká společnost s ručením omezeným, která se již 30 let specializuje na sériové obrábění odlitků, výkovků a dělených materiálů. V současné době zaměstnává okolo 65 zaměstnanců a disponuje celkem 48 CNC stroji. Společnost vlastní certifikát ISO 9001:2015 a v roce 2022 dosáhla tržeb v hodnotě 8,5 milionů euro. Na základě počtu zaměstnanců lze společnost z hlediska velikosti označit jako střední podnik. Cílem společnosti je být váženým regionálním zaměstnavatelem a patřit k nejlépe hodnoceným strojírenským společnostem v Evropě s pověstí vysoce kvalitních produktů, inovativního přístupu, flexibility a férového zacházení. Díky svým spolehlivým partnerům společnost zajišťuje i kompletní dodavatelský servis všech druhů a jakostí materiálů, povrchových úprav a dopravy. Společnost je zároveň charakteristická svou otevřeností pro automatizaci a snahy managementu této společnosti se pojí k co největší automatizaci celé výroby. (interní materiály společnosti „ABC“)

Uvedená společnost byla založena v roce 1991. Z důvodu zvýšení objednávek ze strany zákazníků a nedostatku pracovního prostoru byla za necelé 3 roky společnost přesunuta do nových prostor a v roce 1996 došlo ke vzniku nového obchodního názvu společnosti. V následujících letech došlo k rozšíření stávajícího strojového parku společnosti o nové CNC stroje. Dalším důležitým milníkem bylo získání certifikace ISO 9001 od společnosti Loyd's Register Quality Assurance v roce 2004. Za dalších 10 let došlo k rekonstrukci technických i nevýrobních prostor a o 2 roky později byl ve společnosti zaveden nový systém kontroly kvality Inspection. Následně v roce 2017 došlo k dalšímu rozšíření výrobních prostor a o rok později byly do tohoto provozu uvedeny první 2 robotizované výrobní buňky. Právě od roku 2018 začala společnost provoz postupně inovovat a následovalo další instalování automatizovaných výrobních buněk. V posledních letech společnost velkou část svých investic věnovala právě automatizaci, konkrétně na nákup robotizovaných výrobních buněk. V současné době má společnost naplánováno zprovoznit vcelku 20 automatizovaných výrobních buněk a vybudovat novou budovu pro administrativní pracovníky. (interní materiály společnosti „ABC“)

## 5.2 Organizační struktura

Organizační struktura je důležitou součástí každé společnosti, jelikož definuje uspořádání vztahů mezi jednotlivými pracovními pozicemi v podniku. Graficky zobrazuje vztahy nadřízenosti i podřízenosti a zároveň zobrazuje vazby mezi jednotlivými odděleními. Jelikož se společnost „ABC“ se svým počtem zaměstnanců řadí mezi střední podniky, organizační struktura společnosti má v celku jednoduchou strukturu. Organizační struktura společnosti „ABC“ je zobrazena na obrázku 11 níže.



Obrázek 11 Organizační struktura společnosti „ABC“ (interní materiály společnosti „ABC“)

Z organizační struktury na obrázku 11 je viditelné, že nejvyšší pravomoci v organizaci mají generální a výkonný ředitel. Společnost je poté rozdělena do 6 hlavních podnikových sfér, a to na výrobní část, personální oddělení, účetní oddělení, obchod, kvalitu a logistiku. Za výrobní sféru podniku zodpovídá technicko-výrobní ředitel. Tomu se poté zodpovídá mistr, který má za úkol přiřazovat lidské zdroje na dílně a zároveň zodpovídá za plynulý chod ve výrobě. Za sektor kvality je ve společnosti zodpovědný vedoucí kvality, který je nadřízen technikovi kontroly a měření a kontrolorům. Pod sektor logistiky spadá vedoucí logistiky a jemu jsou podřízeni skladníci. Co se týče externích článků struktury, tak zde společnost využívá IT specialistu a robotáře, který je specializován na podrobnou údržbu robotických zařízení.

### 5.3 Produktové portfolio

Vybraná společnost je zaměřena na sériovou výrobu a popř. povrchovou úpravu odlitků, výkovků a dělených materiálů. V této společnosti se z uvedených vstupních materiálů vyrábí produkty, které jsou následně využívány jako komponenty do tepelných čerpadel a automobilů. Povaha výroby je proto nastavena ne na výrobu pro koncové zákazníky, ale pro další výrobní firmy, pro které slouží tyto výrobky jako komponenty. Vybrané výrobky uvedené společnosti jsou uvedeny na obrázku 12.



Obrázek 12 Vybrané výrobky z produktového portfolio společnosti „ABC“ (interní materiály společnosti „ABC“)

Podle uvedených výrobků je zřejmé, že společnost je zaměřena především na obrábění rotačních součástí. Ve společnosti jsou proto využívána k obrábění soustružnická i frézovací centra. Při výrobě těchto výrobků je nutné dodržovat vysokou přesnost, a proto musí být uvedené stroje i jejich nástroje neustále kontrolovány. Tyto technologie jsou více popsány v další části této práce, kde je detailněji popsán proces výroby těchto výrobků. V současné době uvedená společnost vyrábí tyto komponenty pro celkem čtyři zákaznické firmy. Jména zákaznických firem zde z důvodu ochrany dat nemohou být zmíněna. Primární část výroby je však zaměřena pouze na jednoho zákazníka, jelikož jeho odběr výrobků činí 95 % z celkového vyrobeného množství výrobků. Takto sestavené portfolio zákazníků má své výhody i nevýhody. Výhodou může být snadná komunikace s hlavním zákazníkem a nastavení výrobního programu primárně podle jeho potřeb. Za velkou nevýhodu je nutné brát krizovou situaci, která může nastat v zákaznické společnosti, a ta poté silně ovlivní i dodavatelskou společnost. Nedostatek objednávek z primární zákaznické společnosti proto může vyvolat velkou krizi u společnosti dodavatele.

## 5.4 Informační systém společnosti

Každá moderní společnost dnes potřebuje podnikový informační systém, který v rámci organizace slouží k zpracování, uchovávání a distribuci informací. V tomto digitální prostředí se jedná o nezbytný nástroj pro moderní podnikání. Ve vybrané společnosti je využíván informační systém ERP Helios iNuvio. Uvedený informační systém je určený především pro střední a malé podniky a na české trhu působí jako jeden z nejprodávanějších ERP systémů.

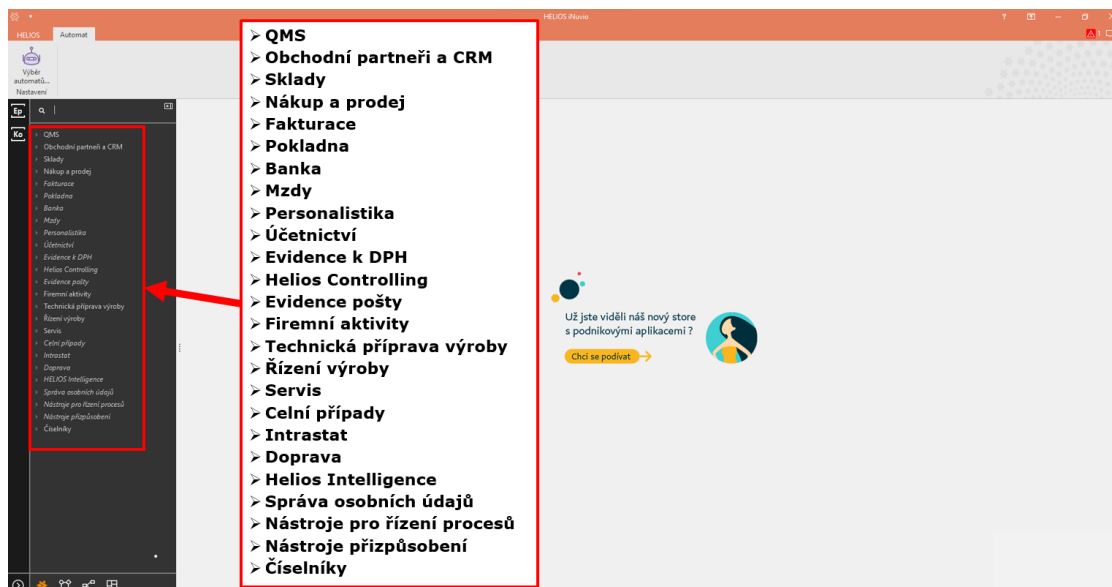
### 5.4.1 Popis informačního systému Helios iNuvio

Helios iNuvio využívá více než 4 500 firem v Česku i na Slovensku, a jak již bylo řečeno, je určen pro malé a střední podniky, a to se odráží na jeho funkcionalitě. Klíčové oblasti, ke kterým je tento informační systém uzpůsoben, jsou výroba, ekonomika, projektové řízení, personalistika, sklady, obchod a doprava. V uvedeném informačním systému jsou data strukturovaně ukládána a poté sledována i vyhodnocována s ohledem na uživatele. Data je možné kdykoli sledovat a během chvíle lze vygenerovat přesně ta data, která jsou v daném momentě potřebná. Pro rychlé zobrazení potřebných dat lze využívat dashboardy, fulltextové vyhledávání či přehlednou navigaci. Data lze sledovat i přes nástroj Business Intelligence a vše důležité může systém připomínat pomocí nastavitelných notifikací. V Helios iNuvio je zároveň možné si variabilně nastavit svůj vlastní vzhled systému a uživatelské rozhraní. Lze upravovat jak obsahovou, tak vizuální podobu pracovního prostředí dle preferencí uživatele. (HELIOS iNuvio pro střední firmu, ©2023)

V následující pododkapitole je popsáno prostředí zmiňovaného informačního systému ve vybrané společnosti této práce.

### 5.4.2 Využívané moduly informačního systému

Helios iNuvio je charakteristický svým jednoduchým uživatelským rozhraním. Informační systém je ve vybrané společnosti dostupný v omezeném počtu licencí. Vybraná společnost nemá zajištěno své IT oddělení, což se odráží na dostupných úpravách v uvedeném systému. V případě potřeby komplexnějších úprav v informačním systému je nutné řešit tyto požadavky přímo s dodavatelem systému, který následně provede potřebné úpravy. Ve vybrané společnosti se po otevření aplikace jednotlivé moduly systému objeví na levé straně obrazovky v šedé liště. Zmiňované zobrazení je uvedeno na následujícím obrázku.



Obrázek 13 Úvodní obrazovka Helios iNuvio spolu s moduly informačního systému (vlastní zpracování)

Z obrázku 13 lze zpozorovat, že informační systém vybrané společnosti má v základním rozhraní celkem 25 základních modulů. Každý zaměstnanec má jiný přístup k uvedeným modelům podle potřeby dat, se kterými pravidelně pracuje. Pod každým modulem je vloženo několik karet s dalšími potřebnými daty. V následujícím textu jsou popsány nejdůležitější využívané moduly.

První modul QMS obsahuje karty s informacemi o kvalitě a případných reklamách výrobků. Dalším důležitým modulem jsou Obchodní partneři a CRM, kde jsou ukládána data o zákaznících a dalších potřebných kontaktních osobách. Informace o výdejích, příjmech, skladových kartách a množství položek materiálů jsou dostupné v modulu skladu. V modulu nákup a prodej jsou karty s informacemi např. o objednaných položkách, nabídkách a expedičních příkazech. Personalistika poté obsahuje karty s daty např. o školeních, lékařských prohlídkách, pracovních pozicích, a účetnictví má navedeno karty s např. účetním deníkem, stavem účtů a podklady k přiznání daní. Velmi důležitými moduly jsou poté technická příprava výroby a řízení výroby, kde v modulu technické přípravy výroby jsou vložena data o výrobní dokumentaci, pracovištích, zakázkových modifikacích atd. V modulu řízení výroby jsou uvedeny výrobní plán, výrobní příkazy, evidence výrobních operací, evidence kooperací a další. Nakonec modul Helios Intelligence slouží jako nástroj Business Intelligence ke zobrazování grafů, statistik a dashboardů pro analýzu a potřeby rozhodování managementu. Pro účel této práce budou využívány informace hlavně z modulů, které se týkají výroby a těmi jsou technická příprava výroby a řízení výroby.

## 6 ANALÝZA VYBRANÝCH PODNIKOVÝCH PROCESŮ

Pro zjištění výchozího stavu vybraných podnikových procesů je nutné zpracovat objektivní analýzu, která poskytne pohled na klíčové oblasti fungování celého podniku. Tato kapitola se zaměřuje na analýzu klíčových podnikových procesů, které jsou nezbytné pro správné fungování organizace a mezi které patří výroba, logistika a kontrola kvality. Důkladná analýza umožní pochopit současný stav procesů organizace, odhalit příležitosti ke zlepšení a poskytnout doporučení k určitým zlepšením. V následujících podkapitolách jsou proto analyzovány procesy, které souvisí s transformací vstupního materiálu na finální výrobky ve vybrané společnosti. Pro analýzu a následnou identifikaci nedostatků v podnikových procesech společnosti je využita metoda mapování toku hodnot, která je vysvětlena v teoretické části této práce.

### 6.1 Popis výrobního procesu

Uvedený popis výrobního procesu je obecně zaměřen na 10 robotizovaných výrobních buněk neboli pracovišť, na kterých se vyrábějí typově podobné výrobky. Jedná se o pracoviště, které jsou ve vybrané společnosti v současné době nejvíce vytíženy a zároveň ty, které jsou nejvíce automatizovány. Tyto pracoviště neboli výrobní buňky jsou rozděleny do čtyř skupin a jejich názvy jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Vybraná pracoviště pro popis výrobního procesu (vlastní zpracování)

SKUPINY PRACOVIŠŤ	NÁZVY PRACOVIŠŤ
Skupina pracovišť 1	1 / 1
	1 / 2
Skupina pracovišť 3	3 / 1
	3 / 2
Skupina pracovišť 6	6 / 1
	6 / 2
Skupina pracovišť 7	7 / 1
	7 / 2
	7 / 3
	7 / 4

Výroba v uvedené společnosti je prováděna především v jedné výrobní hale. Před prováděním výroby je nutné celý výrobní program naplánovat. Výrobní plánování v uvedené společnosti provádí technicko-výrobní ředitel. Jelikož se nejedná o komplikovanou výrobu, kde by vstupovalo do plánování několik podsestav a jedná se pouze o úpravu vstupního

materiálu, plánování výroby zde není složitou disciplínou. Zakázky, které jsou zadány obchodním referentem do informačního systému, si technicko-výrobní ředitel seřadí podle data splnění dané objednávky. Tento seznam zakázek je poté předán mistrovi výroby, který na jejich základě vytvoří výrobní příkazy pro jednotlivá pracoviště na výrobní hale. Výrobní příkazy jsou posílány do odváděcích terminálů na pracovištích.

K provádění výroby je nejprve potřebné zajistit vstupní materiál, který je navážen ze skladu do regálů na výrobní halu, a to většinou směnu před začátkem požadované zakázky. Před začátkem výroby je poté materiál z regálu navezen k danému pracovišti, kde má být prováděna požadovaná výroba. Výrobky jsou na výrobní hale vyráběny v jednotlivých výrobních buňkách a pro plynulý chod všech pracovišť jsou na výrobní hale k dispozici operátoři, seřizovači a na každou směnu jeden vedoucí směny. Operátoři pracují u jednotlivých výrobních buněk, kde provádí základní úkony jako např. výměna a ukládání materiálu a hotových výrobků, výměna nástrojů u strojů atd. Operátoři při směně obsluhují několik výrobních buněk a jeho pracovní pozici charakterizují následující odpovědnosti:

- příprava pracoviště dle požadavků plánu výroby,
- výměna nástrojů a znalost úpravy korekcí strojů v souladu s dokumentací,
- základní údržba strojů na pracovišti, obecná kontrola strojů a zařízení,
- vstupní kontrola materiálu a doplňování materiálu do strojů dle výrobního plánu a elektronické evidování vyrobených dílů i zmetků,
- odebírání výrobků dle zásad pro tok materiálu, vizuální kontrola materiálu a průběžná kontrola kvality vyrobených dílů v kontrolním a měřicím středisku.

Seřizovači poté vykonávají v podstatě stejné úkony jako operátoři. Zároveň jsou však kompetentní k vykonávání přetypování výrobních buněk nové výrobky. Většinou mají na starosti provoz pouze jedné výrobní buňky a mistr je operativně řadí na pracoviště, kde je potřebné provést přetypování na jiný výrobek. V každé směně je zároveň jeden vedoucí směny. Nemá na starosti provoz výrobní buňky, ale provádí přípravné práce jako např. vychystávání přípravků a v případě poruchy výrobní buňky se na něj operátoři obrací jako první. Jak již bylo řečeno, na výrobní hale jsou jednotlivé stroje seskupeny do pracovišť neboli buněk, na kterých se vždy vyrábí určitý typ výrobku. Z hlediska prostorového uspořádání výroby se tedy jedná o buňkové uspořádání výroby. Každá výrobní buňka se skládá z několika strojů a zařízení. Foto jedné z výrobních buněk je uvedeno na obrázku 14.





Obrázek 14 Výrobní buňka ve vybrané společnosti (vlastní zpracování)

Díky buňkovému uspořádání zde nevznikají zásoby rozpracované výroby a zároveň jsou minimalizovány přepravní vzdálenosti mezi jednotlivými stroji. V každé výrobní buňce se nachází minimálně jedno soustružnické centrum, frézovací centrum, robot, měřidlo E, dopravník a terminál. Na soustružnických a frézovacích centrech dochází k obrábění, které přeměňuje vstupní materiál na finální výrobek. Soustružnické centrum je uvedeno na následujícím obrázku nalevo a frézovací centrum napravo.



Obrázek 15 Soustružnické a frézovací centra (interní materiály společnosti „ABC“)

Programy do těchto strojů jsou vytvářeny na základě transformace zákaznickova výkresu do 3D modelu. Z tohoto 3D modelu je poté vytvořen technologický postup i program. Uvedený program se ve stroji aktivuje díky zadanému výrobnímu příkazu. Uprostřed výrobní buňky se nachází průmyslový robot, který přesunuje obráběné kusy mezi jednotlivými stroji v buňce. Z bezpečnostního hlediska je robot ohraničen ochranou mříží, aby nedošlo ke kolizi robota s člověkem. Robot je brán jako mozek celé výrobní buňky, jelikož řídí celý její chod. Zároveň má svůj řídicí panel, díky kterému se nastavuje jeho chod. Uvedený robot je šestiosý a mezi jeho základní parametry patří nosnost 20 kg a rozsah pohybu 1813 mm. Typ průmyslového robota, který je ve společnosti využíván, je uveden na obrázku 16.



Obrázek 16 Průmyslový robot (interní materiály společnosti „ABC“)

Další částí výrobních buněk je kontrolní měřicí systém tzv. měřidlo typu E. Z důvodu ochrany dat je v této práci uveden název „Měřidlo E“. Jedná se o kontrolní technologii, která je založena na porovnávání rozměrů vyráběných dílů s referenčním dílem. Pro správnou funkci systému je nutné mít připraven referenční díl, který se změří pro vygenerování sady tzv. „master“ dat. Stejný měřicí postup používán pro měření všech vyrobených dílů. Naměřená data se porovnávají s „master“ daty pro určení skutečných rozměrů a posouzení, zda jsou rozměry v toleranci definovaných mezí. Uvedený systém slouží ke kontrole vyráběných dílů v průběhu obrábění a svým provozem výrazně snižuje pravděpodobnost, že výrobou projde zmetkový kus. Měřidlo E je zobrazeno na obrázku 17.



Obrázek 17 Kontrolní systém měřidlo E (vlastní zpracování)

Výrobní buňky jsou dále vybaveny posuvnými dopravníky, které mají specifické zásobníky. Tyto zásobníky jsou upraveny pro tvar vyráběných výrobků a zároveň jsou nastaveny na správnou pozici, aby je mohlo robotické rameno správně uchopit. Do tohoto dopravníku se vkládá vstupní materiál, ale zároveň zde ukládá robot i obrobené kusy. Poslední důležitou

částí celé výrobní buňky je odváděcí terminál. Uvedený terminál slouží k přihlášení operátorů a odvádění informací o vyrobených kusech a zmetkových kusech. Data z tohoto terminálu jsou následně odesílána do informačního systému, kde jsou seskupena a transformována do přehledných informačních ukazatelů. Foto odváděcího terminálu je uvedeno na obrázku 18.

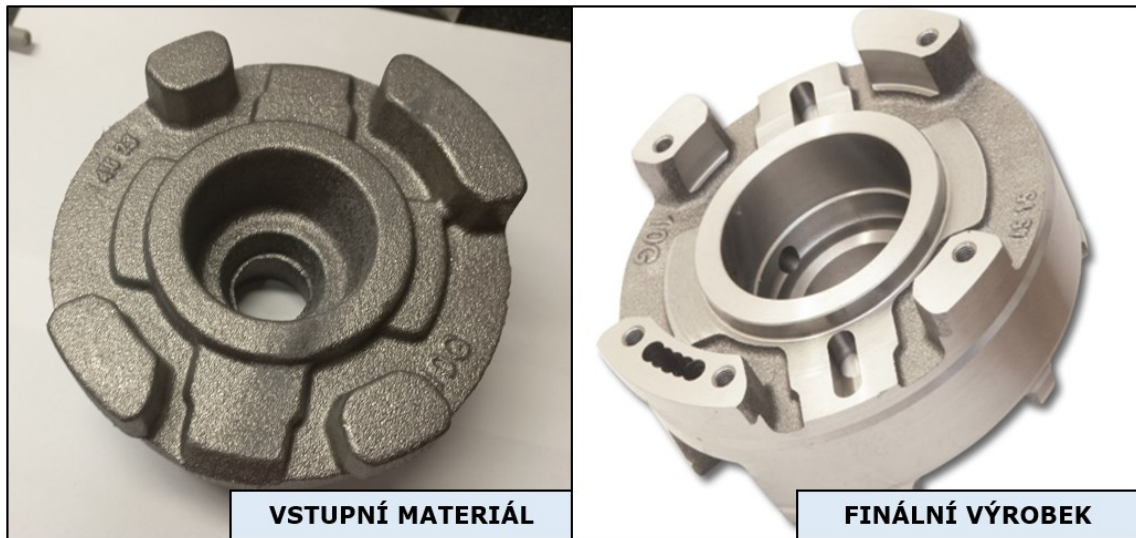


Obrázek 18 Odváděcí terminál (vlastní zpracování)

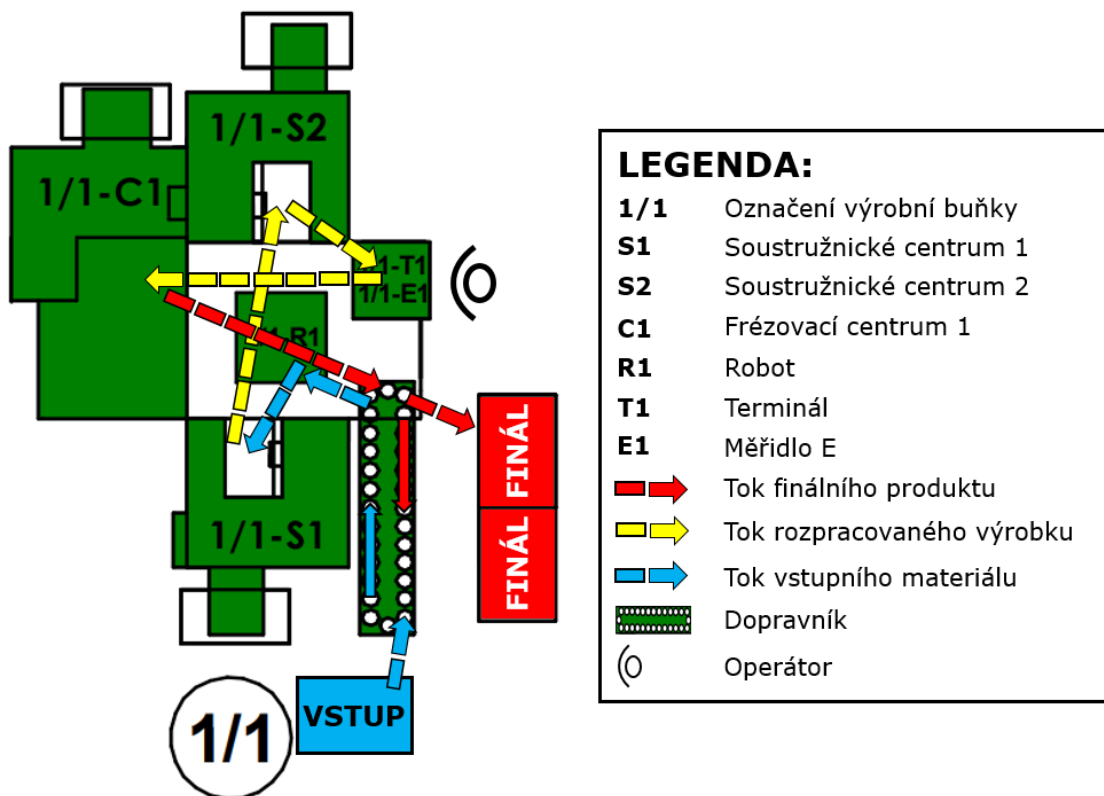
Kromě obrábění je u některých typů výrobků vyžadována i povrchová úprava, a to konkrétně kalení a s ním spojené popouštění. Kalení je forma povrchové úpravy, která se používá k vylepšení určitých mechanických vlastností výrobků k dosažení správných vlastností pro zamýšlené použití. Popouštění je nedílnou součástí tepelného zpracování po kalení a je založeno na ohřevu na popouštěcí teplotu s následným ochlazením. Tyto povrchové úpravy jsou prováděny ve vedlejší hale a týkají se pouze malého počtu typů výrobků pro specifického zákazníka. Pro co nejlepší pochopení a zobrazení výrobního procesu v uvedené společnosti je v následující podpodkapitole popsán materiálový tok obrobků ve vybrané výrobní buňce v dané společnosti.

### 6.1.1 Materiálový tok na pracovišti

Tok materiálu je na pracovišti postaven na principu minimální rozpracované výroby. Pro popsání toku materiálu ve výrobní buňce je zde zvolen jeden z výrobků, který bude tvořit reprezentanta pro současnou analýzu. Z důvodu ochrany dat společnosti zde nemůže být uveden název výrobku. Proto bude tento výrobkový reprezentant označován fiktivním názvem jako výrobek typu „A“. Uvedený výrobkový reprezentant je nejčastěji vyráběn na pracovišti 1/1 a je zobrazen na následujícím obrázku.



Obrázek 19 Vybraný výrobek pro zobrazení materiálového toku (vlastní zpracování)  
 Uvedený výrobek je dopravován v přepravních boxech ze skladu do regálů na výrobní hale. Z regálu je box se vstupním materiálem přesunuty k výrobní buňce. Ve strojích jsou nastaveny programy, které se aktivují zadáním potřebného výrobního příkazu. Výrobní příkazy do výrobních buněk posílá mistr výroby a díky výrobním příkazům se na terminálu zobrazí data o počtu kusů, které je potřebné na daném pracovišti vyrobit. Materiálový tok ve výrobní buňce u zvoleného výrobku typu „A“ je zobrazen na obrázku 20.



Obrázek 20 Zobrazení materiálového toku ve výrobní buňce (vlastní zpracování)



Ze schématu na obrázku 20 je viditelné, že výrobní proces začíná od operátora, který umístí vstupní materiál do zásobníků na dopravníku. Tok vstupního materiálu je zde zobrazen modrou šipkou. Vstupní materiál je dopravován dopravníkem do výrobní buňky, kde jej robot uchytí a vloží do prvního stroje, konkrétně do soustružnického centra 1. Operace, které jednotlivé stroje provádí, jsou uvedeny v technologických listech výroby. Jedná se o vnitropodnikovou dokumentaci, ve které se nachází informace o typu výrobku, stroje a operacích, které mají být v postupném sledu na obrobku vykonány.

Po provedení první operace robot opět uchytí daný kus a přesune jej na druhé soustružnické centrum. V tuto chvíli se již ze vstupního materiálu stal rozpracovaný výrobek, a proto je v uvedeném schématu zobrazen žlutou šipkou. Na druhém soustružnickém centru jsou provedeny potřebné operace a následně je obrobek robotem přesunut na měřidlo E. Na měřidle E proběhne kontrola všech potřebných parametrů, a pokud obrobek splní rozměrové požadavky, robot jej přesune na poslední stroj, a to na frézovací centrum. Pokud obrobek nespĺní rozměrové parametry, robot jej vloží do přepravky pro zmetky.

Jakmile jsou vykonány všechny potřebné operace na frézovacím centru, z rozpracovaného výrobku se stává hotový výrobek. Na obrázku je tok hotového výrobku zobrazen červenou šipkou. Hotový kus robot uchytí a přenesení zpátky na dopravník. Z dopravníku poté operátor přesune hotové kusy do přepravních boxů. Finální kusy jsou ukládány do přepravních zařízení na základě balících předpisů. Balící předpis je dokument, který určuje způsob ukládání finálních kusů. Z tohoto předpisu lze vyčíst informace o vyžadovaných přepravních zařízeních a formě ukládání výrobků. Jako přepravní zařízení jsou nejčastěji využívány palety s dřevěnými ohrádkami nebo gitterboxy. Konkrétně u zvoleného výrobku se hotové kusy ukládají do gitterboxu, jak je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek 21 Gitterbox s hotovými kusy (vlastní zpracování)

Pro signalizaci stavu stojů i výrobních buněk je využíván jednoduchý signalizační systém Andon. Tento systém umožňuje strojům a výrobním buňkám hlásit vzniklé problémy nebo abnormality, a zabezpečit tak rychlou reakci pracovníků, jež jsou schopni daný problém včas vyřešit. Jednotlivé stroje a buňky ve výrobě jsou vybaveny semaforů, které signalizují jejich současný stav. Uvedená signalizace slouží k rychlé reakci v případě zastavení strojů či dalších situacích, které mohou výrobu omezit. Vysvětlení světelného značení těchto semaforů, které jsou ve vybrané společnosti využívány, je zobrazeno na obrázku níže.



**Stroj / Buňka není v provozu**



**Blížící se výměna nástroje**



**Stroj / Buňka je v provozu**

Obrázek 22 Vysvětlení semaforové signalizace ve výrobě (vlastní zpracování)

Jednotlivá data o průběhu celého výrobního procesu musí být evidována přes odváděcí terminál. Přes odváděcí terminál je v podstatě zajištěn informační tok do informačního systému, kde jsou výrobní data ukládána pod jednotlivé moduly informačního systému. V další podkapitole je proto popsáno rozhraní odváděcího terminálu, který slouží k evidování a vizualizaci dat o průběhu výrobního procesu v dané výrobní buňce.

### 6.1.2 Evidence dat z výroby v odváděcím terminálu

Kromě řídicího panelu průmyslového robotického ramena je u každé výrobní buňky dostupný i terminál sloužící k odvádění výrobních dat. Terminály jsou propojeny s ERP Helios a všechna data, která jsou do terminálu zaznamenána, jsou následně zaslána do informačního systému. Na základě sběru a analýze těchto dat má poté management společnosti dostupné přehledy informací o např. výkonnosti, počtu zmetků apod. Pro zaznamenání dat do odváděcího terminálu se nejprve pracovníci musí přihlásit. Tyto terminály využívají určité grafické rozhraní pro rychlou orientaci operátorů ve výrobních datech. Zobrazení obrazovky odváděcího terminálu je uvedeno v příloze *PI: OBRAZOVKA ODVÁDĚCÍHO TERMINÁLU*.

Zobrazovaný terminál využívá grafické rozhraní, které zobrazuje přehledně jednotlivé informace vztahující se k výrobě daného výrobku. Kolonka „Poznámka“ nahoře slouží k zadávání časů, kdy stroj nebyl v provozu a důvodu proč nebyl v provozu. Do poznámky se čas i důvod doplňuje ručně a čas je zde zadáván odhadem operátora. To znamená, že se nejedná o plně relevantní údaje, jelikož operátor zde může časovou hodnotu svým odhadem výrazně buď nadhodnotit, nebo podhodnotit. Pro vysvětlení jednotlivých ukazatelů na uvedeném terminále je zde tabulka 2, kde jsou k jednotlivým ukazatelům uvedeny potřebné vysvětlivky.

Tabulka 2 Vysvětlení jednotlivých ukazatelů odváděcího terminálu (vlastní zpracování)

Ukazatel	Informace
<b>Zadané KS</b>	- Udává počet kusů, které prošly danou operací ku celkovému počtu kusů.
<b>Splněno KS</b>	- Kusy, které prošly všemi operacemi a jsou zabalené.
<b>Zbývá KS</b>	- Udává, kolik kusů zbývá zpracovat k dokončení dané zakázky.
<b>Neshody</b>	- Zde jsou udány 3 ukazatele, 1. číslo značí neshody materiálu, 2. číslo značí výrobní neshodu a 3. číslo značí celkový počet neshod z dané zakázky (součet 1. a 2. ukazatele).
<b>Aktuální KS / Norma</b>	- Zobrazuje kolik kusů bylo za směnu obrobenu ku normě kolik kusů by mělo být za směnu obrobenu.
<b>Čas cyklu</b>	- Čas, za který jeden kus projede celou výrobní buňkou.
<b>Obrobit VŠE</b>	- Udává, jestli má být spotřebován všechn vstupní materiál.
<b>Neshoda materiál</b>	- Neshoda z důvodu špatné kvality vstupního materiálu (např. póry v odlitku). - Levé číslo značí počet zmetků a pravé počet zmetků, které již byly vykážány.
<b>Neshoda výrobní</b>	- Jedná se o neshodu, která vznikla na základě výrobního procesu firmy (např. špatný rozměr z důvodu otupeného nástroje). - Levé číslo značí počet zmetků a pravé počet zmetků, které již byly vykážány.
<b>Hotové výrobky obal</b>	- Množství hotových výrobků v přepravním zařízení ku množství hotových kusů, které se vejde do palety.
<b>Hotové výrobky vrstva</b>	- Zde jsou 2 ukazatele. - První ukazatel v levé části zobrazuje, kolik výrobků je v dané vrstvě ku celkovému počtu, který se vejde do jedné vrstvy.

	- Druhý ukazatel v pravé části udává, kolikátá vrstva na paletě je právě plněna ku celkovému počtu vrstev.
<b>Materiál aktuální obal</b>	- Ukazatel aktuální spotřeby materiálu ku celkovému původnímu množství materiálu v daném přepravním zařízení.
<b>Materiál příprava obal</b>	- Skladník načte QR kód vstupního materiálu a počet kusů v přepravním zařízení se nahraje do ukazatele. Následně tlačítkem „Převod na aktuální“ se kusy materiálu převedou do pole „Materiál aktuální“ a z ukazatele „Materiál příprava obal“ zmizí.

Po diskuzi s mistrem a vedoucími výroby bylo definováno, že terminál má v současném stavu dva hlavní nedostatky. První se týká samotných číselných ukazatelů, jelikož nejsou na první pohled rychle rozeznatelné a srozumitelné. U číselných ukazatelů chybí přesný popis jednotlivých čísel a z uvedeného popisu není plně pochopitelné, co všechna uvedená čísla znamenají. Např. u ukazatele „obal“ jsou uvedena celkem 4 čísla, ale nejsou nějak lépe popsána a pro člověka, co není proškolen, musí být pochopení těchto ukazatelů náročné a určitě by potřeboval, aby mu uvedená data někdo osobně vysvětlil. Zároveň k tomuto terminálu chybí i manuál, který by jednotlivé informace popisoval.

Druhým problémem je zmiňované zadávání nevýrobních časů přes kolonku „poznámka“. Chybí zde systém, který by neustále monitoroval stav výrobní buňky a zaznamenával přesné časové úseky, kdy výrobní buňka byla z nějakého důvodu odstavena. Tento nedostatek se projevuje do ukazatelů výkonnosti, kde špatně zadané časové údaje o nevýrobních časech ovlivňují výkonnost jednotlivých pracovišť.

## 6.2 Logistika

Ke každému výrobnímu procesu jsou vždy spojeny i určité logistické úkony. Bez správně definovaného logistického systému nemůže výroba ve společnosti správně fungovat. Zajištění plynulého materiálového toku je klíčové pro efektivní fungování výroby každého výrobního podniku. K docílení plynulého materiálového toku je však nutné mít zajištěno vhodné zásobování vstupním materiálem, optimálně nastavené mezioperační zásoby a zároveň udržovat správný počet finálních výrobků. Jelikož se z hlediska rozlohy jedná spíše o menší podnik, nejsou zde komplikované provozní cesty či jiné dopravní problémy. Pro vstupní materiál i finální výrobu mají jak dodavatelé, tak i zákazníci zajištěnou vlastní dopravu. Na základě tohoto faktu je proto tato podkapitola zaměřena na interní logistiku daného podniku.



Za procesy logistiky ve vybrané společnosti odpovídá vedoucí logistiky, který spravuje skladové hospodářství a je nadřízen skladníkům. Skladníci konají úkony, které zajišťující plynulý tok materiálu výrobou. V podstatě vykonávají aktivity spojené se skladováním a následnou manipulací s materiálem, polotovary či finálními výrobky. Pracovní pozici skladníka v této společnosti charakterizují následující odpovědnosti:

- manipulace s paletovými a vysokozdvížnými vozíky,
- udržování čistoty na pracovišti, běžná údržba manipulačních strojů a zařízení,
- likvidace odpadu na základě interní dokumentace,
- zásobování výrobních buněk materiálem k opracování dle výrobního plánu,
- vyskladňování i vychystávání materiálu a expedice hotových výrobků.

Ve společnosti jsou zaměstnání celkem 3 skladníci a na každou směnu je využíván jeden skladník. Mezi činnosti, které mají skladníci plnit, patří příjem materiálu od dodavatele, návoz i vychystání materiálu do výroby a ke kontrole kvality, manipulace s neshodnými díly, vyvážení odpadních třísek z výroby, vychystávání a zaskladňování prázdných palet, zaskladnění finálních výrobků z výroby, odvoz finálních výrobků do skladu a expedice finálních výrobků pro odběratele. Aby mohli skladníci tyto úkony provádět, je potřebné, aby byl ve společnosti nastaven určitý skladovací systém, který v podstatě udává způsob ukládání materiálu, hotových výrobků nebo informací.

### 6.2.1 Systém skladování

Pro správné skladování materiálu je nutné mít zajištěnou správnou manipulační techniku, přepravní zařízení a vhodná skladovací místa. Jako skladovací místa jsou využívány paletové regály ve výrobní hale a sklad materiálu a finálních výrobků u výrobní haly. Pro příjem a expedici materiálu je ve společnosti uveden dokument, který poukazuje, se kterým dodavatelem či odběratelem bude v daný den řešen příjem nebo expedice. Odběratelé ani dodavatelé však nejezdí v přesně daný čas, a proto je vyžadována pravidelná komunikace před příjezdem dodavatele či odběratele. Při příjmu materiálu je materiál zavezen do skladu.

Skladníci mají dostupný denní rozpis, podle kterého vychystávají materiál ze skladu do regálu ve výrobě. Mezi potenciální zlepšení by bylo možné zařadit požadavek pro přesné časy příjezdu pro přepravce. I na základě tohoto požadavku by bylo možné lépe řídit požadavky v logistice. Na základě toho by skladníci nepřerušovali práci a nevznikala možná chybovost v procesu a nevyvážené požadavky na skladníky.

Nedostatkem v oblasti skladového hospodářství je absence evidence skladových lokací. V informačním systému je evidováno množství materiálu, které se v dané společnosti nachází. Není však evidována přesná lokace místa, kde je materiál skladován. Regálový systém v této společnosti je rozdělen pro určité pracoviště nebo druhy materiálu, ale nejsou evidovány přesné lokace v regálech a zda je v nich něco uskladněno. Nejsou zde aplikovány čárové kódy nebo jiný identifikátor pro načtení skladové pozice a materiál je ukládán do regálů podle místa, které souvisí s využitím materiálu. Absence systému zpětné dohledatelnosti zásob může vést k plýtvání z hlediska zbytečných pohybů, které byly způsobeny hledáním požadované položky. Zároveň mistr nebo vedoucí logistiky nemá přehled o tom, zda byl daný materiál správně vyskladněn. Úbytek materiálu je v informačním systému viditelný až poté, co je materiál vykázán v odváděcích terminálech. Využívané regály a jejich označení jsou zobrazeny na obrázku níže.



Obrázek 23 Regály s identifikačním označením (vlastní zpracování)

Na obrázku 23 je zobrazen regál, který slouží k uskladnění vstupního materiálu pro výrobu. Jednotlivá regálová sloupcová pole jsou popsána podle označení výrobních buněk, což následně navádí skladníky k vyskladnění správného materiálu k požadované buňce. Toto označení slouží k rychlé orientaci v regálovém systému. Označení je však pouze orientační a nemá takovou funkci jako skladování např. na základě skenování čárových kódů.

### 6.2.2 Manipulační technika

Správná manipulační technika je nezbytná pro efektivní a bezpečný provoz v distribuci a skladování. Ve výrobní hale se pro manipulaci s materiálem využívají paletové vozíky a elektrické vysokozdvížené vozíky. V prostoru mezi skladem a výrobní halou a ve skladu se využívá velký elektronický vysokozdvížený vozík.

Co se týče skladování a manipulace, ve výrobní hale je méně místa pro manipulaci s materiálem. Prudký nárůst automatizovaných buněk způsobil, že cesty pro převoz materiálu ve výrobní hale nejsou průjezdné v obou směrech zároveň. Tento problém však není zásadní, protože provoz ve výrobní hale není příliš vysoký a každou směnu zajišťuje materiál pouze jeden skladník. Využívaná manipulační technika nemá žádný problém s manipulací s těžšími díly. Stávají se však i situace, kdy se uložený materiál na výrobní hale musí přeskládat kvůli získání potřebného materiálu, což může omezit provoz. Nedostatkem je také chybějící vizualizační značení dopravních cest a chybějící vizuální značení ve venkovním skladu.

### 6.3 Kontrola kvality

Nedílnou součástí každé strojírenské výroby musí být i oddělení, které je specializováno na kontrolu kvality vyrobených výrobků. Autorem řešená společnost zde má pro tyto účely vyčleněno speciální oddělení kvality, které slouží ke komplexní kontrole. Ve výrobní hale je pro kontrolu kvality vyčleněno oddělení KMS (Kontrolní měřící středisko), ve kterém pracují specialisti pro provádění všech potřebných kontrol souvisejících s rozměrovou, a i povrchovou částí produkovaných výrobků. Na každou směnu v tomto středisku musí být k dispozici alespoň jeden pracovník. Pro co nejlepší pochopení této problematiky je v následujícím textu popsán systém, na kterém je postaven koncept kontroly kvality celé společnosti, a i přístroje a měřidla, pomocí kterých se jednotlivé prvky měření kontrolují.

Celý kontrolní proces je realizován na základě softwaru a měřidel společnosti, která je primární dodavatelem zde uvedené společnosti. Z důvodu ochrany dat zde nemůže být uvedeno jméno společnosti, která zprostředkovává vybrané společnosti systém a měřicí přístroje. Ve vybrané společnosti jsou z hlediska kontroly kvality výrobků sledovány dva druhy zmetků. Těmi jsou:

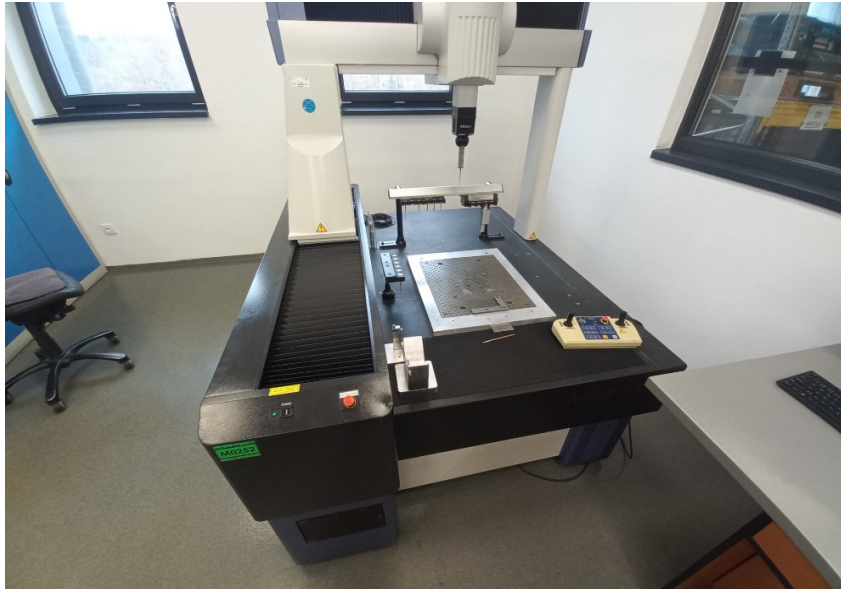
- **Zmetky výrobní:** jedná se o nekvalitu, která vznikla na základě provádění procesů v uvedené společnosti např. rozměrová nekvalita po obrábění nebo upuštění výrobku na zem, což může způsobit rozměrovou a tvarovou nepřesnost.
- **Zmetky materiálové:** nekvalita, která již vznikla na straně dodavatele. Jedná se např. o vnitřní vady v materiálu. Společnost zároveň sleduje i zda tyto vady byly odhaleny před nebo po procesu obrábění.

Z hlediska dodávek materiálu tvoří materiálové vady vždy zhruba 5 % z celkové dodávky. Vady tohoto typu jsou poté odhaleny buď již před obráběním, nebo až po obrobení, kdy se na obrobených částech výrobku tyto vady ukáží. Více se však primárně řeší nekvalita výrobní, která vznikla na základě procesních úkonů danou společností.

Co se týče celého systému kontroly, systém je postaven na jednoduché transformaci výkresu od zákazníka na model a z uvedeného modelu je poté vytvořen program pro souřadnicové měřicí stroje. Prvním krokem u vybraných zakázek je získání a načtení 2D výkresové dokumentace, ze které je v systému automaticky sestaven kontrolní plán. V něm jsou stanoveny postupy, i potřebné technologie měření. Na základě vytvořeného programu z modelu jsou schopna souřadnicová měřicí centra provádět potřebná měření. Měření je prováděno i jinými zařízeními, jako jsou posuvná měřidla, kalibry, přístroje na měření drsnosti apod. Zmiňovaná měřidla jsou zároveň připojena k Bluetooth, díky čemuž snímají data o měření do určených databází. Celé měření musí probíhat ve stanoveném pořadí a se zvolenými technologiemi, které byly stanoveny kontrolním plánem. Při měření zároveň okamžitě dochází ke statistickému vyhodnocování naměřených údajů. Výstupem jsou poté automaticky vygenerované protokoly měření ze všech měřicích pracovišť. Ty jsou databázově uloženy a obsahují všechny hodnoty a informace, které byly stanoveny již ve 2D výkrese.

Jedná se tedy o komplexně digitalizovaný systém měření kvality výrobků, který okamžitě provádí vyhodnocování získaných dat. Zároveň je pravdou, že zákazníci vybrané společnosti neposílají téměř žádné podněty ohledně reklamací. A to v podstatě udává, že systém kvality je ve společnosti na vysoké úrovni. V další podpodkapitole jsou uvedena měřidla, která jsou v provádění kontroly kvality ve společnosti využívána.

Ve vybrané společnosti je pro zajišťování požadované kvality využíváno několik měřicích přístrojů. Tyto přístroje jsou umístěny v kontrolním měřicím středisku. Nejčastěji jsou pro potřebnou kontrolu využívány dva automatické souřadnicové měřicí stroje. Uvedené stroje a jejich součásti jsou již navrženy pro používání nejmodernějších CAD technik. Zároveň využívají širokou škálu kontaktních a bezkontaktních sond, které umožňují provádění četných druhů měření. Všechna tato měření jsou podpořena komplexním analytickým softwarem, který zajistí rychlou interpretaci naměřených výsledků nezbytnou k udržení kroku s dnešní rychlou výrobou. Foto jednoho z těchto měřicích strojů je uvedeno na dalším obrázku.



Obrázek 24 Automatický souřadnicový měřicí stroj (vlastní zpracování)

Zároveň je ve společnosti využíván jeden menší souřadnicový měřicí stroj Aberlink Axiom. Dále je ve společnosti využíván přístroj pro měření a seřizování nástrojů pro CNC obráběcí centra Zoller Smile 400. Nakonec je ve společnosti využíván přístroj na měření tvarů a taky několik přístrojů k přesnému měření drsnosti povrchu. Měřidla jsou pravidelně kontrolována, aby byla zajištěna maximální přesnost měřených výstupů. Společnost si zakládá na vysoké kvalitě a co nejmenším počtu vadných kusů, které pouze vedou ke snížení efektivity celého výrobního provozu dané společnosti.

#### 6.4 Mapa současného stavu

Pro zobrazení kompletního přehledu výrobního procesu ve vybrané společnosti je v této podkapitole sestavena mapa současného stavu zvoleného výrobního reprezentanta typu A. Mapa slouží jako současná vizuální analýza materiálových a informačních toků, které jsou vztaženy k danému výrobnímu procesu. Metodika VSM (Mapování toku hodnot) je zde zvolena pro přehledné zobrazení jak materiálového, tak i informačního toku a zároveň pro zobrazení možných příležitostí ke zlepšení. V materiálovém toku se nachází celkem jedna základní operace, která se dělí na několik dalších menších operací a ty jsou zobrazeny v červeném rámečku. U materiálového toku jsou zpracovány údaje o cyklových časech strojů, typu stroje, časové disponibilitě atd. Informační tok je v současném stavu veden bezpapírovou formou, což poukazuje na snahu společnosti o rozsáhlou digitalizaci. Celá mapa současného stavu vybraného procesu je znázorněna na obrázku 25. Mapa hodnotového toku k vybranému výrobku A zobrazuje statický stav vztahující se ke dni 1. 9. 2023.



Uvedená mapa je na první pohled charakteristická digitálními informačními toky, jejichž jádrem je informační systém Helios. Materiálový tok není nijak zvláště komplikovaný a je tvořen tokem ze skladu do výrobní haly k vybrané výrobní buňce a poté opět zpátky do skladu. Zároveň je ve spodní části mapy uvedena VA linka spolu s jejími základními ukazateli. Mezi tyto ukazatele patří Lead Time (průběžná doba výroby), VA čas (čas přidané hodnoty), NVA čas (čas nepřidané hodnoty) a VA index. Pro přehled všech prvků mapy současného stavu je zde uvedena tabulka 3, která stručně popisuje jednotlivé prvky této mapy.

Tabulka 3 Charakteristika prvků mapy současného stavu (vlastní zpracování)

Část mapy	Informace
<b>Zákazník</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- takt zákazníka: 5,44 minut na kus</li> <li>- denní požadavek: 265 kusů</li> <li>- dopravu finálních výrobků si zajišťuje zákazník a pro finální výrobky si jezdí každý čtvrtek</li> </ul>
<b>Obchodní referent</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- skrze Email komunikaci získává informace o objednávkách</li> <li>- v ERP Helios poté vytváří objednávky, které následně vstupují do výrobního plánování</li> </ul>
<b>ERP Helios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- podnikový ERP systém určený pro evidenci a správu podnikových zdrojů</li> <li>- ve společnosti „ABC“ v současné době využívána verze iNuvio, která je určena pro malé a střední podniky</li> </ul>
<b>Dodavatel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dodávka materiálu je 2krát týdně (úterý a pátek) v množství dle velikosti objednávek od zákazníka</li> <li>- dopravu materiálu si zprostředkovává dodavatel</li> </ul>
<b>Logistika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pod tento úsek spadají skladníci</li> <li>- vedoucí logistiky na základě výrobních požadavků vytváří do ERP Helios požadavky na nákup vstupního materiálu</li> </ul>
<b>Technolog</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na základě zákaznickova výkresu vytvářejí 3D model, který slouží jako podklad pro zhotovení technologického procesu a vytvoření programů pro výrobní zařízení</li> </ul>
<b>Mistr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zajišťuje řízení lidských zdrojů ve výrobě</li> <li>- na základě plánu výroby od technicko-výrobního ředitele vytváří výrobní příkazy, které jsou poté odesílány do výrobních buněk</li> </ul>



<b>Technicko-výrobní ředitel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zodpovídá za výrobní sféru celé společnosti</li> <li>- provádí výrobní plánování (v současném stavu není nijak využíván žádný pokročilý plánovací systém)</li> </ul>
<b>Vedoucí kvality</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- získání data o kontrole kvality jednotlivých výrobků</li> <li>- pracuje s daty ohledně zmetkovitosti atd.</li> </ul>
<b>Sklad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- venkovní sklad, sloužící jak pro vstupní materiál, tak i pro hotové výrobky</li> </ul>
<b>Materiálový tok</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prochází je jednou velkou operací „obrábění“, která se dělí na 4 menší operace (jsou zobrazeny v červeném rámečku)</li> <li>- Lead Time (průběžná doba výroby): 41,05 hod</li> <li>- VA index: 0,12 %</li> </ul>

Uvedená tabulka přehledně znázorňuje nejpodstatnější data o každém prvku mapy současného stavu. Na mapě hodnotových toků současného stavu jsou nejdůležitější části ukazatele potenciálního zlepšení, které se označují jako „Kaizen Burst“.

V uvedené mapě současného stavu byly nalezeny celkem 4 příležitosti ke zlepšení. První příležitostí ke zlepšení je zaměření výrobního portfolia z velké části jen na jednoho zákazníka. Odběr primárního zákazníka činí 95 % z celkového vyrobeného množství výrobků. Krize na straně tohoto zákazníka by proto mohla výrazně ovlivnit chod uvedené společnosti „ABC“. Lze tvrdit, že tento potenciál je zároveň rizikem pro danou společnost. Druhou příležitostí ke zlepšení je zde absence systému pro lokalizaci skladových položek v regálech. Tato problematika již byla popsána a zkráceně se jedná o stav, kdy v informační systému nejsou dostupná data o lokalitě zaskladnění daných položek. Další příležitostí ke zlepšení jsou vyskytující se poruchy u výrobních buněk. V současném stavu není definován standardizovaný postup, dle kterého by měli operátoři provádět úkony potřebné k vyřešení této nečinnosti stroje. Poslední příležitostí ke zlepšení jsou nepřesná data o dostupnosti výrobních buněk. Není zde zaveden systém pro monitorování buněk v reálném čase a prostoje jsou definovány operátory ručně a jedná se pouze o odhadované časy.

Zvoleným problémem k řešení je vytvoření návrhu pro zavedení monitoringu výrobních buněk, jelikož napomůže lépe hodnotit dostupnost i výkonost výrobních buněk a díky získaným výrobním datům odhalí největší ztráty, které by se v budoucnu měly řešit určitým opatřením. V další části práce je provedena analýza dostupnosti pracovišť pro získání přesnějších dat o výrobních i nevýrobních časech a struktuře prostojů výrobních buněk.



## 7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU DOSTUPNOSTI VÝROBNÍCH BUŇEK

V této kapitole je provedena podrobná analýza dostupnosti výrobních buněk ve vybrané společnosti pro získání podkladů k nastavení návrhu pro zavedení výrobního monitoringu. Pro získání podkladů byly měřeny časy strojů přímo na výrobní hale a k tomu byla analyzována data z informačního systému. Zároveň jsou zde v podkapitole 7.2 popsána data, která jsou v současném stavu získávána skrze odváděcí terminály do informačního systému.

### 7.1 Měření dostupnosti výrobních buněk

Pro získání přesných dat o dostupnosti výrobních buněk bylo provedeno přímé měření, a to snímek pracovního dne stroje. K získání relevantních podkladů pro vytvoření následného návrhu bylo měření dostupnosti provedeno na celkem 10 výrobních buňkách, které jsou ve společnosti vytěžovány nejvíce. Jednotlivé pracoviště neboli výrobní buňky jsou rozděleny na 4 skupiny, které se liší podle typů výrobků, jež se na nich vyrábějí. Pro každou zvolenou výrobní buňku byly vždy vypracovány dva snímky pracovního dne, které byly následně zpracovány do tabulky. V jedné směně se vždy snímkovaly dvě výrobní buňky.

#### 7.1.1 Pracoviště skupiny 1

První čtyři snímky byly zhotoveny na začátku září roku 2023 a jednalo se o dvě pracoviště ze skupiny pracovišť 1. Z důvodu ochrany dat nelze uvádět přesné typy výrobků, které se na daných pracovištích vyrábějí. Ze získaných snímků byly zpracovány tabulky. Zpracovaná data z měření dostupnosti výrobní buňky 1/1 jsou interpretována v následující tabulce.

Tabulka 4 Analýza dostupnosti pracoviště 1/1 (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ	ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>1/1</b>	04.09.2023	Ranní			
	05.09.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR
	<b>V provozu</b>	13:58:13	87,31%	20	0:41:55
<b>P</b>	Úklid před předáním směny	0:04:13	0,44%	2	0:02:06
<b>N</b>	Výměna nástroje	0:32:42	3,41%	6	0:05:27
<b>N</b>	Měření / Úprava korekce	0:06:57	0,72%	3	0:02:19
<b>N</b>	Porucha	0:59:50	6,23%	4	0:14:58
<b>N</b>	Technologické čištění	0:07:00	0,73%	2	0:03:30
<b>N</b>	Dosažený počet neshod	0:01:03	0,11%	1	0:01:03
<b>N</b>	Rozjezd výroby	0:10:02	1,05%	1	0:10:02
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>			
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>		
<b>87,70%</b>			<b>12,30%</b>		

Z uvedené tabulky jsou viditelná data o výrobních i nevýrobních časech strojů. Levý sloupec kategorie (značen kat.) značí, zda se jedná o prostoje plánované či neplánované. V tabulce jsou viditelné časy činností výrobní buňky spolu s procentuálním podílem na celkovém čase, četností jednotlivých činností a průměrným časem dané činnosti. Výrobní buňka byla během dvou ranních směn v provozu celkem 13 hodin a 58 minut a 13 sekund. Dostupnost pracoviště za dvě směny činí 87,7 %. Největší ztrátu dostupnosti tvořily 4 poruchy, kvůli kterým byla buňka v nečinnosti 59 minut a 50 sekund. Jednalo se o problémy s upínacím zařízením frézovacího centra. Další ztrátou jsou zde výměny nástrojů, které celkově zabraly 32 minut a 42 sekund. Zároveň zde 10 minut a 2 sekundy tvořil prostoj rozjezd výroby. Jednalo se o zprovoznění pracoviště po delší nečinnosti stroje a provádí se zde úkony, které souvisí s údržbou a nastavením strojního zařízení.

Při snímkování pracoviště 1/1 bylo zároveň prováděno i snímkování pracoviště 1/2. Zpracovaná data o dostupnosti této výrobní buňky jsou interpretována v následující tabulce.

Tabulka 5 Analýza dostupnosti pracoviště 1/2 (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ		ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>1/2</b>		04.09.2023	Ranní			
		05.09.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR	
	<b>V provozu</b>	14:57:10	93,45%	13	1:09:01	
<b>P</b>	Uklid před předáním směny	0:04:24	0,46%	2	0:02:12	
<b>N</b>	Výměna nástroje	0:30:43	3,20%	5	0:06:09	
<b>N</b>	Měření / Úprava korekce	0:02:23	0,25%	2	0:01:11	
<b>N</b>	Porucha	0:13:32	1,41%	2	0:06:46	
<b>N</b>	Rozjezd výroby	0:11:48	1,23%	1	0:11:48	
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>				
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>			
<b>93,89%</b>			<b>6,11%</b>			

Uvedené pracoviště bylo ze dvou osmihodinových směn v provozu celkem 14 hodin 57 minut a 10 sekund. Celkově byl stroj v nečinnosti 1 hodinu 2 minuty a 50 sekund. 4 minuty a 24 sekund času nečinnosti stroje tvoří povinné úklidy před předáním směny. Celková dostupnost výrobní buňky zde činí 93,89 % a největší ztráty dostupnosti zde tvoří výměny nástrojů, které tvoří 3,2 % z celkového měřeného času stroje.

### 7.1.2 Pracoviště skupiny 3

Další čtyři snímky byly zhotoveny ve dnech 6.9. a 7.9. roku 2023 a jednalo se o dvě pracoviště ze skupiny pracovišť 3. Zpracovaná data z měření dostupnosti první výrobní buňky 3/1 jsou uvedena v následující tabulce.

Tabulka 6 Analýza dostupnosti pracoviště 3/1 (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ		ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>3/1</b>		06.09.2023	Ranní			
		07.09.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR	
	<b>V provozu</b>	12:41:02	79,27%	34	0:22:23	
P	Úklid před předáním směny	0:04:00	0,42%	2	0:02:00	
N	Výměna nástroje	0:39:13	4,09%	10	0:03:55	
N	Měření / Úprava korekce	0:29:03	3,03%	12	0:02:25	
N	Porucha	1:14:36	7,77%	3	0:24:52	
N	Technologické čištění	0:05:48	0,60%	2	0:02:54	
N	Dosažený počet neshod	0:46:18	4,82%	3	0:15:26	
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>				
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>			
<b>79,61%</b>			<b>20,39%</b>			

Pracoviště 3/1 bylo ze dvou osmihodinových směn v provozu celkem 12 hodin 41 minut a 2 sekundy. Dostupnost výrobní buňky zde činí 79,61 %. Největší ztráty dostupnosti zde tvoří 3 poruchy, které dohromady trvaly 1 hodinu 14 minut a 36 sekund a tvoří 7,77 % z celkového měřeného času stroje. Další dvě ztráty ve formě prostojů zde tvoří výměna nástrojů a dosažený počet neshod, které tvoří 4,09 % a 4,82 % z celkového měřeného času stroje. „Dosažený počet neshod“ je nevýrobní čas stroje, kdy se stroj zastaví automaticky z důvodu vyrobení množství zmetků přes nastavenou horní mez. V další tabulce jsou popsána data dalšího pracoviště z této skupiny a to buňky 3/2.

Tabulka 7 Analýza dostupnosti pracoviště 3/2 (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ		ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>3/2</b>		06.07.2023	Ranní			
		07.07.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR	
	<b>V provozu</b>	15:45:41	98,51%	8	1:58:13	
P	Úklid před předáním směny	0:03:58	0,41%	2	0:01:59	
N	Výměna nástroje	0:03:22	0,35%	1	0:03:22	
N	Porucha	0:05:08	0,53%	2	0:02:34	
N	Dosažený počet neshod	0:01:51	0,19%	1	0:01:51	
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>				
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>			
<b>98,92%</b>			<b>1,08%</b>			

Dostupnost výrobní buňky 3/2 ze dvou osmihodinových směn je 98,92 %. Takový výsledek značí nízké nevýrobní časy a téměř bezproblémový provoz výrobního zařízení. Ztráty dostupnosti zde činí pouze výměny nástrojů, malé poruchy a zastavení stroje z důvodu vyrobení většího množství zmetků. Samotné ztráty dostupnosti zde činí pouze 1,08 %.

## 7.1.3 Pracoviště skupiny 6

Další čtyři snímky byly zhotoveny ve dnech 8.9. a 11.9. roku 2023. Zde byla měřena dostupnost dvou pracovišť ze skupiny pracovišť 6. Zpracovaná data z měření dostupnosti výrobní buňky 6/1 jsou uvedena v následující tabulce.

Tabulka 8 Analýza dostupnosti pracoviště 6/1 (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ	ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>6/1</b>	08.09.2023	Ranní			
	11.09.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR
	<b>V provozu</b>	12:14:32	76,51%	17	0:43:12
P	Týdenní údržba	2:00:04	12,51%	1	2:00:04
P	Úklid před předáním směny	0:03:58	0,41%	2	0:01:59
N	Výměna nástroje	0:12:12	1,27%	8	0:01:32
N	Porucha	1:18:39	8,19%	4	0:19:40
N	Rozjezd výroby	0:10:35	1,10%	1	0:10:35
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>			
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>		
<b>87,87%</b>			<b>12,13%</b>		

Uvedené pracoviště bylo v provozu celkem 12 hodin 14 minut a 32 sekund a jeho dostupnost byla vyměřena na 87,87 %. Zhruba 2 hodiny zde zabral plánovaný prostoj údržba, při kterém se provádělo pravidelné čištění a kontrola strojního zařízení výrobní buňky. Největší ztráty dostupnosti zde opět tvoří poruchy, které tvoří ztrátu 8,19 % z celkového naměřeného času. Jednalo se zde o poškození a následné opravy hadice, která přivádí chladicí kapalinu do soustružnického centra 1. V další tabulce je uvedena analýza dostupnosti pracoviště 6/2.

Tabulka 9 Analýza dostupnosti pracoviště 6/2 (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ	ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>6/2</b>	08.09.2023	Ranní			
	11.09.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR
	<b>V provozu</b>	10:51:43	67,89%	24	0:27:09
P	Týdenní údržba	1:58:00	12,29%	1	1:58:00
P	Úklid před předáním směny	0:03:45	0,39%	2	0:01:53
N	Výměna nástroje	0:29:32	3,08%	7	0:04:13
N	Měření / Úprava korekce	0:05:23	0,56%	5	0:01:05
N	Porucha	2:05:31	13,07%	5	0:25:06
N	Technologické čištění	0:02:13	0,23%	1	0:02:13
N	Nevhodná manipulace	0:12:50	1,34%	1	0:12:50
N	Rozjezd výroby	0:11:03	1,15%	1	0:11:03
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>			
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>		
<b>77,75%</b>			<b>22,25%</b>		

Pracoviště 6/2 bylo v provozu celkem 10 hodin 51 minut a 43 sekund. Dostupnost u tohoto pracoviště byla vyměřena na 77,75 %. Opět zde v jednom dni proběhla týdenní údržba, která tvoří 12,29 % z celkového naměřeného času. Největší ztráty dostupnosti jsou zde opět tvořeny poruchami, které v součtu tvoří ztrátu 13,07 % z celkového naměřeného času. Jednalo se zde o poruchu a následnou opravu nabouraného měřicího zařízení E. Zároveň zde ztrátu tvoří i prostoj zvaný nevhodná manipulace. Jedná se o prostoj z důvodu špatného uchycení obrobku průmyslovým robotem z důvodu např. nečistoty v upínacím zařízení apod. Opět jsou zde také zaznamenány výměny nástrojů, které v součtu zabraly celkem 29 minut a 32 sekund.

#### 7.1.4 Pracoviště skupiny 7

Poslední měřenou skupinou byla pracoviště skupiny 7. Zde bylo zpracováno celkem 8 snímků a byly změřeny dostupnosti u čtyřech pracovišť. Zpracovaná data z měření dostupnosti výrobní buňky prvního z uvedených pracovišť 7/1 jsou uvedena v následující tabulce.

Tabulka 10 Analýza dostupnosti pracoviště 7/1 (vlastní zpracování)

PRACOVISTĚ	ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>7/1</b>	12.09.2023	Ranní			
	13.09.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR
	<b>V provozu</b>	15:22:47	96,12%	22	0:41:57
<b>P</b>	Úklid před předáním směny	0:03:50	0,40%	2	0:01:55
<b>N</b>	Výměna nástroje	0:07:34	0,79%	6	0:01:16
<b>N</b>	Měření / Úprava korekce	0:05:03	0,53%	3	0:01:41
<b>N</b>	Technologické čištění	0:13:22	1,39%	6	0:02:14
<b>N</b>	Technologické úpravy	0:06:23	0,66%	2	0:03:11
<b>N</b>	Dosažený počet neshod	0:01:01	0,11%	1	0:01:01
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>			
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>		
<b>96,51%</b>			<b>3,49%</b>		

Tato výrobní buňka byla v provozu ze dvou osmihodinových směn celkem 15 hodin 22 minut a 47 sekund. Dostupnost u tohoto pracoviště byla vyměřena na 96,51 %. Z hlediska dostupnosti lze tedy říci, že stroj pracoval bez větších ztrát. Největší ztrátou dostupnosti je zde technologické čištění, které v součtu zabralo 13 minut a 22 sekund. Zároveň zde byl zaznamenán prostoj technologická úprava, který souvisí s nutnými technologickými úpravami ve výrobní buňce. Zde se konkrétně jednalo o upravení programu ve frézovacím centru. V další tabulce je uvedena analýza dostupnosti pracoviště 7/2.

Tabulka 11 Analýza dostupnosti pracoviště 7/2 (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ	ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>7/2</b>	14.09.2023	Ranní			
	18.09.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR
	<b>V provozu</b>	12:09:59	76,04%	10	1:13:00
<b>P</b>	Úklid před předáním směny	0:03:36	0,37%	2	0:01:48
<b>N</b>	Výměna nástroje	0:07:39	0,80%	4	0:01:55
<b>N</b>	Měření / Úprava korekce	0:01:05	0,11%	1	0:01:05
<b>N</b>	Seřizování - změna zakázky	3:37:41	22,68%	1	3:37:41
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>			
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>		
<b>76,33%</b>			<b>23,67%</b>		

Uvedené pracoviště bylo v provozu ze dvou osmihodinových směn celkem 12 hodin 9 minut a 59 sekund. Dostupnost uvedené výrobní buňky činila 76,33 %. Hlavní ztrátu dostupnosti zde tvořilo přetypování výrobní buňky na jiný typ výrobku, které celkově zabralo 3 hodiny 37 minut a 41 sekund. Tato činnost je časově náročná z důvodu mnoha úkonů v oblasti přestavení celé výrobní buňky a komplexní kontroly kvality, díky které nebude stroj uveden do provozu dříve, než bude první vyrobený kus ověřen v kontrolním a měřicím středisku. V další tabulce je uvedena analýza dostupnosti pracoviště 7/3.

Tabulka 12 Analýza dostupnosti pracoviště 7/3 (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ	ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>7/3</b>	14.09.2023	Ranní			
	18.09.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR
	<b>V provozu</b>	15:06:59	94,48%	16	0:56:41
<b>P</b>	Úklid před předáním směny	0:03:24	0,35%	2	0:01:42
<b>N</b>	Výměna nástroje	0:11:05	1,15%	6	0:01:51
<b>N</b>	Měření / Úprava korekce	0:02:57	0,31%	2	0:01:28
<b>N</b>	Porucha	0:34:25	3,59%	4	0:08:36
<b>N</b>	Technologické čištění	0:01:10	0,12%	1	0:01:10
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>			
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>		
<b>94,81%</b>			<b>5,19%</b>		

Pracoviště 7/3 bylo v provozu celkem 15 hodin 6 minut a 59 sekund a dostupnost tohoto pracoviště byla 94,81 %. Ztráty na dostupnosti zde opět tvořily především výměny nástrojů a poruchy z důvodu zaseklých dveří u soustružnického centra 1. Tyto poruchy zabraly v součtu 34 minut a 25 sekund. Posledním analyzovaným pracovištěm je 7/4 a tato analýza je uvedena v další tabulce.



Tabulka 13 Analýza dostupnosti pracoviště 7/4 (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ	ANALYZOVÁNO DNE	SMĚNA			
<b>7/4</b>	12.09.2023	Ranní			
	13.09.2023	Ranní			
KAT.	ČINNOST	CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR
	<b>V provozu</b>	15:16:25	95,46%	25	0:36:39
<b>P</b>	Úklid před předáním směny	0:04:20	0,45%	2	0:02:10
<b>N</b>	Výměna nástroje	0:31:34	3,29%	14	0:02:15
<b>N</b>	Měření / Úprava korekce	0:04:01	0,42%	4	0:01:00
<b>N</b>	Technologické čištění	0:02:28	0,26%	2	0:01:14
<b>N</b>	Nevhodná manipulace	0:01:12	0,13%	1	0:01:12
<b>Celkově naměřený čas</b>		<b>16:00:00</b>			
<b>DOSTUPNOST</b>			<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>		
<b>95,89%</b>			<b>4,11%</b>		

Poslední analyzované pracoviště bylo v provozu celkem 15 hodin 16 minut a 25 sekund a dostupnost tohoto pracoviště byla 95,89 %. Uvedený výsledek lze opět považovat za velmi dobrý a z pohledu ztrát se nejedná o velké časové ztráty. Největší ztrátu zde tvoří výměny nástrojů, které zabraly v součtu 31 minut a 34 sekund a z hlediska podílu na celkovém měřeném čase tvoří 3,29 %.

Výsledky z těchto analýz poukázaly na nejčastější prostoje výrobních buněk a zároveň i časově největší ztráty z hlediska nevýrobních časů stroje. Díky těmto analýzám byl získán přehled o jednotlivých dostupnostech výrobních buněk a prostojích, které se na daných výrobních buňkách můžou vyskytnout. V následující podkapitole je uvedeno vysvětlení současného stavu získaných dat z výroby skrze odváděcí terminály, ke kterým se analýza dostupnosti uvedených pracovišť vztahuje. Data z výroby jsou zasílána a interpretována v informačním systému společnosti.

## 7.2 Evidence výrobních dat v informačním systému

Data získaná z výroby jsou v současném stavu do informačního systému Helios posílána skrze odváděcí terminál, který byl popsán v podpodkapitole 6.1.2. Aby bylo možné daná data do terminálu zadat a následně odkázat do informačního systému, je nutné, aby byl nejdříve operátor k danému terminálu přihlášen. Data z odváděcího terminálu jsou ukládána do několika karet v informačním systému. Pro přehled výkonnosti jednotlivých pracovišť a jejich operátorů je v uvedeném informačním systému využívána karta „Evidence výrobních operací“, která se nachází v modulu „Řízení výroby“. Zobrazení této karty je uvedeno v příloze P II: *EVIDENCE VÝROBNÍCH DAT V ERP HELIOS*.

V uvedené příloze jsou rozdělena získaná data z odváděcího terminálu do tabulky. Jednotlivá výrobní data jsou zde přidělena k daným pracovištím, operátorům a směnám. Data ve sloupcích „Příjmení a jméno“, „Název 1“, a „Registrační číslo (výkres)“ jsou z důvodu ochrany dat společnosti skryta. Sloupec „Název 1“ uvádí název vyráběného produktu na daném pracovišti. Oproti odváděcímu terminálu jsou zde ještě uvedena data o prostojích, výkonnosti. Sloupec „Prostoj (min)“ uvádí součet všech prostojů, které byly zadány přes poznámku v odváděcím terminálu. Tyto časy jednotlivě jsou zobrazeny v předposledním sloupci „PROSTOJ“. Do posledního sloupce této tabulky „Poznámky z výroby“ operátoři skrze poznámku v odváděcím terminálu uvádí důvody nevýrobních časů stroje.

Uprostřed tabulky jsou poté evidovány dva sloupce s ukazateli výkonnosti. Levý sloupec výkonnosti značí tzv. manažerskou výkonnost. Tato výkonnost je ukazatelem podílu vyrobených kusů na normovaném množství kusů. Za vyrobené množství kusů je v tomto ukazateli považován součet hodnot ve sloupcích „VYROBENO“, „ZM Výrobní“ a „ZM MAT PO“. Sloupec „ZM Výrobní“ odkazuje na zmetky, které vznikly na základě obrábění např. kvůli špatnému obráběcímu nástroji u stroje, a sloupec „ZM MAT PO“ odkazuje na zmetky, které vznikly kvůli vadám ve struktuře materiálu, které však byly odhaleny až po obrobení. Tento ukazatel vychází pouze z vyrobených a normovaných kusů a počítá tedy s plným disponibilním časem stroje, což znamená, že při výpočtu nijak nezohledňuje zadaný čas prostojů.

Oproti tomu druhý ukazatel výkonnosti (pravý sloupec výkonnosti) již při svém výpočtu bere v potaz i nevýrobní časy. Jelikož jsou v tomto ukazateli již zohledněny prostoje, je nutné, aby byly hodnoty udávané v kusech převedeny na časové hodnoty. Vzorec pro výpočet této výkonnosti je zobrazen zde.

$$\frac{C/T \text{ výrobku} \times (VYROBENO + ZM \text{ Výrobní} + ZM \text{ MAT PO}) + Prostoj (min)}{C/T \text{ výrobku} \times Norma} (\%)$$

V uvedeném vzorci jsou hodnoty v kusech vynásobeny cyklovým časem výroby jednoho kusu daného výrobku. Cyklové časy si systém přebírá z modulu v informačním systému „Technická příprava výroby“. Tyto časy se poté nachází v kartě „Výrobní dílce“ pod příslušnými typy výrobků. V čitateli je zároveň ještě přičtena hodnota celkového nevýrobního času stroje. Tento ukazatel výkonnosti je již pro hodnocení pracovního výkonu operátora u daného stroje relevantnější, jelikož již beze v úvahu i časy, po které stroj nemohl produkovat hotové kusy.



Data o prostojích stroje jsou sice do informačního systému zadávána, jedná se však jen o odhadované časy operátorů a neexistují zde informace o tom, kdy tyto nevýrobní časy vznikly a jakou měly přesnou dobu trvání. Pro mistra výroby je proto složité hodnotit výkony jednotlivých operátorů, jelikož operátoři mohou do poznámek zapisovat časy, které jsou delší, než reálně byly, což poté následně ovlivní daný ukazatel výkonnosti. Získaná data o dostupnosti zde proto trochu ztrácí relevantnost. I proto je nutné, aby byl zaveden systém, který bude nevýrobní časy monitorovat přesně a úprava těchto dat bude pouze v rukou managementu společnosti. V současné době jsou tato data zpracovávána mistrem a poté je spolu s technicko-výrobním ředitelem společně vyhodnocují. Ukazatel výkonnosti, do kterého vstupují prostoje, však zatím slouží jako orientační ukazatel, jelikož se na něj kvůli relevantnosti dat nedá přesně spoléhat.

### 7.3 Shrnutí analýzy dostupnosti a evidence dat v informačním systému

Analýza dostupnosti zde byla provedena celkem na 10 výrobních buňkách. Bylo zvoleno záměrně co nejvíce pracovišť, aby bylo zachyceno co nejvíce možných prostojů, které se na daných pracovištích mohou vyskytnout. U každé výrobní buňky byly provedeny celkem 2 snímky pracovního dne, které byly následně zhodnoceny do výstupních tabulek. Data z výstupních tabulek jsou sumarizována v tabulce 14 níže. Snímky pracovního dne výrobního zařízení byly vždy prováděny na ranní směně.

Tabulka 14 Souhrn analýz dostupností zkoumaných pracovišť (vlastní zpracování)

PRACOVIŠTĚ	ČAS V PROVOZU	SOUČET ČASŮ PLÁNOVANÝCH PROSTOJŮ	SOUČET ČASŮ NEPLÁNOVANÝCH PROSTOJŮ	DOSTUPNOST	ZTRÁTY DOSTUPNOSTI
<b>1 / 1</b>	13:58:13	0:04:13	1:57:34	<b>87,70%</b>	<b>12,30%</b>
<b>1 / 2</b>	14:57:10	0:04:24	0:58:26	<b>93,89%</b>	<b>6,11%</b>
<b>3 / 1</b>	12:41:02	0:04:00	3:14:58	<b>79,61%</b>	<b>20,39%</b>
<b>3 / 2</b>	15:45:41	0:03:58	0:10:21	<b>98,92%</b>	<b>1,08%</b>
<b>6 / 1</b>	12:14:32	2:04:02	1:41:26	<b>87,87%</b>	<b>12,13%</b>
<b>6 / 2</b>	10:51:43	2:01:45	3:06:32	<b>77,75%</b>	<b>22,25%</b>
<b>7 / 1</b>	15:22:47	0:03:50	0:33:23	<b>96,51%</b>	<b>3,49%</b>
<b>7 / 2</b>	12:09:59	0:03:36	3:46:25	<b>76,33%</b>	<b>23,67%</b>
<b>7 / 3</b>	15:06:59	0:03:24	0:49:37	<b>94,81%</b>	<b>5,19%</b>
<b>7 / 4</b>	15:16:25	0:04:20	0:39:15	<b>95,89%</b>	<b>4,11%</b>

V uvedené tabulce je viditelné, že nejvyšší dostupnost byla naměřena u výrobní buňky 3/2, kde dosáhla hodnoty až 98,92 %. Naproti tomu nejvyšší ztráty dostupnosti byly naměřeny

u výrobní buňky 7 / 2, kde ztráty dostupnosti činily 23,67 % a celkový čas neplánovaných prostojů zde byl naměřen na 3 hodiny 46 minut a 25 sekund. Zde byl nevýrobní čas zapříčiněn z velké části kvůli přetypování výrobní buňky na jiný výrobek.

Na základě výstupů ze snímků práce byla definována základní odůvodnění nevýrobních časů, mezi které patří především úklid před předáním směny, výměny nástrojů, měření a úpravy korekcí, poruchy, dosažení počtu neshodných kusů, rozjezd výroby, změna zakázky a plánovaná údržba. Co způsobuje neefektivitu jsou však neplánované prostoje. Z analýzy dostupnosti jednotlivých pracovišť je viditelné zároveň, že největší ztráty dostupnosti jsou způsobeny především z důvodu vzniklých poruch a oprav strojního zařízení, výměnami nástrojů a přetypováním výrobní buňky na výrobu nového typu navrhovaných výrobků.

Co se týče výrobních dat v informačním systému společnosti, v současném stavu jsou zaznamenávána výrobní data o výkonnosti pracovišť, kvalitě vyrobených výrobků a odhadovaných prostojích výrobní buňky. Společnost sleduje dva typy výkonnosti, z níž jedna zohledňuje zadávané prostoje. Uvedené prostoje jsou však zadávány odhadem operátorů, což značně znehodnocuje povahu získaných dat, která poté ovlivňují ukazatel výkonnosti, díky kterému by měl výrobní mistr ohodnocovat dané pracovníky. Zároveň nejsou data o prostojích jednotná, jelikož každý operátor uvedené důvody prostojů zapisuje jiným názvem. Pro ohodnocení současného stavu získaných výrobních dat je v další podkapitole proveden audit, který slouží k procentuálnímu vyhodnocení současného stavu získaných informací z výroby.

#### **7.4 Audit relevantnosti výrobních dat – současný stav**

Na základě provedené analýzy dostupnosti výrobních buněk spolu s popsáním výrobní datové struktury v prostředí ERP Helios iNuvio je zde proveden audit k vyhodnocení úrovně relevantnosti získaných dat z výrobního procesu. Uvedený audit je složen ze 17 otázek, které jsou rozděleny do čtyř sekcí. Jedná se o sekce: sběr dat a odváděcí terminál, data v ERP systému, lidský faktor a práce se získanými daty. V těchto sekcích jsou uvedeny otázky, na které se odpovídá logickými výroky „ano“ nebo „ne“. Odpověď ano je zde brána jako kladná a za každou kladnou odpověď se přičítá v auditu jeden bod. Součet bodů je vydělen celkovým počtem otázek a výsledek tohoto výpočtu určí procentuální výslednou hodnotu úrovně relevantnosti výrobních dat. Audit je vytvořen ve formě tabulky, která je v této práci zobrazena jako tabulka 15.

Tabulka 15 Audit relevantnosti výrobních dat - současný stav (vlastní zpracování)

		OTÁZKY	ODPOVĚDI		BODY
			ANO	NE	
<b>SBĚR DAT A ODVÁDĚCÍ TERMINÁL</b>	1.	Je dostupnost výrobní buněk měřena v reálném čase?		X	
	2.	Je možné přes odváděcí terminál zadávat prostoje?	X		1
	3.	Lze zadávat názvy prostojů?		X	
	4.	Jsou prostoje měřeny přesně pomocí monitorovacího systému?		X	
	5.	Lze sledovat online aktuální stav výrobních buněk (v provozu / není v provozu)?		X	
<b>DATA V ERP SYSTÉMU</b>	6.	Je v ERP systému sledován ukazatel dostupnosti výrobních buněk?		X	
	7.	Jsou prostoje v ERP Helios rozděleny na plánované a neplánované?		X	
	8.	Je v ERP systému sledována výkonnost výrobních buněk?	X		1
	9.	Je v ERP systému sledována kvalita výroby výrobních buněk?	X		1
	10.	Jsou výrobní data v ERP Helios editovatelná?	X		1
<b>LIDSKÝ FAKTOR</b>	11.	Jsou prostoje definovány bez zásahu člověka?		X	
	12.	Umí operátoři pracovat s odváděcím terminálem?	X		1
	13.	Provádí mistr kontrolu nad zadanými daty ze strany operátorů?	X		1
<b>PRÁCE SE ZÍSKANÝMI DATY</b>	14.	Jsou získaná data zpracovávána do požadovaných reportů?		X	
	15.	Pracuje nadřizený pracovník se získanými daty na denní bázi?	X		1
	16.	Jsou realizována opatření týkající se neproduktivních časů?		X	
	17.	Lze na základě získaných dat ohodnotit pracovníky?		X	
<b>CELKEM:</b>			<b>7</b>	<b>10</b>	<b>7</b>
<b>VÝSLEDEK AUDITU:</b>			<b>41%</b>		

Na základě provedeného auditu lze uvést, že výsledná relevantnost současných dat získaných z výroby vychází na 41 %. Jedná se o poměrně nízkou úroveň kvality získaných dat, a proto ani není možné se na tato data plně odkazovat při určitých analýzách. Největší nedostatky s povahou výrobních dat jsou analyzovány v části sběr dat a odváděcí terminál, kde bylo na 4 dotazované otázky určena záporná odpověď.

Aby bylo docíleno vyšší úrovně relevantnosti získaných výrobních dat, je potřebné vytvořit návrh monitorovacího systému, který bude eliminovat většinu nedostatků, určených v provedeném auditu. V další kapitole je proto uvedeno shrnutí zpracovaných analýz, které slouží jako podklad k vytvoření návrhu pro zavedení monitoringu výrobních buněk v projektové části diplomové práce.

## 8 SHRNUÍ ANALÝZ SOUČASNÉHO STAVU

Pro komplexní zhodnocení výrobních procesů uvedené společnosti byla provedena analýza vybraných podnikových procesů, ve které byly analyzovány 3 klíčové procesy. Jednalo se o výrobu, logistiku a kontrolu kvality. Tyto oblasti byly popsány a soudržně analyzovány pomocí metody mapování toku hodnot, na základě které byla vytvořena mapa současného stavu výrobního procesu vybraného výrobku typu „A“. Dle této analýzy byly identifikovány celkem 4 příležitosti ke zlepšení, a to výrobní portfolio zaměřené z velké části pouze na jednoho zákazníka, absence definovaného systému řešení vzniklých poruch u výrobních buněk, absence systému pro lokalizaci položek v regálech a nepřesné informace o dostupnosti výrobních buněk. Poslední příležitost ke zlepšení byla zvolena jako problém k řešení, jelikož data o dostupnosti vstupují do dalších ukazatelů a zpřesnění těchto dat dokáže odhalit další příležitosti ke zvyšování efektivity výrobního zařízení.

Následně byla proto provedena analýza dostupnosti vybraných výrobních buněk pro získání přesnějších dat o výrobních a nevýrobních časech a struktuře prostojů. Analýza byla prováděna pomocí snímků pracovního dne strojního zařízení a na základě jejich výstupů byly definovány základní prostoje, mezi které patří např. úklid před předáním směny, výměny nástrojů, měření a úpravy korekcí apod. Současná dostupnost výrobních buněk se pohybuje v rozmezí 76 % až 99 %. Dále byla popsána výrobní data v informačním systému, která jsou zaznamenávána pomocí odváděcích terminálů. Uvedená data rozšířila v informačním systému spektrum získaných poznatků o nevýrobních časech a poukázala na ukazatele, které společnost v současné době sleduje. Primárně jsou sledovány dva typy výkonnosti, z níž jedna zohledňuje prostoje, a jelikož jsou prostoje zadávány operátory odhadem pomocí poznámky v odváděcím terminálu, ukazatel výkonnosti, kde vstupují i prostoje, může být z velké části zkreslen. Pro zhodnocení úrovně relevantnosti získaných výrobních dat byl proveden audit, na základě kterého byla úroveň relevantnosti dat vyhodnocena na 41 %. Jedná se o poměrně nízkou úroveň kvality získaných dat, a proto ani není možné se na tato data plně odkazovat při určitých analýzách.

Tyto zásadní nedostatky poukazují na absenci relevantního systému sledování a vyhodnocování výrobních dat, který by společnosti pomohl v budoucnu zvýšit jak dostupnost, tak výkonnost výrobních zařízení. V další části diplomové práce je proto uvedeno projektové řešení návrhu pro zavedení výrobního monitoringu, které povede k získání přesných a lépe strukturovaných dat, na jejichž základě bude možné lépe ohodnocovat výkonnost daných výrobních buněk, a tím i pracovníků.

## 9 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

Následující část této diplomové práce je zaměřena na tvorbu projektového řešení. Na základě zpracovaných analýz byl společností navržen projekt, u kterého je hlavním cílem vypracovat návrh pro zavedení monitoringu výrobních buněk. Jednotlivé informace o projektu a zajištění projektového řešení daného problému je popsáno v následujících podkapitolách. Pro správné provedení projektu je potřebné nastavit přesné zadání projektu, harmonogram a provést i rizikovou analýzu, která odhalí a zmírní dopady určitých rizik na projekt.

### 9.1 Zadání projektu

V této podkapitole jsou uvedeny základní informace a klíčové parametry pro provedení zadaného projektu.

**Název projektu:** Návrh zavedení monitoringu výrobních procesů

**Vedoucí projektu:** Bc. Václav Hnaníček

**Projektový tým:**

- Technicko-výrobní ředitel
- Technolog
- Vedoucí kvality
- Mistr výroby

**Hlavní cíl projektu:**

- Zpracovat návrh pro vytvoření nového systému pro monitoring výrobních buněk.

**Metrika hlavního cíle:**

- Úroveň zavedení účinného monitoringu vyjádřená relevantností výrobních dat. [%]

**Dílčí cíle projektu:**

- Vytvoření struktury plánovaných a neplánovaných prostožů.
- Zpracování návrhu pro vytvoření rozhraní pro monitoring dostupnosti výrobních buněk na odváděcích terminálech.
- Zpracování návrhu pro vytvoření rozhraní pro monitoring dostupnosti výrobních buněk v informačním systému ERP Helios.

- Zvýšení relevantnosti výrobních dat. [%]

**Zahájení projektu:** 14. 8. 2023

**Poskytnutá data:**

- Vnitropodniková dílenská dokumentace (balící předpis, technologické listy atd.)
- Výrobní data z informačního systému Helios

## 9.2 Harmonogram projektu

Časový harmonogram průběhu projektu byl vypracován prostřednictvím Ganttova diagramu, viz příloha *P III: HARMONOGRAM PROJEKTU*. V harmonogramu jsou definovány činnosti spjaté s projektem spolu s jejich délkou trvání vyjádřenou v týdnech.

Na začátku projektu proběhlo seznámení se samotnou společností. Poté byla v první fázi provedena analýza současného stavu vybraných podnikových procesů, na kterou následně navazovala analýza dostupnosti výrobní buněk a průběžné seznámení s informačním systémem Helios iNuvio. Po provedení obou zmiňovaných analýz byly vyhodnoceny závěry z analýz a následovalo zadání pro navržení monitoringu výrobních procesů. Prvním krokem bylo vytvoření struktury prostojů, díky kterým operátoři v systému zdůvodňují nevýrobní časy. Jakmile byla tato struktura vytvořena a odsouhlasena vedením společnosti, následovalo vytvoření excelového souboru, na kterém bude otestován monitoring pracovišť spolu s navrženou strukturou prostojů. V následujících týdnech probíhalo testování této struktury prostojů pomocí zmiňovaného souboru přímo ve výrobě na vybraném pracovišti.

V další fázi projektu byl vedoucí projektu detailně seznámen s odváděcím terminálem na pracovištích a s výrobní strukturou dat v informačním systému. Pro získání povědomí o datové sestavě v informačním systému byly zpracovány návrhy podoby monitorovacího systému na odváděcím terminálu a poté i návrh modulu do informačního systému, který bude určen pro evidenci těchto dat o dostupnosti výrobního zařízení. Další fáze toho projektu jsou v uvedeném diagramu vyznačeny zelenou barvou a zakončení projektu je plánováno na konec června roku 2024.

## 9.3 Riziková analýza – RIPRAN

Analýza RIPRAN je metodou pro analýzu rizik projektů, která vychází z procesního pojetí analýzy rizik, kdy podrobněji rozebírá možné hrozby, jež mohou nastat v průběhu projektu. Uvedená rizika jsou analyzována a poté vyhodnocena dle vlivu na samotný projekt. Jsou

vyhodnoceny míry rizika a dle nich jsou nastavena vhodná preventivní a nápravná opatření, která riziko zmiňovaných hrozeb snižují, viz příloha *P IV: RIPRAN ANALÝZA*.

Vysokou míru rizika zde vykazují celkem 3 hrozby. První hrozbou jsou zde chybně zpracované vstupní analýzy, které mohou být způsobeny nedostatečnými zkušenostmi vedoucího projektu. Jako opatření zde byla zvolena řádná příprava a získání potřebných znalostí v potřebných metodách. Další hrozbou s vysokou mírou rizika může být složité navržený monitorovací systém. Může zde nastat situace, kdy navržený systém bude mít zbytečně obsáhlou funkcionalitu, která ve výsledku nebude využita. Tato nadbytečná funkcionalita by byla vyjádřena ve formě znehodnocení vložených prostředků do tohoto systému. Opatřením je zde pravidelné konzultování o struktuře monitorovacího systému s vedením společnosti a následně i s vývojáři tohoto systému. Posledním rizikem s vysokou hodnotou je situace, kdy zrealizovaný návrh nesplní očekávané požadavky. Hrozí zde situace, kdy monitorovací systém nebude poskytovat data takového typu, která budou pro společnost co nejvíce přínosná. Jako opatření je zde zvoleno nutné ujasnění přesných požadavků na monitorovací systém.

Riziko se střední hodnotou je zde nalezeno pouze jedno. Jedná se o hrozbu s motivací dokončit uvažovaný projekt. Vyskytuje se zde scénář, ve kterém může mít vedení společnosti neaktivní přístup, což může v konečném důsledku vést k ohrožení dokončení celého projektu. Uvedené riziko má sice malou pravděpodobnost, ale jeho dopad na projekt může být velmi vysoký. Jako opatření před tímto rizikem je nutné neustále motivovat celý projektový tým a stále připomínat benefity, které zavedený monitorovací systém přinese.

Menší hodnota rizika se v uvedených rizicích nachází u dvou případů. První hrozbou je neochota operátorů naučit se a pracovat s novým monitorovacím systémem. Nový monitorovací systém přinese požadavky na pravidelné zadávání nevýrobních časů přes odváděcí terminál. Opatřením pro respektování tohoto systému zde bude zdůvodňování zavedení monitorovacího systému a vysvětlení následků, které nastanou, pokud pracovníci nebudou k zadávání nevýrobních časů přistupovat zodpovědně. Posledním analyzovaným rizikem je nedostatečná podpora od vedení společnosti. V projektech tohoto typu se může stát, že společnost nebude chtít poskytnout určité typy dat či jiných potřebných materiálů, což může vést k chybným závěrům při řešení daného projektu. Proto je nutné, aby v rámci řešení projektu probíhaly pravidelné konzultace nad výsledky daného projektu a jeho průběžnými etapami.

## 10 NÁVRH ZAVEDENÍ MONITORINGU VÝROBNÍCH BUNĚK

Po závěrech z uvedených analýz bylo s vedením vybrané společnosti dohodnuto, že pro získání co nejpřesnějších dat o dostupnosti výrobního zařízení vybrané společnosti bude navržen systém, který bude monitorovat stav jednotlivých výrobních buněk. Do tohoto systému by mělo být možné zadávat informace o prostojích, které snižují uvedenou dostupnost výrobního zařízení, čímž bude následně ovlivněn i ukazatel výkonnosti, který společnost sleduje. Pro úspěšnou implementaci takového systému je však nejprve nutné vypracovat podrobné podklady, podle kterých bude nový systém naprogramován a následně implementován do uvedené výrobní firmy.

Tato kapitola se skládá z několika návrhů, jejímž cílem je poskytnout podklad pro zavedení monitoringu výrobních buněk do vybrané společnosti. V této kapitole jsou uvedeny návrhy o struktuře prostojů, tvorba excelové aplikace pro otestování struktury prostojů, návrh monitorovacího rozhraní pro odváděcí terminál a návrh na strukturování monitorovaných dat v informačním systému.

Prvním potřebným podkladem je návržení a následné odsouhlasení požadované struktury prostojů, které budou pracovníci zadávat do odváděcích terminálů v momentě, kdy příslušné zařízení nebude z určitého důvodu v provozu. Tato struktura musí být navržena pro typ výrobního uspořádání, které je ve vybrané společnosti stanoveno. To znamená, že pro vytvoření vhodné struktury prostojů je nutné znát detailně celý výrobní proces a strojové zařízení, které je pro výrobu produktů využíváno. Návrh struktury prostojů pro uvedené výrobní buňky je podrobně popsán v následující podkapitole.

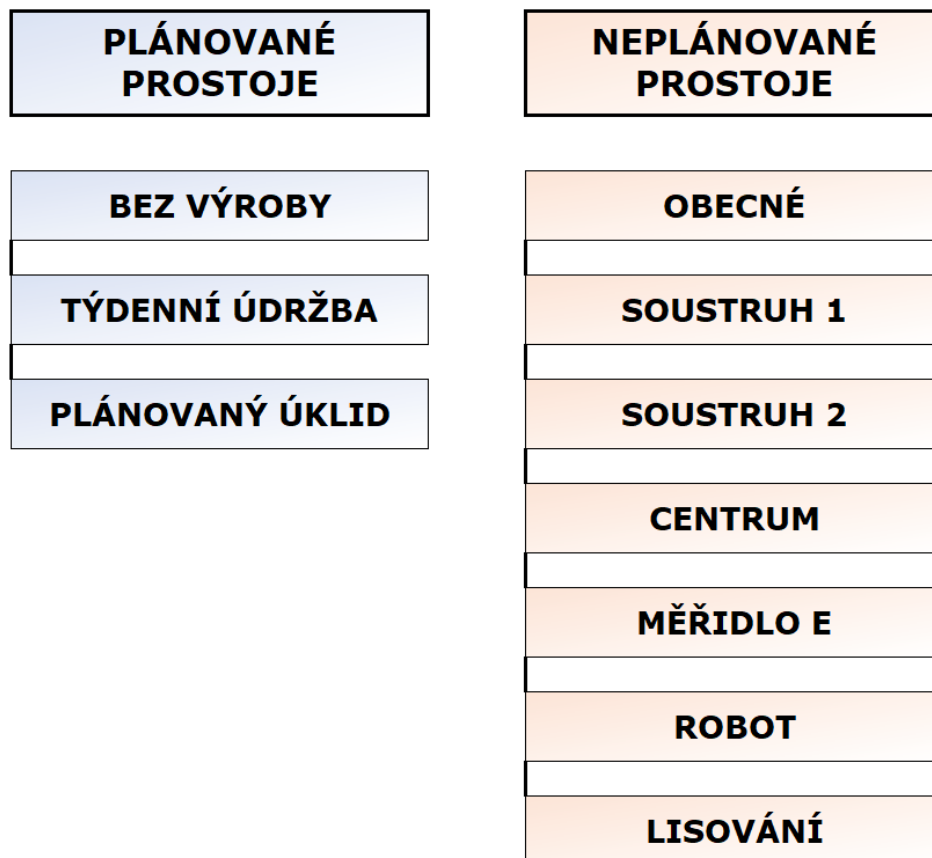
### 10.1 Návrh struktury prostojů

Pro návržení struktury potřebných prostojů je nutné vyjít z analýzy o dostupnosti uvedených výrobních buněk a dat o prostojích zadávaných operátory do informačního systému. Při této analýze bylo zjištěno několik prostojů, které často ovlivňují chod výrobního zařízení. Úkolem v této fázi je ve zjištěných prostojích nastavit určitou strukturu a systém, který bude přehledný a schopný bezproblémově získávat potřebná data. Data potřebná pro návržení struktury byla získána na základě analýzy dostupnosti výrobních buněk a sběru dat o zadaných prostojích ručně operátory z informačního systému společnosti.

Základem pro přehlednou strukturu prostojů a následnou práci se získanými daty je nutné rozlišovat prostoje na plánované a neplánované. Plánované prostoje se obvykle vztahují



k období, které je předem známo a během kterého je stroj neaktivní nebo mimo provoz. Je to období, které je již naplánováno jako nevýrobní. Mezi příklady těchto prostojů se mohou zařadit údržby, svátky, dovolené, přestávky apod. Naproti tomu neplánované prostoje jsou časové úseky, kdy stroj nepracuje z důvodu neočekávaných událostí, poruch, či jiných problémů. Tyto časové úseky mohou být způsobeny technickými problémy, lidskými chybami a dalšími faktory, které nebyly plánovány. Neplánované prostoje jsou pro výrobu nežádoucí, protože mají mít negativní dopad na efektivitu daného výrobního zařízení a vedou ke ztrátám disponibilního času stroje. Základní struktura prostojů v dané společnosti bude rozdělena na dvě hlavní skupiny, a to plánované a neplánované prostoje, jak je uvedeno na následujícím obrázku.



Obrázek 26 Základní struktura pro zadávání prostojů (vlastní zpracování)

Z uvedeného základního rozdělení je viditelné i další rozvětvení skupin plánovaných i neplánovaných prostojů. U plánovaných prostojů se následně jednotlivé prostoje větví na tři další hlavní skupiny, a to bez výroby, týdenní údržba a plánovaný úklid. Neplánované prostoje jsou poté rozděleny podle typu zařízení, na kterých se uvedený prostoj stal. Pod skupinu „obecné“ poté patří prostoje, které nelze přiřadit k určité části výrobní buňky. Jednotlivé skupiny prostojů jsou popsány v následujících podpodkapitolách.

### 10.1.1 Plánované prostoje

Jak již bylo zmíněno, plánované prostoje jsou považovány za období, které je naplánováno jako nevýrobní. To znamená, že tyto prostoje nejsou brány jako ty, které způsobují neefektivitu na pracovištích. Plánované prostoje jsou rozděleny na tři hlavní části, a to na bez výroby, týdenní údržba a plánovaný úklid. Grafické rozdělení plánovaných prostojů je uvedeno na obrázku 27.



Obrázek 27 Struktura plánovaných prostojů (vlastní zpracování)

Obrázek 27 zobrazuje schéma, ve kterém se plánované prostoje v navrhovaném systému člení na 3 základní části. Finální prostoje, které se budou zadávat při zastavení stroje jsou označeny žlutým kódem. Kolonky bez kódů označují skupiny, do kterých jednotlivé finální prostoje patří.

První skupinou plánovaných prostojů je skupina s názvem „bez výroby“. Jedná se o úkony plánované odstávky, které se nevztahují k úklidu ani k údržbě. Vysvětlení jednotlivých prostojů této skupiny je uvedeno zde:

- **Dovolená:** jedná se o dovolené zaměstnanců a celozávodní dovolené vyhlášené samotnou společností.
- **Víkend:** ve společnosti se pracuje na tři 8hodinové směny (ranní, odpolední a noční směna). Přes víkend nejsou výrobní buňky v provozu.
- **Svátek:** kalendářně předem určené státní svátky.
- **Školení:** předem naplánované školení zaměstnanců.

- **Překážka ze strany zaměstnavatele:** pozastavená výroba způsobená činnostmi nařízenými managementem společnosti např. stavba nové výrobní haly.
- **Plánovaná odstávka elektřiny:** v lokalitě společnosti může být naplánována odstávka elektrické energie, což vyřadí z provozu všechna výrobní zařízení.

Druhou částí struktury neplánovaných prostojů není skupina, ale přímo prostoj týdenní údržba. Jedná se o preventivní činnosti, které slouží k uchování stroje v co nejlepším stavu způsobem, kdy je stroj pravidelně čištěn a zároveň kontrolován jeho stav. Pravidelná týdenní údržba je důležitá pro udržení spolehlivosti, efektivity a prodloužení životnosti všech využívaných strojů. Třetí skupinou plánovaných prostojů jsou úklidy. Ve vybrané společnosti se rozlišují celkem dva druhy úklidů, a to provozní a půlroční. Oba úklidy jsou popsány zde:

- **Provozní úklid:** úklid, který se provádí jednou vždy na konci směny. Při tomto úklidu se doplňuje chladicí kapalina do strojů, čistí se upínací součásti, očistí se podlaha ve výrobní buňce, a nakonec se zkontroluje potenciální únik provozních kapalin a vzduchu.
- **Půlroční úklid:** jedná se o úklid, který se provádí dvakrát do roka. Na tomto úklidu se podílejí pracovníci všech směn. Všichni přijdou na ranní směnu uklízet. Vyklízejí se zbytky třísek materiálů z van u strojů a probíhá celkově důkladné čištění strojů a zařízení.

Zadávání plánovaných prostojů nebude tak časté jako zadávání prostojů neplánovaných. Nejčastěji budou zadávány prostoje ohledně úklidu a údržby. Velkou část těchto prostojů bude zároveň editovat i výrobní mistr, který bude muset získaná data z výrobních buněk sledovat a v případě potřeby i editovat.

### 10.1.2 Neplánované prostoje

Druhou velkou skupinou struktury prostojů jsou neplánované prostoje. Tato kategorie prostojů je již nežádoucí, jelikož prostoje tohoto typu nelze naplánovat a způsobují neefektivitu využívaného strojního zařízení. Ve vybrané společnosti jsou neplánované prostoje rozdělovány podle strojů, u kterých ve výrobní buňce vznikl prostoj. Pokud nelze prostoj přiřadit ke konkrétnímu stroji, je prostoj zařazen do skupiny „obecné“. Navržená struktura je uvedena v příloze P V: *STRUKTURA NEPLÁNOVANÝCH PROSTOJŮ*.

Z uvedené struktury je viditelné, že neplánované prostoje se dělí celkem na 7 hlavních skupin. Jak již bylo řečeno, skupiny jsou pojmenovány podle strojů, na kterých může daný prostoj vzniknout. Zároveň je důležitým faktem, že prostoje u výrobních buněk jsou v podstatě řízeny robotem, jelikož robot na základě svého programu řídí celou buňku. Finální prostoje, které se budou zadávat při zastavení stroje, jsou opět označeny žlutým kódem a kolonky bez kódů označují skupiny, do kterých patří jednotlivé finální prostoje. První velkou skupinou jsou prostoje „Obecné“. Popis prostojů této skupiny je uveden zde:

- **Seřízení – změna zakázky:** skupina prostojů, která souvisí s přetypováním na novou zakázku. V této skupině je celkem 6 prostojů. Prostoj „Čeká na seřízení“ slouží k monitorování doby, kdy je buňka zastavena a čeká se na seřizovače. „Počátek seřízení“ poté zaznamenává čas, kdy se začne přetypovávat buňka na novou zakázku. Další fází je „Uvolnění“, kdy se první vyrobený kus musí zkontrolovat v kontrolním měřícím středisku. Po uvolnění následuje fáze „Uvolněno“, kdy je první kus zkontrolován a provádí se poslední úkony před tím, než je buňka uvedena k provozu. Prostoj „Rozjezd nové výroby“ slouží pro monitorování času, kdy se na pracoviště zavádí úplně nový typ výrobku. Poslední prostoj „Výroba vzorků“ je zde pro vyrábění vzorkových kusů v buňce.
- **Výměna nástroje:** výměna nástrojů, která je prováděna na více než jednom stroji.
- **Měření a úprava korekce:** měření a úprava korekce, které je prováděno na více strojích.
- **Kontrola KMS:** buňka se zastaví, operátor opustí pracoviště a odebere se do místnosti kontrolního měřícího střediska.
- **Technologické čištění:** jedná se o čištění např. čelistí sklíčidel od špon atd. Toto čištění se provádí v pracovní době, a ne při plánovaném úklidu.
- **Porucha:** prostoj pro situaci, pokud se buňka z neznámých důvodů zastaví.
- **Výpadek zdrojů energie:** skupina prostojů, která označuje nečekané výpadky zdrojů energie, a to buď vzduchu nebo elektřiny.
- **Čekání na odpovědnou osobu:** slouží pro zaznamenávání reakční doby, kdy se např. při poruše u výrobní buňky střídají technologové a údržbáři.
- **Servis:** skupina prostojů, která souvisí s opravami a identifikací poruch. Prostoj „Identifikace poruchy“ slouží k měření času, po který bude porucha identifikována.

Následně „Oprava poruchy“ poté měří čas opravy již identifikované poruchy. Prostoj „Servis externí“ označuje prostoj pro opravu ve výrobní buňce, která je prováděna externími pracovníky.

- **Rozjezd výroby:** rozjetí výrobních buněk po víkendu probíhá v pondělí ráno nebo po svátcích atd. Provádí se úkony, které souvisí s údržbou strojů.
- **Dosažený počet neshod:** u každé výrobní buňky je nastaven limit vyrobených zmetků. Jakmile je překročen, buňka se automaticky zastaví.
- **Jiné:** nový prostoj, který nelze identifikovat jakýmkoli nastaveným prostojem v nastaveném systému.

Dalšími třemi velkými skupinami prostojů jsou prostoje, které budou přiřazovány k soustružnickým a frézovacím centrům. Neplánované prostoje u těchto tří strojů jsou podobné, a proto jsou zde shrnuty a popsány společně. Pouze frézovací centrum má o jeden nastavený prostoj více. Popis prostojů, které lze přiřadit k těmto třem strojům je uveden zde:

- **Výměna nástroje:** výměna nástrojů pouze na jednom z uvedených strojů.
- **Měření a úprava korekce:** měření a úprava korekce, které je prováděno pouze na jednom z uvedených strojů.
- **Technologická úprava:** jedná se o činnosti či důvody, proč musela být upravena či změněna technologie daného zařízení. Patří zde např. stáčení čelistí, úprava programu nebo úprava tlaku pro upínání obrobků.
- **Údržba sondy:** tento prostoj může nastat pouze u frézovacího centra. Jedná se o nastavení polohování dané nástrojové hlavy vůči obrobku.
- **Porucha:** jakákoli porucha na jednom z uvedených strojů.
- **Jiné:** nový prostoj, který nelze identifikovat jakýmkoli nastaveným prostojem v nastaveném systému.

Tyto prostoje se již přiřazují k daným strojům ve výrobní buňce, což zpřesňuje data o dostupnosti jednotlivých částí výrobních buněk. Další skupinou prostojů jsou prostoje, které jsou přiřazeny k měřicímu zařízení E. Dané zařízení spolupracuje s robotem, kontroluje obráběné kusy. Zastavení měřidla E tedy může vyvolat prostoj. Prostoje, které lze přiřadit k tomuto zařízení, jsou popsány zde:

- **Chyba při měření:** jedná se o situace, kdy měřidlo E zastaví buňku z důvodů např. špatně naběhlého programu nebo špatně uloženého kusu do měřidla E.
- **Seřízení měřící sondy:** provádí technik KMS. Jedná se o seřízení sondy, která provádí měření obrobku v měřidle E.
- **Přerušení komunikace:** výpadek sítě může způsobit přerušení komunikace mezi robotem a měřidlem E, což automaticky zastaví výrobní buňku.
- **Porucha:** jakákoli porucha měřidla E.
- **Jiné:** nový prostoj, který nelze identifikovat jakýmkoli nastaveným prostojem v nastaveném systému.

Poslední hlavní částí celé výrobní buňky je robot. Robot řídí chod celé výrobní buňky a slouží k přemísťování obrobků mezi jednotlivými stroji. Zastavení robota vyvolá zastavení celé výrobní buňky, a proto i robot musí mít přiřazeny určité typy prostojů. Ty jsou popsány v následujících bodech:

- **Chybné uchycení kusu:** prostoj způsobený nevhodnou manipulací robota s obrobkem např. kvůli chybně umístěnému odlitku.
- **Seřízení polohování kusu:** seřízení polohování pro správné uchycení obráběných kusů robotem.
- **Porucha:** jakákoli porucha robotického ramena.
- **Jiné:** nový prostoj, který nelze identifikovat jakýmkoli nastaveným prostojem v nastaveném systému.

Dodatečnou částí struktury neplánovaných prostojů je ještě skupina prostojů pojmenovaná "Lisování". Zde jde o specifické zařízení, které je v současném stavu výrobního procesu používáno pouze na jedné výrobní buňce. Zároveň je tato operace prováděna pouze na jednom specifickém druhu výrobku. U této technologie mohou nastat celkem tři možné situace prostojů, které jsou zde popsány:

- **Porucha lisování:** jakákoli porucha lisovacího zařízení.
- **Dodatečné lisování:** dodatečné lisování kusů, které měřidlo E vyhodnotilo jako zmetky. Při zpětné kontrole se však zjistí, že jsou kusy v pořádku. Robot je však při dodatečném lisování nečinný, a tím pádem se zaznamenává prostoj.

- **Jiné:** nový prostoj, který nelze identifikovat jakýmkoli nastaveným prostojem v nastaveném systému.

Celá struktura uvedených prostojů se na první pohled může zdát příliš komplikovaná, jelikož mnoho společností si zakládá u tvorby MES systémů na jednoduchosti a přehlednosti v prostojové struktuře. Je však nutné zvážit fakt, že vybraná společnost vyžaduje detailní datovou strukturu ohledně nevýrobních časů. Díky získaným datům a na základě této struktury prostojů bude možné zhodnotit nejvíce časté nevýrobní časy a poté navrhnout řešení k jejich redukci. Tato redukce může následně vést k úspoře nákladů a zvýšení výrobního výkonu daných výrobních buněk.

Pro správné fungování této struktury prostojů by však v následujícím navrženém monitorovacím systému měla být vytvořena funkce, která bude poměrně malé časové údaje přiřazovat jako neplánované prostoje automaticky, aby operátoři nemuseli zdůvodňovat příliš mnoho vytvořených prostojů. Jednalo by se zde o prostoje, které by měly délku trvání do jedné minuty. Tyto prostoje by systém automaticky označil jako tzv. „mikroprostoje“ a byly by definovány automaticky bez zásahu operátora. Může totiž nastávat situace, kdy je potřeba ve výrobní buňce něco rychle otestovat spuštěním a vypnutím buňky, což by zaznamenávalo mnoho zbytečných prostojů, které by poté operátoři museli pracně jednotlivě definovat. Uvedená funkcionalita by zde určitě měla být použita, aby se pro operátory nestal nově nastavený systém se zadáváním prostojů příliš otravným a nenutil je nad zadáváním prostojů trávit větší množství času.

Zároveň je nutné dodat, že prostoje budou zadávat operátoři pracoviště a ti musí být s touto strukturou pečlivě seznámeni. Proto je nejprve nutné seznámit pracovníky firmy s touto strukturou a vysvětlit, proč je důležité, aby bylo přesné zaznamenávání nevýrobních časů neustále dodržováno. Takto komplikovaná struktura prostojů je taky před ostrým nasazením do výroby nutná otestovat, aby výsledná podoba datové struktury v systému nebyla buď neúplná, nebo příliš komplikovaná. Následné úpravy systému by totiž vyvolaly nutnosti dalších potřebných financí, které by bylo potřebné vynaložit na úpravy zjištěných nedostatků. Úpravy těchto systémů jsou v celku nákladné a vyžadují si taky nutnost přesného popsání potřebných požadavků, aby nedocházelo k nesrovnalostem při upravování daného systému.

V další části této kapitoly je proto uveden popis excelové aplikace, díky které se daná struktura prostojů nejdříve otestovala v praxi.

## 10.2 Návrh excelové aplikace pro monitoring výrobních buněk

Jakmile byla vedením schválena navržená struktura všech možných prostožů, bylo následně nutné otestovat její funkčnost v praxi. Jelikož se jedná o vcelku komplikovanou strukturu a je zde mnoho možných typů prostožů, bylo nejprve vhodné zajistit otestování této sktruktury na vybrané výrobní buňce. Navrzení příliš komplikovaného nebo nedostačujícího systému by totiž mohlo vést k požadovaným opravám, který by si vyžádaly další nutné vynaložené finance na úpravu daného systému. Pro otestování navržené struktury prostožů a celkového ověření možnosti získání dat bylo v další části toho projektu navrženo vytvoření excelové aplikace, která bude sbírat data o dostupnosti výrobní buňky.

Uvedená aplikace je vytvořena pouze pro sběr dat a následné zadávání informací o typu prostože a popř. zadávání informací o osobě, která prostož zadala. Tato aplikace byla navržena ve spolupráci s externím IT oddělením, jehož úkolem při tvorbě této aplikace bylo připravit do excelového souboru makro, které dokáže sbírat data o aktuálním stavu výrobní buňky.

Výrobní buňka je schopna zasílat informace o svém provozu. Pro získání této informace byl vytvořen HTML odkaz, na kterém byl zobrazen aktuální stav robota. Aby tento postup fungoval, je nutné být připojen v síti. Do portu konzole robota na výrobní buňce byl zapojen datový kabel, který byl následně na druhé straně propojen se zařízením, do kterého se daná data ukládala. Tímto zařízením může být např. notebook či samotný odváděcí terminál. Jakmile je dané zařízení s robotem propojeno, je možné sledovat aktuální stav robota. Pro zaznamenávání dat byl vytvořen excelový soubor, do kterého bylo napsáno makro, které při svém spuštění získává data o aktuálním stavu a změnách stavu výrobní buňky.

Do zmiňovaného excelového souboru se vkládají hrubá nezpracovaná data z robota o tom, zda je celá výrobní buňka v provozu nebo není. Tato data je možné následně zpracovat a poté určit příčiny, proč např. nebyla určitou dobu výrobní buňka v provozu. Pro co nejjednodušší zpracování těchto dat byl uvedený excelový soubor rozšířen na celkem tři listy, které zajišťují sběr, zpracování i následnou úpravu získaných hrubých dat výrobní buňky. Aby celý excelový soubor správně fungoval, musel být složen z celkem tří listů a to:

- **Spouštění monitoringu spolu s příchozími daty z výrobní buňky:** sbírá hrubá data z výrobní buňky pomocí makra.
- **Zadávání prostožů:** zpracovávání získaných dat a zároveň slouží k zadávání prostožů.



- **Databáze prostojů a vybraných pracovních pozic:** zde jsou uvedeny všechny druhy prostojů a potřebných pracovních pozic. List „Zadávání prostojů“ si z toho listu přebírá pomocí nadefinovaných funkcí data, která jsou přiřazena k uvedeným prostojům.

Je nutné dodat, že uvedený excelový soubor je schopen sledovat stav pouze jedné buňky. Tento excelový soubor nelze nasadit hromadně na všechna pracoviště, aby do jednoho souboru byla zaznamenávána všechna data o prostojích ze všech výrobních buněk. Ke každému pracovišti by musel být přiřazen jeden tento soubor. První z uvedených listů je postaven na fungování již zmíněného makra, díky kterému jsou informace o stavu výrobní buňky zaznamenávány do vybraných buněk v tomto listu. Vizuální podoba zmiňovaného listu před spuštěním a po spuštění monitoringu je zobrazena na následujícím obrázku.

	A	B	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>DATUM A ČAS</b>	<b>STAV ROBOTY</b>	<b>SPUSTIT MONITORING</b>						
2									
3									
4									
5									
6			<b>PŘED SPUŠTĚNÍM SLEDOVÁNÍ</b>						
7			<b>ZASTAVIT MONITORING</b>						
8									
9									
10									
1	<b>DATUM A ČAS</b>	<b>STAV ROBOTY</b>							
2									
3	11.12.2023 6:00:12	0							
4	11.12.2023 6:41:29	0							
5	11.12.2023 6:46:21	1							
6	11.12.2023 6:51:13	0							
7	11.12.2023 7:08:09	1							
8	11.12.2023 7:24:42	0							
9	11.12.2023 7:34:55	1							
10	11.12.2023 7:43:52	0	<b>PO SPUŠTĚNÍ SLEDOVÁNÍ</b>						

Obrázek 28 Vizuální podoba listu pro spuštění monitoringu spolu s příchozími daty z výrobní buňky před a po spuštění monitoringu (vlastní zpracování)

Na obrázku 28 jsou zobrazeny 2 podoby tohoto listu. Horní obrázek ukazuje, jak vypadá list před spuštěním sledování. V listu jsou uvedeny 2 sloupce „Datum a Čas“ a „Stav robota“ a k tomu navíc ještě tlačítko, které spouští makro, které sbírá data o stavu robota. Jelikož je celá výrobní buňka vždy řízena právě robotem, pro dostupnost je potřebný vědět stav robota, jelikož pokud se zastaví robot, zastaví se celá výrobní buňka. Tlačítkem „Spustit monitoring“ se aktivuje makro, které začne zaznamenávat data o aktuálním stavu stroje

a jeho změnách. Na spodní části obrázku je již monitoring zapnutý a oba zmiňované sloupce v listu se plní zaznamenanými daty. Ve sloupci „Datum a Čas“ se zaznamenává datum a čas, ve kterém byla buňka uvedena do provozu nebo kdy byla zastavena z důvodu prostoje. Sloupec „Stav robota“ poté sbírá data o samotném stavu robota. Datový typ je zde boolean, jelikož rozlišujeme pouze stav, kdy buňka je v provozu nebo stojí. Hodnota „0“ znamená, že buňka není v provozu a hodnota „1“ znamená, že v provozu je. Pro upřesnění lze říci, že např. v pátém řádku byla zaznamenána informace o tom, že daná výrobní buňka byla dne 11. 12. 2023 v čase 6:46:21 opět spuštěna. Na dalším řádku je však zaznamenána informace, že ve stejný den v čase 6:51:13 byla buňka zastavena. Díky tomu lze říci, že v časovém úseku mezi 6:46:21 a 6:51:13, což vychází na 4 minuty a 52 sekund, byla buňka v provozu. Daný list však zobrazuje pouze vstupní data, která byla získána na základě signálů robota. Upravený výstup těchto dat spolu s možností zadávat jednotlivé prostoje je vytvořen na druhém listu tohoto excelového souboru. Tento list je zobrazen v příloze *P VI: VÝSTUP DAT SPOLU SE ZADÁVÁNÍM PROSTOJŮ V EXCELOVÉ APLIKACI*.

V příloze je viditelná excelová tabulka, do které jsou zaznamenávána data o chodu výrobní buňky spolu s uváděním prostojů a i osobou, která prostoje zadala. V následujícím textu budou popsány jednotlivé sloupce této tabulky a funkce, které jsou v nich využívány. Pro popis jednotlivých funkcí byl zvolen osmý řádek sešitu.

První sloupec „Stav robota“ pouze opisuje data z předchozího listu a druhý sloupec „Datum“ zobrazuje den, ve kterém byl daný záznam proveden. Další sloupec „Směna“ je již důležitý, jelikož ukazuje, ve které směně došlo k uvedenému záznamu. Funkce, díky které se směna propisuje, je zobrazena zde.

```
=KDYŽ(I8="";"";KDYŽ(A(HODINA(I8)>=5;HODINA(I8)<=13);"Ranní";KDYŽ(A(HODINA(I8)>=13;HODINA(I8)<=21);"Odpolední";"Noční")))
```

Obrázek 29 Funkce pro zaznamenání Směny (vlastní zpracování)

Jedná se o funkci „Když“, která v sobě kombinuje vnořené funkce „Když“, „A“ a „Hodina“. Funkce „Hodina“ zde slouží k převedení časového formátu ze sloupce „Čas od“ na číslo, které označuje hodinu, kdy byl záznam proveden. Funkce počítá se třemi směny, které vypisuje podle hodnoty času zaznamenané robotem ve sloupci „Čas od“. Zjednodušeně funkce říká: když je hodina v buňce v daném řádku ve sloupci „Čas od“ větší než nebo rovna 5 a zároveň menší než nebo rovna 13, vypiš do zvolené buňky „Ranní“, když je hodina

v buňce v daném řádku ve sloupci „Čas od“ větší než nebo rovna 13 a zároveň menší než nebo rovna 21, vypiš do zvolené buňky „Odpolední“, u zbylých hodnot vypiš „Noční“.

Další tři sloupce jsou zaměřeny na zaznamenávání časů. Jedná se o „Čas od“, „Čas do“ a „Časový interval“. „Čas od“ opisuje čas záznamu ve sloupci „Datum a Čas“, „Čas do“ opisuje taky čas záznamu ve sloupci „Datum a Čas“, ale o řádek níže. Díky tomu je poté spočítán čas trvání stroje v provozu nebo prostoje. Tento čas je uveden ve sloupci „Časový interval“. V dalším sloupci se poté zaznamenává „Stav“ dané výrobní buňky. Jsou zde uvedeny dvě možnosti a to, že je v provozu, nebo že nastal prostoj. Funkce, díky které se stav výrobní buňky propisuje, je zobrazena zde.

```
=KDYŽ(B8="";"";KDYŽ(B8=1;"V provozu";"Prostoj - zadej kód"))
```

Obrázek 30 Funkce pro zaznamenání Stavů výrobní buňky (vlastní zpracování)

Jedná se o funkci „Když“, do které je vnořena ještě jedna funkce „Když“. Tato funkce se odkazuje na hodnoty ve sloupci „Stav robota“. Zjednodušené znění funkce zní: když je buňka na daném řádku ve sloupci „Stav robota“ prázdná, nepiš do zvolené buňky nic, když je hodnota v buňce na daném řádku ve sloupci „Stav robota“ rovna 1, vypiš do zvolené buňky „V provozu“, když ne tak vypiš do zvolené buňky „Prostoj – zadej kód“. Pro lepší přehlednost je ve sloupci „Stav“ zároveň využito podmíněné formátování.

Sloupec „Kód prostoje“ slouží k zadávání kódů, které jsou k prostojům přiřazeny. V tomto sloupci je pro správné zadávání prostojů využito tzv. ověření dat. Díky ověření dat lze omezit určité typy dat, které uživatelé zadávají do buněk. Buňky jsou omezeny způsobem, kdy se do buněk dají zapsat pouze kódy prostojů, které byly naimportovány ze třetího listu s databází prostojů a vybraných pracovních pozic. Kódy prostojů lze zapisovat ručně, nebo vybírat z rozebratelného seznamu, jak je zobrazeno na obrázku 31. Kódy prostojů se již musí doplnit ručně a do uvedeného sloupce zadávají pouze, pokud je ve sloupci „Stav“ uvedena hláška „Prostoj – zadej kód“.

V provozu		
Prostoj - zadej kód	O6	prucha
Prostoj - zadej kód	O6	entifikace poruchy
Prostoj - zadej kód	O7-1	prava poruchy
V provozu	O7-2	
Prostoj - zadej kód	O8	
	O9-1	
	O9-2	
	O9-3	
	O10	
Prostoj - zadej kód	C1	Výměna nástroje

Obrázek 31 Rozbalovací seznam pro zadávání kódů prostojů (vlastní zpracování)

K zadávání těchto kódů mají operátoři u odváděcích terminálů přiloženou vytištěnou strukturu všech prostojů, kde jsou kódy vyznačeny ve žlutých rámečcích. Sloupec „Prostoj“ poté zobrazuje název daného prostoje. Názvy prostojů jsou přiřazeny ke kódům prostojům ve třetím listu tohoto excelového souboru. Konkrétně je to list s databází prostojů a pracovních pozic. Funkce pro vypsání názvu „Prostoj“ je uvedena zde.

```
=KDYŽ(M8="";"";SVYHLEDAT(M8;'Prostoj a Pracovní pozice'!$A$2:$B$59;2;NEPRAVDA))
```

Obrázek 32 Funkce pro vypsání Názvu prostoje (vlastní zpracování)

Je zde opět využita funkce „Když“ s vnořenou funkcí „SVyhledat“. Uvedená funkce je spjata s kódem prostoje a funkce zjednodušeně říká: když je buňka v daném řádku ve sloupci „Kód prostoje“ prázdná, nepiš nic, když ne, tak vyhledej to, co je zapsáno v buňce v listu „Prostoj a Pracovní pozice“ ve zvolené oblasti, hodnotu k doplnění hledej ve druhém sloupci a najdi přesnou shodu. Díky použití této funkce se poté jednotlivé názvy prostojů propisují na základě zvoleného kódu prostoje. Ve sloupci „Typ prostoje“ je poté rozlišováno, zda se jedná o plánovaný nebo neplánovaný prostoj. Toto rozlišení je důležité z hlediska následného počítání dostupnosti výrobního zařízení. Typ prostoje se vypisuje automaticky díky nadefinované funkci, které prostoje rozlišuje podle kódů ve sloupci „Kód prostoje“. Funkce pro vypsání „Typu prostoje“ je uvedena zde.

```
=KDYŽ(NEBO(M8="B1";M8="B2";M8="B3";M8="B4";M8="B5";M8="B6";M8="T1";M8="P1";M8="P2";M8="P3");"PLÁNOVANÝ";KDYŽ(M8="";"";"NEPLÁNOVANÝ"))
```

Obrázek 33 Funkce pro vypsání Typu prostoje (vlastní zpracování)

Zde je využita opět funkce „Když“ spolu s další vnořenou funkcí „Když“ a „Nebo“. Uvedená funkce sleduje hodnoty ve sloupci „Kód prostoje“ a podle něj přiděluje definované názvy. Funkce zjednodušeně říká: když je v buňce v daném řádku ve sloupci „Kód prostoje“ uveden kód, který odpovídá plánovanému prostoji, vypiš do zvolené buňky „Plánovaný“, když je buňka v daném řádku ve sloupci prázdná, nechej zvolenou buňku prázdnou, když ne, vypiš prostoj „Neplánovaný“. Na základě použití uvedené funkce se poté rozlišuje, zda byl zadán plánovaný či neplánovaný prostoj. Pro lepší přehlednost je ve sloupci „Typ prostoje“ využito podmíněné formátování.

Poslední tři sloupce v této excelové tabulce slouží k evidenci osob, které dané prostoje zadávaly. Většinu prostojů by měl samozřejmě zadávat operátor, ale některé prostoje budou pro zaznamenávání přiděleny jiným osobám např. technologům, mistroví, údržbářům apod.

Sloupec „Automaticky zadáno“ na základě nadefinované funkce vypisuje pracovní pozici, která pravděpodobně prostoje zadala. Znění funkce pro vypsání „Automaticky zadáno“ je uvedena zde.

```
=KDYŽ(NEBO(M8="B1";M8="B2";M8="B3";M8="B4";M8="B5";M8="B6");"Mistr";KDYŽ(NEBO(M8="O1-1";M8="O1-2";M8="O1-3";M8="O1-4");"Seřizovač";KDYŽ(M8="E2";"Technik KMS";KDYŽ(NEBO(M8="O1-5";M8="O1-6";M8="O9-1";M8="O9-2";M8="O9-3";M8="S1-3";M8="S2-3";M8="E2");"Zapiš ručně!";KDYŽ(M8="";"";"Operátor")))))
```

Obrázek 34 Funkce pro vypsání Automaticky zadáno (vlastní zpracování)

Uvedená funkce je opět spjata se sloupcem „Kód prostoje“, kde sleduje kódy, dle kterých přiřazuje, kdo daný prostoje pravděpodobně definoval. Opět je zde použita funkce „Když“ s vnořenými funkcemi „Nebo“ a „Když“. Funkce zjednodušeně říká: když je v buňce v daném řádku ve sloupci „Kód prostoje“ uveden určitý kód, vypiš do zvolené buňky pracovní pozici, když je buňka v daném řádku ve sloupci „Kód prostoje“ prázdná, do zvolené buňky nevypisuj nic.

Toto řešení však není dostatečné, jelikož může nastat situace, kdy daný kód prostoje zvolí někdo jiný, než bylo nadefinováno danou funkcí. Zároveň existuje určitá skupina prostoje, u kterých nelze přesně určit, kdo by je měl zadávat. Např. pokud nastane porucha, prostoje „Oprava poruchy“ může zadávat jak technolog, tak i údržbář v závislosti na druhu vytvořené poruchy. Pokud bude ve sloupci „Kód prostoje“ zvolen prostoje, u kterého není možné přiřadit konkrétní pracovní pozici, ve sloupci „Automaticky zadáno“ se vypíše hláška „Zapiš ručně“. Pokud se tato hláška vypíše, ve sloupci „Ručně zadáno“ je nutné zvolit, kdo daný prostoje zvolil. V tomto sloupci je pro správné zadávání pracovních pozic opět využito tzv. ověření dat. Buňky jsou omezeny způsobem, kdy se dají do buněk zapsat pouze pracovní pozice, které byly naimportovány ze třetího listu tohoto souboru s databází prostoje a vybraných pracovních pozic. Uvedené pracovní pozice lze zapisovat ručně, nebo vybírat z rozbalovacího seznamu, jak je zobrazeno na obrázku 35.

<b>Zapiš ručně!</b>	Vedoucí směny	Vedoucí směny
<b>Zapiš ručně!</b>	Technolog	Technolog
	Mistr Operátor Seřizovač	
Operátor	Technolog Technik KMS Údržbář Vedoucí směny	Operátor

Obrázek 35 Rozbalovací seznam pro ruční zadávání osob (vlastní zpracování)

Zároveň sloupec „Ručně zadáno“ je nadřazen sloupci „Automaticky zadáno“. To znamená, že pokud se něco automaticky propíše do sloupce „Automaticky zadáno“ a do sloupce „Ručně zadáno“ se vepíše něco jiného, jako konečná informace se bere to ze sloupce „Ručně zadáno“. K uplatnění tohoto pravidla zde slouží poslední sloupec „Zadáno“, který určuje finální informaci o tom, kdo kód prostoje zadal. Předpis funkce pro vypsání „Zadáno“ je uveden zde.

```
=KDYŽ(Q8<>"";Q8;KDYŽ(P8="Zapiš ručně!";"";P8))
```

Obrázek 36 Funkce pro Zadáno (vlastní zpracování)

Předpis celé funkce je opět postaven na funkci „Když“. Tato funkce sleduje obsah buněk ve sloupcích „Automaticky zadáno“ a „Ručně zadáno“ a podle toho poté rozhoduje, co do zvolené buňky ve sloupci „Zadáno“ vypíše. Slovní předpis funkce zní následovně: když buňka v daném řádku ve sloupci „Ručně zadáno“ není prázdná, vypiš obsah buňky v daném řádku ve sloupci „Ručně zadáno“ do zvolené buňky ve sloupci „Zadáno“, když je v buňce v daném řádku ve sloupci „Ručně zadáno“ vypsáno „Zapiš ručně!“, nechej zvolenou buňku prázdnou, jinak vypiš do zvolené buňky ve sloupci „Zadáno“ obsah buňky v daném řádku ve sloupci „Automaticky zadáno“.

Poslední důležitou součástí tohoto popisovaného excelového listu je nastavené tlačítko „Přidat prostoj“. Tlačítko slouží k zaznamenávání reakční doby hlavně např. při poruchách na výrobní buňce. V podstatě slouží k tomu, že manuálně bez zásahu do výrobní buňky přidá řádek s prostojem do tabulky. Využití tohoto tlačítka je možné vidět v rádcích 17 a 18 v uvedené příloze. Díky tomuto tlačítku je možné jednotlivé prostoje rozkouskovat a získat časové intervaly např. identifikace poruch a následné opravy poruch.

Na základě všech popsaných funkcí je možné získat data, která umožňují vypočítat jednotlivé ukazatele dostupnosti pro výrobní buňku k daným obdobím. Zobrazení možného výstupu dat je uvedeno v příloze *P VII: ZPRACOVANÝ VÝSTUP DAT Z MONITORINGU POMOCÍ EXCELOVÉ APLIKACE*. V uvedené příloze je zobrazena tabulka se zpracovanými daty z monitoringu výrobní buňky 1/1 v období od 8.1.2024 do 26.1.2024. Celkový měřený čas byl 360 hodin, což je 15 pracovních dní o třech směnách. Největší podíl na celkovém čase z neplánovaných prostojů měly opravy vzniklých poruch. Tento prostoj se v daném období vyskytl celkem pětkrát a celkově vyřadil pracoviště z provozu na 7 hodin 9 minut a 48 sekund. Nejčtetnějšími prostoji jsou výměny nástrojů u jednotlivých částí výrobní buňky. Celkově byla v analyzovaném období vypočítána dostupnost výrobní buňky

na 90,2 % a ztráty dostupnosti činí celkem 9,8 %. Po otestování struktury prostojů díky tomuto excelovému souboru a získání přehledu o možném výstupu dat z výrobních buněk, bylo nutné navrhnout rozhraní pro odváděcí terminál a podnikový informační systém, které budou uzpůsobeny pro sběr a zpracování dat o dostupnosti výrobních buněk.

### 10.3 Návrh rozhraní pro zadávání prostojů v odváděcím terminálu

Celý monitorovací systém bude složen ze dvou částí. První část systému musí být vytvořena na odváděcí terminály, kde bude docházet primárně ke sběru dat, a druhá část bude vytvořena v informačním systému společnosti, kde budou tato data shromažďována a analyzována. Právě první části tohoto systému je věnována tato podkapitola. Pro vytvoření návrhu na monitorovací systém na odváděcím terminálu je nutné vyjít z rozhraní, které je již ve společnosti využíváno a je popsáno v podkapitole 6.1.2.

V současném rozhraní odváděcího terminálu jsou využívány 3 hlavní moduly, a to odvádění, kontrola a kontrola palet. K těmto třem modulům bude vytvořen modul „Monitoring“, který bude určen právě pro zaznamenávání časů, kdy stroj nebyl v provozu. Návrh tohoto modulu je zobrazen v příloze *P VIII: MODUL MONITORING NA ODVÁDĚCÍM TERMINÁLU*. V uvedené příloze jsou zobrazeny dva obrázky. První obrázek poukazuje na vytvořený modul „Monitoring“, který je umístěn na levé horní straně odváděcího terminálu. Druhý obrázek již ukazuje rozhraní tohoto modulu po kliknutí na tlačítko „Monitoring“. Do tohoto modulu budou zaznamenávány jednotlivé prostoje, které ještě nebyly definovány operátory. Z obrázku je vidět, že je zde seskupeno celkem 6 prostojů, které ještě nebyly definovány. Jakmile operátor prostoj definuje tím, že na kolonku prostoje klikne a vybere potřebný prostoj, kolonka zmizí. Postup a vysvětlení definování prostojů je uveden v dalším textu.

Kromě tohoto seznamu prostojů jsou na navrhovaném terminálu uvedeny ještě dvě tlačítka, a to „vynucený prostoj“ a „vypnout monitoring“. Tlačítko „vypnout monitoring“ slouží k zastavení monitorování dané výrobní buňky. Při nastavování výrobní buňky na nový typ výrobku, který ještě nikdy nebyl v uvedené firmě vyráběn, je potřebné na výrobní buňce mnoho věcí testovat a toto testování by vyvolalo nespočet prostojů, které by musely být zpětně definovány. Pro tento účel bude proto lepší, aby byl při zavádění nového typu výrobku monitoring zastaven a mistr poté jen doplní zpětně prostoj přes informační systém. Druhé tlačítko „vynucený prostoj“ slouží k zaznamenávání časů reakční doby při určitých prostojích. Vybraná společnost chce u prostojů sledovat i reakční dobu určitých činností a uvedené tlačítko slouží k rozkouskování prostoje na více prostojů, aby mohly být

jednotlivé činnosti podrobněji definovány. Toto tlačítko v podstatě zastaví čas měření prostoje a vytvoří nový prostoje, který bude měřen opět od začátku. Např. výrobní buňka bude již 5 minut zastavena, operátor klikne na tlačítko „vynucený prostoje“, první prostoje se uloží s časem 5 minut a zaznamená se nový prostoje, který bude měřen opět od nuly. Nový prostoje by např. trval 4 minuty. To znamená, že celkový prostoje bez využití uvedeného tlačítka by trval 9 minut, ale na základě využití vynuceného prostoje byl prostoje rozdělen na jeden pěti minutový a jeden čtyř minutový prostoje. Toto tlačítko bude využíváno primárně při zaznamenávání reakční doby ohledně poruch a přetypování pracoviště na jiný typ výrobku.

Prostoje bude možné definovat dvěma způsoby. První způsob bude možnost prostoje zakliknout v modulu „Monitoring“ a druhým způsobem bude okamžité definování prostoje přes oznámení na hlavní obrazovce. V příloze *P IX: POSTUP ZADÁVÁNÍ PROSTOJŮ NA ODVÁDĚCÍM TERMINÁLU* je uveden obrázkový postup, jakým budou jednotlivé prostoje definovány právě přes oznámení na hlavní obrazovce terminálu. Všechny prostoje budou definovány na základě struktury vysvětlené v podkapitole 10.1. Postup definování prostoje je zde rozdělen do 4 kroků a jedná se zde o zadávání prostoje „Servis externí“.

- 1. Zobrazení prostoje ve formě oznámení:** Jakmile se výrobní buňka zastaví, na hlavní obrazovce odváděcího terminálu se zobrazí oznámení, že výrobní buňka hlásí prostoje. V oznámení jsou zobrazeny tři časy, a to čas začátek prostoje, čas ukončení prostoje a v závorce doba trvání prostoje. Oznámení se dá křížkem zrušit, ale prostoje zůstane uložen v seznamu v modulu „Monitoring“, dokud nebude definován.
- 2. Zobrazení základní struktury prostoje a zvolení skupiny prostoje:** Pokud operátor klikne na oznámení, objeví se tabulka se základní strukturou prostoje. V dané tabulce se operátor rozhodne, o jaký typ prostoje se jedná, a zvolí skupinu, ve které se prostoje nachází. V uvedené příloze se hledá prostoje „Servis externí“ a ten se nachází ve skupině „Obecné“.
- 3. Zvolení prostoje nebo podskupiny prostoje:** Po zvolení skupiny prostoje se hledá, zda je prostoje ve skupině nebo v podskupině prostoje. Podskupiny prostoje mají název vyznačený podtržítkem. „Servis externí“ se nachází v podskupině „Servis“.
- 4. Zvolení prostoje:** Po zvolení podskupiny prostoje operátor hledá požadovaný prostoje. Jakmile prostoje zvolí, oznámení zmizí a zároveň tento prostoje zmizí i ze seznamu prostoje v modulu „Monitoring“.



Aby mohl prostoje operátor zadávat, musí být k terminálů přihlášený. Pokud nikdo nebude na odváděcím terminálu přihlášen, prostoj nebude možné definovat. Tímto pravidlem bude docíleno, že data o prostojích se budou vždy přiřazovat jak k výrobním buňkám, tak i k operátorům. Zároveň nebude možné prostoje zpětně předefinovat v odváděcím terminálu. Tato možnost bude dostupná pouze v informačním systému. Aby se ještě operátor odhlásil, je nutné, aby měl všechny vzniklé prostoje definovány. Pokud bude mít v seznamu prostojů nedefinované prostoje, nebude se moct z odváděcího terminálu odhlásit, a tím ukončit svou směnu.

Po diskuzi s technicko-výrobním ředitelem, mistrem a technology bylo ještě doplněno, že odváděcí terminál by ještě mohl obsahovat určitý dashboard, který by ukazoval stav výrobních buněk v reálném čase pomocí určitého grafického rozhraní. Návrh tohoto dashboardu je zobrazen v příloze *P X: DASHBOARD STAVU VÝROBNÍCH BUNĚK V REÁLNÉM ČASE NA ODVÁDĚCÍM TERMINÁLU*.

Na dashboardu je zobrazen stav 10 vybraných výrobních buněk. Dashboard by měl ukazovat stav výrobní buňky, zda je v provozu nebo je zastavena. Pokud je uvedené pracoviště zastaveno, název pracoviště či výrobní buňky se zbarví na červeno, jak je možné vidět u pracovišť 1/2, 6/1, 7/2 a 7/3. Zároveň dashboard zobrazuje celkové časy provozu a celkové časy prostojů výrobních buněk. Časy budou měřeny po směnách, což znamená vždy při začátku další směny se časy v dashboardu vynulují. Přehled stavu všech odváděcích terminálů má v současném stavu dostupný pouze technicko-výrobní ředitel přes jeho univerzální přístup. Uvedený dashboard bude dostupný pouze pro technicko-výrobního ředitele, mistra a technology, kteří budou moct bez nutnosti příchodu na výrobní halu zkontrolovat aktuální stav provozu výrobních buněk přes tento modul v odváděcím terminálu.

V reálném čase se ukazují pouze data související s dostupností výrobních buněk, jelikož ty budou zaznamenávána neustále pomocí navrženého systému. Ostatní informace o vyrobených kusech, zmetcích atd. jsou operátory zadávány do odváděcího terminálu ručně. Uvedená výrobní data jsou díky odváděcímu terminálu sbírána a posílána do ERP systému společnosti. V následující podkapitole je proto uvedeno strukturování získaných výrobních dat v informačním systému vybrané společnosti.

## 10.4 Návrh strukturování monitorovaných dat v podnikovém informačním systému

Předchozí podkapitola byla zaměřena na zobrazení a popsání návrhu pro zavedení monitoringu do odváděcího terminálu, přes který budou data sbírána a zasílána do informačního systému. Druhou částí návrhu tohoto monitorovacího systému je vytvoření nové karty pro informační systém, kde budou data shromažďována, zpracovávána a následně i poskytována dalším částem v informačním systému. Pro data o dostupnosti, která budou z jednotlivých výrobních buněk získávána, bude v informačním systému vytvořena nová karta, ve které budou jednotlivé výrobní časy a prostoje přiřazovány k pracovištím. Návrh zobrazení této karty je uveden na následujícím obrázku. Navrhovaná karta bude vložena pod modul „Řízení výroby“.

Pracoviště	Dostupnost předešlého dne [%]	Aktuální dostupnost [%]	Nedefinované prostoje
1 / 1	87,70	92,72	0
1 / 2	93,89	95,47	0
3 / 1	79,61	85,12	0
3 / 2	98,92	89,87	1
6 / 1	87,87	93,45	1
6 / 2	77,75	94,78	0
7 / 1	96,51	91,23	2
7 / 2	76,33	98,75	0
7 / 3	94,81	96,49	0
7 / 4	95,89	78,23	0

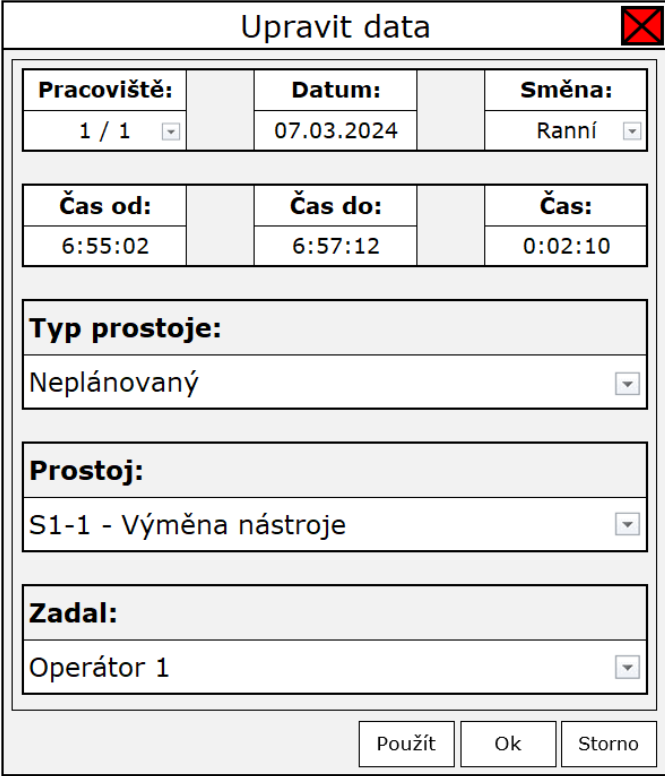
Obrázek 37 Karta monitoring dostupnosti pracovišť v ERP Helios (vlastní zpracování)

Z obrázku je viditelné, že uvedená karta se skládá ze čtyř sloupců a filtru pro uspořádání a vytřížení určitých dat. Sloupec „Pracoviště“ odkazuje na označení jednotlivých výrobních buněk. Dále jsou na kartě uvedeny dvě dostupnosti, a to dostupnost předešlého dne a aktuální dostupnost. Aktuální dostupnost slouží k zobrazení aktuální dostupnosti dané výrobní buňky a bude počítána vždy na jeden pracovní den, tedy tři směny. Dostupnost předešlého dne slouží jako ukazatel hlavně pro mistra a technicko-výrobního ředitele. Oba totiž pracují

pouze na ranní směně, a proto vždy ráno mohou díky tomuto ukazateli rychle zjistit, zda bylo na pracovišti mnoho prostojů či nikoli. Tento ukazatel zobrazuje dostupnost, která se počítá za tři směny. Počítá tedy dostupnost dohromady ranní, odpolední a noční směny v daném pracovním dni. Poslední sloupec „Nedefinované prostoje“ poté mistrovi ukazuje, zda byly všechny prostoje zdůvodněny, nebo je potřebné ještě některé prostoje zdůvodnit dodatečně. Řádky v seznamu nebudou sloužit jen jako ukazatele, ale budou se dít rozkliknout, a tím se i otevře okno s detailní sestavou výrobních časů i prostojů jednotlivých výrobních buněk. Sestavu bude možné zobrazit ve formě časové osy nebo ve formě tabulky. Zobrazení časů stroje ve formě časové osy je zobrazeno v příloze *P XI: ZÁLOŽKA S ČASOVOU OSOU PROSTOJŮ V ERP HELIOS*.

Uvedené zobrazení poskytuje grafické zobrazení výrobních časů a prostojů pomocí grafického zobrazení spolu s nastavitelným kalendářem. Na spodní části záložky je kalendář, ve kterém je možné nastavovat rok, měsíc, den a směnu daného pracoviště. Na základě výběru dne a směny v tomto kalendáři se poté zobrazí časová osa s danými časy. Levý sloupec vedle časové osy slouží jako seznam se zdůvodněním časů. Jsou zde vypsány jednotlivé prostoje a výrobní příkaz, pod kterým probíhá výrobní proces na daném pracovišti. Pojem „nedefinováno“ označuje čas, který nebyl operátorem zdůvodněn na odváděcím terminálu. Jednotlivá políčka na časové ose graficky zobrazují délky jednotlivých nevýrobních časů. Ve spodní části této záložky jsou zároveň zobrazeny ukazatele dostupnosti pro zvolený časový úsek dle kalendáře. V horní části záložky jsou zároveň uvedena čtyři tlačítka sloužící pro editaci zaznamenaných časů. Zároveň dvojitým kliknutím na dané časové pole se otevře okno, ve kterém bude možné daný čas upravit. Toto okno je zobrazeno dále na obrázku 38. Tlačítko „Transformovat“ slouží k převedení dat do určitého formátu např. do tabulkového editoru excel apod. Časové úseky jednotlivých výrobních i nevýrobních časů se dají zobrazit i formou tabulky. Toto zobrazení je uvedeno v příloze *P XII: ZÁLOŽKA S TABULKOU PROSTOJŮ V ERP HELIOS*.

Tabulka s daty je rozdělena do několika sloupců, ve kterých jsou zobrazena jednotlivá data o výrobních časech a prostojích. V této tabulce lze data filtrovat podle nastavení určitých pravidel. Tabulka umožňuje i hromadnou editaci dat skrze označení více řádků a kliknutím na tlačítko „Upravit“. Dvojitým kliknutím na vybraný řádek se otevře okno, ve kterém bude možné daná data upravit. Uvedené okno pro editaci zvolených dat je zobrazeno na následujícím obrázku.



The image shows a dialog box titled "Upravit data" with a close button (red X) in the top right corner. The dialog contains several input fields and buttons:

Pracoviště:	Datum:	Směna:
1 / 1	07.03.2024	Ranní

Čas od:	Čas do:	Čas:
6:55:02	6:57:12	0:02:10

**Typ prostoje:**  
Neplánovaný

**Prostoj:**  
S1-1 - Výměna nástroje

**Zadal:**  
Operátor 1

Buttons: Použít, Ok, Storno

Obrázek 38 Rozhraní pro editaci výrobních dat ohledně dostupnosti (vlastní zpracování)

V uvedeném rozhraní jsou zobrazena jednotlivá data, která lze upravovat. U několika kolonek jsou dostupné rozevírací seznamy pro zvolení správných dat. Pro zadání prostojů je nejprve nutné zvolit typ prostoje. Na základě typu prostoje se poté zvolí seznam s požadovanými prostoji, které lze zadávat. Kliknutím na tlačítko „Použít“ se uloží zaznamenané změny a editovací okno zůstane otevřené. Kliknutí na tlačítko „Ok“ uloží změny a zároveň zavře editovací okno.

Současně je nutné zmínit, že tato nová získaná výrobní data bude spravovat mistr výroby. Mistr bude tato výrobní data kontrolovat, v případě potřeby opravovat a následně bude jejich výstup konzultovat s technicko-výrobním ředitelem na denní bázi. Při výrobním procesu může nastat i následující situace:

- **operátor špatně definuje prostoj:** Zde musí operátor mistrovi dát vědět, že prostoj, který zadal, je zadán špatně. Buď jej kontaktuje osobně, nebo tuto skutečnost zadá do poznámky v odváděcím terminálu.
- **operátor zapomene definovat prostoj:** Pokud operátor zapomene zadat prostoj, tak se tento prostoj objeví na kartě „Monitoring dostupnosti pracovišť“ ve sloupci „Nedefinované prostoje“ u příslušného řádku v seznamu. Toho si následně všimne výrobní mistr, který dodatečné informace o prostoji zjistí od operátora.

Přístup do této karty v informačním systému budou mít pouze technologové, výrobní mistr a technicko-výrobní ředitel. Jak již bylo řečeno, správu a vyhodnocování těchto dat bude mít na starosti výrobní mistr. Technicko-výrobní ředitel tato data poté bude předkládat vedení společnosti pro zobrazení daných KPI ukazatelů. Technologové budou tuto kartu využívat orientačně pro zjištění stavu provozu jednotlivých výrobních buněk.

### 10.5 Audit relevantnosti výrobních dat – navrhovaný stav

Na základě zpracovaného návrhu uvedeného monitorovacího systému lze provést audit relevantnosti výrobních dat v navrhovaném stavu s implementovaným monitoringem výrobních buněk. Audit je opět proveden formou tabulky a skládá se ze stejných otázek jako audit současného stavu. Uvedený audit je zobrazen jako tabulka 16.

Tabulka 16 Audit relevantnosti výrobních dat – navrhovaný stav (vlastní zpracování)

		OTÁZKY	ODPOVĚDI		
			ANO	NE	BODY
<b>SBĚR DAT A ODVÁDĚCÍ TERMINÁL</b>	1.	Je dostupnost výrobní buněk měřena v reálném čase?	X		1
	2.	Je možné přes odváděcí terminál zadávat prostoje?	X		1
	3.	Lze zadávat názvy prostojů?	X		1
	4.	Jsou prostoje měřeny přesně pomocí monitorovacího systému?	X		1
	5.	Lze sledovat online aktuální stav výrobních buněk (v provozu / není v provozu)?	X		1
<b>DATA V ERP SYSTÉMU</b>	6.	Je v ERP systému sledován ukazatel dostupnosti výrobních buněk?	X		1
	7.	Jsou prostoje v ERP Helios rozděleny na plánované a neplánované?	X		1
	8.	Je v ERP systému sledována výkonnost výrobních buněk?	X		1
	9.	Je v ERP systému sledována kvalita výroby výrobních buněk?	X		1
	10.	Jsou výrobní data v ERP Helios editovatelná?	X		1
<b>LIDSKÝ FAKTOR</b>	11.	Jsou prostoje definovány bez zásahu člověka?		X	
	12.	Umí operátoři pracovat s odváděcím terminálem?	X		1
	13.	Provádí mistr kontrolu nad zadanými daty ze strany operátorů?	X		1
<b>PRÁCE SE ZÍSKANÝMI DATY</b>	14.	Jsou získaná data zpracovávána do požadovaných reportů?		X	
	15.	Pracuje nadřízený pracovník se získanými daty na denní bázi?	X		1
	16.	Jsou realizována opatření týkající se neproduktivních časů?		X	
	17.	Lze na základě získaných dat hodnotit pracovníky?	X		1
<b>CELKEM:</b>			<b>14</b>	<b>3</b>	<b>14</b>
<b>VÝSLEDEK AUDITU:</b>			<b>82%</b>		

Výsledek auditu relevantnosti výrobních dat v navrhovaném stavu je 82 %. Oproti auditu současného stavu se jedná o zlepšení o 41 %. Navrhovaný stav tedy poskytuje dvojnásobnou relevantnost výrobních dat oproti současnému stavu. Na všechny otázky v sekcích sběr dat

a odváděcí terminál a data v ERP systému byla na základě implementace monitorovacího systému uvedena kladná odpověď, což je výrazné zlepšení oproti auditu relevantnosti výrobních dat v současném stavu. Některé nedostatky jsou zde ve třech otázkách, a to u zásahu člověka do definování prostojů, zpracování dat do reportů a realizaci nápravných opatření. V další podkapitole jsou popsány přínosy zavedení monitorovacího systému.

## 10.6 Postupové kroky pro zavedení monitorovacího systému

Na základě vytvořených podkladů pro zavedení monitoringu výrobních procesů lze říci, že hlavní cíl definovaného projektu je nyní splněn. V následujících krocích je proto nutné nastavit postup, dle kterého bude nový monitorovací systém implementován do vybrané společnosti.

Prvním krokem pro vývoj a implementaci nového monitorovacího systému je vyjednávání požadavků s dodavatelem současného informačního systému na formě vytvoření monitoringu jak pro odváděcí terminál, tak pro informační systém. Na této schůzce musí být vyjednány podmínky ohledně vizuální podoby systému, celkovém procesu vývoje systému a ceně celého vývoje i implementace. S využitím vytvořených podkladů pro monitoring výrobních procesů zpracuje dodavatel plán vývoje všech potřebných komponent, které navrhovaný systém pro svůj plynulý provoz potřebuje. Na základě tohoto plánu bude i vytvořena celková cenová nabídka pro vývoj a uvedení daného systému do provozu. Jednotlivé časové odhady vývoje a implementace celého projektu dle uvedeného vyjednávání, jsou uvedeny v příloze *P III: HARMONOGRAM PROJEKTU*. Implementace samotného systému bude zahrnovat nejdříve testování vytvořeného systému na několika výrobních buňkách, školení zaměstnanců pro práci s uvedeným systémem. Až po všech těchto přípravných činnostech bude systém plně implementován.

## 10.7 Přínosy zavedení monitoringu výrobních procesů

Oproti současnému stavu je v navrhovaném stavu měřena dostupnost pracovišť v reálném čase a současně je měřena na základě zavedení monitorovacího systému. Díky tomuto systému lze definovat názvy prostojů a zároveň i sledovat online aktuální stav pracovišť pomocí dashboardu na některých přístupech do odváděcího terminálu. Z hlediska dat v ERP systému je v navrhovaném stavu sledován ukazatel dostupnosti a k tomu jsou prostoje rozděleny na plánované a neplánované, což zpřesňuje zjištěný disponibilní čas výrobního zařízení a zároveň napomáhá k zpřesnění ukazatelů výkonnosti jednotlivých pracovišť.

Získaná data o prostojích zároveň poslouží i k ohodnocení pracovníků, jelikož prostoje vstupují do ukazatele výkonnosti, jak bylo vysvětleno v podkapitole 7.2. Časy prostojů, získané díky navrženému systému, jsou již přesné, a proto již lze na jejich základě ohodnotit výkony daných pracovišť i pracovníků. Společnost však zatím nemá vytvořeny žádné podrobné reporty o jednotlivých KPI ukazatelích, což vede k určitému nevyužití získaných výrobních dat. Do budoucna by proto ve společnosti měly být vytvořeny určité šablony pro report např. excelový report, do kterého se vloží data transformovaná z informačního systému a šablona na základě předem vytvořených funkcí vytvoří přehledný grafický report s požadovanými KPI ukazateli.

Současně bude možné díky monitoringu dostupnosti pracovišť získávat data o nejčtetnějších prostojích a prostojích, které vytváří největší časové ztráty z hlediska časové dostupnosti strojního zařízení. Ty by poté měly být sledovány a k nim navrhovány určité návrhy k jejich eliminaci či redukci. Data tohoto formátu byla představena a popsána v podkapitole 10.2 pomocí přílohy *P VII: ZPRACOVANÝ VÝSTUP DAT Z MONITORINGU POMOCÍ EXCELOVÉ APLIKACE*. Report tohoto typu za určité časové období může poukázat na nejčtetnější důvody odstavení jednotlivých pracovišť a zároveň poskytuje pohled na dostupnost daného pracoviště. Na základě těchto reportů bude možné vyhodnotit jednotlivé důvody prostojů a následně navrhnout určitá řešení, která povedou k jejich redukci nebo celkové eliminaci.

## 11 FINANČNÍ ZHODNOCENÍ PROJEKTU

V projektové části byl vypracován projekt návrhu pro zavedení monitoringu výrobních procesů ve vybrané společnosti. Dílčí cíle tohoto projektu byly nastaveny tak, aby jejich splnění vedlo k dosažení hlavního cíle, a to zpracovat návrh pro vytvoření nového systému pro monitoring výrobních buněk. Pro úspěšné zavedení monitorovacího systému je však nutné vynaložit určité finanční zdroje, které pokryjí jednotlivé požadavky na vývoj a implementaci tohoto systému. V následující tabulce jsou uvedeny jednotlivé nákladové položky, které je potřebné vynaložit k dokončení řešeného projektu.

Tabulka 17 Celkové náklady vynaložené na realizaci projektu (vlastní zpracování)

<b>POLOŽKA</b>	<b>CENA [KČ]</b>
Naprogramování makra do excelového souboru pro monitoring výrobní buňky	2 000 Kč
Vytvoření rozhraní pro monitoring výrobních buněk v odváděcím terminálu	175 000 Kč
Vytvoření rozhraní pro monitoring výrobních buněk v ERP Helios	225 000 Kč
Vybavení k monitorování výrobní buňky pomocí excelové aplikace (datový kabel + notebook)	16 200 Kč
<b>CELKEM:</b>	<b>418 200 Kč</b>

Celková částka vynaložených nákladů na tento projekt činí 418 200 Kč. Nejdražší položky na tomto seznamu tvoří celkové náklady na vytvoření rozhraní pro monitoring výrobních buněk v informačním systému ERP Helios a celkové náklady na vytvoření rozhraní pro monitoring výrobních buněk v odváděcím terminálu. Obě tyto položky v sobě obsahují především práci programátorů na tvorbě nového rozhraní pro monitoring jak u odváděcího terminálu, tak i u informačního systému.

Náklady na uvedený systém jsou poměrně vysoké, jelikož se jedná o systém, který je tvořen na míru přímo pro vybranou společnost. Zároveň je tento navrhovaný monitorovací systém ve své funkcionalitě ještě omezen a nevyrovná se např. nejmodernějším MES systémům dostupným na českém trhu. Jedná se např. o monitorování hotových kusů a zmetků, které nejsou monitorovány v reálném čase, ale jsou zpětně odváděny operátory skrze odváděcí terminál. Výhodou této varianty řešení je, že systém je navržen na míru pro nastavenou datovou strukturu ve společnosti, čímž bude eliminováno mnoho činností okolo úpravy získaných dat či potřebné úpravě stávající struktury dat v ERP systému.



Uvedený monitorovací systém bude sloužit k identifikaci nejčastějších prostojů a jejich následné analýze. U některých typů prostojů je od tohoto monitorovacího systému očekáváno, že díky jeho zavedení se sníží reakční doba prostojů, čímž dojde v navýšení disponibilního výrobního času daných výrobních buněk. V tabulce níže je zobrazen výpočet potenciálního zisku z dodatečného množství vyrobených výrobků díky odhadovanému snížení reakční doby u prostoje porucha. Data ohledně času poruchy a množství vzniklých poruch byla převzata z přílohy P VII: ZPRACOVANÝ VÝSTUP DAT Z MONITORINGU POMOCÍ EXCELOVÉ APLIKACE.

Tabulka 18 Výpočet potenciálního zisku z implementace navrhovaného monitorovacího systému (vlastní zpracování)

VSTUPNÍ DATA	HODNOTY	
Odhadovaná časová úspora při vzniku poruchy	6,5	min
Počet výrobních buněk	10	
Průměrný počet poruch na 1 buňku za časové období 3 týdnů	5	
Počet pracovních týdnů bez dovolené	45	
Počet třídýdenních cyklů	15	
Průměrná marže na 1ks výrobku	50	Kč
Průměrný C/T u vybraných výrobků	2	min
VÝPOČTY		
<b>Odhadovaný počet poruch na 10 výrobních buňkách za rok</b>		
Počet výrobních buněk x Průměrný počet poruch na 1 buňku za časové období 3 týdnů x Počet třídýdenních cyklů	750	
<b>Odhadovaná časová úspora poruch za rok</b>		
Odhadovaná časová úspora při vzniku poruchy x Odhadovaný počet poruch na 10 výrobních buňkách za rok	4875	min
<b>Potenciální množství vyrobených výrobků</b>		
Odhadovaná časová úspora poruch za rok / Průměrný C/T u vybraných výrobků	2437	
<b>Možný zisk z potenciálního množství výrobků za rok</b>		
Potenciální množství vyrobených výrobků x Průměrná marže na 1ks výrobku	<b>121850</b>	<b>Kč</b>

Z uvedené tabulky vyplývá, že při uvážení zkrácení reakční doby vzniklých poruch u výrobních buněk je možné dosáhnout dodatečného zisku díky vyrobení většího množství výrobků. Možný zisk z potenciálního množství výrobků byl vypočten na 121 850 Kč za rok. Odhadovaná doba návratnosti celkových nákladů na vynaložený projekt prostřednictvím možného zisku z potenciálního dodatečného množství výrobků za rok vychází na 3 roky a 6 měsíců.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zpracovat návrh k zavedení monitoringu výrobních procesů ve vybrané společnosti. Metrika hlavního cíle byla vyjádřena úrovní zavedení účinného monitorování ve formě relevantnosti výrobních dat. Dílčími cíli byly uvedeny vytvoření struktury plánovaných a neplánovaných prostojů, zpracování návrhu pro vytvoření rozhraní pro monitoring dostupnosti výrobních buněk jak na odváděcích terminálech, tak i v informačním systému ERP Helios a zvýšení relevantnosti získaných dat z výrobních procesů.

V teoretické části je uvedena literární rešerše, která je rozdělena do čtyř hlavních kapitol. První kapitola teoretické části popisuje klíčové prvky výrobního procesu, průmyslové inženýrství a štihlou výrobu. Dále byla teoretická část zaměřena na Průmysl 4.0 a charakteristiku informačního systému a jeho dílčích částí. Poslední kapitola teoretické části popisuje MES systém, jehož prvky se objevují v praktické části této práce.

V úvodu praktické části je představena vybraná společnost a následně je provedena analýza vybraných podnikových procesů. Pro analýzu současného stavu je zde využita metoda mapování toku hodnot pro zachycení jak materiálových, tak i informačních toků ve výrobním procesu. Jako výsledek analýzy byly zjištěny celkem 4 potenciální příležitosti ke zlepšení, z nichž byl pro následné řešení zvolen problém nepřesných informací o dostupnosti výrobních buněk. Pro detailní rozbor zvolené příležitosti ke zlepšení byla provedena analýza dostupnosti výrobních buněk. Pro analýzu zde byla zvolena metoda přímého měření, konkrétně snímek pracovního dne strojního zařízení. Na základě této analýzy byly zjištěny výsledky dostupností jednotlivých výrobních buněk a struktura nejčtenějších prostojů strojního zařízení. Pro získání komplexnějšího pohledu na získaná výrobní data v současném stavu byla popsána i struktura výrobních dat v informačním systému ERP Helios. Zjištění úrovně současného stavu relevantnosti získaných výrobních dat bylo provedeno pomocí auditu sestaveného ze 17 otázek. Vyhodnocení auditu bylo uskutečněno pomocí procentuálního podílu kladných odpovědí ku celkovému počtu položených otázek.

Na základě výsledků analýzy bylo zpracováno projektové řešení jako podklad pro zavedení monitoringu výrobních procesů ve vybrané společnosti. V první části byla vytvořena struktura prostojů výrobních buněk, která slouží jako datová základna pro definování časů, kdy nejsou výrobní buňky v provozu. Pro otestování této struktury a získání náhledu navržených výrobních dat bylo provedeno testování uvedené struktury pomocí excelové

aplikace na vybrané výrobní buňce. Následně byly zpracovány návrhy rozhraní monitorovacího systému jak pro odváděcí terminály, tak i pro informační systém ERP Helios. Na základě těchto návrhů byl poté proveden audit navrhovaného stavu relevantnosti výrobních dat. Oproti současnému stavu se tedy relevantnost dat zvýšila, což vede k přesnějším výsledkům v ohodnocování výkonnosti jednotlivých výrobních buněk.

Implementace monitoringu umožní lepší identifikaci příležitostí pro optimalizaci, rychlejší detekci potenciálních problémů a zlepšení celkové efektivity i kvality výroby. Současně zavedení monitoringu ve výrobních procesech odpovídá trendům Průmyslu 4.0, který klade důraz na digitalizaci a automatizaci výrobních operací. Vybraná společnost se tím stane nejen konkurenceschopnější, ale také lépe připravená na budoucí výzvy a změny na trhu. Je to investice do budoucnosti, která umožní společnosti posílit svou pozici na trhu a udržet krok s rychlým tempem technologického pokroku a inovací v průmyslovém sektoru.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

ARICA, Emrah a POWELL, Daryl, 2021. Digitalization in Manufacturing: Trends, Drivers, Challenges, and Research Areas in Norway. Online. *Advances in Production Management Systems. Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems*. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Vol. 632, s. 118-125. ISBN 978-3-030-85905-3. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85906-0\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85906-0_14). [cit. 2023-10-19].

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-802-6500-292.

BASL, Josef a BLAŽÍČEK, Roman, 2012. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Management v informační společnosti. Praha: Grada. ISBN 978-802-4743-073.

BRAU, Sebastian J., 2016. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD. ISBN 9781539322948.

BRAZINA, Jakub; STEPANEK, Vojtech; HOLUB, Michal; VETISKA, Jan a BRADAC, Frantisek, 2022. Application of Industry 4.0 trends in the teaching process. Online. *2022 20th International Conference on Mechatronics - Mechatronika (ME)*. s. 1-6. ISBN 978-1-6654-1040-3. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/ME54704.2022.9983243>. [cit. 2024-01-22].

BUCHALCEVOVÁ, Alena, 2018. *Zlepšování procesů při budování informačních systémů*. Praha: Oeconomica, nakladatelství VŠE. ISBN 978-802-4522-357.

CONTINI, Giuditta a PERUZZINI, Margherita, 2022. Sustainability and Industry 4.0: Definition of a Set of Key Performance Indicators for Manufacturing Companies. Online. *Sustainability*. Vol. 14, iss. 17, s. 1-41. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su141711004>. [cit. 2023-10-16].

DOHNAL, Jan a POUR, Jan, 2016. *IT v řízení podniku: MBI*. Praha: Professional. ISBN 978-807-4311-604.

DOSSOU, Paul-Eric; TORREGROSSA, Pierre a MARTINEZ, Thomas, 2022. Industry 4.0 concepts and lean manufacturing implementation for optimizing a company logistics flows.

Online. *Procedia Computer Science*. Vol. 200, s. 358-367. ISSN 18770509. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.234>. [cit. 2023-10-16].

DUGGAN, Kevin J., 2013. *Creating mixed model value streams: Practical lean techniques for building to demand*. 2nd ed. North Kingstown: Taylor & Francis Group. ISBN 9781439868430.

DURÃO, Luiz Fernando C. S.; MCMULLIN, Hannah; KELLY, Kevin a ZANCUL, Eduardo, 2022. Manufacturing Execution System as an Integration Backbone for Industry 4.0. *Product Lifecycle Management. Green and Blue Technologies to Support Smart and Sustainable Organizations*. Online. Vol. 639, s. 461-473. ISBN 978-3-030-94334-9. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-94335-6\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-030-94335-6_33). [cit. 2023-10-11].

FLÍDR, Jiří, 2023. *Propojení výroby a informačních systémů v praxi*. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-80-271-2459-6.

GILCHRIST, Alasdair, 2016. *Industry 4.0: the industrial internet of things*. New York: Apress. ISBN 9781484220467.

HAAG, Stephen a CUMMINGS, Maeve, 2013. *Management information systems for the information age*. 9th ed. New York: McGraw-Hill Irwin. ISBN 978-0-07-337685-1.

*HELIOS iNuvio pro střední firmu*, ©2023. Online. Helios. Dostupné z: <https://www.helios.eu/helios-inuvio>. [cit. 2024-02-01].

HEŘMAN, Jan a HOROVÁ, Olga, 2013. *Průmyslové technologie pro ekonomy*. Praha: Oeconomica. ISBN 978-802-4519-074.

CHALMETA, Ricardo a SANTOS-DELEÓN, Nestor J., 2020. Sustainable Supply Chain in the Era of Industry 4.0 and Big Data: A Systematic Analysis of Literature and Research. Online. *Sustainability*. Vol. 12, iss. 10, s. 1-24. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su12104108>. [cit. 2024-01-11].

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN 978-808-1540-585.

JASKÓ, Szilárd; SKROP, Adrienn; HOLCZINGER, Tibor; CHOVÁN, Tibor a ABONYI, János, 2020. Development of manufacturing execution systems in accordance with Industry 4.0 requirements: A review of standard and ontology-based methodologies and tools. Online. *Computers in Industry*. Vol. 123, s. 1-18. ISSN 01663615. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103300>. [cit. 2024-01-18].

JAVAID, Mohd; HALEEM, Abid; SINGH, Ravi Pratap a SUMAN, Rajiv, 2022. Artificial Intelligence Applications for Industry 4.0: A Literature-Based Study. Online. *Journal of Industrial Integration and Management*. Vol. 07, iss. 01, s. 83-111. ISSN 2424-8622. Dostupné z: <https://doi.org/10.1142/S2424862221300040>. [cit. 2024-01-23].

JOPPEN, Robert; ENZBERG, Sebastian von; GUNDLACH, Jan; KÜHN, Arno a DUMITRESCU, Roman, 2019. Key performance indicators in the production of the future. Online. *Procedia CIRP*. Vol. 81, s. 759-764. ISSN 22128271. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.190>. [cit. 2023-10-16].

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks. ISBN 978-802-6500-599.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5717-9.

KAZDA, David, 2022. *ERP systém by měl být srdcem každé větší firmy*. Online. SystemOnline.cz. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz>. [cit. 2024-01-31].

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a VALSA, Ondřej, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. C.H. Beck pro praxi. V Praze: C.H. Beck. ISBN 978-807-1793-199.

KHAN, Mohammed Abdul Rehan a BILAL, Ahmad, 2019. Literature Survey about Elements of Manufacturing Shop Floor Operation Key Performance Indicators. Online. *2019 5th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR)*. s. 586-592. ISBN 978-1-7281-3326-3. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/ICCAR.2019.8813436>. [cit. 2023-10-16].

KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta, 2011. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. Brno: Computer Press. ISBN 978-802-5125-243.

MARTINEZ, Pablo; AL-HUSSEIN, Mohamed a AHMAD, Rafiq, 2022. A cyber-physical system approach to zero-defect manufacturing in light-gauge steel frame assemblies. Online. *Procedia Computer Science*. Vol. 200, s. 924-933. ISSN 18770509. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.290>. [cit. 2024-01-15].

MAŘÍK, Vladimír, 2016. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press. ISBN 978-807-2614-400.

MOFOLASAYO, Adekunle; YOUNG, Steven; MARTINEZ, Pablo a AHMAD, Rafiq, 2022. How to adapt lean practices in SMEs to support Industry 4.0 in manufacturing.

Online. *Procedia Computer Science*. Vol. 200, s. 934-943. ISSN 18770509. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.291>. [cit. 2023-10-17].

NORRIS, Keith, 2023. *The 8 Wastes of Lean Manufacturing*. Online. KPI Fire: Strategy Execution Software. Dostupné z: <https://www.kpifire.com/blog/8-wastes-of-lean-manufacturing/>. [cit. 2024-01-17].

O'NEILL, Meadhbh; MORGAN, Jeff a BURKE, Kevin, 2021. Process Visualization of Manufacturing Execution System (MES) Data. *Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/IOP/SCI)*. Online. s. 659-664. ISBN 978-1-6654-1236-0. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/SWC50871.2021.00098>. [cit. 2023-10-09].

PANNELL, Reagan, 2020. *How "TIMWOODS" and the 8 Wastes of Lean drive efficiencies in business process*. Online. Leanscape. Edinburgh: Mulligan. Dostupné z: <https://leanscape.io/8-wastes-of-lean/>. [cit. 2024-01-09].

POUR, Jan; MARYŠKA, Miloš; STANOVSKÁ, Iva a ŠEDIVÁ, Zuzana, 2018. *Self service business intelligence: jak si vytvořit vlastní analytické, plánovací a reportingové aplikace*. Management v informační společnosti. Praha: Grada. ISBN 978-802-7106-165.

POWELL, Daryl; MORGAN, Richard a HOWE, Graham, 2021. Lean First ... then Digitalize: A Standard Approach for Industry 4.0 Implementation in SMEs. Online. *Advances in Production Management Systems. Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems*. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Vol. 631, s. 31-39. ISBN 978-3-030-85901-5. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85902-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85902-2_4). [cit. 2023-10-19].

SEKAR, K. S. Vijay; SCHMID, Steven R. a KALPAKJIAN, Serope, 2014. *Manufacturing engineering and technology*. 7th ed. Singapore: Pearson Education South Asia. ISBN 9789810694067.

SHOJAEINASAB, Ardeshir; CHARTER, Todd; JALAYER, Masoud; KHADIVI, Maziyar; OGUNFOWORA, Oluwaseyi et al., 2022. Intelligent manufacturing execution systems: A systematic review. *Journal of Manufacturing Systems*. Online. Vol. 62, s. 503-522. ISSN 02786125. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.01.004>. [cit. 2023-10-11].

SODOMKA, Petr a KLČOVÁ, Hana, 2010. *Informační systémy v podnikové praxi*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Brno: Computer Press. ISBN 978-802-5128-787.

Společnost „ABC“.: Interní materiály společnosti.

STAIR, Ralph M. a REYNOLDS, George W., 2017. *Fundamentals of information systems*. 9th ed. Boston: Cengage Learning. ISBN 9781337097536.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-802-4744-865.

TREBUŇA, Peter, 2017. *Aplikácia vybraných metód modelovania a simulácie v priemyselnom inžinierstve*. Košice: Technická univerzita v Košiciach. ISBN 9788055328355.

ÜSTÜNDAĞ, Alp a ÇEVIKCAN, Emre, 2018. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Cham: Springer. ISBN 978-331-9578-699.

*Value Stream Mapping: The Search for Adding Value and Eliminating Waste*, 2021. Online. Purdue University. Dostupné z: <https://www.purdue.edu/leansixsigmaonline/blog/value-stream-mapping/>. [cit. 2024-03-22].

VINE, Michelle, 2015. *Handbook of industrial engineering*. New Jersey: Clanrye International. ISBN 978-1-63240-274-5.

WALLACE, Patricia, 2015. *Introduction to information systems*. 2nd ed. Boston: Pearson. ISBN 9781292071107.

XU, Lijuan; ZHANG, Mengze a ABDULLAYEVA, Irada, 2022. Improving the Supply Chain Management. Online. *Foundations of Management*. 2022-01-01, Vol. 14, iss. 1, s. 127-142. ISSN 2300-5661. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/fman-2022-0008>. [cit. 2024-01-25].



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

AI	Artificial Intelligence (umělá inteligence)
BI	Business Intelligence
CAD	Computer Aided Design (počítačem podporované projektování)
CEZ	Celková efektivnost zařízení
CNC	Computer Numerical Control (počítačově číslicové řízení)
CPS	Cyber–Physical System (kyberneticko-fyzikální systém)
CRM	Customer Relationship Management (řízení vztahů se zákazníky)
C/T	Cycle Time (čas cyklu)
ERP	Enterprise resource planning (plánování podnikových zdrojů)
HTML	Hyper Text Markup Language (hypertextový značkovací jazyk)
IoT	Internet of Things (internet věcí)
IIoT	Industrial Internet of Things (průmyslový internet věcí)
KMS	Kontrolní měřící středisko
KPI	Key Performance Indicators (klíčové ukazatele výkonnosti)
MES	Manufacturing Execution System (výrobní informační systém)
MIS	Management Information System (manažerský informační systém)
MRP	Material Requirements Planning (plánování potřeby materiálu)
NVA	Non Value Added (nepřidaná hodnota)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (celková efektivnost zařízení)
PLC	Programovatelný logický automat
QMS	Quality Management System (systém managementu kvality)
RFID	Radio-Frequency Identification (radiofrekvenční identifikace)
SCM	Supply Chain Management (správa dodavatelského řetězce)
VA	Value added (přidaná hodnota)
VSM	Value Stream Mapping (mapování toku hodnot)

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Vztah úkolů výrobního managementu k výrobnímu systému.....	15
Obrázek 2 Technologické uspořádání pracovišť .....	17
Obrázek 3 Předmětné uspořádání pracovišť .....	18
Obrázek 4 Druhy plýtvání dle zkratky TIM WOODS.....	22
Obrázek 5 Hodnotový řetězec a klíčová slova internetu věci.....	27
Obrázek 6 Schéma rozšířeného ERP .....	30
Obrázek 7 Vývoj systému ERP .....	31
Obrázek 8 Oblasti systému ERP.....	32
Obrázek 9 Příklad vizualizace detailních dat pracoviště .....	36
Obrázek 10 Princip stanovení celkové efektivity výrobního zařízení .....	38
Obrázek 11 Organizační struktura společnosti „ABC“ .....	43
Obrázek 12 Vybrané výrobky z produktového portfolia společnosti „ABC“ .....	44
Obrázek 13 Úvodní obrazovka Helios iNuvio spolu s moduly informačního systému.....	46
Obrázek 14 Výrobní buňka ve vybrané společnosti .....	49
Obrázek 15 Soustružnické a frézovací centra .....	49
Obrázek 16 Průmyslový robot .....	50
Obrázek 17 Kontrolní systém měřidlo E .....	50
Obrázek 18 Odváděcí terminál .....	51
Obrázek 19 Vybraný výrobek pro zobrazení materiálového toku.....	52
Obrázek 20 Zobrazení materiálového toku ve výrobní buňce .....	52
Obrázek 21 Gitterbox s hotovými kusy .....	53
Obrázek 22 Vysvětlení semaforové signalizace ve výrobě .....	54
Obrázek 23 Regály s identifikačním označením .....	58
Obrázek 24 Automatický souřadnicový měřicí stroj .....	61
Obrázek 25 Mapa současného stavu výrobku typu A.....	62
Obrázek 26 Základní struktura pro zadávání prostojů.....	81
Obrázek 27 Struktura plánovaných prostojů .....	82
Obrázek 28 Vizualizace podoba listu pro spuštění monitoringu spolu s příchozími daty z výrobní buňky před a po spuštění monitoringu .....	89
Obrázek 29 Funkce pro zaznamenání Směny .....	90
Obrázek 30 Funkce pro zaznamenání Stavů výrobní buňky .....	91
Obrázek 31 Rozbalovací seznam pro zadávání kódů prostojů .....	91
Obrázek 32 Funkce pro vypsání Názvu prostoje .....	92
Obrázek 33 Funkce pro vypsání Typu prostoje .....	92

---

Obrázek 34 Funkce pro vypsání Automaticky zadáno .....	93
Obrázek 35 Rozbalovací seznam pro ruční zadávání osob.....	93
Obrázek 36 Funkce pro Zadáno .....	94
Obrázek 37 Karta monitoring dostupnosti pracovišť v ERP Helios.....	98
Obrázek 38 Rozhraní pro editaci výrobních dat ohledně dostupnosti .....	100

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Vybraná pracoviště pro popis výrobního procesu .....	47
Tabulka 2 Vysvětlení jednotlivých ukazatelů odváděcího terminálu .....	55
Tabulka 3 Charakteristika prvků mapy současného stavu .....	63
Tabulka 4 Analýza dostupnosti pracoviště 1/1 .....	65
Tabulka 5 Analýza dostupnosti pracoviště 1/2 .....	66
Tabulka 6 Analýza dostupnosti pracoviště 3/1 .....	67
Tabulka 7 Analýza dostupnosti pracoviště 3/2 .....	67
Tabulka 8 Analýza dostupnosti pracoviště 6/1 .....	68
Tabulka 9 Analýza dostupnosti pracoviště 6/2 .....	68
Tabulka 10 Analýza dostupnosti pracoviště 7/1 .....	69
Tabulka 11 Analýza dostupnosti pracoviště 7/2 .....	70
Tabulka 12 Analýza dostupnosti pracoviště 7/3 .....	70
Tabulka 13 Analýza dostupnosti pracoviště 7/4 .....	71
Tabulka 14 Souhrn analýz dostupností zkoumaných pracovišť .....	73
Tabulka 15 Audit relevantnosti výrobních dat - současný stav .....	75
Tabulka 16 Audit relevantnosti výrobních dat – navrhovaný stav .....	101
Tabulka 17 Celkové náklady vynaložené na realizaci projektu .....	104
Tabulka 18 Výpočet potenciálního zisku z implementace navrhovaného monitorovací systému .....	105

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Obrazovka odváděcího terminálu

Příloha P II: Evidence výrobních dat v ERP Helios

Příloha P III: Harmonogram projektu

Příloha P IV: RIPRAN analýza

Příloha P V: Struktura neplánovaných prostojů

Příloha P VI: Výstup dat spolu se zadáváním prostojů v excelové aplikaci

Příloha P VII: Zpracovaný výstup dat z monitoringu pomocí excelové aplikace

Příloha P VIII: Modul monitoring na odváděcím terminálu

Příloha P IX: Postup zadávání prostojů na odváděcím terminálu

Příloha P X: Dashboard stavu výrobních buněk v reálném čase na odváděcím terminálu

Příloha P XI: Záložka s časovou osou prostojů v ERP Helios

Příloha P XII: Záložka s tabulkou prostojů v ERP Helios

# PŘÍLOHA P I: OBRAZOVKA ODVÁDĚCÍHO TERMINÁLU (INTERNÍ MATERIÁLY SPOLEČNOSTI „ABC“)

PRACOVISTIŠĚ	OPERÁTOR	POMOCNÝ DĚLNÍK	Přihlášení	Poznámka	Zahájení	Změna tiskárny
					Výrobní operace	Pozastavení operace
FIRMA	NÁZEV VÝROBKU	ČÍSLO VÝKRESU	NÁZEV MATERIÁLU	ČÍSLO MATERIÁLU	KÓD MATERIÁLU	OPERACE
VÝROBNÍ PŘÍKAZ	ZADANÉ KS	SPLNĚNO KS	ZBÝVÁ KS	NEŠHODY	AKTUÁL KS / NORMA	ČAS CYKLU
2231	1816 / 1952	0	122	765 / 14 / 779	38 / 106	260 s
NESHODA MATERIÁL	NESHODA VÝROBNÍ	HOTOVÉ VÝROBKY OBAL	MATERIÁL AKTUÁLNÍ OBAL	MATERIÁL AKTUÁLNÍ ŠARŽE	MATERIÁL PŘÍPRAVA OBAL	MATERIÁL PŘÍPRAVA ŠARŽE
0 / 10	0 / 0	106 / 210	70 / 121	0713-3433	0	
		VRSTVA	QR KÓD	POZICE DOPRAVNÍK	QR KÓD	
		1 / 35	P066101			
Vykázat	Vykázat	Vykázat	Upravit množství	Náčíst QR		
Oprava	Převod neshody	Převod neshody	Tisk IL	Převod do AKTUÁLNÍ		
Náhled IL	Tisk IL	Tisk IL	Pozastaveno	Pozastaveno		
Tisk IL	Zpětný tisk IL	Zpětný tisk IL	Převod neshody			
Zpětný tisk IL	Náčíst obal	Náčíst obal				
	Pozastaveno	Pozastaveno				

# PŘÍLOHA P II: EVIDENCE VÝROBNÍCH DAT V ERP HELIOS (INTERNÍ MATERIÁLY SPOLEČNOSTI „ABC“)

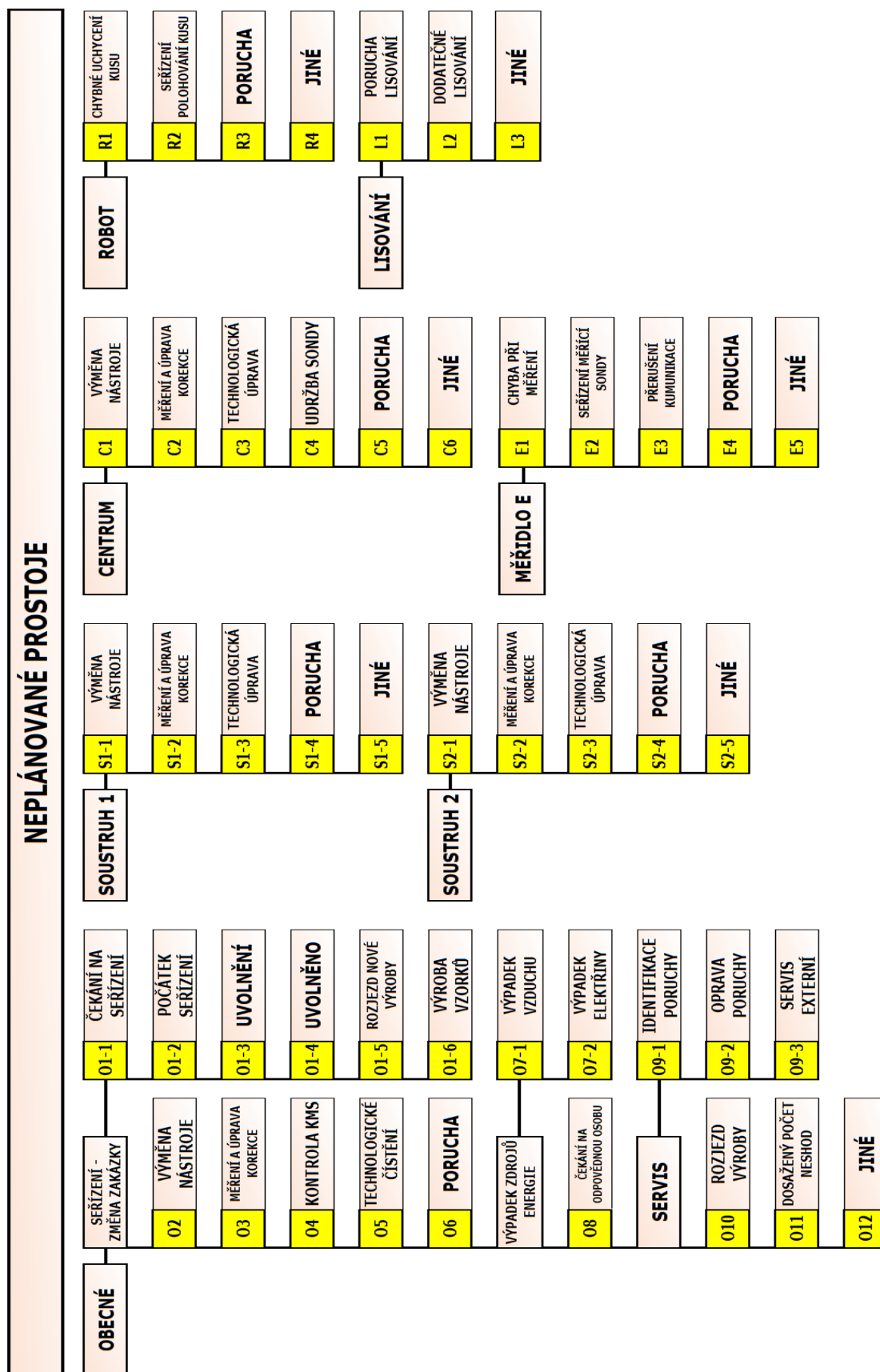
Evidence pracoviště porada (Evidence výrobních operací)													
<input type="checkbox"/> obsahuje	<input type="checkbox"/> se roví	<input type="checkbox"/> se rovná	<input type="checkbox"/> obsahuje	<input type="checkbox"/> začíná na	<input type="checkbox"/> se rovná	<input type="checkbox"/> se rovná	<input type="checkbox"/> se rovná	<input type="checkbox"/> se rovná	<input type="checkbox"/> se rovná	<input type="checkbox"/> se rovná	<input type="checkbox"/> obsahuje		
Pracoviště	Směna	Zahájení operace stroje	Datum směny	Příjmení a jméno	Název 1	Registrací číslo (výřez)	Výkonost ...	Výkonost %	Prostoj (min)	Norma	VÝROBENO ZM VÝROBNÍ ZM MAT CELKEM ZM MAT PŘED ZM MAT PO PROSTOJ	Poznámky z výroby	
<input type="checkbox"/> 4/2	ranní	24.01.2024 6:20:37	24.01.2024				60,00	60,00	175	105	0		
<input type="checkbox"/> 8/3	ranní	24.01.2024 5:57:51	24.01.2024				58,40	58,40	400	234	0		
<input type="checkbox"/> 1/2	ranní	24.01.2024 5:55:06	24.01.2024				36,36	36,36	220	78	0		
<input type="checkbox"/> 4/1	ranní	24.01.2024 5:46:48	24.01.2024				40,74	40,74	108	44	0		
<input type="checkbox"/> 4/1	noční	24.01.2024 3:23:06	23.01.2024				14,81	14,81	108	16	0		
<input type="checkbox"/> 1/2	noční	24.01.2024 0:59:25	23.01.2024				53,64	54,36	10	220	116	10,0	
<input type="checkbox"/> 4/1	noční	23.01.2024 22:11:14	23.01.2024				39,45	39,45	109	43	0	zastaven robot, opravit pol	
<input type="checkbox"/> 8/3	noční	23.01.2024 22:10:52	23.01.2024				100,00	100,00	400	400	0		
<input type="checkbox"/> 4/2	noční	23.01.2024 22:03:58	23.01.2024				100,00	100,00	175	174	0		
<input type="checkbox"/> 1/2	noční	23.01.2024 21:51:37	23.01.2024				41,82	41,82	220	92	0		
<input type="checkbox"/> 8/3	odpolední	23.01.2024 14:04:12	23.01.2024				101,00	101,00	400	398	4		
<input type="checkbox"/> 1/2	odpolední	23.01.2024 13:50:30	23.01.2024				92,27	95,45	15	220	202	15	
<input type="checkbox"/> 4/1	odpolední	23.01.2024 13:50:13	23.01.2024				94,30	94,30	109	102	0	chyba equator při mestrov	
<input type="checkbox"/> 7/1	odpolední	23.01.2024 13:47:24	23.01.2024				1,20	1,20	249	1	0		
<input type="checkbox"/> 4/2	odpolední	23.01.2024 13:47:21	23.01.2024				100,00	100,00	175	174	0		
<input type="checkbox"/> 4/1	ranní	23.01.2024 8:46:55	23.01.2024				61,47	92,20	150	65	1	serizeni	
<input type="checkbox"/> 4/1	ranní	23.01.2024 6:05:54	23.01.2024				6,10	6,10	82	5	0		
<input type="checkbox"/> 4/2	ranní	23.01.2024 6:03:58	23.01.2024				100,00	100,00	175	175	0		
<input type="checkbox"/> 1/2	ranní	23.01.2024 5:56:33	23.01.2024				98,18	98,18	220	214	2		
<input type="checkbox"/> 8/3	ranní	23.01.2024 5:52:48	23.01.2024				99,30	100,28	8	400	388	8	
<input type="checkbox"/> 4/2	noční	23.01.2024 1:05:43	22.01.2024				100,00	100,00	175	171	3	chyba lisovani 4x	
<input type="checkbox"/> 4/1	noční	22.01.2024 22:27:15	22.01.2024				100,00	100,00	82	82	0		
<input type="checkbox"/> 8/3	noční	22.01.2024 21:52:01	22.01.2024				100,00	100,00	400	396	0		
<input type="checkbox"/> 1/2	noční	22.01.2024 21:48:26	22.01.2024				95,45	98,75	15	220	210	15	
<input type="checkbox"/> 4/2	odpolední	22.01.2024 16:24:46	22.01.2024				100,00	100,00	175	173	0	zastaven robot	
<input type="checkbox"/> 8/3	odpolední	22.01.2024 13:56:48	22.01.2024				100,00	100,00	400	400	0		
<input type="checkbox"/> 1/2	odpolední	22.01.2024 13:55:25	22.01.2024				95,91	95,91	220	211	0		
<input type="checkbox"/> 4/1	odpolední	22.01.2024 13:47:29	22.01.2024				101,22	109,76	35	82	80	35	
<input type="checkbox"/> 7/3	ranní	22.01.2024 13:23:45	22.01.2024				6,54	6,54	260	6	11	z predele smeny, schodek	
<input type="checkbox"/> 1/2	ranní	22.01.2024 12:27:39	22.01.2024				15,45	21,07	120	220	31	120	
<input type="checkbox"/> 4/1	ranní	22.01.2024 11:22:56	22.01.2024				48,78	48,78	82	39	0	rojsad, chyba dveri S1 pre	
<input type="checkbox"/> 4/2	ranní	22.01.2024 8:24:43	22.01.2024				100,57	100,57	175	173	1	serizeni+oprava robota zah	
<input type="checkbox"/> 8/3	ranní	22.01.2024 8:22:56	22.01.2024				68,35	68,35	400	273	0		
<input type="checkbox"/> 8/3	ranní	22.01.2024 8:18:54	22.01.2024				0,50	0,50	400	2	0		
							188 101,00	4 956 833,1	5 289 761	37 450,00	101 400,00	28 766,00	72 634,00







# PŘÍLOHA P V: STRUKTURA NEPLÁNOVANÝCH PROSTOJŮ (VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)



**PŘÍLOHA P VI: VÝSTUP DAT SPOLU SE ZADÁVÁNÍM PROSTOJŮ  
V EXCELOVÉ APLIKACI (VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)**

	A	B	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	<b>PŘIDAT</b>													
2	<b>PROSTOJ</b>													
3														
4														
5														
6	STAV ROBOTY	DATUM	SMĚNA	ČAS OD	ČAS DO	ČASOVÝ INTERVAL	STAV	KÓD PROSTOJE	PROSTOJ	TYP PROSTOJE	AUTOMATICKY ZADÁNO	RUČNĚ ZADÁNO	ZADÁNO	
7	0	11.12.2023			6:00:12		Prostoj - zadej kód							
8	0	11.12.2023	Ranní	6:00:12	6:41:29	0:41:17	Prostoj - zadej kód	010	Rozjezd výroby	NEPLÁNOVANÝ	Operátor		Operátor	
9	1	11.12.2023	Ranní	6:41:29	7:58:21	1:16:52	V provozu							
10	0	11.12.2023	Ranní	7:58:21	7:59:59	0:01:38	Prostoj - zadej kód	S2-2	Měření a úprava korekce	NEPLÁNOVANÝ	Operátor		Operátor	
11	1	11.12.2023	Ranní	7:59:59	9:32:23	1:32:24	V provozu							
12	0	11.12.2023	Ranní	9:32:23	9:34:42	0:02:19	Prostoj - zadej kód	05	Technologické čištění	NEPLÁNOVANÝ	Operátor		Operátor	
13	1	11.12.2023	Ranní	9:34:42	10:12:55	0:38:13	V provozu							
14	0	11.12.2023	Ranní	10:12:55	10:15:52	0:02:57	Prostoj - zadej kód	E2	Seřízení měřicí sondy	NEPLÁNOVANÝ	Technik KMS		Technik KMS	
15	1	11.12.2023	Ranní	10:15:52	10:58:36	0:42:44	V provozu							
16	0	11.12.2023	Ranní	10:58:36	11:04:02	0:05:26	Prostoj - zadej kód	06	Porucha	NEPLÁNOVANÝ	Operátor		Operátor	
17	0	11.12.2023	Ranní	11:04:02	11:13:24	0:09:22	Prostoj - zadej kód	09-1	Identifikace poruchy	NEPLÁNOVANÝ	Zapíš ručně!	Vedoucí směny	Vedoucí směny	
18	0	11.12.2023	Ranní	11:13:24	11:39:38	0:26:14	Prostoj - zadej kód	09-2	Oprava poruchy	NEPLÁNOVANÝ	Zapíš ručně!	Technolog	Technolog	
19	1	11.12.2023	Ranní	11:39:38	12:57:46	1:18:08	V provozu							
20	0	11.12.2023	Ranní	12:57:46	12:59:48	0:02:02	Prostoj - zadej kód	C1	Výměna nástroje	NEPLÁNOVANÝ	Operátor		Operátor	
21	1	11.12.2023	Ranní	12:59:48	13:57:05	0:57:17	V provozu							
22	0	11.12.2023	Ranní	13:57:05	13:59:05	0:02:00	Prostoj - zadej kód	P1	Provozní úklid	PLÁNOVANÝ	Operátor		Operátor	
23	1	11.12.2023	Ranní	13:59:05	15:01:09	1:02:04	V provozu							
24	0	11.12.2023	Odpolední	15:01:09	15:02:31	0:01:22	Prostoj - zadej kód	03	Měření a úprava korekce	NEPLÁNOVANÝ	Operátor		Operátor	
25	1	11.12.2023	Odpolední	15:02:31	15:55:26	0:52:55	V provozu							
26	0	11.12.2023	Odpolední	15:55:26	15:57:13	0:01:47	Prostoj - zadej kód	C1	Výměna nástroje	NEPLÁNOVANÝ	Operátor		Operátor	

**PŘÍLOHA P VII: ZPRACOVANÝ VÝSTUP DAT Z MONITORINGU  
POMOCÍ EXCELOVÉ APLIKACE (VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)**

PRACOVÍŠTĚ		ANALYZOVÁNO OD - DO		DOSTUPNOST	90,20%		
<b>1/1</b>		Analyzováno od:	08.01.2024	<b>ZTRÁTY DOSTUPNOSTI</b>	<b>9,80%</b>		
		Analyzováno do:	26.01.2024				
KAT.	KÓD PROSTOJE	PROSTOJ / V PROVOZU		CELKOVÝ ČAS	PODÍL NA CELKOVÉM ČASE	ČETNOST	PRŮMĚR
		<b>V provozu</b>		317:50:23	88,29%	617	0:30:54
P	T1	Týdenní údržba		6:02:15	1,68%	3	2:00:45
P	P1	Provozní úklid		1:35:14	0,44%	45	0:02:07
N	O1-1	Čekání na seřízení		0:15:21	0,07%	1	0:15:21
N	O1-2	Počátek seřízení		2:00:59	0,56%	1	2:00:59
N	O1-3	Uvolnění		0:30:12	0,14%	1	0:30:12
N	O1-4	Uvolněno		0:14:32	0,07%	1	0:14:32
N	O2	Výměna nástroje		3:33:20	0,99%	102	0:02:05
N	O3	Měření a úprava korekce		0:12:42	0,06%	8	0:01:35
N	O5	Technologické čištění		1:21:31	0,38%	52	0:01:34
N	O6	Porucha		1:05:24	0,30%	5	0:13:05
N	O9-1	Identifikace poruchy		1:03:45	0,30%	5	0:12:45
N	O9-2	Oprava poruchy		7:09:48	1,99%	5	1:25:58
N	O7-2	Výpadek elektřiny		1:02:25	0,29%	1	1:02:25
N	O10	Rojezd výroby		1:02:03	0,29%	3	0:20:41
N	O11	Dosažený počet neshod		0:41:51	0,19%	13	0:03:13
N	S1-1	Výměna nástroje		2:36:12	0,72%	74	0:02:07
N	S1-2	Měření a úprava korekce		0:41:12	0,19%	27	0:01:32
N	S1-3	Technologické úprava		0:35:02	0,16%	7	0:05:00
N	S2-1	Výměna nástroje		1:41:00	0,47%	54	0:01:52
N	S2-2	Měření a úprava korekce		0:33:14	0,15%	23	0:01:27
N	S2-3	Technologické úprava		0:31:14	0,14%	6	0:05:12
N	C1	Výměna nástroje		1:21:00	0,38%	40	0:02:01
N	C2	Měření a úprava korekce		0:49:12	0,23%	32	0:01:32
N	C3	Technologické úprava		0:38:16	0,18%	8	0:04:47
N	C4	Údržba sondy		1:40:58	0,47%	47	0:02:09
N	E1	Chyba při měření		0:54:51	0,25%	26	0:02:07
N	R1	Chybné uchycení kusu		2:16:04	0,63%	46	0:02:57
<b>Cellkově naměřený čas:</b>				<b>360:00:00</b>			

## PŘÍLOHA P VIII: MODUL MONITORING NA ODVÁDĚCÍM TERMINÁLU (VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

Odvádění

Odvádění

Kontrola

Kontrola palet

Monitoring

Docházka

Konec

PRACOVIŠTĚ 1/2	OPERÁTOR	POMOČNÝ DÉLNÍK	Přihlášení	Poznámka	Zahájení Výrobní operace	Změna tiskárny Pozastavení operace
FIRMA	NÁZEV VÝROBKU	ČÍSLO VÝKRESU	NÁZEV MATERIÁLU	ČÍSLO MATERIÁLU	KÓD MATERIÁLU	OPERACE
PRVNÍ PŘÍKAZ 488	ZADANÉ KS 1440 / 1440	SPLNĚNO KS 198	ZBÝVÁ KS <b>1246</b>	NESHODY 35 / 60 / 95	AKTUÁL KS / NORMA <b>80</b> / 220	ČAS CYKLU 121 s
NESHODA MATERIÁLU <b>2 / 2</b>	NESHODA MIPEXA <b>0 / 0</b>	HOTOVÉ VÝROBKY OBAL <b>192 / 480</b>	MATERIÁL AKTUÁLNÍ OBAL <b>421 / 500</b>	MATERIÁL AKTUÁLNÍ SARŽE 14L3-4623	MATERIÁL PŘÍPRAVA OBAL 0	MATERIÁL PŘÍPRAVA SARŽE
VRSTVA 48 / 48    4 / 10		QR KÓD P074813	POZICE DOPRAVNÍK 4	QR KÓD		

Vykázat

Oprava

Náhled IL

Tisk IL

Zpětný tisk IL

Vykázat

Převod neshody

Tisk IL

Zpětný tisk IL

Načíst obal

Pozastaveno

Upravit množství

Tisk IL

Pozastaveno

Převod neshody

Načíst QR

Převod do AKTUÁLNÍ

Pozastaveno

1.

---

Monitoring

Odvádění

Kontrola

Kontrola palet

Monitoring

Docházka

Konec

VYNUCENÝ PROSTOJ

VYPNOUT MONITORING

1	<b>PROSTOJ: 10:24:34 - 10:26:32 (00:01:58)</b>
2	<b>PROSTOJ: 10:48:00 - 10:51:00 (00:03:00)</b>
3	<b>PROSTOJ: 10:58:30 - 11:00:00 (00:01:30)</b>
4	<b>PROSTOJ: 11:26:20 - 11:28:20 (00:02:00)</b>
5	<b>PROSTOJ: 12:05:25 - 12:35:25 (00:30:00)</b>
6	<b>PROSTOJ: 13:41:15 - 13:47:15 (00:06:00)</b>

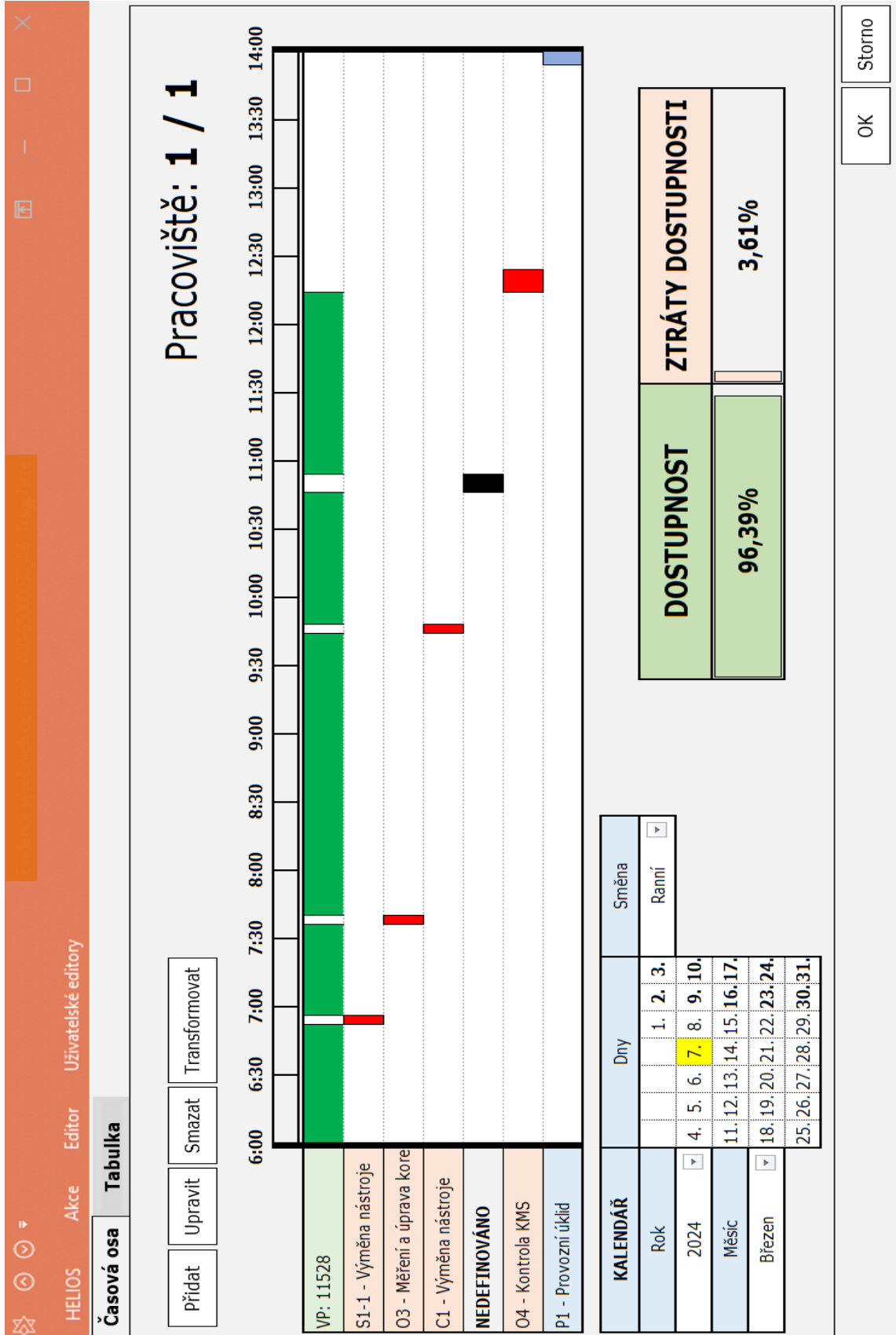
2.







# PŘÍLOHA P XI: ZÁLOŽKA S ČASOVOU OSOU PROSTOJŮ V ERP HELIOS (VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)





# PŘÍLOHA P XII: ZÁLOŽKA S TABULKOU PROSTOJŮ V ERP HELIOS (VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

Pracoviště	Datum	Směna	Čas od	Čas do	Čas	Prostoj / VP	Typ prostoje / V provozu	Zadal	
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	6:00:00	6:55:02	0:55:02	VP: 11528	V PROVOZU	
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	6:55:02	6:57:12	0:02:10	S1-1 - Výměna nástroje	NEPLÁNOVANÝ	Operátor 1
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	6:57:12	7:38:21	0:41:09	VP: 11528	V PROVOZU	
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	7:38:21	7:42:41	0:04:20	O3 - Měření a úprava korekce	NEPLÁNOVANÝ	Operátor 1
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	7:42:41	9:45:56	2:03:15	VP: 11528	V PROVOZU	
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	9:45:56	9:47:25	0:01:29	C1 - Výměna nástroje	NEPLÁNOVANÝ	Operátor 1
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	9:47:25	10:45:10	0:57:45	VP: 11528	V PROVOZU	
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	10:45:10	10:47:11	0:02:01	NEDEFINOVÁNO	NEDEFINOVÁNO	NEDEFINOVÁNO
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	10:47:11	12:15:59	1:28:48	VP: 11528	V PROVOZU	
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	12:15:59	12:23:12	0:07:13	O4 - Kontrola KMS	NEPLÁNOVANÝ	Operátor 1
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	12:23:12	13:57:03	1:33:51	VP: 11528	V PROVOZU	
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Ranní	13:57:03	14:00:00	0:02:57	P1 - Provozní úklid	PLÁNOVANÝ	Operátor 1
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Odpolední	14:00:01	16:23:47	2:23:46	VP: 11528	V PROVOZU	
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Odpolední	16:23:47	16:30:21	0:06:34	O6 - Porucha	NEPLÁNOVANÝ	Operátor 2
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Odpolední	16:30:21	16:41:21	0:11:00	O9-1 - Identifikace poruchy	NEPLÁNOVANÝ	Operátor 2
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Odpolední	16:41:21	16:59:54	0:18:33	O9-2 - Oprava poruchy	NEPLÁNOVANÝ	Operátor 2
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Odpolední	16:59:54	21:57:38	4:57:44	VP: 11528	V PROVOZU	
<input type="checkbox"/>	1 / 1	07.03.2024	Odpolední	21:57:38	22:00:00	0:02:22	P1 - Provozní úklid	PLÁNOVANÝ	Operátor 2

OK Storno