

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STROJNÍ**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**NÁVRH POSTUPU HODNOCENÍ  
PŘIPRAVENOSTI PODNIKU NA  
ZAVÁDĚNÍ APS**

**2024**

**ALEX MICHL**

# ZADÁNÍ



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Michl** Jméno: **Alex** Osobní číslo: **484016**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávací katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**  
Studijní program: **Řízení průmyslových systémů**  
Specializace: **Bez specializace**

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Návrh postupu hodnocení připravenosti podniku na zavádění APS**

Název diplomové práce anglicky:

**Creation of a Process for Evaluating a Company's Readiness to Implement APS**

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod – zdůvodnění zadání, cíle a úkoly práce
2. Teoretická část – výrobní management a jeho SW podpora, podnikové informační systémy pro výrobní podniky a jejich implementace, APS systémy, metody hodnocení datové a procesní připravenosti
3. Praktická část – návrh hodnotícího postupu, návrh a definování hodnotících kritérií požadavků pro implementaci APS, stanovení metody vyhodnocování, aplikace postupu na vybraných výrobních podnicích
4. Závěry a doporučení

Seznam doporučené literatury:

1. KRAJEWSKI, Lee, Naresh MALHOTRA a Larry RITZMAN. Operations Management: Processes and supply chains [online]. 13th. Ohio: Case Western Reserve University, 2021. ISBN 978-1-292-40994-8.
2. GÁLA, Libor, Jan POUR a Zuzana ŠEDIVÁ. Podniková informatika. 2., přeprac. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2615-1.
3. SODOMKA, Petr a KLČOVÁ, Hana. Informační systémy v podnikové praxi. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 2010. 501 s. ISBN 978-80-251-2878-7.
4. MAUERGAUZ, Yuri. Advanced Planning and Scheduling in Manufacturing and Supply Chains [online], Springer International Publishing AG, 2016. ISBN 978-3-319-27521-5.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**doc. Ing. Jan Horejc, Ph.D. ústav řízení a ekonomiky podniku FS**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

**Ing. Pavel Scholz ústav řízení a ekonomiky podniku FS**

Datum zadání diplomové práce: **16.10.2023** Termín odevzdání diplomové práce: **16.02.2024**

Platnost zadání diplomové práce: **30.09.2024**

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Jan Horejc, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
Ing. Miroslav Žilka, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## Prohlášení o autorství

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v práci.

V diplomové práci jsem použil údaje o postupech a nástrojích firmy Merica s.r.o., která s jejich zveřejněním souhlasí.

V Praze dne

.....

Podpis studenta

## Poděkování

Tímto bych chtěl upřímně poděkovat vedoucímu práce Ing. Pavlu Scholzovi za vstřícnost, oporu, ochotu a rady k tvorbě této práce. Jeho lidskost a vedení této práce bylo pro mne velkou inspirací.

Chtěl bych také poděkovat Janu Mlejnskému z firmy Merica s.r.o. za pomoc a rady při vytváření praktické části této práce. Děkuji mu za čas, který mi věnoval a za ochotu pomáhat nad rámec požadavků.

# Anotace

Diplomová práce se zaměřuje na návrh postupu hodnocení připravenosti podniků na zavedení APS. V teoretické části jsou čtenáři seznámeni s problematikou výrobního managementu, informačních systémů a implementací samotného APS systému. Poznatky z teoretické části jsou následně využity pro návrh postupu hodnocení připravenosti podniku. Navržený postup bude sloužit ve firmě Merica s.r.o. jako nástroj pro systematické vyhodnocování připravenosti podniků na zavádění APS Fabrio. Postup se skládá z dotazníku, hodnotícího modelu a grafického výstupu. Navržený postup je na závěr aplikován na 3 reálných výrobních podnicích a výsledky z výstupu jsou analyzovány.

**Klíčová slova:** Informační systémy, Implementace systému, APS, Pokročilé plánování a rozvrhování výroby, Hodnotící model

# Annotation

The aim of this paper is to develop a process for evaluating the readiness of companies to implement APS. In the theoretical part the readers are introduced to the issues of production management, information systems and implementation of the APS system itself. The knowledge from the theoretical part is then used to develop the evaluation process. The developed procedure will be used in Merica s.r.o. as a tool for systematic evaluation of the readiness of companies for the implementation of APS Fabrio. Finally, the developed procedure is applied to 3 real production companies and the results from the output are analyzed.

**Keywords:** Information systems, System implementation, APS, Advanced planning and scheduling, Evaluation model

# Seznam zkratek

APS – Advanced Planning and Scheduling  
SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats  
TQM – Total Quality Management  
WCM – World Class Manufacturing  
JIT – Just in Time  
MRP – Material Requirements Planning  
BPM – Business Process Management  
ERP – Enterprise Resource Planning  
CIM – Computer-integrated Manufacturing  
M2M – Machine to Machine  
DNN – Deep Neural Network  
TPS – Toyota Production System  
TPM – Total Productive Maintenance  
IoT – Internet of Things  
IT – Information Technology  
TPV – Technická Příprava Výroby  
CAD – Computer-aided Design  
PDM – Production Data Management  
ECO – Engineering Change Order  
SCM – Supply Chain Management  
MES – Manufacturing Execution System  
DNC – Direct Numerical Control  
CNC – Computer Numerical Control  
QR – Quick Response  
PLM – Product Lifecycle Management  
WMS – Warehouse Management System  
VZV – Vysokozdvížený vozík  
B2B – Business to Business  
B2C - Business to Customer  
SCP – Supply Chain Planning  
CMMI – Capability Maturity Model Integration  
KPI – Key Performance Indicator  
APICS – Association for Supply Chain Management  
RACI – Responsible, Accountable, Consulted, Informed

PDF – Portable Document Format

CSV – Comma-separated Values

MS – Microsoft

# Obsah

Úvod .....	10
1 Výrobní management.....	12
1.1 Problematika výrobního managementu.....	12
1.2 Strategický výrobní management.....	12
2 Moderní metody řízení výroby .....	14
2.1 Toyota production system (TPS).....	15
2.2 Total productive maintenance (TPM).....	15
2.3 World Class Manufacturing (WCM).....	16
2.4 Industry 4.0 .....	16
2.5 Shrnutí.....	20
3 Procesy ve výrobním podniku .....	21
3.1 Prodejní objednávky .....	21
3.2 Technická příprava výroby (TPV).....	21
3.3 Nákupní objednávky .....	23
3.4 Výrobní kooperace .....	24
3.5 Proces výroby.....	24
3.6 Sklady .....	25
4 Informační systémy.....	26
4.1 ERP systémy .....	26
4.1.1 Jak ERP fungují? .....	26
4.1.2 Typy nasazení ERP.....	27
4.1.3 Funkcionality ERP pro strojírenství .....	28
4.2 SCM.....	29
4.2.1 Atributy SCM .....	30
4.3 MES systémy .....	31
4.3.1 Funkcionality MES .....	32
4.4 WMS systémy .....	33
5. APS systémy .....	35
5.1 Funkcionality APS systému .....	35
5.2 Hlavní výhody APS systému.....	37
5.3 Hlavní nevýhody APS systému .....	38
6 Implementace APS systému.....	39
7 Metody hodnocení připravenosti .....	41
7.1 Metoda hodnocení CMMI.....	41
7.2 Studie hodnocení připravenosti na APS .....	44
7.3 Shrnutí.....	47
Praktická část.....	47
8 Představení společnosti.....	47



9 Představení systému.....	47
10 Návrh hodnotícího postupu.....	51
11 Dotazník pro podniky .....	51
11.1 Využití dotazníku.....	52
11.2 Rozdělení otázek v dotazníku.....	52
11.3 Otázky v dotazníku.....	53
11.3.1 Obecné dotazy .....	53
11.3.2 Prodejní objednávky .....	54
11.3.3 Technická příprava výroby (TPV) .....	56
11.3.4 Nákupní objednávky.....	59
11.3.5 Kooperační objednávky .....	60
11.3.6 Proces výroby .....	62
11.3.7 Lidské zdroje .....	64
11.3.8 Sklady.....	65
11.4 Export výstupu z dotazníku .....	66
12 Návrh metody vyhodnocování a výstupu.....	67
12.1 Menu .....	67
12.2 Bodové ohodnocení otázek a výběr kritických otázek .....	68
12.3 Bodový výstup odpovědí z dotazníku .....	69
12.4 Bodový výstup jednotlivých oblastí .....	70
12.5 Grafický výstup.....	71
12.6 Návod .....	74
13 Aplikace hodnotícího postupu na vybraných výrobních podnicích .....	75
13.1 Aplikační podnik 1 .....	76
13.2 Aplikační podnik 2 .....	78
13.3 Aplikační podnik 3 .....	81
Závěr.....	84
Zdroje.....	86
Seznam obrázků.....	89
Seznam tabulek.....	90
Seznam grafů .....	91
Seznam příloh.....	92

# Úvod

Výrobní podniky jsou stále více tlačeny k zefektivňování a k přesnému plánování svých procesů, aby obstály na vysoce konkurenčních trzích. Stále více podniků tak začíná využívat nástroje, jako jsou sofistikované informační systémy a nástroje pro pokročilé plánování a rozvrhování nejenom výrobních, ale i dalších podnikových procesů. Jedním z takových nástrojů je i APS (Advanced planning and scheduling) systém Fabrio od české firmy Merica s.r.o., který se využívá k pokročilému plánování a rozvrhování výroby (APS). Před implementací softwaru do podniku je však zapotřebí zjistit, zda je daný podnik dostatečně připraven na samotnou implementaci a využívání softwaru. Právě fáze analýzy připravenosti podniku bývá často velmi časově náročná. Je dále vyžadován sběr rozsáhlého množství informací o různých podnikových oblastech.

Cílem této diplomové práce je tak navrhnout postup hodnocení připravenosti podniku na zavedení APS systému do výroby. Vytvořený postup by měl vnést do hodnocení připravenosti podniků systémovost a měl by usnadnit a urychlit celkové posouzení připravenosti podniku na implementaci softwaru. Dílčími úkoly jsou návrh dotazníku, tvorba hodnotícího modelu a testování na reálných podnicích.

Teoretická část práce nejprve popisuje problematiku výrobního managementu jako takového. Zaměřuje se na obecné problémy výrobního managementu a na možná řešení těchto problémů. Kapitola Moderní metody řeší klíčové podnikové problémy jako: efektivita, snižování plýtvání, digitalizace, maximální využití kapacit, využívání softwarů a nových technologií. Následuje kapitola „Procesy ve výrobním podniku“, tato kapitola je věnována popisu vzájemných vazeb mezi podnikovými procesy a jejich možném výstupu do APS. V další kapitole jsou představeny vybrané klíčové informační systémy, jejichž cílem je zvyšování efektivity podnikových procesů. Kapitoly 5 a 6 se potom věnují samotnému systému APS a implementaci tohoto systému do podniku. Poslední kapitola teoretické části práce je pak zaměřena na metody hodnocení připravenosti podniku na implementaci moderních nástrojů.

Praktická část se věnuje návrhu postupu hodnocení připravenosti podniků na implementaci APS. Postup hodnocení je vytvořen pro firmu Merica s.r.o., která jej bude využívat při hodnocení připravenosti nových zákazníků na implementaci jejich APS systému Fabrio. V praktické části je nejprve představena společnost Merica s.r.o. a její systém APS Fabrio. Následuje pak samotný návrh hodnotícího postupu. První částí tohoto postupu je dotazník pro zákazníky, který se zabývá jednotlivými procesy ve firmě

a připraveností těchto procesů. Otázky v dotazníku jsou pak v této kapitole rovněž blíže popsány. Druhou částí je výstup a hodnocení odpovědí v hodnotícím modelu v MS Excel, který byl vytvořen za účelem přiřazení vah odpovědí k jednotlivým otázkám a k vytvoření grafického výstupu pro jednotlivé zákazníky. Na závěr byl vytvořený model testován na vybraných výrobních podnicích a výsledky z něj analyzovány a popsány.

# 1 Výrobní management

## 1.1 Problematika výrobního managementu

V dnešní době globalizace, rychlých změn a neustálého posunu a zlepšování výrobků a služeb, je na podniky vyvíjen stále větší tlak od konkurence. Tlak je vyvíjen na společnosti nejen ze strany konkurence a dodavatelských řetězců, ale také ze strany zákazníků. Podniky tak hledají nové formy inovací. Jedním z hlavních cílů je dosažení co největší efektivity výroby a řízení podniku. [1]

Výrobní management se zabývá právě těmito problémy, jeho cílem je efektivní řízení výrobního systému a zajištění konkurenční výhody.

## 1.2 Strategický výrobní management

Smyslem strategického managementu je neustálé zlepšování a zefektivňování výroby. Cílem je vytvořit konkurenční výhodu, kterou podnik může využít k vybudování lepší pozice na trhu. Právě při vytváření strategického plánu se často uvažuje o využití plánovacích systémů, které mohou zlepšit efektivitu výroby a dokáží zlepšit kontrolu nad celým procesem.

Pro samotné vytvoření strategie a strategického plánu je nutná dostatečně široká analýza, která by měla zahrnovat:

- analýzu nadřazené podnikové strategie, kde budou obsaženy základní rozvojové směry a strategické cíle;
- analýzu současné výrobní strategie nebo výrobního systému;
- následné shrnutí analýzy, nejlépe ve formě SWOT analýzy.

Hlavní postavení zde představuje zejména strategie výroby, která je úzce spjatá s výrobním managementem. Právě výrobní management výrazně ovlivňuje řadu dalších strategických záměrů a cílů podniku.

Základními body strategického managementu výroby, který má za cíl přinést konkurenční výhodu jsou:

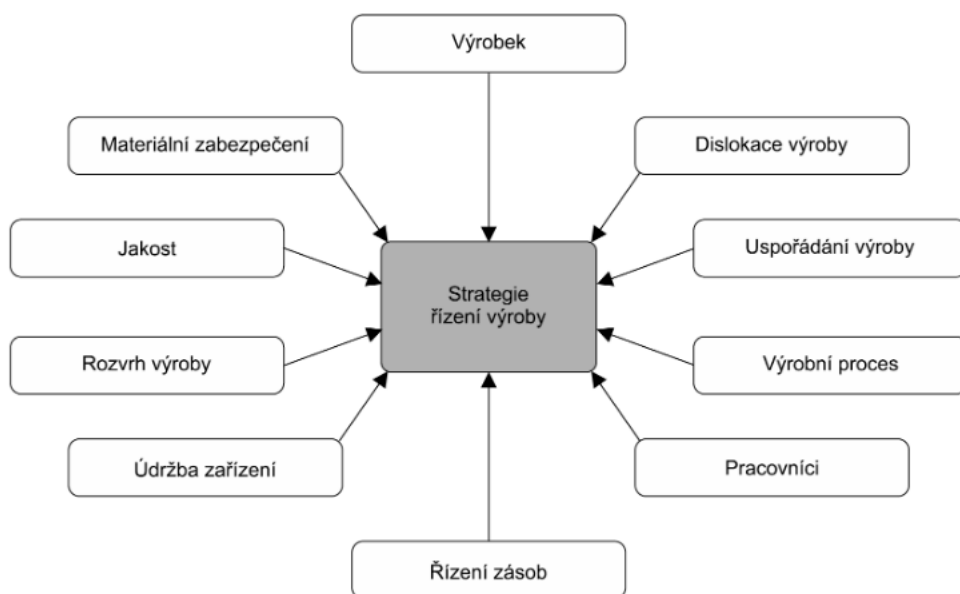
- strategie vývoje nových produktů, které by měly být konzultovány v týmové spolupráci s inženýringem nebo se zákazníkem;
- strategie nalezení nových zákazníků, tržních segmentů a trhů samotných;
- strategie vytvoření odbytových cest, s využitím zásad distribuční logistiky;

- strategie využití nových technologií ve výrobním procesu a využití softwarů pro jeho řízení;
- budování konkurenčních předností.

Strategický management také musí počítat s řadou vlivů, které mají dopad na jeho plánování. Na tyto vlivy je potřeba reagovat, aby byla zachována konkurenční výhoda. Mezi tyto vlivy patří:

- globální konkurence – obecný nárůst konkurence vlivem globálního trhu;
- deficit v rámci řešení výrobních strategií – široký výrobní program, málo specializovaný podnik, nedostatečně odvážné cíle;
- totální řízení kvality (TQM) – celkové zlepšování kvality výrobního procesu;
- nedostatek pružnosti – neschopnost rychlého přizpůsobení požadavkům zákazníků, nepřipravenost výrobního procesu na individuální požadavky;
- krátké termíny – požadavky na obecnou rychlost vyřizování požadavků v podniku, dodávky just in time;
- rychlé zastarávání technologií – rychlý vývoj nových technologií a jejich implementace;
- zapojování operátorů do rozhodovacího procesu – předání části pravomocí a rozhodování na nižší stupně v operativním řízení;
- ochrana životního prostředí – výrobní podnik se musí snažit snižovat dopady na životní prostředí, neboť blízkce souvisí s dlouhodobým růstem a vývojem společnosti.

Strategický management vychází z podnikové strategie a je zapotřebí, aby zohledňoval strukturu a komponenty ovlivňující daný výrobní proces. Jednotlivé komponenty jsou zobrazeny na Obrázku 1.



Obrázek 1: Komponenty výrobního strategického managementu [1]

Vlivy a tlak konkurence na podniky je vede ke zdokonalování výrobních systémů a jejich řízení. Často bývá cílem dosažení standardu *World Class Manufacturing* (WCM). Jeho základem je jasně daný strategický výrobní management, který musí být podporován:

- řízením výrobních procesů například: TQM, JIT, MRP, APS, nebo BPM;
- podnikovými informačními systémy (ERP);
- výrobními technologiemi – CIM, M2M, DNN.

Řízení výrobního procesu, dosažení cílů a celková transformace vstupů na výstupy se bez využívání těchto informačních technologií již těžko obejde. Již při tvorbě strategie je tedy nutné počítat se zakomponováním těchto technologií v podniku. Je ale také nutné brát v potaz, že právě tyto technologie pak mohou pomoci při dalším vývoji podniku a plněním cílů strategického plánu. [1] [35]

Nástroje jako moderní metody řízení výroby jsou důležité ke správnému fungování výrobního procesu. Právě moderní metody řízení výroby nám dávají přesnější podklad pro možné využití technologií, které lze při realizaci cílů využít. K samotné realizaci těchto cílů pak napomáhají softwary pro řízení výrobního procesu.

## 2 Moderní metody řízení výroby

Pro efektivní řízení celého procesu slouží moderní metody řízení výroby, které mají za cíl snížit plýtvání a zajistit kvalitní a propojený systém. Tyto metody se pak

v praxi často aplikují za využití informačních systémů a systémů pro řízení výroby. Právě APS systémy jsou pak jedním z příkladů systémů pro řízení výroby, díky APS dokáží podniky využívat kapacitu výroby a redukovat prodlevy ve výrobě.

## 2.1 Toyota production system (TPS)

Toyota production system dále jen TPS. Jedná se o ucelený technický a sociální systém, který byl postupně vyvinut v 50. letech v Japonsku společností Toyota. Systém se také často označuje jako předchůdce štíhlé výroby. Mnohé důvody, jako byla ropná krize, tlak ze strany konkurence a špatná ekonomická situace Japonska po druhé světové válce, vedly Toyotu k zamyšlení se nad novými způsoby zefektivnění výroby. Při snaze o zefektivnění výroby, byly identifikovány 3 hlavní cíle. [2]

Tyto tři hlavní cíle TPS jsou:

1. Maximálně využít kapacitu výroby.
2. Snížit jakékoliv prodlevy a výpadky výroby.
3. Eliminovat plýtvání.

Právě TPS přineslo mnoho dnes hojně využívaných metod a myšlenek, jejichž cílem je neustálé zlepšování výroby a podniku jako celku. Mezi 2 hlavní pilíře metod využívaných k dosahování cílů TPS můžeme zařadit výrobu just-in-time, kdy podnik vyrábí pouze poptávané množství a v určeném čase, dle požadavků zákazníka. A druhý pilíř automatizace výroby se zásahy člověka, který má za cíl maximálně využít automatizovanou výrobu, zlepšit kvalitu výrobků a snížit plýtvání. [2]

## 2.2 Total productive maintenance (TPM)

Total productive maintenance, dále jen TPM, je přístup k údržbě, který byl vyvinut a využíván v poválečném Japonsku a USA. Jedná se o metodu, která má za cíl předcházet prodlevám kvůli poruchám strojů. Dostává do popředí preventivní a prediktivní údržbu strojů. Jednou z hlavních inovací je, že dává větší zodpovědnost přímo operátorům strojů, kteří mají za úkol vykonávat úlohy běžné údržby. Druhou velkou inovací je sledování celkové efektivity stroje a průměrného času mezi poruchami. Díky těmto ukazatelům dostává podnik lepší představu o výrobě. [3]

TPM stojí na 8 hlavních pilířích. Hlavní pilíře, které souvisí s touto prací jsou:

1. Vzdělávání a zaučování zaměstnanců – Je zapotřebí vytvořit komplexní zaškolení pracovníka a ujistění se, zda ovládá svou práci. TPM také dává důraz na porozumění práci a osvojení si všech potřebných znalostí na nové

pozici a s novými systémy. S nedostatečně zaškoleným pracovníkem nemůže podnik úspěšně aplikovat metody TPM.

2. Plánovaná údržba – Plánovaná údržba má za cíl odhalit zdroje poruch u strojů a následně implementovat opatření, která tyto zdroje poruch odstraní.
3. Podpůrné systémy – V podniku je mnoho středisek, které řeší své problémy a poruchy. TPM má za cíl tyto problémy vyřešit, ale také zajistit předávání informací mezi středisky. S tím mohou pomoci softwary na řízení výroby, jako je například APS.

## 2.3 World Class Manufacturing (WCM)

World Class Manufacturing, dále již WCM, je manažerská ideologie, která má za cíl vyrábět co nejkvalitnější a nákladově nejefektivnější výrobky. WCM je v podstatě soubor hlavních zásad pro úspěšné fungování a řízení výrobní společnosti. Zaměřuje se na neustálé zlepšování výrobních procesů a systémů s cílem dosáhnout vynikající efektivity, kvality a spokojenosti zákazníků. Jak je již zřejmé, blíže souvisí s již dříve zmíněnými metodami/přístupy TPM a TPS. Jedná se o obecné spojení moderních přístupů řízení výroby. [4]

Hlavní principy WCM jsou:

1. Implementace štíhlé výroby a principu just-in-time – Obecně má za cíl snížit plýtvání ve výrobě, výrobních nákladů a dodat zákazníkovi zboží podle jeho požadavků a včas. Toho lze dosáhnout odstraněním všech výrobních procesů, které nepřinášejí hodnotu zákazníkovi.
2. Zavedení TPM.
3. Zavedení Total Quality Management – Total Quality Management je postaven na myšlence, že každý pracovník, od vedení až po pracovníky v první linii, se věnuje neustálému zlepšování výrobních procesů a vytváření vysoce kvalitních produktů.

## 2.4 Industry 4.0

Termín Industry 4.0 využívá výdobytků nové průmyslové revoluce a patří mezi jeden z nejoblíbenějších pojmů v akademických a průmyslových kruzích. Průmysl 4.0 hraje významnou roli ve strategii využití příležitostí digitalizace všech fází výroby a systémů služeb. Čtvrtá průmyslová revoluce je realizována kombinací mnoha fyzických a digitálních technologií, jako jsou: umělá inteligence, cloudové technologie, výpočetní technika, adaptivní robotika, rozšířená realita, aditivní výroba, internet věcí (IoT), APS



a další. Právě APS patří mezi jedny z klíčových prvků Industry 4.0, neboť propojuje výrobu s využitím moderních technologií a získávání dat z výroby. Bez ohledu na to, které technologie budou použity, hlavním účelem průmyslové transformace je zvýšit účinnost zdrojů a produktivitu a tím zvýšit konkurenceschopnost podniku. [5]

Jak je patrné ze zlepšení v oblasti řízení výroby a služeb, Industry 4.0 se zaměřuje na vytváření inteligentních a komunikativních systémů, včetně komunikace mezi stroji a interakce člověka se strojem. Nyní i v budoucnu se podniky musí zabývat zavedením efektivních řízení datových toků, které se opírají o získávání a vyhodnocování dat získaných z interakce mezi inteligentními systémy a stroji. [5]

Mezi hlavní principy, o které se opírá koncept Industry 4.0, můžeme identifikovat:

#### Decentralizace

První podmínkou decentralizace v Industry 4.0 je schopnost podniků a strojů činit vlastní rozhodnutí. Namísto využívání centrálních počítačů, nebo hierarchického předávání rozhodnutí, umožní operátorům a řídicím pracovníkům přímo na místě reagovat na změny. Tento princip poskytuje větší flexibilitu a usnadňuje využití odborných znalostí pracovníků. [6]

#### Virtualizace

Virtualizace úzce souvisí s virtuálními dvojčaty a propojením jednotlivých strojů. Data ze senzorů jsou propojena s virtuálními modely zařízení a simulačními modely. Lze tak vytvořit virtuální kopii reálného světa. Virtualizaci v Industry 4.0 lze využívat jako nástroj s vysokým potenciálem pro zvýšení efektivity práce, rychlé předávání srozumitelných informací z provozu a obecně jako nástroj pro usnadnění lidské práce. [6]

#### Interoperabilita

Jedná se o schopnost systémů vzájemně spolupracovat a využívat kooperaci. Tento systém zahrnuje inteligentní stroje a zařízení, které jsou schopny si autonomně vyměňovat informace, iniciovat akce a vzájemně se nezávisle řídit. Je zapotřebí, aby byl v podniku vzájemně kompatibilní a propojitelný software. [6]

#### Modularita

Princip modularity zahrnuje modulární systémy, které mohou být flexibilně přizpůsobovány měnícím se požadavkům, díky výměně nebo rozšíření jednotlivých výrobních modulů, což výrazně usnadňuje přidávání nebo odebrání modulů. Modulární

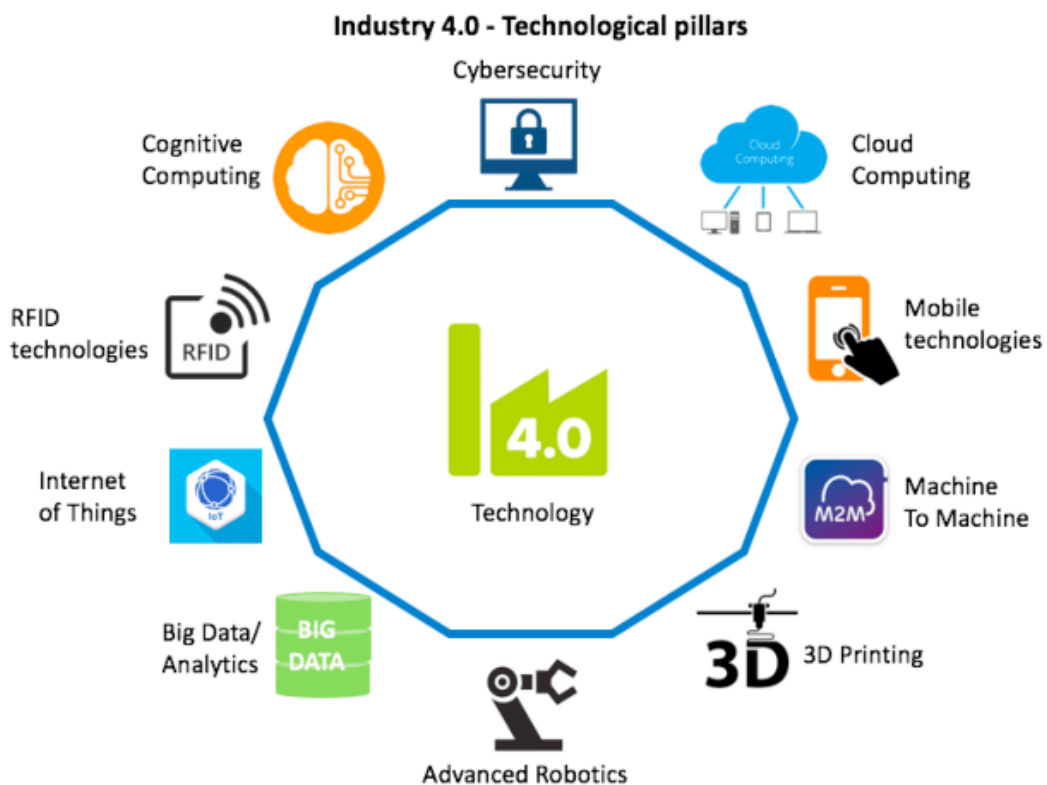
systemy tak mohou být jednoduše přizpůsobeny sezónním výkyvům, nebo změnám ve výrobě. [6]

#### Schopnost rozhodování v reálném čase

Jde o schopnost sbírat data ze senzorů a systémů ve výrobě a posílat tato data v reálném čase do systému, kde se již dají dále analyzovat nebo vizualizovat. Díky tomuto propojení pak podnik může ihned reagovat na změny a požadavky ve výrobě, což minimalizuje prodlevy, plýtvání a nesprávné využívání zdrojů. [6]

#### Orientace na služby

Princip orientace na služby představuje možnost přístupu ke službám, produktům a informacím prostřednictvím virtuálních a digitálních platform, které jsou kdykoliv k dispozici. [6]



Obrázek 2: Technologické pilíře Industry 4.0 [36]

Tyto principy představují cíl Industry 4.0, je však nutné využívat všechny dostupné moderní technologie a principy, aby mohlo být dosaženo těchto cílů. Tyto moderní technologie jsou zobrazeny na Obrázku 2. Většina z nich je zaměřena na vzájemné propojení IT a výrobních technologií. Tyto technologie by měly napomoci dosažení vytyčených cílů. Bližší popis jednotlivých technologií:

1. **Kolaborativní roboti** – Kolaborativní roboti dokáží využívat výhody spolupráce s člověkem a není zapotřebí budovat ochranné klece. Kolaborativní roboti jsou vybaveni vysoce kvalitními snímači a jejich rychlost bývá omezena tak, aby byla zajištěna bezpečnost pracovníků.
2. **Rozšířená realita** – Rozšířenou realitu lze využívat v mnoha střediscích, pomáhá pracovníkům dodat více informací a lépe jim porozumět.
3. **Simulační modelování** – Díky simulacím může podnik zkoušet nové návrhy, procesy a systémy, bez nutnosti velkých investic a dlouhých příprav.
4. **Aditivní výroba** – Díky aditivní výrobě lze vytvářet komplexní objekty z 3D modelů, bez nutnosti velkých investic do nových strojů a přípravků. V dnešní době se 3D tisk využívá ve výrobě zejména na vytváření návrhů a prototypů nových výrobků.
5. **Vertikální a horizontální integrace** – Horizontální integrace souvisí s vnitropodnikovou integritou a je jejím základem. Zabývá se spoluprací na vysoké úrovni mezi několika společnostmi, nebo dceřinými společnostmi. Vertikální integrace je pak zaměřená na vnitropodnikovou integritu a je základem pro výměnu informací mezi různými úrovněmi podnikové hierarchie.
6. **Kybernetická bezpečnost** – Kybernetická bezpečnost je zodpovědná za ochranu informací uložených na zařízeních, nebo v síti.
7. **Internet věcí** – Pilíř Internet věcí se zabývá zejména propojením objektů v podniku k síti. Myšlenkou je zavedení senzorů, které zachytí data v reálném čase a zaznamená je do systému.
8. **Cloudové uložení** – Cloudová uložení umožňují dostupnou možnost ukládání dat a softwaru pro podniky. Umožňuje také větší pružnost podniku při zavádění nových systémů a u podnikových změn.
9. **Velká data** – Označuje se tak velké množství strukturovaných a nestrukturovaných dat, které vcházejí do systému z dostupných zdrojů, zařízení a senzorů. Tato data je často těžké analyzovat a dále je zpracovávat. Důležité tedy není mít maximální objem dat, ale mít taková data, které bude možné dále zpracovat a využít.
10. **Umělá inteligence** – V posledních letech došlo k velkému rozmachu této technologie. Z hlediska výrobního podniku je důležité zjistit, jakým způsobem lze tuto technologii prakticky využít. Nyní nelze bez rozsáhlé

odborné znalosti určit, v jakých všech odvětvích může umělá inteligence sloužit ve výrobních podnicích.

11. **Využití 5G** – Síť 5G zahrnuje softwarově definovanou architekturu, která umožňuje dynamické programování, které umožňuje poskytovat oddělené úrovně pro různé aplikace. Síť 5G a další vývoj je důležitý zejména u propojení jednotlivých strojů, kdy si stroje můžou předávat větší množství dat rychleji a může být připojených více strojů k jedné síti.  
[6]

## 2.5 Shrnutí

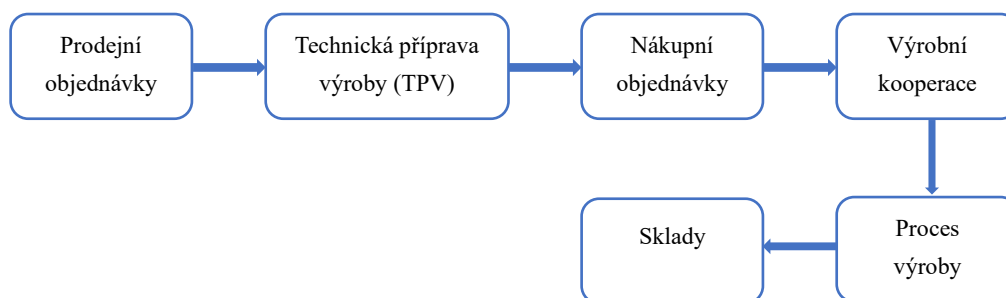
Obecně lze říci, že moderní metody řízení výroby mají za cíl zlepšit konkurenceschopnost podniku. Snaží se maximálně využít zdroje podniku, zefektivnit výrobu, zamezit plýtvání a získat maximální přehled o výrobě jako takové. Moderní technologie a metody řízení pomáhají naplňovat stanovené cíle. Naprostá většina těchto technologií je úzce provázána na software. Samotný software pomáhá naplňovat vytyčené cíle.

Software propojující jednotlivé stroje, procesy a podnikové celky je nezbytnou součástí dobře fungujícího moderního podniku, který chce maximalizovat vytváření přidané hodnoty u svých výrobních jednotek. Tato práce se pak zaměřuje na software pro řízení a plánování výroby, který využívá moderní technologie. Samotný APS systém pak využívá výše popsané metody a principy jako využívání moderních technologií (Velká data, Cloudová úložiště) a pomáhá zavedení principů jako je výroba just-in-time, snižování prodlev ve výrobě nebo maximalizace využití kapacity výroby.

Metody řízení výroby souvisí nejvíce se samotnými procesy ve výrobním podniku, jako jsou objednávky, příprava výroby a samotná výroba produktů. Pro správné převedení těchto metod do praxe je tak zapotřebí znát všechny související procesy ve výrobním podniku a na těchto procesech využívat ideologie moderních metod řízení výroby.

## 3 Procesy ve výrobním podniku

Tato kapitola se zaměří na podnikové procesy úzce spojené s výrobou, na které se bude pak dále navazovat v praktické části této práce. Samotný proces výroby je další částí, která musí odpovídat strategii podniku a ve které se využívají informační technologie. Celý proces od objednávky až po skladování hotových výrobků a jejich expedici úzce souvisí s funkcionalitami softwarů v podnikové praxi. Procesy jsou popisovány v této části tak, aby bylo možné informace k nim dále využít ve vytvářeném dotazníku.



Obrázek 3: Schéma výrobního procesu

### 3.1 Prodejní objednávky

Prodejní objednávka je prvním datovým vstupem do celého procesu ve výrobním podniku. Objednávka a požadavky zákazníka ovlivňují všechny následující procesy a je tak zapotřebí získat všechny potřebné informace a mít je zaznamenané v systému. Všechny tyto informace musí být aktuální a pravdivé.

Z hlediska plánování výroby pomocí APS je zapotřebí do systému zaznamenávat hlavně informace o požadovaném a potvrzeném termínu dodání a stav vyřízení objednávky a jednotlivých položek z objednávky. Tyto informace musí být při změnách aktualizované. Ostatní informace jako je cena dodávaného zboží, kontaktní údaje, popis prodávaných produktů atd. vstupují do ERP nebo účetních systémů. [7]

### 3.2 Technická příprava výroby (TPV)

Technická příprava výroby je komplexní proces, který v průmyslovém podniku zahrnuje činnosti zaměřené na přípravu technického a ekonomického řešení výroby. Cílem této přípravy je zajistit, aby výroba byla efektivní, kvalitní a ekonomicky výhodná. [8]

Kvalitní technická příprava výroby má řadu výhod. Jednou z hlavních výhod je, že pracovníkům usnadňuje pochopení výrobního postupu, protože je zpracován

v komplexní, ale zároveň přehledné a srozumitelné podobě, což vede k rychlejší a efektivnější práci. Může také pomáhat při vývoji nových výrobků a využití nových technologií.

Do APS mohou z TPV vstupovat informace jako výkresová dokumentace, napojení na kusovníky, technologické postupy, příprava strojů atd.

Rozsah a dělení technické přípravy výroby významně závisí na mnoha faktorech, jako jsou: technické vlastnosti výrobku, technologie používané ve výrobě, rozsah výroby, výrobní odvětví nebo ekonomické a organizační podmínky podniku. [9]

Vzhledem k praktické části se tato práce bude zaměřovat na základní dělení technické přípravy výroby a základní znaky těchto částí tak, aby základní charakteristika TPV odpovídala přípravě v podnicích, které využívají APS Fabrio.

Metodicky a prakticky dochází k následujícímu členění:

- a) Konstrukční příprava výroby;
- b) Technologická příprava výroby;
- c) Organizační příprava výroby.

#### Konstrukční příprava výroby

Konstrukční příprava výroby se zaměřuje zejména na konstrukční dokumentaci:

- Konstrukční výkresy (Obsahují rozměry součástí či sestav, tolerance, povrchové úpravy, materiály či způsoby uchycení.);
- Výkresy sestav (Představuje vzájemnou polohu jednotlivých dílů, způsob spojení, celkové prostorové požadavky a je k němu přiložený kusovník.);
- Kusovníky (Popisuje všechny díly, pod sestavy a výchozí materiály a jejich množství.);
- Pomocné výkresy pomůcek a přístrojů.

Zde je zapotřebí klást důraz zejména na znalosti zaměstnanců v podniku. Je zapotřebí, aby dokumentace obsahovala všechny potřebné informace, a aby zaměstnanci v podniku byli schopni tuto dokumentaci využívat při výrobě. [9]

#### Technologická příprava výroby

Cílem technologické přípravy je rozhodnout o vhodných postupech přeměn vstupních materiálů, polotovarů a dílů na konečný výrobek. Dále pak popisuje materiálovou, pracovní a kapacitní náročnost výroby.

V této části přípravy by měly být popsány zejména jednotlivé technologické operace, posloupnost technologických operací, potřebné nástroje, výrobní zařízení a jejich vlastnosti, jednotlivé pracoviště, normy a předpisy.

Z hlediska dokumentace tato příprava obsahuje:

- Pracovní postupy;
- Technologické návodky;
- Montážní schémata;
- Technické normy.

Je zde opět zapotřebí se zaměřit na znalosti zaměstnanců a uzpůsobit tak vhodné formát a obsah jednotlivých dokumentů. [9]

### Organizační příprava výroby

Poslední fází je organizační příprava výroby, která má za úkol vytvořit systém, ve kterém bude docházet ke správné spolupráci složek konstrukce, technologií a zaměstnanců. Řeší se zde otázky:

- Uspořádání výrobního procesu;
- Materiálové toky;
- Použití pomocných a dopravních zařízení;
- Zajištění materiálu;
- Kooperace;
- Zácvik a znalosti pracovníků.

## 3.3 Nákupní objednávky

Nákupní objednávky jsou nedílnou součástí výrobního procesu a velmi úzce souvisí se samotnou výrobou. Často tak nákupní objednávky vyřizuje samotné výrobní středisko. Nákupní objednávky by měly mít stejné náležitosti, jako prodejní objednávky. Je zapotřebí, aby všechny potřebné informace o nákupu byly zaznamenány v systému a byly aktuální a pravdivé.

Jedním z rozdílů oproti prodejním objednávkám je přímé propojení se skladem (většinou materiálu). Informace jako požadovaný a potvrzený termín dodání, označení a množství materiálu nebo výrobků vstupují ihned do APS a ERP a informace jako je cena dodávaného zboží nebo kontaktní údaje vstupují pouze do ERP nebo účetních systémů. Při převzetí je však nutné, aby byly tyto informace propojeny s informacemi na skladě

a přijatý materiál a zboží tak bylo možné sledovat a následně propojit k samotné výrobě. [10]

### 3.4 Výrobní kooperace

V kontextu práce se jedná o spolupráci mezi dvěma nebo více společnostmi za účelem sdílení zdrojů, odborných znalostí a schopností, s cílem zlepšit jejich výrobní procesy a dosáhnout vzájemných výhod. Zahrnuje spolupráci v různých aspektech výroby, včetně vývoje, designu, výroby a distribuce výrobků. [11]

Z hlediska informací, které vstupují do APS lze popsat kooperace jako objednávku, u které je potřeba zejména znát termíny objednání a dodání a zaznamenávat případně změny v objednávkách.

Podnik může využívat výrobní kooperace z mnoha důvodů, ovšem mezi hlavní patří:

#### Sdílení zdrojů a snížení nákladů

Spolupráce může pomoci snížit náklady zejména díky přístupu k novým znalostem, pracovníkům a strojům. Může také využít zvýšené kapacity výroby.

#### Získání přístupu na nové trhy

Díky spolupráci může podnik vstupovat na nové trhy díky již vytvořené distribuční síti, kontaktům a marketingovým zkušenostem kooperanta na daném trhu.

#### Vývoj nových výrobků a technologií

Díky spolupráci mohou podniky sdílet své zdroje pro výzkum a vývoj, což jim může pomoci rychleji a efektivněji vyvíjet nové výrobky a technologie.

#### Zlepšení kvality a konzistence

Spolupráce ve výrobě může pomoci zlepšit kvalitu a konzistenci výrobků sdílením osvědčených postupů a postupů kontroly kvality. [9]

Je však nutné počítat s možnou výraznou komplexností zavádění nových postupů, technologií a dodavatelských řetězců, zejména pak ve větších podnicích s již zaběhlou strukturou a postupy.

### 3.5 Proces výroby

Samotný proces výroby se výrazně liší v závislosti na výrobcích. Obecně existuje mnoho druhů výroby od zakázkové výroby, až po výrobu hromadnou. Každý typ výroby má svá specifika, která ovlivňují proces plánování. Procesu výroby předchází výše



zmíněné prodejní objednávky, technická příprava výroby a nákupní objednávky. Ve výrobě je vytvářena většina přidané hodnoty výrobků, kde jsou přetvářeny vstupní materiály na výstupy. Z hlediska plánování výroby a využití APS je samotný proces výroby nejdůležitější částí, kde lze výrazně snížit časové prodlevy a optimalizovat celý proces. Například v zakázkové výrobě lze optimalizovat pořadí výroby jednotlivých výrobků, nebo snížit přestavbové časy strojů.

Z hlediska plánování je zapotřebí, aby do výroby vstupovaly všechny potřebné informace z prodejních objednávek, přípravy výroby a nákupních objednávek. K přesnému plánování výroby je zapotřebí aby do systému vstupovaly informace jako: kusovníkové vazby, výrobní příkazy, jednotlivé výrobní operace a jejich pořadí, samotné stroje a vlastnosti těchto strojů, výrobní, přípravné a ukončovací časy a časy dokončení jednotlivých operací.

Na výstupu musejí být informace o zakázkách a výrobcích předávány do sekce Skladů. Výrobky jsou označeny informačními štítky, které přiřazují jedinečné číslo výrobku, který přechází do skladu.

### 3.6 Sklady

Sklady v podniku fungují jak při příjmu a zaskladnění materiálu a částí výrobků, tak poté před expedicí hotových výrobků. Materiál je předáván a kontrolován před vstupem do skladu. U výrobků jsou pak informace předávány přímo z výroby. Opět existuje mnoho typů skladů jako jsou: konsignační sklady, sklady hotové výroby, cross-docková centra, třídící střediska atd., každý sklad má opět svá specifika, která ovlivňují plánování.

Z hlediska plánování existují v oblasti skladů jistá specifika, jako je například minimální hladina zásob, znalost přesného místa uložení na skladě, nebo expirační doba položek na skladě. Tyto specifika pak zpětně mohou ovlivňovat výrobu a samotné plánování.

Stejně jako u předchozích procesů je zapotřebí aby informace o zaskladněných výrobcích byly aktuální a pravdivé. Je zapotřebí znát místo uložení a informace ke každému výrobku tak, aby bylo možné předat správný výrobek v danou chvíli dopravci a tento krok byl zaznamenán v systému. [12]

# 4 Informační systémy

## 4.1 ERP systémy

ERP systém je typ softwaru, který umožňuje efektivní plánování, řízení a koordinaci dostupných podnikových zdrojů a aktivit. Mezi hlavní funkcionality ERP softwaru patří integrování a automatizování klíčových procesů, dat a funkcí v podniku. [13]

ERP software většinou v podnicích funguje jako základní stavební kámen celého řízení podniku. Plně funkční ERP systém by měl obsahovat všechna dostupná data a informace o podniku, aby tak mohl tento systém poskytovat zdroje pravdivých a aktuálních informací pro celý podnik. Tento software poskytuje zdroje informací nejen přímo pracovníkům, ale i ostatním používaným softwarům v podnikovém systému, platí tedy, že pokud jsou chyby v ERP systému, nebo pokud využívá nekvalitní databáze, znehodnocuje tak i všechny ostatní používané softwary, které mají za úkol zvyšovat celkovou úroveň informačního systému a řízení podniku. [13] [14]

### 4.1.1 Jak ERP fungují?

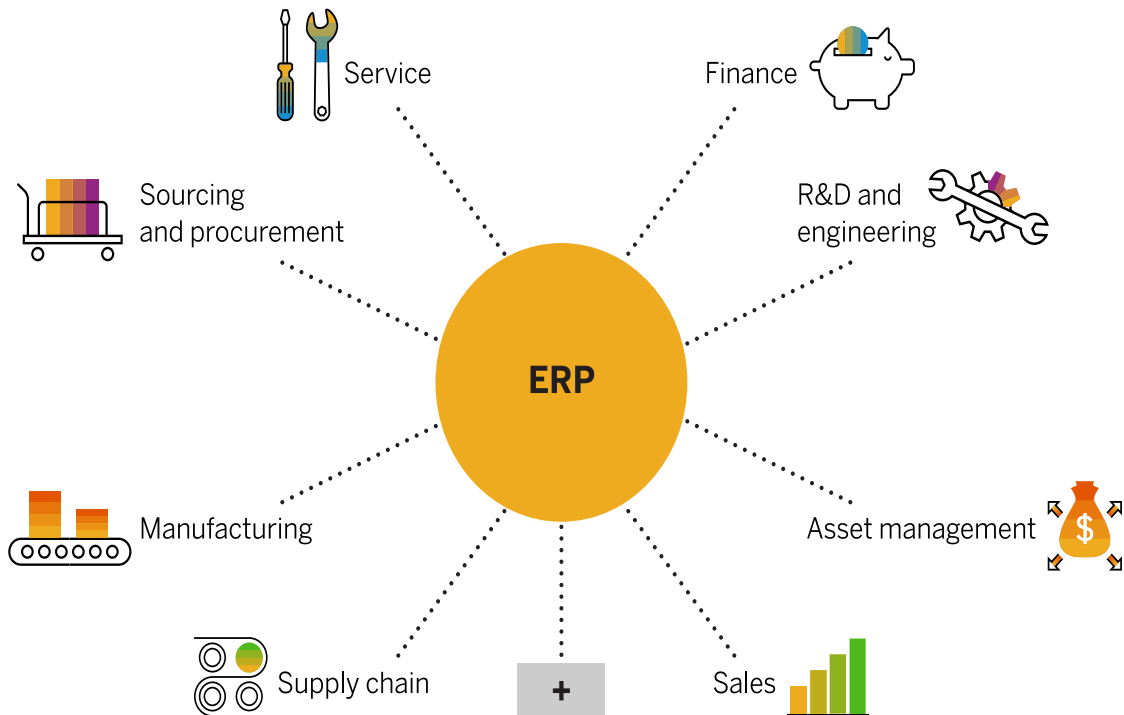
Systém ERP se skládá z integrovaných modulů, nebo aplikací používaných v podniku. Jak již bylo zmíněno, jednotlivé moduly se sebou navzájem komunikují a sdílejí jednu společnou databázi informací, nebo si navzájem předávají datové vstupy a výstupy. [13]

Každý modul se většinou zaměřuje na jednotlivý pracovní úsek, kam vstupují potřebné informace z databáze. Na Obrázku 3 jsou zobrazeny jednotlivé komponenty, které jsou napojeny na ERP systém. Populární rozdělení modulů je na úseky financí, účetnictví, lidské zdroje, prodej, pořizování, logistika, výroba a dodavatelský řetězec. Ovšem každá společnost využívá jiné rozdělení a funkcionality daných modulů podle svých potřeb a možností. [13] [14]

Takto vytvořený systém vede k základním funkcionalitám:

- transakce v jednom modulu může automaticky generovat akci v jiném modulu;
- jednotlivé transakce jsou konzistentní a lze je navzájem kontrolovat v různých modulech;

- lze ověřit průběh funkcí v jednotlivých modulech a dohledat a vyvodit důsledky a příčiny jednotlivých transakcí.



Obrázek 4: Komponenty systému plánování podnikových zdrojů [13]

Aby tyto funkcionality byly dodrženy, je zapotřebí určitá úroveň integrace ERP. Je nutné, aby do systému byla vkládána data pouze jednou a všichni uživatelé měli přístup pouze k datům, s nimiž smějí pracovat. Z pohledu databáze jsou ERP systémy v naprosté většině řešeny na základě relačních databázových systémů. Příklady nejpoužívanějších databázových systémů jsou: Oracle, MS SQL a DB/2. [13]

#### 4.1.2 Typy nasazení ERP

V moderních společnostech se ERP nasazuje pomocí třech typů:

##### a) Cloudové řešení ERP

V případě cloudového řešení ERP je software na hostovacím serveru, který poskytuje přístup uživateli pomocí „cloudu“ přes internet. Přístup je poskytován pomocí prodávané služby, kterou uživatel odebírá od poskytovatele. Poskytovatel této služby se pak stará o běžnou údržbu, pravidelné aktualizace a zabezpečení. Dnes se jedná o jeden z nejoblíbenějších typů implementace z důvodů: nízkých počátečních nákladů, větší škálovatelnosti a flexibility systému a jednodušší integraci. [13]

Cloudový software může mít nevýhodu v podobě uložení a zabezpečení dat a softwaru u poskytovatele.

#### b) On-premise ERP

Model On-premise představuje tradiční model implementace softwaru. ERP software je v tomto případě nainstalován na serverech uživatele a ten má tedy kontrolu nad všemi aspekty. Ovšem v tomto případě už uživatel odpovídá za instalaci, aktualizace, údržbu a zabezpečení softwaru. [13]

Pro firmy toto řešení může působit sympaticky z hlediska pouze prvotního nákladu, kdy pak uživatel vlastní tento software a může ho používat po neomezenou dobu. Výhodu i nevýhodu pak může také představovat kontrola nad jeho „uložením“ ve vlastním datovém centru, kdy má uživatel plnou kontrolou nad jeho zabezpečením a přístupem druhých stran. [13]

Je však nutné si uvědomit, že v případě přechodu z on-premise na cloudové řešení je nutné pečlivě naplánovat celý proces a možnosti jeho nasazení. [13]

#### c) Hybridní ERP

Třetí možností je pak hybridní systém ERP. Jedná se o kombinaci předchozích dvou typů, kdy některé aplikace jsou nainstalovány na vlastních serverech uživatele a část aplikací a dat na hostovacích „cloudových“ serverech. Tento systém je většinou využíván tak, že menší a levnější aplikace jsou využívány přes cloudová úložiště, a ty větší a důležitější jsou uloženy na serverech uživatele. [13]

### 4.1.3 Funkcionality ERP pro strojírenství

Každé odvětví potřebuje jiné funkcionality softwaru. Z hlediska strojírenské výroby chce podnik dosáhnout zejména zkrácení doby dodávek výrobků na trh, zvýšení flexibility výroby, personalizace a změny zakázek dle požadavků zákazníka, vyšší přesnost cenových a dodacích podmínek a obecně lepšího a jednoduššího plánování výroby.

Ve vazbě na potřeby strojírenského odvětví poskytují ERP následující specifické funkcionality:

#### Zpracování cenových nabídek

Lze rychle a přesně vytvořit a vyhodnotit cenovou nabídku pro zákazníka. Je možné vyhodnotit požadavky na výrobu a vytvořit podklady o nákladové a materiálové náročnosti výrobní zakázky.

### Vyhodnocení technické a materiálové dostupnosti

Je možné vyhodnotit kapacitu výroby a materiálových zdrojů pro danou výrobní zakázku.

### Konfigurátor výrobků

Možnost zajištění výroby více variant produktu, díky zpracování cenových a dodacích podmínek pro výrobky ve více variantách.

### Životní cyklus výrobku

Zajišťuje podporu při řízení životního cyklu výrobku od návrhu až po dodání a podporu. V ERP jsou zaznamenány historické změny produktu, komunikace mezi odděleními, prodeje a servis produktů.

### Integrace systémů CAD, PDM, ECO

Lze zpracovat kompletní výrobní dokumentace za pomoci integrace systému pro podporu konstrukčních prací CAD a systému pro správu produktových dat PDM a dále řízení změn požadavků na výrobu za pomoci integrace systému pro řízení změn ECO.

### Logistika zakázek

Sledování všech vstupů a výstupů u výrobku a zajištění kontrol dodržování dodacích termínů. [13]

## 4.2 SCM

SCM (Supply Chain Management) v překladu řízení dodavatelsko-odběratelského řetězce. SCM se ve své podstatě zabývá vším co nějakým způsobem souvisí se samotným výrobkem a vztahy s dodavateli, zabývá se tak tokem dat a financí souvisejících s výrobkem, službami, nákupy materiálu až po dodání výrobku na místo určení. Zároveň se však také zaměřuje na plánování a zlepšování vztahů a propojení s dodavateli a odběrateli. Jednotlivé řetězce se skládají z mnoha subjektů, včetně dodavatelů, distributorů, výrobců a konečných zákazníků. [15] [16] [17]

Základem SCM je komplexní pojetí celého systému, snaží se pokrýt všechny procesní potřeby podniku. Základně se dělí na dvě oblasti:

- a) Plánování dodavatelského řetězce
- b) Realizace dodavatelského řetězce

Podnik chce obecně plánovat dodávku, prodej a výrobu a následně tento plán realizovat ve výrobě. Základní součástí je pak samotný ucelený exekuční systém, který pomůže podniku plán realizovat. Pro realizování tohoto plánu je však zapotřebí propojenost SCM s ERP a dalšími systémy. Až poté lze ERP systém chápat jako ucelený exekuční systém. [16] [17] [18]

#### 4.2.1 Atributy SCM

Každý komplexní SCM systém by měl obsahovat základní atributy, aby obsáhl všechny části do procesu. Je důležité, aby jednotlivé části fungovaly dohromady a vytvářely tak jeden komplexní společný systém.

##### Plánování dodavatelského řetězce

Úkolem je plánování a předvídání poptávky po produktech a koordinace článků v dodavatelském řetězci. Současně obsahuje také plánování dodávek, plánování potřeb materiálu, plánování výroby a plánování odbytu a provozu.

##### Řízení životního cyklu produktů

Obsahuje celkový proces řízení produktu po celou dobu jeho životního cyklu. Od samotného návrhu, konstrukčních návrhů, technologie, výroby, až po servis a likvidaci produktů. Tím, že v dnešní době je stále větší tlak na výrobce ze strany zákazníků, a to zejména z hlediska přizpůsobení produktů na míru a dodacích lhůt, je zapotřebí mít kvalitní a komplexní řízení celého životního cyklu produktu. SCM tak napomáhá vstupní a výstupní části řízení životního cyklu, řeší dodávky materiálu a výrobků a vstupy a výstupy od zákazníků.

##### Požizování a nákup

Požizování a nákup materiálu, zboží a služeb za účelem uspokojení potřeb podniku je důležitou součástí fungování podniku. Je zapotřebí, aby dodávaný materiál, zboží a služby odpovídaly požadované kvalitě, ceně a měly dostatečnou hodnotu pro podnik. Důležitou součástí je predikování objemů objednávek tak, aby bylo dosaženo optimálních zásob na skladech.

##### Řízení logistiky

Řízení logistiky se zaměřuje na efektivní přepravu a skladování zboží po celý proces života výrobku. Od nákupu materiálu a zboží na sklad, přes výrobu, skladování, přepravu, až po dodání hotových výrobků zákazníkům a jejich servis a likvidaci. Je zapotřebí zajistit maximální efektivitu přepravy, vozového parku, skladování materiálu a skladování a výrobků.

### Výrobní informační systém (MES)

MES obecně řídí proces výroby zboží a plánuje v krátkém časovém období. Cílem je zachování co nejdříve výroby, při zachování kvality a udržitelnosti výroby. Více o MES v kapitole 4.3.

### Správa aktiv a implementace moderních technologií údržby

Jedná se o proces správy a údržby hmotného majetku v celém dodavatelském řetězci. Správa aktiv výrobních podniků úzce souvisí s výrobními stroji a propojením jednotlivých strojů. Stále častěji jsou využívány softwary a funkce jako IoT (Internet of Things), propojení strojů a digitální dvojčata. Všechny tyto funkce mají za úkol zvyšovat množství dostupných dat a efektivitu výroby. Další výhodou je pak možnost nasazení prediktivní údržby, právě díky dostatku dat z výroby. [17] [18]

## 4.3 MES systémy

MES (Manufacturing Execution System) jinými slovy *Výrobní informační systémy* jsou systémy (softwarová řešení), které mají za cíl zvyšovat kvalitu a efektivitu výrobních systémů a procesů. Tyto systémy se většinou zaměřují na kratší horizont plánování než například APS systémy viz kapitola 5. Systémy MES umožňují v reálném čase přístup k informacím o výrobním procesu všem zainteresovaným pracovníkům od obsluhy strojů až po management podniku. Tímto způsobem podnik může dosáhnout optimální výkonnosti a objemu produkce v souladu s daným výrobním modelem, který zohledňuje dostupné zařízení, materiály a lidské zdroje, a to při minimalizaci výrobních nákladů. [19] [20] [21]

Systémy MES aktivně předcházejí vzniku potenciálních úzkých hrdel výrobního procesu a dalších problémů. Umožňují dynamickou úpravu rozdělení materiálových zdrojů, přidělování výrobních zařízení a dalších proměnných veličin, což umožňuje řešit potenciální problémy ještě před jejich vznikem. Tato úprava je založena na aktuálních podmínkách a informacích získaných jak z výrobního prostředí, tak z informačních systémů typu ERP, které zahrnují strukturu a množství objednávek. Díky tomu podniky efektivněji využívají své materiálové i lidské zdroje. [20]

Systémy MES obsahují přesné definice výrobních postupů, což zajišťuje, že potřebné operace jsou prováděny v přesně stanoveném pořadí, s přesně specifikovanými materiály, na přesně určených zařízeních. Systémy MES tak mohou pomáhat například při získávání certifikátu dle ISO 9000. [20]

Dále pak zaznamenávají aktuální stav zdrojů a tyto informace ukládají do databáze, lze tak vytvářet různé výrobní protokoly s reálnými historickými daty, které lze dále využívat v ostatních sektorech a v ERP systému. [20]

#### 4.3.1 Funkcionality MES

Systémy MES se obecně zaměřují na řízení výroby, zlepšování kvality a snižování nákladů. Zaměřují se zejména na krátkodobé plánování.

Systémy MES poskytují proto tyto hlavní funkcionality:

##### Řízení realizace výroby

Jak již bylo řečeno, systémy MES se více zaměřují na samotný proces výroby. Jednou z důležitých funkcionalit je tedy kontrola a plánování prováděných výrobních činností, montáž dílů a použití nástrojů. Při správném nastavení lze tedy zobrazovat a sledovat jednotlivé kroky výrobního procesu na detailní úrovni. Lze také kontrolovat přesnosti dílů, opotřebení nástrojů a komunikovat s externími DNC systémy pro přenosy CNC programů na výrobu dílů. Navíc oddělené sledování práce u nevýrobních činností může poskytnout podniku lepší představu o skutečných nákladech na výrobky.

##### Řízení průběhu výrobního procesu

Systém MES dokáže rozdělovat pracovní zátěž mezi operátory s přihlédnutím k jejich dovednostem, což dává plánovačům možnost definovat pracovní týmy operátorů a přidělit je ke stejným operacím. Funkcionality systému MES zohledňují výrobní operace, postupy, materiálové položky a zdroje s přesnou správou rozpracovaných zakázek a operací.

##### Řízení výrobních operací

MES umožňuje propojení řízení výrobních operací. To pak dává podnikům možnost vytvářet specifické pracovní příkazy, které odpovídají aktuálním potřebám výroby. Dále pak lze analyzovat dopady těchto změn na plánované a probíhající příkazy.

##### Zvyšování efektivity práce zaměstnanců

Systémy MES obecně dokáží kontrolovat a na základě sesbíraných dat vylepšovat schopnosti a dovednosti personálu. Je možné zaznamenávat strávené časy u jednotlivých operací, kontrolovat přesnost procesních kroků a plánovat pracovní kroky.



### Sledování a trasování

Díky sériovým číslům, QR kódům a identifikátorům lze sledovat výrobky v podniku a na skladech. Díky tomu lze získat více dat o výrobě a lepší přehled o pohybu výrobku od přijetí až po expedici. Díky MES lze také centralizovat výkazy sestav a genealogických výkazů na jednom místě.

### Sledování vad a řízení nesouladů ve výrobě

Pro komplexní řízení výroby by MES systém měl poskytovat sledování poruch ve výrobě, řízení životního cyklu výrobku, historii poruch a možnost propojení s PLM pro plánování údržby a možné zavedení prediktivní údržby.

### Převedení vykazování a řízení výroby do elektronické podoby

Při správném nastavení a implementaci by mělo být možné celou výrobu a vykazování řídit elektronicky a vyhnout se tak záznamům a pracovním pokynům v papírové podobě.

### Sběr dat z výroby a jejich analýza

Díky elektronické podobě záznamů lze jednoduše zaznamenávat podrobná data o každé části výrobního procesu. Ty lze pak dále analyzovat a vytvářet na nich reporty, které dávají zaměstnancům lepší představu o jednotlivých částech procesu. Je tak možné do budoucna hledat úzká hrdla výrobního procesu a dále zvyšovat efektivitu výroby. [21]

## 4.4 WMS systémy

WMS (Warehouse Management System) je v překladu systém řízení skladu. Jedná se o softwarové řešení, které nabízí přehled o veškerých skladových zásobách podniku a řídí operace plnění dodavatelského řetězce od distribučního centra, až po regál řetězce.

V dnešní době zákazníci chtějí nakupovat zboží kdekoliv, vyzvednout ho kdekoliv a mít možnost ho kdekoliv vrátit. Je tak nutné, aby podniky byly schopny reagovat na tyto potřeby. Je tedy nutné, aby i sklady byly schopny reagovat na rychle se měnící poptávku a byly schopny predikovat, nebo rychle plánovat skladové zásoby, podle aktuálních dat. [22] [23]

Softwary WMS umožňují podnikům maximalizovat využití pracovních sil, prostorů a investice do vybavení. Pomáhají koordinovat a optimalizovat využití zdrojů a materiálových toků. Systémy WMS jsou konkrétně navrženy tak, aby podporovaly

potřeby celého globálního dodavatelského řetězce, včetně distribuce, výroby, podniků náročných na majetek a služeb. [22] [23]

Systémy WMS by měly být propojitelné se systémy pro naskenování a čtení čárových kódů a QR kódů. Dále se také ve skladech stále častěji využívají prvky robotiky a rozšířené reality, které pomáhají menší chybovosti práce, vyšší efektivitě a menším nárokům na zaučení pracovníků. Díky propojitelnosti lze tyto prvky implementovat do WMS a efektivně je využívat. [23]

Nejdůležitější částí je samotný příjem zboží, kde je nutné ověřit jeho kvalitu. Je nutné zaskladnit zboží, které bude odpovídat kvalitě, množství a je nutné jej označit pro jeho další sledování ve výrobě. Až po vyřešení všech těchto požadavků je možné zboží zavést do systému WMS. [24]

Zaskladnění pak díky WMS probíhá automaticky. Systém díky označení rozpozná položku a její parametry a propojí ji se systémem. Na základě vstupních parametrů a aktuální situace na skladě pak automaticky zvolí umístění položky na skladě. WMS následně předává příkaz zdrojům na skladě (VZV, pracovníci, roboti, ...), aby provedly zaskladnění. [24]

V dnešní době je samozřejmostí, že je systém WMS napojen na různé systémy, jako ERP, systémy řízení dopravy, systémy pro vychystávání objednávek, systémy pro řízení pásů a robotů atd. [24]

Požadavky na WMS tak dnes musí splňovat:

- Parametrizovatelnost a přizpůsobitelnost – Každé odvětví má jiné požadavky (potravinářství, elektronika, nábytek, léky). Je tedy možné mít pouze specifický systém pro specifickou klientelu, ovšem i ty by měly mít možnost určitého nastavení požadavků klienta. V případě, že firma prodává systém pro všechny různé odběratele, je zapotřebí, aby se dal systém rychle a přehledně nastavit pro jejich potřeby.
- Jednoduchost ovládání – Zapotřebí je, aby byl systém jednoduchý, jak pro management, tak pro zaměstnance přímo na skladě, může tak zásadně urychlit zaučování, nebo výrazně snížit chybovost.
- Propojitelnost na externí software a techniku – Systém musí být propojitelný na široké spektrum zařízení a softwarů.
- Splnit legislativní požadavky – Musí být například možné sledovat expiraci a uskladnění potravin a léků.

- Podporovat různé způsoby vychystávání – Je potřeba, aby si podnik mohl zvolit, zda bude vychystávat hlasovými příkazy, světelnými příkazy, nebo například stylem pick and pack.
- Zvládat e-shopové procesy – Jak pro B2B, tak pro B2C. [24]

Při správném nastavení a implementaci tak může WMS přinášet mnoho výhod, jako například zvýšenou provozní efektivitu, snížené množství odpadu a nákladů, viditelnost inventáře v reálném čase, nebo zlepšení vztahů se zákazníky a dodavateli. [23]

## 5. APS systémy

APS systém v překladu pokročilé plánování a rozvrhování výroby je softwarové řešení, které pomáhá výrobcům podrobně plánovat a řídit výrobu a rozvrhování v provozu. APS systém využívá pokročilé algoritmy, s cílem vyvážení poptávky a kapacity výroby, zároveň také vytváří splnitelné plány výroby. Takto podrobně naplánovaná výroba vede ke snížení dodacích lhůt, lepšímu využití zdrojů, větší efektivitě výroby, snížení rozpracované výroby, splnění požadavků zákazníků, rychlejší reakci na neočekávané změny a většímu přehledu nad výrobním procesem. [25]

Do APS systému by měly vstupovat ideálně přesné informace v reálném čase, které co možná nejvíce odpovídají realitě. APS systém zahrnuje celý dodavatelský řetězec a k němu dostupné informace. S těmito informacemi je tak možné kdykoliv získat přesné informace o produktech, disponibilním materiálu a zdrojích ve výrobě a díky tomu vygenerovat efektivní rozvrh výroby. Je tak možné reagovat na poptávku zákazníků ve velmi krátkém čase. [26]

### 5.1 Funkcionality APS systému

Systém pro pokročilé plánování a rozvrhování výroby lze považovat za zastřešující technologii k plánování výroby, která obsahuje řadu funkcionalit. Rozsah APS není omezen na plánování a rozvrhování ve výrobním závodě. Zahrnuje celé spektrum: podnikové a mezipodnikové systémy plánování a rozvrhování. Zahrnuje nejen faktor času, ale také úroveň, na které je třeba plánovat, ať už se jedná o strategické, taktické nebo operativní plánování. [26]

### Strategické a dlouhodobé plánování

Tato funkcionality se zabývá otázkami jako: Jaké výrobky by se měly vyrábět? Jaké trhy by měla společnost sledovat? Jak lze vyřešit cíle, které jsou protichůdné? Jak nejlépe rozmístit aktiva, aby se dosáhlo nejlepší míry návratnosti investic?

### Návrh sítě dodavatelského řetězce

Tato funkce slouží k optimalizaci využití zdrojů v rámci aktuální dodavatelské sítě, zákazníků, výrobních závodů a distribučních center. Lze provádět tzv. „what-if“ analýzy za účelem testování dopadů různých scénářů. Může být také použita pro určení nejlepší pozice pro nové zařízení, aby bylo dosaženo co největší využitelnosti všech strojů v podniku a splnit tak poptávku zákazníků. Cílem je zvolit stroj, či skupinu strojů, na kterých se bude výrobek vyrábět. Lze vybírat mezi více provozy a zakomponovat do analýzy různé parametry, jako například stavy skladů, minimální zásoby na skladech, nebo náklady na dopravu.

### Plánování a předvídání poptávky

Funkce plánování a předvídání poptávky využívá statistická data a funkce a zároveň také matematiku časových řad k výpočtu prognózy na základě historických prodejů. Prognóza však bývá neomezená a bere tedy v úvahu pouze to, co zákazníci chtějí, a ne to, co lze vyrobit. Je tedy nutné tuto funkci kombinovat s plánováním výroby, které je založeno na reálných hodnotách kapacit výroby.

### Plánování provozu a prodeje

Jedná se o proces, kdy je převáděna prognóza poptávky po výrobcích na proveditelný provozní plán, který může být použit jak pro samotný provoz podniku a výrobu, tak pro udržení ziskovosti prodejů. Tento proces může zahrnovat jak použití výrobního plánování, tak využití funkce optimalizace sítě dodavatelského řetězce. Celkovým cílem je určit, zda lze prognózovanou poptávku splnit.

### Plánování zásob

Tato funkce určuje optimální úroveň zásob. Jedná se o zásoby jak materiálu, tak poté hotových výrobků na skladě. Určuje optimální pozice a úroveň zásob na skladech pro dosažení požadovaných služeb zákazníkům.

### Plánování dodavatelského řetězce (SCP)

SCP porovnává prognózu se skutečnou poptávkou od zákazníků a dokáže vytvořit výrobní plán s určenými omezeními na základě agregátní úrovně zdrojů a vybraných důležitých materiálů. Plán zahrnuje více výrobních a distribučních závodů, aby se synchronizoval a dokázal provést komplexní optimalizaci výrobních, distribučních a přepravních kapacit a zdrojů.

### Plánování výroby

Tato funkce dokáže vytvořit omezený výrobní rozvrh pro jeden podnik na základě dostupnosti materiálu, kapacity výroby a dalších parametrů, které odpovídají obchodním cílům podniku. Cyklus plánování výroby je většinou prováděn pouze pro stěžejní materiály, ovšem tato část závisí zejména na složitosti výrobku. U plánování výroby je nutné také brát v potaz dobu přeplánování.

### Plánování distribuce

Na základě nákladů na dopravu a požadavků na alokování materiálu je APS systém schopen vytvořit proveditelný plán distribuce hotových výrobků na různé sklady, nebo přímo k zákazníkům. Cílem je co nejvíce se přiblížit prognóze a reálné poptávce. Jedním z možných řešení je mít zásoby spravované odběrateli.

### Plánování dopravy

Plánování dopravy je funkce, která využívá aktuální data ohledně sazeb za přepravu s cílem minimalizovat přepravní náklady. Dalším z možných využití je optimalizace odchozího a příchozího materiálového toku, cílem je opět minimalizace nákladů na dopravu, nebo maximalizace využití dostupného vozového parku podniku. Je možné systém využívat pro konsolidaci zásilek pro využití maximální kapacity dopravních vozidel, nebo pro plánování sekvence míst dodání/vyzvednutí. [26]

## 5.2 Hlavní výhody APS systému

Implementace APS systému může přinášet mnoho výhod pro podniky. Je nutné brát v potaz, že všechny níže zmíněné benefity jsou možné benefity, které může APS systém přinést. Tyto benefity může ovlivňovat mnoho faktorů a kroků např. pokud není investice do systému správně načasována, podnik jí nebude využívat. Pokud je špatně provedená implementace, nemusí APS přinášet mnoho benefitů. [27]

Potenciální výhody APS systémů:

- Vytváření spolehlivého plánu poptávky;
- Dostupnost informací;
- Zjednodušení plánování jako celku;
- Zrychlení plánování;
- Vizualizace informací;
- Možnost “what-if” analýzy;
- Možnost předložení realistických termínů dodání zákazníkům;
- Vytvoření optimálního plánu zásobování;
- Možná analýza a řešení problému jako celku se všemi jeho dopady;
- Zvýšení kvality získávaných dat;
- Identifikace možných budoucích neočekávaných událostí;
- Analýza možných budoucích neočekávaných událostí;
- Rozvíjení znalostí pracovníků o výrobním a dodavatelském řetězci;
- Zpříjemnění plánování pro zaměstnance.

Každý podnik, který implementuje APS systém má jiné požadavky a očekávání, je tedy zapotřebí, aby podnik mohl co nejrychleji a nejpřesněji zjistit, zda jsou jeho potřeby dosažitelné za pomoci APS systému a zda je podnik připraven na jeho implementaci. Pro dosažení co největšího množství potenciálního využití APS systému je zapotřebí dobrá znalost funkcí APS systému, ale také správná připravenost podniku a následná implementace systému. Právě na připravenost podniku se bude dále zaměřovat praktická část této práce.

### 5.3 Hlavní nevýhody APS systému

Systémy APS přináší mnoho výhod, ovšem nelze je brát jako jednoduché řešení všech podnikových problémů s plánováním. Implementace a správné využití APS systémů není jednoduchou záležitostí několika dnů či týdnů. Často je zapotřebí dlouhá a nákladná příprava podniku na zavedení APS systému. [28]

Častou nevýhodou bývá nedostatečná datová připravenost na zavedení APS systému. Hlavním základem správné funkčnosti APS systémů je nahrávání kvalitních zdrojových dat, ovšem podniky často nemají dostatečnou datovou základnu, nebo nesbírají všechna potřebná data z výroby. Může tak vznikat problém v tom, že rozpočet firmy na implementaci APS systému se výrazně liší od očekávání a výrazně se prodraží,

právě kvůli potřebě změny sběru dat, nebo kvůli potřebě zavádění úplně nových systémů pro sběr dat. [28] [29]

Další nevýhodou můžou být přehnaná očekávání. Podniky často očekávají, že zavedení APS automaticky vyřeší jejich problémy v plánování a řízení zdrojů. Na druhou stranu však nejsou ochotni zásadně zasahovat do zaběhlých postupů a procesů. [28]

Příliš přesné plánování APS systémů může představovat další nevýhodu pro podnik. APS plánuje pro provoz se stálými výrobními časy, které odpovídají vloženým datům, ovšem v podnicích je často nereálné přesně plnit plán do detailu. Plán, který se tedy na začátku směny optimalizoval, tak nemusí za hodinu už vůbec odpovídat realitě a je nutné jej znovu přepočítat, aby pracovníci věděli o nejbližších úkolech. Ovšem neustálým přepočítáváním se pak mohou měnit termíny dodání. [28]

Propojenost s ostatními systémy může představovat problém, a to zejména v případech, kdy podnik nevyužívá například MES systém, který by dodával do systému aktuální data z výroby. Podnik tak následně může zjistit, že pro dosažení všech funkcionalit APS systému bude nutné investovat do ostatních podnikových systémů. [28] [29]

Další možnou nevýhodou může být nedostatek času a neochota pracovníků přizpůsobovat se novým změnám. Zaměstnanci v podniku jsou často zvyklí na dlouho zaběhlý postup nebo systém a odmítají zaběhlý systém měnit. Z tohoto důvodu je nutné zapojení vyššího managementu v části implementace a postupné přípravě zaměstnanců na zavedení systému. Dalším úskalím může být nedostatek času zaměstnanců v podniku. Pro správnou implementaci je často zapotřebí značné úsilí i ze strany zákazníka, ovšem v podnicích často klíčoví zaměstnanci nemají dostatečnou kapacitu na implementaci nového systému. Implementace se tak může výrazně protahovat a můžou narůstat její náklady. [28] [29]

## 6 Implementace APS systému

Implementace nového systému v podniku může být jak časově, tak finančně náročná operace. Je zapotřebí, aby firma byla co nejvíce připravena na jednotlivé kroky jeho zavádění. Při implementaci systému APS a systémů obecně je nutné, aby podnik znal funkcionality daného systému a měl jasně dané požadavky co od daného produktu očekávají. Dále je nutné, aby jak zákazník, tak dodavatel systému, byli plně seznámeni s postupem a strategií implementace. [26]

## Fáze implementace systému

Tato kapitola popisuje jednotlivé fáze implementace a problémy, které mohou v jednotlivých fázích nastat.

### Zřizovací fáze

Jedná se o fázi, ve které se rozhoduje o financování APS systému. Typickými činnostmi v této fázi jsou analýza současného stavu, představy o přijetí a benefitech systému, definice klíčových ukazatelů výkonnosti, určení projektového manažera, schválení rozpočtu a harmonogramu a výběr vhodného systému. Na základě analýzy současného stavu jsou stanoveny oblasti zlepšení a požadované funkcionality. Je nutné brát v potaz, že náklady na implementaci budou rozvrženy v čase a je tedy vhodné vytvořit plán implementace. Na konci zřizovací fáze by měl být vybrán a schválen vhodný APS systém. [30]

### Projektová fáze

V této fázi se provádějí činnosti, jejichž cílem je zavést nakupovaný systém do provozu podniku. Typické činnosti, které jsou prováděny v této fázi jsou: tvorba modelu, nastavení interních datových struktur a databází, validace/testování, školení zaměstnanců a uvedení do provozu. Matematický optimalizační model se nepředělává pro potřeby každého podniku, místo toho se používají vstupní parametry (náklady, kusovníky, kapacity, trasy, časy atd.) pro přizpůsobení modelu situaci v podniku. V prvním kroku se modeluje obecná síť subjektů dodavatelského řetězce (dodavatelé, odběratelé, dopravní spojení, distribuční síť a výrobní místa). Následně je každý subjekt modelován podrobněji a je definován plánovací profil včetně kalendářů zdrojů, plánovacích strategií pro heuristické přístupy a profilů pro optimalizátory. Model shromažďuje data, která ukládá v databázi, která je propojená s ERP systémem a ostatními systémy v podniku. Je zapotřebí dobré integrace mezi systémy a využívání aktuálních dat a údajů. Nezbytnou součástí je pak validace systému za účelem ověření výsledků plánování. A v neposlední řadě pak vzdělání a zaškolení zaměstnanců, nejen k obsluze nového systému, ale také školení o procesech, které bude systém podporovat a o koncepci APS. [30]

### Zabíhací fáze

Jedná se o fázi, při které se nový systém začíná používat v provozu. Je to období od uvedení systému do provozu po dosažení normálního provozu. Typické činnosti v této fázi zahrnují čištění dat a parametrů, poskytování dodatečného školení uživatelům,



zejména o obchodních procesech a spolupráci s dodavateli a konzultanty při řešení chyb v systému. Do značné míry se v této fázi projevují chyby předchozích fází v podobě snížené produktivity nebo narušení provozu. Mnohdy se také stává že pracovníci začnou využívat jistou alternativu mezi starým a novým systémem, neboť se nedokáží plně adaptovat na ten nový. [30]

#### Fáze vpřed a vzhůru

Jde o fázi, která pokračuje od období běžného provozu až do vylepšení, nebo nahrazení systému. Typickými aktivitami v této fázi jsou: audit po implementaci, neustálé zlepšování činností, technická modernizace a budování dalších dovedností koncových uživatelů. Často se také implementují nové moduly, které nebyly v první fázi klíčové. Podle mnoha podniků se často nevynaloží dostatečný čas a úsilí potřebné k zavedení po implementačního auditu. Neexistuje tak způsob, jak porovnat výsledky před a po implementaci. S tím jsou také často spojené problémy v této fázi, podniky často neví, zda došlo ke zlepšení, či v jakých oblastech došlo ke zlepšení. Nedokáží tak odhalit úzká místa a adaptovat systém a procesy daným požadavkům. [30]

## 7 Metody hodnocení připravenosti

V této práci se v praktické části budu zaměřovat na návrh postupu hodnocení datové připravenosti podniku na zavádění APS. Cílem je vytvořit takový postup, kdy podnik odpoví na vytvořené dotazy, které se následně budou hodnotit podle navrženého postupu. V této kapitole se zaměřím na již vytvořené metody hodnocení připravenosti podniku na zavádění APS a podobných systémů. Tato kapitola by měla vytvořit základ pro následný návrh postupu hodnocení, ale také přiblížit dosavadní metody hodnocení připravenosti podniků. Nejprve se zaměřím na metody hodnocení interních procesů v kontextu průmyslu 4.0, pro toto téma existuje mnoho variant hodnocení připravenosti podniku a v mnoha ohledech jdou tyto metody využít i při hodnocení připravenosti podniku na zavedení APS. V další části se pak zaměřím přímo na hodnocení připravenosti podniku na zavedení APS.

### 7.1 Metoda hodnocení CMMI

Metody hodnocení připravenosti na průmysl 4.0 mají obecně velmi podobně položený základ. Těchto modelů existuje mnoho, ovšem většina z nich vychází právě z metody CMMI. Model připravenosti CMMI (Capability Maturity Model Integration) se

zaměřuje na základní prvky efektivních procesů. Cílem tohoto modelu je zajistit efektivní zlepšování procesů a snížit rizika při vývoji. [31] [32]

V CMMI modelu se procesy a podnik rozdělují do pěti úrovní vyspělosti. Právě úrovně vyspělosti vhodně popisují připravenost procesů a podniku, slouží tak jako podklad pro následné hodnocení procesů v praktické části práce.

Cílem podniku, který přijme model CMMI je zvýšit svou vyspělost na pátou úroveň. Ovšem i ve chvíli, kdy celý podnik dosáhne 5. úrovně, proces zlepšování nekončí. Místo toho by se podnik měl zaměřit na údržbu a pravidelné zlepšování. Úrovně vyspělosti v CMMI jsou:

- 1. Úroveň – Počáteční: Procesy jsou považovány za nepředvídatelné a reaktivní. V této fázi se „práce dokončí, ale často se zpožďuje a překračuje rozpočet“. Jedná se o nejhorší fázi, ve které se podnik může ocitnout – nepředvídatelné prostředí, které zvyšuje riziko a neefektivitu.
- 2. Úroveň – Řízená: Je dosaženo určité úrovně řízení zakázky. Na této úrovni jsou projekty „plánovány, prováděny, měřeny a kontrolovány“, ale stále je třeba řešit mnoho problémů.
- 3. Úroveň – Definovaná: V této fázi jsou organizace spíše proaktivní než reaktivní. Existuje soubor „celopodnikových standardů“, které poskytují vodítko napříč zakázkami, programy a portfolii. Podniky chápou své nedostatky, vědí jak je řešit a jaký je cíl zlepšení.
- 4. Úroveň – Kvantitativně řízená: Tento stupeň je více měřitelný a řízený. Podnik má náskok před možnými riziky a má větší přehled o nedostatcích v procesech na základě sbíraných dat.
- 5. Úroveň – Optimalizace: Zde jsou procesy organizace stabilní a flexibilní. V této poslední fázi se organizace neustále zlepšuje a reaguje na změny nebo jiné příležitosti. Organizace je stabilní, což umožňuje větší „agilitu a inovace“, a to v předvídatelném prostředí. [32]

#### Model hodnocení připravenosti ZČŮ

Právě na metodu CMMI je pak úzce navázán model hodnocení ze Západočeské univerzity. Tento model se více zaměřuje na jednotlivé procesy a výrobu jako takovou, více tak odpovídá zaměření této práce. Stejně jako v této práci model rozebírá rozdělení procesů dle jejich připravenosti a rozdělují procesy do jednotlivých dimenzí, které jsou jinak hodnoceny. Výsledek hodnocení je zpracováván pomocí paprskového grafu, který

vhodně prezentuje připravenost v jednotlivých dimenzích. Tento model se opět zaměřuje na Průmysl 4.0. V tomto modelu jsou zanalyzovány jednotlivé stávající modely na hodnocení připravenosti podniku v kontextu Průmyslu 4.0 a poznatky z nich dále využity. [33]

V tomto modelu bylo stanoveno 6 úrovní připravenosti podniku a jeho procesů. Zvyšování úrovní blízké souvisí s počítačovou automatizací řízení procesů, což velmi úzce souvisí s přesným plánováním. Bez kvalitního plánovacího systému, tak podnik nemůže zvyšovat svou úroveň připravenosti. Jednotlivé úrovně představují vývoj a již podle stručného popisu je zřejmé co daná úroveň znamená. [33]

- Úroveň 0 – Procesy nejsou explicitně definovány.
- Úroveň 1 – Certifikované procesní řízení.
- Úroveň 2 – Digitalizovaný sběr dat (z procesů), zavádění automatizace.
- Úroveň 3 – Část procesů je automatizována, napojení na externí zdroj dat.
- Úroveň 4 – Procesy jsou automatizované, s omezeným zásahem člověka.
- Úroveň 5 – Procesy jsou automatizované, člověkem kontrolované.

V modelu je dále vytvořeno rozdělení do dimenzí z hlediska materiálového toku v podniku. Hlavní dimenze jsou:

- Manipulace s materiálem;
- Skladování;
- Zásobování;
- Balení;
- Identifikace materiálu.

Každá dimenze pak je dále dělena na sub dimenze. Sub dimenze musely být vytvořeny, neboť rozdělení podniku na pouhých 5 dimenzí je příliš obecné a jejich hodnocení jako celku, by bylo nevyhovující. Z hlediska praktické části této práce budou dále popsány 2 sub dimenze (skladování, identifikace materiálu), které dále slouží jako podklad pro vytvořený hodnotící postup. Dimenze skladování úzce souvisí s APS. Stejně jako v tomto modelu jsou v APS zaznamenávány informace o skladovaném materiálu a výrobcích, výdej materiálu ze skladu a je možné zaznamenávat i místo uložení na skladu. Stejně tak dimenze identifikace materiálu úzce souvisí s APS. Jednou z prvních potřeb při zavádění APS je přidělování identifikátorů k výrobkům a k materiálu tak, aby šel výrobek sledovat po celou dobu výroby a při přesunech v podniku. Samotné

hodnocení tak lze využít při vytváření postupu hodnocení připravenosti podniku na APS. [33]

Dimenze skladování – Jde o proces skladování materiálu, kde základní kroky zahrnují nakládání materiálu na předem stanovené místo, zaznamenání informací o skladovaném materiálu do informačního systému, správu požadavků na výdej materiálu ze skladu, fyzické vyjmutí materiálu, připravení k expedici a následné aktualizování informací v systému. Stanovené sub dimenze jsou: Skladovací technologie, Informační zjištění při skladování, Příjem materiálu a expedice. [33]

Dimenze identifikace materiálu – Proces sledování pohybu materiálu v prostoru podniku vyžaduje identifikaci z důvodu sledování původu (rodokmenu) a aktuální lokace. Tento postup zahrnuje umístování identifikačních štítků, počínaje papírovým štítkem a konče nalepeným čipem. Snímání, načítání a záznam těchto identifikátorů do systému jsou klíčovými kroky tohoto procesu. Vzájemně propojené výrobní a skladové systémy musí precizně evidovat, kde se nachází každá součástka, kdy a v jakém množství. Stanovené sub dimenze jsou: Způsob identifikace, Informační zajištění a intenzita snímání. [33]

Celkově je tento model více zaměřen na procesy a na skladování a zásobování. Jednotlivé sub dimenze jsou řazeny do jednotlivých úrovní a nejsou otevřené tak, aby následně šly ohodnotit. Hodnocení probíhá formou rozhovoru, při kterém hodnocený podnik odpovídá na jednotlivé otázky a přiřazuje jim úroveň připravenosti. Celkový bodový výsledek je pak prezentován grafickou formou pomocí paprskového grafu, který ukazuje připravenosti jednotlivých oblastí v podniku. V kontextu této práce je tento model užitečný, neboť se zabývá datovým tokem v podniku a připraveností jednotlivých procesů. Rozděluje jednotlivé procesy v podniku na menší kategorie, které se dají lépe charakterizovat a jednotlivě ohodnotit. [33]

## 7.2 Studie hodnocení připravenosti na APS

Tato studie byla provedena v roce 2008 na výrobcí spotřebního zboží s ročním obratem 5,35 miliardy USD. Jedná se tak o velkou společnost se 17 závody a 10 distribučními centry. Společnost chtěla implementovat systém SAP APO na podporu svých plánovacích procesů. Otázkou bylo, zda je společnost na takovou technologii připravena a zda dojde k plnému využití této investice. Hodnocení připravenosti na APS se provedlo v sedmi transformačních dimenzích (vize, strategie, procesy, organizace, KPI, technologie a lidé). [34]

Pro hodnocení transformačních dimenzí byla vytvořena tabulka, která obsahuje sloupce s dotazy (viz Tabulka 1): „Co se v dané dimenzi ověřuje?“, „Jak se to bude ověřovat?“, „Ideální reference“

Dimension	What is Verified?	How?	Ideal Reference.
Vision	Stakeholder Expectation of APS total benefits	C-Level Interviews Management Level Interviews	Alignment among stakeholders
Strategy	Project alignment with corporate strategy	Interviews	Alignment with corporate strategy
Processes	Planning Processes Planning Hierarchies Process Documentation Planning Model Adherence Enabling Processes	Adjusted O.W. Survey Process Analysis Documentation Analysis Interviews System and Process Analysis	O.W. ABCD Checklist/ APICS O.W. ABCD Checklist/ APICS Consulting experience O.W. ABCD Checklist/ APICS
Technology	Technical Readiness Check	Infrastructure Check ERP Configuration Check	APS Quick Sizing Tool APS Best Practices
KPIs	Current KPI Structure KPI Analysis Processes	KPI Hierarchy Analysis Process Analysis	SCORE Model O.W. ABCD Checklist
People	Team Skill Set Check SCM Knowledge	Curriculum Analysis SCM Test	APICS APS Education Curriculum
Organization	Roles & Responsibilities	RACI Matrix Analysis	APICS

Tabulka 1: Hodnocení transformačních dimenzí [34]

Každá z analyzovaných oblastí má stanoveno vlastní referenční skóre a váhy jednotlivých dimenzí a oblastí. Váha použitá pro každou oblast zohledňovala obtížnost potřebnou ke zvýšení úrovně připravenosti. Následně byly ohodnoceny všechny oblasti a porovnány s referenčním skóre (viz Tabulka 2). Celkové skóre představovalo vzdálenost společnosti od ideálního stavu připravenosti. [34]

Dimension	Item Verified	Score	Reference Score	Weight
Vision	Executive Alignment	65%	80%	1
	Expected Benefits Alignment	57%	80%	1
Strategy	Alignment with strategy	80%	80%	1
Process	Adherence to Reference Model	79%	80%	1
	Planning Processes	56%	80%	3
	Planning Hierarchy	49%	80%	2
	Process Documentation	85%	80%	2
	Enabling Processes	68%	80%	3
Technology	Hardware Sizing	100%	80%	1
	ERP Configuration	73%	80%	2
	Process Requirements	50%	80%	2
KPIs	KPI Analysis Process	74%	80%	3
	KPI Structure	89%	80%	1
People	Curriculum Analysis	51%	70%	2
	SCM Test	48%	80%	3
Organization	RACI Matrix Analysis	45%	80%	2
Average		67%	80%	

Tabulka 2: Hodnocení oblastí a přiřazené referenční skóre [34]

V Tabulce 3 je pak uvedena škála, která byla použita pro určení připravenosti jednotlivých procesů k zahájení implementace APS do podniku. Hodnocení 81-100 % představuje ideální připravenost procesu. Hodnocení 61-80 % představuje adekvátní připravenost u které je možné daný proces vnést do implementace, je však nutné jej zlepšit. Od 60 % níže pak byly určeny 3 různé kategorie připravenosti, které určují, jak zásadně se daný proces bude muset vylepšit, na to, aby mohl být implementován.

Readiness Check	
81-100%	Ideal for best <u>value capture</u> of APS project
61-80%	Adequate together with an <u>improvement plan</u> during APS project
41-60%	Inadequate, demanding <u>corrective</u> actions before APS project
21-40%	Inadequate, demanding <u>maturing</u> actions before APS project
0-20%	Inadequate, demanding <u>revision</u> actions before APS project

Tabulka 3: Škála hodnocení připravenosti [34]

Celková připravenost podniku pak byla ohodnocena na 64 %. Podnik se tak pustil do implementace projektu, ovšem s plánem na zlepšení oblastí s nejnižším hodnocením míry připravenosti. Skóring tak určil, jaké procesy musí být zlepšeny a jakým způsobem by se ke zlepšení mělo přistupovat, to znamená, zda bude zapotřebí daný proces jen mírně upravit, nebo provést úplnou revizi. Některé z iniciativ na zlepšení byly: sladění zainteresovaných stran ohledně očekávaných přínosů, revize plánovacích procesů, revize hierarchie plánování, dokumentace procesů a vzdělávání týmu v oblasti koncepcí řízení dodavatelského řetězce a školení APS. [34]

## 7.3 Shrnutí

V odborné literatuře je obtížnější najít hodnotné zdroje, které by zabíhaly do praktického hodnocení jednotlivých procesů a oblastí. Je to částečně z důvodu, že si firmy chrání své obchodní tajemství, nebo je hodnocení připravenosti zabudováno přímo v ERP systému. Z tohoto důvodu jsem ze zdrojů uvedených výše čerpal hlavně obecné rozdělení hodnocených procesů a způsob bodování jaký dané zdroje užívaly. V praktické části bude hlavně využito rozdělení procesů na menší celky, kterými prochází výrobek a bodové ohodnocení připravenosti těchto procesů, které bude určovat, jak dobře je daný proces na implementaci připraven.

## Praktická část

# 8 Představení společnosti

Tato diplomová práce byla vytvořena ve spolupráci s firmou Merica s.r.o. Jedná se o českou firmu založenou v roce 2004. Firma se zaměřuje na návrh a vývoj programů pro plánování a rozvrhování výroby, optimalizaci dopravy, rozvrhování lidských zdrojů a řešení dalších průmyslových problémů. Jedná se o malou firmu, která k datu 31.12.2022 disponovala aktivy v hodnotě zhruba 30 mil. Kč.

Merica s.r.o. nabízí podnikům plánovací systém, který pokrývá dlouhodobé strategické plánování, detailní rozvrhy a operativní řešení konfliktů. Nabízené systémy mohou být integrovány do již stávajících systémů zákazníka. Systémy jsou integrovány pomocí webového prohlížeče. Plánovací programy využívají optimalizačních algoritmů, které využívají kombinatorickou optimalizaci.

Firma pracuje s mnoha výrobními podniky jako jsou: Škoda Auto a.s., ASPERA technology s.r.o., nebo EPT Connector s.r.o. Zároveň však jejich produkty a služby využívá i mnoho nevýrobních firem, jako např.: Řízení letového provozu České republiky, nebo Seznam.cz, a.s. Hlavními dvěma nabízenými produkty jsou: systém pro pokročilé plánování a rozvrhování výroby APS Fabrio a systém pro rozvrhování lidských zdrojů ROSLAB.

# 9 Představení systému

Jak bylo již výše zmíněno firma Merica s.r.o. v současné době nabízí dva hlavní systémy, a to APS Fabrio a ROSLAB. Praktická část této práce bude zaměřena na systém

APS Fabrio. Jedná se o systém pokročilého plánování a rozvrhování výroby. Jeho hlavní funkcionality jsou: automatické plánování a rozvrhování, automatické využití dostupnosti materiálů, interaktivní zobrazení rozvrhů, možnosti rychlého přeplánování výroby a vytváření souhrnných statistik a výstupů. Celý systém je propojen skrz webový prohlížeč a může být propojen se stávajícími systémy v podniku.

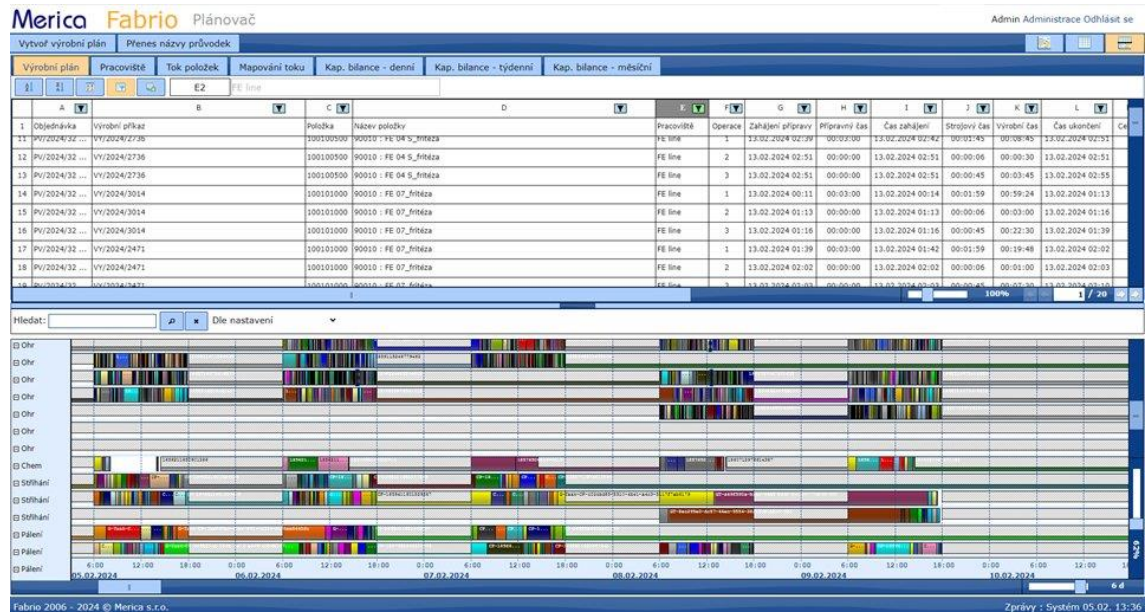
Zaměstnanci se do aplikaci přihlašují přes své uživatelské jméno a heslo. Každý zaměstnanec se přihlašuje do svého modulu, který má určené omezené přístupy a může využívat různé funkcionality systému. Celý systém má 6 modulů:

- Modul plánovač – V tomto modulu je možné vytvořit plán výroby a operativně měnit plány výroby.
- Modul manažer – Tento modul má přístup k souhrnným vyhodnocením statistik a dat z plánování a výroby. Může vyhodnocovat stanovené klíčové ukazatele výkonnosti. Nebo může vyhodnocovat „what-if“ analýzy.
- Modul mistr – Modul mistr má přístup do Ganttových diagramů a přehledů o stavu výroby. Může vyhodnocovat případné výpadky ve výrobě.
- Modul obsluha – Tento modul má přístup k přehledům fronty práce, k výkresům a kusovníkům.
- Modul připravář – V tomto modulu je možné si zobrazit přehledy materiálu k zavezení a kusovníky k výrobkům.
- Modul seřizovač – Posledním modul seřizovač má přístup k přehledu všech strojů a strojů, u kterých je potřeba seřízení. Může si také zobrazit seznam plánovaných údržeb.

Každý modul má tak své omezené přístupy a omezený přístup do určitých zobrazení v systému. Jedním z hlavních zobrazení, je zobrazení výrobního plánu. Na obrázku níže je zobrazení výrobního plánu v APS Fabrio. V horní části je tabulka, kde jsou zobrazeny jednotlivé objednávky, ke kterým jsou přiřazeny vytvořené výrobní příkazy. Každá položka má své jedinečné identifikační číslo a popis. Jednotlivé naplánované příkazy již mají přiřazeno pracoviště, na kterém má probíhat výrobní operace, počet potřebných operací, a k nim již naplánované časy. Algoritmus v APS Fabrio naplánoval ke každé objednávce čas zahájení přípravy výroby, čas zahájení samotné výrobní operace a čas ukončení dané operace. Ve spodní části je pak zobrazena fronta práce na jednotlivých



strojích ve formě Ganttova diagramu. Každá operace je jinak barevně označena a lze si jednotlivé operace rozkliknout přímo z Ganttova diagramu.



Obrázek 5: Zobrazení výrobního plánu v APS Fabrio

Dalším zobrazením je zobrazení samotné fronty práce a popis jednotlivých objednávek. Toto zobrazení je zejména pro modul obsluha. Na obrázku níže je pak toto zobrazení. Jsou zde vyznačeny jednotlivé objednávky od zákazníků. Je zde zobrazeno, na jakém stroji a jaký výrobek se bude vyrábět. Dále je zde popis, kolik kusů daného výrobku se bude vyrábět a kolik kusů je již hotovo. Mistr výroby přiřadí jednotlivé pracovníky k daným výrobním operacím a do poznámky přiloží doplňující informace.

The screenshot displays a complex production planning interface for Merica Fabrio. It features a grid of production tasks organized by date and location. Each task entry includes a task ID, a status indicator (e.g., 'OK', 'KO'), and a location code (e.g., 'Poznanma', 'KJ', 'HR'). The interface is divided into several sections, each representing a different production area or department, such as 'Credo Group Event', 'Lillehammer Teleska', 'Area UK', 'BELLALITE', 'BVBA CONTROLLUX', 'ESL v B hod', 'MARKSOUND', 'PA SOLUTIONS', 'DSP Diffusion', 'DS Ploch', 'Creative Technology Nonny', and 'Licht Produktiv'. The top navigation bar includes options for 'Výber jinou nástěnkou' and 'Schovej dokončené příkazy'. The bottom status bar indicates the date 'Fabrio 2006 - 2024 © Merica s.r.o.' and the system time 'Zprávy : Systém 01.08. 11:02'.

Obrázek 6: Fronta práce v APS Fabrio

Pro plánování a zobrazení vytížení a kapacit výroby je vytvořeno zobrazení Kapacita bilance. Na obrázku níže je zobrazen Kapacita bilance v APS Fabrio. Na obrázku jsou vyznačeny jednotlivé definované celky, celky můžou být stroje, pracoviště nebo celá oddělení. V jednotlivých řádcích je vždy zobrazeno procentuální vytížení daného celku v daném dni a zpoždění v hodinách. Na obrázku je tak možné vidět, že je výroba na mnoha odděleních přetížena, neboť má 100 % vytížení a vytváří se tak zpoždění.

The screenshot shows the 'Kap. bilance' (Capacity Balance) report in the Merica Fabrio system. The report is presented as a grid with columns representing time periods (days) and rows representing different production units. Each cell in the grid contains a numerical value representing the utilization percentage of that unit for that specific time period. The units listed include 'Výkon', 'MOEL - Montáž Elektro', 'MOHY - Montáž Hydrauliky', 'HOME - Montáž Mechanická', 'HORN - Montáž Pneumatiky', 'HORO - Montáž Rozvaděčů', 'NAS - Nastrojářské práce', and various 'NCP' units (NCP01 to NCP04). The top navigation bar includes 'Vytvoř výrobní plán', 'Nastav globální filtry', and 'Vše'. The bottom status bar shows 'Fabrio 2006 - 2024 © Merica s.r.o.' and 'Zprávy : Systém 02.02. 17:23'.

Obrázek 7: Kapacita bilance v APS Fabrio

V každém zobrazení je možné se prokliknout do většího detailu a zobrazit si tak jednotlivé stroje, výrobky, výkresy, kusovníky atd.

Firma Merica s.r.o. stále zlepšuje systém APS Fabrio a pro mnoho klientů implementuje speciální prvky dle jejich potřeb. S využitím vytvořeného postupu hodnocení připravenosti podniku na APS systém Fabrio, tak bude rychlejší a jednodušší najít slabá místa podniků a pomůže tak co nejrychleji plně využít všechny funkcionality systému APS Fabrio.

## 10 Návrh hodnotícího postupu

Tato kapitola je zaměřena na představení hodnotícího postupu, jeho části, strukturu a logiku s jakou je tento postup navrhnout. Cílem navrženého postupu je zjistit co nejvíce informací týkající se aktuální (zejména datové) připravenosti podniku k implementaci APS a z těchto informací pak vytvořit ucelený výstup, který bude možno nadále využívat k hodnocení. Tento postup a výstupy budou využívány firmou Merica s.r.o. v prvotní fázi komunikace s novými klienty.

Celý postup je rozdělen na 7 částí, které odpovídají postupu vyhodnocování připravenosti podniku na implementaci APS.

Postup je rozdělen na části:

1. Dotazník pro podnik
2. Exportování výstupu z dotazníku
3. Přiřazení váhových kritérií k otázkám
4. Definování kritických otázek
5. Bodový výstup
6. Grafický výstup
7. Doporučení

## 11 Dotazník pro podniky

První částí navrženého postupu je dotazník, který vyplňuje podnik, který plánuje zavést APS systém. Je rozdělen do několika částí, které se týkají procesů ve výrobním podniku, které jsou relevantní pro zavádění APS.

Pro dotazník byl vybrán program Google Forms (nástroj pro tvorbu dotazníků), ze kterého se snadno exportuje výstup a pro účely této práce nebylo nutné využívat komplexnější placené programy na tvorbu dotazníků.

Celý návrh dotazníku byl aktivně konzultován s panem Mlejnským z firmy Merica s.r.o. společně s využitím interních dokumentů firmy. Následně byl dotazník pozměněn po osobních schůzkách a zpětné vazbě od vybraných výrobních podniků.

## 11.1 Využití dotazníku

Dotazník je vyplňován pověřeným kvalifikovaným pracovníkem podniku ve spolupráci se zaměstnancem firmy Merica s.r.o. Dotazník je vyplňován se zaměstnancem firmy Merica s.r.o. zejména proto, aby zákazník porozuměl správně všem otázkám a mohl lépe popsat procesy v podniku při vyplňování. Cílem je, aby byl dotazník vyplněn dle skutečnosti, a co nejvíce odpovídal aktuální situaci v podniku.

Dalším využitím je také seznámení zákazníků s potřebami datové a celkové připravenosti při zavádění APS. Zákazník získá z otázek představu o potřebě vstupujících informací do systému a může tak lépe porozumět nedostatkům, nebo naopak silným stránkám ve vlastním podniku.

## 11.2 Rozdělení otázek v dotazníku

Tato kapitola je zaměřena na rozdělení otázek v dotazníku a jeho strukturu. Dotazník se v aktuální podobě skládá ze 110 otázek. Z hlediska délky je nutné k lepšímu porozumění rozdělit otázky na určité typy.

### Rozdělení otázek

Prvním rozdělením je dělení na procesy ve výrobním podniku. V každé této sekci jsou otázky, které se týkají daného procesu. Nyní je dotazník rozdělen na procesy:

- 1) Obecné dotazy
- 2) Prodejní objednávky
- 3) Technická příprava výroby (TPV)
- 4) Nákupní objednávky
- 5) Kooperační objednávky
- 6) Proces výroby
- 7) Lidské zdroje
- 8) Sklady

### Typy odpovědí

Druhým rozdělením je rozdělení otázek dle typů odpovědí. V dotazníku jsou 3 hlavní typy odpovědí:

### 1) Odpovědi se stručným textem

Většinou se týkají popisu charakteru výroby, skladů, nebo obecnému popisu podniku.

### 2) Odpovědi s výběrem jedné možnosti

Jedná se o nečastější typ odpovědí. Odpovědi jsou co nejstručnější tak, aby zákazník udržel pozornost zejména na otázkách a mohl dotazník vyplnit rychleji.

### 3) Odpovědi s výběrem na časové řadě

Tyto otázky se výhradně zaměřují na časy nahrání/prodlevy informací do systému. Zákazník tak vybírá ze stupnice, s jakou prodlevou nahrává určitou informaci do systému.

## Typy otázek

Třetím rozdělením jsou pak typy otázek, které se dělí na zjišťovací a bodované. V dotazníku se objevují otázky, které mají pouze za cíl zjistit dané informace, ovšem na schopnost implementace APS nemají vliv. Otázky tak mají nulové bodové ohodnocení. Tyto otázky dále nejsou označené tak, aby zákazník nechtěl uměle zvyšovat připravenost svého podniku. Bodované otázky mají přiřazené své bodové ohodnocení, které určuje důležitost dané otázky (odpovědi). Body z nich pak dále vstupují do celkového hodnocení v rámci bodového a grafického výstupu.

## 11.3 Otázky v dotazníku

Tato kapitola se zaměřuje na představení samotných otázek v dotazníku. Ke každé otázce zde je uveden počet bodů, které označují významnost otázky (0-9 bodů) a zda se jedná o kritickou otázku, která výrazně ovlivňuje implementaci APS do daného podniku. Významné otázky (více bodů) jsou dále popsány, zejména z hlediska potřeb implementace. Každá sekce otázek má nadpis, který určuje, na jaký proces ve výrobním podniku jsou dané otázky zaměřeny. Jednotlivé otázky jsou seřazeny ve stejné posloupnosti jako v samotném dotazníku, který je dále přiložen v příloze 1.

### 11.3.1 Obecné dotazy

Obecné dotazy jsou zaměřeny zejména na základní popis podniku, jsou zde také jediné otázky (kromě skladů), ve kterých dotazovaný podnik musí napsat jméno firmy, kontakt a charakter výroby podniku. V této sekci jsou přiřazeny také dotazy na zavedení ERP systému v podniku a jeho propojení se středisky.

- 1) **Napište jméno firmy.**

body: 0

kritická otázka: ne

- 2) **Napište kontaktní email.**

body: 0

kritická otázka: ne

- 3) **Stručně popište charakter a typ výroby**

body: 0

kritická otázka: ne

- 4) **Jaké části výroby nebo souvisejících oblastí byste chtěli plánovat?**

body: 0

kritická otázka: ne

Otázka 4 se zaměřuje na funkcionality, které podnik od APS systému požaduje. Pokud například podnik nechce plánovat lidské zdroje přes tento systém, není pak ve výsledku přihlíženo k nízkému bodovému ohodnocení v této oblasti. Ovšem i přesto jsou jednotlivé oblasti vyplňovány, protože podnik například může během vyplňování zjistit, že by se mu dané informace hodilo sledovat.

- 5) **Je zaveden ve vašem podniku ERP systém?**

body: 8

kritická otázka: ne

Zavedený ERP systém může poskytnout výrazné množství informací a při zavádění APS je nutné propojit tyto dva systémy dohromady. Jedná se tak o důležitou otázku, která však neovlivňuje samotné využití APS systému v podniku.

- 6) **Je ERP systém propojen se všemi středisky?**

body: 5

kritická otázka: ne

- 7) **Kdy jsou data nahrávána do ERP systému?**

body: 5

kritická otázka: ne

### 11.3.2 Prodejní objednávky

Sekce prodejních objednávek je zaměřena na objednávky od zákazníků. Otázky se zaměřují zejména na to, zda jsou všechny objednávky zaznamenávány v systému a na informace, které jsou k jednotlivým objednávkám zaznamenány.

- 8) **Je každá objednávka zaznamenávána elektronicky do systému?**

body: 9

kritická otázka: ano

Jedná se o velice zásadní otázku. V okamžiku, kdy si zákazník objedná zboží, vstupuje tato prvotní informace do systému. Zákazník chce vědět, kdy bude dané množství zboží dodáno, a od toho se pak odvíjí celý proces plánování výroby a expedice hotových výrobků.

9) **Lze dále využívat data z objednávek?**

body: 4

kritická otázka: ano

Podniky mohou odpovědět na otázku 8 kladně, ovšem mohou mít v systému například pouze naskenované PDF, ze kterého nelze využívat data a musí se ručně přepsat.

10) **Čas zapsání objednávky do informačního systému?**

body: 5

kritická otázka: ne

11) **Zaznamenáváte u každé objednávky požadovaný termín dodání?**

body: 8

kritická otázka: ano

Tato otázka opět navazuje na otázku 8. Cílem je zjistit, zda se do systému propisuje požadovaný termín dodání, který lze dále využívat jako časovou lhůtu pro výrobu a expedici výrobků.

12) **Zaznamenáváte u každé objednávky potvrzený termín dodání?**

body: 8

kritická otázka: ne

13) **Zaznamenáváte u každé objednávky termín dodání potvrzený výrobou?**

body: 6

kritická otázka: ne

14) **Máte zaznamenanou obvyklou dodací dobu pro jednotlivé prodávané položky?**

body: 3

kritická otázka: ne

15) **Je zaznamenaná obvyklá dodací doba aktuálně platná?**

body: 3

kritická otázka: ne

16) **Zaznamenáváte veškeré změny (datum, množství, ...) při změně objednávky zákazníkem?**

body: 5

kritická otázka: ne

17) **Kdy zaznamenáváte přijetí objednávky?**

body: 5

kritická otázka: ne

18) **Kdy zaznamenáváte změny objednávky?**

body: 2

kritická otázka: ne

- 19) **Zaznamenáváte stav vyřízení u každé objednávky?**

body: 6

kritická otázka: ano

Tato otázka zejména souvisí se sledováním stavu výroby a expedice výrobku po celou dobu života. Je zapotřebí, aby podnik dokázal v každou chvíli říct, v jakém stavu se aktuálně daná objednávka zákazníka nachází.

- 20) **Kdy je stav vyřízení zapsán do systému?**

body: 5

kritická otázka: ne

- 21) **Zaznamenáváte u každé objednávky stav vyřízení jednotlivých položek (řádků) z objednávky?**

body: 6

kritická otázka: ano

Dále navazuje na otázku 19 a zjišťuje, zda je objednávka jako celek sledována, nebo zda jsou sledovány jednotlivé položky objednávky po celou dobu.

- 22) **Kdy je stav vyřízení položek zapsán do systému?**

body: 4

kritická otázka: ne

- 23) **Aktualizujete termíny v případě, že dojde ke změně?**

body: 6

kritická otázka: ne

- 24) **Kdy jsou termíny zapsány do systému?**

body: 5

kritická otázka: ne

- 25) **Členíte zákazníky do kategorií? (ABC klasifikace)**

body: 0

kritická otázka: ne

- 26) **Ovlivňují tyto kategorie prioritu zakázek při rozhodování?**

body: 0

kritická otázka: ne

### 11.3.3 Technická příprava výroby (TPV)

Otázky v sekci Technická příprava výroby jsou zaměřeny na přípravu výroby. Týkají se tak kusovníků, výkresů, strojů, výrobků a výrobních operací. Zaměřují se zejména na to, zda jsou všechny informace zaznamenány v systému a zda zaznamenané informace odpovídají realitě.

- 27) **Jsou v systému zaznamenány jednotlivé stroje?**



body: 5

kritická otázka: ano

- 28) **Jsou v systému zaznamenány technické parametry strojů?**

body: 4

kritická otázka: ne

- 29) **Jsou v systému propojeny výrobní stroje a výrobky, které prochází výrobní operací na daném stroji?**

body: 4

kritická otázka: ne

- 30) **Jsou u výrobních operací zaznamenány důležité parametry (strojů a výrobků)?**

body: 4

kritická otázka: ne

- 31) **Máte definovány skupiny stejných/podobných strojů?**

body: 5

kritická otázka: ano

- 32) **Je ke každému výrobku dostupný výkres v elektronické podobě?**

body: 2

kritická otázka: ne

- 33) **Existuje v datech ekonomická výrobní dávka, pro kterou má být založen výrobní příkaz? (minimální vyráběné množství v jedné dávce)**

body: 7

kritická otázka: ne

Jedná se o důležitou otázku zejména z hlediska plánování a přípravy výroby tak, aby APS systém mohl efektivně plánovat kapacity a výrobu na strojích, ale nešel pod minimální ekonomickou výrobní dávku.

- 34) **Do jaké míry odpovídá zaznamenaná ekonomická výrobní dávka realitě?**

body: 5

kritická otázka: ne

- 35) **Používáte revize dat v TPV?**

body: 0

kritická otázka: ne

Otázka je zde proto, aby se ověřilo, zda data napsaná v TPV prochází kontrolou a zda jsou aktuální.

- 36) **Používáte varianty dat v TPV?**

body: 0

kritická otázka: ne

- 37) **Jsou v systému zaznamenány kusovníky? (kusovníkové vazby)**

body: 9

kritická otázka: ano

Kusovníkové vazby jsou potřebné k zakládání výrobků a výrobních dílů do systému. Kusovník navíc popisuje jednotlivé vstupní materiály, vlastnosti a části výrobku a propojuje tyto vazby na daný výrobek.

- 38) **Je v systému zaznamenán poměr nižší a vyšší položky v kusovníku?**

body: 9

kritická otázka: ano

Navazující otázka na otázku 37. Díky popisu poměru nižších a vyšších položek může systém APS plánovat pořadí a počet výroby jednotlivých částí, které jsou propojeny v kusovníku na výsledný produkt.

- 39) **Používáte i fixní množství položky v kusovníku? (vstupující množství položky do celého výrobku)**

body: 0

kritická otázka: ne

- 40) **Jsou technologické operace zaznamenány v systému?**

body: 9

kritická otázka: ano

Velmi podstatná a vcelku vypovídající otázka. Aby šly plánovat samotné technologické operace, je zapotřebí, aby byly zaznamenány v systému a šlo s nimi pracovat.

- 41) **Je v systému zaznamenáno číslo (pořadí) jednotlivých operací?**

body: 8

kritická otázka: ano

Opět z hlediska plánování je zapotřebí, aby systém APS věděl, jaké operace mají po sobě následovat, a mohl tak optimalizovat kapacity a využití strojů.

- 42) **Je zaznamenán jednicový čas výrobku?**

body: 8

kritická otázka: ano

- 43) **Do jaké míry odpovídá jednicový čas realitě?**

body: 5

kritická otázka: ne

V dotazníku je více otázek na realitu zaznamenaných informací v systému, zejména výrobních a přípravných časů. Často totiž mají firmy v systému zaznamenaný čas, které ovšem neodpovídají realitě a v praxi se nevyužívají k plánování.

- 44) **Je zaznamenán přípravný čas výrobku?**

body: 5

kritická otázka: ne

- 45) **Do jaké míry odpovídá přípravný čas realitě?**

body: 4

kritická otázka: ne

- 46) **Je zaznamenán ukončovací čas výrobku?**

body: 2

kritická otázka: ne

47) **Do jaké míry odpovídá ukončovací čas realitě?**

body: 2

kritická otázka: ne

48) **Máte u kooperačních operací definovanou délku trvání? (včetně přepravy k a od kooperanta)**

body: 7

kritická otázka: ano

Kooperační operace jsou často využívány, ovšem vzhledem k tomu že se jedná o jiný podnik, který například využívá jiný systém, tak často kooperační čas není v systému zaznamenán. Z hlediska plánování výroby je však nutné tento čas znát a chovat se k němu jako k výrobnímu času v podniku.

49) **Do jaké míry odpovídá délka kooperace realitě?**

body: 4

kritická otázka: ne

50) **Máte v technologických postupech zapsány přípravy?**

body: 4

kritická otázka: ne

### 11.3.4 Nákupní objednávky

Nákupní objednávky řeší nákupy materiálu a částí výrobků, které nakupuje dotazovaný podnik. Dotazy jsou zaměřeny zejména na to, zda jsou všechny objednávky zaznamenávány do systému a jaké informace (datумы, časy vyřízení, změny, ...) jsou k nim napsány.

51) **Je každá objednávka zaznamenávána elektronicky do systému?**

body: 9

kritická otázka: ano

Opět stejně jako u prodejních objednávek, jedná se naprosto stěžejní informaci v systému. Z hlediska dalšího plánování je zapotřebí znát informace o dané objednávce. Tím, že se většinou jedná o výrobní materiál, nebo díly, které podnik nakupuje, je nutné znát zejména termín dodání.

52) **Lze dále využívat data z objednávek? (zda se nejedná pouze o text z emailu/telefonickou objednávkou)**

body: 6

kritická otázka: ano

53) **Zaznamenáváte veškeré změny (požadované datum, množství, ...) při změně objednávky?**

body: 6

kritická otázka: ne

54) **Kdy zaznamenáváte čas změny objednávky?**

body: 5

kritická otázka: ne

55) **Zaznamenáváte vyřízení u každé objednávky?**

body: 6

kritická otázka: ano

Tento údaj je potřebný z vícero důvodů, jako kontrola příjmu objednávek, lze srovnávat zásoby na skladě s příjmem objednávek a lze pak dále plánovat s reálnými daty.

56) **Kdy je vyřízení do systému zaznamenáno?**

body: 5

kritická otázka: ne

57) **Zaznamenáváte u každé objednávky vyřízení jednotlivých položek (řádků) objednávky? (vyřízení jednotlivých částí objednávky s časovými údaji k jednotlivým položkám)**

body: 6

kritická otázka: ano

U větších objednávek může docházet k tomu, že jednotlivé části objednávky jsou přijímány v různé dny na sklad a je tak vhodné, když lze kontrolovat stav jednotlivých položek z objednávky.

58) **Kdy je vyřízení položek zapsáno do systému?**

body: 5

kritická otázka: ne

59) **Zaznamenáváte u každé objednávky požadovaný a potvrzený termín dodání?**

body: 8

kritická otázka: ano

60) **Kdy jsou termíny zapsány do systému?**

body: 6

kritická otázka: ne

61) **Aktualizujete termíny v případě, že dojde ke změně?**

body: 8

kritická otázka: ne

### 11.3.5 Kooperační objednávky

Sekce kooperační objednávky je zaměřena na kooperaci mezi dvěma podniky. Opět se jedná o dotazy na objednávky, dotazy jsou zaměřeny na to, zda jsou jednotlivé

objednávky zapisovány do systému a zda k nim jsou dopsány všechny potřebné informace (datумы, časy vyřízení, změny, ...).

62) **Má každý druh kooperace nastavenou obvyklou dodací dobu?**

body: 9

kritická otázka: ano

Zejména u firem, které často využívají kooperace je zapotřebí, aby šlo s těmito kooperacemi plánovat. Základem tohoto plánování je dodací doba, díky které lze pak dále plánovat vlastní výrobu, nebo potvrzený termín dodání zákazníkovi.

63) **Je každá objednávka zaznamenávána elektronicky do systému?**

body: 6

kritická otázka: ano

64) **Lze dále využívat data z objednávek? (zda se například nejedná pouze o text z emailu/telefonickou objednávku)**

body: 3

kritická otázka: ne

65) **Čas zaznamenání objednávky?**

body: 6

kritická otázka: ne

66) **Zaznamenáváte veškeré změny (požadované datum, množství, ...) při změně objednávky?**

body: 3

kritická otázka: ne

67) **Kdy zaznamenáváte čas změny objednávky?**

body: 8

kritická otázka: ano

68) **Zaznamenáváte stav vyřízení u každé objednávky?**

body: 4

kritická otázka: ne

69) **Kdy je stav vyřízení do systému zaznamenán?**

body: 6

kritická otázka: ano

70) **Zaznamenáváte u každé objednávky vyřízení jednotlivých položek (řádků) objednávky? (vyřízení jednotlivých částí objednávky s časovými údaji k jednotlivým položkám)**

body: 2

kritická otázka: ne

71) **Kdy je stav vyřízení položek zapsán do systému?**

body: 6

kritická otázka: ano

- 72) **Zaznamenáváte u každé objednávky požadovaný a potvrzený termín dodání?**

body: 2

kritická otázka: ne

- 73) **Kdy jsou termíny zapsány do systému? (nemusí se týkat všech)**

body: 2

kritická otázka: ne

- 74) **Aktualizujete termíny v případě, že dojde ke změně?**

body: 4

kritická otázka: ne

### 11.3.6 Proces výroby

Sekce proces výroby je zaměřena na samotnou výrobu, otázky se tak zaměřují na stroje, propojení na kusovníky a obecně TPV, výrobní operace a výrobní časy. Část dotazů v této sekci se shoduje s dotazy kapitole 11.3.3. Cílem je zjistit, zda podnik využívá informace z TPV také přímo ve výrobě. U těchto dotazů je tak při vyplňování potřeba zdůraznit že jsou mířeny přímo k procesu (středisku) výroby.

- 75) **Zapisujete operativní změny ve výrobě?**

body: 4

kritická otázka: ne

Jedná se o krátkodobé změny, které podnik provádí při rychlé reakci na požadavky zákazníků, nebo výroby.

- 76) **Je v systému zaznamenána efektivita strojů?**

body: 8

kritická otázka: ano

Efektivita strojů může výrazně ovlivňovat výrobní kapacitu a rychlost výroby, je tak zapotřebí, aby byla efektivita zapsána v systému.

- 77) **Jsou v systému zaznamenány výrobní kusovníkové vazby?**

body: 8

kritická otázka: ano

Tento údaj je důležitý zejména z hlediska propojení s technickou přípravou výroby. V kusovníku jsou zaznamenány propojení na materiál a jsou zde uvedeny určité vlastnosti výrobku, a je tak zapotřebí, aby toto propojení vstupovalo i dále do výroby, kde s ním půjde dále pracovat.

- 78) **Je v systému zaznamenán poměr množství nižší a vyšší položky výrobní kusovníkové vazby? (neboli kolik vstupuje do vyšší)**

body: 6

kritická otázka: ano

- 79) **Je v systému zaznamenané již spotřebované množství nižší položky v kusovníku?**  
body: 7  
kritická otázka: ne
- 80) **Jsou výrobní příkazy zaznamenány v systému?**  
body: 3  
kritická otázka: ne
- 81) **Je zaznamenán stav příkazu v ERP? (příprava, dokončen, zrušen atd.)**  
body: 4  
kritická otázka: ne
- 82) **Je v systému zaznamenán čas splnění výroby položky?**  
body: 9  
kritická otázka: ano  
Čas splnění výroby je potřebný, neboť nám dává reálnou informaci o výrobě položky, která může putovat na sklad, nebo dále k vyšší položce v kusovníku. Navíc díky těmto reálným časům splnění určitých procesů lze zpětně vypočítat časy přesunů a výrobních procesů ve firmě.
- 83) **Jsou v systému zaznamenány jednotlivé výrobní operace?**  
body: 9  
kritická otázka: ano  
Jedná se o základní položku v sekci výroba, neboť bez zaznamenaných operací nelze dále efektivně plánovat samotnou výrobu.
- 84) **Je v systému zaznamenáno číslo (pořadí) jednotlivých operací?**  
body: 4  
kritická otázka: ano
- 85) **Odpovídá pořadí operací realitě?**  
body: 9  
kritická otázka: ano
- 86) **Je v systému zaznamenán jednicový čas výrobku?**  
body: 6  
kritická otázka: ne
- 87) **Je v systému zaznamenán přípravný čas výrobku?**  
body: 6  
kritická otázka: ne
- 88) **Je v systému zaznamenán ukončovací čas výrobku?**  
body: 7  
kritická otázka: ano
- 89) **Je v systému zaznamenán ukončovací čas výrobku?**  
body: 7  
kritická otázka: ano

- 90) **Je v systému zaznamenán kooperační čas výrobku?**  
body: 6  
kritická otázka: ne
- 91) **Do jaké míry odpovídají zaznamenané časy realitě?**  
body: 4  
kritická otázka: ne
- 92) **Je v systému zaznamenán realizovaný čas operace?**  
body: 4  
kritická otázka: ne
- 93) **Je v systému zaznamenáno zahájení výrobní operace?**  
body: 4  
kritická otázka: ne
- 94) **Je v systému zaznamenáno dokončení výrobní operace?**  
body: 7  
kritická otázka: ano  
Jedná se o reálný zaznamenaný čas dokončení, díky kterému lze pak dále plánovat nadcházející výrobní operace. Díky těmto reálným časům lze pak dále také zpětně vypočítat samotnou reálnou délku trvání operace a prodlev.
- 95) **Je v systému zaznamenáno dokončené množství operace/kusů?**  
body: 8  
kritická otázka: ano  
Dokončené množství operace nebo kusů nám dává informaci o větším detailu výroby a lze tak přesněji a efektivněji plánovat samotný proces výroby, který není vázán na větší položky ve výrobě.

### 11.3.7 Lidské zdroje

Otázky v sekci Lidské zdroje jsou zaměřeny na pracovníky firmy, jejich znalosti a dále pak na kalendáře směnnosti.

- 96) **Je v systému seznam pracovníků s jedinečným osobním číslem?**  
body: 8  
kritická otázka: ano  
Otázka je směřována zejména na to, zda jsou vůbec zaměstnanci zaznamenáni v systému a lze tedy s nimi dále pracovat při plánování výroby.
- 97) **Jakým typem jsou v systému zaznamenány znalosti pracovníka?**  
body: 8  
kritická otázka: ano



Tato otázka se zaměřuje na znalosti a rozdělení pracovníků v systému, zda jsou pracovníci přiřazeni k určitým strojům, nebo zda jsou jejich znalosti spíše přiřazeny k profesím (obráběč, svářeč atd.).

98) **Jsou v systému zaznamenány kalendáře směnnosti?**

body: 5

kritická otázka: ne

99) **Kdy jsou zaznamenávány informace do kalendáře?**

body: 6

kritická otázka: ne

100) **Jsou v kalendářích zaznamenány výjimky? (dovolené, nemoci, přesčasy, ...)**

body: 4

kritická otázka: ne

101) **Umíte ze dne na den najmout lidi? (např. externí firma, agenturní pracovníci)**

body: 0

kritická otázka: ne

102) **Pracujete s produktivitou zaměstnance?**

body: 0

kritická otázka: ne

103) **Je produktivita vázaná na znalosti?**

body: 0

kritická otázka: ne

### 11.3.8 Sklady

Sekce Skladů se zaměřuje na otázky ohledně příjmu zboží na sklad, jaké typy skladů podnik má a zda má podnik nějaké speciální požadavky.

104) **Jaké sklady máte?**

body: 0

kritická otázka: ne

105) **Kdy jsou informace o příjmu na sklad zaznamenávány do systému? (např. čekání na fakturu)**

body: 8

kritická otázka: ano

Informace o příjmu na sklad jsou podstatné zejména z hlediska informací o aktuálních skladových zásobách a zda se daná zakázka může dále expedovat zákazníkovi. Dále jsou tyto informace potřebné z hlediska chronologického napojení, tak aby zakázka, která je aktuálně na skladě, mohla být propojena s dokončenou výrobou a dále pak výdejem ze skladu.

106) **Kdy jsou informace o výdeji ze skladu zaznamenávány do systému?**

body: 8

kritická otázka: ne

107) **Zaznamenáváte místo uložení ve skladu?**

body: 0

kritická otázka: ne

108) **Pracujete se šaržemi?**

body: 0

kritická otázka: ne

109) **Máte zaznamenanou minimální hladinu zásoby?**

body: 5

kritická otázka: ne

Dotaz je tu zejména proto, aby například při částečném využití zásob ze skladu při expedici zakázky nedošlo k poklesu hladiny zásob pod minimální hladinu, kterou chce podnik dlouhodobě držet.

110) **Pracujete s expirační dobou položek na skladě?**

body: 0

kritická otázka: ne

## 11.4 Export výstupu z dotazníku

Dalším krokem po vyplnění dotazníku je export výstupů. Google Forms automaticky ukládají odpovědi do Google Sheets (Tabulkový procesor). Pro tvorbu výstupu však tyto online tabulky nejsou vhodné. Největším problémem je chronologické uspořádání otázek, program řadí otázky podle toho, kdy byly chronologicky přidány, či změněny. Tím nastává problém při dlouhodobé údržbě (změny a přidávání otázek). Další nevýhodou jsou omezené funkčnosti oproti aplikaci MS Excel.

Výstup je tedy vhodnější stahovat ve formátu CSV z Google Forms. Jedná se o běžný komprimovaný soubor, který se stáhne a extrahuje v počítači do přiřazené složky. Tento soubor narozdíl od Google Sheets zachovává seřazení otázek tak, jak je v samotném dotazníku a nepřesouvá změněné otázky. Aby byl tento soubor nahrán do aplikace MS Excel ve správném formátu, je zapotřebí nejprve extrahované CSV otevřít v textovém editoru, kde se text zkopíruje. Zkopírovaný text se poté nahraje do MS Excel přes průvodce importem textu tak, aby se správně přeneslo rozdělení na řádky a sloupce s nadpisy.

Nad takto nahranými odpověďmi lze již tvořit výstup v samotném MS Excelu přes napojení na tento vstupní list.

## 12 Návrh metody vyhodnocování a výstupu

Tato část se bude již týkat samotného hodnotícího modelu v MS Excel.

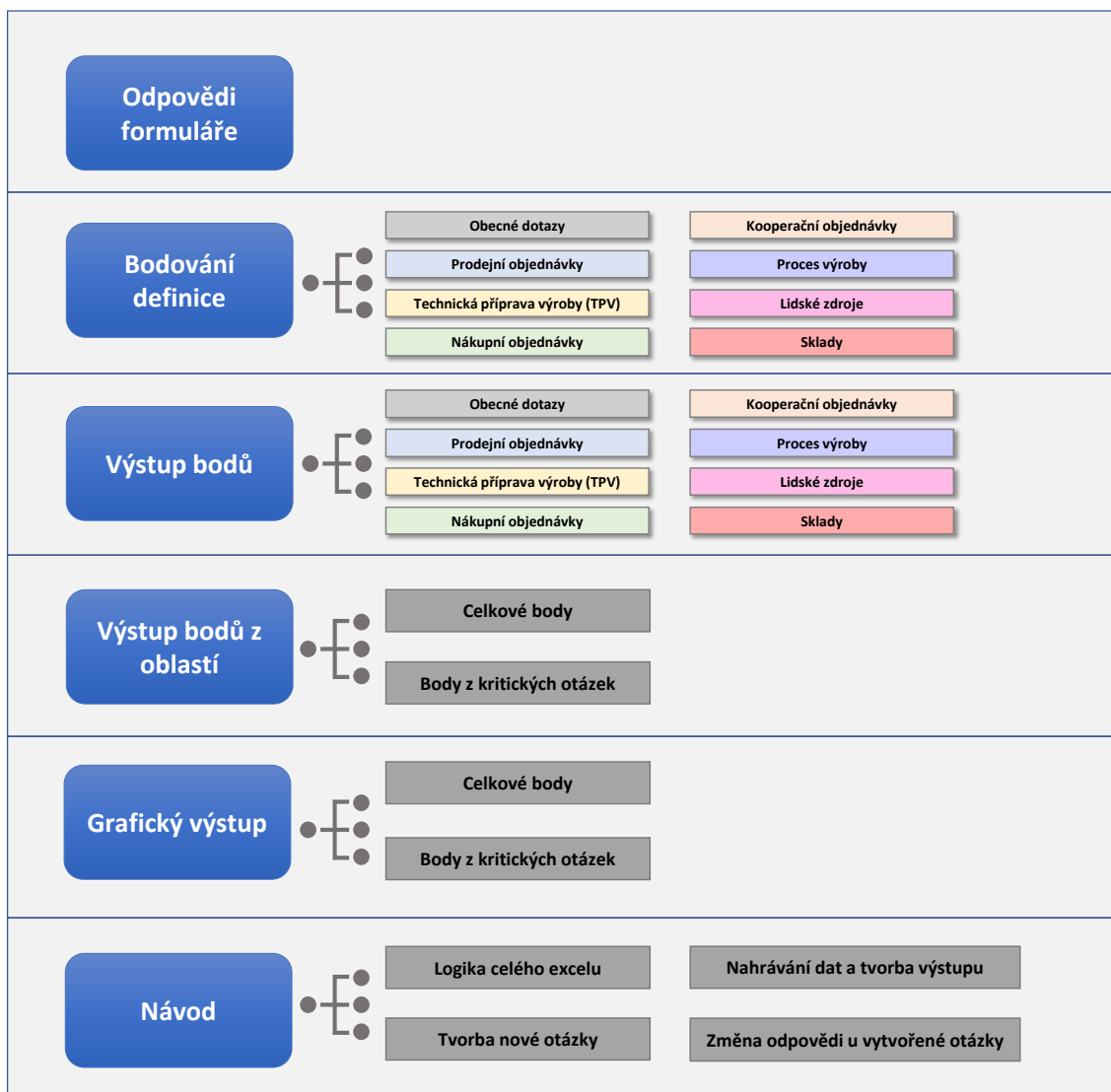
Již samotný dotazník s odpověďmi dodává podniku, který se chystá zavádět APS, velké množství užitečných informací. Ovšem z hlediska ohodnocení zodpovězených otázek je samotný dotazník příliš dlouhý na sumarizaci a rychlou a efektivní analýzu výsledků. Proto byl vytvořen model v MS Excel, který z exportovaných výsledků z dotazníku vytvoří uchopitelnější, srozumitelnější a ucelenější výstup. Samotný výstup je dostupný v příloze 2.

Celý model je popisován z hlediska logické tvorby celého hodnotícího modelu, kdy prvním krokem je nahrání CSV souboru do hodnotícího modelu, jak bylo zmíněno v minulé kapitole. List, do kterého je tento CSV soubor nahrán se jmenuje „Odpovědi formuláře“.

### 12.1 Menu

První kapitolou je zde menu, které bylo vytvářeno až na závěr, ovšem výrazně pomůže v orientaci v hodnotícím modelu v MS Excel. Na začátku modelu se nachází proklikávací menu, které slouží k rychlé orientaci a pohybu po jednotlivých listech. Hlavním cílem tohoto menu je zpříjemnit uživatelské prostředí a zrychlit práci s modelem.

Na obrázku níže je zobrazeno proklikávací menu v MS Excel. Všechny vyznačená políčka slouží jako odkazová tlačítka pro pohyb po listech v modelu. Modrá políčka odkazují na jednotlivé listy. Barevně odlišené oblasti, které dodržují stejné barvy v celém modelu, odkazují na jednotlivé sekce na příslušných listech. A na závěr šedá políčka odkazují na příslušné tabulky a texty v listech. Celé menu je strukturováno tak, aby pořadí listů modelu v MS Excel odpovídalo pořadí modrých políček v menu.



Obrázek 8: Proklikávací menu v MS Excel

## 12.2 Bodové ohodnocení otázek a výběr kritických otázek

Druhým listem v modelu je list „Bodování definice“. Na tomto listě jsou ke každé otázce přiřazeny body od 0 do 9, které označují významnost dané otázky/odpovědi, kdy hodnota 9 označuje nejdůležitější otázku a hodnota 0 nejméně důležitou viz obrázek níže. V případě, že je otázka za 0 bodů, je označena jako zjišťovací, neboť dále nevstupuje do celkového hodnocení. V modelu je bodování uděláno tak, aby šly jednoduše přidávat nové otázky. V případě, že se přidá otázka, tak se pouze posunou všechny bodové ohodnocení o jeden sloupec za ní a vytvoří se nové bodové ohodnocení pro danou otázku. Jednotlivé bodové hodnoty byly definovány společně se zaměstnancem firmy Merica s.r.o., panem Mlejnským. Přiřazené body označují, jak důležité jsou dané otázky pro přesné plánování a rozvrhování výroby systému APS.

	Je v systému zaznamenán poměr množství nižší a vyšší položky v kusovníku? (neboli kolik vstupuje do vyšší)	Používáte i fixní množství položky v kusovníku? (vstupující množství položky do celého výrobku)	Jsou technologické operace zaznamenány v systému?	Je v systému zaznamenáno číslo (pořadí) jednotlivých operací?	Je zaznamenán jednicový čas výrobku?
Jsou v systému zaznamenány kusovníky? (kusovníkové vazby)	9	9	0	9	8

Obrázek 9: Bodové ohodnocení otázek

Jednotlivé otázky jsou propojeny se vstupním listem „Odpovědi formuláře“ přes přímý odkaz tak, aby se v případě změny aktualizovalo jak pořadí, tak znění jednotlivých otázek.

Celý tento list a celkově každý list v modelu je rozdělen do jednotlivých sekcí (Obecné dotazy, Prodejní objednávky, TPV, ...) pomocí barev nadpisů jednotlivých sloupců.

Na listě „Bodovací definice“ jsou pak dále také označeny kritické otázky, které jsou označeny pouze barevně viz Obrázek 8. Tyto otázky zásadně ovlivňují funkcionality a možnost implementace APS systému a jsou tak ještě dále separátně hodnoceny. Kritické otázky však stále vstupují i do celkového hodnocení.

### 12.3 Bodový výstup odpovědí z dotazníku

Třetí částí a také listem je list s názvem „Výstup body celkové“. Na tomto listě je vypsán počet bodů ke každé otázce zodpovězené podnikem. Na listě jsou opět vypsány jednotlivé otázky ve sloupcích a jsou barevně odlišeny na sekce. Jednotlivé sloupce jsou opět propojeny přímým odkazem tak, aby se aktualizovaly v případě, že se přidá, nebo změní otázka. Jednotlivé řádky zde představují jednotlivé vyplnění dotazníku podnikem.

Body jsou přiřazeny k otázkám dle zvolené odpovědi. Tyto body jsou přiřazeny přes jednoduchou podmínku, která bere v úvahu zvolenou odpověď a bodovou definici dané otázky. Pro příklad u první ohodnocené otázky: „Je zaveden ve vašem podniku ERP systém?“ vypadá podmínka bodování následovně:

```
=KDYŽ('Odpovědi formuláře'!F2="Ano.";1*'Bodování definice'!F2;KDYŽ('Odpovědi formuláře'!F2="Ne.";0*'Bodování definice'!F2;"Nevyplněno"))
```

Obrázek 10: Podmínka bodování

Pokud by tedy respondent číslo 1 odpověděl na otázku kladně, tedy „Ano“, pak bude v dané buňce na tomto listě přiřazena hodnota 8 k danému respondentovi a otázce, neboť bodová definice této otázky je 8.

U otázek s více odpověďmi jsou pak přiřazovány body přes poměry, kdy se násobí číslem od 0 do 1 body z bodové definice, podle zvolené odpovědi.

Všechny vzorce a buňky jsou nezařazované z důvodu, aby v případě přidání nové otázky bylo možné vzorce posunout a vložit k dané otázce nové propojení a bodový výstup.

## 12.4 Bodový výstup jednotlivých oblastí

Čtvrtým listem je list s názvem „Výstup body oblasti“. Na tomto listě jsou sečteny a vypsané body z jednotlivých oblastí. Zde jsou rozděleny tyto body do dvou tabulek, kdy jedna odpovídá celkovým bodům v daných oblastech a druhá bodům z kritických otázek v daných oblastech. Tento výstup bodově popisuje připravenost podniku na APS systém v daných oblastech.

V tabulce níže je vidět tabulka s výstupy bodů z jednotlivých oblastí. Řádky zde odpovídají jednotlivým vyplněním dotazníku (v tuto chvíli všechno nepředstavuje reálné podniky). Sloupce pak představují jednotlivé procesní oblasti. Například respondent číslo 1 by tedy měl 12 bodů z první oblasti „Obecné dotazy“ viz kapitola 11.3.1. Tyto body jsou součtem bodů za jednotlivé otázky z dané procesní oblasti z předchozího listu „Výstup body celkové“. Z této tabulky pak dále vstupují body do grafického výstupu (list „Grafický výstup“).

Oblasti celkové body									
Časová značka	Obecné dotazy	Prodejní objednávky	Technická příprava výroby (TPV)	Nákupní objednávky	Kooperační objednávky	Proces výroby	Lidské zdroje	Sklady	
2023/12/06 3:21:16 odp. SEČ	12	43,5	72,3	49,6	11,6	60,8	0	13	
2023/12/06 3:42:37 odp. SEČ	17	42,2	74,8	37,8	25,2	36,8	0	8	
2023/12/06 4:00:29 odp. SEČ	5	70	0	0	0	0	0	0	
2023/12/06 4:45:19 odp. SEČ	5	0	0	0	0	0	0	0	
2023/12/08 9:18:10 dop. SEČ	0	0	0	0	0	0	0	0	
2023/12/08 9:24:35 dop. SEČ	18	68,6	67,1	0	0	13	0	0	
2023/12/13 2:07:39 odp. SEČ	10	71,2	86	70	52	112	0	21	
2023/12/13 2:59:38 odp. SEČ	0	0	0	0	0	0	0	0	
2023/12/13 3:11:22 odp. SEČ	8	0	0	0	0	0	0	0	
2023/12/20 10:22:36 dop. SEČ	17	64,8	36,6	65,8	0	76,2	16	14,6	
2024/01/11 11:21:03 dop. SEČ	0	0	0	0	0	0	0	0	
2024/01/17 9:27:18 dop. SEČ	18	90	88,7	70	0	106,8	14,2	21	
2024/01/19 7:42:15 odp. SEČ	18	0	0	0	0	0	0	0	
2024/01/24 10:34:59 dop. SEČ	18	70,2	72,3	62,4	47,1	104,8	8	14,4	

Tabulka 4: Výstup bodů u procesních oblastí

V tabulce níže je v tomto případě výstup bodů z kritických otázek v rámci jednotlivých procesních oblastí. Do tohoto výstupu vstupují pouze body z kritických otázek, které jsou definované v listě „Bodování definice“. Jsou opět děleny do stejných oblastí jako výstup celkových bodů. Body do této tabulky opět vstupují z listu „Výstup body celkové“, ovšem tentokrát pouze u vybraných kritických otázek.

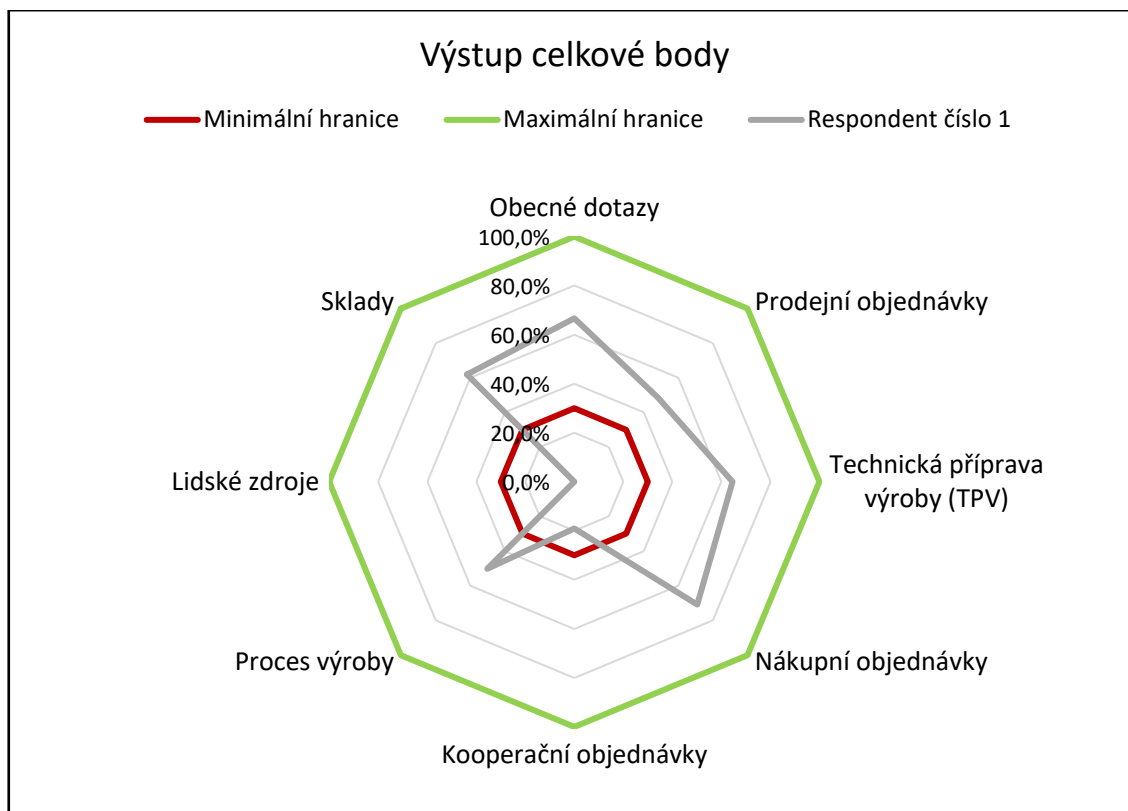
Oblasti kritické otázky body								
Časová značka	Obecné dotazy	Prodejní objednávky	Technická příprava výroby (TPV)	Nákupní objednávky	Kooperační objednávky	Proces výroby	Lidské zdroje	Sklady
2023/12/06 3:21:16 odp. SEČ	0	22	44	32	10	37	0	8
2023/12/06 3:42:37 odp. SEČ	0	24	30	18	10.8	23	0	8
2023/12/06 4:00:29 odp. SEČ	0	33	0	0	0	0	0	0
2023/12/06 4:45:19 odp. SEČ	0	0	0	0	0	0	0	0
2023/12/08 9:18:10 dop. SEČ	0	0	0	0	0	0	0	0
2023/12/08 9:24:35 dop. SEČ	0	30	43	0	0	9	0	0
2023/12/13 2:07:39 odp. SEČ	0	33	42	35	26	66	0	8
2023/12/13 2:59:38 odp. SEČ	0	0	0	0	0	0	0	0
2023/12/13 3:11:22 odp. SEČ	0	0	0	0	0	0	0	0
2023/12/20 10:22:36 dop. SEČ	0	33	26	35	0	51	16	3.2
2024/01/11 11:21:03 dop. SEČ	0	0	0	0	0	0	0	0
2024/01/17 9:27:18 dop. SEČ	0	33	48	35	0	68	8	8
2024/01/19 7:42:15 odp. SEČ	0	0	0	0	0	0	0	0
2024/01/24 10:34:59 dop. SEČ	0	30	46	32	28.1	60	8	6.4

Tabulka 5: Výstup bodů z kritických otázek u procesních oblastí

## 12.5 Grafický výstup

Pátým listem je list s grafickým výstupem. List je nazván „Grafický výstup“ a jsou zde graficky znázorněny bodové výstupy z jednotlivých oblastí. Body do tohoto výstupu vstupují z předchozího listu „Výstup body oblastí“. Grafický výstup je finálním výstupem, který má popsat připravenost oblastí v podniku co možná nejjednodušším a nejnázornějším způsobem. Na listě jsou podkladové tabulky pro následné paprskové grafy. Opět se na listě nachází dvě tabulky a dva grafy, kde první odpovídá celkovým bodům ze všech hodnocených otázek v oblastech a druhý pouze kritickým otázkám a bodům.

V grafu níže je grafický výstup v podobě paprskového grafu pro respondenta číslo 1. Procentuální bodovou připravenost pro jednotlivé oblasti lze vidět v Tabulce 6 níže. Z aktuálního nastavení grafického výstupu vychází, že daný podnik by byl připraven na APS systém v oblastech Skladů, Obecných dotazů, Prodejních objednávek, TPV, Nákupních objednávek a Procesu výroby. V oblastech Obecných dotazů, TPV, Nákupních objednávek a Skladů se připravenost pohybuje mezi 60-70 %. Připravenosti však nevyhovují oblasti Kooperačních objednávek a Lidských zdrojů, kde se připravenost pohybuje mezi 0-20 %. Jak lze v grafu i na obrázku 3 vidět, nejlépe připravenou oblastí je oblast nákupních objednávek a nejhůře pak oblast lidských zdrojů.



*Graf 1: Paprskový graf pro Respondenta číslo 1*

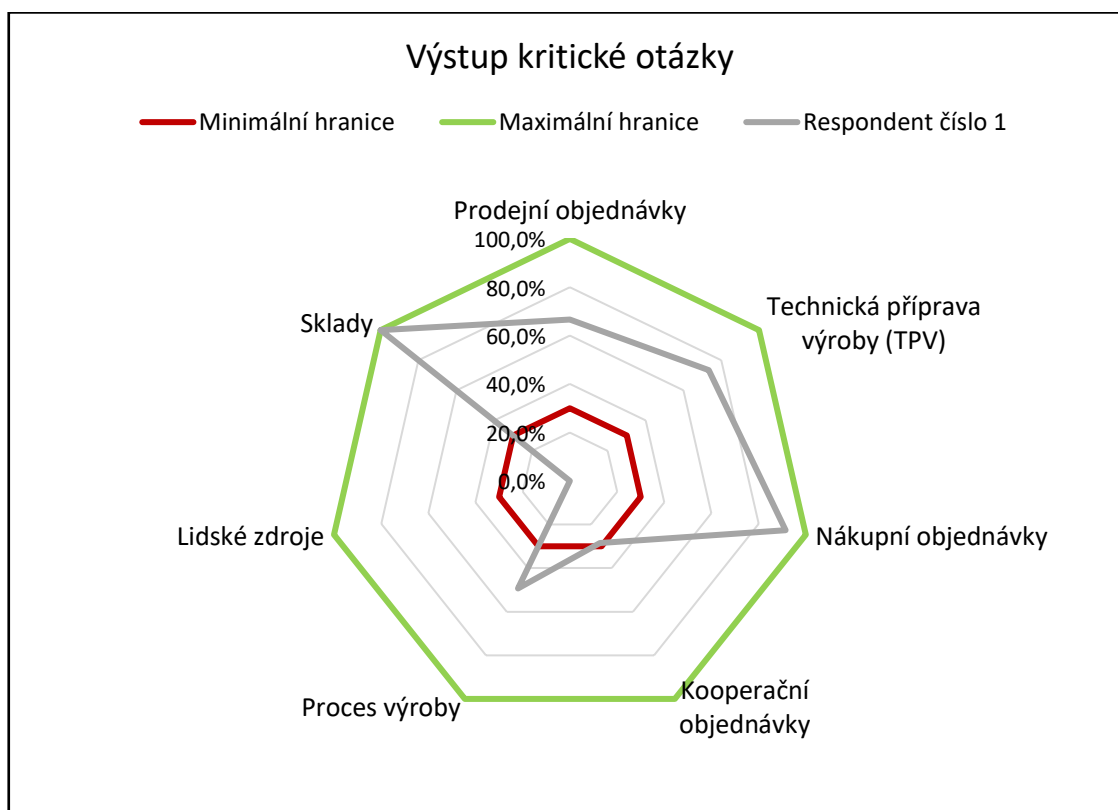
V tabulce níže je pak vidět vstupní tabulka pro paprskový graf, jednotlivé řádky opět odpovídají jednotlivým vyplněním dotazníku. Jednotliví respondenti (podniky) jsou označeny čísly, a to kvůli anonymitě výsledků pro účely následné prezentace těchto výsledků a porovnání konkurence v dané oblasti. Celá tabulka je rozdělena na procesní oblasti. Hodnoty v ní odpovídají procentům bodů, které jdou v dané procesní oblasti maximálně získat. V horních dvou řádcích jsou určeny hranice, kde proces nad minimální hranicí se považuje za připravený. Tato hranice se bude v budoucnu posouvat podle zkušeností firmy Merica s.r.o. V tuto chvíli je však nastavena na 30 % maxima. Jako příklad respondent číslo 1 dosáhl na 66,7% připravenosti z oblasti “Obecné dotazy” a byl by tak v této oblasti připraven na zavedení APS systému.



Výstup celkové body		Obecné dotazy	Prodejní objednávky	Technická příprava výroby (TPV)	Nákupní objednávky	Kooperační objednávky	Proces výroby	Lidské zdroje	Sklady
Minimální hranice	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%
Maximální hranice	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
1	66,7%	48,3%	64,6%	70,9%	19,0%	50,2%	0,0%	61,9%	
2	94,4%	46,9%	66,8%	54,0%	41,3%	30,4%	0,0%	38,1%	
3	27,8%	77,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
4	27,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
6	100,0%	76,2%	59,9%	0,0%	0,0%	10,7%	0,0%	0,0%	
7	55,6%	79,1%	76,8%	100,0%	85,2%	92,6%	0,0%	100,0%	
8	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
9	44,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
10	94,4%	72,0%	32,7%	94,0%	0,0%	63,0%	51,6%	69,5%	
11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
12	100,0%	100,0%	79,2%	100,0%	0,0%	88,3%	45,8%	100,0%	
13	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
14	100,0%	78,0%	64,6%	89,1%	77,2%	86,6%	25,8%	68,6%	

Tabulka 6: Vstupní tabulka pro paprskový graf

V grafu níže můžete vidět grafický výstup pro respondenta číslo 1 z kritických otázek. Pokud oba grafy porovnáme je vidět že oblast skladů a nákupních objednávek má lépe připravenou, než se mohlo z prvního grafu zdát, ovšem oblast Kooperačních objednávek a Lidských zdrojů zůstala v obou případech pod minimální hranicí. V tomto případě by tak bylo potřeba, aby pracovník podniku prošel společně s konzultantem firmy Merica s.r.o. znovu dotazník a prodiskutoval oblasti Kooperačních objednávek a Lidských zdrojů a dohodl se na možném řešení těchto problémů.



Graf 2: Paprskový graf pro Respondenta číslo 1 výstup z kritických otázek

V tabulce níže je pak výstup bodů z kritických otázek v jednotlivých oblastech. V tabulce chybí oblast obecných dotazů, které neobsahují žádnou kritickou otázku. Jedná se opět o vstupní tabulku pro paprskový graf a je vytvořena podle stejné logiky, jako

výstup pro všechny otázky. V některých oblastech je malé množství kritických otázek, např. v oblasti skladů je pouze jedna. Výstup je tak výrazně ovlivňován odpovědí na danou otázku. Na druhou stranu může tento výstup pomoci při hodnocení připravenosti v dané oblasti, protože podnik může například nasbírat velké množství bodů v oblasti skladů na ostatních otázkách a vypadat tak, že je připraven na zavedení APS, ovšem pokud má z kritické otázky v dané oblasti 0 % připravenost, nelze tento podnik považovat za dostatečně připravený. Jako dostatečně připravený podnik lze tedy brát pouze ten, který překračuje hranici 30 % v obou paprskových grafech ve všech oblastech, pro které by chtěl využívat APS systém.

Výstup kritické otázky	Prodejní objednávky	Technická příprava výroby (TPV)	Nákupní objednávky	Kooperační objednávky	Proces výroby	Lidské zdroje	Sklady
Minimální hranice	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%
Maximální hranice	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
1	66,7%	73,3%	91,4%	28,6%	49,3%	0,0%	100,0%
2	72,7%	50,0%	51,4%	30,9%	30,7%	0,0%	100,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
6	90,9%	71,7%	0,0%	0,0%	12,0%	0,0%	0,0%
7	100,0%	70,0%	100,0%	74,3%	88,0%	0,0%	100,0%
8	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
10	100,0%	43,3%	100,0%	0,0%	68,0%	100,0%	40,0%
11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
12	100,0%	80,0%	100,0%	0,0%	90,7%	50,0%	100,0%
13	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
14	90,9%	76,7%	91,4%	80,3%	80,0%	50,0%	80,0%

Tabulka 7: Vstupní tabulka pro paprskový graf z kritických otázek

Hlavním přínosem grafického výstupu hodnotícího modelu je skutečnost, že lze rychle vyčíst silné a slabé stránky podniku a lze například porovnávat podniky ve stejném odvětví. Je však nutné říci, že pro samotnou implementaci je důležitější dotazník jako takový a bodový výstup jednotlivých otázek, neboť dávají firmě, která bude implementovat APS systém lepší přehled o připravenosti jednotlivých menších datových celků. Grafický výstup tak může sloužit pro prvotní prezentaci výsledků a jako možný odrazový můstek pro další řešení implementace systému.

## 12.6 Návod

Šestou částí je návod k hodnotícímu modelu v MS Excel. Jedná se o textový popis k celému modelu v MS Excel, který popisuje logiku za modelem a slouží jako návod pro uživatele. Návod je rozdělen na 4 části, které jsou nazvány:

1. Logika hodnotícího modelu
2. Nahrávání dat do hodnotícího modelu a tvorba grafického výstupu
3. Postup při vytvoření nové otázky v dotazníku
4. Postup při změně odpovědi již vyplňované otázky

První část „Logika hodnotícího modelu“ popisuje rozdělení jednotlivých listů ve vytvořeném hodnotícím modelu a jejich společné propojení. Jsou zde popisovány váhy odpovědí, kritické otázky, tvorba podmínek atd. Jedná se o první část, která by měla uživateli poskytnout první náhled do propojení a pomoci pochopení fungování celého modelu.

Druhá část „Nahrávání dat do hodnotícího modelu a tvorba grafického výstupu“ popisuje všechny potřebné kroky uživatele, které musí vykonat při nahrání nového CSV souboru s novým vyplněním od respondenta. Je zaměřen na kroky nahrání dat a vytvoření grafického výstupu.

Třetí část „Postup při vytvoření nové otázky v dotazníku“ se zaměřuje na potřebné úkoly, které uživatel musí provést, když přidá novou otázku do dotazníku. Je nutné posunout existující otázky, které se nachází za přidanou otázkou a připsat bodovou definici a podmínku pro odpovědi.

Čtvrtá část „Postup při změně odpovědi již vyplňované otázky“ se pak zaměřuje na potřebné kroky v případě, že je změněna odpověď na již stávající otázku v dotazníku. Do podmínek je zapotřebí dopsat novou možnost odpovědí, ale i zachovat starou. V případě že by to nebylo provedeno, pak staré či nové odpovědi nebudou správně vyhodnocovány.

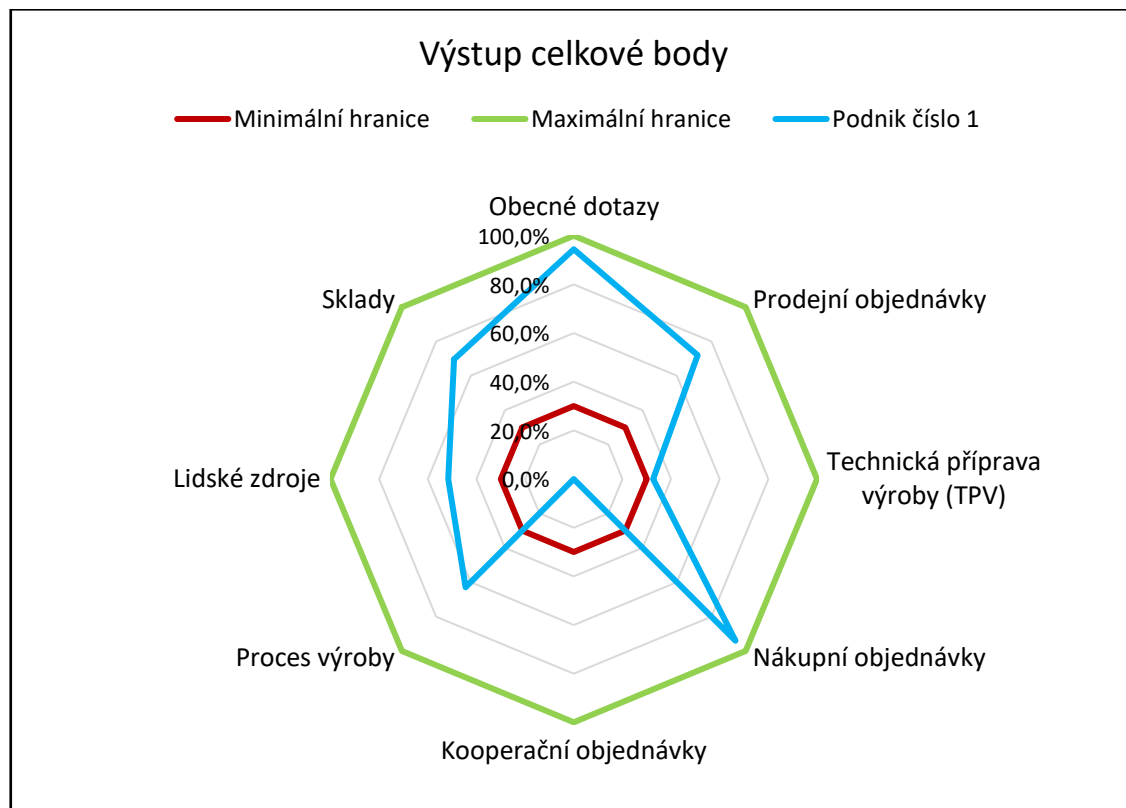
## 13 Aplikace hodnotícího postupu na vybraných výrobních podnicích

Tato kapitola se bude zabývat aplikací vytvořeného postupu na vybraných reálných výrobních podnicích. Celkově se jedná o tři vybrané podniky, které jsou aktuálními zákazníky firmy Merica s.r.o. Všechny podniky mají již zavedený APS systém, výhodou však je, že firma Merica s.r.o. již své zákazníky zná a lze tak zhodnotit, zda výstupy z dotazníku odpovídají realitě. Všechny podniky souhlasily s vyplněním dotazníku, který byl vyplňován v mojí spolupráci s panem Mlejnským a kvalifikovaným pracovníkem z daného podniku. Tato část zároveň sloužila jako zpětná vazba od reálných podniků a dotazník byl v návaznosti na tuto vazbu pozměněn. Jména jednotlivých podniků dále nebudou uváděna, neboť se jedná o citlivé informace, které se týkají interních procesů a mohly by přinášet ostatním konkurenční výhodu na trhu. Pro rozlišení dále u každého podniku popíši, jakou oblastí výroby se zabývá a jaké cíle měl při zavádění APS.

## 13.1 Aplikační podnik 1

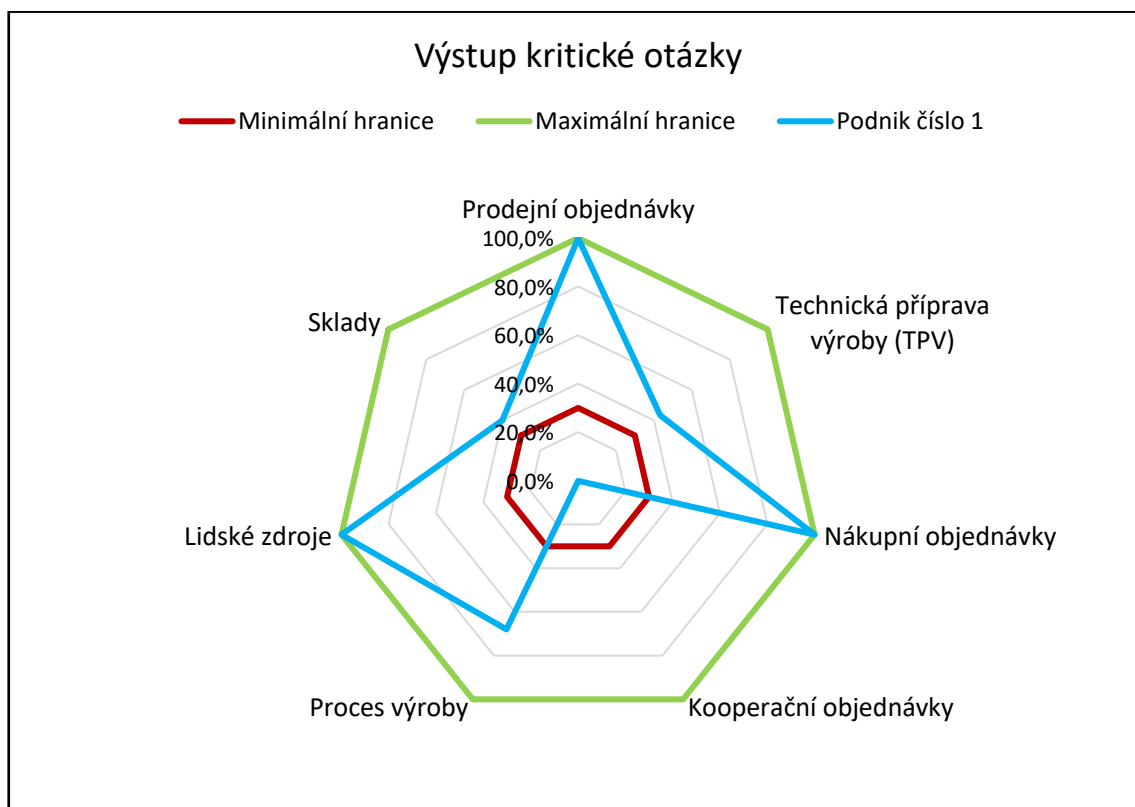
Aplikační podnik 1 se zaměřuje na opakovanou výrobu stavebnicových hliníkových a ocelových příhradových konstrukcí. Jedná se o český podnik, který operuje i na trzích mimo Českou republiku. Jde o středně velký podnik, který má mezi 200-300 zaměstnanci. Podnik spadá pod větší společnost, která má roční tržby okolo 300 mil. Kč. Hlavním cílem implementace APS systému bylo zefektivnit plánování výroby, maximálně využít kapacitu výroby a zejména zlepšit technickou přípravu výroby.

V grafu níže jsou znázorněny procentuální výstupy z jednotlivých hodnocených oblastí pro všechny otázky. Jak je z grafu vidět, podnik má velice dobře datově pokryty oblasti Obecných dotazů a Nákupních objednávek, kde dosahuje míry připravenosti mezi 90-100 %. Podnik tak má zejména dobrou propojenost a využití ERP a sleduje většinu potřebných údajů k nákupním objednávkám. Naopak nejhůře pokrytou oblastí jsou Kooperační objednávky, které však firma nechce za pomoci APS plánovat a do celkového hodnocení tak nevstupují. Druhou nejhůře pokrytou oblastí je pak Technická příprava výroby, kde podnik získal pouze 32,68 % ze 100 %. Tato oblast je stále nad minimální hranicí 30 %, je však zapotřebí výsledky porovnat ještě s oblastí kritických otázek a z výsledků vyvodit závěr.



Graf 3: Paprskový graf pro podnik 1

V grafu níže jsou pak znázorněny procentuální výstupy z kritických otázek. Kritické otázky opět poukazují na velmi dobrou připravenost v oblasti Nákupních objednávek a v tomto případě i prodejních objednávek, kde podnik dosahuje 100 % připravenosti. I v případě kritických otázek pak má tento podnik nízkou připravenost v oblasti Technické přípravy výroby. Je však podstatné se zaměřit i na Sklady, které v hodnocení kritických otázek mají připravenost pouze 40 % ze 100 %.



Graf 4: Paprskový graf pro podnik 1 výstup z kritických otázek

V návaznosti na výstupy je tak zapotřebí se zaměřit na oblasti Technické přípravy výroby a Skladů a zhodnotit samotné odpovědi v dotazníku a vyvodit slabé stránky tohoto podniku. Je zapotřebí se zaměřit zejména na kritické otázky a na důležitější otázky s vyšší bodovou hodnotou.

Z oblasti Technické přípravy výroby vyplývají následující hlavní problémy: podnik nemá v systému zaznamenány jednotlivé stroje, neexistuje ekonomická výrobní dávka, v kusovníku nejsou zaznamenány poměry vyšší a nižší položky a v systému není zaznamenáno pořadí jednotlivých operací. Tyto otázky všechny definují kritické a důležité podoblasti v Technické přípravě výroby, na které by se podnik měl zaměřit ve spolupráci s Merica s.r.o.

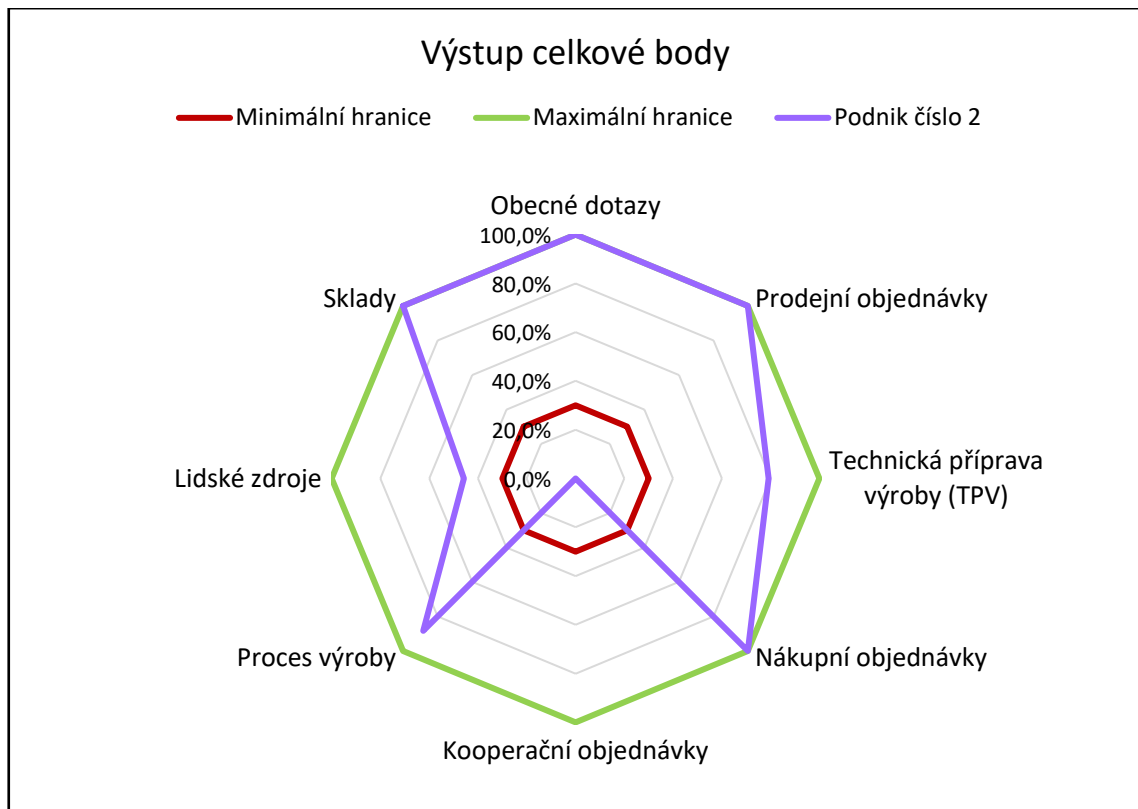
V oblasti skladů je pak jedinou kritickou otázkou dotaz „Kdy jsou informace o příjmu na sklad zaznamenávány do systému?“. Podnik je zaznamenává v průměru až za 3 dny, což výrazně ovlivňuje schopnost plánování systému. V oblasti skladů je tak zapotřebí se zaměřit právě na tuto otázku.

V podniku již je zaveden APS systém. Z výsledků je však jasné, že využívání APS v oblasti Technické přípravy výroby a Skladů není příliš dobré. Pro maximální využití funkcionalit APS je zapotřebí zlepšit výše zmíněné oblasti.

## 13.2 Aplikační podnik 2

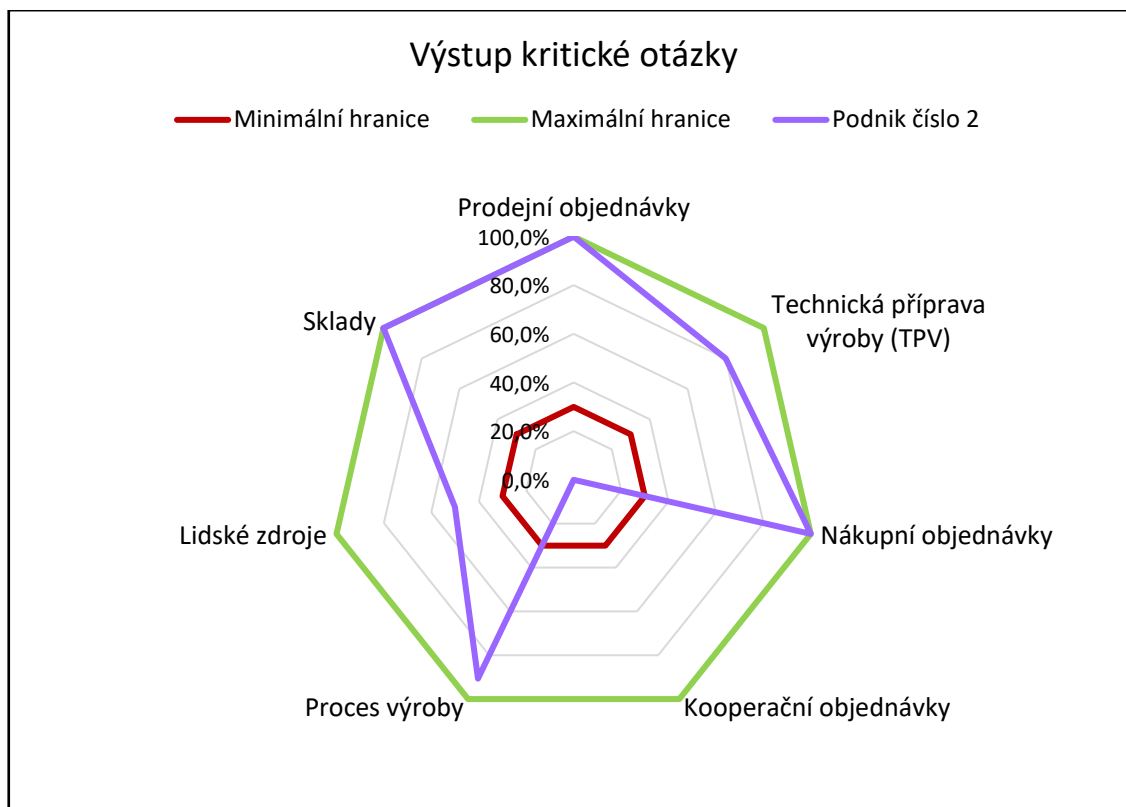
Aplikační podnik 2 je český podnik, který se zabývá výrobou a prodejem celého sortimentu obalových materiálů. Podniká jak na českém, tak na evropském trhu. Podnik dodává obalový materiál i do automobilového průmyslu. Jedná se o malý až středně velký podnik, který zaměstnává mezi 50-80 zaměstnanci. Roční tržby podniku se pohybují okolo 300-500 mil. Kč. Hlavním cílem podniku je využití optimalizačního systému APS, zejména pro plánování výroby a přestavby strojů. Podnik má již dobře zavedený ERP systém, s kterým bylo nutné APS propojit.

V grafu níže je vidět grafický výstup pro aplikační podnik 2. Je vidět že podnik je výborně připraven ve většině oblastí. V oblastech Obecných dotazů, Prodejních objednávek, Nákupních objednávek a Skladů, kde dosáhl dokonce maximálního počtu bodů. V případě kooperačních objednávek tento podnik nebude hodnocen, neboť má pouze jednoho kooperanta, pro kterého navíc není možné odpovědět na všechny otázky, neboť se nejedná o běžný typ kooperace. Kooperační objednávky tak nebudou součástí hodnocení pro tento podnik. V oblastech TPV a Procesu výroby dosáhl podnik míry připravenosti 75-90 %. Podnik ztratil v těchto oblastech body zejména za pouze orientační časy výroby, které přesně neodpovídají realitě. Jedinou oblastí, na kterou je nutné se více zaměřit je tedy oblast Lidských zdrojů. Podnik získal z celkových bodů v této oblasti necelých 46 %, což stačí na zavedení APS systému, nelze však plánovací systém plně využít. Pro celkové hodnocení a vybrání podoblastí na které je potřeba se zaměřit, je nutné nejprve porovnat výsledky s výsledky z kritických otázek.



Graf 5: Paprskový graf pro podnik 2

V grafu níže je vidět grafický výstup z kritických otázek dotazníku. Přípravenost v jednotlivých oblastech je velmi podobná jako v případě celkových bodů. Podnik je velmi dobře připraven na APS ve všech oblastech, až na oblast Lidských zdrojů. V oblasti Lidských zdrojů získal podnik z kritických otázek 50 % ze 100 %.



Graf 6: Paprskový graf pro podnik 2 výstup z kritických otázek

V návaznosti na výstupy je tak jedinou problematickou oblastí oblast Lidských zdrojů. Je zapotřebí se opět zaměřit na jednotlivé odpovědi v dotazníku v této oblasti, aby bylo možné řešení problému upřesnit.

Podnik má svůj seznam pracovníků s jedinečným číslem, ovšem v systému nejsou nijak zaznamenány znalosti pracovníka tak, aby šlo plně využít plánování a přiřazování pracovníků ke strojům. Dalším z problémů, je pak čas zaznamenání informací do kalendářů, kam jsou informace nahrávány za více jak 4 dny. V kalendářích také nejsou zaznamenány výjimky (dovolené, přesčasy, ...).

Přiřazení znalostí pracovníka je vcelku jednoduchý a časově nenáročný krok, který dokáže výrazně zlepšit schopnost plánování APS. Pro plné využití APS je však zapotřebí vytvořit funkční kalendáře směnností, které budou aktuální a budou v nich zaznamenány všechny potřebné informace.

Celkové zhodnocení připravenosti Podniku číslo 2 na zavedení APS je velmi dobré. V oblastech Obecných dotazů, Prodejních objednávek, Nákupních objednávek a Skladů dosáhl podnik maximálního počtu bodů. V oblasti Technické přípravy výroby pak dosáhl velmi dobrých výsledků. Jedinou slabou stránkou je oblast Lidských zdrojů, která je však stále nad minimální hodnotou 30 % celkových bodů. Podnik číslo 2 je tak velmi

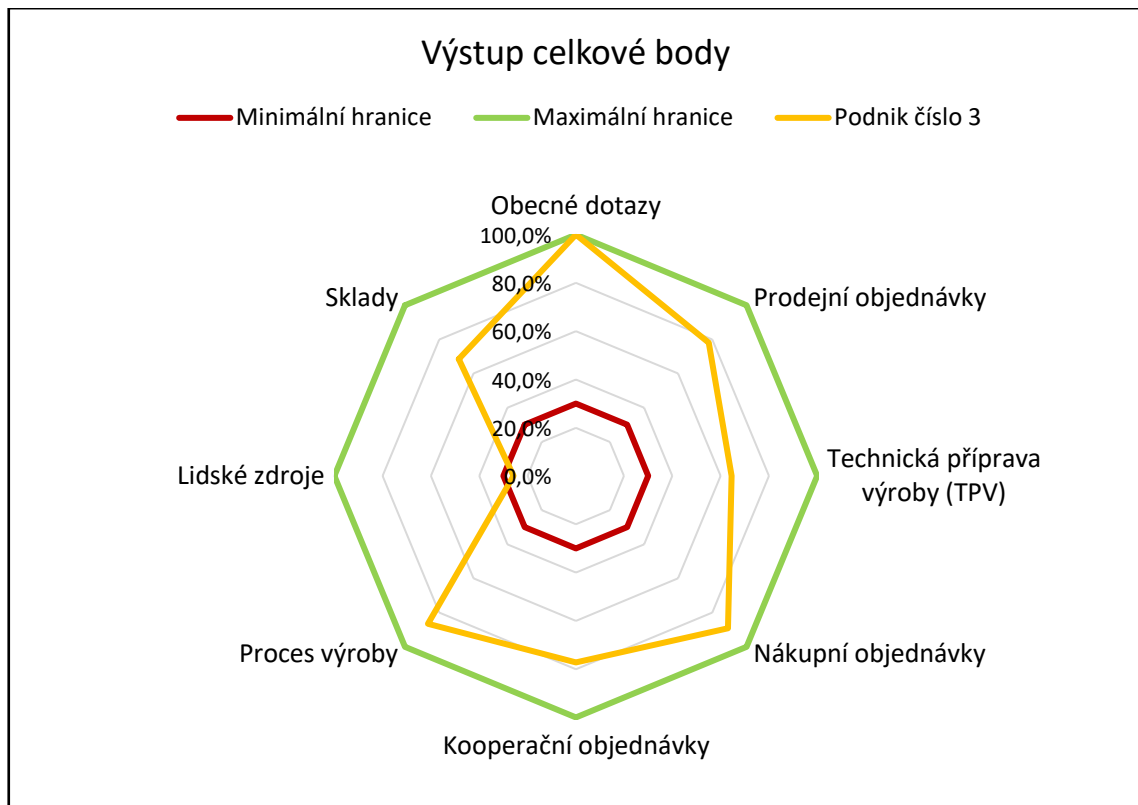


dobře připraven na zavedení APS a bude moci využívat většinu funkcionalit tohoto systému.

### 13.3 Aplikační podnik 3

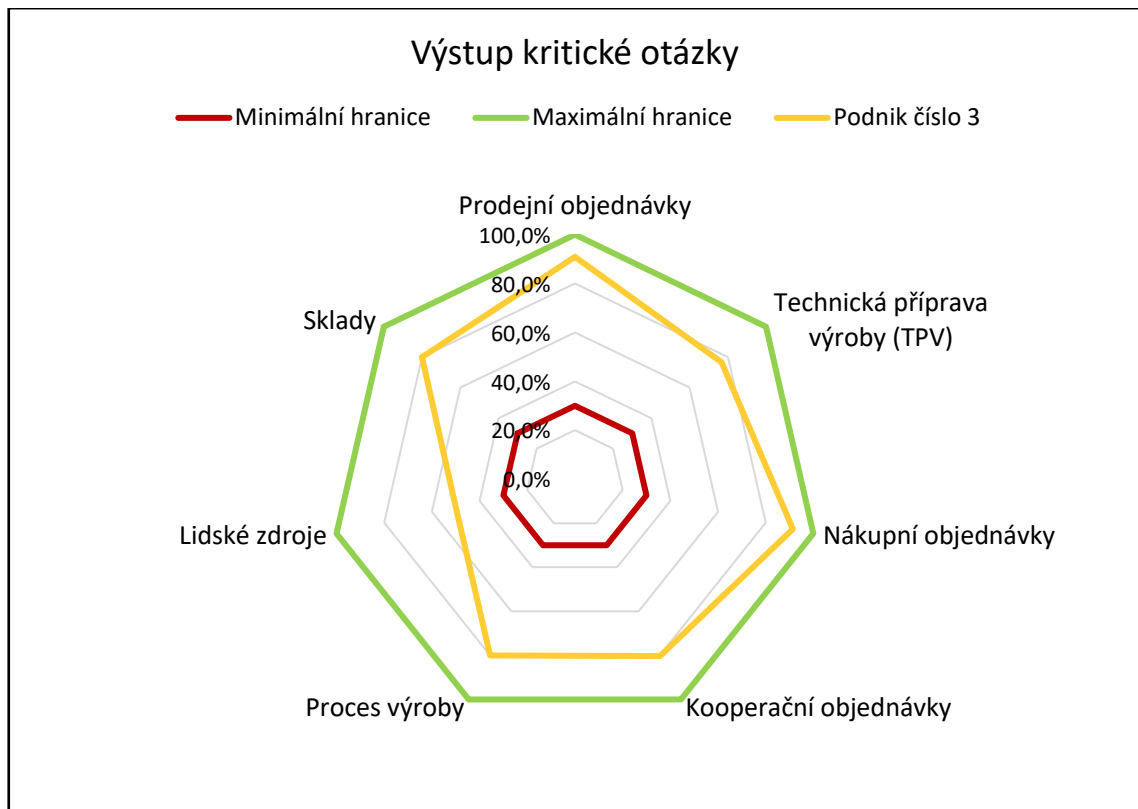
Aplikační podnik 3 je český podnik, který se zabývá výrobou strojů a zařízení pro průmysl. Jedná se o středně velký podnik, který má 200-300 zaměstnanců. Roční tržby podniku se pohybují okolo 300 mil. Kč. Hlavními cíli nasazení APS bylo stanovit přesný rozvrh, optimalizace přestaveb strojů a seskupení stejných, či výrobně podobných výrobků k sobě.

V Grafu níže je vidět grafický výstup ze všech otázek z dotazníku. Podnik číslo 3 je dobře připraven v oblasti Obecných dotazů, které se hlavně zaměřují na ERP systém a propojení středisek v podniku. Podnik je obecně dobře připraven ve všech oblastech, až na oblast Lidských zdrojů. V oblastech Prodejních objednávek, Nákupních objednávek, Kooperačních objednávek a Procesu výroby dosahuje podnik míry připravenosti mezi 75 až 90 %. V oblasti TPV a Skladů pak dosahuje míry připravenosti v rozmezí 60 až 70 %. V oblasti Lidských zdrojů získal Aplikační podnik 3 pouze necelých 26 % ze 100 % možných. Oblast Lidských zdrojů je tak pod minimální hranicí 30 % a je nutné se na ni výrazně zaměřit. Je však zapotřebí opět zhodnotit výstup z kritických otázek a porovnat výsledky.



*Graf 7: Paprskový graf pro podnik 3*

V grafu níže je zobrazen grafický výstup tentokrát z kritických otázek dotazníku. Z výstupu z kritických otázek vyplývá, že je podnik dobře připraven ve všech hodnocených oblastech. V oblastech Prodejních objednávek, TPV, Nákupních objednávek, Kooperačních objednávek, Procesu výroby a Skladů dosáhl podnik míry připravenosti v rozmezí od 75 do 95 %. Zde nastává případ hodnocení, kdy oblast Lidských zdrojů nebyla připravena na implementaci dle výstupu hodnocení ze všech dotazů v dotazníku, ovšem z hlediska kritických otázek by byla tato oblast připravena. V oblasti kritických otázek dosáhla oblast Lidských zdrojů míry připravenosti 50 %. Kritické dotazy se zaměřují na hlavní kritické otázky, které mají největší vliv na funkcionalitu APS systému. Z hlediska možnosti implementace, tak hrají výraznou roli. V těchto případech je nutné postupovat individuálně a zhodnotit připravenost dle zodpovězených otázek.



Graf 8: Paprskový graf pro podnik 3 výstup z kritických otázek

V oblasti Lidských zdrojů dosáhl podnik malého procenta připravenosti v hodnocení zaměřeném na všechny otázky v dotazníku, je tak zapotřebí se na hlavní příčiny tohoto nízkého hodnocení zaměřit podrobněji. Z odpovědí vyplývá, že podnik má seznam zaměstnanců s jedinečným osobním číslem. Problémem však je, že k pracovníkům již nejsou přiřazeny jejich dovednosti a nejsou zde zaznamenány ani samotné kalendáře. Zaměstnanci jdou vložit do APS díky jedinečným osobním číslům, ovšem nelze je využívat k plánování, neboť do systému nepřinášejí další informace. Není možné tak dále vytvářet kalendáře směnností a přiřazovat pracovníkům jejich dovednosti. Nelze tak označit oblast Lidských zdrojů za připravenou k implementaci APS.

V případě, že vyřadíme oblast Lidských zdrojů, tak je podnik velmi dobře připraven ve všech ostatních oblastech. Pro plné využití APS je tak zapotřebí vytvořit kalendáře, které by vstupovaly do systému tak, aby bylo možné plně využít funkcionalit APS systému.

## Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit postup hodnocení připravenosti podniků na zavádění APS systému. V souvislosti s tímto cílem bylo potřeba vytvořit teoretický základ, který je popsán v teoretické části této diplomové práce. V teoretické části byl představen výrobní management jako takový, moderní metody řízení výroby, samotné procesy ve výrobě, informační systémy, APS a následná implementace APS. Teoretická část tak představovala podklad pro následnou praktickou část vytvoření postupu hodnocení. V praktické části byla nejprve představena firma, která bude tento postup využívat a APS systém Fabrio, pro který byl tento hodnotící postup vytvořen.

Pro potřeby firmy Merica s.r.o. pak byl v praktické části vytvořen postup hodnocení připravenosti podniků na zavádění APS. Nejprve byl vytvořen návrh jednotlivých částí hodnotícího postupu. Po schválení návrhu byl vytvořen dotazník, který bude vyplňován podniky, které se chystají zavádět APS systém. Dotazník je velice obsáhlý a je tvořen 110 otázkami a zaměřuje se na jednotlivé procesní oblasti v podniku. Dotazník se zaměřuje na oblasti: Obecné dotazy, Prodejní objednávky, Technická příprava výroby, Nákupní objednávky, Kooperační objednávky, Proces výroby, Lidské zdroje a Sklady. Pro ohodnocení výstupů z dotazníku byl následně vytvořen hodnotící model v MS Excel, kam se nahrají výsledky z dotazníku. V hodnotícím modelu pak byly přiřazeny bodové váhy k jednotlivým otázkám a byly vybrány kritické otázky, které zásadně ovlivňují funkcionality APS systému. Po vytvoření bodovacího systému byly napsány podmínky pro jednotlivé odpovědi tak, aby ke každé odpovědi na otázku bylo možné přiřadit odpovídající bodové ohodnocení. Jako finální část výstupu pak byly vytvořeny grafy, které zobrazují připravenost podniku v přehledném grafickém výstupu, ze kterého lze rychle vyčíst připravenost procesů v podniku na zavedení systému APS. Tyto grafy jsou provázány k bodovým výstupům z oblastí. Jsou vytvořeny 2 paprskové grafy, kde první představuje výstup z celkových bodů z oblastí a druhý představuje výstup pouze z kritických otázek z oblastí. V každém grafu je vyznačena minimální hranice, kde procesy nad minimální hranicí (30 %) jsou označeny za připravené k implementaci APS. V hodnotícím modelu jsou uchovávány všechny výsledky a je tak možné následně porovnávat výsledky jednotlivých podniků mezi sebou a určovat silné a slabé stránky hodnoceného podniku. Jako poslední list v hodnotícím modelu je v MS Excel vložen list s návodem k celému modelu, tento návod popisuje logiku za vytvořeným modelem a kroky, které je potřeba udělat, při přidávání nových otázek a odpovědí do dotazníku.

Na závěr praktické části byl vytvořený postup aplikován na vybrané reálné výrobní podniky. Všechny tyto podniky jsou již zákazníky firmy Merica s.r.o. a mají implementovaný APS systém Fabrio. Cílem tak bylo porovnat dosavadní znalosti o těchto podnicích a porovnat přesnost výsledků z vytvořeného postupu se znalostmi firmy Merica s.r.o. U prvního aplikačního podniku byla vyhodnocena velmi dobrá připravenost v oblasti Obecných dotazů a Nákupních objednávek, kde byla míra připravenosti v rozmezí 90-100 %. Jedinou z problémových oblastí představovala oblast Technické přípravy výroby, kde byla míra připravenosti 32,7 %. Pro celkové zhodnocení a analýzu výsledků bylo nutné porovnat tento výstup ještě s výstupem z kritických otázek. Podnik z výstupu z kritických otázek v oblasti Technické přípravy výroby dosáhl míry připravenosti 43,3 %. Celkově tak bylo možné tuto oblast a všechny procesy označit za připravené k implementaci APS. Stejným způsobem byly vyhodnoceny i výsledky pro Aplikační podniky 2 a 3. Po konzultacích s firmou Merica s.r.o. výsledky z dotazníků odpovídají jejich poznatkům ze spolupráce s vybranými podniky.

Hlavní výhodou a silnou stránkou vytvořeného hodnotícího postupu je jeho schopnost zobrazit výsledky v různých úrovních detailu. Výsledky lze porovnávat v grafickém zobrazení, které nám dává rychlou informaci o připravenosti jednotlivých oblastí na implementaci APS. V případě, že je oblast v podniku nevyhovující, je možné se zpětně vrátit k bodovému výstupu z jednotlivých otázek a přesně vyhodnotit, kde jsou hlavní nedostatky a co je zapotřebí zlepšit, aby bylo možné APS implementovat.

Nevýhodou a možným zlepšením do budoucna je přesnější ohodnocení jednotlivých oblastí. Bylo by možné vytvořit kategorie hodnocení, které by přesněji popisovaly, jak dobře jsou jednotlivé oblasti připraveny v závislosti na procentech míry připravenosti.

Na závěr lze tedy konstatovat, že všechny cíle této diplomové práce byly splněny. Výstupy z vytvořeného postupu hodnocení odpovídají dosavadním výsledkům hodnocení firmy Merica s.r.o. Vytvořený postup přináší výrazné zrychlení procesu hodnocení a přináší systémovost do samotného hodnocení připravenosti. Výsledky lze navíc jednoduše porovnávat v grafických výstupech a lze tak podnikům lépe ukazovat jejich silné a slabé stránky.

# Zdroje

1. JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Expert (Grada). Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
2. OHNO, Taiichi. *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. New York: Productivity Press, 1988. ISBN 0-915299-14-3.
3. BORRIS, Steve. *Total Productive Maintenance: Proven Strategies and Techniques to Keep Equipment Running at Maximum Efficiency*. McGraw Hill Professional, 2006. ISBN 9780071589260.
4. AUGMENTIR. *Guide to World Class Manufacturing* [online]. [2024] [cit. 2023-11-25]. Dostupné z: <https://www.augmentir.com/world-class-manufacturing>
5. Ustundag, Alp & Cevikcan, Emre. (2018). *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. 10.1007/978-3-319-57870-5.
6. ORTIZ, Jesús Hamilton. *Industry 4.0 - Current Status and Future Trends*. United Kingdom: IntechOpen, 2020. ISBN 978-1-83880-086-4.
7. ANNAPOORNA. CLEAR TAX. *Sales Order* [online]. 2022 [cit. 2024-02-04]. Dostupné z: <https://cleartax.in/s/sales-order>
8. LÍBAL, Vladimír a kol. *Organizace a řízení výroby*. 7. vyd., Praha: SNTL, 1989. 559 s. ISBN 80-03-00050-5.
9. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby*. Grada publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
10. FLÍDR, Jiří. *Propojení výroby a informačních systémů v praxi*. Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-2459-6.
11. Galor, Zvi. (1995). *Production Cooperative - A Tool for National Development*. COOP DIALOGUE - An ICA ROAP Journal. 4. 13-22 + 17.
12. RICHARDS, Gwynne. *Warehouse Management*. 2nd edition. Kogan Page, 2021. ISBN 978-0-7494-6934-1.
13. GÁLA, Libor, Jan POUR a Zuzana ŠEDIVÁ. *Podniková informatika*. 2., přeprac. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2615-1.
14. SAP SE. *What is ERP?* [online]. [cit. 2023-11-18]. Dostupné z: <https://www.sap.com/products/erp/what-is-erp.html>
15. Kotzab, Herbert & Teller, Christoph & Grant, David & Marstand, Anders. (2014). *Supply chain management resources, capabilities and execution*. *Production Planning & Control*. 26. 1-18. 10.1080/09537287.2014.927932.
16. SZABOVÁ, Markéta a Petr PODRUH. *SCM (Supply Chain Management)*. *IT Systems* [online]. 2001, 2 [cit. 2023-11-23]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/scm-supply-chain-management-1.htm?mobilelayout=false>

17. ORACLE CORP. *What is SCM (Supply Chain Management)?* [online]. [2024] [cit. 2023-11-23]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/scm/what-is-supply-chain-management/>
18. SAP SE. *What is supply chain management (SCM)?* [online]. [cit. 2023-11-20]. Dostupné z: <https://www.sap.com/products/scm/what-is-supply-chain-management.html>
19. SIEMENS AG. *Výrobní informační systémy (MES)* [online]. [2022] [cit. 2023-11-19]. Dostupné z: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/cz/our-story/glossary/manufacturing-execution-systems-mes/38072>
20. SVĚTLÍK, Vladimír. MES (Manufacturing Execution Systems). *IT Systems* [online]. 2001, **2** [cit. 2023-11-19]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/mes-manufacturing-execution-systems.htm>
21. MEYERS, Jayson. SIEMENS. *9 essential functions for your Manufacturing Execution System (MES)* [online]. 2022 [cit. 2023-11-19]. Dostupné z: <https://blogs.sw.siemens.com/industrial-machinery/2022/06/07/9-essential-functions-for-your-manufacturing-execution-system-mes/>
22. ORACLE CORP. *What Is a Warehouse Management System (WMS)?* [online]. [2024] [cit. 2023-11-24]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/cz/scm/logistics/warehouse-management/what-is-warehouse-management/>
23. SAP SE. *What Is a Warehouse Management System (WMS)?* [online]. [cit. 2023-11-24]. Dostupné z: <https://www.sap.com/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms.html>
24. TYLOVÁ, Petra. Proč řídit sklad softwarem, ne lidmi. *IT Systems* [online]. 2023, **25** [cit. 2023-11-23]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/proc-ridit-sklad-softwarem-ne-lidmi.htm>
25. SIEMENS AG. *Advanced Planning and Scheduling (APS)* [online]. [2023] [cit. 2023-11-19]. Dostupné z: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/advanced-planning-scheduling/64111>
26. Goor, A.R. & Amstel, M.J. & Ploos van Amstel, Walther. (2019). Advanced planning and scheduling (APS).
27. KJELLSDOTTER, Linea a JONSSON, Patrik. The potential benefits of advanced planning and scheduling systems in sales and operations planning. *Industrial Management & Data Systems*. 2010, roč. 2010, č. 110, s. 659-678.
28. Anketa: Zavádění APS systémů v tuzemském průmyslu. *IT Systems* [online]. 2010, **12** [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/anketa-zavadeni-aps-systemu-v-tuzemskem-prumyslu-1.htm>
29. Mlejnsky, Merica [Ústní sdělení]. Praha, 1.11.2023

30. Kjellsdotter, Linea & Jonsson, Patrik. (2011). Problems in the onward and upward phase of APS system implementation: Why do they occur?. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 41. 10.1108/09600031111131922.
31. CMMI® for Development, Version 1.3: CMMI-DEV, V1.3 [online]. The Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. 2010
32. K.WHITE, Sarah. CIO. *What is CMMI? A model for optimizing development processes* [online]. [2021] [cit. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://www.cio.com/article/274530/process-improvement-capability-maturity-model-integration-cmmi-definition-and-solutions.html>
33. ZOUBEK, Michal. *Návrh modelu připravenosti pro hodnocení interních logistických procesů v kontextu Průmyslu 4.0*. Plzeň, 2020. Disertační práce. Západočeská univerzita v Plzni.
34. Santa-Eulalia, Luis Antonio & D'Amours, Sophie & Frayret, Jean-Marc & Menegusso, Claudio & Azevedo, Rodrigo. (2011). *Advanced Supply Chain Planning Systems (APS) Today and Tomorrow*. 10.5772/19098.
35. MALLYA, Thaddeus. *Základy strategického řízení a rozhodování*. Grada Publishing, 2007. ISBN 9788024719115.
36. Saturno, Maicon & Pertel, V. & Deschamps, Fernando & Rocha Loures, Eduardo. (2018). PROPOSAL OF AN AUTOMATION SOLUTIONS ARCHITECTURE FOR INDUSTRY 4.0. *DEStech Transactions on Engineering and Technology Research*. 10.12783/dtetr/icpr2017/17675.



## Seznam obrázků

Obrázek 1: Komponenty výrobního strategického managementu [1] .....	14
Obrázek 2: Technologické pilíře Industry 4.0 [36] .....	18
Obrázek 3: Schéma výrobního procesu .....	21
Obrázek 4: Komponenty systému plánování podnikových zdrojů [13] .....	27
Obrázek 5: Zobrazení výrobního plánu v APS Fabrio .....	49
Obrázek 6: Fronta práce v APS Fabrio .....	50
Obrázek 7: Kapacita bilance v APS Fabrio.....	50
Obrázek 8: Proklikávací menu v MS Excel .....	68
Obrázek 9: Bodové ohodnocení otázek.....	69
Obrázek 10: Podmínka bodování .....	69

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Hodnocení transformačních dimenzí [34] .....	45
Tabulka 2: Hodnocení oblastí a přiřazené referenční skóre [34] .....	46
Tabulka 3: Škála hodnocení připravenosti [34] .....	46
Tabulka 4: Výstup bodů u procesních oblastí .....	70
Tabulka 5: Výstup bodů z kritických otázek u procesních oblastí .....	71
Tabulka 6: Vstupní tabulka pro paprskový graf .....	73
Tabulka 7: Vstupní tabulka pro paprskový graf z kritických otázek.....	74

## Seznam grafů

Graf 1: Paprskový graf pro Respondenta číslo 1 .....	72
Graf 2: Paprskový graf pro Respondenta číslo 1 výstup z kritických otázek .....	73
Graf 3: Paprskový graf pro podnik 1 .....	76
Graf 4: Paprskový graf pro podnik 1 výstup z kritických otázek .....	77
Graf 5: Paprskový graf pro podnik 2 .....	79
Graf 6: Paprskový graf pro podnik 2 výstup z kritických otázek .....	80
Graf 7: Paprskový graf pro podnik 3 .....	82
Graf 8: Paprskový graf pro podnik 3 výstup z kritických otázek .....	83

# Seznam příloh

Příloha 1: Dotazník připravenosti

Příloha 2: Model hodnocení