

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta strojní**

**Ústav řízení a ekonomiky podniku**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Lhůtové rozvrhování strojírenské výroby v Latecoere s.r.o.

Time schedule scheduling of engineering production in Latecoere s.r.o.

Autor:	Bc. Jan Kuneš
Studijní program:	Strojní Inženýrství
Studijní obor:	Řízení a ekonomika podniku
Vedoucí práce:	doc. Ing. Michal Kavan CSc.



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kuneš** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **411149**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávající katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**  
Studijní program: **Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Řízení a ekonomika podniku**

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Lhůtové rozvrhování strojírenské výroby v Latecoere s.r.o.**

Název diplomové práce anglicky:

**Time scheduling of engineering production in Latecoere s.r.o.**

Pokyny pro vypracování:

I. Úvod, význam tématu, cíl DP. II. Charakteristika problematiky, tvorba rozhodovacího modelu. III. Analýza problému, alternativy řešení. IV. Řešení, výběr alternativy. V. Praktické návrhy a doporučení. VI. Závěrečné vyhodnocení.

Seznam doporučené literatury:

Kavan, M., Výrobní a provozní management Grada 2002, ISBN 80247019895  
Liker, J., K., Tak to dělá Toyota, Management Press, 2007, ISBN 8072611737.  
Stevenson, W., J., Production and Operations Management, Irwin/McGraw-Hill 2007, ISBN-13: 978-0073661124.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**doc. Ing. Michal Kavan, CSc., ústav řízení a ekonomiky podniku FS**


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

Datum zadání diplomové práce: **10.04.2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **03.08.2018**

Platnost zadání diplomové práce: **28.02.2019**

  
doc. Ing. Michal Kavan, CSc.  
podpis vedoucí(ho) práce

  
prof. Ing. František Freiberg, CSc.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

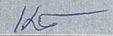
  
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
podpis děkana(ky)

### 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.

30.4.2018

Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literární díla, projekty, internetové stránky atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne 15.8.2018

.....

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Michalu Kavanovi CSc. za cenné a užitečné rady při psaní diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. za poskytnutí veškerých užitečných podkladů a informací pro zpracování praktické části diplomové práce.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá rozvrhováním a plánováním strojírenské výroby. V teoretické části diplomové práce je popsán vývoj a historie plánování výroby, poté především jednotlivé nástroje pro plánování a rozvrhování a také jaký je předpokládaný vývoj v dalších letech plánování a rozvrhování výroby. Praktická část se zaměřuje na plánování a rozvrhování výroby ve společnosti Latecoere Czech Republic s.r.o., především na jeho aktuální stav. Praktická část se dále věnuje projektu implementace softwaru APS (Advanced Planning Scheduling), jeho jednotlivými fázemi, riziky a na závěr praktickými návrhy a doporučeními pro společnost Latecoere Czech Republic s.r.o.

## **Klíčová slova**

rozvrhování, plánování, APS software, strojírenská výroba, projekt, implementace, algoritmy, ERP systémy

## **Abstract**

This diploma thesis deals with scheduling and planning of engineering production. The theoretical parts of the diploma thesis describe the development and history of production planning, especially the individual planning and scheduling tools, as well as the expected development in the next years of planning and scheduling of production. The practical part focuses on planning and scheduling of production at Latecoere Czech Republic s.r.o., especially on its current state. Then the practical part deals with the implementation of APS (Advanced Planning Scheduling) software, its individual phases, risks and finally with practical suggestions and recommendations for Latecoere Czech Republic s.r.o.

## **Key words**

scheduling, planning, APS software, engineering production, project, implementation, algorithms, ERP systems

## **Seznam zkratek**

<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning
<b>APS</b>	Advanced Planning Scheduling
<b>BOMP</b>	Bill of Material Processing
<b>MRP</b>	Material Requirements Planning
<b>MRP II</b>	Manufacturing Resource Planning
<b>DERP</b>	Dynamic ERP
<b>SCM</b>	Supply Chain Management
<b>DCM</b>	Demand Chain Management
<b>MES</b>	Manufacturing Executive Systems
<b>MPS</b>	Master production schedule
<b>SAP</b>	Systems-applications-products
<b>JIT</b>	Just in time
<b>TOC</b>	Theory of constraints
<b>ATP</b>	Available-to-promise
<b>AATP</b>	Allocated-available- to-promise
<b>CTP</b>	Capable-to-promise
<b>PTP</b>	Profitable-to-promise
<b>BAPI</b>	Business Application Programming Interface
<b>KPI</b>	Key Performance Indicators
<b>CPM</b>	Critical Path Method
<b>PERT</b>	Program Evaluation and Review Technique

# Obsah

ÚVOD .....	10
1. TEORETICKÁ ČÁST .....	12
1.1 Úrovně plánování a řízení výroby .....	12
1.1.1 Strategická úroveň plánování a řízení.....	12
1.1.2 Střednědobá úroveň plánování a řízení.....	13
1.1.3 Operativní úroveň plánování a řízení .....	13
1.2 Vývoj plánování a řízení výroby .....	14
1.3 ERP systémy a jejich vývoj.....	16
1.4 Strategie pro řešení plánování a rozvrhování výroby .....	24
1.4.1 Přehled plánovacích a řídicích metod.....	25
1.5 Nástroje pro plánování a rozvrhování výroby.....	28
1.6 Optimalizace rozvrhování výroby.....	30
1.6.1 Genetické algoritmy.....	31
1.7 APS softwary .....	32
1.7.1 Potenciál v systémech pokročilého plánování.....	34
1.7.2 Nevýhody APS softwarů.....	36
1.7.3 Výhody APS softwarů.....	36
1.8 Budoucí vývoj virtuální simulace výroby.....	38
2. PRAKTICKÁ ČÁST .....	39
2.1 Představení společnosti .....	39
2.2 Analýza současného stavu rozvrhování a plánování výroby.....	45
2.3 Zhodnocení současného stavu .....	47
2.4 Doporučení výběru dodavatele.....	48
2.4.1 Posouzení současného stavu trhu APS softwarů.....	49
2.4.2 Zhodnocení doporučení výběru dodavatele APS softwaru .....	54



2.5 Projekt Implementace softwaru APS .....	55
2.5.1 Příprava dat.....	56
2.5.2 Pilotní provoz – pracoviště obrobna.....	60
2.5.3 Zavedení softwaru APS na další pracoviště .....	62
2.6 Harmonogram projektu .....	62
2.7 Projektový tým .....	63
2.8 Rizika projektu.....	64
Závěr .....	67
Seznam použitých zdrojů .....	70
Seznam obrázků.....	72
Seznam tabulek.....	72

# ÚVOD

Současné turbulentní prostředí přináší obrovské množství změn a nových trendů v oblasti digitalizace a automatizace. Dochází k neustálému zvyšování tlaku ze strany zákazníků a také ke zvyšování konkurence mezi jednotlivými společnostmi. Podniky jsou nuceny neustále investovat do rozvoje a do zdokonalování podnikových výrobních systémů. V dnešní době je zákazník každým rokem náročnější a neustále stupňuje své požadavky.

Cílem každého podniku je vlastnit dokonale propracovaný efektivní systém, který by eliminoval chyby, které vedou k plýtvání času a finančních prostředků podniku. Efektivní systém by měl podniku podávat dostatek potřebných informací o výrobním procesu a rozvrhování výroby.

Po období, kdy se kladl velký důraz na zeštíhlování výroby, se stalo dalším vývojovým trendem zavádění APS (Advanced Planning & Scheduling) systémů. APS systémy zefektivňují plánování a rozvrhování výroby. Jejich cílem je odstranit nedostatky ERP (Enterprise Resource Planning) systémů, které nejsou dostatečně flexibilní a podnik přichází o spoustu drahocenného času, který by se dal daleko lépe využít ku prospěchu společnosti. Dalším jejich cílem je propojení hodnototvorného řetězce od dodavatele až k zákazníkovi. Dokáže propojit celou řadu podnikových oblastí z hlediska informačního toku, od přijetí zakázky, nákupu vstupů, přes vlastní výrobu až po expedici.

V diplomové práci se budu zabývat rozvrhováním výroby ve společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. Podnik má zavedený ERP (Enterprise Resource Planning) systém, který dokáže relativně rychle zpracovat velkého množství dat. Mezi velké nedostatky tohoto systému patří ovšem plánování do neomezených kapacit a neschopnost flexibilně reagovat na aktuální situaci ve výrobě.

V teoretické části se věnuji především jednotlivými nástroji plánování a rozvrhování výroby. Nejdříve vysvětluji, jakým vývojem prošlo rozvrhování a plánování výroby v minulosti, poté jakým způsobem se plánuje v dnešní době a jakým směrem by se mohlo plánování a rozvrhování výroby ubírat v budoucnosti.

V praktické části diplomové práce se zabývám zmapováním současného stavu v oblasti lůtového rozvrhování výroby ve společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. Dále pak nastiňuji projekt implementace softwaru APS, navrhuji doporučení pro

výběr dodavatele APS softwaru, popisují jednotlivé fáze projektu, rizika projektu a technicko-ekonomické zhodnocení.

Cílem diplomové práce je navrhnout doporučení pro zlepšení rozvrhování a plánování výroby ve společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. V souvislosti s tímto cílem se pokusím přiblížit problematiku výběru softwaru APS, který by podle mého názoru měl vést ke zlepšení současného stavu v podniku. Dále uvedu rizika, která podnik čekají a čemu by se měl podnik vyvarovat. Na závěr moje doporučení pro společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o.

# 1. TEORETICKÁ ČÁST

V teoretické části diplomové práce se v úvodní části zaměřuji na jednotlivé úrovně plánování a řízení výroby. Následují podkapitoly mapující, jakým vývojem prošlo plánování a rozvrhování výroby v minulosti. V další části teoretické části se zaměřuji na aktuální nástroje plánování a dále pak vývojové trendy, které se používají v dnešní době pro plánování a rozvrhování výroby.

## 1.1 Úrovně plánování a řízení výroby

Plánováním a řízením výroby v podniku můžeme rozumět jako velice složitému a rozsáhlému spektru dokonale propojených činností a vazeb, které vedou k úspěchu v současném velmi konkurenčním prostředí. Plánování a řízení výroby můžeme rozdělit na tři základní úrovně:

1. Strategická úroveň plánování a řízení
2. Střednědobá úroveň plánování a řízení
3. Operativní úroveň plánování a řízení

### 1.1.1 Strategická úroveň plánování a řízení

Strategické plánování je ze třech zmíněných základních úrovní tím nejdelším. Plánuje se na období tří, pěti, ale i deseti let, záleží na oboru a typu podnikání. V této úrovni plánování a řízení rozhoduje především vrcholový management, který neustále provádí analýzy okolního prostředí, vnitřních zdrojů a znalostí a také konkurence.

Výstupem analýzy by měl být „mission statement“, což je dokument zachycující vizi společnosti. Podává nám informace o základním směru, kterým se společnost chce rozvíjet. Dále pak stanovuje segment trhu, na kterém chce působit a vymezuje vlastní produkty nebo služby a následně zvolí jejich způsob řízení.

Vrcholoví manažeři si při rozhodování o strategiích pomáhají softwarovými nástroji. Tyto nástroje poskytují vrcholovým manažerům analýzy a různé scénáře, co by se mohlo stát. Softwarové nástroje využívají výstupy z podnikových informačních systémů. Na základě historických dat se snaží provést prognózy a modely budoucích stavů. Strategická úroveň plánování a řízení výroby má úzké vazby i na další strategické oblasti v podniku, například obchod, ekonomika a marketing.

### **1.1.2 Střednědobá úroveň plánování a řízení**

Nižší úrovní po strategickém plánování je střednědobá úroveň plánování a řízení. Hlavním dokumentem této úrovně bývá business plán. Ten by měl být stručný a přehledný a pro každého dostatečně srozumitelný. Musí obsahovat konkrétní plánované údaje například o počtu výrobků, jeho kvalitě a typu, které chce podnik vyrábět. Dále by měl obsahovat segment trhu a pro které zákazníci budou výrobky určeny. V neposlední řadě business plán řeší zdroje a kapacity, které jsou k jejich realizaci potřeba.

Business plán bývá se velmi často bere jako podklad pro oddělení controllingu, které vyhodnocuje ekonomiku a hospodářské výsledky podniku pro dané období. Stejně jako u strategické úrovně plánování, tak i u střednědobého plánování se můžeme setkat se softwarovými nástroji. Hlavním úkolem těchto nástrojů je zajištění optimalizování podnikových zdrojů a podávání dostatečně kvalitních a užitečných informací pro chod podniku.

### **1.1.3 Operativní úroveň plánování a řízení**

Operativní úroveň plánování a řízení sleduje každodenní činnosti a vyjadřuje se pomocí operativního plánu výroby. Operativní plán výroby musí být co nejvíce obrazem skutečnému stavu výroby. Čím více se blíží skutečnému stavu, tím jsou údaje získané z operativního plánu přesnější a zvyšuje se tak produktivita výrobního procesu na všech úrovních.

Operativním plánem výroby můžeme sledovat plánování dodávek, vyhodnocování jednotlivých výrobních operací, sledování stavu zásob, regulaci a přidělování práce pracovníkům a řešení plánovaných odstávek strojů a zařízení a spoustu dalších důležitých ukazatelů. Cílem operativního plánu bývá minimalizování neproduktivních časů a zvýšení produktivity výrobního procesu za postupného snižování nákladů.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <https://www.systemonline.cz/řízení-vyroby/informacni-systemy-v-planovani-a-řízení-vyroby.htm>

## 1.2 Vývoj plánování a řízení výroby

Základním úkolem plánování výroby je, na základě požadavků zákazníka, naplánovat výrobní zakázky a s ním spojený materiál. Ve výrobních zakázkách se setkáváme s kapacitním a lhůtovým plánováním a rozvrhem výroby. U zakázek se zajímáme o kusovník, skladové zásoby, včasné objednání materiálu a nakupovaných položek.<sup>2</sup>

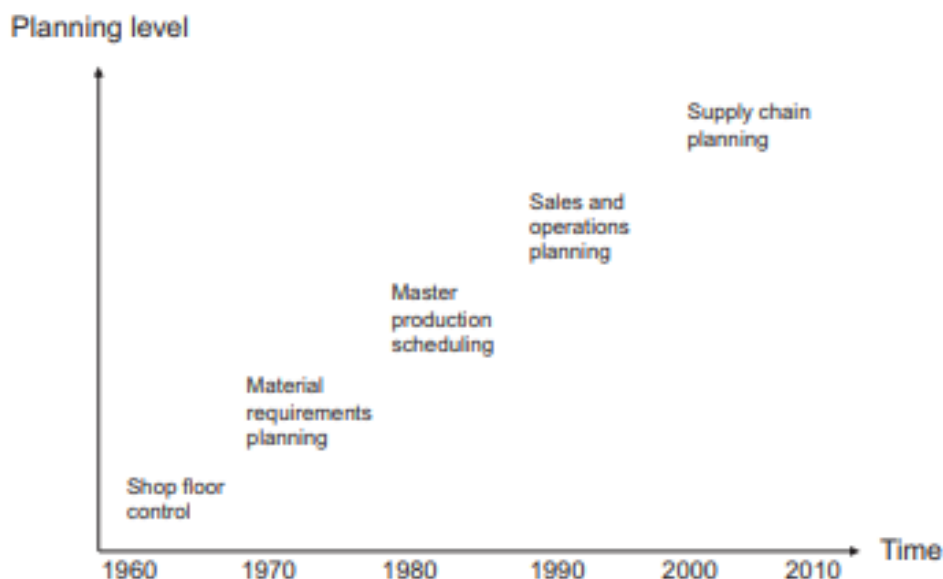
Výrobní podniky vždy hledaly způsoby, jak zlepšovat svou konkurenceschopnost oproti ostatním podnikům. Během první poloviny dvacátého století, kdy začaly první velké výrobní podniky, byly jakékoliv činnosti vedoucí k výslednému produktu, převážně dostačující pro úspěšné provozy. Nicméně se stoupající konkurencí začaly být společnosti nuceny hledat nové způsoby, jak zlepšit a zefektivnit své operace. Podniky dnes musí být konkurenceschopné v mnoha oblastech, jako je kvalita, včasná dodávka, efektivita nákladů, a flexibilita, a proto musí odpovídajícím způsobem plánovat a kontrolovat své činnosti.

Úkoly plánování a řízení se staly složitějšími- zkrácení dodacích lhůt, zkrácení životnosti výrobku, odstraňování úzkých míst efektivně atd. Existuje mnoho faktorů přispívajících k vývoji plánování a kontroly provozu. Za posledních 50 let jsme byli svědky toho, že se objevily nové koncepty a přístupy ve výrobních firmách, některé úspěšněji než ostatní. Vývoj v oblasti informačních a komunikačních technologií (IKT) usnadnil postupné zlepšování počítačových systémů pro plánování a řízení provozu. Rondeau a Litteral (2001) a Jacobs a Weston (2007) poskytují historické pohledy zaměřené na softwarové systémy pro plánování výroby a řízení, diskuze o systémech ROP, systémů plánování materiálu (MRP), systémy plánování výrobních zdrojů (MRP II) a systémy pro plánování podnikových zdrojů (ERP).

Na obr. 1 můžeme vidět, jak se v posledních 50 letech posunulo ohnisko plánování a řízení operací. Od roku 1960 se postupně vyvíjela z nižších na vyšší úrovně plánování a kontroly a v posledních letech dosáhla takové úrovně, že došlo k vytváření plánovacích a kontrolních vazeb s dodavateli a zákazníky. Přestože se zvýšilo zaměření na plánování a kontrolu provozu k vyšším úrovním plánování a kontroly, pevný základ zásad a metod již získaných na nižší úrovni byly zachovány.

---

<sup>2</sup>[https://www.unipranet.zcu.cz/doc/15\\_Planovani%20a%20rozvrhovani%20vyroby%20Manlig%20&%20Koblasa%20TUL.pdf](https://www.unipranet.zcu.cz/doc/15_Planovani%20a%20rozvrhovani%20vyroby%20Manlig%20&%20Koblasa%20TUL.pdf)

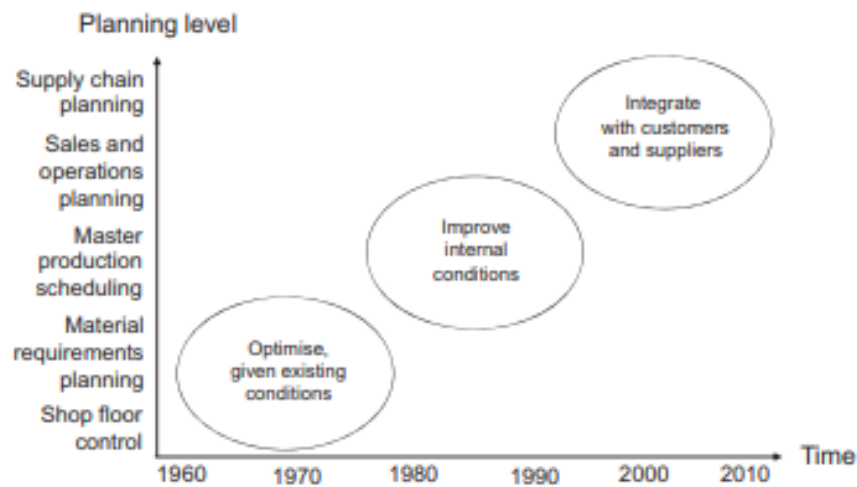


Obr. 1 - Vývoj etap plánování

Zaměření na plánování a řízení provozu se v průběhu 50 let změnilo z jednotlivých osamocených strojů v malých továrnách na obrovské dodavatelské řetězce. Postupně si podniky začaly uvědomovat, že pro dosažení tohoto cíle je třeba vzít v úvahu více faktorů v provozu, nejen pro výrobní operace, ale i pro dodavatelské řetězce zahrnující dodavatele a zákazníky. Tyto faktory se týkají produktu, návrhu systému a nových konceptů a přístupů.

Obr.2 ilustruje rozsáhlé změny, ke kterým došlo za posledních 50 let. První změnou byla v roce 1960 optimalizace stávajících procesů za stávajících podmínek, kdy podniky nebyly konkurencí nuceni se rozvíjet a začaly tak postupně stagnovat. Druhý posun se stal kolem roku 1980, kdy si společnosti začaly uvědomovat, že optimalizování stávajících procesů už v konkurenci nemusí stačit a zaměřily se tak na jejich zlepšování. Zlepšení kvality, zlepšení posloupnosti výrobních procesů, nastavení a zkrácení doby výroby a plno dalších faktorů pomohlo ke stabilizaci výroby a udělalo plánování a řízení jednodušší a rychlejší než předtím. Třetí změna se odehrála na přelomu století, kdy byly společnosti nuceny rozšířit systém plánování a kontroly i na dodavatele a zákazníky. Poslední desetiletí však ukázalo, že integrace partnerů do dodavatelského řetězce není tak přímočará jako integrace interních dodavatelských řetězců v rámci společnosti. Je pravděpodobné, že bude trvat další desetiletí, než budou fungovat dodavatelské řetězce stejně dobře jako ty interní. Vzhledem k tomu, že trvalo nejméně dvacet let, než se

plánování posunulo na další úroveň, bude ještě nějaký čas trvat, než dojde k dalšímu posunu a vývoji.<sup>3</sup>



Obr. 2- Vývoj změn v plánování a řízení

### 1.3 ERP systémy a jejich vývoj

Velmi důležité je zmínit, že některé podniky v minulosti, některé dokonce i v současnosti používají pro plánování a rozvrhování výroby velmi známý nástroj od Microsoftu a tím je velmi často Excel. Tento nástroj má mnoho výhod. Je velmi přehledný, velmi snadno ovladatelný, často je možnost sdílení s ostatními pracovníky v podniku. Má však také své nevýhody. Ve středních a velkých podnicích narazíme postupně na jeho limity. Podnik je často závislý na zkušenosti a kombinatorické schopnosti plánovače, hledat odpovědi na vytyčené otázky. V těchto případech není možné předejít klasickým problémům, jako jsou zpoždění dodávek zboží a nemožnost reagovat na neustálé změny v objednávkách zákazníků. Člověk není schopen nahradit ve velkých podnicích softwaru pro plánování a rozvrhování. O využití v dnešní době můžeme přemýšlet u menších podniků, kde je pořízení softwarů natolik nákladné, že se podniku nevyplatí jeho pořízení.

ERP systém totiž sjednocuje pohled na všechny činnosti v podniku a poskytuje společnou podnikovou databázi, kde jsou k dispozici všechna podniková data, které eviduje a spravuje. ERP nepokrývá v podniku jen plánování a řízení výroby, ale automatizuje a integruje klíčové podnikové procesy od přijímání objednávek zákazníků,

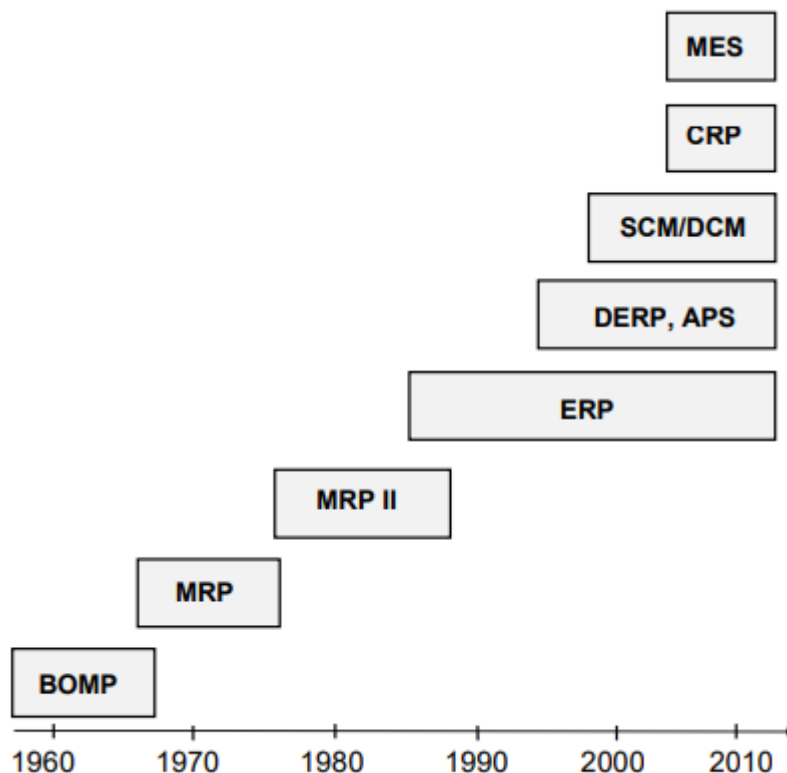
<sup>3</sup> <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00207543.2012.761363>



plánování zakázek, evidování zásob, až například po účetnictví. Pomáhá definovat obchodní procesy a zajišťuje, aby se dodržovaly v celém dodavatelském řetězci. Zvyšuje ochranu důležitých obchodních dat díky zabezpečování přístupů. Umožňuje plánovat a prognózovat objednávky. Zvyšuje úroveň služeb pro zákazníky a poskytuje lepší nástroje k vhodnému rozhodování.

Jinými slovy ERP je informační systém, který pokrývá veškeré činnosti, které se v obchodní společnosti odehrávají s širokým spektrem možností jejich parametrizace a integrace požadavků společnosti.<sup>4</sup>

ERP systémy zaznamenaly za posledních desítek let obrovský vývoj, jak je patrné z obr. 3. Proto si jednotlivé etapy přiblížíme.



Obr. 3 - Vývoj ERP systémů [1]

BOMP	Bill of Material Processing	(zpracování kusovníků)
MRP	Material Requirements Planning	(plánování požadavků na materiál)

<sup>4</sup> <http://bluedynamic.cz/co-je-erp-enterprise-resource-planning/>

MRP II	Manufacturing Resource Planning	(plánování výrobních zdrojů)
ERP	Enterprise Resource Planning	(plánování celopodnikových zdrojů)
DERP	Dynamic ERP	(dynamické ERP)
APS	Advanced Planning Scheduling	(systémy pokročilého plánování)
SCM	Supply Chain Management	(řízení dodavatelského řetězce)
DCM	Demand Chain Management	(řízení zákaznických požadavků)
MES	Manufacturing Executive Systems	(systémy dílenského řízení výroby)

### BOMP (Bill of material Processing)

Je obsáhlý seznam dílů, položek, sestav a dalších materiálů potřebných k vytvoření produktu, stejně jako pokyny potřebné pro shromažďování a použití požadovaných materiálů. Materiál může být chápán jako recept a nákupní seznam pro vytvoření konečného produktu. Účetní materiál vysvětluje, co, jak a kde koupit požadované materiály a obsahuje pokyny pro sestavení výrobku z různých objednaných částí.

Vzhledem k tomu, že výčet materiálů shromažďuje všechny druhy informací o výrobku, je běžné, že několik oborů (design a inženýrství, kontrola dokumentů, operace, výroba, nákup, výrobci smluv a další) bude spotřebovávat data obsažená v záznamu kusovníku. Ve skutečnosti inženýři a výrobci tak silně spoléhají na kusovníky, že mají své vlastní speciální podskupiny nazývané strojirenský účet nebo materiály a výrobní materiál. BOM přináší pozitivní výsledky z obchodních aktivit, jako je získávání náhradních dílů, outsourcing a výroba, takže je důležité vytvořit organizační strukturu, která je dobře organizovaná, správná a aktuální.

Pro společnosti, které outsourcují výrobní činnosti, je obzvláště důležité vytvořit přesný a revizně kontrolovaný materiál. Kdykoliv je BOM odevzdán dodavateli smluvní výroby (CM) nebo dodavateli, měl by být správný a úplný, jinak je možné očekávat zpoždění výroby.<sup>5</sup>

### MRP (Material requirements Planning)

Systém MRP je informační systém, který byl vytvořen pro řízení zakázek a rozvrhování zásob s výrobou. Zakladatelem a tvůrcem MRP se podle všeho stal Joseph

---

<sup>5</sup> <https://www.arenasolutions.com/resources/articles/creating-bill-of-materials/>

Orlicky, který v roce 1975 vydal knihu Material Requirements Planning. Na počátku MRP systémů byla transformace výrobních plánů, který byl určen počtem vyrobených produktů, do požadavků jednotlivých pracovišť. MRP systém nám poskytuje odpověď na tři otázky: co potřebujeme, kolik toho potřebujeme a kdy to potřebujeme.

Prvotními vstupy do MRP jsou:

- Plán materiálových požadavků (Bill of materials -BOM)
- Hlavní plán výroby (Master production schedule – MPS)
- Stav zásob (Inventory records) – počet položek ve výrobním sortimentu v čase

Plán materiálových požadavků obsahuje výčet materiálů, surovin potřebných pro finální produkt, je to jeden ze základních vstupů. Základem pro vyhodnocení potřeb je kusovník, který udává, jaké množství, jakých komponentů je nutných k výrobě.

Hlavní plán výroby je nedílnou součástí vstupů do MRP a říká nám, která položka, v jakém čase a v jakém množství se bude vyrábět. Bývá členěn nejčastěji do týdenních period v horizontu několika měsíců. Ten se odvíjí od potřeb zákazníka a délky celkové průběžné doby výroby výrobku, kterou dostaneme po součtu všech průběžných dob výroby od objednání materiálu až po expedici finálního výrobku.

Stav zásob nám zobrazuje počet položek ve výrobního sortimentu v daném horizontu.<sup>6</sup>

Plánování materiálových požadavků (MRP) je plánovací a kontrolní systém pro inventarizaci, výrobu a plánování. MRP převádí hlavní plán výroby do podrobného seznamu, který nám dává podklady pro zakoupení materiálu a komponentů. Tento systém je tlakovým typem kontroly zásob, což znamená, že organizace používají prognózy k určení požadavků zákazníků na produkty. Obchodní společnosti se snaží předpovídat množství a typ výrobků, které budou nakupovat, spolu s množstvím materiálů, které je vyrobí. Výrobky potom tlačí na spotřebitele.

Na rozdíl od tažného systému, kde zákazník nejdříve objedná. Hlavní nevýhodou push systému je jeho zranitelnost, pokud dojde k velké odchylce prodeje. V tomto scénáři

---

<sup>6</sup> Kavan Michal, Výrobní a provozní management, Praha, 2002, Grada Publishing spol. s r.o., str.307-308, ISBN 80-247-0199-5

se prognózy stávají nepřesnými, což pro výrobní proces způsobuje buď nedostatek hotových produktů nebo přebytek zásob, který vyžaduje skladování.<sup>7</sup>

### MRP II (Manufacturing Resources Planning)

Plánování výrobních zdrojů (MRP II) je rozšíření původního konceptu plánování materiálu (MRP). Oba z nich, MRP a MRP II, souvisí se systémem plánování podnikových zdrojů (ERP), což je podnikový informační systém nejvyšší úrovně, který pomáhá podnikům lépe plánovat a pracovat efektivněji.

Plánování výrobních zdrojů může zahrnovat různé softwarové nástroje a podpůrné procesy. Jedná se o zastřešující koncept řízení podniku. Nástroje mohou zahrnovat hlavní výrobní plány, pokročilou fakturaci, výrobní zdroje, řízení zásob a další. Mezi podpůrné procesy patří řízení smluv, shromažďování dat v prodejnách, analýza prodeje a další.

Pomocí rozmanitých technologií mohou společnosti pracovat na zvýšení produktivity a efektivity. Řídicí systémy inventáře jsou dobrým příkladem agregací velkých dat a jejich analýzou pro business intelligence mohou společnosti snížit úroveň skladových zásob, ušetřit náklady na údržbu. To je jen jeden způsob, jak MRP pracuje pro podniky; jiný způsob spočívá ve zlepšování dodavatelských řetězců i dalších částí výrobního cyklu.

### ERP (Enterprise Resource Planning)

Plánování celopodnikových zdrojů má za úkol spojovat různé počítačové systémy pro velkou organizaci. Typicky by každé oddělení mělo mít svůj vlastní systém optimalizovaný pro konkrétní úkoly dané divize. ERP software funguje jako centrální nervový systém pro podnikání. Shromažďuje informace o činnosti a stavu různých divizí a zpřístupňuje tyto informace ostatním útvarům, kde mohou být produktivně využity. Informace o ERP jsou přidávány v reálném čase uživateli.

ERP připomíná lidský centrální nervový systém v tom, že jeho schopnost překračuje kolektivní schopnost spojování jednotlivých částí. Pomáhá korporaci více spojovat informace o výrobě, financích, distribuci a lidských zdrojích dohromady. ERP propojuje různé technologie používané každou jednotlivou částí podniku, čímž eliminuje duplicitní a neslučitelné technologie, které jsou pro společnost nákladné. Jedná se o

---

<sup>7</sup> <https://www.smartsheet.com/guide-to-material-requirements-planning>

integraci platebních účtů, systémů řízení zásob, systémů monitorování objednávek a databází zákazníků do jednoho systému.

První ERP systém byl vyvinut společností SAP, softwarovou firmou vytvořenou v roce 1972 třemi softwarovými inženýry se sídlem v německém Mannheimu. Cílem společnosti SAP bylo propojení různých částí podniku sdílením informací shromážděných z těchto částí, které by pomohly společnosti pracovat efektivněji.<sup>8</sup>

### APS (Advanced Planning Scheduling)

APS je systém pokročilého plánování, který usnadňuje plánování jednotlivých procesů. Dokáže zjednodušit, zlepšit a velmi zrychlit činnosti, které vedou k životně důležitému vyvážení mezi kapacitou výrobního procesu a požadavků zákazníků. Pomáhá předvídat zatížení výrobního procesu, odhalit neočekávané události a jejich dopad na kapacity a plánované dodávky. Zefektivňuje nejen proces plánování, ale i další důležité procesy, například příjem na sklad materiálu, evidence kooperací, aktualizované termíny dodání materiálu, poruchy strojů, nedostatek pracovníků.

Velmi důležité pro zavedení APS systému je vhodně nastavený ERP systém, který dokáže poskytnout dostatečně přesná a kvalitní data.<sup>9</sup>

### SCM (Supply Chain Management)

Řízení dodavatelského řetězce (SCM) je široká škála aktivit potřebných k plánování, kontrole a provádění toku výrobku, od získávání surovin a výroby přes distribuci konečnému zákazníkovi, a to co nejjednodušším a nejúčinnějším způsobem.

SCM zahrnuje plánování a provádění procesů potřebných k optimalizaci toku materiálů, informací a finančního kapitálu v oblastech, které v širokém rozsahu zahrnují plánování poptávky, získávání zdrojů, výrobu, správu zásob a skladování, dopravu nebo logistiku a návrat přebytečných nebo vadných produktů. V těchto snahách se využívá jak obchodní strategie, tak specializovaného softwaru, aby se vytvořila konkurenční výhoda.

Řízení dodavatelského řetězce můžeme chápat jako komplexní podnik, který spoléhá na každého partnera od dodavatelů k výrobcům i mimo něho, aby fungoval dobře.

---

<sup>8</sup> <https://www.investopedia.com/terms/e/erp.asp>

<sup>9</sup> <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/aps-system-nenahradi-funkcionalitu-erp-systemu.htm>

Z tohoto důvodu vyžaduje efektivní řízení dodavatelského řetězce také řízení změn, spolupráce a řízení rizik, aby se vytvořila sladění a komunikace mezi všemi subjekty.

### Logistika vs. řízení dodavatelského řetězce

Termíny řízení dodavatelského řetězce a logistika jsou často zaměňovány nebo synonymem. Logistika je však součástí řízení dodavatelského řetězce. Zaměřuje se na přesun produktu nebo materiálu co nejefektivnějším způsobem, aby se dostal na správné místo ve správný čas. Řídí činnosti, jako je balení, doprava, distribuce, skladování a dodávky.

SCM naopak zahrnuje rozsáhlejší škálu aktivit, jako je strategické získávání surovin, získání nejlepších cen na zboží a materiály a koordinace úsilí o zviditelnění dodavatelského řetězce v celé síti partnerů dodavatelského řetězce, abychom jmenovali jen několik.

### Výhody řízení dodavatelského řetězce

Řízení dodavatelského řetězce vytváří efektivitu, zvyšuje zisky, snižuje náklady, zvyšuje spolupráci a další. SCM umožňuje společnostem lépe spravovat poptávku, nést správné množství zásob, řešit narušení, udržovat náklady na minimu a uspokojovat poptávku zákazníků co možná nejefektivněji. Tyto výhody SCM jsou dosaženy pomocí vhodných strategií a softwaru, které pomáhají zvládnout narůstající složitost dnešních dodavatelských řetězců.

### Složitost dodavatelského řetězce

Nejzákladnější verze dodavatelského řetězce zahrnuje společnost, její dodavatele a zákazníky této společnosti. Řetěz může vypadat takto: výrobce surovin, výrobce, distributor, maloobchodník a maloobchodní zákazník.

### Řízení dodavatelského řetězce

Složitější nebo rozšířený dodavatelský řetězec bude pravděpodobně zahrnovat řadu dodavatelů, zákazníků a všechny organizace, které nabízejí služby potřebné pro efektivní získávání produktů zákazníků, včetně poskytovatelů logistických služeb třetích stran, finančních organizací, dodavatelů softwaru dodavatelského řetězce a poskytovatelů marketingového výzkumu. Tyto subjekty také využívají služby jiných poskytovatelů.

Celá tato organizace, která evokuje metaforu spřaženého webu spíše než lineárního řetězce, poskytuje přehled o tom, proč je řízení dodavatelského řetězce tak složité. Tato složitost také naznačuje typy otázek, které mohou vyvstat, z problémů s řízením poptávky, jako je vydání nového iPhone, který tlumí poptávku po starých iPhone případech; na přírodní narušení dodavatelského řetězce, jako je například zastavení dopravy v USA v roce 2015 v důsledku extrémního zimního počasí nebo kalifornského sucha a jeho vlivu na plodiny; k politickým otřesům, jako jsou například stávky v Indii, které omezily pohyb na největším kontejnerovém přístavu.<sup>10</sup>

### DCM (Demand Chain Management)

Řízení zákaznických požadavků (DCM) je řízení vztahů mezi dodavateli a zákazníky, které podniku přináší co nejvyšší hodnotu za co nejmenší cenu pro poptávkový řetězec jako celek. Řízení poptávky je podobné jako řízení dodavatelského řetězce, ale se zvláštním ohledem na zákazníky.

Nástroje softwaru pro řízení zákaznických požadavků překlenují propast mezi řízením vztahů se zákazníky a řízením dodavatelského řetězce. Procesy dodavatelského řetězce organizace jsou řízeny tak, aby poskytovaly podniku nejvyšší hodnotu podle požadavků zákazníků. DCM vytváří strategické prostředky pro firmu, pokud jde o celkovou tvorbu hodnot, neboť umožňuje podniku implementovat a integrovat strategii řízení marketingu a dodavatelského řetězce (SCM), které zlepšují její celkový výkon.<sup>11</sup>

### MES (Manufacturing Executive Systems)

Systémy MES odpovídají za provádění výrobních požadavků a podávají detailní informace skutečné výrobní historie všem pracovníkům podniku, počínaje pracovníkům obsluhy strojů až po management podniku. MES tak pomáhá podniku dosáhnout optimální výkonnost a optimální objem produkce při snaze minimalizovat výrobní náklady. Systémy MES dokáží předcházet vzniku možných problémů výrobního procesu. Po identifikaci problémů, které by mohly nastat, je možno upravovat materiálové zdroje, přidělovat výrobní zařízení a další proměnné veličiny, díky čemuž se problémy odstraní ještě dříve, než se objeví. Tyto faktory se dynamicky upravují podle informací získaných z výroby, ale také z informačních systémů kategorie ERP.

---

<sup>10</sup> <https://searcherp.techtarget.com/definition/supply-chain-management-SCM>

<sup>11</sup> [https://johngalt.com/business\\_forecasting\\_glossary/Demand\\_Chain\\_Management.shtml](https://johngalt.com/business_forecasting_glossary/Demand_Chain_Management.shtml)

Systemy MES zahrnují přesné výrobní postupy. Výrobní operace jsou vykonávány v předepsaném pořadí, s určitými materiály, na určitých strojích a s vyškoleným personálem. Velmi dobře pomáhají k získávání certifikátů ISO 9000. Systemy dokáží sledovat aktuální stav materiálových zdrojů, dostupnost pracovníků, stav rozpracované výroby. Dokáží informovat zákazníka o aktuálním stavu zakázky, respektive termínu jejího dokončení.<sup>12</sup>

## 1.4 Strategie pro řešení plánování a rozvrhování výroby

Pro uplatnění Informačních systémů je velmi důležité, aby byla splněna podmínka o spojitosti výrobních procesů. Z hlediska kontinuitnosti jeho průběhu můžeme rozdělit výrobu na diskrétní (nespojitou) a procesní (spojitou) výrobu.

Diskrétní výroba vyplývá z kombinace diskrétních i spojitých procesů. Ve strojírenství konečný produkt vzniká na základě kusovníku, na rozdíl od procesní výroby, která je navázána na řízení kvality. Dále pak existuje třetí typ výroby nazývaná jako opakovaná linková výroba, která se provádí ve výrobních buňkách. Výrobní buňky tvoří stroje nebo zařízení, které jsou uspořádány do uzavřeného celku s definovaným tokem materiálu. Jednotlivé výrobní buňky mají svůj druh materiálu, polotovary se zpracovávají bez transportu do meziskladů.

Z hlediska způsobu odběru produkce můžeme rozlišovat 4 typy výroby:

- **Výroba na sklad** (make-to-stock) – na základě předem očekávaných objednávek zákazníků se vytváří skladové zásoby. Nejčastěji tak bývá u produktů z oblastí konzervovaných potravin, spotřební elektroniky.
- **Výroba na zakázku** (production-to-order) – důvodem tohoto typu výroby je uspokojování specifických požadavků zákazníka. Používá se u výroby produktů, které jsou velmi nákladné na skladování nebo jsou náročné z pohledu specifických požadavků zákazníka. Jde například o drahé dopravní prostředky (letadla) nebo investiční celky v podobě výrobních zařízení.
- **Montáž na zakázku** (assembly-to-order) – jde o kombinaci výroby na zakázku a výroby na sklad. Konečný produkt je složen podle specifických požadavků zákazníka z vybraných komponent, které se vyráběly na sklad. Jedním z příkladů produktu, který je montován na zakázku, je osobní počítač.

---

<sup>12</sup> <https://www.systemonline.cz/clanky/mes-manufacturing-execution-systems.htm>



- **Inženýrské práce na zakázku** (engineer-to-order) – pokud přijde objednávka od zákazníka tak není předem jasně charakterizovaná. Objednávka není technicky specifikovaná a není jasná představa, jak bude produkt vypadat. Po návrhu řešení dochází k vyjasňování podoby produktu v řádech týdnů až měsíců. Roční produkce u tohoto typu výroby jsou pouze v řádech jednotek, maximálně desítek produktů.

#### **1.4.1 Přehled plánovacích a řídicích metod**

V dnešní době podniky využívají spoustu řídicích a plánovacích metod, které zasahují nejen do výrobních procesů, ale i těch ostatních, které na ně navazují. Tyto metody jsou známé již několik desítek let. V posledních letech se rozvoj podnikové informatiky zasloužil o jejich plnou integraci do algoritmů softwarových aplikací. Díky tomu se i menší podniky mohou posouvat a stávat se úspěšnými. Specifickou oblastí operativního řízení výroby jsou tzv. výrobní informační systémy MES (Manufacturing execution systems), které řídí, zpracovávají a získávají data v reálném čase přímo ze strojů a linek. MES leží mezi technologickou úrovní výroby a ERP systémy.

Jedna z prvních metod, která byla aplikovaná v informačních systémech, je řízení výroby podle minimálních zásob. Podstatou metody je rozložení výrobního procesu do několika fází, přičemž se mezi jednotlivými fázemi kontroluje stav zásob. Pokud dojde u zásoby k poklesu pod plánovanou mez, dochází poté k doplnění a výrobní proces probíhá plynule dále. Jde o statickou metodu, která se velmi těžko adaptovala na změny a docházelo také ke zbytečně vázaných nákladech v nutných zásobách.

Druhou základní metodou je MRP (plánování materiálových požadavků), která se oproti metodě podle minimálních zásob vyznačuje úzkou návazností na logistický řetězec. MRP vytváří rovnováhu mezi požadavky zákazníků a jejich naplňováním. Snaží se udržovat hranici nezbytných skladových zásob.

#### **Tlačná metoda řízení**

Nejrozšířenější tlačnou metodou v českých podnicích je MRP II (Manufacturing resource planning), která byla rozšířena z původního MRP tak, aby docházelo k včasné a přesné kontrole plánování nákupu ve vazbě na výrobu a prodej. Na vstup této metody se

zadávají materiálové a kapacitní požadavky spolu s počátečním nebo koncovým materiálem.<sup>13</sup>

### **Tažné metody řízení**

Společně s nejrozšířenější tlačnou metodou MRP II se v podnicích uplatňují i metody, které jsou založené na tažném principu. Tyto metody se označují jako JIT (Just-in-time).

Tento přístup umožňuje podniku vyrábět výrobky v určeném množství a určeném čase dle přání a požadavků zákazníka. Vyrábí se jen to, co je skutečně potřeba, bez zbytečného skladování zásob. Smyslem je osvobodit neproduktivně vázaný kapitál z výrobního systému. V dnešní době velké konkurence metoda JIT rozhoduje o úspěšnosti celého podniku. V našich podmínkách je velmi těžké dokonale spolupracovat v týmech a dokázat se podřídit ve prospěch společného cíle. JIT nelze úspěšně v podnicích prosadit bez vysokého stupně bezpodmínečně tvořivé spolupráce všech zúčastněných. V této metodě se klade důraz na okamžité řešení problémů a neustálému zlepšování.

Mezi největší překážky na cestě k zavedení metody JIT je nejednotnost managementu, který není ochotný podstoupit cestu a vynaložit úsilí k zavedení. Někteří zaměstnanci jsou pohodlní a nechtějí měnit zavedené pořádky. Je potřeba tyto lidi přesvědčit, aby nedocházelo k rozporům uvnitř podniku. Další překážkou je odpor mistrů a středního managementu, kteří mají strach delegovat své pravomoci. Metoda JIT je založena na týmové spolupráci. Operátoři výroby mají větší odpovědnost za svojí práci, což znamená, že musí vynaložit daleko větší úsilí. Poslední překážkou bývá konzervatismus. Lidé mají odpor ke změnám, preferují jistoty.<sup>14</sup>

### **Kombinované metody řízení**

Kombinovanou metodou, která kombinuje tlačný a tažný princip výroby se nazývá TOC (Theory of contains). Jde o univerzální analytickou techniku, která zkouší nalézt omezení v oblasti definovaných cílů. Snaží se identifikovat nejužší místo systémů procesního nebo výkonného toku. Principem metody je nalezení nejlepšího řešení pro podnik jako celek.

---

<sup>13</sup> <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/pokrocile-planovani-a-rizeni-vyroby.htm>

<sup>14</sup> <sup>14</sup> Kavan Michal, Výrobní a provozní management, Praha, 2002, Grada Publishing spol. s r.o., str.342-348, ISBN 80-247-0199-5

Základními kroky při optimalizace této metody jsou:

- nalezení omezení systému,
- rozhodnutí, jak omezení co nejlépe využít,
- vytěžování maxima z tohoto omezení.<sup>15</sup>

### Seiban

Další metodou, která kombinuje tlačný a tažný způsob řízení výroby je metoda Seiban. Tato metoda je založena na udržení oddělené identifikace zákazníka nebo jeho položek mezi všeobecným souborem objednávek. V okamžiku, kdy je zakázka přijata, dostane přiřazené číslo. Veškeré objednávky, rozpis materiálu nebo přijatá zakázka se pak identifikují podle čísla. Snadno se pak sleduje vše, co se vztahuje k dané objednávce nebo zakázce, popřípadě rozpisu materiálu.

### **Pokročilé plánování a rozvrhování výroby**

O pojmech plánování a rozvrhování si můžeme na první pohled myslet, že jde o dva podobné pojmy. Opak je však pravdu, mezi těmito pojmy je dost podstatný rozdíl. Plánování v podniku pracuje pouze s údaji, které jsou nashromážděny v celém podniku, zatím co rozvrhování se týká jen samotné výroby.

Plánování a rozvrhování může v podniku probíhat obousměrně, jak dopředu tak i zpětně v čase. Dopředným plánováním a rozvrhováním se myslí vypočtení termínu, kdy bude moct být splněna objednávka. Naopak zpětné plánování a rozvrhování počítá podle pevně daného termínu plnění objednávky dobu, kdy bude možné zahájit její realizaci.

Pokročilé plánování a rozvrhování výroby zahrnuje jak dopředné, tak i zpětný způsob, což snadněji umožňuje určit optimální termín zahájení výroby. Pokud k této kombinaci přiřadíme i možnost plánovat s omezenými kapacitami a řídit výrobu pomocí omezení identifikovaného úzkého místa, dostaneme pak reálný plán výroby, díky kterému lze velmi efektivně plnit požadavky zákazníka. Jak již bylo uvedeno, tyto algoritmy jsou součástí informačního systému, který označujeme APS. Jde o samostatný systém, nebo o modul, který je součástí ERP systému nebo SCM řešení.

---

<sup>15</sup> <https://managementmania.com/cs/toc-theory-of-constraints-teorie-omezeni>

Podniky používají APS systémy buď pro plánování a rozvrhování vlastní produkce nebo celého dodavatelského řetězce, který zřizuje. Při řízení dodavatelských řetězců se využívají k algoritmům metody SCM.

Mezi 4 základní plánovací algoritmy, které APS softwary používají, patří:

- *Available-to-promise (ATP)* je určený pro výrobu na sklad (make-to-stock). Tato strategie je určena pro podniky s procesní výrobou. Hotové výrobky jsou zákazníkům k dispozici v distribučních centrech, kde je mají zákazníci možnost si nakoupit.
- *Allocated-available- to-promise (AATP)* je rozšířeným algoritmem ATP o možnost rozdělení hotových výrobků mezi jednotlivé zákazníky na základě jejich geografické polohy, bere v potaz i vynaložené náklady a zisk.
- *Capable-to-promise (CTP)* se užívá v případech, kdy výrobek není k dispozici na skladě hotových výrobků. Algoritmus bere v potaz výrobní kapacity a snaží se najít odpověď na otázku, kdy bude k dispozici materiál pro danou objednávku. Tento algoritmus se používá při výrobě a montáži na zakázku nebo při inženýrských pracích na zakázku.
- *Profitable-to-promise (PTP)* je z kategorie novějších konceptů, který obsahuje algoritmy CTP, ATP a vyhodnocení přínosu pro konkrétní zakázku. PTP je vhodný pro všechny typy výrob. Umí počítat všechny náklady a porovnat je s cenou, za níž je zákazník ochoten si daný produkt koupit.<sup>16</sup>

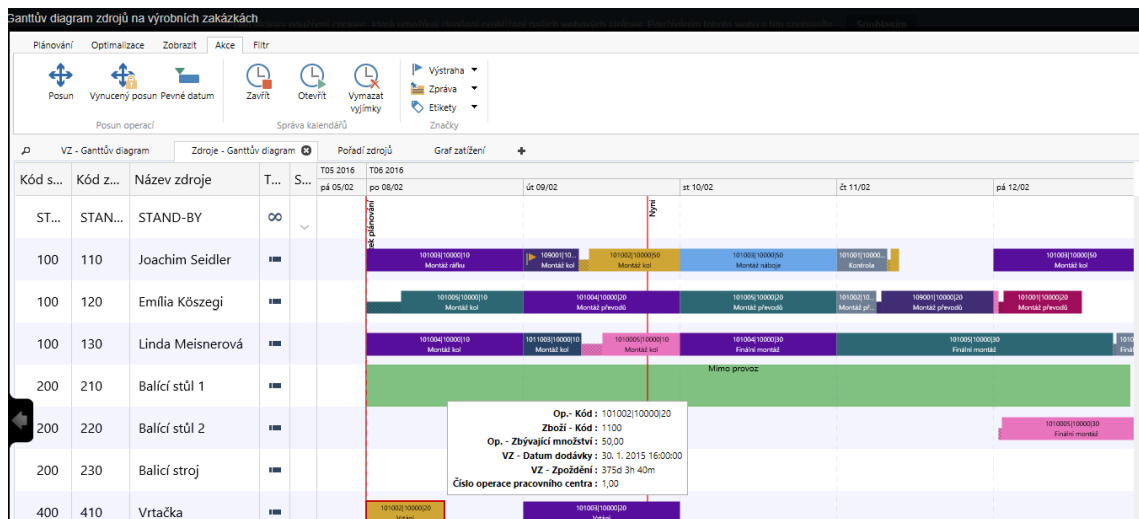
## 1.5 Nástroje pro plánování a rozvrhování výroby

V této podkapitole si uvedeme nástroje pro plánování a rozvrhování výroby. Jedním z nich je velice známý Ganttův diagram, který je synonymem pro grafické znázornění naplánovaných činností a je velmi oblíbený pro vizualizaci v ERP a v APS systémech. Složitější formy Ganttova diagramu představuje zobrazení různých návazností mezi jednotlivými aktivitami. Tento způsob plánování aktivit vychází z metody kritické cesty CPM. Na obr.4 vidíme ukázkou Ganttova diagramu zdrojů na výrobních zakázkách.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> <https://www.systemonline.cz/řízení-vyroby/pokrocile-planovani-a-řízení-vyroby.htm>

<sup>17</sup> <https://managementmania.com/cs/ganttuv-diagram>



Obr. 4- Ganttův diagram zdrojů na výrobních zakázkách<sup>18</sup>

Další je metoda CPM (Critical Path Method), která patří mezi metody síťové analýzy. Cílem je stanovení doby trvání projektu na základě tzv. kritické cesty. Kritická cesta je sled vzájemně závislých činností s nejmenší časovou rezervou. Každý projekt má minimálně jednu kritickou cestu. Pro kritické úkoly platí, že jejich celková časová rezerva je rovna nule.<sup>19</sup>

Metoda PERT (Program Evaluation and Review Technique) je zobecněním metody kritické cesty (CPM). Tato metoda se používá k řízení složitých akcí majících stochastickou povahu. Zde se doba trvání každé dílčí činnosti chápe jako náhodná proměnná mající určité rozložení pravděpodobnosti. V této metodě se stanovují tři časové odhady trvání činností:

- Optimistický odhad  $a$  uvažuje nejkratší dobu trvání činnosti
- Modus (nejpravděpodobnější odhad)  $m$  je to nejpravděpodobnější hodnota doby trvání činnosti.
- Pesimistický odhad  $b$  předpokládá nejdelší dobu trvání činnosti

Poté se dosadí do uvedeného vzorce  $T_c = \frac{a+4m+b}{6}$  a dostaneme dobu trvání činnosti  $T_c$ .<sup>20</sup>

<sup>18</sup> <https://www.navisys.cz/produkty/podnikove-systemy-erp-aps-crm/ortems-plannerone>

<sup>19</sup> <https://managementmania.com/cs/metoda-cpm>

<sup>20</sup> <http://books.fs.vsb.cz/SystAnal/texty/26.htm>

## 1.6 Optimalizace rozvrhování výroby

Realizace výrobních zakázek probíhá v prostředí, která se neustále mění. Intenzita konkurence se neustále zvyšuje a požadavky zákazníků jsou čím dál tím rozmanitější. Jedním z nejdůležitějších faktorů obchodního úspěchu, a tím i spokojenosti zákazníků, je správná a rychlá reakce na zákaznickovy požadavky a potřeby. To znamená schopnost dodat produkt v co nejkratším čase, aniž by došlo k ohrožení nákladů, kvality, údržby a spolehlivosti. Tuto schopnost, dodávat produkt v co nejkratším čase, se v podnicích snaží významně podporovat pomocí systémům podpory řízení výroby.

V uplynulých letech prošlo podnikatelské prostředí významnými změnami. Zákazníci již nejsou spokojeni se standardními, hromadně vyráběnými produkty, které jsou naprosto totožné. Zákazníci požadují produkty s vysokým stupněm kvality, a k tomu cenově stejně dostupné jako standardní produkty. Většina podniků v ČR nemá pro výrobu, která by mohla splňovat náročné požadavky zákazníků, dostatečně kvalitně vybavenou infrastrukturu, stoje neodpovídající moderním trendům. Dalším problémem jsou zaměstnanci, kteří by byli ochotní se učit modernější trendy a změnit tak svůj pohled a myšlení na problémy, kterým musí podnik čelit. Plánování výroby se tak stává čím dál tím složitější a zdlouhavějším procesem.

To samozřejmě činí podnikům stále větší problémy, stát se ve své oblasti úspěšným. Nic však není nemožné, a proto se podniky snaží přecházet od nepružného plánování pomocí ERP systémů k flexibilnímu plánování výroby pomocí APS systémů. Další možností kromě APS systémů je software pro simulaci výrobních systémů. Oba typy softwaru jsou propojeny s ERP systémem a pracují s daty, které jsou do nich vkládány. Na rozdíl od ERP systému dovolují poměrně snadné a flexibilní modelování současného stavu výrobního systému a jejich případných změn, například dočasné odstavení strojů, aktuální stav objednávek, přítomnost pracovníků na pracovištích. Umožňují také simulovat průběh naplánovaných objednávek a optimalizovat je podle daných kritérií, například minimalizace nákladů zkrácení průběžné doby výroby, popřípadě kombinace více kritérií najednou.

Metod, postupů a algoritmů jakým způsobem nejučinněji zvládnout plánování a rozvrhování výroby je celá řada, níže si uvedeme nejznámější metody:

- konstruktivní algoritmy,
- algoritmy založené na lokálním prohledávání,

- genetické algoritmy,
- metody založené na umělé inteligenci.

### 1.6.1 Genetické algoritmy

Genetické algoritmy jsou nejpoužívanější a nevhodnějšími z výčtu algoritmů, proto si je níže blíže představíme.

Digitální model vychází ze souboru základních parametrizovaných objektů, které představují například výrobní proces. U těchto modelů výrobních procesů se propojují jednotlivé objekty (pracoviště, stroje) a provádí se naprogramování výrobních procesů jednotlivými atributy.

S konečným modelem můžeme provádět analýzy současného stavu jednotlivých procesů systému. Můžeme nasimulovat jednotlivé problémy v procesu, pracovní zátěž na jednotlivých pracovištích, popřípadě strojích. Použitím simulace můžeme také testovat různé optimalizační řešení nebo chování optimalizace přímo pomocí genetického algoritmu v souladu se stanovenými kritérii (minimalizace nákladů, minimalizace doby výroby a další). Pro optimalizaci pořadí jednotlivých zakázek za účelem minimalizace celkového výrobního času se pracuje s nástrojem, který pracuje na principu genetických algoritmů. Genetické algoritmy představují účinný nástroj k nalezení neoptimálnějšího (nejlepšího) řešení při zadání omezujícími podmínkami. To znamená, že hledáme extrémní (minimální nebo maximální) objektivní funkce obsahující množinu proměnných  $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Musíme definovat hodnoty neznámých veličin  $x_1, x_2$  až  $x_n$  tak, že objektivní funkce dosahuje například minima. Zároveň čas, pro požadované proměnné jsou stanoveny různé omezující podmínky. Pro příklad  $x_1, x_2$  až  $x_n$  musí být integrální čísla, nebo mohou být pouze 0 nebo 1.

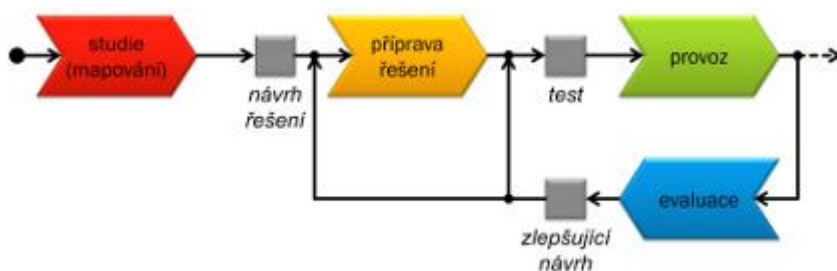
Genetické algoritmy mohou být považovány za zvláštní oblast heuristických metod, která řeší problémy při hledání extrému. Jsou známy již od roku 1960, od té doby prošly obrovským vývojem. Snaží se simulovat neoptimálnější řešení. Například, pokud se jedná o problém, kde proměnné představují plánované výrobní operace, pak objektivní funkce může být celková doba výroby a za cíl je požadována její minimalizace. V tomto případě je povolena každá kombinace (každé přípustné řešení), které odpovídá snížení celkové doby výroby. Pokud není předem definován počet interakcí, algoritmus pokračuje v práci a je prováděn až do doby, kdy dostane to neoptimálnější řešení.

Základní princip genetických algoritmů nebo optimalizace výpočtů, které jsou inspirované genetickými procesy se skládají z následujících kroků:

1. Vytvoření počáteční populace buď náhodným výběrem možných řešení, intuitivně nebo pomocí přibližného výpočtu.
2. Výběr nejlepších osob v populaci. Každé řešení má hodnotu funkce fitness, které ukazuje na to, jak dobré řešení je. Výběr je obvykle proveden tak, aby kvalita řešení byla přímo úměrná pravděpodobnosti, tak aby generovalo nová řešení pro jednotlivce. To znamená, že se může jednat o špatné řešení generace nových jedinců, ale pravděpodobnost není vysoká.
3. Vygeneruje se nová populace (sada řešení) vhodné osoby s očekáváním, že bude lepší než předchozí populace. Používají se dvě techniky k vytvoření nové populace: křížení a mutace.
4. Nejlepší řešení je vybráno z nové populace znovu. Čím lepší je řešení, tím vyšší je jeho pravděpodobnost jeho výběru. Tímto způsobem je proces opakován. Prostřednictvím tohoto procesu bylo nalezeno řešení, které ukazuje velké zlepšení ve srovnání s počáteční populací.

## 1.7 APS softwary

Po ekonomické krizi v roce 2007 se začaly podniky hledat úspory, což v dlouhodobém horizontu splňuje software APS. Většina společností, které nabízejí APS software, však slibují i nemožné. Velmi častým scénářem se stává, že zákazník začne používat APS software pro plánování a rozvrhování výroby, ale výsledky se nedostávají. V některých případech je s implementací více práce než užitku. Úskalími, které souvisejí s přípravou a provozem systému APS je možné rozdělit do několika oblastí. Životní cyklus výrobku, který je znázorněn na obr.5, popisuje neustále se opakující se proces APS softwaru a jeho zdokonalování.



Obr. 5- Životní cyklus APS



### Oblast komunikační

Pro implementaci APS je na straně zákazníka klíčová osoba, která dokonale zná současný stav výroby, většinou jde o manažera logistiky nebo výroby, kteří v podniku pracují delší dobu, jsou schopní vést lidi a rozhodovat. Tento člověk většinou projekt implementace zastřešuje. Pokud je tato pozice obsazena člověkem, který je schopný fungovat ku prospěchu projektu implementace a dokáže předat všechny důležité informace o výrobě odpovědným osobám dodavatele softwaru. Tento člověk musí být velmi pečlivý a spolehlivý, velmi často se stává, že zapomene sdělit nějakou zásadní informaci, která je v procesu tak zažitá, že ji na rozdíl od dodavatele považuje jako samozřejmost.

### Oblast datová a modelovací

Tato část je časově nejnáročnější a také vyžaduje nejvíce úsilí ze všech oblastí. Uvědomme si, že kvalita výstupu bude odpovídat adekvátní kvalitě vstupu. Ve výrobních podnicích se jedná především o technologické postupy a kusovníky. Důležité je probrat se všemi daty, které jakkoliv souvisejí se zdroji (pracoviště, lidské zdroje, nástroje a další). V ideálním případě by měl mít každý zdroj nastaven svoji účinnost a směnnost a definovat tak časovou kapacitu zdroje. Prakticky se pak modelují pouze ty, které tvoří nebo je velké riziko, že by mohli tvořit úzká místa ve výrobě. V této části dochází k vyjasňování, co je cílem implementace. Vybírají se ukazatele výkonnosti (KPI), nejlépe několik nejdůležitějších, které se pak sledují.

### Oblast procesní

Při nasazení APS softwaru se mění samozřejmě procesy, které souvisejí s tvorbou výrobního plánu. Provádí se revize celého výrobního procesu. Plánování výroby může probíhat v různých intervalech, například jednou týdně, jednou za hodinu. Nastavení časové náročnosti a správného nastavení posloupnosti procesů souvisí konkrétní výrobou a její mírou operativy. Čím více je proces zautomatizovaný, tím je proces lépe plánovatelný. Velkou chybou je fixování na stará řešení. Pokud se rozhodne podnik pro nové řešení, musí udělat za starým řešením tlustou čáru. Používáním starého i nového způsobu řešení výroby vznikají zbytečné zmatky a prostoje.

## Oblast výpočetní

S navrhováním procesů je velmi úzce spjatý použitý hardware a software. První úrovní jsou systémy pro sledování výroby (MES), které slouží jako zpětná vazba pro plánování a řízení výroby obecně. Druhou úrovní je výpočetní technika sloužící pro distribuci a zobrazení dat (výrobní plány, průvodky, výkresy, kontrolní plány a další).

## Oblast personální

Zavedením nového APS softwaru je jasné, že potřeba vytvořit buď nové pozice nebo ty stávající dodatečně seznámit s novým nastavením procesů. Úlohou managementu je přesvědčit zaměstnance, že zavádění APS softwaru se nedělá pro to, aby jim práci znepríjemňoval, ale naopak aby jim pomáhal. Někteří zaměstnanci mají obavy, že by mohly přijít o práci. Obava je však ve většině případů zbytečná, APS systém slouží jen jako nástroj pro podporu rozhodování. Dochází ke změně náplně práce plánovače, který se soustředí hlavně na simulace a řešení what-if analýzy. Pro každou roli uživatelů APS je nutné zohlednit a správně nastavit jejich odpovědnost a kompetence.<sup>21</sup>

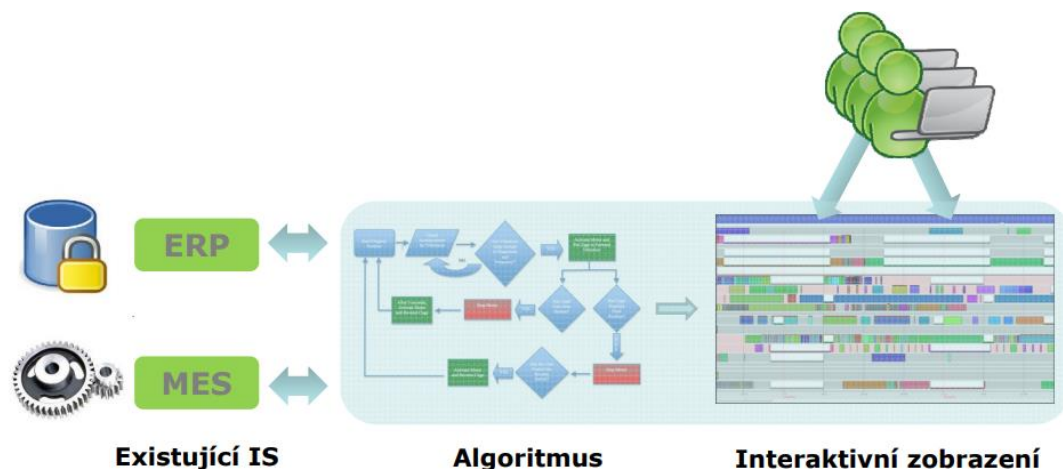
### **1.7.1 Potenciál v systémech pokročilého plánování**

Rostoucí složitost a intenzita požadavků od zákazníků klade neustále větší nároky na výrobní procesy a výrobním podniky tak nutí začít těmto problémům čelit. Tohle je obzvláště zřejmé ve výrobě, kde je velká poptávka a kde se objednávky liší v pořadí sekvencí výrobních operací, také vstupů a času potřebným k jejich provedení. Podniky musí dokázat reagovat na objednávky a musí být schopny produkovat širokou škálu výstupů za přiměřené náklady. Proto je nutné mít k dispozici flexibilní výrobní zařízení. Spolu s rostoucí složitostí výroby vzniká rostoucí potřeba po vhodných nástrojích řízení k podpoře systémů řízení výroby. Systémy pokročilého plánování a plánování (APS) jsou efektivní a používané ve stále větším měřítku. APS jsou velmi sofistikované a vypracovat systémy, které pracují s velkým množstvím dat a proměnnými, a přesto jsou schopny dodat požadované výstupy velmi rychle. Tyto systémy, které jsou určeny pro rozvrhování a plánování výroby, jsou schopny průběžného rozvrhování výrobních plánů v souladu s nově přichozími objednávkami nebo změnou poptávky.

---

<sup>21</sup> <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/nejcastejsi-chyby-pri-implementaci-systemu-aps.htm>

Na obr.6 můžeme vidět schéma APS softwaru. Dochází k propojení nastaveného informačního systému s optimalizačním algoritmem a interaktivním zobrazením rozvrhu. Webová aplikace je určena pro více uživatelů.



Obr. 6- Schéma APS

Podrobné a přesné plánování je stále důležitější zejména v situacích, kdy se poptávka mění v průběhu času, těžko se předvídájí budoucí objednávky zákazníků a také v situacích, kdy dochází k řízení velkého množství produktů a operací. V neposlední řadě v situacích, kdy dochází k častým změnám, které se dají obtížně předpovídat.

Spokojenost zákazníků patří ke strategickým faktorům, které určují, zda bude podnik ve svém podnikání úspěšný. Klíčem k úspěchu je zjistit, co zákazníci chtějí a doručovat jim to v co nejkratším čase s ohledem na náklady, kvalitu, údržbu a spolehlivost. Pokročilé systémy rozvrhování a plánování výroby (APS) přispívají k zajištění hladkého a optimálního řízení objednávek a díky tomu také dochází pochopitelně ke zvýšení spokojenosti zákazníků. Podnik, který rychle dokáže reagovat na změny v požadavcích zákazníků má oproti ostatním nespornou konkurenční výhodu. Kromě lepší služby zákazníkům umožňují systémy postupné snižování zásob, odstraňování překážek, lepší využívání kapacit, synchronizace výrobních příkazů a materiálových toků. A jak už bylo zmíněno také ke snižování celkové doby výrobních procesů.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> <http://www.grantjournal.com/issue/0502/PDF/0502scholz.pdf>

### **1.7.2 Nevýhody APS softwarů**

APS softwary zatím nejsou v České republice tolik oblíbené a využívané, jak by se mohlo na první pohled zdát. Důvodů, proč tomu tak je, existuje celá řada. Prvním z důvodů jsou obrovské nároky na budoucího uživatele softwaru. Softwary kladou velké nároky na zákazníka, které uživatel není schopen, nebo nemůže dlouhodobě udržovat. Velkými nároky jsou myšleny vysoké náklady na implementaci a provoz softwaru, dále pak udržování aktuálních dat na určité úrovni a neochota zaměstnanců přistoupit na změny ve své pracovní náplni a zároveň se učit novým věcem. Někteří pracovníci se také bojí, že zavedením softwaru bude zrušeno jejich pracovní místo a přijdou tak o práci. Někdy je tento strach oprávněný a při zavedení APS softwaru může dojít k ulehčení práce a ke snížení počtu zaměstnanců. Vrcholový management musí s těmito pracovníky pracovat a nějakým způsobem je přimět k tomu, aby akceptovali změnu a podřídili se pro úspěch podniku. Management podniku musí být odhodlán prosadit změny v procesech podniku a v myšlení všech svých zaměstnanců.

Velmi často vedení podniku předpokládá, že APS software okamžitě vyřeší všechny problémy s plánováním a rozvrhováním výroby. Dochází tak k přehnaně vysokým očekáváním. Dále nejsou podniky ochotné uskutečňovat změny v organizačních strukturách podniku. Bez těchto změn se implementace APS softwaru uskutečňuje velmi obtížně.

APS softwary plánují kapacity do naprostých detailů, které je pak obtížné splnit. Plán výroby se může kdykoliv změnit, proto výrobní proces vyžaduje neustálé přepočítávání se změněnými podmínkami. Je nutné, aby řídicí pracovníci věděli o všech změnách ve výrobním procesu, o změnách termínů zakázek, o nejbližších úkolech. APS software pak slouží jen jako kontrola, zda lze požadavky zákazníků v daném čase splnit.

APS softwary potřebují pro správné fungování v podnicích propojení všech oblastí podnikového řízení. Vyžaduje neustálou kontrolu a aktuálnost dat spojených s dodržováním plánu výroby. Ve výrobních podnicích je nejčastěji vyžadováno propojení s MES systémy. Část odborníků považuje APS softwary za velmi složité, hlavně z hlediska složité implementace do výrobního systému.





### **1.7.3 Výhody APS softwarů**

U velkých podniků, kde ve výrobě probíhá obrovské množství operací za den, se po zavedení APS softwaru dochází k velké úspoře času při plánovacím procesu. Díky

správně zavedenému APS softwaru má podnik k dispozici každý den aktualizovanou podobu výrobního plánu, který zohledňuje všechny změny, které se přihodily. Plánovač velmi snadno může změnit priority mezi zakázkami nebo doplňování nově přijaté zakázky. Další výhodou APS softwaru je možnost před zaplánováním použít simulaci ke zjištění změn u výrobních kapacit. Pracovníci se daleko lépe orientují ve výrobě a mají daleko větší přehled, co se kde děje. Přestávají se tvořit zbytečné fronty práce u strojích ve výrobě.

Zavedením APS softwaru se také změní náplň práce plánovačů výroby. Zatím co dříve při jakékoliv změně (např. porucha stroje, chybějící pracovník, nová urgentní zakázka) jej museli ručně přeplánovat, což bylo časově velmi náročné. S APS softwarem je zaplánování při změně výrobního plánu daleko snazší, plánovači mají za úkol provádět všechny možné scénáře, jak uspořádat zakázky, které APS identifikovalo.

Na obr.7 můžeme vidět slibované přínosy APS softwarů na jednotlivých pozicích ve v podniku.

Uživatel	Benefity APS
 Manažer	Umožňuje sledovat KPI. Podporuje strategické rozhodování díky what-if analýzám. Je prostředkem pro říditelnost.
 Plánovač	Umožňuje rychleji tvořit výrobní plán. Zvyšuje kvalitu výrobního plánu s ohledem na KPI. Nabízí porovnání různých variant výrobních plánů díky simulacím.
 Mistr	Umožňuje rychleji a pružněji reagovat na operativu. Stabilizuje z procesního hlediska. Dává výrobě řád, poskytuje mistrům přehled.
 Operátor	Ví, na čem má pracovat díky pravidelně aktualizovanému plánu. Je odměňován s ohledem na plnění KPI. Nemusí řešit problémy týkající se operativy (chybějící materiál).

Obr. 7- Benefity APS

## **1.8 Budoucí vývoj virtuální simulace výroby**

V posledních letech můžeme na každém kroku slyšet o 4. průmyslové revoluci, která se nazývá Industry 4.0 (Průmysl 4.0). Málo kdo však přesně ví, co se pod pojmem Industry 4.0 skrývá. Pod tímto pojmem se schovává řada technologií, od průmyslových robotů, přes tzv. inteligentní stroje až po internet věcí. Ke správnému fungování digitalizace výroby je potřeba zaujmout komplexní pohled na fungování podniku a možnosti jeho optimalizace.

S nástupem této revoluce musí podniky změnit celkové myšlení a udělat velké množství změn, které vedou k propojování jednotlivých řešení a k interakci k systémům, matematickým modelům výroby, virtuální realitě.

Průmysl 4.0 se v dnešní době týká většinou velkých podniků nebo podniků se specifickými výrobními procesy. Robotizace a plně automatizované výrobní linky se v budoucnu budou dotýkat hlavně klasické průmyslové výroby. Velké množství průmyslových podniků má prostor, který se hodí pro zapojení automatizace a robotizace. Cílem inteligentních systémů je nastavení automatických nápravných opatření a dále pak prediktivní a proaktivní údržbu.

## 2. PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části diplomové práce představím společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o. Uvedu historii společnosti, její hlavní odběratele, v jakých státech působí dceřiné společnosti a její mateřská společnost. Dále se zaměřím na analýzu současného stavu plánování a rozvrhování výroby v podniku. Poté následuje doporučení výběru dodavatele softwaru APS pro implementaci. A v poslední části následuje projekt implementace softwaru APS, pro který by se společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o. podle mého názoru měla rozhodnout.

### 2.1 Představení společnosti

Společnost LATECORE Czech Republic navazuje na firmu Letov, která je nejstarším leteckým výrobcem v České republice. Firma Letov byla založena v roce 1918 Ministerstvem obrany, původně se specializovalo na opravu letounů. Ve 20. a 30. letech se firma Letov začala rozvíjet a představovat nové letouny. V roce 1921 byl představen první sériově vyráběný československý letoun Letov Š-1, který obstál i v mezinárodní konkurenci.

Po druhé světové válce se v Letově byla zahájena licenční výroba a montáž křídel a zadních částí trupu sovětských stíhacích letounů MiG-15. Dále následovala výroba a montáž zadních částí trupu a křídel u letounů MiG-19 a MiG-21. V 60. letech zahájil Letov spolupráci s novým závodem Aero Vodochody na vývoji a výrobě křídla a zadní části trupu československého cvičného letounu L-29 Delfín, který můžeme vidět na obr. 8. Těchto letadel bylo vyrobeno více než 4000 kusů a Delfín se tak stal nejvíce vyráběným letounem ve své kategorii. Byly vyvinuty i moderní typy kluzáků – Letov 21 a 22, vyráběné v menších sériích.



Obr. 8 - L-29 Delfin<sup>23</sup>

V roce 1967 v rámci reorganizace byly všechny letecké továrny v Československu spojeny do jediného koncernu s generálním ředitelstvím v Letňanech. Na úspěch Delfina navázal v 70. letech letoun L-39 Albatros, který můžeme vidět na obr.9. Letounů Albatros se vyrobilo více než 2500 a byly dodány do mnoha zemí světa. Albatrosy byly využívány významnými předváděcími akrobatickými skupinami Breitling Jet Team nebo litevská skupina Balic Bees jet Team.



Obr. 9 - L-39 Albatros<sup>24</sup>

Po politických změnách v Československu a pádu komunistického režimu a počátečních problémech s uplatněním na mezinárodních trzích se situace zklidnila a Letov zahájil úspěšnou spolupráci s německým leteckým průmyslem. Od roku 1991 firma

---

<sup>23</sup> Dostupné z [Airplane-Pictures.net](http://Airplane-Pictures.net)

<sup>24</sup> Dostupné z <https://www.airforce-technology.com/projects/aerol39trainer/>



začala dodávat díly a podsestavy nouzových dveří pro velké výrobce civilních letadel – například Airbus A 321 (obr. 10).



Obr. 10 - Airbus A 321 <sup>25</sup>

V roce 1997 došlo k zásadní změně firmy Letov- k její restrukturalizaci. Z divize letecké výroby byla vytvořena dceřiná společnost LETOV LETECKÁ VÝROBA a.s. Ta převzala odpovědnost za výrobu dílů a sestav pro letouny Airbus.

V roce 2000 se společnost LETOV LETECKÁ VÝROBA stala součástí Groupe LATECOERE s právní subjektivitou jako LETOV LETECKÁ VÝROBA s.r.o. Mezi roky 2000-2006 začala společnost s podporou Groupe LATECOERE investovat obrovské částky do modernizace výrobních technologií a navýšení výrobních kapacit. Největšími investičními akcemi byla výstavba 3 nových montážních hal, nové linky povrchových ochrany, nákup CNC obráběcích strojů, výrobních zařízení pro výrobu dílů z kompozitních materiálů a kontrolní měřicí techniky navazující na jednotlivé výrobní procesy.

Dne 10. 12. 2013 došlo z důvodu zdůraznění významu a vyšší integrace v rámci Groupe LATECOERE k přejmenování společnosti na LATECOERE Czech Republic s.r.o. V současné době společnost vyrábí a dodává své produkty významným světovým výrobcům letadel, a to firmám Airbus, Embraer, Boeing (obr.11) a v menší míře také Dassault. Část produkce je dodávána k finalizaci do mateřské společnosti sídlící ve francouzském Toulouse a další významná část produkce je dodávána přímo na montážní linky finálním zákazníkům.

---

<sup>25</sup> Dostupné z <https://www.baatraining.com/did-you-know-airbus-a321/>



Obr. 11 - Loga největších odběratelů <sup>26</sup>

Hlavní centrála mateřské společnosti, jejíž historie sahá do roku 1917, je ve městě Toulouse v jižní Francii, které je nejvýznamnějším střediskem leteckého a kosmického průmyslu v Evropě. GROUPE LATECOERE využívá ke svému podnikání v oblasti leteckého průmyslu mezinárodní síť svých poboček, partnerů a subdodavatelů.

GROUPE LATECOERE je jednou z předních společností v leteckém sektoru zabývající se vývojem, výrobou a produktovou podporou (např. opravy či výměny) v oblastech letecké výroby a palubních instalací a systémů. Zároveň má své pevné místo také v oblastech inženýrských služeb a metrologie. GROUPE LATECOERE se podílela na všech hlavních programech výroby letadel zahájených v posledních 30 letech.

V současnosti má GROUPE LATECOERE své pobočky v 10 zemích světa, kromě Francie a České republiky také v Německu, Španělsku, USA, Kanadě, Mexiku, Brazílii, Velké Británii a v Tunisku. (obr.12)

---

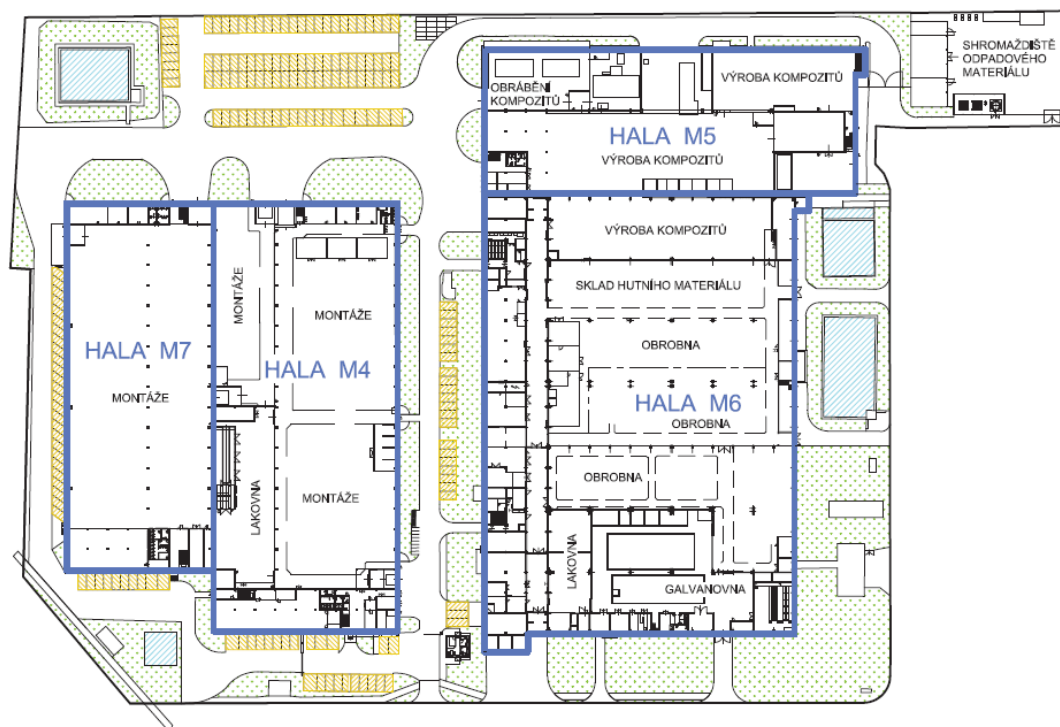
<sup>26</sup> Dostupné z <http://www.techreleased.com/airbus-boeing-embraer-collaborate-on-aviation-biofuel-commercialisation/>



Obr. 12 - Mapa poboček GROUPE LATECOERE

Společnost se rozděluje z pohledu struktury výrobních technologií na tři hlavní výrobní úseky či provozy:

- úsek výroby kovových dílů a kinematických podsestav, zahrnující též povrchové úpravy,
- úsek finálních montáží,
- úsek zaměřený na výrobu dílů z kompozitních materiálů včetně výroby montážních podsestav obsahujících kompozitní díly.



Obr. 13 - Schéma výrobní haly

V areálu v Letňanech jsou činnosti soustředěny do výrobních hal, pouze hala M6 je původní, ostatní haly byly vybudovány po roce 2000. Na obr.13 můžeme vidět, že v halách M4, M5 a M7 se nachází jednotlivé výrobní provozy. V hale M6 se kromě výrobních prostor v přízemí nachází v 1. a 2. patře oddělení, které zajišťují provoz a chod společnosti. Jedná se například finanční oddělení, IT, nákup, plánování prvovýroby, LEAN, řízení lidských zdrojů a v neposlední řadě i oddělení logistiky.

Společnost Latecoere Czech Republic s.r.o. má v pronájmu od roku 2014 prostory odloučeného pracoviště ve Zdíbech, které zajišťuje příjem zboží od dodavatelů, přípravu kitů pro montážní pracoviště v Letňanech a montážní práce na kinematických sestavách. Veškerý logistický tok mezi Zdiby a Letňany je zajištěn pomocí vlastního transportu cca 3x denně.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> <http://www.latecoere.cz/o-spolecnosti/historie-a-soucasnost/>

## 2.2 Analýza současného stavu rozvrhování a plánování výroby

Ve společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. se v současnosti používá jeden z nejznámějších ERP informačních systémů od společnosti SAP. Podnik pomocí tohoto systému řídí činnosti, které zajišťují správný chod v jednotlivých oddělení. Nespornou výhodou ERP systému je sjednocený celopodnikový pohled na všechny činnosti, které se v jednotlivých odděleních odehrávají. Další předností je podniková databáze, která obsahuje data a informace o prováděných transakcích. SAP obsahuje různé moduly, které jsou pro podnik životně důležité. V našem případě se omezíme pouze na modul plánování výroby.

Oblast	ERP systémy
Plánování	Plánování do neomezených kapacit
	Cíl: Proveditelné plány
	Tlačný systém
Oblast řízení	Řízení výroby
Hlavní oblast zaměření	Transakční systém: finance, controlling, výroba
Používané metody	MRP II, JIT, Seiban, TOC/DBR
Tok informací	Shora dolů
Schopnost simulací	Nízká až žádná
Schopnost optimalizace nákladů	Není k dispozici
Doba výroby	Fixní
Postupné plánování	Není k dispozici
Rychlost plánování a přeplánování	Nízká, obvykle 1x týdně až měsíčně
Zpracování dat	Transakční systém
Uchování dat	Databáze

Tab. 1- ERP systém

V tab.1 můžeme vidět hlavní charakteristiky systému ERP v oblasti plánování a rozvrhování výroby v LATECOERE Czech Republic s.r.o. Velkým nedostatkem tohoto ERP systému v oblasti plánování výroby je neschopnost reagovat flexibilně na změny výrobního procesu. Informační systém není uzpůsobený na řešení otázek typu „co se stane když“. Dalším limitem ERP systému je plánování pomocí neomezených kapacit. ERP systém automaticky předpokládá, že když bude materiál zajištěn, okamžitě se bude moci začít výrobně zpracovávat, tak aby mohli být uspokojeny termínové požadavky zákazníků. Předpokládá se, že kapacity jsou vždy k dispozici v potřebné výši. Tato skutečnost je ovšem velmi zjednodušená, protože kapacity jsou reálně vždy k dispozici pouze v případech stálé a dlouho neměnné poptávky a s tím související konstantní výrobou. Proto dochází ve výrobě a poté v plánování k neustálým přeplánováním, protože ERP systém na tuto skutečnost ohledně kapacit nebere ohledy. Plánovači v oddělení logistiky jsou tak nuceni neustále provádět změny výrobního plánu. Přeplánování plánu výroby se provádí jednou týdně, obvykle každé pondělí manažerem logistiky. Manažer logistiky má ve svém oddělení 10 plánovačů, kteří plní přidělené úkoly. Dalším nedostatkem ERP systému je neschopnost simulace předpokládaného vývoje plánování a rozvrhování zakázek. Plánovač je většinou odkázán na plánování a rozvrhování výroby na základě svých znalostí a zkušeností a denně provádí velký počet nadbytečných úkonů.

ERP systémy nepatří mezi flexibilní nástroje plánování, podnik se dostává neustále do potíží se skluzem termínu dokončení zakázek. Jedním z důvodů, proč se nedaří podniku včas dokončovat výrobní zakázky je neefektivnost a neflexibilní plánování pomocí ERP systému. Bylo by ale velmi jednoduché svést všechny problémy pouze na ERP systém. Spousta problémů s plánováním výroby vzniká již například od samotného nákupu materiálu. Setkal jsem se i s případy, kdy se dodávka materiálu potřebného k výrobě řeší velmi pozdě a je už předem jasné, že došlo k podcenění situace a k nezodpovědnosti zaměstnance podniku. Pokud někdo z nákupčí, mistrů, pracovníků výroby nedělá svoji práci zodpovědně a svědomitě, pak ani sebelepší plánovač nezachrání napáchané škody, co se staly již před tím. Lidský faktor tak hraje velmi důležitou roli a pokud ve složitém procesním řetězci v podniku dochází k neustálým chybám, pak ani plánovači ani sebelepší plánovací software situaci v podniku nezachrání. Mistři ve výrobě jsou pak často nuceni ke změnám ve výrobním procesu a obvykle využívají stroje a pracovníky jinak, než bylo ve výrobním planu nastaveno. Dochází tak ke zbytečným prostojům ve výrobě a k nedodržování termínů již zmiňovaných zakázek.

## 2.3 Zhodnocení současného stavu

Stávající ERP systém na rozvrhování a plánování výroby nestačí. Podnik nejvíce tíží plánování pomocí do neomezených kapacit. Společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. by dle mého názoru pomohlo zavedení APS softwaru. V tab.2 můžeme vidět srovnání stávajícího ERP systému a plánovaného softwaru APS a jejich hlavní rozdíly v různých oblastech plánování a rozvrhování.

Oblast	ERP systémy	APS systémy
Plánování	Plánování do neomezených kapacit	Reálné plány zahrnující omezené kapacity
	Cíl: Proveditelné plány	Cíl: Optimální plány
	Tlačný systém	Tažný i tlačný systém
Oblast řízení	Řízení výroby	Řízení celého výrobního řetězce
Hlavní oblast zaměření	Transakční systém: finance, controlling, výroba	Plánování poptávky, výroby, logistiky, dodavatelského řetězce
Používané metody	MRP II, JIT, Seiban, TOC/DBR	Pokročilé algoritmy-ATP, CTP, AATP, PTP
Tok informací	Shora dolů	Oběma směry
Schopnost simulací	Nízká až žádná	Vysoká
Schopnost optimalizace nákladů	Není k dispozici	Vysoká
Doba výroby	Fixní	Flexibilní
Postupné plánování	Není k dispozici	K dispozici
Rychlost plánování a přeplánování	Nízká, obvykle 1x týdně až měsíčně	Vysoká, možné po každé změně
Zpracování dat	Transakční systém	Analytické zpracování dat
Uchování dat	Databáze	Memory-resident

Tab. 2- ERP vs APS systémy [2]

System APS, který bych společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o.by fungoval jako součást ERP systému, který by poskytoval APS systému potřebná data. APS na rozdíl od ERP systému využívaný k plánování a rozvrhování výroby respektuje všechna známá omezení. Principem je hledání globálního optima všech požadavků. Nový systém by měl pracovníkům společnosti poskytovat reálné plány zahrnující omezené kapacity. Zvládne vyřešit problémy řízení celého výrobního řetězce, nejen samotného řízení výroby. Schopnost simulace plánování a rozvrhování výrobních zakázek a tím i optimalizování nákladů ukrývá celou řadu nových možností, jak zefektivnit výrobní proces.

## **2.4 Doporučení výběru dodavatele**

Po zhodnocení současného stavu a následném stanovení, čeho chce společnost rozhodnutím implementace softwaru APS dosáhnout. by prvním krokem měl být výběr samotného APS softwaru.

Zavádění APS systémů v České republice není v současné době tak rozšířené jako ve zbytku světa. Stále více podniků se však rozhoduje, jestli pro ně má zavádění APS softwarů smysl. Musíme si uvědomit, že zavádění APS softwarů se týká především velkých podniků, kterým se investice do pořízení softwaru do pár let vrátí. Existují však i malé podniky, u kterých má cenu přemýšlet o zavedení APS softwarů kvůli specifickým a náročným požadavkům na rozvrhování a plánování výroby. Pokud se podnik rozhodne pro zavedení nějakého APS systému, pak není pro podnik vůbec jednoduché vybrat ideálního dodavatele APS softwaru. Zákazník, který se v APS softwarech neorientuje a nemá dokonalý přehled, má problém vybrat ze široké nabídky, která v sobě ukrývá velké množství APS softwarů. Jednotlivé APS softwary v sobě ukrývají přednosti a nedostatky a potenciální rizika pro zákazníka. Spousta výrobců a poskytovatelů APS softwarů slibují vyřešení snad všech problémů v podniku mávnutím kouzelného proutku, proto je nesmírně důležité rozeznat co je a co není reálně dosáhnout implementací softwaru. Podnik si musí rozmyslet, zda je schopen prostřednictvím svých nejschopnějších pracovníků upravit procesy podle nového APS sám, nebo zda bude raději důvěřovat odborníkům, kteří nabízejí poradenství k APS softwaru. APS softwary jsou používány jako nadstavba ERP. Velké procento podniků se v České republice však spokojilo pouze s ERP systémem.



### **2.4.1 Posouzení současného stavu trhu APS softwarů**

V dnešní době můžeme na trhu najít velké množství společností, které se zabývají vývojem produktů informačních systémů APS. Pro výrobní společnosti je velmi obtížné se ve výčtu několika desítek možností informačních systémů zorientovat a vybrat tak APS software, který bude pro ně nejideálnější.

Na trhu jsem našel pár desítek společností nabízející APS softwary. V diplomové práci není prostor na zmapování všech APS softwarů, proto jsem vybral 5 společností, které charakterizují možnosti výběru APS softwarů vhodných pro plánování a jsou tak jednou z možností zavedení ve společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. O každé společnosti uvedu základní údaje a specifikace APS softwaru. Uvedu také ilustrativní obrázek uživatelského rozhraní ke každému výrobcí. Tři výrobci pocházející ze zahraničí a dva z České republiky. Na závěr bude zajímavé srovnání českých a zahraničních výrobců softwarů APS a následné mé doporučení APS softwaru pro společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o.

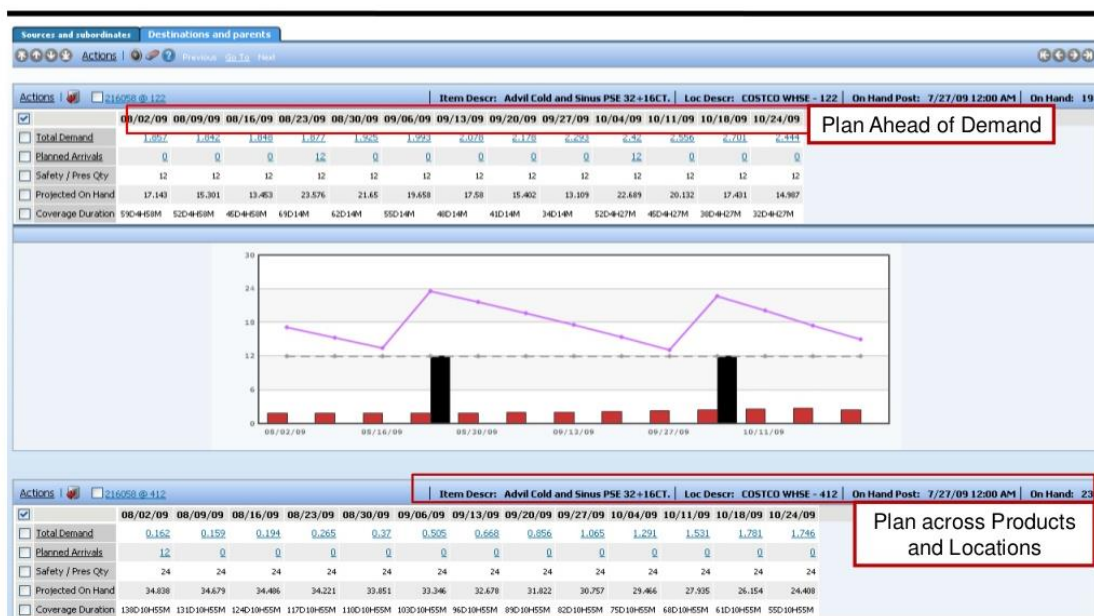
#### **JDA Factory Planner**

Společnost JDA Software Group je jednou z prvních společností, která se zabývala APS softwary, a to již od roku 1988, kdy byl její produkt uveden na trh. JDA Software Group slibuje zákazníkům spoustu pozitivních vlastností svého produktu APS softwaru. Jde například o:

- Snížení režijních nákladů, efektivnější řízení práce.
- Dynamické spravování úložiště a distribuce poptávky v rámci dodavatelského řetězce.
- Snížení nákladů na nákup přímého a nepřímého materiálu.
- Zlepšení spolupráce s dodavateli a zvýšení udržitelnosti životního cyklu.

Pozitivních referencí o produktu můžeme najít nepřeberné množství. Uvedeme si základní charakteristiky APS softwaru JDA Factory Planner. Tento software je vhodný pro strategické, operativní i taktické plánování. Hodí se pro výroby ATP (Available-to-Promise), výrobu AATP (Allocated-Available-to-Promise) a CTP (Capable-to-promise). Není však vhodný na relativně nový koncept PTP (Profitable-to-Promise), který sčítá všechny náklady a porovnává je s cenou, za níž je zákazník ochoten si daný produkt koupit. Software JDA Factory Planner je určený pro všechna průmyslová odvětví. Hodí se hlavně pro střední a velké podniky. Průměrná doba implementace u podniku střední

velikosti je kolem 6 měsíců. V České republice využívají tento APS software například společnosti TRINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., ŽDAS, a.s., a TOS VARNSDORF a.s.



Obr. 14- JDA user interface

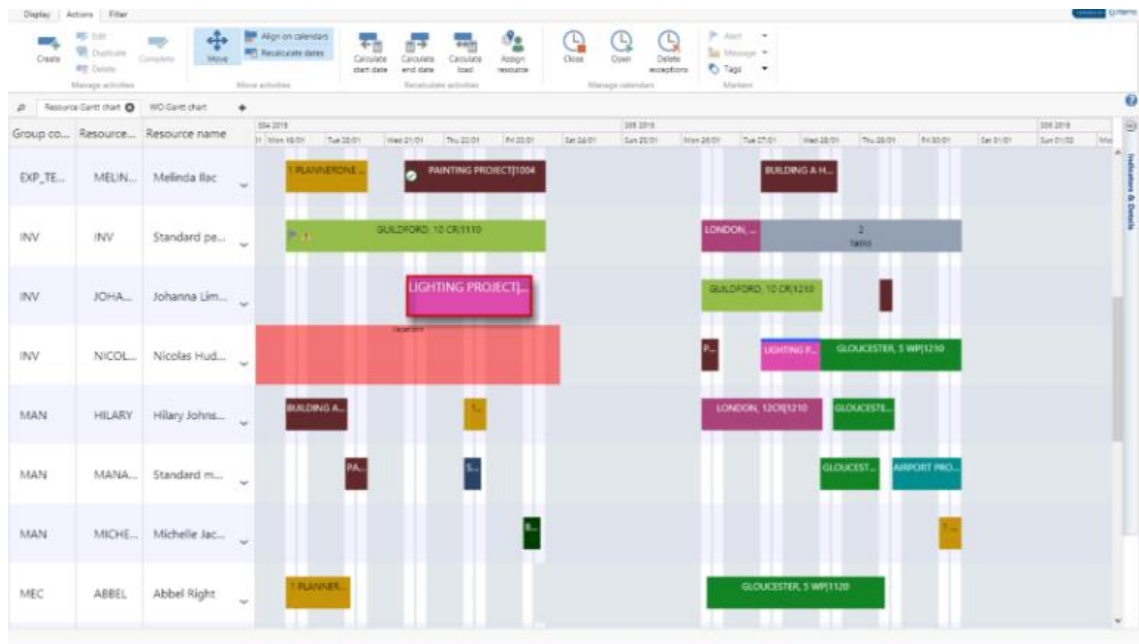
## PlannerOne

Společnost Ortems S.A.S uvedla na trhu roku 2013 APS software PlannerOne. PlannerOne nabízí dva certifikované programy integrované do programu Microsoft Dynamics NAV. Jedním z nich je program na plánování a rozvrhování výroby. Druhým je program určený pro společnosti poskytující služby zákazníkům s cílem maximalizovat řízení zdrojů a dokázat včas reagovat na změny požadavků zákazníků.

Společnost Ortems S.A.S láká zákazníky na nejlepší APS software na trhu, který splňuje nejvyšší standardy stanové společností Microsoft pro plánování a rozvrhování výroby. APS software představuje uživatelsky přívětivý nástroj, který pomáhá podniku s vizualizací a simulací řešení problémů s plánováním a rozvrhováním výroby. APS software byl vyvinut a testován tak, aby splňoval požadavky specifické pro daný průmysl a mohl se modifikovat pro potřeby podniku.

APS software je vhodný pro strategické, operativní i taktické plánování. Hodí se pro typy výrob ATP (Make-to-stock) a CTP (Capable-to-promise), nikoliv však pro AATP (Allocated-Available-to Promise) a PTP (Profitable-to-Promise). Hodí se pro všechny typy výrob a pro malé, střední i velké podniky. Software je rozšířen po celém

světě, užívá jej více než 16 000 uživatelů v 60 zemích, v České republice podle dostupných zdrojů nebyl instalován ani jednou. Průměrná doba implementace u podniku střední velikosti se pohybuje od 3 do 6 měsíců.



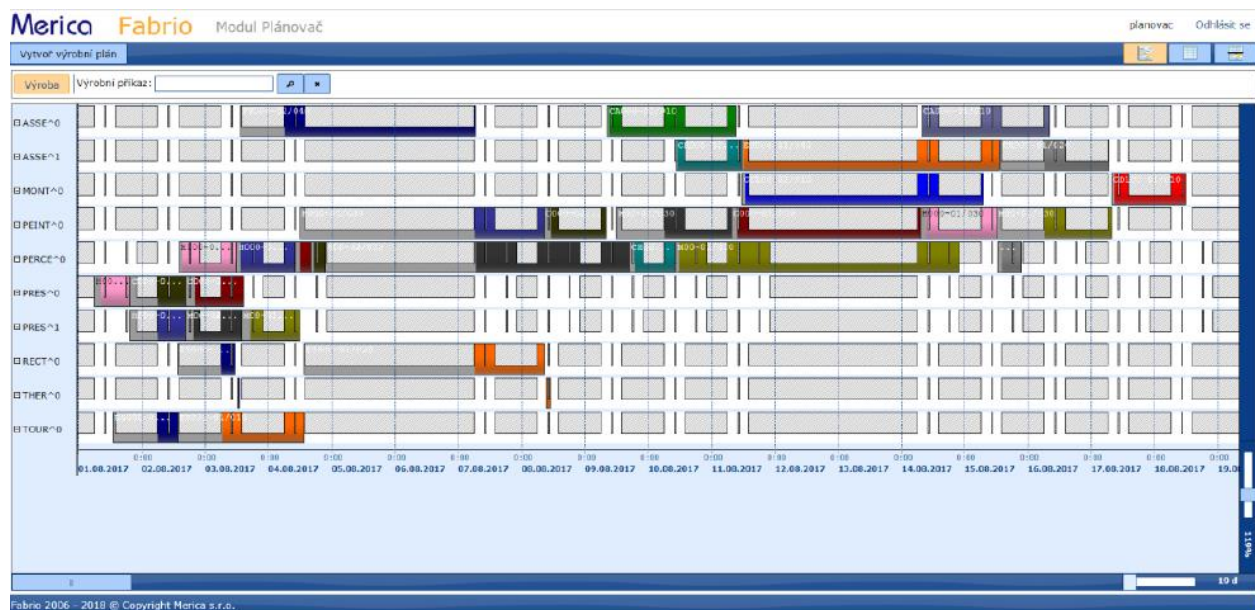
Obr. 15- PlannerOne user interface

## **Fabrio**

Společnost Merica s.r.o. uvedla na trh v roce 2012 APS software Fabrio. Jedná se o českou společnost, která vznikla v roce 2004. Jednatel společnosti je prof. Dr. Ing. Zdeněk Hanzálek, který byl, díky svým výsledkům v oblasti kombinatorické optimalizace, zvolen v roce 2015 jedním z předsedů největší konference oboru rozvrhování MISTA (Multidisciplinary International Scheduling Conference: Theory & Applications).

APS Fabrio nabízí odstranění překážek v ziskovosti jako je například malé vytížení strojů, velké skladové zásoby, dlouhé časy na přestavbu strojů, postihy za nedodržení termínů a nadměrný odpad. Hodí se pro taktické a operativní plánování, méně už však pro strategické plánování. Je určen pro všechny typy základních plánovacích algoritmů ATP, AATP, CTP a PTP. Je vhodný pro všechny odvětví průmyslu, vyjma hutního a stavebního. Dá se využít v malých, středních i velkých podnicích. Průměrná doba implementace u podniku střední velikosti se pohybuje mezi 3-9 měsíci.

Společnost Merica s.r.o. má výborné reference od známých společností, především v České republice, například Škoda Auto a.s., Porsche Engineering, s.r.o., nebo Řízení leteckého provozu České republiky s.p.

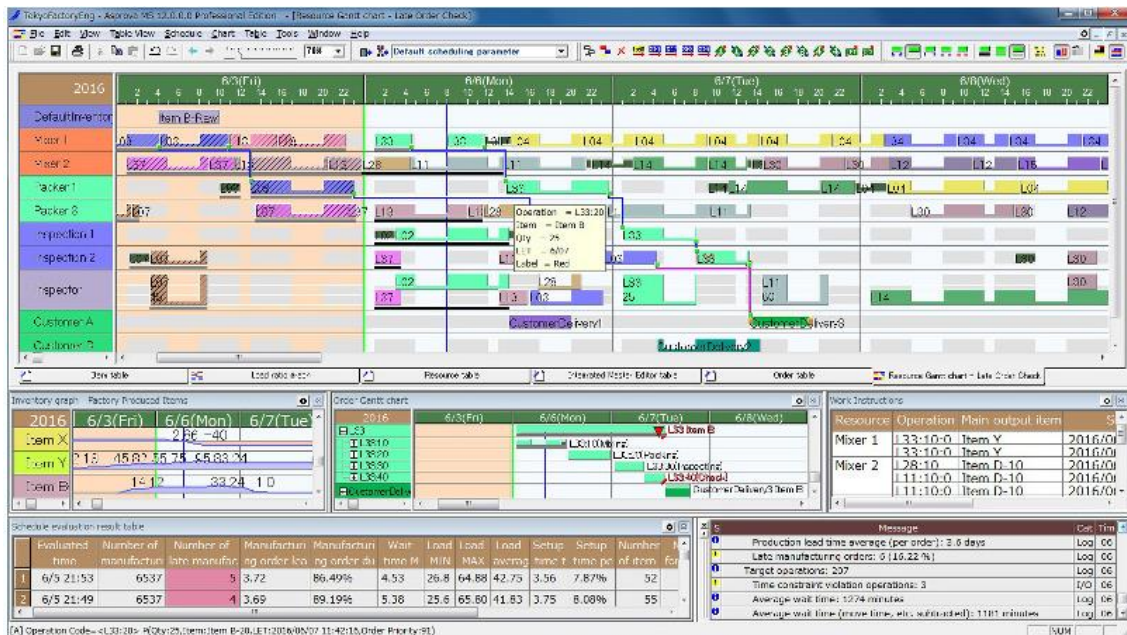


Obr. 16- Fabrio user interface

## Asprova

Společnost Asprova a.s. byla založena v roce 1984 v Tokiu v Japonsku. Jde o společnost, která se specializuje na APS softwary, má 58,4 % podíl na trhu v Japonsku. Společnost Asprova má pobočky po celém světě, například v dalších asijských městech Šanghaji, Soulu, ale také v Evropě v Německu v Wetzlaru a v Severní Americe ve Washingtonu. Asprova slibuje s funkcí automatického doplňování zásob splnění objednávek zákazníků s minimem zásob hotových výrobků. Slibuje plánovací nástroj, který výrazně ulehčí zaměstnancům úsilí při plánování a umožní jim soustředit se více na aktivity s přidanou hodnotou. Díky zavedení APS systému dojde k výraznému snížení nákladů na výrobu, optimálnímu využití zdrojů, dojde k tvorbě volných kapacit.

Na trh společnost Asprova vstoupila v roce 1989, v České republice až v roce 2011. Používá se pro strategické, operativní i taktické plánování. Je určený pro všechny typy algoritmů ATP, AATP, CTP a PTP. Dá se využít ve všech odvětví průmyslu kromě hutního. Ve světě bylo již provedeno přes 3000 implementace softwaru, v České republice jen 14. Software není vhodný pro malé podniky, ale spíše pro ty střední a velké. Doba implementace u podniku střední velikosti trvá zhruba 5 měsíců.

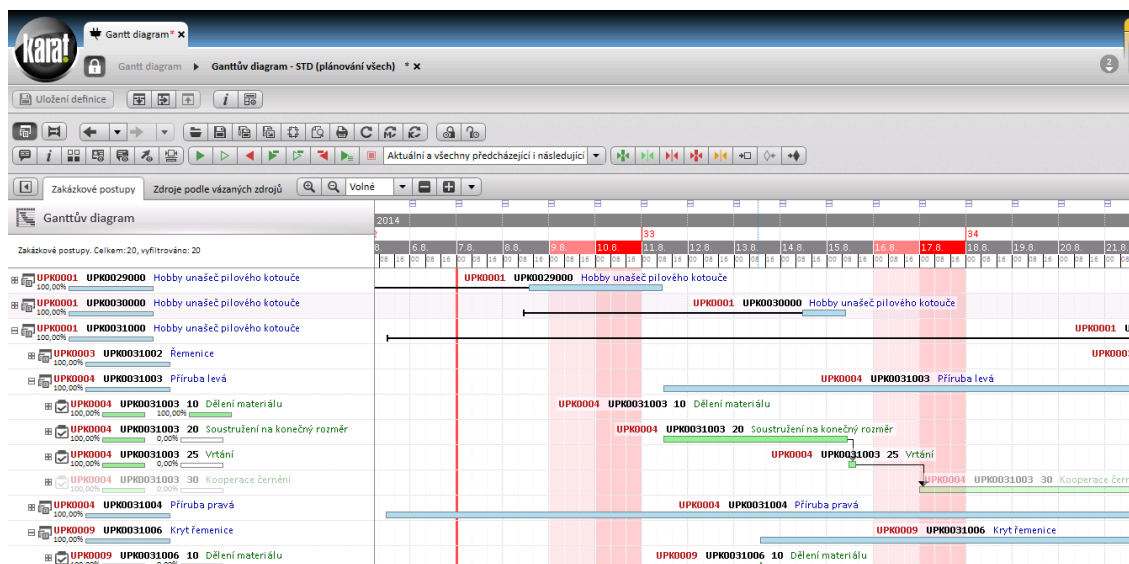


Obr. 17 - Asprova user interface

## Karat

Společnost KARAT Software a.s. vznikla v roce 1990 a je velmi významným výrobcem a dodavatelem komplexních informačních systémů s výhradně českým kapitálem. APS Karat je cenově dostupný a určený pro středně velké i menší podniky. Přínosy po implementaci softwaru APS je opět velmi obvyklý. Společnost slibuje snížení průběžné doby výroby, zkrácení doby dodávek zákazníkům, optimalizaci skladových zásob. Slibuje také efektivnější využití lidských zdrojů a redukcí výrobních nákladů.

Společnost Karat Software a.s. uvedla svůj produkt APS software na trh v roce 1999. Software APS je určený pro strategické, operativní i taktické plánování. Dá se použít pro algoritmy typu ATP, CTP a PTP, nikoliv však pro AATP. Je využitelný ve všech odvětví průmyslu. Počet implementací produktu ve světě činí 634 a v České republice 491. Průměrná doba implementace dosahuje kolem 6 měsíců. Společnost KARAT Software a.s. se může pochlubit velkým množstvím referencí, například BENEŠ a LÁT a.s., VF a.s., PILANA MCT, spol. s r.o. a další.



Obr. 18- Karat user interface

## 2.4.2 Zhodnocení doporučení výběru dodavatele APS softwaru

Společnost	JDA	PlannerOne	Fabrio	Asprova	Karat
Doba implementace	6 měsíců	3-6 měsíců	9 měsíců	5 měsíců	6 měsíců
Počet instalací ve světě	9 000	16 000	80	3000	634
Počet instalací v ČR	40	1	30	14	491
Uvedení na trh	1988	2013	2012	1989	1999
Využití algoritmů	ATP, AATP, CTP	ATP, CTP	ATP, AATP, CTP, PTP	ATP, AATP, CTP, PTP	ATP, CTP, PTP
Platformy systému	DB2, Oracle	MS SQL server	MS SQL server	MS SQL server, DB2	MS SQL server
Doporučení pro podniky	Střední a velké	Malé, střední a velké	Malé, střední a velké	Střední a velké	Malé, střední a velké

Tab. 3- Srovnání APS softwarů

V tab. 3 můžeme vidět srovnání některých z parametrů o jednotlivých softwarech APS. V dnešní době není vůbec jednoduché vybrat správný software, jelikož softwary APS jsou většinou na velmi podobné úrovni a je jen na nás, kterému produktu a na základě jakých kritérií dáme přednost. Pro produkt od společnosti JDA Software Group mluví především dlouholetá tradice, výborné recenze. To samé můžeme říct i o společnosti Asprova. Rozdíly mezi jednotlivými softwary nejsou velké. V českých podmínkách

můžeme vidět, že společnost Karat Software a.s. je dlouhodobě využívána s výbornými referencemi českých podniků.

Nicméně po zvážení jednotlivých parametrů, recenzí u pěti uvedených APS softwarů bych společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. doporučil APS software PlannerOne od společnosti Ortems S.A.S. Tento APS software zavádí i mateřská společnost ve Francii. Tento fakt podle mého názoru převažuje všechny ostatní parametry. Software PlannerOne není sice na českém trhu, ale jeho kompatibilita s mateřskou společností je nespornou výhodou, kterou v tomto případě produkt poskytuje. Mateřská společnost může být dobrým rádcem v samotné implementaci a předejít díky tomu ke zbytečným problémům. Společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o. by však podle mého názoru měla jít cestou softwaru PlannerOne.

## **2.5 Projekt Implementace softwaru APS**

Projekt implementace softwaru APS je velmi obtížnou a časově náročnou výzvou, kterou není vůbec v dnešní době snadné zvládnout. Měl jsem možnost zúčastnit se workshopů a přednášek, které představovali zahájení projektu implementace APS softwaru v konkurenčním podniku. Z této zkušenosti jsem sám zjistil, že pochopit a následně do detailu podrobně popsat průběh implementace není vůbec jednoduché. Společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o. mi doporučila, abych některé údaje nezveřejňoval v praktické části diplomové práce, přesto bych chtěl podat co nejvěrohodnější pohled na tuto problematiku a přiblížit tak čtenářům projekt implementace softwaru APS.

Prvním krokem, po analýze současného stavu je na společnosti, aby provedla analýzu trhu a vybrala vhodný APS software. Po zvolení jednoho ze softwarů APS by se měl management podniku rozhodnout jakým způsobem se promítne implementace do procesů v podniku. Nejdůležitějším prvkem pro úspěšnou implementaci je vhodný ERP systém, který je správně používán a je schopen poskytnout v potřebné kvalitě data pro APS software. V této části diplomové práce nastíním projekt, který dává určitý návod, jak při složitém procesu postupovat.

Nejdříve jsem zvolil cíle projektu, tedy čeho vlastně chceme projektem zavedením softwaru APS v podniku docílit. Poté následují samotné fáze projektu, technicko-ekonomické zhodnocení, časový harmonogram projektu a projektový tým. Na závěr uvedu rizika, které mohou při projektu nastat a shrnutí projektu.

Cíle projektu:

- Zkrácení průběžné doby výroby
- Možnost rychle reagovat a upravovat plánování
- Zefektivnění plánovacího a výrobního procesu
- Lepší využití lidských a výrobních zdrojů

### 2.5.1 Příprava dat

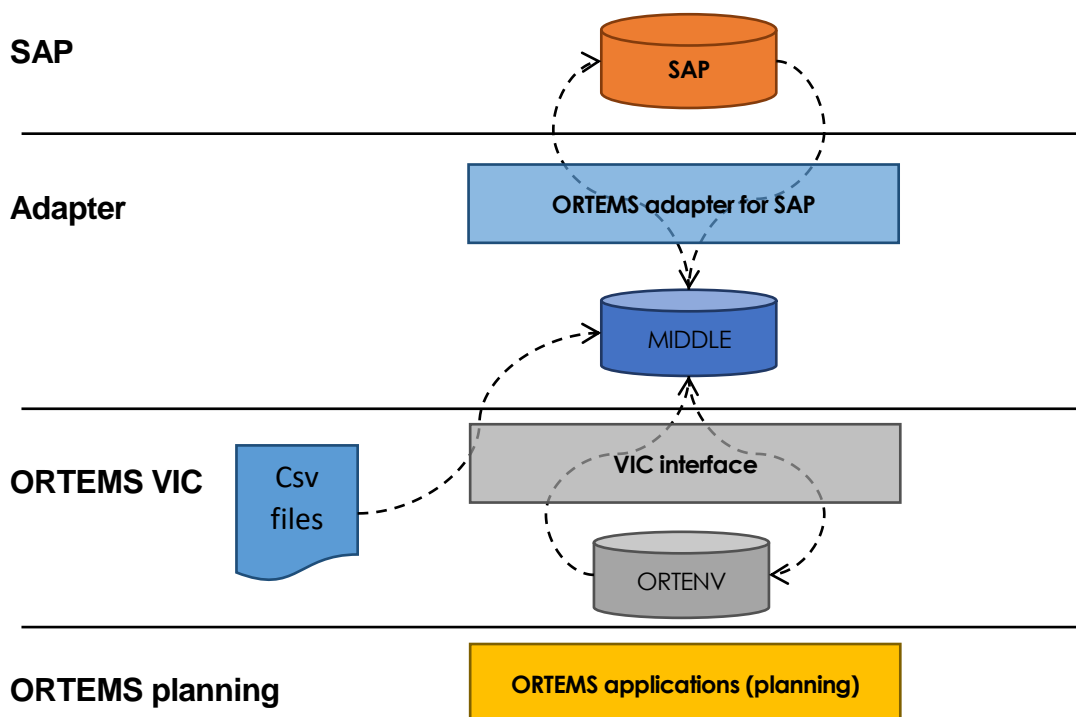
Tato etapa projektu je pro všechny zúčastněné tou neobtížnější a časově nejnáročnější. Musíme si uvědomit, že pro úspěšnou implementaci softwaru APS potřebujeme přesná data, která odpovídají realitě. Příprava a čištění dat je nikdy nekončící proces. Vstupní data musí být neustále aktualizovaná. Jednou z mylných představ podniků bývá skutečnost, že čištění a příprava dat na implementaci je jednorázová a systém pak pracuje sám. Opak je však pravdou, vstupní data musí být neustále upravovány a aktualizovány. Dá se bez nějakého přehánění říci, že na kvalitě vstupních dat stojí a padá plánování a rozvrhování výroby.

Software ORTEMS se zabývá daty spravovanými v systému SAP (Master data, routing, BOM, ...) a určitými daty spravované v ORTEMS (Plány, sekce, kalendáře). Výměna dat mezi SAP a ORTEMS probíhá na úrovni zařízení SAP.

Globální rozhraní SAP a ORTEMS zahrnuje 4 různé vrstvy (obr.19):

- **SAP BAPI** - (Business Application Programming Interface) je standardní rozhraní pro modely obchodních objektů v produktech SAP. BAPI jsou hlavní metodou, pomocí které zákaznický kód spolupracuje s produkty SAP. BAPI zajišťuje ověřování a kontrolu autorizace po změně v přístupech se softwarem APS od ORTEMS.
- **ORTEMS adaptér** pro SAP, který umožňuje komunikaci se SAP a ukládat / číst primární data v middleware databázi.
- **ORTEMS VIC:** umožňuje složitou výměnu dat mezi MIDDLEWARE DB a ORTEMS DB.
- **Plánování ORTEMS:** které umožňují pracovat na plánování (ORTEMS DB) spuštěním komplexního algoritmu.





Obr. 19- Globální rozhraní SAP a ORTEMS

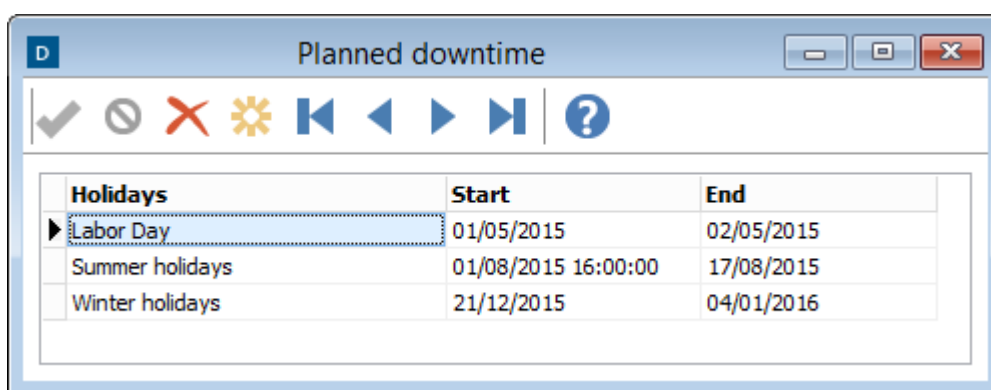
V tab.4 jsou znázorněny v levém sloupci oblasti dat a v pravém sloupci uvedené rozhraní v systémech. V APS softwaru ORTEMS najdeme samozřejmě i další oblasti dat, pro zjednodušení jsem použil pouze některé oblasti, na kterých si ukážeme, jakým způsobem toto rozhraní vypadá a jakým způsobem se v něm pracuje.

OBLAST DAT	PŘENOS PŘES ROZHRANÍ NEBO V SYSTÉMU ORTEMS
<b>KALENDÁŘE</b> Plánované přestávky Plánované zdroje Kapacity	ORTEMS
<b>VÝROBA A STROJE</b> Výroba Pracoviště Skupiny strojů Stroje	ORTEMS ORTEMS ORTEMS PŘENOS PŘES ROZHRANÍ
<b>VÝROBNÍ POSTUPY</b>	PŘENOS PŘES ROZHRANÍ
<b>MATERIÁL</b>	PŘENOS PŘES ROZHRANÍ
<b>PRACOVNÍ ZAKÁZKY</b>	PŘENOS PŘES ROZHRANÍ
<b>PŘENOS VÝSTUPNÍCH DAT</b>	PŘENOS PŘES ROZHRANÍ

Tab. 4 – Oblasti dat APS Ortems

### Plánované přestávky

Plánované přestávky nám v systému říkají, kdy je uzavřena celá společnost. Je nutné s těmito dny počítat, jde např. o státní svátky, roční uzávěrku, celopodnikovou dovolenou. Během plánovaných přestávek nelze provozovat žádné provozní operace. Pro každou plánovanou přestávku je třeba definovat označení, datum zahájení a datum ukončení. Počáteční a konečné datum se dá nastavit na den a přesnou hodinu, minutu a vteřinu, jak můžeme vidět názorně na obr.20. Jedna plánovaná odstávka může pokrýt samozřejmě až několik dní. Plánované přestávky jsou spravovány ručně v ORTEMS, ale měly by být v souladu s kalendářem v podnikovém SAP.

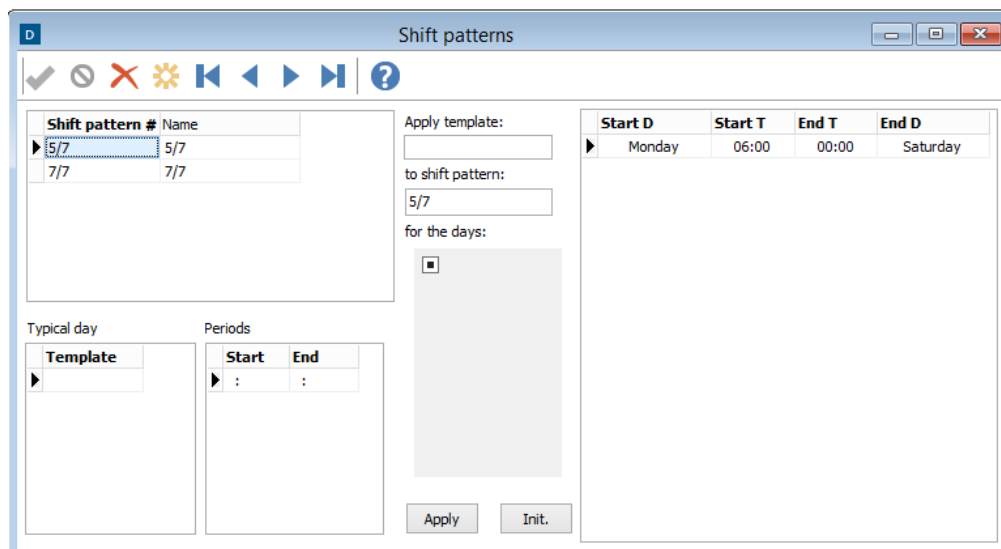


Holidays	Start	End
Labor Day	01/05/2015	02/05/2015
Summer holidays	01/08/2015 16:00:00	17/08/2015
Winter holidays	21/12/2015	04/01/2016

Obr. 20 - Plánované přestávky

### Plánované zdroje

Plánované zdroje představují časové období, kdy mohou být stroje použity pro výrobu. Pro každý den v týdnu se uvádí pracovní doba s výjimkou přestávek. Je možné definovat několik schémat řazení, které reprezentují různé provozní hodiny. Pro každý řádek musí být definováno ID a označení o jaký stroj se jedná. Plánování časového fondu strojů musí být v souladu s definicí plánu pracovních smluv (v pracovních dnech v pracovní době), aby se zabránilo nežádoucímu prodloužení nebo zkrácení doby provozního cyklu v ORTEMS. (obr.21)

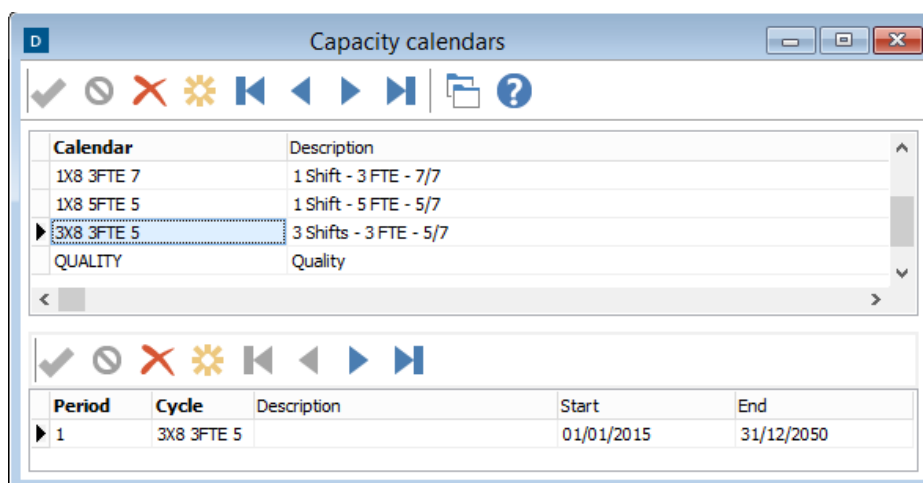


Obr. 21 - Plánování směn

## Kapacity kalendáře

Kapacitní kalendáře umožňují aplikovat různé kapacitní cykly pro různé časové období. Pro každé období je třeba definovat kapacitní cyklus, počáteční datum a datum ukončení.

Kapacitní kalendář se používá k přidělování výchozí kapacity primárnímu nebo sekundárnímu zdroji po celý plánovací horizont. Proto je pro každý cyklus kapacity vytvořen jeden kalendář kapacity.



Obr. 22- Kapacity kalendáře

## Výroba a stroje

Je možné vytvořit jedno seskupení pro všechny stroje nebo několik seskupení více skupin strojů. Každý stroj však musí být přiřazen přesně k jednomu seskupení. U všech zdrojů, kde se předpokládá plánování konečné kapacity, je třeba provést nějakou změnu ručně s určitými parametry. Pro každé seskupení musí být definován identifikátor seskupení,

označení, typ seskupení, režim následného sledování, typ sekvence a typ vyrovnávání zatížení.

Výrobní postupy, materiál, pracovní zakázky a přenos výstupních dat jsem ve své diplomové práci dále nspecifikoval z důvodu velmi citlivých údajů o implementaci softwaru APS.

### 2.5.2 Pilotní provoz – pracoviště obrobna

V první fázi instalace softwaru APS se v projektu zaměříme na implementaci softwaru APS na pracovišti obrobna, kde se nachází 3 skupiny strojů. Pracoviště obrobna jsem zvolil jako pilotní projekt z důvodu klíčového místa ve výrobě a zároveň jde o úzké místo celého výrobního procesu. V tab.5 můžeme vidět o jaké stroje v této části projektu jedná. Jde o šest strojů NC frézek horizontálních, na kterých se pracuje ve dvousměnném provozu, dále pak dvě NC frézky 5osé v jednosměnném provozu a posledním je čtyři NC soustruhy ve třisměnném provozu.

Název stroje	Počet strojů	Počet směn
NC frézka horizontální	6	2
NC frézka 5osá	2	1
NC soustruh	4	3

Tab. 5 – Přehled strojů

V této fázi instalace softwaru dochází k odzkoušení softwaru APS na pracovišti obrobna. V devítiměsíční testovací verzi bude docházet k úpravám a neustálým optimalizacím a přípravě na přechod zavedení softwarů APS do všech ostatních výrobních úseků. Vybrali jsme tyto skupiny strojů kvůli jejich odlišným počtům na pracovišti a jejich odlišné směnnosti. Dostaneme tak z každého skupiny strojů odlišný vzorek dat.

V této fázi dochází k vyhodnocování pomocí KPI (klíčových ukazatelů výkonnosti), Jestli se díky zavedení softwaru APS tyto ukazatele zlepší, to můžeme pozorovat až po několika měsících. V této fázi je nutné, aby se hlavně všichni pracovníci seznámili s novým softwarem a optimalizovaly se nově nastavené procesy v podniku.

#### Technicko-ekonomické zhodnocení

Software APS od společnosti ORTEMS S.A.S. slibuje velké množství zlepšení výrobního procesu. Aby byla společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o. schopna vyhodnotit

přínosy zavedení softwaru musíme si stanovit některé klíčové ukazatele podle kterých se budeme rozhodovat i smyslu implementace na dalších pracovištích.

Software PlannerOne slibuje následující zlepšení:

- Zvýšení využití kapacit strojů o 20%

Stroje	NC frézka horizontální	NC frézka 5osá	NC soustruh
Počet směn	2	1	3
Kapacita maximální [hod]	4000	2000	6000
Kapacita využitá [hod]	2500	1200	3400
Kapacita plánovaná [hod]	3000	1440	4080

Tab. 6- Kapacity strojů

V tab.6 jsou uvedeny stroje, které budou zapojeny do pilotního provozu zavedení APS softwaru na pracovišti obrobna. V tabulce je uveden počet směn u každého druhu stroje a na základě 250 pracovních dní v roce určena jejich roční maximální využitelná kapacita v hodinách. Následuje kapacita využitá před zavedením APS softwaru a v posledním řádku vidíme kapacitu plánovanou, na kterou by se stroje měly dostat po zavedení APS softwaru. Díky zvýšení kapacit využití strojů by podnik získal daleko větší prostor pro zvládnutí dodržení termínů výrobních zakázek. Společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o. by se podle mého názoru měla rozhodovat na základě tohoto klíčového ukazatele, jestli opravdu dojde v pilotním provozu ke zvýšení využití kapacity strojů o 20 %.

V pilotním provozu by mělo také dojít ke zlepšení velkého množství parametrů, které jsou předem těžko vyčíslitelné a odhadnutelné. Po fázi pilotního provozu by se měl podnik rozhodnout na základě těchto parametrů a ukazatelů, jaký byl přínos zavedení APS softwaru a jestli má smysl pokračovat s implementací na další pracoviště. Podnik by se měl zaměřit na tyto klíčové ukazatele:

- Uspoření času plánovačů při plánování.
- Snížení přestavovacích a přípravných časů
- Včasnější informace o výpadcích a odstávkách strojů
- Dodržování stanovených termínů zakázek

Existuje spousta dalších parametrů, podle kterých se společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o bude rozhodovat. Společnost musí brát v potaz také náklady s pořízením a implementací softwaru APS (tab.7).

Název	Investiční náklad [Kč]
Implementace softwaru	2 000 000
Licence APS softwaru	2 500 000
Náklady na školení	300 000
Náklady na čištění dat	1 000 000

Tab. 7- Náklady APS softwaru

Podle mého názoru by pro podnik neměla být finanční zátěž velkým problémem, hlavně z důvodu podpory velmi silné mateřské společnosti, která má zájem na zlepšení plánování a rozvrhování APS softwaru.

### 2.5.3 Zavedení softwaru APS na další pracoviště

Po etapě zavedení a odzkoušení softwaru na pracovišti obrobna, která se v projektu plánuje na devět měsíců, by mělo poté dojít k postupnému zavedení na všechna další výrobní pracoviště. Nesmíme však zapomenout na technicko-ekonomické zhodnocení pilotního provozu. Podnik by se po zhodnocení všech přínosů a negativ měl rozhodnout v jakém pořadí a na která pracoviště zavede APS software. V úvahu připadá po obrobně samozřejmě další pracoviště výroby kompozitů a montáže, kde jsou po obrobně nejvytíženější a mají největší problémy s plánováním a rozvrhováním výrobních procesů.

## 2.6 Harmonogram projektu

V tab.8 vidíme harmonogram projektu s jednotlivými fázemi. Začátek projektu je naplánován na září 2018. Jelikož doporučení vhodného výběru dodavatele softwaru APS jsem nezahrnul do projektu implementace, označil jsem ji jako nultou a beru jí jako fázi předprojektovou.

První fázi, která je naplánována na listopad a říjen roku 2018 je vytvoření projektového týmu. Jedná se o velmi důležitou fázi, kde samotný výběr jednotlivých členů týmů je omezen pracovníky podniku. Tento proces má na starost projektový manažer, který musí velmi pečlivě vytvořit projektové týmy, jejich kompetence a role jednotlivých členů projektu Druhá a třetí fáze (příprava dat a optimalizace procesů) popsána blíže v kapitole 2.5.1 je plánována až do poloviny roku 2019. Jedná se o velmi dlouhý proces, v implementaci softwaru APS jedním z klíčových. Čtvrtá a pátá fáze budou probíhat současně v druhé polovině roku 2019 a jejich konec je naplánován na březen 2020. Pilotní verze na pracovišti obrobna odhalí většinu nedostatků a připraví tak podnik pomocí neustálého monitorování a vyhodnocování na ostrý start zavedení

softwaru na další pracoviště v podniku. Velmi důležitou fází je technicko-ekonomické zhodnocení pilotního provozu a zhodnocení, jestli má smysl zavádět APS software na další pracoviště, jak je plánováno. Pokud se po dvouměsíčním hodnocení ukáže, že zavedení APS softwaru do pilotního provozu mělo přínos, pak by mohl být v červnu 2020 zaveden software APS na další pracoviště.

		Projekt Implementace softwaru APS																							
Časový harmonogram		Rok 2018				Rok 2019												Rok 2020							
Pořadí	Fáze projektu	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		
0	Doporučení výběru dodavatele	■																							
1	Vytvoření projektového týmu		■	■																					
2	Příprava dat				■	■	■	■	■	■															
3	Optimalizace procesů																								
4	Pilotní provoz - pracoviště obrobna												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
5	Monitorování a optimalizace procesů												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
6	Technicko-ekonomické zhodnocení																					■	■		
7	Zavedení softwaru na další pracoviště																						■		

Tab. 8 - Harmonogram projektu

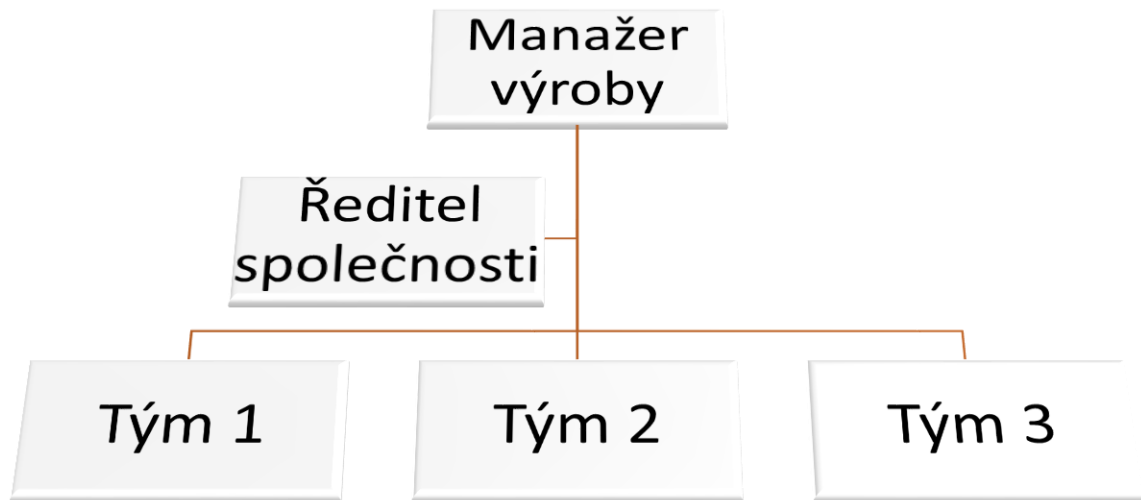
## 2.7 Projektový tým

Vytvoření projektového týmu a přidělení rolí každému členovi týmu je velmi důležitou částí úspěšného zvládnutí projektu. V čele projektového týmu v našem případě stojí manažer logistiky, který koordinuje své členy týmu a je klíčovým článkem se všemi zúčastněnými lidmi v projektu. Přímo pod sebou má svůj tým plánovačů, kteří jsou mu bezprostředně odpovědní. Musíme brát v potaz, že pracovníci podniku musí mimo své úkoly přidělené projektovým manažerem pracovat i na stávajících výrobních procesech.

Na obr.23 můžeme vidět jednoduché schéma projektového týmu. V čele stojí manažer výroby, který se zodpovídá řediteli společnosti a průběžně ho informuje o průběhu projektu. Manažer výroby má pod sebou tři menší týmy o 5 lidech z řad plánovačů. V každém týmu je zvolený odpovědný zástupce, který informuje manažera výroby průběhu.

- **Tým 1** – Má na starost etapu čištění a příprava dat a také optimalizaci procesů před zavedením APS softwaru do pilotního provozu na pracoviště obrobna.
- **Tým 2**- Odpovídá za optimalizování dat a procesů v průběhu pilotního provozu softwaru APS.

- **Tým 3** – Má na starost vypracovat technicko-ekonomické zhodnocení pilotního provozu na pracovišti obrobna.



Obr. 23- Projektový tým

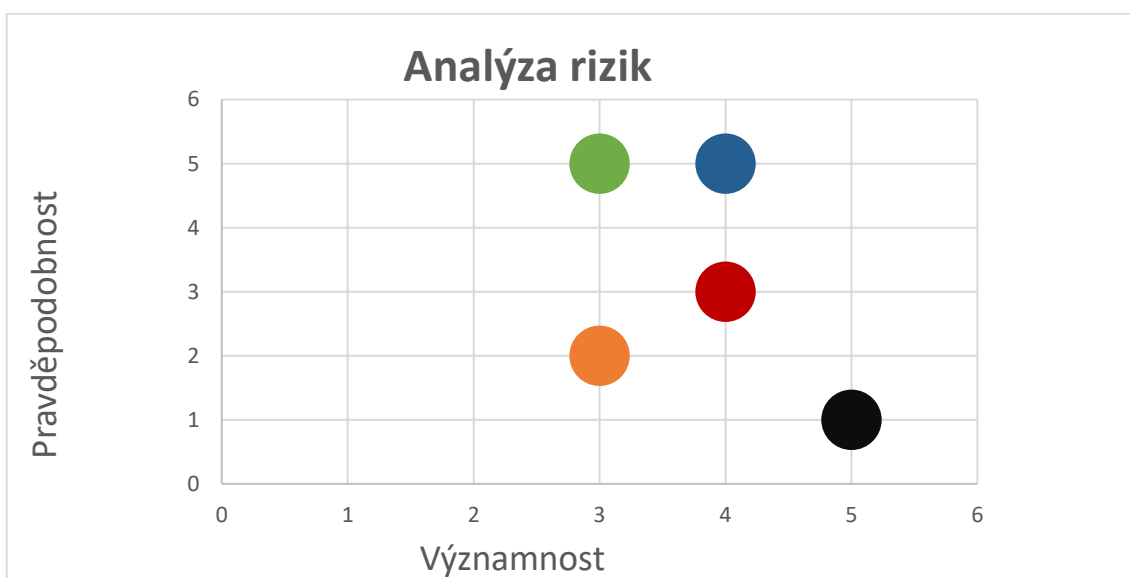
## 2.8 Rizika projektu

Každý projekt přináší rizika, která mohou kdykoliv v průběhu nastat a projekt tak ohrozit, pozdržet nebo dokonce ukončit. V tab.9 jsem uvedl pět nejzásadnějších rizik projektu implementace softwaru APS a ohodnotil je podle stupně významnosti a pravděpodobnosti. Stupnice významnosti a pravděpodobnosti jsem stanovil na škále od 1 do 5. Stupeň číslo 1 značí nízkou míru významnosti rizika a nízkou míru pravděpodobnosti rizika, zatím co stupeň číslo 5 značí velmi vysokou významnost riziku a vysokou míru pravděpodobnosti výskytu rizika.



Riziko	Významnost (1-5)	Pravděpodobnost (1-5)
1. Nedostatek peněžních prostředků	5	1
2. Vyhodnocení malého přínosu APS softwaru po pilotním provozu	3	2
3. Nedostatečně kvalitní a přesná data z ERP systému	3	5
4. Nepochopení požadavků managementu společnosti a dodavatele APS softwaru	4	5
5. Nefungující členové týmu	4	3

Tab. 9- Rizika projektu



Obr. 24- Analýza rizik

Na obr.23 vidíme graficky barevně odlišená rizika, která jsou s projektem spojená. Projdeme si proto jednotlivá rizika od těch nejzásadnějších:

- **Nepochopení požadavků managementu společnosti a dodavatele APS softwaru.** Toto riziko představuje podle mého názoru nejčastější problémy při implementaci softwaru APS. Velmi často dochází k nepochopení odpovědného člověka podniku a dodavatele APS softwaru. Často může docházet k nepochopení nebo opomenutí významných skutečností o výrobních procesech v podniku. Odpovědný člověk v podniku, v našem případě manažer výroby, zná všechny výrobní procesy velmi dobře a bere spoustu věcí jako samozřejmost a velmi často může opomenout některá důležitá fakta při vyjednávání o funkčnosti APS softwaru.

- **Nedostatečně kvalitní a přesná data z ERP systému.** Ve fázi přípravy a čištění dat může projektový tým spolu s dodavatelem softwaru APS přijít na skutečnost, že v ERP systému nejsou nastaveny procesy takovým způsobem, aby mohly poskytovat kvalitní a přesná data. Velmi často mohou chybět údaje v technologických postupech, výkresech, chybějí údaje o přípravných a výrobních časech. Všechny tyto skutečnosti jsou nezbytně nutné pro správné fungování APS softwaru. Neodpovídající nebo dokonce chybějící data z ERP systému znesnadňují správné fungování APS softwaru.
- **Nefungující členové týmu.** V každém projektovém týmu jsou nesmírně důležití členové týmu. Každý člen týmu by měl mít od projektového manažera jasně popsané své úkoly a mít odpovědnost za jejich splnění. Pokud by člověk nepracoval, neplnil si své úkoly a nespolečně pracoval s ostatními členy týmu ku prospěchu úspěšné implementace softwaru APS, nezbyvalo by projektovému manažerovi nic jiného, než člena týmu vyměnit a předat úkoly někomu jinému.
- **Vyhodnocení malého přínosu APS softwaru po pilotním provozu.** Po pilotní verzi na pracovišti obrobna může dojít při technicko-ekonomickém zhodnocení k názoru, že se APS software nevyplatí implementovat na další pracoviště. Toto riziko je významné, ale podle mého názoru málo pravděpodobné. Myslím si, že pokud se podnik již rozhodl pro implementaci softwaru APS, pak by i přes drobné problémy měl jít touto cestou. Musíme toto riziko brát v potaz, protože pokud nastanou tyto problémy, může se projekt s pravděpodobností pozdržet.
- **Nedostatek peněžních prostředků.** Nejméně pravděpodobným, ale velmi významným rizikem je nedostatek peněžních prostředků na implementaci a pořízení APS softwaru. Málo pravděpodobné je toto riziko z důvodu podpory mateřské společnosti ve Francii, která má zájem, aby se plánování a rozvrhování výroby ve společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. rapidně zlepšila.

## Závěr

V teoretické části diplomové práce přibližuji problematiku rozvrhování a plánování výroby. V úvodních kapitolách se zmiňuji o základních úrovních plánování a řízení výroby a specifikuji historické milníky etap vývoje pro plánování výroby. Další důležitá podkapitola v teoretické části popisuje historický vývoj ERP systémů, který sahá až do poloviny 20. století. Dále krátce charakterizují nástroje používané pro plánování výroby, především Ganttův diagram. Nedílnou součástí praktické části je podkapitola o výhodách a nevýhodách APS softwarů. Jedná se o stěžejní kapitolu, protože v praktické části se zabývám projektem implementace APS softwaru.

V praktické části velmi detailně představuji společnost LATECOERE Czech Republic s.r.o., kterou jsem si vybral pro projekt implementace softwaru APS. Realizace softwaru APS má dlouhodobý charakter, proto je podstatné zvážit řadu klíčových oblastí. V následujících kapitolách jsem se pokusil zodpovědět v následujících kapitolách. Nejdříve analyzuji současný stav rozvrhování a plánování výroby v podniku a zásadní nedostatky plánování pomocí stávajícího ERP systému. Podnik řeší spoustu problémů při rozvrhování výroby a snaží se vypořádat s limity ERP systému v oblasti plánování. Největším problémem je plánování do neomezených kapacit, kdy ERP systém automaticky předpokládá, že kapacity k výrobě jsou vždy k dispozici v potřebné výši. Tato zásadní skutečnost s sebou přináší řadu problémů, které by podle mého názoru dokázal vyřešit software APS. Provedl jsem proto analýzu trhu dodavatelů APS softwarů a na základě srovnání doporučil společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o. software PlannerOne od společnosti ORTEMS S.A.S. Hlavním kritériem, které rozhodlo o doporučení tohoto APS softwaru, je kompatibilita s mateřskou společností, která již tento software APS zavedla. Zároveň by mateřská společnost mohla v začátcích posloužit při prvních problémech s implementací do podniku. V dalších kapitolách představuji samotný projekt implementace. Stěžejní etapou v projektu implementace softwaru APS je příprava dat před spuštěním pilotního provozu na pracovišti obrobna. Tato etapa je časově velmi náročná a je zapotřebí velké odbornosti všech zúčastněných. Po odzkoušení APS softwaru v pilotním provozu na pracovišti obrobna, je nutné, aby si společnost uměla vyhodnotit přínos APS softwaru a rozhodnout se, zda software APS zavést na další pracoviště v podniku či nikoliv. Možný přínos a hlavní ukazatele, na které by se společnost měla zaměřit, jsem vyhodnotil v technicko-ekonomickém zhodnocení.

V závěrečné části představuji harmonogram projektu, projektový tým a také zhodnocuji nejzásadnější rizika, která mohou při projektu implementace nastat.

Cílem diplomové práce bylo navrhnout doporučení pro zlepšení rozvrhování a plánování výroby. Díky projektu implementace softwaru APS dojde podle mého názoru k výraznému zlepšení v oblasti plánování a rozvrhování výroby, pokud se společnost vyvaruje chyb souvisejících s implementací, které v diplomové práci popisuji. Diplomová práce by měla posloužit nejen společnosti LATECOERE Czech Republic s.r.o., ale i dalším společnostem, které o implementaci softwaru přemýšlí a nemohou se rozhodnout, zda software APS zkusit zavést či nikoliv. Diplomová práce podává přehled o možných rizicích APS softwaru a dává doporučení, čemu se při implementaci softwaru vyvarovat.



## Seznam použitých zdrojů

- [1] Kavan Michal, Výrobní a provozní management, Praha, 2002, Grada Publishing spol. s r.o., ISBN 80-247-0199-5
- [2] ŠULOVÁ, Dagmar. Metody plánování a řízení výroby v podnikových informačních systémech a jejich uplatnění při řízení výrobního procesu. Zlín: Universita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky, 2009. 150 s. Vedoucí disertační práce doc. Ing. Petr Sodomka, Ph.D., MBA
- [3] ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. 2007. ISBN 978-80-7179-534-6
- [4] *Informační systémy v plánování a řízení výroby* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/informacni-systemy-v-planovani-a-rizeni-vyroby.htm>
- [5] *Plánování a rozvrhování výroby* [online]. Liberec, 2015 [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: [https://www.unipranet.zcu.cz/doc/15\\_Planovani%20a%20rozvrhovani%20vyroby%20Manlig%20&%20Koblasa%20TUL.pdf](https://www.unipranet.zcu.cz/doc/15_Planovani%20a%20rozvrhovani%20vyroby%20Manlig%20&%20Koblasa%20TUL.pdf)
- [6] *Evolution of operations planning and control* [online]. 2013 [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00207543.2012.761363>
- [7] *Co je ERP systém?* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <http://bluedynamic.cz/co-je-erp-enterprise-resource-planning/>
- [8] *What is a Bill of Materials?* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://www.arenasolutions.com/resources/articles/creating-bill-of-materials/>
- [9] *What Is Material Requirements Planning?* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://www.smartsheet.com/guide-to-material-requirements-planning>
- [10] *Enterprise Resource Planning - ERP* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/e/erp.asp>
- [11] *APS systém nenahradí funkcionalitu ERP systému* [online]. 2010 [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/aps-system-nenahradi-funkcionalitu-erp-systemu.htm>
- [12] *What is supply chain management (SCM)* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://searcherp.techtarget.com/definition/supply-chain-management-SCM>

- [13] *Demand chain management* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: [https://johngalt.com/business\\_forecasting\\_glossary/Demand\\_Chain\\_Management.shtml](https://johngalt.com/business_forecasting_glossary/Demand_Chain_Management.shtml)
- [14] *TOC (Theory of constraints)* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/toc-theory-of-constraints-teorie-omezeni>
- [15] *Řízení výroby/ nejčastější chyby při implementaci systému APS* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/nejcastejsi-chyby-pri-implementaci-systemu-aps.htm>
- [16] *Sequence of Production Orders Optimisation, its Benefits and Implications* [online]. Grant journal [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <http://www.grantjournal.com/issue/0502/PDF/0502scholz.pdf>
- [17] *O společnosti/ historie a současnost* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <http://www.latecoere.cz/o-spolecnosti/historie-a-soucasnost/>
- [18] *Metoda PERT* [online]. [cit. 2018-08-11]. Dostupné z: <http://books.fs.vsb.cz/SystAnal/texty/26.htm>
- [19] *Ganttův diagram* [online]. [cit. 2018-08-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ganttuv-diagram>
- [20] *Metoda CPM* [online]. [cit. 2018-08-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/metoda-cpm>

## Seznam obrázků

Obr. 1 - Vývoj etap plánování .....	15
Obr. 2- Vývoj změn v plánování a řízení.....	16
Obr. 3 - Vývoj ERP systémů [1].....	17
Obr. 4- Ganttův diagram zdrojů na výrobních zakázkách .....	29
Obr. 5- Životní cyklus APS .....	32
Obr. 6- Schéma APS .....	35
Obr. 7- Benefity APS .....	37
Obr. 8 - L-29 Delfín .....	40
Obr. 9 - L-39 Albatros .....	40
Obr. 10 - Airbus A 321 .....	41
Obr. 11 - Loga největších odběratelů .....	42
Obr. 12 - Mapa poboček GROUPE LATECOERE .....	43
Obr. 13 - Schéma výrobní haly .....	44
Obr. 14- JDA user interface .....	50
Obr. 15- PlannerOne user interface .....	51
Obr. 16- Fabrio user interface .....	52
Obr. 17 - Asprova user interface.....	53
Obr. 18- Karat user interface .....	54
Obr. 19- Globální rozhraní SAP a ORTEMS .....	57
Obr. 20 - Plánované přestávky.....	58
Obr. 21 - Plánování směn .....	59
Obr. 22- Kapacity kalendáře .....	59
Obr. 23- Projektový tým .....	64
Obr. 24- Analýza rizik .....	65

## Seznam tabulek

Tab. 1- ERP systém .....	45
Tab. 2- ERP vs APS systémy [2].....	47
Tab. 3- Srovnání APS softwarů .....	54
Tab. 4 – Oblasti dat APS Ortems.....	57
Tab. 5 – Přehled strojů.....	60
Tab. 6- Kapacity strojů .....	61
Tab. 7- Náklady APS softwaru .....	62
Tab. 8 - Harmonogram projektu .....	63
Tab. 9- Rizika projektu .....	65