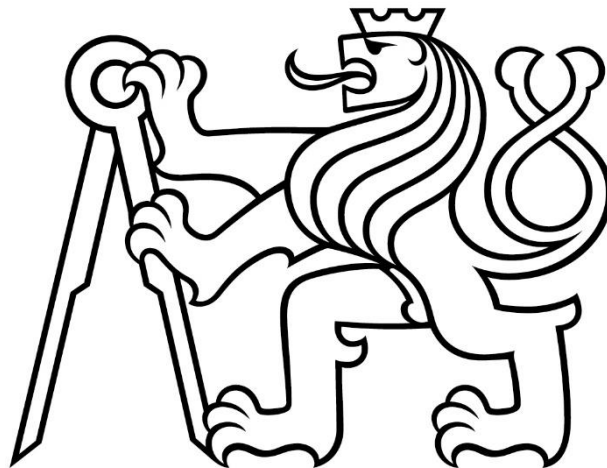


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNIKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ, PROJEKTOVÁNÍ A
METROLOGIE



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh plánování výroby
Production planning design

AUTOR:

Bc. Petra Šrejmová

STUDIJNÍ PROGRAM:

NVI Výrobní inženýrství

VEDOUCÍ PRÁCE:

Ing. Jiří Kyncl, Ph.D.

PRAHA, 2022



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Šřejmová** Jméno: **Petra** Osobní číslo: **473618**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**
Studijní program: **Výrobní inženýrství**
Specializace: **Bez specializace**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Návrh plánování výroby

Název diplomové práce anglicky:

Production Planning Design

Pokyny pro vypracování:

1. Rešerše problematiky plánování výrobních procesů
2. Rešerše SW pro plánování
3. Analýza současného stavu
4. Návrh variant řešení
5. Zhodnocení navržených variant

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Jiří Kyncl, Ph.D. ústav technologie obrábění, projektování a metrologie FS

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

Datum zadání diplomové práce: **04.10.2022** Termín odevzdání diplomové práce: **05.01.2023**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Ing. Jiří Kyncl, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Libor Beránek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

Doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „Návrh plánování výroby“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jiřího Kyncla, Ph.D., že jsem uvedla řádně a ocitovala všechny zdroje a literaturu, ze které jsem čerpala informace.

V Praze dne:

.....

Bc. Petra Šrejmová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala panu Ing. Jiřímu Kynclovi, Ph.D. za odborné vedení a rady při vypracování této diplomové práce. Stejně tak bych ráda poděkovala panu Tomášovi Synkovi za pomoc při konzultacích během zpracovávání diplomové práce.

Anotační list

Jméno autora:	Bc. Petra Šrejmová
Český název:	Návrh plánování výroby
Anglický název:	Production planning design
Akademický rok:	2022/2023
Studijní program:	NVI Výrobní inženýrství
Škola, fakulta:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní
Ústav:	12 134 Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
Vedoucí DP:	Ing. Jiří Kyncl, Ph.D.
Bibliografické údaje:	Počet stran: 78 Počet obrázků: 26 Počet tabulek: 18 Počet literárních zdrojů: 34
Klíčová slova:	Výrobní systém; výrobní proces; štíhlá výroba; plánování; kapacitní plánování; ERP; SAP
Keywords:	Production system; production process; lean manufacturing; planning; capacity planning; ERP; SAP
Anotace:	Diplomová práce se zabývá návrhem plánování výroby ve společnosti P-D Refractories CZ a.s. V první části je popsána problematika plánování výrobních procesů, dále jsou popsány softwary pro plánování výroby. V druhé části je zpracována analýza současného stavu podniku a návrhy možných variant řešení. Nakonec je zhodnocení jednotlivých variant řešení.
Abstract:	The diploma thesis deals with the design of production planning in the company P-D Refractories CZ a.s. In the first part, the issue of production process planning is described, and softwares for production planning are also described. In the second part, an analysis of the current state of the company and proposals for possible solutions are processed. Finally, there is an evaluation of individual solutions.

Bibliografická citace:

ŠREJMOVÁ, Petra. Návrh plánování výroby. Praha. 2022. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie. Ing. Jiří Kyncl, Ph.D.

Obsah

Seznam použitých zkratek.....	8
1 Úvod	9
2 Problematika plánování výrobních procesů.....	10
2.1 Výroba	10
2.1.1 Členění výroby.....	10
2.1.2 Výrobní proces	11
2.1.3 Členění výrobního procesu.....	12
2.1.4 Výrobní systém.....	14
2.1.5 Výrobní kapacita.....	14
2.1.6 Kapacitní propočty	14
2.1.7 Normování časů.....	19
2.1.8 Plánování kapacitních požadavků	25
2.1.9 Co je plánování kapacitních požadavků	26
2.1.10 Plánování s omezenou a neomezenou kapacitou	27
2.2 Plýtvání ve výrobě	30
2.3 Úrovně plánování a řízení výroby.....	33
2.3.1 Strategická úroveň plánování a řízení výroby	33
2.3.2 Střednědobá úroveň plánování a řízení	33
2.3.3 Operativní úroveň plánování a řízení	34
2.4 Štíhlá výroba.....	34
2.5 Nástroje pro zvýšení kvality výroby.....	38
2.5.1 Lean Manufacturing	38
2.5.2 Just in time	40
2.5.3 FMEA	40
2.5.4 8D report	41
3 Software pro plánování výroby	45
3.1 ERP.....	45
3.2 MRP	46
3.3 MRP II	47
3.4 APS.....	49
3.5 TOC.....	49
4 Analýza současného stavu.....	51
4.1 Představení společnosti	51
4.2 Analýza současného stavu plánování.....	52

4.2.1	Obdržení zakázky.....	52
4.2.2	Kapacitní plánování	53
5	Návrh variant řešení.....	59
5.1	Návrh nového kapacitního plánování výrobních zakázek	59
5.1.1	Základní informace	59
5.1.2	Celkový výpočet.....	61
5.2	Zakoupení plánovacího softwaru	67
5.2.1	Dokoupení modulu plánování v SAP	67
5.2.2	Asprova.....	69
6	Zhodnocení navržených variant	71
7	Závěr.....	73
	Seznam obrázků	74
	Seznam tabulek	75
	Literatura.....	76

Seznam použitých zkratk

ERP – Enterprise Resource Planning

APS – Advanced Planning Scheduling

MRP – Material Requirements Planning

MRP II – Manufacturing Resource Planning

JIT – Just in time

TOC – Theory of Constraints

KPV – Konstrukční příprava výroby

TgPV – Technologická příprava výroby

TPV – Technická příprava výroby

PPV – Projektová příprava výroby

SCM – Supply chain management

DBR – Drum buffer rope

CNC – Číslicově řízený stroj

TPS – Toyota production systém

SAP – Systems - Applications – Products

KZM – Kmenový záznam materiálu

1 Úvod

Dnešní svět přináší velké množství změn a nových směrů v oblasti digitalizace a automatizace. Tlak ze strany zákazníků neustále roste, je náročnější a neustále zvyšuje své požadavky, a zvyšuje se i konkurence mezi jednotlivými společnostmi. Podniky jsou tak nuceny investovat do rozvoje a zdokonalování podnikových výrobních systémů.

Každý podnik má za cíl mít dokonale propracovaný a efektivní systém, který dokáže eliminovat chyby, které by vedly k plýtvání času a finančních prostředků podniku. Účinný systém by měl dodávat dostatek potřebných informací o výrobním procesu a rozvrhování výroby.

Plánování výroby poskytuje informace o stavu rozpracovanosti jednotlivých zakázek, podává informace o stavu zásob a potřeby doplnění. Plánování získává data o kvalitě výroby a umožní okamžitou reakci. Pokud nastane nenadálá situace, jako je např. porucha stroje nebo zařízení, jsou ihned k dispozici informace o potenciálně ohrožených termínech zakázek.

Plánovací systém by měl nastavit výrobu jednotlivých zakázek tak, aby nedocházelo ke zbytečnému skladování výrobků. Pokud musí být výrobek uložen na skladě, jsou k němu vázány finance, které by se mohly využít lépe a efektivněji. Naopak pokud se zpozdí výroba, nemusí se již stihnout odvoz celé zakázky k odběrateli ve smluveném termínu. Následná samostatná doprava zvyšuje náklady a prakticky může smazat veškerý zisk z této zakázky. Případně bude muset čekat výrobek na další rozvoz a tím se opakuje problém se skladováním výrobků. Plánování výroby by také mělo upozornit na nedostatek surovin a materiálů nutných k výrobě. Plánování výroby má zpětně poskytnout informace o kvalitě a přesnosti informací v technologických postupech výrobků. Jejich zpřesnění pak povede k vyšší přesnosti plánování výroby.

V první části této diplomové práce je zpracována problematika plánování výrobních procesů, ve které je popsán výrobní proces, výrobní systém, výrobní kapacita nebo nástroje pro zvýšení kvality výroby. Dále je popsán software pro plánování výroby. V druhé části je zpracována analýza současného stavu plánování podniku a návrh možného řešení. Druhá část končí zhodnocením návrhů. Cílem diplomové práce je navrhnout lepší způsob kapacitního plánování pro zvolený podnik.

2 Problematika plánování výrobních procesů

Tato práce se věnuje problematice plánování výrobních procesů, kde je popsáno, co je výrobní proces a jeho členění, výrobní systém a výrobní kapacita. S výrobou je také spojené plýtvání ve výrobě, nástroje pro zvýšení kvality výroby a plánování výroby. Další část je věnována softwarům pro plánování výroby.

2.1 Výroba

Výroba je proces, kdy jsou vytvářeny za spoluúčasti všech výrobních faktorů (práce, přírodní zdroje, kapitál) nové hodnoty, a to statky a služby, které mají uspokojit lidské potřeby. Dochází k přeměně vstupů na výstupy. Podnikový systém se dá popsat třemi prvky:

1. vstup – výrobní faktory jako pracovní síla, výrobní prostředky, suroviny atd.,
2. transformační proces – kombinace faktorů při dodržení určitého postupu,
3. výstup – zboží odpovídající trhu.

Při výrobě výrobku je rozhodující, o jaký výrobek půjde (vlastnosti, vzhled, z čeho bude vyráběn) a jak se bude vyrábět (postup, jaké se použijí stroje a nástroje, jaké jsou potřebné profese). Výroba se řídí výrobním postupem, základem je technologie výroby, tj. způsob přeměny materiálu ve výrobek. [1]

2.1.1 Členění výroby

Výroba spočívá v přeměně vstupů na výstupy. V souvislosti s tím je nutné si uvědomit, jaké výrobky se vyrábějí, v jakém množství a jejich rozměry. Na základě těchto informací se výroba dělí do několika skupin.

Podle stupně mechanizace:

- ruční výroba – práci vykonává člověk,
- mechanizovaná výroba – práci vykonává stroj, který řídí člověk,
- automatizovaná výroba – práci vykonává stroj bez zásahu lidské ruky.

Podle počtu vyráběných druhů a objemu výroby:

- kusová výroba – individuální produkt zpravidla na základě individuální zákaznické zakázky, charakteristické je neopakovatelnost výrobního procesu. Problémem řízení výroby je především malá možnost předpovědi požadavků a dlouhé dodací lhůty, pokud nejsou na skladě k dispozici díly pro výrobu,

- sériová výroba – na připraveném výrobním zařízení se vyrobí omezený počet stejných výrobků (sérií) a dělí se na malosériovou, sériovou a velkosériovou výrobu. Problémem je změna seřízení výrobních zařízení před novou sérií, vyžaduje se určitá flexibilita zařízení. Plánování se zaměřuje na velikost zakázky, výrobní dávky, termíny a zásoby na meziskladech,
- hromadná výroba – stálá, časově omezená výroba jednoho výrobku v masové míře, kde je charakteristická vysoká míra opakovatelnosti a stálost výrobního programu. Jde zpravidla o výrobu s vysokým stupněm mechanizace a automatizace. [2]

Podrobnější třídění uvádí Drucker (cituje Synek, 2006), který rozděluje výrobu do čtyř základních výrobních činností:

- výroba na zakázku – zakázková výroba – vyrábí se podle přání zákazníka, většinou kusově,
- vázaná (pevná) hromadná výroba – typická hromadná, vysoce standardizovaná výroba předpokládající plynulý odběr výrobků,
- pružná (volná, flexibilní) hromadná výroba – vyrábí se jeden druh, který se individuálně přizpůsobuje přání konkrétního zákazníka,
- plynulá (proudová) výroba – použitá technologie umožňuje nepřetržitý plynulý proud zpracovávaných surovin a tím i plynulý proud hotových výrobků. Výroba je vysoce automatizovaná, produkuje výrobek bez přerušení, často 24 hodin a 7 dní v týdnu. Je vysoce investičně náročná a vyžaduje vysoké využití kapacity.

Podle odběru produkce:

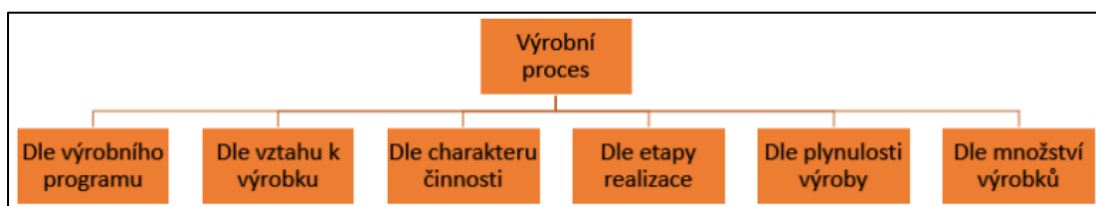
- výroba na sklad – podle očekávaných objednávek se vytváří skladové zásoby,
- výroba na zakázku – jde o uspokojení specifických potřeb zákazníka. Tento přístup se využívá při výrobě zboží, které má vysoké náklady na skladování,
- montáž na zakázku – jedná se o kombinaci výroby na zakázku a na sklad. Konečný produkt se kompletuje podle jednotlivých objednávek z komponent, které jsou vyrobeny na sklad. [2]

2.1.2 Výrobní proces

Výrobní proces je souhrn technologických, manipulačních, kontrolních a řídicích činností s cílem měnit tvar, rozměry, složení, jakost a spojení výchozích materiálů a polotovarů z hlediska požadovaných technicko-organizačních podmínek jednotlivých výrobků. [3]

Výrobní proces je realizován pomocí výrobních systémů. Mezi nejdůležitější patří výrobek, materiál a polotovary, stroje a výrobní zařízení, technologie, pracovníci a organizace. [3]

Uspořádání výroby a výrobního procesu závisí na charakteru výroby. Je ovlivňován mnoha vlivy, jako je velikost trhu, objem produkce, použité technologie, velikost a hmotnost výrobků. Z některých faktorů se odvíjí i členění výrobního procesu, které je zachyceno na Obrázek 1.



Obrázek 1: Členění výrobního procesu [28]

Uvedené členění z obrázku 1 je popsáno v kapitole níže.

2.1.3 Členění výrobního procesu

Výrobní proces se může dělit do několika skupin. První skupina je podle vztahu k výrobnímu programu:

- hlavní – náplní je základní výrobní program, určuje charakter a identitu výrobního podniku,
- doplňkový – umožňuje lepší kapacitní vytížení ploch a zařízení nebo materiálu, hlavním úkolem je vyplnit prostor například při situaci, kdy nejsou zakázky pro hlavní výrobní program¹. [3]

Druhá skupina je podle vztahu k výrobku:

- hlavní výrobní proces – výroba finálních výrobků, určených k expedici mimo strojírenský závod,
- pomocný výrobní proces – výroba výrobků, které nepřejíždějí do finálních výrobků (specializované nástroje, přípravky apod.),
- obslužný (vedlejší) výrobní proces – zajišťuje druhy potřebných energií a služeb (manipulace s materiálem, skladování, expedice apod). [3]

Třetí skupina je podle vztahu k charakteru výroby:

- výrobní
- montážní
- projektový. [3]

¹ Výrobní program jsou výrobky, které podnik vyrábí – jedná se o výrobní portfolio podniku.

Čtvrtá skupina je podle etapy realizace:

- předvýrobní – výroba základních dílů (obrábění, tváření, ...),
 - skládá se z příjmu zakázky od dodavatele, technickou přípravou výroby a zásobování. Je nutné zajistit konstrukční přípravu výroby (KPV), která zahrnuje dokumentaci nutnou k výrobě součásti. Technologická příprava výroby (TgPV) má za úkol vymyslet technologie k vyrobení daného výrobku, jestli je podnik schopný vyrábět na svých zařízeních, které stroje jsou potřeba nebo jak výrobek upravit. Projektová příprava výroby (PPV) spolupracuje s ostatními útvary. Předmětem je, kolik kusů je potřeba vyrobit, jestli je výrobní kapacita dostačující a zaplánování do výrobního plánu, [29]
- zhotovující – předmontáž – výroba základních podsestav, sestav,
 - samotný výrobní proces, kdy se díky zařízení (stroje, nástroje), materiálu a pracovní síle mění vstupy (polotovary) na výstupy (hotový výrobek), [29]
- dohotovující – montáž – výroba finálních výrobků,
 - výsledkem je finální výrobek. Také se někdy používá označení prodejní nebo odbytová etapa. Probírá se marketing, logistika a distribuce k zákazníkovi, servis, reklamace nebo likvidace výrobku. [29]

Pátá skupina je podle plynulosti výroby:

- plynulá (kontinuální) výroba – technologický a manipulační procesy probíhají nepřetržitě, pokud nejsou nutné opravy z důvodu poruch. Výhodou je menší nutnost zásob, méně rozpracované výroby a konstantnější výkony, [30]
- přerušovaná (diskrétní) výroba – kombinovaný proces, kde se spojuje technologický proces s manipulačními procesy. Manipulační činností se přepravuje materiál, rozpracovaná výroba nebo polotovar z jednoho pracoviště na druhé. Přerušovaná výroba probíhá jen ve stanovený čas. Výhodou je lepší údržba strojů. [30]

Poslední šestá skupina je podle množství vyráběných výrobků (zahrnuje se sériovost, množství a počet typů výrobků, které se produkují během časového období):

- kusová výroba – charakterem je velký počet druhů vyráběných výrobků a malým počtem vyráběných kusů jednotlivých druhů. Je opakovaná kusová výroba nebo neopakovaná (jednorázová) kusová výroba. Nevýhodou je náročná předpověď poptávky a požadavků zákazníka a dlouhé dodací lhůty. Vyrábí se 1-10 kusů výrobku bez pravidelných intervalů, [30]

- sériová (masová) výroba – vyrobí se velké množství stejných výrobků s malým počtem druhů, využívají se standardizované součástky a díly. Zapojuje se i robotizace, automatizace a montážní linky. Výroba vyžaduje přesné řízení, vysoký stupeň plánování a logistiky, [30]
- hromadná výroba – výroba jednoho druhu, maximálně jednotky druhů výrobku ve velkém množství. Používají se jednoúčelové stroje nebo výrobní linky. Nevýhodou je, s ohledem na vysokou produkci, že pokud vznikne minimální ztrátový čas při výrobě jednoho výrobku, dojde k obrovské finanční ztrátě. [30]

2.1.4 Výrobní systém

Realizace výroby se uskutečňuje podnikovým výrobním systémem. Jedná se o soubor technologických prostředků obsluhovaných lidmi a řízení na základě metod, postupů a principů, jejichž cílem je přetvářet vstupy na výstupy a naplnit strategie podniku. Obecně výrobní systém je vše, co přetváří vstupy na výstupy s určitou přidanou hodnotou. Podle podstaty přetváření výrobního systému lze dělit na výrobní systém produkující výrobky a výrobní systém poskytující služby. Rozdíl spočívá ve fyzické podstatě. V případě strojírenství je obvykle hlavním cílem vyrobit a dodat produkt zákazníkovi se zohledněním kvality, času a nákladů. [3]

2.1.5 Výrobní kapacita

Výrobní kapacita podniku je maximální množství výrobků, které podnik může vyrobit za optimálních podmínek na svém výrobním zařízení za jednotku času (zpravidla rok). Optimální podmínky jsou ty, kdy je dostatečný počet pracovníků, dostatek materiálu, stroje o běžné poruchovosti apod. Je-li kapacita nedostatečná, zvažuje se, zda by se dalo zvýšit její využití např. zavedením více směn, zkrácením doby oprav, odstraněním prostojů atd., nebo pořízení dalšího investičního majetku. [4]

2.1.6 Kapacitní propočty

Kapacita je definována jako „*Schopnost entity něco dělat.*“ Existuje výrobní kapacita, ubytovací, informační, dopravní, obchodní kapacita nebo kapacita stroje. [3]

Kapacitní propočty určují proporcionální vztah mezi výrobním programem a výrobním profilem. Správné kapacitní propočty jsou jedním z pilířů technologického projektování, kvalifikují potřebu výrobních zdrojů a zároveň optimalizují jejich využití ve vztahu k požadavkům výrobních programů. Pomocí kapacitních propočtů lze určit počet strojů, zařízení, pracovišť, manipulačních prostředků, dělníků, potřebná plocha nebo kapacita energií. [3]

Přehled kapacitních propočtů:

- a) Jednotkový čas t_{AC}
b) Dávkový čas t_{BC}
c) Velikost minimální výrobní dávky

$$d_v = \frac{t_{BC}}{a \cdot t_{AC}} \quad (1)$$

- hromadná výroba $a = 0,02 - 0,05$
- středně sériová výroba $a = 0,03 - 0,08$
- malosériová výroba $a = 0,05 - 0,12$

- d) Počet výrobních dávek

$$P_d = \frac{Q}{d_v} \quad (2)$$

- Q – počet kusů za rok

- e) Normohodiny

$$T_{AC} = \frac{t_{AC} \cdot Q}{60} \text{ [Nhod/rok]} \quad (3)$$

$$T_{BC} = \frac{t_{BC} \cdot P_d}{60} \text{ [Nhod/rok]} \quad (4)$$

- f) Nároky na kapacity

$$H_N = T_{AC} \cdot T_{BC} \text{ [Nhod/rok]} \quad (5)$$

- g) Roční využitelný fond

$$F_{VS} = d \cdot h \cdot s \cdot k_2 \text{ [hod/rok]} \quad (6)$$

- d – počet dní
- h – počet hodin ve směně
- s – směnnost
- k_2 – koeficient na opravy

h) Teoretický počet strojů

$$P_{steor} = \frac{\sum H_N}{F_{VS}} \quad (7)$$

$$P_s = \frac{P_{steor}}{\alpha \cdot \eta} \quad (8)$$

- α – koeficient plnění norem 0,9 - 1,3 (objektivní normy MTM, MOST)
1,3 - 1,5 (normy měkké, rozběhové)
1,2 - 1,4 (metody bodovací)
- η – součinitel časového využití stroje

i) Teoretický počet ručních pracovišť

$$P_s = \frac{P_{steor}}{\alpha \cdot \eta} \quad (9)$$

$$P_r = \frac{P_{rsteor}}{\alpha \cdot \eta} \quad (10)$$

- η – součinitel časového využití stroje 0,95 – 1 (zámečnické práce $\eta = 1$)
- α – koeficient plnění norem vyšší hodnoty

j) Výpočet ploch

$$S_C = S_V + S_N [m^2] \quad (11)$$

Důležité pro kapacitní propočty jsou přesné vstupní údaje. Každá nepřesnost se projeví a znehodnotí následující plánování, zejména pak u časových norem. [3]

Kapacitní propočty se dělí na statické a dynamické. Statické se dále dělí na přesné, přibližné a převedené. Dynamické se dělí na optimalizační a simulační.

Statické kapacitní propočty vycházejí ze základního souboru vstupních dat. Podle charakteru výrobního programu lze využít následující způsoby propočtu:

- a) Přesné propočty – využití především v sériové nebo hromadné výrobě. Je k dispozici úplná konstrukční, technologická i plánovací dokumentace.
- b) Přibližné propočty – využití pro orientační propočet např. pro základní koncepční rozhodování při určení výchozích variant technologického projektu.
- c) Převedené propočty – využití tam, kde není k dispozici úplná konstrukční, technologická a plánovací dokumentace. [3]

Dynamické kapacitní propočty:

- a) Optimalizační propočty – vychází z informací o kapacitních nárocích jednotlivých výrobků a disponibilních časových fondů příslušných zdrojů, dále pak z údajů prodejních možností jednotlivých výrobků.
- b) Propočty s využitím simulačních programů – simulace se zaměřuje na výrobní systémy, vymezené jejich strukturou a chováním s ohledem na časové a funkční změny. [3]

Kapacitní nároky na provozní podlahové plochy:

- provozní podlahové plochy:
 - výrobní plocha (S_V),
 - strojní,
 - ruční,
 - pomocná plocha (S_P),
 - sklady,
 - doprava,
 - ostatní.

Výrobní plocha stroje:

$$S_V = \sum_{i=1}^m S_{M_i} \cdot P_{S_i} \quad (12)$$

kde S_V je celková výrobní plocha v m^2 , S_{M_i} je měrná plocha výrobního zařízení i -tého druhu v m^2 , P_{S_i} je počet strojů i -tého druhu.

Nejčastěji používané hodnoty měrných ploch (Tabulka 1):

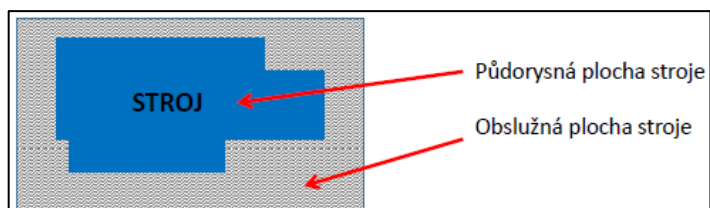
Tabulka 1: Nejčastěji používané hodnoty měrných ploch

Velikost výrobků	Malý	Střední	Velký
Druh výroby	Sériová	Malosériová	Kusová
S_m (m^2 /stroj)	12-20	25-35	40-70
S_m (m^2 /pracovní místo)	16-25	30-45	45-70

Měrná plocha zařízení – vztah:

$$S_M = S_Z + S_O, \quad (13)$$

kde S_Z – půdorysová (zastavěná) plocha stroje v m^2 a S_O – obslužná plocha stroje v m^2 (BOZP, organizace práce), viz Obrázek 2.



Obrázek 2: Měrná plocha zařízení [3]

Měrná plocha zařízení – plošný koeficient:

$$S_m = \sum_{i=1}^m S_z \cdot k \quad (14)$$

kde S_z je půdorysná (zastavěná) plocha stroje v m^2 a k je plošný koeficient. Hodnoty jsou v Tabulka 2.

Tabulka 2: Hodnoty plošného koeficientu k [3]

Půdorysná plocha stroje v $m^2 S_z$	Plošný koeficient k
12–16	2,5
4-12	3
2-4	4
1-2	4,5
0,5-1,0	5
<0,5	6

Pomocná plocha:

$$S_p = (0,4 \div 0,6)S_v. \quad (15)$$

Z velikosti pomocné plochy S_p připadá 32-35 % na plochu dopravních ploch, 27-30 % na plochu skladů, 7-9 % na plochu pracovišť kontroly, 14-16 % na plochu pro údržbu (především pro velké stroje), 14-16 % na plochu pro hospodaření s náradím (výdejna, ostřírna atd.).

Skladovací normativ (Tabulka 3):

Tabulka 3: Skladovací normativ [3]

Sklady	M	S	VS	H	PZ	PU
	[dny]	[dny]	[dny]	[dny]	[t/m ²]	[-]
Sklad polotovarů	10-15	7-10	3-5	0,25-0,5	1,5-2,5	0,4-0,5
Sklad mezioperační	10-15	7-15	5-7	-----	0,5-0,7	0,5
Mezisklad před montáží	10-15	7-10	5-7	0,5-1,0	0,5-0,7	0,5

Kde: M – malosériová výroba, S – sériová výroba, VS – velkosériová výroba, H – hromadná výroba, PZ – podlahové zatížení (tun/m²), PU – využití plochy skladů (poměr užitečné plochy skladu k ploše celkové).

Čistou plochu musíme zvětšit o 35-45 % na schody, schodiště a výtahy. Měrné nevýrobní plochy (Tabulka 4):

Tabulka 4: Měrné nevýrobní plochy [3]

Pracoviště (plocha)	m ² /pracovník
Hrubá plocha kontroly	8-12
Čistá plocha kontroly	5-6
Čistá plocha pro konstruktéra	8-10
Čistá plocha pro technologa	5-7
Čistá plocha administrativy	4,5-5
Plocha šatny	0,8-0,85
Plocha umývárny pro 1 směnu	1,1-1,4
Plocha WC	0,1-0,2

Plocha pro výdejnu náradí:

$$F_{pv} = (0,3 \div 0,4)P_s [m^2] \quad (16)$$

Pro nižší typy výrob se používá koeficient 0,5-0,8. P_s je počet strojů.

Plocha pro ostřírnu náradí:

$$F_{po} = 0,05P_s [m^2] \quad (17)$$

Pro správné technologické projektování je potřeba znát zmíněné kapacitní propočty.

2.1.7 Normování časů

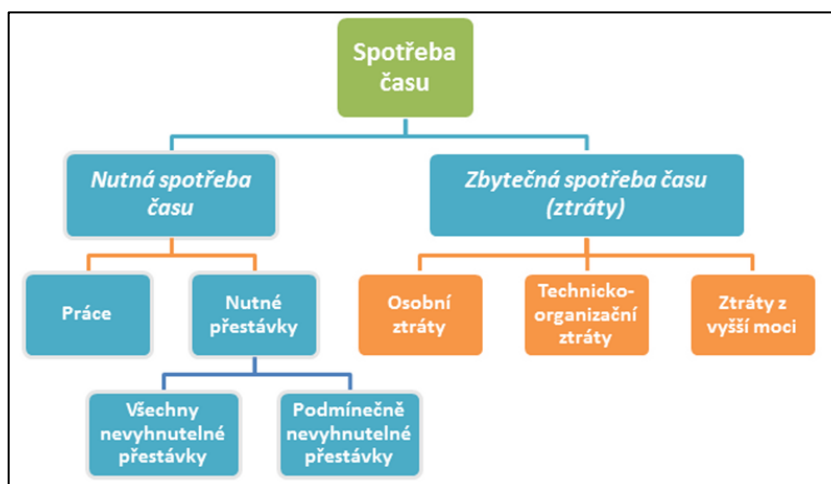
Se spotřebou času pro práci souvisí pracovní normy. Pracovní normy jsou předpis, který vyjadřuje předpokládanou spotřebu reálné práce dělníka, kterou vynaloží na určitý pracovní úkol. Zorganizovaná a správně normovaná práce se ve velké míře podílí na stanovení optimálních podmínek práce. Stanovené optimální pracovní podmínky jsou nepostradatelnou součástí dokumentace, včetně podkladů, které stanovují technické a organizační podmínky, postupy a dobu trvání jednotlivých činností. Norma spotřeby času se stanovuje tak proto, aby nedošlo ke zhoršení

výkonnosti, ale i k ohrožení pracovníka vznikem rizik v bezpečnosti práce. Tyto rizika vznikají nevhodnými pracovními podmínkami, které nutí pracovníka ke zvýšení fyzické námahy, intenzity práce, k práci bez nutných ochranných pomůcek nebo i v prostředí, které škodí zdraví.

Během analýzy vynakládaného času, hledání alternativ nahrazení neúčelových činností vhodnějšími a odstranění zbytečných činností se rozlišují druhy spotřebovaného času a třídí se do různých kategorií – systému kvalifikace časů. Do systému kvalifikace časů patří čas spotřebovaný pracovníkem či zařízením, a čas související s předmětem práce, tj. přemísťování, manipulace, a doprava. K rozlišení časových údajů a dat pomáhá systematické označování jednotlivých druhů času zkratkami či symboly. [5]

Dělení spotřeby časů ve výrobním procesu – ve výrobním procesu se používají dvě kategorie časů:

- nutný (normovatelný) - t_N ,
- ztrátový (nenormovatelný) který se uvádí v procentech - t_z , viz Obrázek 3.



Obrázek 3: Třídění spotřeby času pracovníka [5]

Čas nutný – T_N se dále dělí podle toho, zda se opakuje při zpracování každé jednotky produkce na (Obrázek 4):

- čas jednotkový – t_A – čas určený na výrobu součásti,

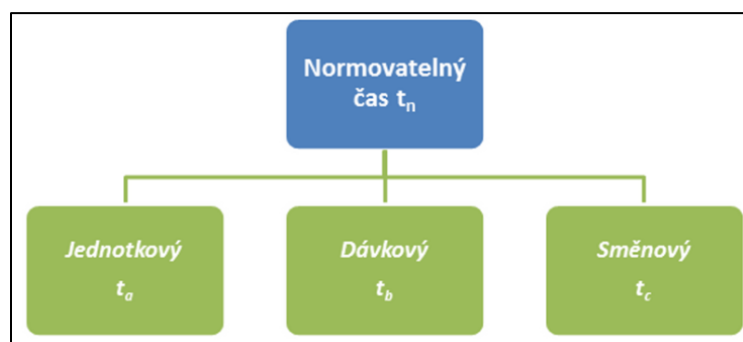
$$T_A = t_A \cdot q \quad (18)$$

- čas dávkový – t_B – čas určený na přípravu pracoviště pro výrobu jedné dávky,

$$T_B = t_B \cdot p_d \quad (19)$$

- čas směnový – t_C – čas určený na přípravu pracoviště pro zahájení a ukončení směny.

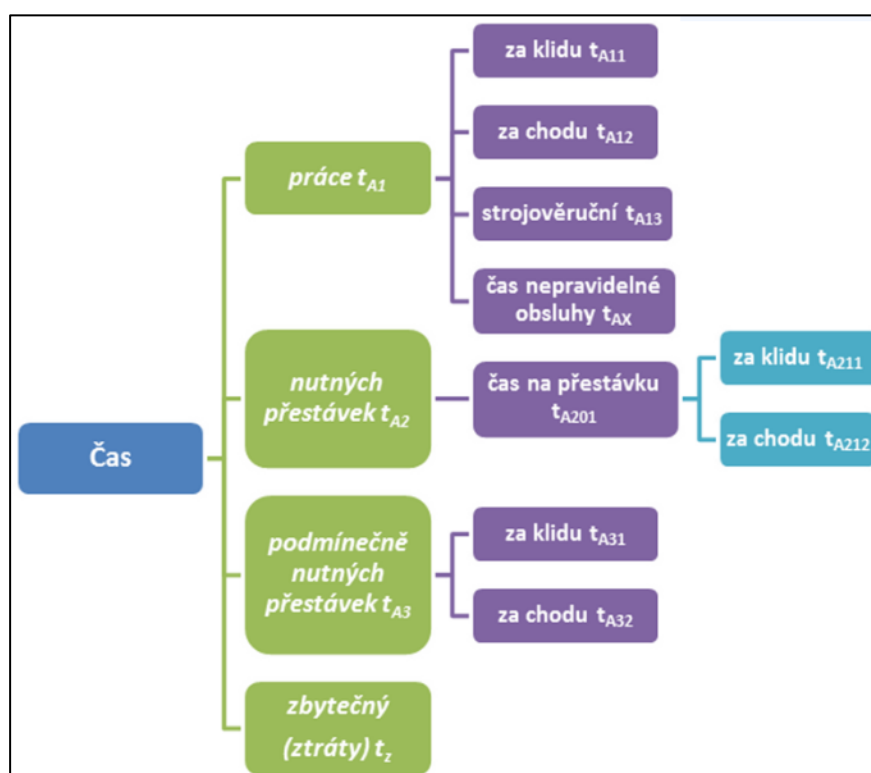
$$T_C = t_C \cdot s \quad (20)$$



Obrázek 4: Rozdělení normovatelného času [5]

Z hlediska náplně se rozlišují nutné časy na (Obrázek 5):

- Čas práce – t_1 ,
- Čas nutných přestávek – t_2 (oddech, příjem potravy apod.),
- Čas podmíněně nutných přestávek – t_3 , které vznikají vlivem nutných přerušení práce, způsobených zatím nezměnitelnou technikou, technologií a organizací (např. čekání na skončení práce navazujícího zařízení, doběhnutí skryté chemické reakce aj.). [5]



Obrázek 5: Třídění spotřeby času [5]

Schéma třídění dějů a spotřeb času zaměstnance ve směně je zobrazené na Tabulka 5 a dále slovně popsán:

Čas směny T se dělí na nutný čas T_N (normovatelný) a ztrátový čas T_z (ztráty v %). Nutný čas T_N se dále dělí na čas práce T_1 , čas obecně nutných přestávek T_2 a čas podmíněčně nutných přestávek T_3 . Součtem časů T_1 , T_2 a T_3 získáme T_N . [3]

Čas práce T_1 lze rozdělit na čas jednotkové práce T_{A1} , čas dávkové práce T_{B1} a čas směnové práce T_{C1} . Význam indexů obecně:

- 1 – čas práce ve směně,
- 2 – čas obecně nutných přestávek (hygiena, jídlo atd.),
- 3 – čas podmíněčně nutných přestávek (přerušování vázané na pracovní proces),
- N – nutný, normovatelný čas,
- A – jednotka (závislost času na jednotku množství),
- B – dávka (závislost času na zpracované dávce),
- C – směna (závislost času na směně). [3]

Můžeme stanovit $T_{C1} = t_{C1}$, pokud je vztaženo pouze k jedné směně. Velké „T“ značí úhrn všech příslušných časů vztažených k určitému období (směna, den, rok, zakázka, objednávka). Malé „t“ značí úhrn příslušného času v normě tohoto času. Pouze u časů směnových mohou být použita jen malá písmenka „t“, protože tento druh časů je vždy jako úhrn vztažený k normě směnového času a současně také ke směně (trvání pracovní směny). Toto ovšem platí pouze v případě jedné směny.

Čas obecně nutných přestávek T_2 lze rozdělit na čas jednotkových obecně nutných přestávek T_{A2} , čas jednotkový na oddech T_{A201} , čas dávkových obecně nutných přestávek T_{B2} , čas dávkový na oddech T_{B201} , čas směnových obecně nutných přestávek T_{C2} , čas směnový na zvláštní oddech T_{C201} , čas směnový na případné potřeby a hygienu T_{C202} a čas směnový na jídlo a oddech T_{C203} . Můžeme stanovit že $T_{C2} = t_{C2}$.

Význam indexů obecně na druhém místě:

- 0 – výjimka v použití u obecně nutných přestávek – dále je třeba třetí číslicí rozlišit, zda probíhá za klidu zařízení nebo za chodu,
- 1 – čas (událost) probíhající za klidu zařízení,
- 2 – čas probíhající za chodu zařízení,
- 3 – strojně-ruční čas (čas řízeného chodu),
- s – výjimka pro odlišení strojního času v normě jednotkového času,
- x – výjimka pro rozlišení nepravidelných úkonů obsluhy (např. výměny nástrojů) v normě jednotkového času.

Význam indexů obecně na třetím místě:

- 1 – čas přestávek na zvláštní oddech,
- 2 – čas přestávek na přirozené potřeby a hygienu,
- 3 – čas přestávek na jídlo a oddech.

Čas podmíněčně nutných přestávek T_3 lze rozdělit na čas jednotkových podmíněčně nutných přestávek T_{A3} , čas dávkových podmíněčně nutných přestávek T_{B3} a čas směnových podmíněčně nutných přestávek T_{C3} . Jedná se o přestávky vyplývající z úrovně techniky a skladby práce – např. čekání na automatický cyklus, čištění atd. [3]

Celkové shrnutí vztahů:

$$T_{C3} = t_{C3},$$

$$T_C = t_C = t_{C1} + t_{C2} + t_{C3},$$

$$T_1 + T_2 + T_3 = T_N,$$

$$T_{A1} + T_{A2} + T_{A3} = T_A,$$

$$T_{B1} + T_{B2} + T_{B3} = T_B,$$

$$\rightarrow T_A + T_B + T_C = T_N.$$

Čas ztrátový T_Z lze rozdělit na osobní ztráty T_D , technicko-organizační ztráty T_E a ztráty času vyšší mocí T_F . T_D se dále dělí na T_{D1} a T_{D2} , a T_F se dělí na T_{E1} a T_{E2} . T_{D1} je úhrn časů osobních ztrát zaviněných zaměstnancem (např. pozdní příchod). T_{D2} je úhrn časů osobních ztrát nezaviněných zaměstnancem (např. účast na poradě, jednání). T_{E1} je úhrn ztráty času víceprací zaměstnance (např. vinou vady opracovávaného materiálu). T_{E2} je úhrn ztráty času čekáním zaměstnance (např. čekání na energie – tlak, vzduch, elektřina). Z uvedeného lze říci, že $T_D + T_E + T_F = T_Z$.

Čas nutný T_N dále dělíme na čas chodu $T_4 = T_{A5}$ (T_{41} – čas hlavního chodu, T_{42} – čas pomocného chodu), čas klidu T_5 , čas interference/vícestrojová obsluha T_6 , čas pohybu T_7 , (T_{71} – čas přeměny, T_{72} – čas přemístění), čas balení T_8 , čas klidu T_9 (T_{91} – čas uložení, T_{92} – čas kontroly). [3]

Tabulka 5: Schéma třídění dějů a spotřeb času předmětu ve směně

T - čas směny								
TN - nutný čas								
T1 - čas práce	T2 - čas obecně nutných přestávek	T3 - čas podmíněčně nutných přestávek	T4 = Tas - čas chodu	T5 - čas klidu	T6 - čas interference	T7 - čas pohybu	T8 - čas balení	T9 - čas klidu
TA1 - čas jednot. práce	TA2 - čas jednot. obecně nutných přestávek	TA3 - čas jednot. podm. nut. přestávek	T41 - čas hlavního chodu			T71 - čas přeměny		T91 - čas uložení
TB1 - čas dávkové práce	TA201 - čas jednot. na oddych	TB3 - čas dávkových podm. nut. přestávek	T42 - čas pomocného chodu			T72 - čas přemístění		T92 - čas kontroly
TC1 - čas směnové práce	TB2 - čas dávkových obecně nutných přestávek	TC3 - čas směnových podm. nut. přestávek						
	TB201 - čas dávkový na oddych							
	TC2 - čas směnových obecně nut. přestávek							
	TC201 - čas směnový na zvláštní oddech							
	TC202 - čas směnový na případné potřeby a hygienu							
	TC203 - čas směnový na jídlo a oddech							

T - čas směny		
TZ - ztrátový čas		
TD - osobní ztráty	TE - technicko-organizační ztráty	TF - ztráty času vyšší mocí

Časové fondy pro kapacitní plánování – pro kapacitní plánování vycházíme z ročního kalendářního fondu:

- roční kalendářní fond:

$$F_k = P_{kd} \cdot h_d = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ hod/rok}, \quad (21)$$

- po odečtení nepracovních dnů a svátků (52 sobot + 52 nedělí + svátky):

$$F_n = F_k - (\text{soboty} + \text{neděle} + \text{svátky}), \quad (22)$$

- nominální časový fond se pohybuje v rozmezí:

$$F_n = 240 \text{ až } 260 \text{ dnů/rok}. \quad (23)$$

Při návrhu technologických projektů se pracuje s využitelnými fondy:

- roční využitelný fond pro pracovníka:

$$F_{vD} = F_n - (\text{dovolená} + \text{neplánovaná absence}) \quad (24)$$

F_{vD} v rozmezí 1800 až 1900 hod/rok,

- roční využitelný fond pro pracovní místo:

$$F_{vp} = F_n - (\text{celozávodní dovolená}) \quad (25)$$

dle počtu směn se F_{vp} pohybuje v rozmezí 2125; 4130 až 6000 hod/rok,

- roční využitelný fond pro technologické místo:

$$F_{vt} = F_n - (\text{celozávodní dovolená} + \text{plánované opravy} + \text{ztráty}) \quad (26)$$

podle počtu směn se F_{vt} pohybuje v rozmezí 2040; 3920 až 5700 hod/rok. [3]

2.1.8 Plánování kapacitních požadavků

Při řízení výrobního podniku je velkou součástí plánování, kdy je potřeba mít přehled o tom, co a v jaký čas výrobu čeká. Jednou z oblastí je plánování požadavků na kapacity. Správné plánování kapacitních požadavků je pro úspěch výroby klíčový, protože tento proces určuje, jestli společnost dokáže plnit objednávky. Řada výrobců se dnes spoléhá na systémy CRP (Capacity Requirements Planning), které garantují plynulejší, strategičtější proces plánování s menším množstvím chyb, které by se nepříznivě podepsaly na jejich hospodářském výsledku a na spokojenosti odběratelů. [31]

2.1.9 Co je plánování kapacitních požadavků

Jedná se o proces, který stanoví, zda dostupné výrobní kapacity podniku dokáží naplnit výrobní cíle. Plánování kapacitních požadavků se nejdříve zabývá rozvrhem plánované výroby v podniku. Metoda plánování pak srovná rozvrh s výrobními možnostmi společnosti a zjišťuje reálnost splnění kapacity. Pokud je výrobní kapacita nedostatečná, podnik může změnit výrobní cíle nebo podniknout další kroky, kterými sladí výrobu s kapacitami.

Plánování kapacitních požadavků je tak přesné, jako jsou přesná používaná data. Pokud podnik spoléhá na tabulky nebo nesourodé systémy, je možnost, že data nebudou nejpreciznější nebo nejaktuálnější. Podnik s moderním a propojeným softwarem získá pro svou práci cennější informace, protože systém poskytne data v reálném čase a důkladný přehled o operacích v celé firmě. Při plánování je třeba postupovat podle následujících kroků:

1. posouzení stávajících kapacit – pro určení stávajících kapacit je potřeba shromáždit informace, jako jsou např. časové studie a sběr živých dat o schopnostech zařízení. Je třeba se zaměřit na disponibilní počet hodin a směn, na odhady absencí a na proměnné v oblasti dodavatelského řetězce, jako jsou výkonost dodavatelů, dodací lhůty a skladové zásoby,
2. vypracování pevného plánu poptávky – dalším podstatným krokem je přesné plánování poptávky. Nejvyšší přesnost zajistí software pro plánování dodavatelského řetězce, který umožňuje souhrnné předpovídání poptávky, výpočet kapacity pracovních středisek podle doby výroby, zjišťování úzkých míst, plánování scénářů typu „co kdyby“, tvorbu hlavního harmonogramu atd.,
3. posouzení požadavků na úpravu kapacit – s ohledem na kapacitu a poptávku je třeba se zaměřit na to, kde je potřeba provést úpravy, má-li být naplněna poptávka. Mohou být zapotřebí další směny nebo přesčasy. Bude-li poptávka stálá, může být rovněž nutné nakoupit další vybavení.

Faktory ovlivňující plánování kapacitních požadavků

Hlavními faktory, které ovlivňují plánování kapacitních požadavků, jsou:

- finanční investice – je nutné mít strojní zařízení nebo pracovní sílu, do nichž se může investovat,
- složitost výrobku – výrobu mohou zpomalovat složité položky, které vyžadují kvalifikovanější pracovní sílu,

- dostupnost pracovníků – může dojít k nedostatku dostupných pracovníků nebo nedostatečných dovedností,
- strojní kapacita – práce se zastaralým strojním vybavením může vyžadovat krátkodobé opravy. Nové strojní vybavení také vyžaduje investice.

Výhody plánování kapacitních požadavků

Pokud podnik plánuje podle CRP, přinese to spoustu výhod, také pokud se pro zjednodušení procesu používá automatizovaný software a využívají se přesnější data. Mezi výhody patří:

- sledování nákladů – CRP umožňuje společnosti lépe sledovat náklady
- flexibilita – jelikož je CRP napojeno na prognózu poptávky, lze u kapacit sledovat sezónní trendy a lze předvídat požadavky na výrobu,
- lepší řízení lidských zdrojů – spolehlivé prognózy poptávky firmám umožňují zajistit, že budou mít nejen správný počet pracovníků, ale rovněž schopnosti odpovídající požadované kapacitě,
- zvýšení úrovně zákaznického servisu – CRP pomáhá společností vyrábět kvalitní zboží včas, což vede ke spokojenějším zákazníkům,
- zlepšení ziskovosti – plánování kapacitních požadavků a prognózy poptávky snižují mezery ve výrobním procesu, které by mohly vést k nerozumnému využívání zdrojů,
- příležitosti k průběžnému zlepšování – efektivní CRP vyžaduje důkladný rozbor oblastí podnikání, kterým se možná ne vždy dostává odpovídající pozornost. Toto zviditelnění může zvýšit povědomí o dalších možných zlepšeních. [31]

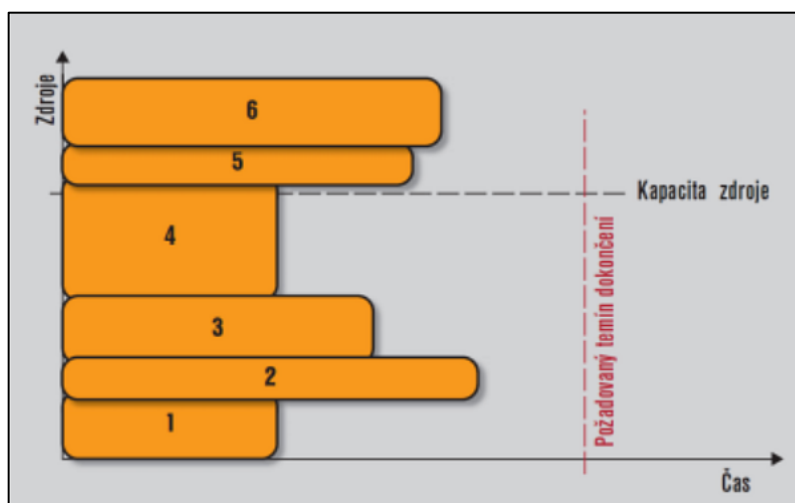
2.1.10 Plánování s omezenou a neomezenou kapacitou

Plánování výrobních kapacit je základní zkouškou každého řízení výroby. Pokud výrobní kapacita převyšuje poptávku, jedná se o ztrátu vzhledem k udržování nevyužité kapacity, a pokud poptávka převyšuje výrobní kapacitu, jedná se o ztracenou příležitost na trhu. Realitou ovšem bývá odlišnost požadavků na výrobu, buď je méně, nebo více požadavků, než odpovídá kapacitám výrobních zdrojů, které má firma k dispozici. [6]

Plánování s neomezenými kapacitami

Předpokladem pro tento koncept je, že žádný výrobní zdroj není kapacitně omezen. Pokud se do systému s neomezenými kapacitami zadá neomezený počet požadavků na výrobu se stejným termínem dokončení, systém je akceptuje, i když není reálně možné tyto požadavky uspokojit, viz Obrázek 6. V tomto případě musí plánovač podle zkušeností odhadnout kapacitu zdroje

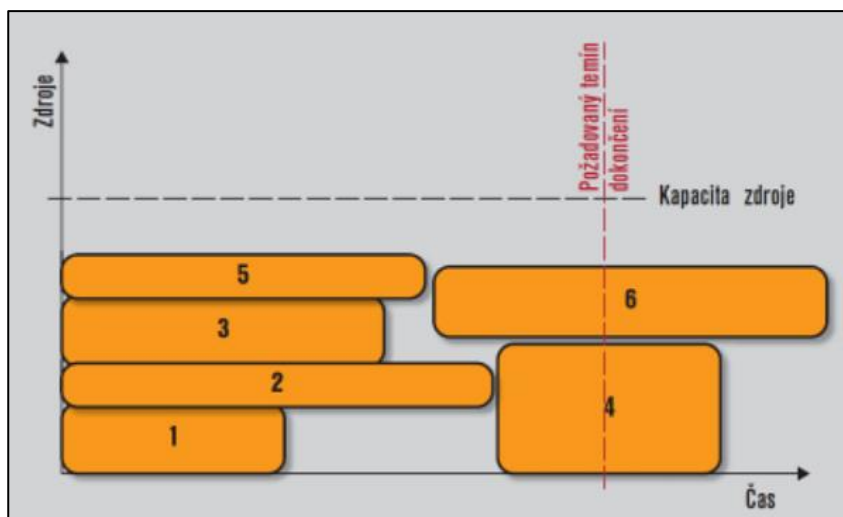
a plánovat termíny dokončení produktů tak, aby odpovídaly reálné kapacitě zdroje. Způsob plánování s neomezenými kapacitami je typický pro systémy typu MRP II (Manufacturing Resource Planning). [6]



Obrázek 6: Plánování s neomezenými kapacitami [6]

Plánování s omezenými kapacitami bez optimalizace

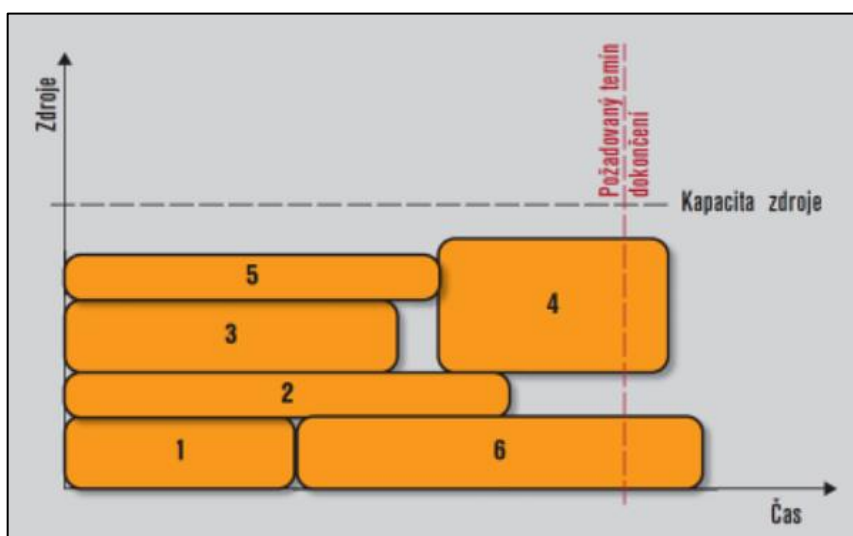
Výrobní zdroje mají definována omezení – je známa jejich reálná výrobní kapacita. Požadavky na výrobu jsou do systému zařazovány postupně tak, jak jsou uzavírány smlouvy nebo přijímány objednávky. Zákazník, který přijde dříve je také dříve zařazen do systému a uspokojen bez možnosti následné změny (optimalizace). Předem známá kapacita zdroje zajišťuje, aby nedošlo k přetížení větším počtem požadavků, než je schopen v daném časovém úseku uspokojit. Současně ale může dojít k situaci, kdy není možné zajistit některé termíny požadované zákazníky, viz Obrázek 7. Všechny požadavky nebylo samozřejmě možné uspokojit ani v plánování s neomezenými kapacitami a systém na tuto skutečnost navíc ani neupozornil. V plánování s omezenými kapacitami systém vždy navrhne takový termín dokončení, který je reálný vzhledem ke známým kapacitním omezením. [6]



Obrázek 7: Plánování s omezenými kapacitami bez optimalizace [6]

Plánování s omezenými kapacitami a optimalizací

Při plánování s omezenými kapacitami a současnou možností optimalizace jsou kapacitní omezení výrobních zdrojů opět známa. Plánovací systém navíc umí souhrn výrobních požadavků přeskupit tak, aby optimalizoval výrobní kapacitu zdrojů a současně i zákaznické požadavky na termíny dokončení, přičemž je možné toto přeskupení a optimalizaci provádět opakovaně (obvykle po zadání nových požadavků na výrobu), viz Obrázek 8. Koncept je základem systémů pokročilého plánování APS (Advanced Planning and Scheduling), které jsou navíc schopny provádět optimalizaci i podle dalších kritérií (nejkratší průběžná doba, nejnižší náklady, spojitě vytížení výrobních zdrojů atd.). [6]



Obrázek 8: Plánování s omezenými kapacitami a optimalizací [6]

Při rozhodování o tom, jakým způsobem budou výrobní kapacity plánovány, je důležité posoudit souvislosti mezi charakterem výroby, objemem produkce, způsobem poptávání a objednávání i sankcemi za nedodržení termínů. Podle toho je pak vhodné vybrat způsob kapacitního plánování i odpovídající plánovací systém. [6]

2.2 Plýtvání ve výrobě

Plýtvání se objevuje v každém podniku, jsou to činnosti, které se v procesu výroby nijak nepodílí na zvyšování hodnoty výrobku. Vynaloží se nadměrných zdrojů, které nejsou reálně potřeba pro výrobní proces, a zákazník za ně nezaplatí. Proto by mělo být cílem nejen majitelů, ale i samotných zaměstnanců vyhledávat tyto činnosti a snažit se je odstranit. [7]

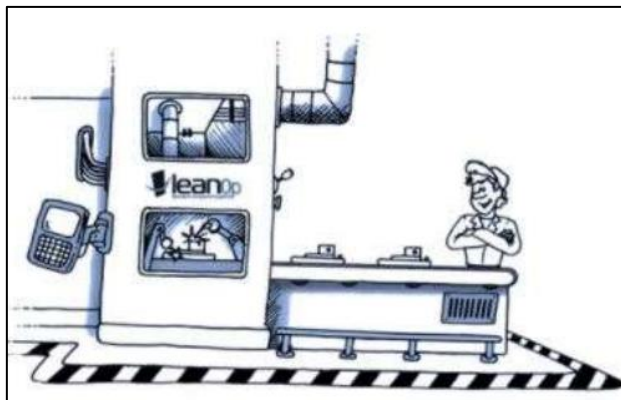
Druhy plýtvání:

- Nadprodukce (Obrázek 9: Nadprodukce [7])
Činnost, při které vyrábím více než zákazník požaduje.



Obrázek 9: Nadprodukce [7]

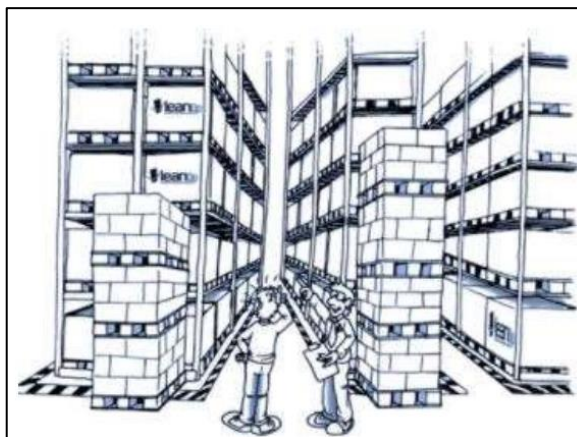
- Čekání (Obrázek 10)
Čeká se na materiál, informace nebo na pracovníky a vybavení.



Obrázek 10: Čekání [7]

- Zásoba (Obrázek 11)

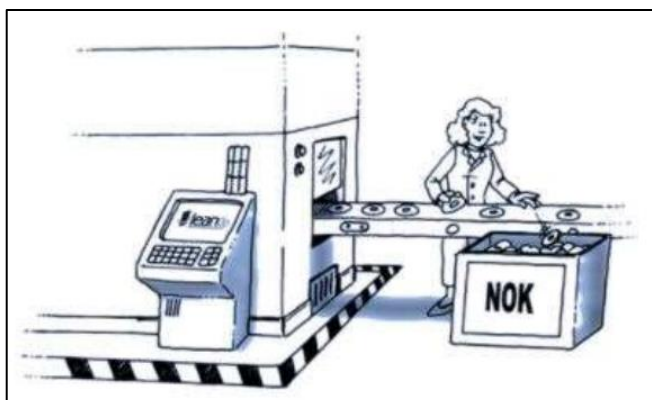
Materiál, produkty nebo díly, které nejsou potřebné ke splnění výrobních cílů.



Obrázek 11: Zásoba [7]

- Zmetky (Obrázek 12)

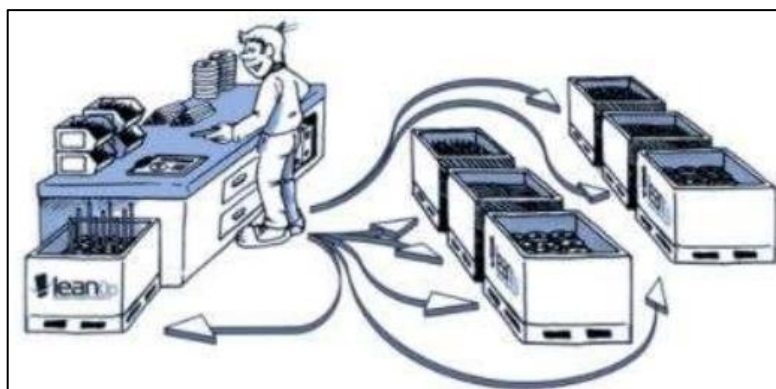
Díl nebo práce, které obsahují chyby, musí se opravit nebo sešrotovat.



Obrázek 12: Zmetky [7]

- Pohyb (Obrázek 13)

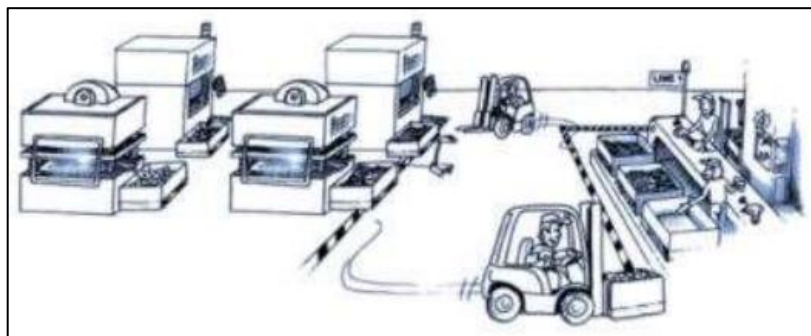
Nadměrný pohyb pracovníků, který nepřidává hodnotu výrobku.



Obrázek 13: Pohyb [7]

- Přeprava (Obrázek 14)

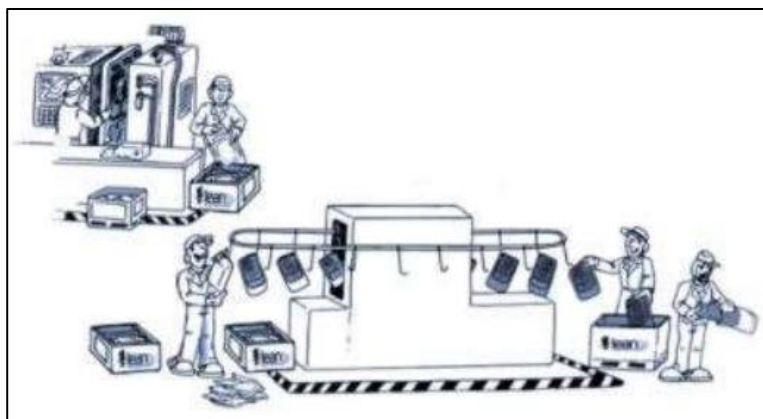
Plytvání při přepravě materiálů, dílů nebo lidí.



Obrázek 14: Přeprava [7]

- Nadpráce (Obrázek 15)

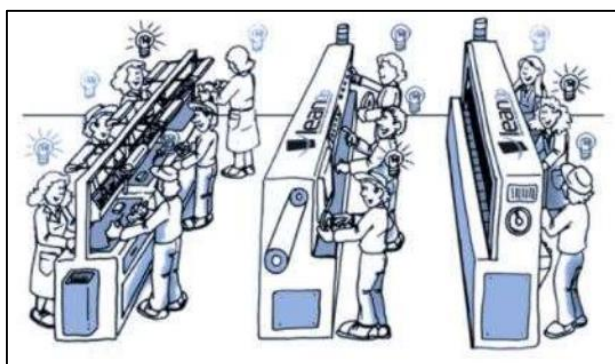
Činnost pracovníků, která nepřidá hodnotu výrobku.



Obrázek 15: Nadpráce [7]

- Nevyužitý potenciál pracovníků (Obrázek 16)

Nenaslouchání poznatků od pracovníků, které mohou zlepšit proces.



Obrázek 16: Nevyužitý potenciál pracovníků [7]

Možnost, jakým způsobem nejvíce eliminovat tyto druhy plýtvání je v kapitole 2.5.

2.3 Úrovně plánování a řízení výroby

Plánování a řízení výroby lze popsat jako podnikový proces, který lze rozdělit do několika úrovní:

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

2.3.1 Strategická úroveň plánování a řízení výroby

Strategické plánování je ze všech výše uvedených nejdelší. Je možné plánovat na období tři, pěti i deseti let, podle oboru a typu podnikání. Strategické plánování je primárním úkolem vrcholového managementu, jehož proces se neustále opakuje a nikdy nekončí. Obvykle je založen na strategické analýze, která se zaměřuje na následující oblasti:

- analýza okolního prostředí,
- analýza vnitřních zdrojů a znalostí,
- analýza konkurence.

Na konci analýzy by měl být dokument „mission statement“, který definuje základní směr rozvoje společnosti, stanovení segmentu trhu, vymezení výrobků nebo služeb a následně i způsob řízení. V této úrovni plánování a řízení se jako softwarová podpora využívají tzv. manažerské simulátory. Jsou to nástroje, které umožňují vytvářet různé scénáře a analýzy typu „co se stane, když“. Vstupní data pro systémy mohou být výstupy z podnikových informačních systémů, datových skladů i různých dalších nestrukturovaných zdrojů (texty, tabulkové procesory apod.). Na základě historie umožní vytvořit prognózy a budoucí modely vývoje. Vše je úzce spojeno s dalšími strategickými oblastmi, jako je marketing, obchod a ekonomika. [24]

2.3.2 Střednědobá úroveň plánování a řízení

Pokud je stanovená první úroveň, přijde na řadu úroveň střednědobého plánování a řízení. Výchozím bodem bývá tzv. business plán. Mission statement je spíše vizí, business plán je konkrétní plánovací dokument s parametry jako:

- plánovaný počet, typ a kvalita výrobků, které chce podnik vyrobit,
- segment trhu a konkrétní zákazníci, kterým budou výrobky určeny,
- zdroje a kapacity, které budou k realizaci výrobků zapotřebí.

Plán by měl být v takové struktuře, aby byl i podkladem pro následné ekonomické vyhodnocování (controlling), a odrážel tím i plánované hospodářské výsledky podniku pro konkrétní období. Informační podpora střednědobé úrovně plánování a řízení výroby zahrnuje celou řadu balíků typu MRP (material requirements planning), APS (advanced planning system) a SCM (supply chain management). Hlavním úkolem je shromažďovat a uchovávat data související s business plánem, zprostředkovávat souhrnné a konzistentní informace o výrobě a zároveň optimalizovat podnikové výrobní zdroje. Vše zmíněné může fungovat jako součást podnikového informačního systému, nebo samostatně s vyšší či nižší mírou integrace s ostatními informačními systémy. [24]

2.3.3 Operativní úroveň plánování a řízení

Operativní úroveň plánování a řízení sleduje každodenní problematiku výroby, která je vyjádřena pomocí operativního plánu výroby. Zahrnuje sledování plánovaných dodávek, vyhodnocování jednotlivých výrobních operací, operativní evidenci výroby, regulování absence a přesčasů výrobních dělníků, řešení poruch výrobních zařízení atd. Základní podmínkou správného fungování obou vyšších plánovacích a řídicích úrovní je přesné a včasné zadávání konkrétních údajů do informačních systémů. Operativní údaje o výrobě se zadávají do modulů a tzv. plánovacích tabulí systémů popsaných v části o střednědobém plánování. Děje se tak pomocí speciálních aplikací, které se dodatečně vytvoří tak, aby vyhovovaly speciálním potřebám konkrétní výroby. Příkladem jsou výrobní linky přímo propojené s informačním systémem, podporu automatizovaného sběru dat pomocí snímání čárových kódů. Cílem je minimalizovat možnost vstupu chybného údaje do systému, a přitom nezatěžovat pracovníky ve výrobě komplikovaným softwarem. [24]

2.4 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je jeden z možných kroků, jak může firma zlepšit svou konkurenceschopnost na trhu a zvýšit možnost na úspěšné fungování. Principem štíhlé výroby je schopnost ve výrobě pružně reagovat na potřeby zákazníka a poptávku. Hlavním faktorem je tedy čas a spolehlivost. Štíhlá výroba má základní pilíře, kterými jsou JIT, JIDOKA, MUDA a TOK (viz. Obrázek 17). [8]



Obrázek 17: Základní pilíře štíhlé výroby [9]

- JIT: Just In Time neboli Přesně v čas metoda je plán zásobování implementovaná za účelem zvýšení návratnosti investic v podnikání snížením zásob v procesu a s nimi spojených nákladů, zlepšení kvality nebo efektivnosti výrobního procesu. Správné fungování JIT zajistí tahový způsob výroby/zásobování, plynulý výrobní tok a vyrovnaní operačních časů. Výsledkem je snížení výrobní a skladovací plochy, snížení plýtvání, zmetků, oprav chyb nebo snížení přímé i nepřímé pracovní síly díky eliminaci činností, které nepřidávají hodnotu.
- JIDOKA: navrhování zařízení a procesů tak, aby se zastavily v okamžiku výskytu jakéhokoliv problému. Vada se tedy bude řešit v místě svého vzniku a nepostoupí do dalšího procesu.
- MUDA: označení pro všechny druhy plýtvání a ztrát, které způsobují snižování efektivity firmy. Ztráta je vše, co procesu nepřidává hodnotu a cílem je minimalizovat jejich negativní dopad na efektivnost a výkonnost. Jedná se o nadprodukcí, čekání, zásoby, zmetky, pohyb, přepravu, nadpráci a nevyužitý potenciál pracovníků.
- TOK: snaha o dosažení jednokusového toku místo velkých dávek. [9]

Kaizen

Kaizen znamená zdokonalení, které se týká všech, tedy manažerů i řadových zaměstnanců.

Hlavní koncepce, která se aplikuje při zavádění metody:

- kaizen a management,
- proces vs. výsledek,
- realizace cyklů PDCA/SDCA,
- kvalita na prvním místě,
- mluví za vás data,
- dalším procesem je zákazník. [10]
- PDCA cykle – plan – do – check – act, neboli „plánuj, udělej, zkontroluj, uskutečni“. Základní kroky pro dosažení neustálého zdokonalování.
- SDCA standardization – do – check – act, neboli „udělej, zkontroluj, uskutečni“. Základní kroky pro udržení stávajícího stavu.

Standardizovaný postup řešení problémů, který se používá na každé úrovni organizace.

Příběh kaizen má sedm kroků: 1. vybrat projekt, 2. pochopit stávající situaci a stanovit cíle, 3. analyzovat data a identifikovat původní příčiny problémů, 4. zavést protiopatření, 5. potvrdit jejich účinek, 6. vše standardizovat, 7. prozkoumat výše popsany proces a pracovat na dalších krocích. [10]

Poka-Yoke

Poka-Yoke – (chybu vzdornost, Mistake Proofing) metoda, která preventivně zamezí vzniku lidské chyby na pracovišti. Je založena na mechanickém nebo elektronickém opatření, které nedovolí manipulátorovi udělat chybu při výrobním procesu. Přínosem je eliminace chyb a zlepšení kvality, nižší náklady, zvýšená flexibilita výroby, kratší výrobní čas spojený se zvýšením kapacity nebo zvýšení bezpečnosti. Příkladem je zkosený roh na SIM kartě do mobilního telefonu. [9]

Kanban

Slovo kanban pochází z japonštiny a znamená „štítek“, jedná se o komunikační nástroj ve výrobě, kde označuje dodávku určitého množství materiálu. Pokud jsou všechny díly použity, tentýž štítek se vrátí zpět na původní místo, kde slouží jako objednávka na další díly.

Princip Kanbanu:

- Podstatou dílenského řízení kanban je „tahání“ součástek výrobním procesem tak, jak požaduje montáž, bez zbytečné rozpracovanosti a zbytečných meziskladů.
- Snahou systému je postupná eliminace všech skladů.

- Kanban slouží pro signalizaci stavu zásob a rozpracované výroby.
- Kanban nemusí existovat jen uvnitř podniku, ale i mezi:
 - dodavatel – centrální sklad,
 - dodavatel – montážní sklad apod.
- Základní typy systémů řízení:
 - jednokartový systém,
 - dvoukartový systém. [10]

Systém řízení kanban má základní pravidla:

- Následující proces musí z předcházejícího procesu odebírat dílce podle dispozic a údajů příslušné kanban karty. Přidělování výroby dílců bez kanban karty je nepřípustné – výroba je povolena pouze podle kanban karty.
- Výroba jiného množství součástí, než je uvedeno na kanban kartě, je nepřípustná.
- Přijetí následujících operací nekvalitní práce z předcházející operace je nepřípustné.
- Veškerá přeprava a skladování dílců je možné pouze s kanban kartami.
- Počet kanban karet v oběhu musí být v souladu s potřebami finální montáže.

Zavedením metody kanban dojde ke snížení velikosti výrobních dávek, což umožní firmě pružněji reagovat na potřeby zákazníka. Menší výrobní dávka znamená méně dílců ve výrobě, tím se také zmenší požadavky na prostor a sníží se ztráty při nekvalitní výrobě. Zmenšením požadavku na prostor a menší ztráty sníží i náklady. Zpřehlední se tok ve výrobě, protože všechny informace jsou na kanban tabuli. Přechází se tedy od tlačného k tahanému materiálovému toku. [11]

5S

Cílem metody 5S je zlepšit v podniku pracovní prostředí a kvalitu. Dává se důraz na samostatnost zaměstnanců, na týmové práci a vedení lidí. 5S vychází z pěti japonských slov, které začínají na S:

Seiri = pořádek na pracovišti (Organisation),

Seiton = vytřídování, uspořádání (Neatness),

Seiso = čistota, udržování pořádku (Cleaning),

Seikutsu = standardizace (Standardisation),

Shitsuke = sebekázeň (Discipline). [10]

1. Seiri

Cílem je odstranit z pracoviště všechny nepotřebné předměty, materiál a vše, co zabraňuje pohybu. Důležité je zkontrolovat i dokumentaci a oddělit potřebné dokumenty od nepotřebných. Vhodné je tento krok opakovat pravidelně, aby se pracoviště udrželo v takovém stavu, který je ideální pro práci. [12]

2. Seiton

Zajistit místo pro potřebné a užívané věci, aby se mohly rychle a snadno používat. Každá věc má mít své místo a označení, používanější věci se umístí blíže k pracovišti. Věci se speciální vlastností se musí uložit bezpečně, např. kvůli citlivosti na vlhkost, světelnému záření a teplotu atd. [12]

3. Seiso

Jde o udržování čistoty na pracovišti a jeho okolí, která slouží i jako prevence a kontrola. Doporučuje se určit konkrétní odpovědnou osobu, která bude zodpovědná za úklid. [12]

4. Seiketsu

Standardizovat nové poměry na pracovišti, vytvořit a udržovat funkční, přehledný a srozumitelný systém, který pracovníci budou dodržovat. [12]

5. Shitsuke

Disciplína je zásadní. Všichni zaměstnanci by se měli seznámit s firemními pravidly a zásadami 5S, vhodné je zařadit např. pravidelné školení, jehož cílem bude vytvořit vhodné návyky pracovníků od nástupu na pracoviště. [12]

2.5 Nástroje pro zvýšení kvality výroby

Kapitola 2.5 je zaměřena na možnosti, jakým způsobem podnik může docílit zvýšení kvality výroby. Mezi nástroje patří Just in time, FMEA nebo Lean Manufacturing, kterým tato kapitola začíná.

2.5.1 Lean Manufacturing

Systematický přístup k identifikaci a eliminaci aktivit, které nepřidávají hodnotu pomocí soustavného zlepšování toku výrobku na základě požadavku zákazníka. Změny související s budováním štíhlé výroby nejsou na krátkou dobu, jde o proces kontinuálního zlepšování tvorby hodnot. Základem je dokonalý proces, plynulý tok (ukončit výrobní proces v nejkratším čase) a eliminace všech druhů plýtvání. [13]

Principy a cíle štíhlé výroby

Management se rozhoduje na základě dlouhodobé strategie. Cílem je vytvořit kontinuální procesní tok a vyrovnaní pracovního zatížení pracovníků. Mělo by se tak dosáhnout výroby kvalitních produktů napoprvé, bez zbytečných zmetků. Standardizace pracovních úkolů je základem pro kontinuální zlepšování a posílení zaměstnanců. Hlavní je používat spolehlivou a řádně ověřenou technologii, která bude sloužit lidem k zjednodušení jednotlivých procesů. Podstatné je mít ve firmě mistry, vedoucí a zaměstnance obecně, kteří rozumí práci vykonávané ve firmě. [13]

Tři principy vedoucí k odstranění veškerého plýtvání:

- 1) Použití pouze nezbytných zdrojů – minimum zařízení, minimum plochy, minimum materiálu, minimum pracovníků, minimum nástrojů, minimum řídicích instrukcí,
- 2) dodat zákaznickový produkt s maximálně možnou kvalitou,
- 3) čas použít pouze k přidání hodnoty – minimum času na proces vývoje, minimum času na činnosti nepřidávající hodnotu, minimum času na distribuční proces. [13]

Základní druhy prevence proti vzniku ztrát:

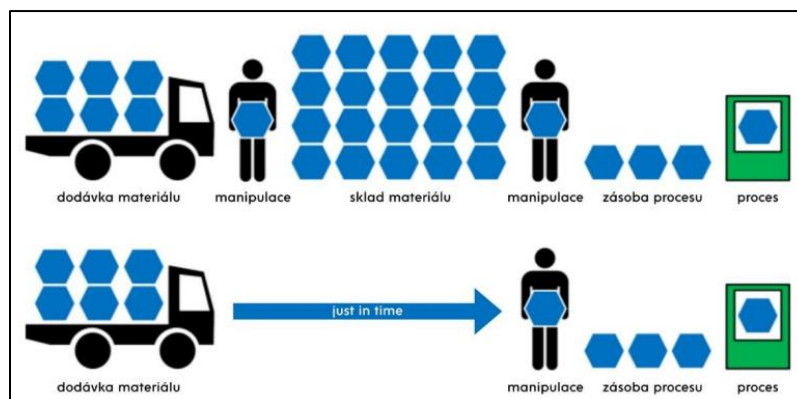
- 1) údržba optimálních podmínek – pomáhá v prevenci zhoršování stavu zařízení,
- 2) včasné odhalení abnormalit – při práci operátor svými smysly, měřicími přístroji a periodickou kontrolou okamžitě odhaluje abnormality (povolené šrouby, zvukové efekty, tekoucí olej apod.),
- 3) okamžitá reakce na abnormality – operátor a pracovníci údržby okamžitě reagují na abnormality. [13]

Hlavní cíle štíhlé výroby:

- minimální rozpracovaná výroba na jednotlivých pracovištích,
- výroba v malých dávkách synchronizovaných s plánem přepravy,
- upřesnění prevence závad před kontrolou a následnými opravami vadných produktů, kvalita je vestavěna do procesu a existuje zpětná vazba v reálném čase,
- plánování výroby je řízeno požadavky zákazníka, a ne snahou o maximální využití strojů a lidí,
- aktivní zapojení pracovníků do objevování problémů a jejich řešení ke zvýšení kvality a eliminaci plýtvání,
- těsná integrace hodnotového toku od vstupního materiálu do skončení výroby skrze spolupráci s dodavateli a distributory. [13]

2.5.2 Just in time

Just in time, ve zkratce JIT, se do češtiny překládá jako Právě v čas. Jedná se o zásobovací strategii, která se implementuje za účelem zvýšení návratnosti investic v podnikání snížením zásob v procesu a s nimi spojených nákladů (Obrázek 18).



Obrázek 18: Porovnání Just in time a klasické výroby [27]

Typické přínosy JIT jsou:

- snížení přímé i nepřímé pracovní síly eliminováním činností nepřidávajících hodnotu,
- snížení výrobní a skladovací plochy na jednotku výstupu,
- snížení seřizovacích časů a skluzů díky kontinuálnímu výrobnímu procesu,
- snížení plýtvání, zmetků a víceprací detekováním chyb u zdroje,
- snížení průběžného času díky menším výrobním dávkám, takže následující pracoviště může poskytnout zpětnou vazbu při problémech s kvalitou,
- lepší využití strojů a zařízení,
- lepší vztahy s dodavateli,
- lepší integrace a komunikace mezi funkcemi jako je marketing, nákup, návrh a výroba,
- kontrola kvality zabudovaná do procesu.

Klíčovým předpokladem fungování JIT je zajištění tahového způsobu výroby/zásobování, plynulého výrobního toku a vyrovnání operačních časů neboli ztaktování výrobního procesu. [9]

2.5.3 FMEA

FMEA je zkratkou anglických slov Failure Mode and Effect Analysis, které lze přeložit do češtiny jako analýza možných vad a jejich důsledků. FMEA má za cíl definovat všechny možné vady již ve fázi vývoje nového výrobku. Vady souvisí s daným výrobkem nebo i procesem a pro potenciální

nejvíce rizikové vady realizuje preventivní opatření. Někdy je v názvu i písmeno "C" (FMECA), které označuje kritičnost (angl. criticality).

Jedná se o týmovou metodu. V týmu se nachází lidé z různých úrovní organizace, kteří znají daný výrobek i proces a nejlépe mají zkušenosti i z jiných oborů. Tým má 5-7 členů, ale je možné se setkat s týmy okolo 15 lidí. Důležité je, aby každý zapojil svou fantazii, nebát se říct své názory a myšlenky.

FMEA lze rozdělit do dvou kategorií:

- FMEA výrobku (angl. design FMEA),
- FMEA procesu (angl. process FMEA). [14]

2.5.4 8D report

Strukturované řešení problému je standardní metodika řešení problémů, proces řešení problémů i formát reportu pro zákaznické reklamace. 8D znamená 8 kroků (Disciplín) řešení problému.

Přínosem 8D je systematický a standardizovaný způsob řešení problémů. Metoda určí a eliminuje kořenové příčiny problému, zvyšuje pravděpodobnost vyřešení problému a umožňuje sdílení zkušeností mezi podobnými procesy a výrobky. [15]

D1 – Sestav tým.

D2 – Popiš problém.

D3 – Definujte prozatímní zadržovací akce.

D4 – Urči a ověř kořenové příčiny a místo úniku vady.

D5 – Zvol a ověř trvalá nápravná opatření.

D6 – Zaveď a ověř účinnost trvalých nápravných opatření.

D7 – Definuj akce pro zamezení opakovaného výskytu vady.

D8 – Oceň práci týmu, konečné schválení a uzavření.

Při vzniku problému chce zákazník rychlé řešení problému, očekává kvalitní kusy okamžitě nebo co nejrychleji. Očekává, že daný problém se již nikdy nevyskytne, ani na podobných produktech. Metoda řeší problémy rychle a trvale, šetří náklady a zlepšuje komunikaci. [15]

D1 – Sestav tým

Na začátku je potřeba určit zodpovědného koordinátora – vedoucího týmu. Vedoucí týmu je zvolen svým nadřízeným, který mu zajišťuje potřebné kompetence. Je zodpovědný za aplikaci 8D procesu v souladu se zákazníkem. Úkolem nadřízeného je dohled nad průběhem procesu. Vedoucí týmu je průběžně informován o aktuálním stavu procesu, přičemž do něj může i vstoupit, pokud tým nemá dostačující kompetence. Na konci procesu stvrzuje svým podpisem závěrečnou zprávu.

Tým by se měl skládat ze zaměstnanců, kteří svými znalostmi, dovednostmi a schopnostmi přispějí k řešení. Počet lidí není určen, ale vždy musí být schváleno nadřízeným. Na začátku celého procesu jsou stanoveny role jednotlivých členů týmu a pravidla hry. Významným aspektem je definování toku informací z průběžného řešení a i tok informací směrem k zákazníkovi.

D2 – Popiš problém

Ve druhém kroku je nutné definovat, pojmenovat a popsat vyskytnutou chybu. Popis by měl být jasný a srozumitelný. K tomu je možné využít technické výkresy a fotografie, které jsou vhodným ilustračním nástrojem. V detailní analýze problému jsou jednoznačně definovány postižené části výrobku, které neodpovídají výkresové dokumentaci, a míra jejich poškození.

Detailní popis předchází nedorozumění a zbytečným dotazům. Tým/zákazník musí odpovědět na otázky co, kdy, kde, kdo a jak problém poprvé odhalil. Dále za jakých provozních podmínek se chyba vyskytla, zda se vyskytuje trvale, jednotlivě nebo sporadicky. Ze získaných informací je tým schopný stanovit rozsah problému, podle výrobních dat určit, který proces je chybný a další možné procesy, kde by se mohla odchylka vyskytnout.

D3 – Definuj dočasné akce pro zastavení šíření problému

Jakmile se odhalí chyby, je nezbytné zavést okamžitá opatření, která bezprostředně chrání zákazníka před dalšími reklamacemi a nedostatky. Okamžitá opatření můžou mít různé formy, např. zastavení dodávek nebo výroby, třídění vyráběných produktů, dodatečné pracovní kroky předcházející problému, zavedení vstupní kontroly u subdodávek atd. Zajistí se předání informací do výroby, na ostatní linky, případně i závody, kterých se daný problém může týkat. Dokumentace okamžitých opatření, jejich rozsah a výsledky je nutnou samozřejmostí. Jejich účinnost je průběžně sledována. Jakmile jsou zavedena a ověřena všechna opatření, zákazník je informován, jak a od jakého data je chráněn před dalšími reklamacemi. Pokud okamžitá opatření vedou ke změnám v dohodnuté jakosti výrobku, musí být nejprve prodiskutována a odsouhlasena zákazníkem.

D4 – Definuj a verifikuj kořenovou příčinu

Po identifikaci problému nastává analýza kořenové příčiny za účelem určení, co způsobuje problém. Pokládají se otázky typu, jakým způsobem mohlo k chybě dojít a proč byla chyba objevena až u zákazníka. Udělá se podrobná analýza reklamovaného výrobku a výrobního procesu pomocí analýzy příčin a následků. Vhodné metody jsou 5x proč, Ishikawa diagram, strom analýzy poruch atd. Za výběr vhodné metody, které povede ke zjištění a dokázání příčiny zodpovídá vedoucí týmu. Důraz se také klade na možnost výskytu chyb ve FMEA diagramu daného produktu. Nalezená příčina je jednoznačně zjištěna až v okamžiku, kdy se dá chyba odstranit nebo záměrně opět nastavit. Kromě samotné příčiny se stanovuje slabé místo v organizaci, které vedlo ke vzniku odchylky a ke skutečnosti pozdního rozpoznání chyby.

Výsledky analýzy příčin se srozumitelně popíší pro správné pochopení a vysvětlení zákaznickovy. Po zveřejnění příčiny se přezkoumají okamžitá opatření z kroku D3, jestli je účinná aktualizace analýzy rizik. Pro zdůraznění rozsahu je zjišťováno celkové množství produktů, kterých se problém týká. Zákazníka je třeba informovat o počtu již dodaných dílů, u kterých je možnost výskytu zjištěné chyby.

D5 – Vyber a ověř trvalá nápravná opatření

Jakmile je odhalena základní příčina chyb, úkolem týmu je najít opatření k jejímu trvalému odstranění. Proveďte se teoretické a praktické ověření nápravných opatření, aby byla dokázána jejich účinnost a byly vyloučeny vedlejší nežádoucí efekty jejich zavedení. Pokud není dosaženo 100 % účinnosti (nelze zcela vyloučit opětovný výskyt chyby), je nezbytné najít, stanovit a vyzkoušet jiná opatření. Samozřejmostí je odsouhlasení všech nápravných opatření zákazníkem. Výsledkem pátého bodu jsou stanovená opatření, která vedou k odstranění základní příčiny a jsou ověřena zkouškou.

D6 – Implementace a validace trvalých nápravných opatření

V tomto kroku se zavedou opatření z kroku pět. Zákazníkovi se sdělí datum zavedení, od kdy nehrozí opětovný výskyt řešeného problému. Pokud hrozí, že není možnost zavedení opatření, musí být sestaven časový plán a do jeho naplnění zůstávají v platnosti aktivní okamžitá opatření z bodu D3. Po zavedení nápravného opatření se opět provede jeho vyhodnocení, výsledky jsou zdokumentovány. Po tomto okamžiku se ruší okamžitá opatření.

D7 – Definice opatření pro zamezení opětovného výskytu vady

Po zavedení nápravných opatření se musí zajistit neopakování problémů podobného charakteru na podobných procesech a výrobcích. Aby se zamezilo výskytu odchylky u jiných výrobků, procesů a pracovišť, prověří se a zaktualizují dokumentace jako FMEA, výkresy apod., stanoví se příslušné opatření systému řízení kvality a předání získaných vědomostí. Zlepšení procesů závislých na spolupráci zaměstnanců ve výrobě je zaznamenáno v pracovních návodech a postupech. Úkolem vedoucího pracovníka je definovat, které úseky by měly být preventivně informovány o zavedených opatřeních.

D8 – Oceň práci týmu, konečné schválení a uzavření

Poslední krok slouží k vyhodnocení procesu řešení problému, závěrečné diskuse se účastní celý tým. Projednávají se jednotlivé kroky, které musí být před uzavřením 8D procesu ukončeny. Výsledky diskuse se také dokumentují. Konečné uzavření 8D procesu proběhne až po dohodě se zákazníkem, který je informován nadřízeným. Výsledný report je podepsán patronem projektu buď manuálně, nebo elektronicky.

Při řešení reklamace a hodnocení 8D reportu musí vedoucí týmu a ručitelé splnit následující podmínky:

- příčina chyby je rozpoznána a prokázána,
- je prokázána účinnost opatření,
- opatření vedoucí k odstranění problému jsou zavedena a okamžitá opatření zrušena, jsou definována preventivní opatření proti opakování chyb.

Závěrem nadřízený poděkuje za výkon týmu a tým rozpustí. [15]

Možností, podle kterých se člení výroba, je několik. Od rozdělení podle mechanizace, počtu vyráběných druhů a objemu výroby po odběr produkce. Výrobní proces se také dělí mnoha způsoby. Buď podle výrobního programu, charakteru činnosti, plynulosti výroby atd. S výrobou je spojena i kapacita a kapacitní propočty, které jsou velmi důležité pro technologické projektování. S jejich pomocí lze zjistit počet nutných strojů, zařízení, pracovišť, pracovníků nebo jaká je potřebná plocha. Kapacitní plánování slouží ke zjištění dostupnosti výrobních kapacit podniku a zda dokáže naplnit výrobní cíle. Podnik může plánovat do omezených nebo neomezených kapacit. Další součástí výroby je 7 druhů plýtvání, které se dají minimalizovat pomocí nástrojů pro zvýšení kvality výroby.

3 Software pro plánování výroby

Součástí výrobního procesu je plánování. Jeho role neustále roste, především v souvislosti s rostoucími nároky na výrobce. V dnešním konkurenčním prostředí hrají roli i ty nejmenší detaily (délka doby dodání zboží, schopnost pružně reagovat na výjimečné situace). Pro minimalizaci případných problémů v procesu je vhodné využívat moderní přístupy, které softwarová podpora nabízí. [32]

3.1 ERP

Plánování podnikových zdrojů neboli ERP (Enterprise Resource Planning) je systém, který umožňuje spojovat různé počítačové systémy celého podniku. Většinou každé oddělení potřebuje vlastní aplikaci pro svou práci, ERP software funguje jako centrální systém pro podnikání. Hromadí činnosti a informace od jednotlivých oddělení a umožňuje jejich produktivní využití v reálném čase. [19]

První softwarová společnost, která vyvinula systém ERP, byl Německý SAP v roce 1972 se sídlem v Mannheimu. Jejím cílem bylo propojit části podniku a umožnit tak sdílet informace, které umožní společnosti pracovat efektivněji. Samotné systémy se vyvinuly ze staršího softwaru pro výrobní podniky MRP II z 80. let, tomu předcházely ze 70. let MRP. [20]

Hlavní předností systému ERP je možnost společné podnikové databáze, uchování veškerých dat a sjednocený pohled na činnosti odehrávající se v různých oddělení společnosti. Tento systém má hlavní čtyři okruhy: finance, personalistika, výroba a logistika, marketing a prodej. Aby systém pracoval úspěšně, je nutné, aby lidé zadávali všechny potřebné údaje do systému včas a správně. Zodpovědnost, a především komunikace jsou při práci s ERP velmi důležité.

Hlavními přednostmi tedy jsou celková provázanost, stejné informace pro všechny, kvalitnější podklady pro rozhodování, větší tlak na dodržování pracovních procesů. Ovšem má i negativní stránku. Kritika se týká složitosti na pochopení a obsluhu, drahé ceny, pracné a dlouhé implementace. Problémem je nutnost zadat do databáze spoustu dat, dlouhé školení uživatelů a záznam mnoha transakcí/událostí, aby ERP fungovalo tak, jak podnik chce. [20]

3.2 MRP

MRP je systém určený k plánování výroby. Identifikuje potřebné materiály, odhaduje množství, určuje, kdy budou materiály potřeba ke splnění plánu výroby, a řídí načasování dodávek s cílem uspokojit potřeby a zlepšit celkovou produktivitu.

Plánování materiálu může být jednoduché, ale pouze při nízkých objemech a s omezeným počtem produktů, kdy každý produkt má jen několik komponent. U komplexnějších produktů a vyšším objemu výroby jsou potřeba složité výpočty. Schopnost předpokládat a plánovat materiály a komponenty je kriticky důležitá pro efektivní řízení výroby a zásob hotových výrobků. Plánovaná výroba je základním stavebním kamenem pro plánování, plánování vybavení a kvalifikaci pracovníků. Zásoby obvykle představují velké náklady pro podnikání a jsou jedním z největších faktorů pro ziskovost výrobce. Bez plánování potřeb materiálu není možné efektivně spravovat zásoby tak, aby měly ve správný čas jen správné množství správných komponentů. Příliš velké množství zásob je drahé, ale nedostatečné množství zásob je hlavní příčinou přerušování výroby, pozdních zásilek, zvýšení nákladů a špatných zákaznických služeb. [16]

Systém pro plánování potřeb materiálu využívá jakákoli organizace, která získává komponenty nebo materiály a nějakým způsobem je transformuje tak, aby vyráběla jiný artikl, který lze prodat zákazníkům. Jedná se například o:

- sklady, které balí produkty nebo sestavují kolekce artiklů do sad nebo jejich kombinací pro další prodej jako jednotku,
- sklady, které sestavují vlastní konfigurace pro objednávku (uskladnění hlavních jednotek a volitelných doplňků a následné sestavení přizpůsobeného produktu pro expedici),
- poskytovatelé služeb, kteří sestavují balíčky dokumentace, zařízení, spotřebního materiálu nebo jiných fyzických předmětů, které poskytují zákazníkům/klientům,
- správa kancelářských budov, nemocnice, vládní správci budov, správci bytů – pro řízení dodávek a vybavení na základě předpokládaného využití,
- restaurace, které používají formu plánování potřeb materiálu ke správě složek, zásobám a doplňování. [16]

Jak funguje MRP?

Moderní systém MRP je úzce integrovaný systém s uzavřenou smyčkou, který zahrnuje celý podnik. Sleduje všechny aktivity a průběžně komunikuje se systémy plánování, aby vše udrželo krok s tím, že pomáhá podniku udržet se v souladu s požadavky zákazníků.

Určení klíčových procesních kroků plánování potřeb materiálu:

1. Přesná definice, co je potřeba vyrobit / Přesná definice výroby.

Oddělení konstrukce je zodpovědné za přípravu a spravování kusovníků pro všechny finální produkty a dílčí konstrukční celky. Kusovník, který popisuje strukturu produktu, je vícestupňovým modelem toho, co jde do každé jednotky. Výsledný produkt může mít kupříkladu několik dílčích konstrukčních celků. Každá dílčí sestava může mít dvě či více komponent a každá komponenta může mít seznam dílů. Kusovník popisuje sled materiálu, který bude potřeba, jaké díly jsou závislé na jiných dílech a jaké množství každého z nich bude potřeba.

2. Kvantifikace potřeby.

System vypočítá množství požadovaného materiálu a datum pro konečný produkty potřebné ke splnění potřeby. K výpočtu napomáhají zakázky a prognózy prodejních oddělení bez očekávaných zásob na skladě. Společnosti, které vyrábějí na sklad, využívají prognózy. Jiné společnosti používají pro plánování budoucí výroby kombinaci zakázek a prognóz. Tyto informace se týkají hlavního harmonogramu výroby (MPS), který spočívá v dohodě mezi všemi zainteresovanými stranami o tom, co bude vyrobeno, tedy jaká je kapacita, zásoba a ziskovost.

3. Určení dodávky.

Pomocí kusovníku a MPS u všech produktů bude MRP krok za krokem počítat konstrukční celky, komponenty a materiály, které se musí vyrobit nebo nakoupit během období plánování. Také kontroluje nezbytná množství oproti upotřebitelným zásobám, tzv. netting, aby rozpoznala nedostatečná krytí pro každou komponentu. Díky předdefinovaným parametrům, jako velikost dávky, určuje množství, které je potřeba zajistit výrobou či koupí jednotlivých položek. V posledním kroku vypočítá správné počáteční datum pořízení s předstihem nákupu nebo podle potřeby výroby a odešle tyto informace nákupnímu oddělení nebo řízení výroby. [16]

3.3 MRP II

Plánování výrobních zdrojů (MRP II) je rozšíření původního konceptu plánování materiálu (MRP). Oba z nich souvisí se systémem plánování podnikových zdrojů (ERP), což je podnikový informační systém nejvyšší úrovně, který pomáhá podnikům lépe plánovat a pracovat efektivněji. V Tabulka 6 je porovnání staršího softwaru MRP a moderního MRP II. [17]

Tabulka 6: Porovnání staršího softwaru MRP vs. moderní MRP II [16]

Funkce	Staré MRP	Moderní MRP
Kombinované modely plánování	MRP a plánování kapacit jsou samostatné systémy.	Moderní systém kombinuje plánování založené na omezeních i bez omezení ve stejném systému, zkracuje se doba zpracování a omezují chyby.
Rychlost běhu MRP	Stará řešení MRP ukládají jejich data do řádek na pevném disku, tzn. musí se načíst všechny potřebné záznamy např. pro nákup, zásoby, kusovník a prodej, z diskety ke zpracování. MRP běhy jsou dlouhé a spotřebovávají hodně výpočetních zdrojů.	Řešení moderního MRP nabízí in-memory úložný systém, který se zakládá na sloupcích a rychlejším zaznamenáváním a logikou. V průběhu dne je možné uskutečnit více běhů plánování potřeb materiálu.
Uživatelské rozhraní	Staré systémy nabízejí podrobné zprávy, které plánovačům umožňují rozhodovat.	Novější systémy mají vizuální barevnou prezentaci a uživatelské rozhraní založené na rolích, které pomáhají prezentovat data pro snadnější rozhodování.
“Smart“ řešení	Starší dispoziční systémy dobře plánují potřeby materiálu pro vlastní operace.	Moderní MRP nabízí další hodnotu nad rámec tradičního plánování. Může snížit náklady na přepravu zásilek z více objednávek od jednoho dodavatele.

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 seskupení 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.

3.4 APS

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 zákazníka. 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 atd. Důležité pro zavedení APS systému je vhodně nastavený ERP systém, který dokáže poskytnout dostatečně přesná a kvalitní data. [18]

3.5 TOC

Teorie omezení nebo řízení podle úzkých míst. Vytvoří reálný plán, protože plánuje do omezených kapacit, takže potřeba materiálu odpovídá potřebě v čase. Obsahuje tzv. časové nárazníky, které „pohlcují“ nepředvídané události a tím chrání termín splnění zakázky. Také umožňuje velice snadno a rychle simulovat varianty plánu, nové nabídky apod.

Samotná identifikace úzkých míst nezaručuje dobrý plán. Dalšími nutnými kroky jsou v teorii omezení, vytížení úzkého místa a podřízení zbytku systému. Systém TOC má pět kroků:

1. identifikovat omezení,
2. vytížit omezení na maximum,
3. podřídít zbytek systému omezení,
4. odstranit omezení,
5. zpět na krok 1 - nedovolit, aby se omezením systému stala setrvačnost. [22]

Existuje také synchronizovaná výroba – DBR (drum-buffer-rope), která zajišťuje plynulý tok výrobou. Prvotním zájmem není snaha o maximální vytížení jednotlivých zdrojů, ale o co největší „průtok“. Díky tomuto způsobu řízení je možné zlepšit plnění termínů dodání, významně zkrátit průběžnou dobu, snížit náklady na neplánované problémy i zásoby včetně rozpracované výroby atd. Jak potvrzuje praxe, kapacitní možnosti firem jsou obvykle větší než požadavky, které mají pokrýt. Je však potřeba odlišit zdroje s dočasným nedostatkem kapacity, a skutečné omezení. Právě to je největším kamenem úrazu těch, kdo se začali TOC, respektive DBR, zabývat. V případě, že firma má

dostatečné kapacity, podřizuje se plán termínu dokončení zakázky. Pokud existuje fyzické omezení uvnitř firmy, je nutné vytvořit plán tak, aby byl nejen splněn termín zakázky, ale i co nejlépe využito omezení. [21]

System řízení DBR je navržen tak, aby zajistil maximální průtok výrobou při minimálních úrovních zásob.

- Buben (DRUM): je odvozen tak, aby přesně vyrovnal zákaznickou poptávku s dostupnou kapacitou kritických výrobních zdrojů firmy. To předpokládá, že jsou identifikovány kritické výrobní zdroje. Poté musí být pro kritický výrobní zdroj určeny plánovací parametry – procesní dávky, přepravní dávky a výrobní priority (sekvence). Plán pro kritický výrobní zdroj je základem pro hlavní plán výroby (DRUM). Odvození a implementaci tohoto plánu usnadňuje jednoduchá sada pravidel.
- Zásobník práce – BUFFER: zásobníky slouží jako ochrana schopnosti plánu vyhovět zákaznickým požadavkům i přes nevyhnutelný převrat v každodenním životě (Murphyho zákony). Zásobníky jsou obvykle umístěny před kritickými zdroji (zdrojový zásobník), před skladem hotových výrobků (expediční zásobník) a před montážní operací (zdrojový zásobník). Profil obsahu zásobníků poskytuje diagnostický nástroj pro stanovení jeho správné velikosti. Zásobníky navíc obsahují bezpečnou, pozorovací a urgentní zónu. Slouží mimo jiné k analýze důvodů penetrací zásobníků.
- Lano – ROPE: účelem lana je zajištění, že nekritické výrobní zdroje budou sloužit kritickým výrobním zdrojům. Protože většina výrobních zdrojů ve výrobě je nekritická, je důležitá správná implementace tohoto kroku DBR. Lano toho dosahuje jednoduchým zaměřením řízení na malé množství důležitých bodů v toku materiálu. Zásadními řídicími informacemi zde jsou "jaký výrobek, jaké množství, jaká sekvence apod.". Všechny ostatní zdroje jsou instruovány například jednoduchým pravidlem FIFO (first in – first out).

Dobře implementovaná metodika DBR maximalizuje finanční průtok výrobou správným řízením kritických výrobních zdrojů, minimalizuje úroveň zásob díky řízení zásobníků práce a nabízí jednoduchý systém řízení výroby stanovením malého množství jednoduchých instrukcí pro pracovníky na nekritických výrobních zdrojích. [23]

V současné době je na trhu k dispozici velké množství plánovacích softwarů s odlišným způsobem fungování a s kombinací mnoha funkcí. Záleží na stanovených prioritách firem, jaký druh softwaru si zvolí.

4 Analýza současného stavu

Tato část se věnuje analýze současného stavu kapacitního plánování a návrhu plánování výroby ve firmě P-D Refractories CZ a.s.. Kapacitní plánování je pro výrobní halu, která vyrábí kovové formy pro žáruvzdornou keramiku.

4.1 Představení společnosti

Společnost P-D Refractories CZ a.s. je česká firma, která byla založena roku 1892. Jde o jednoho z největších výrobců a dodavatelů žáruvzdorných výrobků a surovin, dříve známá jako Moravské šamotové a lupkové závody a.s. V současnosti má P-D Refractories CZ a.s. čtyři výrobní lokality – Velké Opatovice, Svitavy, Březina a Březinka, které jsou na Obrázek 19. Společnost se zabývá výrobou a dodávkou materiálu pro kompletní i částečné vyzdívky tepelných zařízení, hlavně se jedná o pece koksové, vysoké nebo sklářské, elektrolyzéry primární výroby hliníku a další. Zákazník má možnost výběru ze sortimentu, který obsahuje kameny šamotové, vysoce hlinité, dinasové a izolační, žáruvzdorné jíly a ostřiva, akumulární magnet, komínové vložky, žáruvzdorné malty, tmely a betony. Společnost garantuje vysokou stabilní výrobní kvalitu a umožňuje dodávky modifikovaných kvalit podle přání zákazníka.

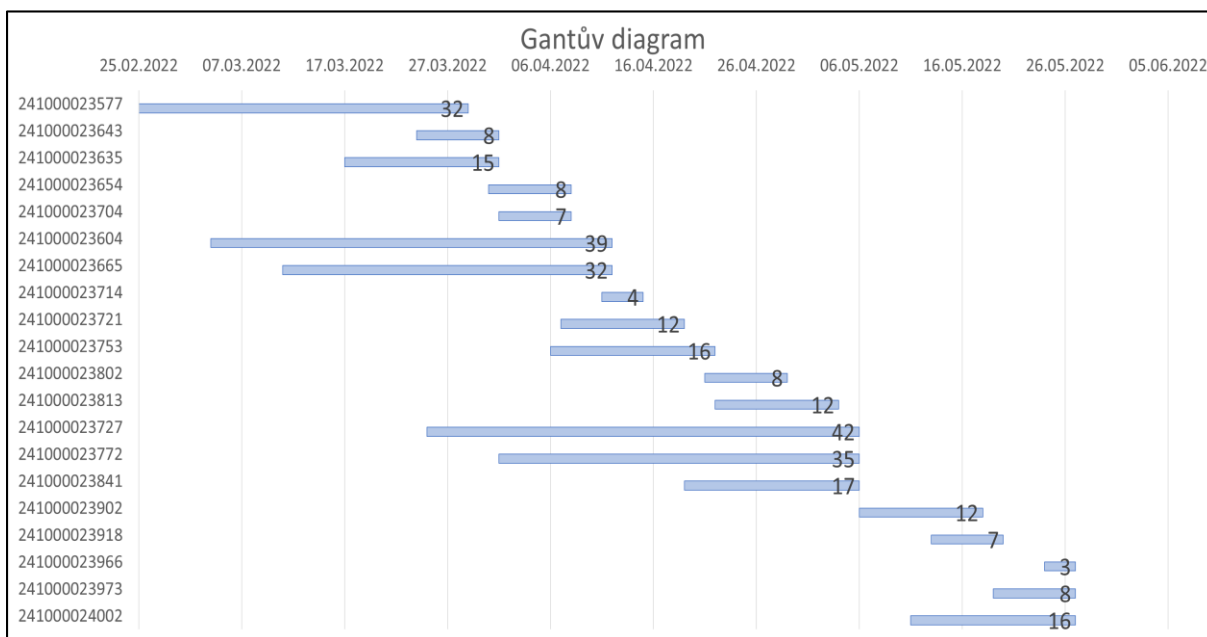


Obrázek 19: P-D Refractories CZ a.s. [25]

Firma se také zabývá kovovýrobou a dřevovýrobou. Vyrábí kovové formy pro žáruvzdornou keramiku. Nabízí výrobu ocelových forem, včetně rámu pro hydraulické lisy, hliníkových forem, forem pro betonové tvarovky a výrobu náhradních dílů pro keramický průmysl. V krátkých lhůtách dodává běžné formy pro keramickou výrobu. Dále vyrábí dřevěné formy pro žáruvzdornou keramiku. Sortiment zahrnuje formy pro dusání žáruvzdorných směsí, pro odlévání a vibroformování betonových směsí. I u dřevěných forem je možné poskytnout krátké výrobní termíny. [26]

4.2 Analýza současného stavu plánování

V průběhu zjišťování současného stavu byla provedena analýza zakázek za období od března do května roku 2022. Na Obrázek 20 je znázorněn Ganttův diagram, který ukazuje časový průběh jednotlivých zakázek za tři měsíce. Současně se zjistil průběh přijímání zakázky a její předávání na technickou přípravu výroby. Definoval se tok zakázek výrobní halou, posloupnost pořadí procesu výroby jednotlivých zakázek.



Obrázek 20: Ganttův diagram

V průběhu analýzy firma pro kapacitní plánování používá program Microsoft Excel a pro plánování podnikových zdrojů využívá SAP.

4.2.1 Obdržení zakázky

Zaměstnanec zákaznické podpory spravuje veškeré objednávky a zakázky včetně komunikace se zákazníkem. Objednávka obsahuje číslo objednávky, datum jejího příjmu, informace o odesílateli (název odběratele, jméno firmy, její adresa, kontaktní informace a pověřená osoba vyřizující objednávku). Stejně informace jsou uvedeny i o dodavateli. Dále objednávka obsahuje čísla výkresů, počet kusů, název jednotlivých dílů a termín expedice. Součástí jsou výkresy (ve formátu PDF nebo přímo v programu Autodesk Inventor), případně i sestava dílů. Zákaznický servis objednávku přijme, zaznamená veškeré údaje do systému SAP a přiřadí pořadové číslo. SAP vystaví kmenový záznam materiálu (KZM) a procesní zakázku (SD). Poté zákaznický servis vytiskne veškerou výkresovou dokumentaci, založí do složky a následně předá na oddělení technické přípravy výroby (TPV).

4.2.2 Kapacitní plánování

Do dnešního dne podnik zpracovával kapacitní plánování podle postupu, který navrhnul plánovač výroby. Firma používá týdenní kapacitní plánování zpracované v MS Excel.

Na TPV převezmou složku s novou objednávkou a začnou ji zpracovávat. Nejprve zjistí, v jakém formátu obdrželi výkresovou dokumentaci. Pokud jsou ve formátu PDF, předají je na oddělení konstrukce, která je zpracuje na potřebné výkresy pro výrobu. Poté pokračují s cenovým návrhem (je popsáno dále) a kalkulací ceny. Po zpracování kalkulace TPV zapíše informace do systému plánování, která zahrnuje číslo objednávky, počet kusů a plánované hodiny na výrobu. Vše se zapíše pouze do týdne, kdy bude expedováno zboží. Nakonec v SAPu založí výrobní zakázku, ta obsahuje kusovník, ve kterém jsou čísla výkresů, rozměry dílů, počet kusů, hmotnost dílů, z jakého materiálu se vyrábí a jeho název. TPV vytiskne potřebnou dokumentaci pro výrobu, tj. pracovní lístek (Obrázek 21), rozpis materiálu, rozpis práce, výkresovou dokumentaci atd. a vše předá výrobě.

Pracovní lístek 240000012890					
TRS:	16968				
Celkový počet sestav:	7300025524				
POČET VYRÁBĚNÝCH DÍLŮ: 14	Termín ukončení:		15.03.2023		
Obchodní zakázka					
31066134/10					
Operace	Text operace	Plán.čas	Skut.čas	Jméno	Datum
10	TPV SVITAVY	0,00 HR			
20	KONSTRUKCE SVITAVY	0,00 HR			
30	KONSTRUKCE VELKÉ OPATOVICE	0,00 HR			
40	TPV VELKÉ OPATOVICE	0,00 HR			

Obrázek 21: Ukázka pracovního lístku

Cenový návrh – jedná se o hodiny, podle kterých se vypočítá cena formy. Cenový návrh vzniká tak, že se zapíše rozměry formy AxBxC a počet kusů. Hodiny odpovídají času na výrobu formy a většinou se jedná o odhad TPV, která z dlouhodobých zkušeností a podle historických zakázek ví, jak dlouho zabere výroba forem podle jejich velikosti. V Tabulka 7 je ukázka cenového návrhu trsu.

Trs a podtrs – trs se skládá z tvarově a rozměrově podobných součástí, zatímco podtrs se dále dělí podle stejného technologického postupu, přičemž je možné k výrobě součástí provést na technologickém postupu malé změny.

Tabulka 7: Ukázka trsu

TRS		ZAKÁZKA	TERMÍN								
T 30											
č.	operace/pozice	ks	cen. náv.	plán. čas	skut. čas	ZAK	KS	%	C.N.	H. PL.	H. SK.
1.	KONTROLA					O 12122	19	15,64	66	0	0
3.						O 12129	12	13,03	55	0	0
4.						O 12130	10	9,95	42	0	0
5.						O 12131	11	6,87	29	0	0
						O 12132	10	9,00	38		
						O 12133	6	5,21	22		
6.						O 12134	11	6,87	29	0	0
7.						O 12135	14	12,09	51	0	0
8.						O 12136	6	4,74	20	0	
						W 12123	8	9,24	39		
10.						W 12126	8	7,35	31	0	0
								0,00			
29.								0,00			
30.								0,00			
CELKEM:		0	0	0			115	100,00	422	0	0

ZAK – číslo formy a značka zákazníka;

KS – počet kusů;

% - rozdělení na procenta dle obtížnosti a počtu dílců ve formě;

C.N. – cenový návrh;

H.PL. – hodiny plánované, dávají se na pracovní lístky, celkově by měly být nižší než kalkulované. Již se nepoužívá;

H.SK. – hodiny odhlášené, skutečné hodiny odhlášené pracovníky na stroji. Již se nepoužívá

Na dílně kontrolor z objednávek skládá tzv. trsy a podtrsy (ukázka v Tabulka 8). Skládá je podle termínu expedice, tudíž nedochází ke kombinaci dvou různých týdnů. Kontrolor si vybere výkresovou dokumentaci z veškerých objednávek v určitý týden a poskládá je podle podobnosti kusů (99 % forem mají standardní konstrukci – rám, záložky, horní a spodní razník) a stejné výrobní technologie. Formy jsou typově podobné a liší se pouze rozměry. Kontrolor vybere výkresovou dokumentaci, které si jsou nejvíce podobné a mají stejnou výrobní technologii a spojí je do jednoho podtrsu. Tímto způsobem se z daného týdne udělají trsy a podtrsy ze všech objednávek. Cílem je sloučit maximální možný počet zakázek do trsů pro eliminaci ztrátového času.

Tabulka 8: Ukázka hlavní trsové zakázky a podtrsových zakázek

Závod	Zakázka	LEAD	Druh zakázky	Krátký text	Číslo materiálu	Označení	Cílové množství	Základní MJ
2340	241000023577	X	CZ41	T 30/22			1,000	KS
2340	241000023578		CZ41		7300006511	Podskupina TRSů 1	12,000	KS
2340	241000023579		CZ41		7300006512	Podskupina TRSů 2	2,000	KS
2340	241000023580		CZ41		7300006513	Podskupina TRSů 3	2,000	KS
2340	241000023581		CZ41		7300006529	Podskupina TRSů 4	2,000	KS
2340	241000023582		CZ41		7300006531	Podskupina TRSů 5	5,000	KS
2340	241000023583		CZ41		7300006533	Podskupina TRSů 6	4,000	KS
2340	241000023584		CZ41		7300006534	Podskupina TRSů 7	2,000	KS
2340	241000023585		CZ41		7300006536	Podskupina TRSů 8	9,000	KS
2340	241000023586		CZ41		7300006537	Podskupina TRSů 9	4,000	KS
2340	241000023587		CZ41		7300006538	Podskupina TRSů 10	4,000	KS
2340	241000023588		CZ41		7300006539	Podskupina TRSů 11	2,000	KS
2340	241000023589		CZ41		7300006543	Podskupina TRSů 12	6,000	KS
2340	241000023590		CZ41		7300006544	Podskupina TRSů 13	1,000	KS
2340	241000023591		CZ41		7300006545	Podskupina TRSů 14	2,000	KS
2340	241000023592		CZ41		7300006547	Podskupina TRSů 15	4,000	KS
2340	241000023593		CZ41		7300006548	Podskupina TRSů 16	4,000	KS
2340	241000023594		CZ41		7300006549	Podskupina TRSů 17	4,000	KS
2340	241000023595		CZ41		7300006550	Podskupina TRSů 18	6,000	KS
2340	241000023596		CZ41		7300006551	Podskupina TRSů 19	2,000	KS
2340	241000023597		CZ41		7300006553	Podskupina TRSů 20	11,000	KS
2340	241000023598		CZ41		7300006555	Podskupina TRSů 21	3,000	KS
2340	241000023599		CZ41		7300006556	Podskupina TRSů 22	24,000	KS

Distribuce strojů a pracovníků

Podnik běžně pracuje na dvousměnný provoz po osmi hodinách. Ve výrobní hale dochází k 14 navazujícím operacím, které jsou znázorněny v Tabulka 9. Tato ukazuje i počet strojů na pracovišti, počet pracovníků, kteří na jednotlivých pracovištích pracují a týdenní disponibilní kapacitu. Jak je zřejmé, není využita maximální kapacita výrobní haly a počet pracovníků se může měnit. Nicméně toto rozložení pracovníků je v tuto dobu stabilní.

Na dvou pracovištích nastává případ, kdy pracovník obsluhuje místo jednoho stroje více strojů najednou. Jedná se o pracoviště s pro elektroerozivní drátové řezání a CNC. Pracoviště pro elektroerozivní drátové řezání disponuje dvěma stroji, ty obsluhuje jeden pracovník, který může za směnu odhlásit maximálně 15 hodin strojní práce (dochází k prostojům způsobených prací na dvou pracovištích nebo jiný důvod). Pracoviště CNC disponuje 10 stroji. V tomto případě jsou stroje rozděleny na 4 buňky po dvou strojích, každou buňku obsluhuje jeden pracovník. Zbývající dva stroje jsou odděleny a každý z nich obsluhuje jeden pracovník.

Tabulka 9: Distribuce strojů a pracovníků

Operace	Počet strojů	Počet pracovníků – ranní směna	Počet pracovníků – odpolední směna	Týdenní disponibilní kapacita
Programovat	2	2	0	75
Dělení materiálu – řezání	1	1	0	37,5
Pálení	1	1	0	37,5
Frézování klasické	5	4	2	225
Rýsování, značení	1	1	0	37,5
Vrtání, závitování	2	2	0	75
Soustružení	1	1	0	37,5
Elektroerozivní drátové řezání	2	1	0	60
CNC	10	5	3	435
Broušení nástrojů	1	1	0	37,5
Broušení rovinné	1	1	0	37,5
Broušení tvarové	5	4	2	225
Kompletace, kontrola	1	1	0	37,5
QM, expedice	1	1	0	37,5

Zpracování dat

V Tabulka 10 je ukázka ohlášených hodin podtrsových zakázek. Sloupec „Zakázka“ souhlasí se zakázkami z

Tabulka 8, které odpovídají jednotlivým podtršům. Sloupec „Označení“ uvádí názvy operací, které jsou odhlášeny a v dalším sloupci „Pracoviště“ je kód pracoviště (odpovídá SAPu). Sloupec „Hlášeno PP [hod.]“ uvádí počet hodin odpracovaných na zakázce na daném pracovišti. Dále je uvedeno jméno a osobní číslo pracovníka. Pracovníci po dokončení práce odhlašují hodiny přes terminál přímo do SAPu.

Tabulka 10: Ukázka odhlašovaných hodin na trs a podtrsové zakázky

Zakázka	Označení	Pracoviště	Hlášeno PP [Hod.]	Příjmení	Osobní číslo
241000023599	Rýsování , značení	CFSYRY	0,01	Dvořák	667667
241000023599	PROGRAMOVAT	CFSYPR	0,50	Kočvara	660610
241000023598	PROGRAMOVAT	CFSYPR	0,25	Kočvara	660610
241000023597	PROGRAMOVAT	CFSYPR	0,25	Kočvara	660610
241000023592	Frézování klasické	CFSYFR	1,50	Pešta	668355
241000023578	Frézování klasické	CFSYFR	3,00	Pešta	668355
241000023578	PROGRAMOVAT	CFSYPR	6,00	Kočvara	660610
241000023598	PÁLIT	CFSYPA	0,75	Pochop	661205
241000023599	PÁLIT	CFSYPA	3,00	Michek	669040
241000023579	PROGRAMOVAT	CFSYPR	1,00	Kočvara	660610
241000023583	Frézování klasické	CFSYFR	1,00	Martínek	607159
241000023581	Frézování klasické	CFSYFR	1,00	Martínek	607159
241000023579	Frézování klasické	CFSYFR	0,50	Martínek	607159
241000023594	Broušení nástrojů,	CFSYBN	1,50	Pražan	605404
241000023579	CNC	CFSYFC	2,75	Břicháček	667469
241000023589	Frézování klasické	CFSYFR	3,50	Martínek	607159
241000023578	CNC	CFSYFC	4,75	Jireček	669064
241000023593	Frézování klasické	CFSYFR	1,00	Hanik	668514
241000023592	PROGRAMOVAT	CFSYPR	4,00	Kleinbauer	668419
241000023583	PROGRAMOVAT	CFSYPR	3,00	Kleinbauer	668419
241000023589	PROGRAMOVAT	CFSYPR	3,00	Kleinbauer	668419
241000023586	Frézování klasické	CFSYFR	4,00	Brázda	605413
241000023578	CNC	CFSYFC	5,50	Tomšů	668943
241000023581	PROGRAMOVAT	CFSYPR	1,50	Kleinbauer	668419
241000023595	CNC	CFSYFC	1,00	Csorosz	660330
241000023582	PROGRAMOVAT	CFSYPR	2,50	Kočvara	660610
241000023599	PÁLIT	CFSYPA	3,00	Pochop	661205
241000023578	CNC	CFSYFC	5,75	Jireček	669064
241000023582	CNC	CFSYFC	2,50	Břicháček	667469

Rozložení operací do zakázky

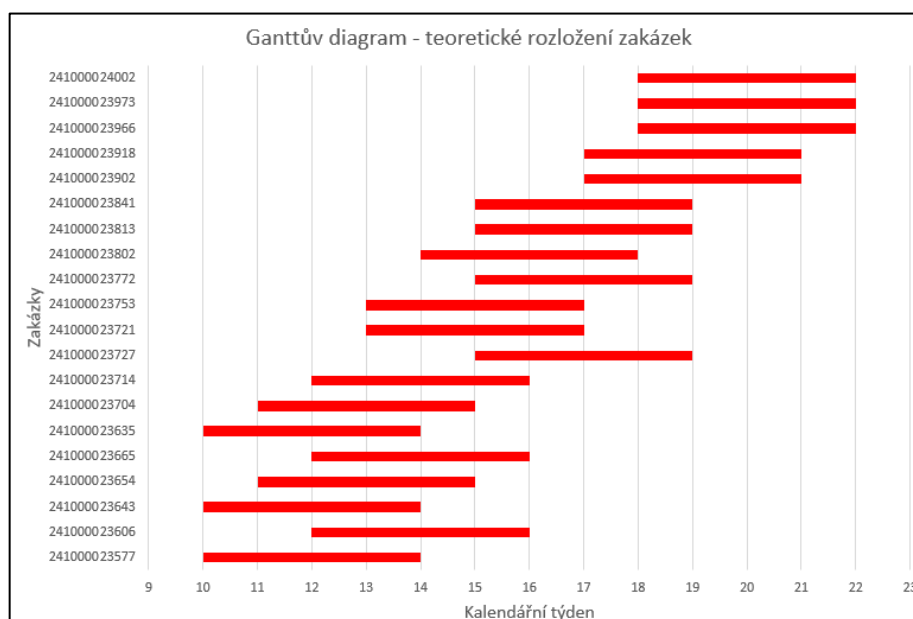
Samotná výroba forem standardně probíhá ve 4 týdnech před termínem expedice. Tabulka 11 uvádí, jaké operace probíhají v určitém týdnu výroby. Kovové součásti se po operaci CNC odesílají na tepelné zpracování do dvou externích firem. Do první firmy se expeduje v pondělí a čtvrtek, do

druhé firmy se expeduje v úterý a pátek. Z tohoto důvodu je celý třetí týden vyhrazen na tepelné zpracování a s dalšími operacemi se pokračuje až čtvrtý týden.

Tabulka 11: Seznam operací v jednotlivých týdnech

Operace	Týden
Programovat	1.
Dělení materiálu – řezání	
Pálení	
Frézování klasické	
Rýsování, značení	
Vrtání, závitování	2.
Soustružení	
Elektroerozivní drátové řezání	
CNC	
Tepelné zpracování	3.
Broušení nástrojů – štítky	4.
Broušení tvarové	
Kompletace, kontrola	
QM, Expedice	

Obrázek 22 znázorňuje teoretické rozložení zakázek, čtyřtýdenní průběh a jak se vzájemně prolínají.



Obrázek 22: Ganttův diagram – teoretické rozložení zakázek

Klady a zápory současného plánování

Velkou výhodou kapacitního plánování podniku je jeho jednoduchost. Nevýhoda tohoto plánování spočívá v plánování hodin pouze do týdne expedice, které je nevyhovující, protože plánovač nezjistí, jaká je k dispozici kapacita v předchozích týdnech na jednotlivých pracovištích a zda je možné zakázku vyrobit včas. Plánovač má stanovený teoretický počet výrobních hodin v týdnu, ale nejsou rozděleny po operacích. Zároveň z pohledu plánování údržby strojů je tento způsob nevhodný.

Pro možnost návrhu variant řešení tato kapitola popisuje provedenou analýzu příjmu zakázek a jejího toku výrobou. Dále popisuje způsob kapacitního plánování podniku, zpracování dat a jakým způsobem se rozdělují výrobní operace do týdnů.

Pro tvorbu návrhu nového kapacitního plánování se stanoví podle nedostatků nynějšího plánu kritéria, která by měla zajistit lepší a vhodnější způsob plánování. Prvním kritériem je plánovat zakázky do jednotlivých týdnů, místo plánování celé zakázky do týdne expedice. Druhé kritérium se týká plánování kapacit podle operací, které se v daný týden výroby uskuteční. Cílem třetího kritéria je vytvořit univerzální MS Excel pro výpočet kapacit. Čtvrtým kritériem je doporučení automatizovaného řešení plánování zakázek.

5 Návrh variant řešení

Z kapitoly výše je zřejmé, že kapacitní plánování podniku je nedostatečné a je potřeba jej modifikovat. Z pohledu modifikace je možné přistupovat z více úhlů pohledu:

- návrh nového kapacitního plánování výrobních zakázek,
- doporučení zakoupení plánovacího softwaru,
- TPV bude uvádět cenový návrh pro jednotlivé operace již na začátku plánování, místo cenového návrhu pro celou zakázku.

Tato práce se věnuje především návrhu nového kapacitního plánování výrobních zakázek pro danou společnost.

5.1 Návrh nového kapacitního plánování výrobních zakázek

Podnik bude dále používat program Microsoft Excel pro kapacitní plánování, z tohoto důvodu bylo potřeba upravit stávající procesy kapacitního plánování pro zlepšení produktivity a rozložení práce stroje.

5.1.1 Základní informace

Prvním krokem pro zahájení kapacitního plánování je získání základních vstupních dat, které zobrazuje Tabulka 12. Mezi vstupní data získaná od zaměstnance zákaznické podpory patří číslo zakázky, termín zahájení, termín ukončení a počet vyráběných kusů. Cenový návrh (C.N.) poskytne TPV, která jej získá postupem popsáním v kapitole 5.2. Vše výše popsané musí do tabulky v MS Excel zadat plánovač kromě kalendářního týdne ukončení, který se určí pomocí funkce ISOWEEKNUM.

Tabulka 12: Tabulka se základními informacemi

Zakázka	Termín zahájení	Termín ukončení	Kalendářní týden ukončení	Počet kusů v zakázce [ks]	C.N. [hod.]
241000023577	25.02.2022	29.03.2022	13	115	422
241000023606	04.03.2022	12.04.2022	15	168	508
241000023643	24.03.2022	01.04.2022	13	31	136
241000023654	31.03.2022	08.04.2022	14	31	123
241000023665	11.03.2022	12.04.2022	15	96	462
241000023635	17.03.2022	01.04.2022	13	84	252
241000023704	01.04.2022	08.04.2022	14	34	102
241000023714	11.04.2022	15.04.2022	15	17	74
241000023727	25.03.2022	06.05.2022	18	149	523
241000023721	07.04.2022	19.04.2022	16	24	142
241000023753	06.04.2022	22.04.2022	16	58	201
241000023772	01.04.2022	06.05.2022	18	103	446
241000023802	21.04.2022	29.04.2022	17	30	122
241000023813	22.04.2022	04.05.2022	18	35	169
241000023902	06.05.2022	18.05.2022	20	41	145
241000023918	13.05.2022	20.05.2022	20	26	92
241000023966	24.05.2022	27.05.2022	21	25	73
241000023973	19.05.2022	27.05.2022	21	19	100
241000024002	11.05.2022	27.05.2022	21	58	216

K realizaci následných výpočtů je nutné určit procentuální hodnoty doby, kterou trs stráví jednotlivými operacemi. Tato procenta získaná od TPV zobrazuje Tabulka 13 ve třetím sloupci. Pořadí v prvním sloupci odpovídá posloupnosti operací jednotlivých pracovišť na základě informací z výroby, tzn. zakázky v trsech prochází společně výrobou v daném pořadí a operace se nepřeskakují, jde o diskontinuální výrobu. Procenta a posloupnost operací jsou neměnné, jedná se o základní kritéria.

Tabulka 13: Seznam operací a procentuální vytíženost

Pořadí	Pracoviště	Využití
1	Programovat	3 %
2	Dělení materiálu – řezání	4 %
3	Pálení	3 %
4	Frézování klasické	12 %
5	Rýsování, značení	3 %
6	Vrtání, závitování	2 %
7	Soustružení	2 %
8	Elektroerozivní drátové řezání	5 %
9	CNC	36 %
10	Tepelné zpracování	0 %
11	Broušení nástrojů	1 %
12	Broušení rovinné	4 %
13	Broušení tvarové	23 %
14	Kompletace, kontrola	1 %
15	QM, expedice	1 %

Součástí získávaných informací pro kapacitního plánování je seznam operací, které se na jednotlivých zakázkách provedou. Tyto data musí do Tabulka 14 vložit plánovač. Po tomto kroku již není potřeba zadávat jakékoli další data.

Tabulka 14: Zadání seznamu operací v zakázce

Operace									
Zakázka	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Soustružení	Drátořez	
241000023577	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Drátořez	
241000023606	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Soustružení	Drátořez	
241000023643	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Neprovedeno	
241000023654	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Neprovedeno	
241000023665	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Soustružení	Drátořez	
241000023635	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Neprovedeno	
241000023704	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Neprovedeno	
241000023714	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Drátořez	
241000023727	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Drátořez	
241000023721	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Neprovedeno	
241000023753	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Drátořez	
241000023772	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Drátořez	
241000023802	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Neprovedeno	
241000023813	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Drátořez	
241000023841	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Neprovedeno	
241000023902	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Soustružení	Neprovedeno	
241000023918	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Soustružení	Drátořez	
241000023966	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Drátořez	
241000023973	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Drátořez	
241000024002	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Neprovedeno	Drátořez	

5.1.2 Celkový výpočet

Z výše popsané kapitoly máme k dispozici číslo zakázky, termín ukončení zakázky a odpovídající kalendářní týden, cenový návrh, seznam operací v zakázce a jejich procentuální zastoupení. S těmito informacemi nadále MS Excel pracuje.

Základem výrobního času je úvaha, že 4 týdny reprezentují 100 % vytíženosti pracovišť. Z tohoto pohledu dochází k rozložení cenového návrhu na jednotlivé operace. Jednotlivé zakázky nemusí obsahovat všech 14 operací, některé můžou být vynechány. Při rozložení zakázky na jednotlivé operace dochází k výpočtu cenového návrhu pro pracoviště. V tomto kroku dochází k roznásobení procentuálního zastoupení pracoviště s celkovým cenovým návrhem, kde výsledkem je cenový návrh daného pracoviště u konkrétní zakázky. Což je znázorněno v Tabulka 15.

Tabulka 15: Přepočet hodin na operaci

Přepočet hodin podle operaci v týdnu [hod.]	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - Fezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování	Soustružení	Drátořez	CNC	
Zakázka	1. Týden					2. Týden				
Z41000023577	13	17	13	51	13	8	0	21	152	
Z41000023606	15	20	15	61	15	10	10	25	183	
Z41000023643	4	5	4	16	4	3	0	0	49	
Z41000023654	8	10	8	30	8	5	0	0	91	
Z41000023665	8	10	8	30	8	5	5	13	91	
Z41000023635	15	20	15	61	15	10	0	0	183	
Z41000023704	3	4	3	12	3	2	0	0	37	
Z41000023714	2	3	2	9	2	1	0	4	27	
Z41000023727	16	21	16	63	16	10	0	26	188	
Z41000023721	2	3	2	9	2	1	0	0	27	
Z41000023753	6	8	6	24	6	4	0	10	72	
Z41000023772	13	18	13	54	13	9	0	22	161	
Z41000023802	4	5	4	15	4	2	0	0	44	
Z41000023813	5	7	5	20	5	3	0	8	61	
Z41000023841	8	11	8	32	8	5	0	0	95	
Z41000023902	4	6	4	17	4	3	3	0	52	
Z41000023918	3	4	3	11	3	2	2	5	33	
Z41000023966	2	3	2	9	2	1	0	4	26	
Z41000023973	3	4	3	12	3	2	0	5	36	
Z41000024002	6	9	6	26	6	4	0	11	78	
	TZ	Broušení nástrojů - štitky	Broušení rovinné	Broušení tvarové	Kompletace, kontrola	QM, Expedice				
Zakázka	3. Týden		4. Týden							
Z41000023577	0	4	17	97	4	4				
Z41000023606	0	5	20	117	5	5				
Z41000023643	0	0	5	31	1	1				
Z41000023654	0	0	10	58	3	3				
Z41000023665	0	3	10	58	3	3				
Z41000023635	0	0	20	117	5	5				
Z41000023704	0	0	4	23	1	1				
Z41000023714	0	0	3	17	1	1				
Z41000023727	0	5	21	120	5	5				
Z41000023721	0	0	3	17	1	1				
Z41000023753	0	2	8	46	2	2				
Z41000023772	0	4	18	103	4	4				
Z41000023802	0	0	5	28	1	1				
Z41000023813	0	0	7	39	2	2				
Z41000023841	0	0	11	61	3	3				
Z41000023902	0	0	6	33	1	1				
Z41000023918	0	0	4	21	1	1				
Z41000023966	0	0	3	17	0	1				
Z41000023973	0	0	4	23	0	1				
Z41000024002	0	2	9	50	2	2				

Ukázka výpočtu hodin pro operaci „PROGRAMOVAT“ je na Obrázek 23. K celému výpočtu se použije funkce SVYHLEDAT. Nejprve se ze žlutého rámečku 1 vybere zakázka a daná operace, poté se z rámečku 2 zjistí, zda se zvolená operace v zakázce uskuteční. Z rámečku 3 se pro zvolenou zakázku určí cenový návrh celé zakázky, který se vynásobí procentuální hodnotou využití z rámečku 4, které se zvolí podle názvu operace.

Zakázka	Termín zahájení	Termín ukončení	Kalendářní týden ukončení	Doba výroby [týdny]	Počet kusů v zakázce [ks]	C.N. [hod.]
241000023577	25.02.2022	29.03.2022	13	4	115	422
241000023606	04.03.2022	12.04.2022	15	4	168	508
241000023643	24.03.2022	01.04.2022	13	4	31	136
241000023654	31.03.2022	08.04.2022	14	4	31	123

Zakázka	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování
241000023577	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování
241000023606	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování
241000023643	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování
241000023654	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení	Vrtání, závitování

Přepočet hodin podle operací v týdnu [hod.]	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Pořadí	Pracoviště	Využití
					1	PROGRAMOVAT	4
					2	Dělení materiálu - řezání	7%
					3	PÁLIT	3%
					4	Frézování klasické	12%
					5	Rýsování, značení	3%
					6	Vrtání, závitování	2%
					7	Soustružení	2%
					8	Drátořez	5%
					9	CNC	36%
					10	TZ	0%
					11	Broušení nástrojů - štitky	1%
					12	Broušení rovinné	4%
					13	Broušení tvarové	23%
					14	Kompletace, kontrola	1%
					15	QM, Expedice	1%

Obrázek 23: Ukázka postupu výpočtu

V Tabulka 16 v prvním sloupci jsou pomocí odkazu přepsány čísla zakázek. Druhý sloupec odpovídá prvnímu týdnu, kdy se zakázky začnou vyrábět, který se získá jednoduchým odečtem od 4. týdne, tj. týdne expedice. Třetí sloupec pomocí funkce SUMA uvádí součet všech plánovaných hodin prováděných operací, které se v prvním týdnu uskuteční. Stejným principem se spočítají zbylé kalendářní týdny a celkové hodiny.

Tabulka 16: Součet hodin v týdnu a přidělený kalendářní týden

Výsledné hodiny pro týdenní plán								
Zakázka	1. Týden [KT]	1. Týden [hod.]	2. Týden [KT]	2. Týden [hod.]	3. Týden [KT]	3. Týden [hod.]	4. Týden [KT]	4. Týden [hod.]
241000023577	10	106	11	181	12	0	13	127
241000023606	12	127	13	229	14	0	15	152
241000023643	10	34	11	52	12	0	13	39
241000023654	11	63	12	96	13	0	14	73
241000023665	12	63	13	113	14	0	15	76
241000023635	10	127	11	193	12	0	13	147
241000023704	11	26	12	39	13	0	14	30
241000023714	12	19	13	32	14	0	15	21
241000023727	15	131	16	225	17	0	18	157
241000023721	13	19	14	28	15	0	16	21
241000023753	13	50	14	86	15	0	16	60
241000023772	15	112	16	192	17	0	18	134
241000023802	14	31	15	46	16	0	17	35
241000023813	15	42	16	73	17	0	18	49
241000023841	15	66	16	101	17	0	18	77
241000023902	17	36	18	58	19	0	20	42
241000023918	17	23	18	41	19	0	20	27
241000023966	18	18	19	31	20	0	21	20
241000023973	18	25	19	43	20	0	21	28
241000024002	18	54	19	93	20	0	21	65

Níže na Obrázek 24 je další ukázka, jakým způsobem se zjistí číslo kalendářního týdne a výsledný počet hodin plánovaných operací. Rámeček 1 obsahuje celkový počet hodin operací s konkrétním

kalendářním týdnem, ve kterém tyto hodiny blokují kapacitu výrobní haly. Kalendářní týden se stanoví z rámečku 2, kde se vyhledá kalendářní týden ukončení zvolené zakázky, od kterého se odečtou 4 týdny výroby. Celkový počet hodin z rámečku 1 je výsledkem součtu všech hodin operací v rámečku 3, které se uskuteční v první týden výroby, pro výpočet se využila funkce SUMA.

Zakázka	Termín zahájení	Termín ukončení	Kalendářní týden ukončení	Doba výroby [týdny]	Počet kusů v zakázce [ks]	C.N. [hod.]
241000023577	25.02.2022	29.03.2022	13	4	115	422
241000023606	04.03.2022	12.04.2022	15	4	168	508
241000023643	24.03.2022	01.04.2022	13	4	31	136
241000023654	31.03.2022	08.04.2022	14	4	31	123

Přepočet hodin podle operací v týdnu [hod.]	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	Přelit	Frézování klasické	Rýsování, značení
Zakázka	1. Týden				
241000023577	13	17	13	51	13
241000023606	15	20	15	61	15
241000023643	4	5	4	16	4
241000023654	8	10	8	30	8

Zakázka	1. Týden [KT]	1. Týden [hod.]
241000023577	10	106
241000023606	12	127
241000023643	10	34
241000023654	11	63

Obrázek 24: Ukázka výpočtu kalendářního týdne a celkového počtu hodin

Po přepočítání dat se z Tabulka 16 do Tabulka 17 podle kalendářního týdne převedou celkové týdenní hodiny do konkrétních týdnů. Jedná se o hlavní tabulku, která znázorňuje produktivitu (vytíženost) výrobní haly v daný týden. Toto rozhraní by mělo nahradit stávající kapacitní plánování daného podniku. Součástí tabulky jsou základní informace (číslo zakázky, termín zahájení, termín ukončení, kalendářní týden ukončení, počet kusů a cenový návrh v hodinách) a dopočtené informace z předchozích listů. Plánovaná týdenní kapacita výrobní haly je 1395 výrobních hodin. Níže jsou naplánované výrobní hodiny a poměrem těchto dvou hodnot se získá vytíženost výrobní haly v procentech. Pro lepší přehlednost jsou procenta vázaná přes podmíněné formátování. Při vytíženosti do 80 % plánovaných výrobních hodin je zobrazena v buňce zelená barva. Oranžová barva se zobrazí, pokud jsou procenta v rozmezí hodnot mezi 81 % a 120 %, při překročení 121 % se zobrazí červená barva.

Tabulka 17: Ukázka týdenního plánování

Zakázka	Termín zahájení	Termín ukončení	Kalendářní týden ukončení	KS	C.N. [hod.]	Týden 10. 07.-11.03. 2022	Týden 11. 14.-18.03. 2022	Týden 12. 21.-25.-03. 2022	Týden 13. 28.03.-01.04. 2022	Týden 14. 04.-08.04. 2022	Týden 15. 11.-15.04. 2022	Týden 16. 18.-22.04. 2022
						Týdenní kapacita [hod.]	1395	1395	1395	1395	1395	1395
						Plánovaný počet hodin [hod.]	267	515	344	756	248	646
						Vytíženost [%]	19%	37%	25%	54%	18%	46%
241000023577	25.02.2022	29.03.2022	13	115	422	106	181		127			
241000023606	04.03.2022	12.04.2022	15	168	508			127	229		152	
241000023643	24.03.2022	01.04.2022	13	31	136	34	52		39			
241000023654	31.03.2022	08.04.2022	14	31	123		63	96		73		
241000023665	11.03.2022	12.04.2022	15	96	462			63	113		76	
241000023635	17.03.2022	01.04.2022	13	84	252	127	193		147			
241000023704	01.04.2022	08.04.2022	14	34	102		26	39		30		
241000023714	11.04.2022	15.04.2022	15	17	74			19	32		21	
241000023727	25.03.2022	06.05.2022	18	149	523						131	225
241000023721	07.04.2022	19.04.2022	16	24	142				19	28		21
241000023753	06.04.2022	22.04.2022	16	58	201				50	86		60

Názorná ukázka, jak vzniká týdenní plánování je na Obrázek 25. Prvním krokem je přepsání základních informací – číslo zakázky, termín zahájení, termín ukončení, kalendářní týden ukončení, počet kusů a cenový návrh. Informace se do rámečku 1 převedou odkazem z rámečku 2, kde je na začátku kapacitního plánování zapisuje TPV. Poté se do rámečku 3 převede celkový počet hodin pro danou zakázku z rámečku 4. Podle stejného čísla zakázky z rámečků 1 a 4, a podle odpovídajícího kalendářního týdne z rámečků 3 a 4 se celkový počet hodin propíše do správného sloupce a řádku.

Zakázka	Termín zahájení	Termín ukončení	Kalendářní týden ukončení	Doba výroby [týdny]	Počet kusů v zakázce [ks]	C.N. [hod.]
241000023577	25.02.2022	29.03.2022	13	4	115	422
241000023606	04.03.2022	12.04.2022	15	4	168	508
241000023643	24.03.2022	01.04.2022	13	4	31	136
241000023654	31.03.2022	08.04.2022	14	4	31	123

Zakázka	Termín zahájení	Termín ukončení	Kalendářní týden ukončení	KS	C.N. [hod.]	Týden 10. 07.-11.03. 2022	Zakázka	1. Týden [KT]	1. Týden [hod.]
						Týdenní kapacita [hod.]	241000023577	10	106
						Plánovaný počet hodin [hod.]	241000023606	12	127
						Vytíženost [%]	241000023643	10	34
							241000023654	11	63
241000023577	25.02.2022	29.03.2022	13	115	422	106			
241000023606	04.03.2022	12.04.2022	15	168	508				
241000023643	24.03.2022	01.04.2022	13	31	136	34			
241000023654	31.03.2022	08.04.2022	14	31	123				

Obrázek 25: Ukázka vzniku týdenního plánování

V případě nejasností v Tabulka 17 dochází ke kontrole pracovišť a jejich vytíženosti v Tabulka 18, která je založena na podrobnějším rozložení. Jednotlivé týdny obsahují všech 14 operací. Součástí tabulky jsou také základní informace a dopočtené informace z předchozích listů. Týdenní kapacita jednotlivých operací odpovídá disponibilní kapacitě z Tabulka 9 kapitoly 4.4.2. Podobně jako v tabulce výše je uvedený plánovaný počet výrobních hodin po operacích a poměrem „Kapacita

[hod.] ku „Plán [hod.]“ se získá vytíženost operací v procentech. Barevné znázornění je rovněž dělané přes podmíněné formátování, kdy podmínky jsou stejné jako u popisu výše.

Tabulka 18: Ukázka podrobnějšího plánování po operacích

					Týden 10. 07.-11.03. 2022											
Zakázka	Termín ukončení	Kalendářní týden ukončení	KS	C.N. [hod.]	Pracoviště	Dělení materiálu - řezání		PÁLIT		Frézování klasické						
					Kapacita [hod.]	PROGRAMOVAT										
					75	37,5		37,5		225						
					Plán [hod]	24		32		51						
					Vytíženost [%]	32%		86%		65%						
241000023577	29.03.2022	13	115	422	0,03	1	13	0,04	1	17	0,03	1	13	0,12	1	51
241000023606	12.04.2022	15	168	508	0,03	0	0	0,04	0	0	0,03	0	0	0,12	0	0
241000023643	01.04.2022	13	31	136	0,03	1	4	0,04	1	5	0,03	1	4	0,12	0	0
241000023654	08.04.2022	14	31	123	0,03	0	0	0,04	0	0	0,03	0	0	0,12	0	0
241000023665	12.04.2022	15	96	462	0,03	0	0	0,04	0	0	0,03	0	0	0,12	0	0
241000023635	01.04.2022	13	84	252	0,03	1	8	0,04	1	10	0,03	1	8	0,12	0	0
241000023704	08.04.2022	14	34	102	0,03	0	0	0,04	0	0	0,03	0	0	0,12	0	0

Poslední názorná ukázka, jak se postupuje při tvorbě podrobnějšího kapacitní plánování po jednotlivých operacích v týdnech je na Obrázek 26. První krok je stejný jako při tvorbě týdenního kapacitního plánování, tudíž se přes odkaz převedou základní informace z rámečku 2 do rámečku 1. Druhým krokem je zjistit, zda daná zakázka obsahuje konkrétní operace. To lze vyhledat podle čísla zakázky v rámečku 1 a 4, ve kterém je seznam operací prováděných na zakázce. Pokud zakázka operaci obsahuje, z rámečku 5 se propíše počet výrobních hodin do rámečku 3 podle čísla zakázky a kalendářního týdne.

Zakázka	Termín zahájení	Termín ukončení	Kalendářní týden ukončení	Doba výroby [týdny]	Počet kusů v zakázce [ks]	C.N. [hod.]
241000023577	25.02.2022	29.03.2022	13	4	115	422
241000023606	04.03.2022	12.04.2022	15	4	168	508
241000023643	24.03.2022	01.04.2022	13	4	31	136
241000023654	31.03.2022	08.04.2022	14	4	31	123

					Týden 10. 07.-11.03. 2022									
Zakázka	Termín zahájení	Termín ukončení	Kalendářní týden ukončení	KS	C.N. [hod.]	Pracoviště	Dělení materiálu - řezání		PÁLIT		Frézování klasické			
						Kapacita [hod.]	PROGRAMOVAT							
						75	37,5		37,5		225			
						Plán [hod]	24		32		51			
						Vytíženost [%]	32%		86%		65%			
241000023577	25.02.2022	29.03.2022	13	115	422	0,03	1	13	0,04	1	17	0,03	1	13
241000023606	04.03.2022	12.04.2022	15	168	508	0,03	0	0	0,04	0	0	0,03	0	0
241000023643	24.03.2022	01.04.2022	13	31	136	0,03	1	4	0,04	1	5	0,03	1	4
241000023654	31.03.2022	08.04.2022	14	31	123	0,03	0	0	0,04	0	0	0,03	0	0

Přepočet hodin podle operací v týdnu [hod.]	PROGRAMOVAT	Dělení materiálu - řezání	PÁLIT	Frézování klasické	Rýsování, značení
Zakázka			1. Týden		
241000023577	13	17	13	51	13
241000023606	15	20	15	61	15
241000023643	4	5	4	16	4
241000023654	8	10	8	30	8

Obrázek 26: Ukázka postupu vzniku podrobnějšího plánování

5.2 Zakoupení plánovacího softwaru

Jedna z možností, jak optimalizovat výrobní plán je zakoupit plánovací software. Níže jsou doporučeny dvě možné varianty.

5.2.1 Dokoupení modulu plánování v SAP

S pokročilým softwarem ERP pro výrobu je možné zefektivnit celý provoz, získat přehled a činit rozhodnutí na základě reálným a pravdivých informací. Umožňuje snadnou spolupráci mezi konstrukčními, inženýrskými a výrobními týmy, synchronizace sítí.

Výrobní technologie

Zjednodušuje proces návrhu produktu a řídí změny v průběhu životního cyklu produktu. Spravuje kmenová data (pro materiály, výrobní postupy, kusovníky, receptury a další) pro efektivní kontrolu všech podrobností o výrobě produktu.

- Definiuje suroviny, komponenty a produkty na základě hlavního materiálu,
- struktura produktů – včetně skupin a variant – na základě kusovníku,
- návrh a nastavení výrobních procesů včetně manipulačních pokynů a potvrzení,
- vytvoří výrobní infrastrukturu: pracovní centra a výrobní zdroje a nástroje.

Plánování produkce

Umožňuje proces nákupu požadovaných produktů a komponent. Plánuje a naplňuje výrobu s ohledem na kapacitní omezení v reálném čase. Pomocí simulací MRP dokáže odhalit a předvídat úzká místa, doladit plán a rychle reagovat.

- Podporuje plánovací nástroje nové generace, živé zpracování MRP v paměti,
- vytváří vyvážené plány kapacity pracovní síly založené na dostupnosti zdrojů a prognózách výroby,
- plánuje a přiřazuje výrobní zakázky v rámci pracovního centra,
- použije grafickou plánovací tabuli k efektivnímu nastavení pracoviště.

Výrobní operace

Zvyšuje provozní efektivitu v jakémkoli typu výrobní operace – diskrétní, procesní nebo opakující se průmyslová variace či rozšíření. Rozděluje od návrhu až po výrobu s centralizovaným řízením napříč celým provozem. Výrobní software poskytuje úplnou viditelnost dat, takže výrobní výstup je jasně daný.

- Efektivně připravuje, organizuje a kontroluje celý výrobní proces,
- řídí a dohlíží na výrobu s maximální efektivitou,
- potvrzuje příjmy produktu a zjednodušuje vyrovnaní nákladů.

Výrobní možnosti

Vybere správný výrobní model na základě konkrétních funkčních a oborových požadavků – ať už jde o diskrétní, procesní, opakující se, projektový, outsourcovaný, Kanban nebo just-in-time výrobní model.

- Provede efektivní vyúčtování období pro opakující se a probíhající výrobní procesy,
- spravuje projekty na zakázku a síťové objednávky,
- podporuje dodávání produktů na vyžádání s doplňováním a komponentami just-in-time,
- zefektivňuje zásobování prostřednictvím kontejnerů Kanban.

Řízení jakosti

Nyní více než kdy jindy podniky hledají přísnou kontrolu kvality a komplexní přehled ve všech svých výrobních operacích – včetně externích dodavatelů a partnerských sítí. Díky technologiím a síle databáze v paměti dokáže rychle identifikovat problémy řízení kvality a jednat podle nich.

- Spouští procesy řízení kvality v uzavřené smyčce – od plánování až po provoz,
- podporuje neustálé zlepšování kvality v celém podniku,
- přesné posouzení standardů kvality pomocí kontrol materiálu a výrobních šarží,
- rizika označí včas a rychle odhalí problémy s kvalitou – často dříve, než k nim dojde,
- zlepšuje kontrolu kvality a dodržování předpisů v rámci sítě externích dodavatelů a partnerů.

Statistiky výroby

Analyzuje nesourodé datové sady, spouští přehledy v reálném čase a nahlíží do operací, kdykoli a na jakémkoli zařízení. Díky výrobní analytice založené na umělé inteligenci dokáže zefektivnit procesy, činit lepší rozhodnutí a zlepšit přesnost dokumentů.

- Získává aktuální přehled o provozním výkonu,
- přijímá výstrahy založené na výjimkách.

Životní prostředí, zdraví a bezpečnost

Chrání zaměstnance a značku pomocí chytrých systémů a citlivých řešení. Zjišťuje a zmírňuje rizika, vyhodnocuje skutečné a virtuální scénáře a vytváří přizpůsobené bezpečnostní protokoly tak, aby co nejlépe vyhovovaly potřebám každého týmu.

- Získává globální přístup k regionálním povolením a předpisům v reálném čase,
- přizpůsobuje bezpečnostní školení a pokyny pro každou oblast podnikání. [34]

5.2.2 Asprova

Asprova je systém pro pokročilé plánování výroby s možností optimalizace výrobního plánu. APS systém vytváří přesnou frontu práce a respektuje všechny dostupné omezení výroby. Umožňuje flexibilně reagovat na nečekané situace a zvýšit dodavatelskou spolehlivost.

- Přehlednost a standardizace: shromažďování důležitých výrobních dat pro plánování na jednom místě; přehled aktuálních a přesných informací o efektivitě výroby a omezeních, které jsou základem pro odstranění plýtvání ve výrobě; možnost činit rychlá rozhodnutí v reálném čase pomocí What If analýzy a simulací změn výrobního plánu.
- Standardizace postupu plánování: software slouží k automatizaci rutinních činností tak, aby se plánovač mohl věnovat jiným důležitým činnostem; podle referencí plánovač ušetří až 60 % času; zajištění možnosti substituce plánovače bez vícenákladů na zaučení nového pracovníka.
- Rychlá synchronizace výroby: synchronizace výroby podporuje snížení průměrné doby výroby; eliminace zásob a vyšší spolehlivost dodávek; možnost synchronizace a detailní doladění proběhne několikrát za den.
- Snadná integrace s ostatními systémy: snadné napojení na data, která jsou k dispozici i z více zdrojů; zajištění rychlé a jednoduché propojitelnosti se všemi informačními systémy; snadnější integrace systému do stávajícího prostředí ve společnosti.

Vlastnosti a funkce

Fronta práce – vytvoření logické posloupnosti úkolů jednotlivých výrobních pracovišť podle priorit. Respektování omezení, dostupných kapacit (stroje, pracovníci, materiál a nástroje) a návaznosti operací ve výrobě.

Principy štíhlé výroby – podpora metodiky Lean manufacturing (JIT, KANBAN nebo levelling) a TPS (Toyota Production Systém).

Všechny typy výroby – plánování všeho od zakázkové nebo sériové výroby až po projektovou činnost.

Jednoduchý reporting – rychlé porovnání aktuálního stavu výroby s plánem a vytváření What If analýzy.

Snadná a rychlá analýza dat – vytvoření kontrolních reportů chybných výrobních dat v grafickém módu.

Modifikace podle plánovacích parametrů – nastavení plánu výroby a konfigurace systému podle specifických požadavků zákazníka.

Supply Chain planning – plánování více lokací v jednom integrovaném modelu, centrální plánovač má aktuální informace o stavu ostatních závodů.

Paralelní plánování – snadnější plánování pomocí společné práce na jednom modelu, který se po schválení centrálním plánovačem automaticky aktualizuje všem uživatelům.

Možná implementace během 3 až 6 měsíců díky modulárnímu systému. Intuitivní a přehledná struktura uživatelského rozhraní pro efektivní práci plánovače v podobě spreadsheetu a grafického výstupu. Jednoduchá a rychlá integrace s jiným softwarem (ERP, SAP, SQL, MS Excel aj). Návrhnost řešení v řádu několika měsíců od konce implementační fáze. [33]

6 Zhodnocení navržených variant

Z kapitoly výše je k dispozici několik možných variant, jak nahradit stávající kapacitní plánování v daném podniku. Na výběr je vytvoření nového kapacitního plánování nebo nákup doporučeného plánovacího softwaru.

Z analýzy lze určit, že výroba zakázek trvá standardně čtyři týdny. První týden probíhají operace „Programovat“ až „Rýsování, značení“, druhý týden proběhne „Vrtání, závitování“ až „CNC“, třetí týden se zakázka odesílá na tepelné zpracování do externích firem a ve čtvrtém týdnu proběhnou zbylé operace „Broušení nástrojů – štítků“ až „QM, Expedice“. V obdržené zakázce je uveden i termín ukončení, podle kterého zjistíme odpovídající kalendářní týden expedice. Od kalendářního týdne expedice se jednoduchým odečtem zjistí čísla předešlých týdnů, ve kterých se zakázka bude vyrábět.

Pokud jsou známy týdny, ve kterých se bude vyrábět zakázka podle jednotlivých operací, lze vypočítat kolik výrobního času zabere výroba zakázky na operacích. Z analýzy je známo procentuální vytížení operací v zakázce, kolik výrobního času zabere výroba celé zakázky a týdenní disponibilní kapacita výrobní haly. Nejprve je nutné zjistit, na jakých operacích se zakázka bude vyrábět. Poté podle procentuálního vytížení operací a celkové doby výroby zakázky se vypočítá výrobní čas pro jednotlivé operace. Výsledný výrobní čas, který blokuje část týdenní kapacity se stanoví součtem operací, které se v daný výrobní týden provedou.

Nyní je znám kalendářní týden všech čtyř týdnů, ve kterých se zakázka bude vyrábět, a jaké operace v daný týden proběhnou. Z celkového výrobního času zakázky a procentuálního vytížení na operacích se vypočítala doba výroby zakázky v daný týden. Na základě těchto informací pracuje nový plánovací soubor v MS Excel. Podle čísla zakázky, které je známo z objednávky, a daného kalendářního týdne se do správného sloupce a řádku převede odpovídající počet výrobního času. Pro lepší přehlednost je k dispozici porovnání plánované kapacity s týdenní disponibilní kapacitou. Poměrem těchto kapacit se určí procentuální využití výrobní haly v konkrétním týdnu.

Další možností je pořízení plánovacího softwaru, který nahradí plánování v MS Excel. První doporučenou možností je zprovoznění plánovacího modulu v SAPu, který společnost částečně využívá, aby výpočet dat pro kapacitní plánování probíhal automaticky a plně nahradil nynější plánování v MS Excel. Plánování v SAPu nebere v potaz souvislosti s docházkovým systémem, tudíž absence pracovníků může změnit disponibilní kapacitu výrobní haly. To se ve výpočtech neprojeví, takže plán se může lišit od skutečnosti. Dále nepočítá s možností údržby strojů nebo se zpožděním výroby zakázek. Druhá doporučená možnost je zakoupení softwaru Asprova. Při zavedení je nutné

správně nastavit komunikaci mezi systémem SAP, získávanými daty na vstupu a výstupu. Plánování v systému Asprova je rozšířena o vícekritériální rozhodování z pohledu plánování. Z docházkového systému automaticky doplňuje přítomnost zaměstnanců, umožňuje zadávat kritéria výroby jako penále zákazníků nebo počet vyráběných kusů výrobků za měsíc či za směnu, které by měla být výroba schopna vyrobit. Umožňuje plánovat zakázky podle priorit nebo potřeb zákazníků.

Zavedení varianty nového návrhu kapacitního plánování oproti koupi softwarů nevyžaduje finanční investici. Proškolení personálu TPV nezabere tolik času, protože je založen na podobném principu jako současné kapacitní plánování.

Varianta dokoupení modulu plánování v SAPu nebo zakoupení nového softwaru pro plánování vyžaduje od podniku investici. Nový software obnáší několikaměsíční implementaci a zaškolení personálu. Pro podnik je výhodnější dokoupit modul plánování v SAPu, jelikož ho podnik využívá, tudíž jeho zavedení a doškolení personálu bude méně časově náročné.

Z možností, které tato diplomová práce popisuje, jak lépe plánovat výrobu, je dle uvedených hodnocení výhodnou variantou zvolit zavedení nového návrhu kapacitního plánování.

7 Závěr

Současná doba vytváří na podniky velký tlak, kvůli vyšším nárokům zákazníků a zároveň rostoucímu počtu konkurenčních firem. Potřeba investovat do rozvoje podnikových výrobních systémů je nevyhnutelná, protože každý podnik chce efektivní systém s eliminací chyb, snížení plýtvání času a finančních prostředků. Správné plánování podniku zaručí získávání pravdivých informací o výrobě v reálném čas, informuje o aktuálním stavu zásob a naplňuje včasné objednání potřebného materiálu.

Tato diplomová práce je zaměřena na kapacitní plánování. Cílem je navrhnout nový způsob kapacitního plánování pro společnost P-D Refractories CZ a.s.. První část popisuje problematiku plánování výrobních procesů, která zmiňuje, co je výrobní proces, výrobní systém, kapacitní plánování nebo nástroje pro zvýšení kvality výroby. Současně jsou uvedeny druhy plánovacích softwarů.

Druhá část je zaměřena na návrhy lepšího způsobu plánování výroby. Z návrhů koupě softwarů a nového návrhu způsobu plánování je diplomová práce směřována na nový způsob plánování. Základem je získání vstupních informací – číslo zakázky, termín zahájení, termín ukončení, počet vyráběných kusů a cenový návrh. Na základě těchto informací, postupu výroby zakázky a procentuálního zastoupení jednotlivých operací v zakázce je určen výsledný počet výrobní hodin. Získané výrobní hodiny zakázek jsou rozřazeny podle kalendářního týdne výroby a podle operací, které se v daný týden uskuteční.

Zavedení nového způsobu plánování výroby je vhodnou náhradou za stávající kapacitní plánování. Cíl vytvoření nového kapacitního plánování je splněn. Zavedení umožní lepší přehled o kapacitě výrobní haly a evidenci samostatných pracovišť. Tímto krokem je možné plánovat dlouhodobě oproti předchozí verzi plánování, díky čemuž je možné plánovat údržbu strojů s dostatečným předstihem.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Členění výrobního procesu [28]	12
Obrázek 2: Měrná plocha zařízení [3]	18
Obrázek 3: Třídění spotřeby času pracovníka [5]	20
Obrázek 4: Rozdělení normovatelného času [5]	21
Obrázek 5: Třídění spotřeby času [5]	21
Obrázek 6: Plánování s neomezenými kapacitami [6]	28
Obrázek 7: Plánování s omezenými kapacitami bez optimalizace [6].....	29
Obrázek 8: Plánování s omezenými kapacitami a optimalizací [6]	29
Obrázek 9: Nadprodukce [7]	30
Obrázek 10: Čekání [7]	30
Obrázek 11: Zásoba [7].....	31
Obrázek 12: Zmetky [7]	31
Obrázek 13: Pohyb [7].....	31
Obrázek 14: Přeprava [7]	32
Obrázek 15: Nadpráce [7]	32
Obrázek 16: Nevyužitý potenciál pracovníků [7]	32
Obrázek 17: Základní pilíře štíhlé výroby [9]	35
Obrázek 18: Porovnání Just in time a klasické výroby [27]	40
Obrázek 19: P-D Refractories CZ a.s. [25]	51
Obrázek 20: Ganttův diagram	52
Obrázek 21: Ukázka pracovního lístku	53
Obrázek 22: Ganttův diagram – teoretické rozložení zakázek.....	57
Obrázek 23: Ukázka postupu výpočtu.....	63
Obrázek 24: Ukázka výpočtu kalendářního týdne a celkového počtu hodin	64
Obrázek 25: Ukázka vzniku týdenního plánování	65
Obrázek 26: Ukázka postupu vzniku podrobnějšího plánování	66

Seznam tabulek

Tabulka 1: Nejčastěji používané hodnoty měrných ploch	17
Tabulka 2: Hodnoty plošného koeficientu k [3]	18
Tabulka 3: Skladovací normativ [3]	18
Tabulka 4: Měrné nevýrobní plochy [3]	19
Tabulka 5: Schéma třídění dějů a spotřeb času předmětu ve směně	24
Tabulka 6: Porovnání staršího softwaru MRP vs. moderní MRP II [16]	48
Tabulka 7: Ukázka trsu	54
Tabulka 8: Ukázka hlavní trsové zakázky a podtrsových zakázek	54
Tabulka 9: Distribuce strojů a pracovníků	55
Tabulka 10: Ukázka odhlašovaných hodin na trs a podtrsové zakázky	56
Tabulka 11: Seznam operací v jednotlivých týdnech	57
Tabulka 12: Tabulka se základními informacemi	60
Tabulka 13: Seznam operací a procentuální vytíženost	60
Tabulka 14: Zadání seznamu operací v zakázce	61
Tabulka 15: Přepočet hodin na operaci	62
Tabulka 16: Součet hodin v týdnu a přidělený kalendářní týden	63
Tabulka 17: Ukázka týdenního plánování	65
Tabulka 18: Ukázka podrobnějšího plánování po operacích	66

Literatura

- [1] - TOMEK, G.; VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0
- [2] - SYNEK, M. a kol. *Podniková ekonomika*. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 80-7179-892-4
- [3] - ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2.
- [4] - ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-010-1302-2
- [5] - Elektronická učebnice - ELUC. *Elektronická učebnice - ELUC* [online] [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1345>
- [6] - ING. LÖFFELMANN, PH.D., Jiří. Časopis IT Systems. *Plánování kapacit v diskrétní zakázkové výrobě* [online] [cit. 2023-01-06]. ISSN SSN 1802-615X. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-kapacit-v-diskretni-zakazkove-vyrobe.htm>
- [7] - SKHMOT, Nawras. *The 8 Wastes of Lean*. THE LEAN WAY BLOG [online]. [cit. 2022-11-21]. Dostupné z: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-ofLean>
- [8] - KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [9] - VOLKO, Ing. Vladimír. *Co je to: "Lean production" Štíhlá výroba, Lean manufacturing*. Slovníček zvyšování výkonnosti podniku [online]. [cit. 2022-11-06]. Dostupný z https://www.volko.cz/slovník_vykonnosti.php?ID_term=4
- [10] - IMAI, Masaaki. *GEMBA KAIZEN : Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Brno: Computer Press, a. s., 2008. Glosář, s. 312. ISBN 978-80-251-1621-0.
- [11] - Kanban a jeho aplikace. *In Štíhlá logistika a materiálový tok* [online]. Slaný: Akademie produktivity a inovací, s.r.o, 2011 [cit. 2022-12-11]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68342.kanban-a-jeho-aplikace/>
- [12] - LEVAY, Ing. Radek. *Metoda 5S. Ikvalita* [online] [cit. 2022-11-12]. Dostupný z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=128>
- [13] - MALHOČKÝ, Michal. *Optimalizace plánování výrobního procesu* [online]. Praha, 2009, [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: https://is.ambis.cz/th/ddgyb/Bakalarska_Prace_-_Finalni_verze.pdf

- [14] - LEVAY, Ing. Radek. *FMEA a Risk Management*. Ikvalita [online] [cit. 2022-11-06]. Dostupný z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=51>
- [15] - ING. ŠANDA, Libor. *Global 8D report – efektivní nástroj pro zvyšování jakosti výroby v integrovaném systému řízení kvality* [online]. Plzeň, 2009 [cit. 2022-12-17]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/16447/1/Sanda.pdf>
- [16] - Co je MRP (plánování potřeb materiálu)? | *MRP versus ERP* | SAP Insights. 301 Moved Permanently [online] [cit. 2022-12-08]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/insights/what-is-mrp.html>
- [17] - Everything You Need to Know About Material Requirements Planning (MRP) | Smartsheet. *Modern Project & Work Management Platform* | Smartsheet [online]. All Rights Reserved Smartsheet Inc. [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://www.smartsheet.com/guide-to-material-requirements-planning>
- [18] - HÉGR, Michael. Časopis IT Systems. *APS systém nenahradí funkcionalitu ERP systému* [online] [cit. 2023-01-06]. ISSN SSN 1802-615X. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/aps-system-nenahradi-funkcionalitu-erp-systemu.htm>
- [19] - Jan Olhager (2013) *Evolution of operations planning and control: from production to supply chains*, International Journal of Production Research, 51:23-24, 6836-6843, DOI: 10.1080/00207543.2012.761363
- [20] - Enterprise Resource Planning (ERP): Meaning, Components, and Examples. *Investopedia: Sharper insight, better investing*. [online]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/e/erp.asp>
- [21] - ČIPERA, MBA, Ing. Josef. *TOC - nový nástroj řízení nejen výroby*. Časopis IT Systems [online]. 2006, 7-8/2006, [cit. 2022-12-13]. Dostupný z: <https://www.systemonline.cz/aps-scm/toc-novy-nastroj-rizeni-nejen-vyroby.htm> . ISSN 1802-615X
- [22] - ING. VELKOBORSKÝ, PH.D., Jan. Časopis IT Systems. *TOC 5. díl: Plánování výroby APS/OPT* [online] [cit. 2022-12-26]. ISSN ISSN 1802-615X. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/toc-ve-vyrobe-drum-buffer-rope-iii-dil.htm>
- [23] - ING. VELKOBORSKÝ, PH.D., Jan. Časopis IT Systems. *TOC ve výrobě - Drum-Buffer-Rope - III. díl* [online] [cit. 2022-12-26]. ISSN ISSN 1802-615X. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/toc-5-dil-planovani-vyroby-aps-opt.htm?mobilelayout=false>
- [24] - LOFFELMAN, Jiří. Časopis IT Systems. *Informační systémy v plánování a řízení výroby* [online]. [cit. 2023-01-03]. ISSN SSN 1802-615X. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/informacni-systemy-v-planovani-a-rizeni-vyroby.htm>

- [25] - Facebook. In: *P-D Refractories CZ a.s.* [online]. [cit. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/pdrefractories/>
- [26] - P-D Refractories CZ a.s.. *P-D Refractories CZ a.s.* [online]. Copyright © [cit. 2023-01-08]. Dostupné z: <http://www.pd-refractories.cz/>
- [27] - ROSER, Prof. Dr. Christoph. *Just in Time. Allaboutlean* [online]. [cit. 2022-12-28]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/ship-to-line/>
- [28] - JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978- 80-265-0059-9
- [29] - ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [30] - HORVÁTH, G., *Logistika výrobních procesů a systémů*, Plzeň: ZČU, 2000, ISBN 80- 7082-625-8
- [31] - POULTON, Kristin. IT Systems. In: *Plánování kapacitních požadavků a jeho využití ve výrobě* [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-kapacitnich-pozadavku-a-jeho-vyuziti-ve-vyrobe.htm>
- [32] - SCHONBERGER, Richard. a Edward M. KNOD. *Operations management: serving the customer*. 3rd ed. Plano, Tex.: Business Publications, 1988. ISBN 02-560-5834-2.
- [33] - AIMTEC - Informační systémy pro výrobu a logistiku. *AIMTEC - Informační systémy pro výrobu a logistiku* [online]. Copyright © Aimtec All rights reserved. [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <https://www.aimtecglobal.com/>
- [34] - Manufacturing | *SAP S/4HANA Cloud Capabilities . 301 Moved Permanently* [online] [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: https://www.sap.com/cz/products/erp/s4hana/features/manufacturing.html#active_tab_item_1651149036152