

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007/0 Průmyslové inženýrství a management

Diplomová práce

Plánování a řízení výroby s pomocí informačního systému

Autor: **Bc. Pavel ROČÁK**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Pavel KOPEČEK, CSc.**

Akademický rok 2016/2017

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel ROČÁK**
Osobní číslo: **S15N0053P**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Název tématu: **Plánování a řízení výroby s pomocí informačního systému**
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


1. Analýza podnikových procesů, podmínek a řízení výroby
2. Plánování a řízení výroby pomocí IS
3. Možnosti zlepšení současného stavu
4. Zhodnocení navrženého řešení

Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

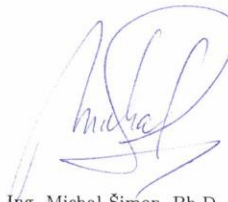
Seznam odborné literatury:

1. **BASL, J., BLAŽÍČEK, R.** *Podnikové informační systémy: podnik <sklopený text> v informační společnosti. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4307-3*
2. **KEŘKOVSKÝ, M., VALSA, O.** *Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9*
3. **MICHALKO, M., Hádek, L.** *Řízení výroby a logistika. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola podnikání v Ostravě, 2007. ISBN 8086764680*
4. **MAREŠ, J.** *Podnikové informační systémy a DP, e book. Plzeň: SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-05-7*
5. **KOPEČEK, P., MALAGA, M.** *Plánování a řízení výroby a DP, e book. Plzeň: SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-14-9*

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Pavel Kopeček, CSc.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant diplomové práce: **Ing. Vilém Klíma**
BANES, spol. s r. o., Soběslav
Datum zadání diplomové práce: **19. září 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. června 2017**


Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. září 2016

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval inženýrovi Vilémovi Klímovi a kolektivu ve společnosti Banes s.r.o., díky kterým vůbec tato práce mohla vzniknout. Dále můj velký dík patří Doc. Ing. Pavlu Kopečkovi CSc., který mě vždy dokázal navádět správným směrem k cíli. Nyní již dokáží ocenit styl, jakým jsem byl v plnění tohoto úkolu veden. Především mu děkuji za to, že mě pouze směřoval namísto toho, aby určoval úkoly.

Největší dík patří mé rodině a přátelům, kteří mě provázeli celou touto vysokoškolskou poutí.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma plánování a řízení výroby s pomocí informačního systému vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Plzeň, dne

.....

podpis diplomanta

Upozornění

Využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi je možné pouze na základě autorské smlouvy a souhlasu Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Ročák	Jméno Pavel	
STUDIJNÍ OBOR	N2301 – Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kopeček, CSc.	Jméno Pavel	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Plánování a řízení výroby s pomocí informačního systému		

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	91	TEXTOVÁ ČÁST	91	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p>STRUČNÝ POPIS</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Cílem tohoto textu je představit čtenáři plánování a řízení výroby. Práce je vytvořena v prostředí zakázkové malosériové výroby ve společnosti Banes s.r.o. v Soběslavi. Je zde uvedena podrobná charakteristika současného stavu plánování v podniku a výroby. V druhé části jsou popsány základní teoretické principy výrobních systémů. Na ně navazuje poslední část, ve které je uveden model zlepšení současného stavu. Ten je založen na výpočtu termínu uvolnění zakázky do výroby. Závěrečná část je zhodnocení navrženého řešení</p>
<p>KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Zakázková výroba, průchod zakázky systémem, uvolnění zakázky do výroby, zpětné plánování, výpočet průběžné doby, MRP,</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUHTOR	Surname Ročák	Name Pavel	
FIELD OF STUDY	N2301 – Industrial Engineering and Management		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kopeček CSc	Name Pavel	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Scheduling and managing of the Production using Information System		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2017
----------------	---------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	91	TEXT PART	91	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION	<p>The goal of this text is introduce production scheduling and managing. The work has been created in the environment of custom and small-series production in Banes Company in Soběslav. The first part describes current state's analysis of scheduling in the company. The second part explains basic theory of production systems. The third part contains a model for improving current state. . The method is based on calculation of production's release order. The final part evaluates suggested solution.</p>
KEY WORDS	<p>Custom production, steam order through the system, release of the order into production, backwards scheduling, the calculation of continuous time, MRP,</p>

OBSAH

Úvod.....	11
1 Analýza podnikových procesů, podmínek a řízení výroby	12
1.1 Banes spol. s r.o.	12
1.2 Charakteristika výroby	14
1.3 Významní zákazníci a produkty	16
1.4 Výrobní zakázka	18
1.4.1 Přijetí zakázky na zcela nový dílec	19
1.4.2 Přijetí zakázky opakující se výroby	22
1.4.3 Velikost dávky.....	22
1.4.4 Nákup materiálu	23
1.5 Operativní plánování a uvolňování zakázek do výroby	24
1.5.1 Standardní situace	24
1.5.2 Nestandardní situace	26
1.6 Zaměnitelnost strojů a pracovníků	29
1.6.1 Strojový park	29
1.6.2 Zaměnitelnost strojů.....	30
1.6.3 Zaměnitelnost pracovníků	32
1.7 Průběh výroby.....	33
1.7.1 Přiřazení úkolu na konkrétní stroj konkrétnímu seřizovači	33
1.7.2 Výrobní dokumentace	33
1.7.3 Seřízení.....	36
1.7.4 Kontrola ve výrobě.....	37
1.7.5 Návaznost operací	38
1.7.6 Mezioperační přeprava	38
1.8 Souhrn.....	39
2 Teorie plánování a řízení výroby pomocí IS	41
2.1 Typy výroby	41
2.1.1 Dle rozmanitosti a množství vyráběných produktů.....	41
2.1.2 Dělení výrobního podniku dle tvaru struktury vyráběných produktů	43
2.2 Výrobní program a jeho atributy	45
2.2.1 Série	45
2.2.2 Dávka	45
2.3 Plánování činností v podniku	47
2.3.1 Strategické plány	48

2.3.2	Taktické plány	50
2.3.3	Operativní plány a denní rozvrhování	51
2.4	Systém hromadné obsluhy	54
2.5	Prognostika podniku	57
2.6	MRP	60
2.6.1	Algoritmus výpočtu MRP	60
2.6.2	Ovlivnění algoritmu způsobem dávkování	63
2.7	MRP II	64
2.8	Souhrn	68
3	Možnosti zlepšení současného stavu	70
3.1	Model zpracování zakázky	70
3.1.1	Výpočet průběžné doby zakázky	74
3.1.2	Stanovení bezpečnostního nárazníku	82
3.1.3	Určení termínu uvolnění zakázky do výroby	84
4	Zhodnocení navrženého řešení	85
	Závěr	87
	Zdroje	89

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Výrobní hala Banes s.r.o.	12
Obrázek 1-2 Organizační schéma - Banes s.r.o.	13
Obrázek 1-3 Počet operací	14
Obrázek 1-4 Spotřeba času jednotlivých úkolů zařazených do podmnožin.....	15
Obrázek 1-5 Velikosti dávek.....	16
Obrázek 1-6 Struktura tržeb dle odvětví	17
Obrázek 1-7 Napínák řemenu osobního automobilu.....	17
Obrázek 1-8 Průchod zakázky výrobou	19
Obrázek 1-9 Formulář přípravy výroby	20
Obrázek 1-10 Komunikace mezi spol. Banes a dodavatelem	23
Obrázek 1-11 Schéma dělení úkolů	25
Obrázek 1-12 Matice zastupitelnosti – strojní park	31
Obrázek 1-13 Matice zastupitelnosti – pracovníci	32
Obrázek 1-14 Výrobní průvodka.....	34
Obrázek 1-15 Bednový lístek.....	36
Obrázek 2-1 Porovnání objemu a rozmanitosti u jednotlivých typů výrob	42
Obrázek 2-2 mechanizace při hromadné výrobě	42
Obrázek 2-3 Podnik – tvar kusovníku V	43
Obrázek 2-4 Podnik - tvar kusovníku A	44
Obrázek 2-5 Podnik - tvar kusovníku T	44
Obrázek 2-6 Optimální velikost dávky - nákladová funkce	46
Obrázek 2-7 Organizační struktura při tvorbě strategie	49
Obrázek 2-8 Úrovně strategického plánu	50
Obrázek 2-9 Operativní plánování a uvolňování zakázky do výroby	52
Obrázek 2-10 Systém hromadné obsluhy	55
Obrázek 2-11 Vývoj daného jevu v závislosti na čase a pravděpodobnosti	59
Obrázek 2-12 Příklad lineární regrese	59
Obrázek 2-13 Základní struktura systému MRP	60
Obrázek 2-14 Jednoduchá kusovníková struktura	61
Obrázek 2-15 Dopředné plánování	62
Obrázek 2-16 Zpětné plánování	62

Obrázek 2-17 Shromadnění bez pevné velikosti dávky	63
Obrázek 2-18 Shromadnění s pevnou velikostí dávky	64
Obrázek 2-19 MRP II	66
Obrázek 2-20 Příklad výsledku hrubého kapacitního plánování	67
Obrázek 3-1 Model zpracování zakázky	71
Obrázek 3-2 Upravený model řízení zakázky	72
Obrázek 3-3 Stav zakázky procházející výrobou	75
Obrázek 3-4 Doba trvání operace s možným přerušením	77
Obrázek 3-5 Přerušení pracovní doby	78
Obrázek 3-6 Přerušení pracovní doby II	80
Obrázek 3-7 Vývojový diagram pro postup výpočtu MASD	80
Obrázek 3-8 Vývojový diagram stanovení bezpečnostního okna	84

Seznam tabulek

Tabulka 1 CNC obráběcí stroje	30
Tabulka 2 Vačkové obráběcí stroje	30
Tabulka 3 Dokončovací obráběcí stroje	30

Úvod

Metodiky plánování a řízení výroby jsou známy desítky let. I přes to, že prošly řadou změn a inovací, zvláště opravdovou revolucí bylo podpoření těchto metodik výpočetními technologiemi, jejich základní myšlenka a účel jsou stále stejné. Hlavním, a dá se říct, že i jediným důvodem plánování a řízení je snaha řídit procesy v podniku takovým způsobem, aby bylo dosaženo co největšího zisku. Pravdou je, že tento účel se v dnešní době skryl za řadu módních slov, definic a přístupů. Zapomínáme na to, že nově vzniklé přístupy a metody mají podporovat zvyšování zisku, právě tomuto účelu by měly být podřízeny. Bohužel v řadě podniků tomu tak není, například procesy optimalizace jsou bezhlavě prováděny na místech, kde není potřeba. Snad všichni se shodnou nad myšlenkou, že veškeré procesy, které stojí za výrobou jakéhokoliv výrobku, musí být podřízeny zisku.

Navrácením se k hlavnímu tématu práce, tedy k řízení a plánování výroby, je třeba definovat hlavní cíl práce. S již zmíněným by mohl znít následovně.

Cílem práce je navrhnout taková opatření, aby příjem a plnění zakázek byl prováděn v takovém rozsahu, pro které je k dispozici výrobní kapacita. Zdroje musí být využívány efektivně a zároveň je třeba dodržovat předepsané termíny doručení zakázek.

Vzhledem k tomu, že se systém nebude vytvářet, ale pouze upravovat, tak je třeba provést důkladnou analýzu současného stavu. Pouze pomocí získaných znalostí je možné vytvořit řadu opatření v daném tématu.

Navrhované řešení by mělo zjednodušit práci dispečera výroby tím způsobem, že bude mít dostatečné množství informací a podkladů ke svému rozhodování o tom, jakou zakázku v jaký okamžik uvolnit do výroby. Řešení musí být reakcí na současný stav, vychází z něj, dále by se mělo opírat o matematické výpočty a všeobecně uznávané teorie.

1 Analýza podnikových procesů, podmínek a řízení výroby

V úvodní kapitole bude popsán podnik, ve kterém byla tato práce vypracována, krom výrobního portfolia a podobně budou především v této kapitole popsány procesy spojené s plánováním a řízením výroby.

1.1 Banes spol. s r.o.

Historie podniku sahá až do roku 1993, kdy byl podnik, tehdy ještě v Roudné ing. Pavlem Balounem založen a hned zpočátku se věnoval strojírenské výrobě, respektive soustružení na zakázku.

Významnou expanzi společnost Banes zaznamenala v roce 2001. V tomto roce byla výroba přesunuta a rozšířena do nového sídla ve městě Soběslav v Rašínově ulici, která je stále plně funkční.

V současné době byla společnost opět a tentokrát pouze rozšířena o novou provozovnu Na Pískách, taktéž ve městě Soběslav. Tato moderní výrobní hala prošla kompletním dokončení poměrně nedávno a to v červnu 2016.



Obrázek 1-1 Výrobní hala Banes s.r.o. [5]

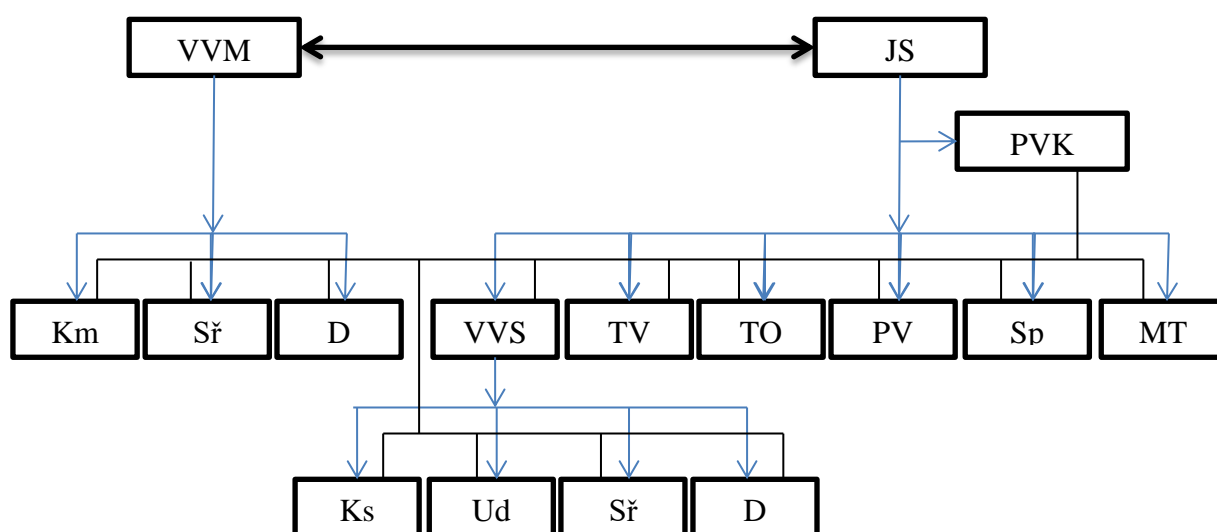
Jak již bylo zmíněno, zaměření společnosti je na výrobu přesných rotačních dílců z tyčového materiálu a dalších obráběcích operací, kterými jsou přesné řezání závitů v přesnosti IT 6 a vyšší, dále také mimoosového vrtání a frézování.

Vizí společnosti je stále zlepšovat současný trend a stát se tak největším výrobcem soustružených dílců v České Republice. Způsob, kterými toho chce společnost docílit, je především plnit roli hlavního dodavatele těchto dílců jednak u stávajících odběratelů, ale také

u nových. Společnost dále chce zvyšovat průměrný meziroční objem výroby, ideálně ve výši přírůstku o 20%.

Organizační struktura

Pro dobrou představu, jakým způsobem podnik funguje, je vhodné popsat jeho organizační strukturu. Aktuální organizační schéma vyšlo v platnost v roce 2013 a je ukázáno na obrázku 1-2.



Systemová podřízenost – černá čára

JS	... Jednatel společnosti
VVM	... Vedoucí výroby montáže
PVK	... Představitel vedení pro kvalitu
VVS	... Vedoucí výroby strojní
VO	... Vedoucí obchodu
PV	... Projektový vedoucí
TV	... Technický vedoucí
Sp	... Správní
MT	... Metrolog
Km	... Kontrola a montáž
Ks	... Kontrola strojní
Ud	... Údržba
Sř	... Seřizovači
D	... Dělníci

Obrázek 1-2 Organizační schéma - Banes s.r.o. [vlastní zpracování]

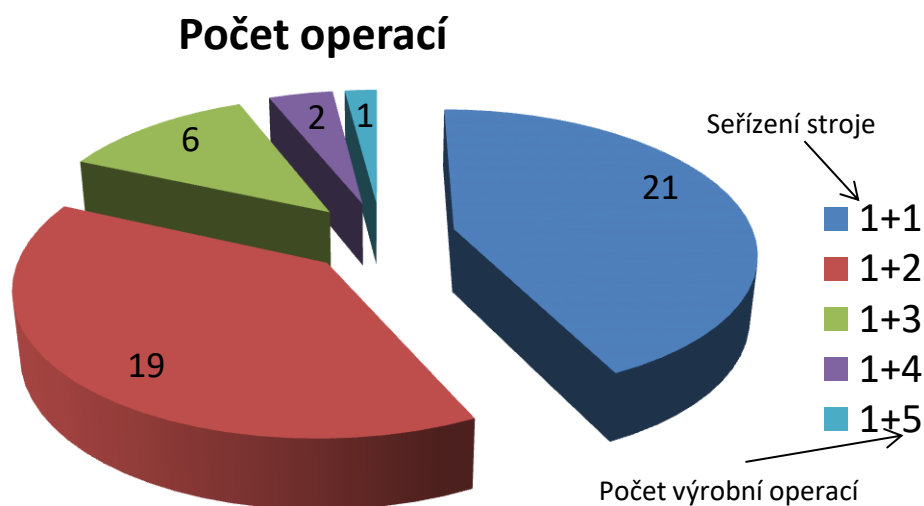
1.2 Charakteristika výroby

Z prezentačních podkladů plyne, že se jedná o typickou strojní, zakázkovou, sériovou výrobu, dílců vyráběných soustružením. Společnost ve svých podkladech uvádí rámcovou sériovost, která je:

- Dílce hřídelového charakteru ... 10 000 – 1 000 000 ks/rok
- Dílce tvaru pouzdra ... 5 000 – 500 000 ks/rok
- Dílce s průměrem ... 1 000 – 100 000 ks/rok

Zmíněný objem roční produkce je pouze hrubý údaj a pro charakterizování výroby budou použity další ukazatele. Ty byly vytvořeny na základě dat z aktualizace operativního plánu dne 2.12. 2016. Aktualizace byla tvořena množinou 49 výrobních úkolů. Těmito úkoly se aktualizuje současný taktický plán. Každý z úkolů má své vlastnosti, kdy nejdůležitější jsou velikost dávky, časová náročnost úkolu a počet operací při výrobě dílce. Právě tyto informace nám pomohou lépe pochopit procesy, které se zde dějí.

První způsobem, jakým byla data tříděna, bylo podle počtu operací, které jsou ve výrobním příkazu. Každý dílec má uveden jako první činnost seřízení stroje. Tato činnost je provedena jednou pro celou dávku. Následují operace, které jsou cyklické pro každý dílec samostatně. Počet operací u každého dílce musí být dvě a vyšší.



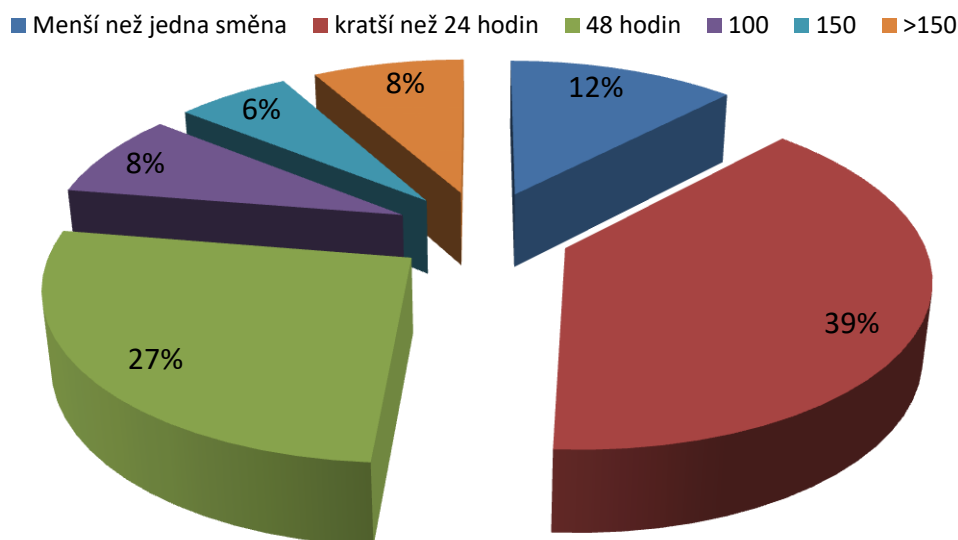
Obrázek 1-3 Počet operací [vlastní zpracování]

Z obrázku 1-3 je patrné že 40% dílců se vyrobí pouze na jednom pracovišti. Při detailnějším rozboru bylo zjištěno, že u některých z dalších dílců je další operací například kontrola,

kteřou lze provést pomocí kalibrů, tedy stále na tom samém pracovišti. Procento dílců, které lze kompletně zhotovit na jednom pracovišti je přibližně 80%. U zbytku dílců je třeba řešit další činnosti, jako je návaznost operací a přechody z pracovišť.

Dalším zajímavým ukazatelem je spotřeba času pro výrobu jedné dávky dílců. Zde se vyskytují dva typy časů, a to dávkový a jednotkový. Dávkový čas je pro všechny dílce dán paušálně jak z pohledu spotřeby času, tak z pohledu finanční sazby. Byl vytvořen odhadem, činí dvě hodiny a sazba je 2500 Kč. Další operace jsou operace jednotkové. Jejich čas je u některých dán odhadem, někdy je čas dán přesně z důvodu již dřívější výroby dílce, tedy i existence NC programu. Z množiny úkolů byly vytvořeny podmnožiny a ty byly znázorněny graficky podle zvolených časových intervalů.

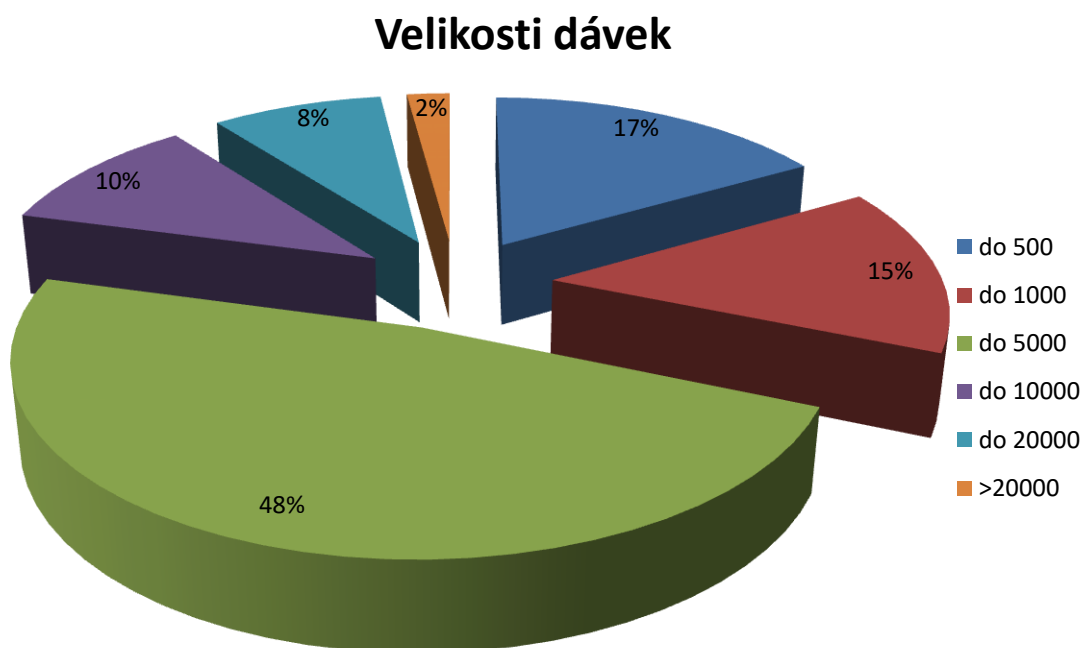
Spotřeba času



Obrázek 1-4 Spotřeba času jednotlivých úkolů zařazených do podmnožin [vlastní zpracování]

Nejvýznamnější podíl úkolů představují ty, jejichž časová náročnost činí do padesáti hodin. Nicméně se i zde objevují takové úkoly, kde je časová náročnost větší než 100 hodin. Jejich procentuální zastoupení je téměř 15%, tedy nejedná se o zanedbatelnou část úkolů.

Pro úplnost informací je přidán ještě poslední ukazatel. Tentokrát se jedná o velikosti dávek. Data jsou opět rozříděna do jednotlivých intervalů, jejich velikosti lze vyčíst z grafu.



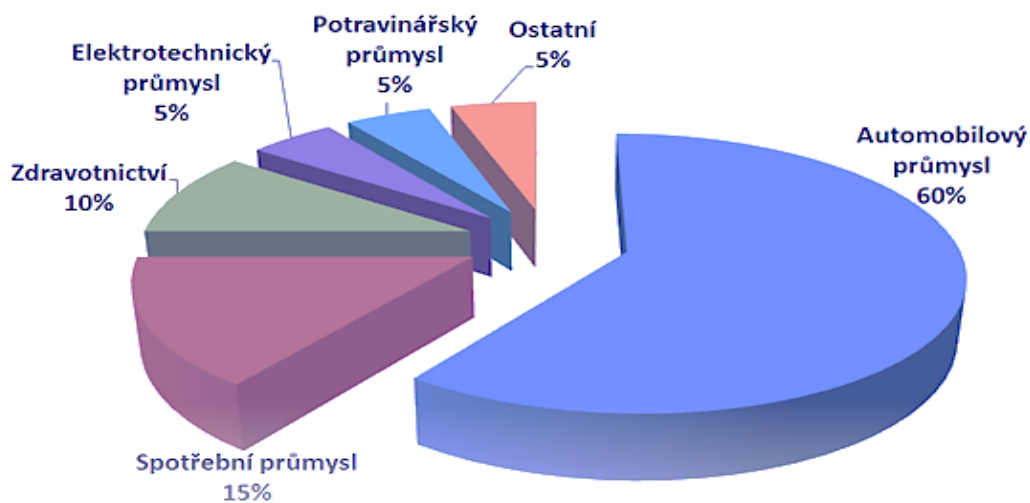
Obrázek 1-5 Velikosti dávek [vlastní zpracování]

Z obrázku 1-5 vyplývá, že 80% úkolů má velikost dávky do 10000 kusů dílců.

Výrobu lze klasifikovat jako sériovou na zakázky. Jednotlivé zakázky jsou vytvářeny ve výrobních dávkách.

1.3 Významní zákazníci a produkty

Jak již bylo několikrát řečeno, společnost se zaměřuje na přesnou výrobu rotačních součástí tyčového charakteru. Světově nejrozšířenějším typem průmyslu je především automobilový a zbrojní průmysl. Dílce vyráběné zde jsou používány v obou těchto odvětvích. Mimo to jsou obsaženy i v nemocniční technice, dále v potravinářském průmyslu. Z grafu na obrázku 1-6 je možné vidět majoritní a minoritní zastoupení jednotlivých složek.



Obrázek 1-6 Struktura tržeb dle odvětví [zdroj podniková prezentace]

Majoritním odběratelem je společnost EDSCHA, přes ni dílce vyráběné v Banesu putují do automobilek, jako jsou AUDI, Jaguár, Porsche, LAND ROVER a FORD.

Dalším významným odběratelem je společnost MUBEA. Odebíraný dílec zobrazen na obrázku 1-7 je napínák řemenu, který je používán u osobních automobilů všech značek.

Další důležití zákazníci jsou LINET, Motor Jikov, Zbrojovka, Efaflex a mnozí další.



Obrázek 1-7 Napínák řemenu osobního automobilu [zdroj podniková prezentace]

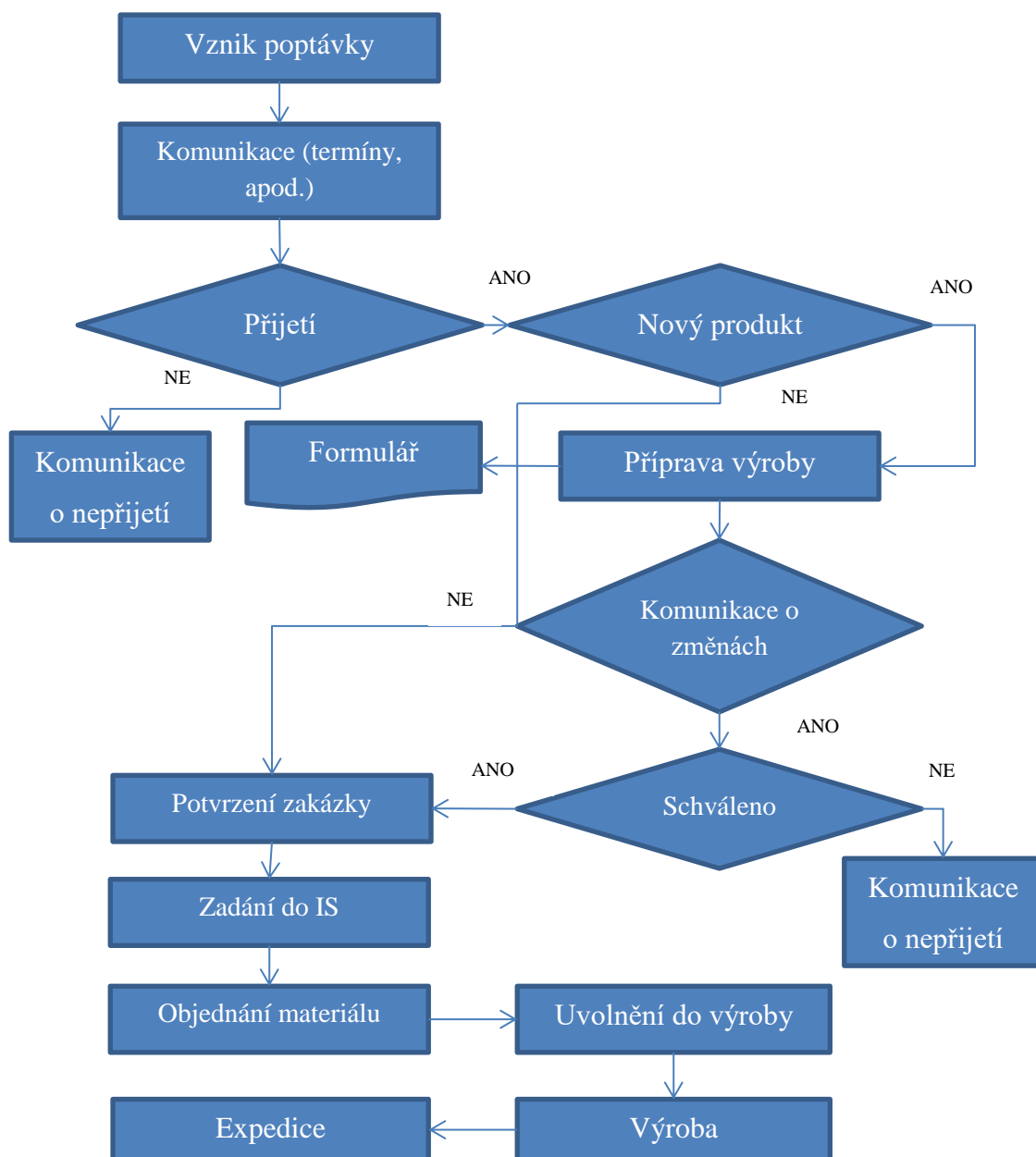
1.4 Výrobní zakázka

Přijetí zakázky je první událost v celém výrobním řetězci. O to je důležitější, aby veškeré operace spojené s jejím přijetím proběhly velice důkladně a přesně. Hned v úvodu je možné rozdělit příchozí zakázky do dvou skupin. První tvoří zakázky na dílce, které doposud nebyly vyráběny. Druhá skupina jsou zakázky, které již byly v minulosti prováděny.

Dále je třeba uvést obvyklé informace, které jsou v zakázce uvedeny.

- Konstrukční návrh a specifikace,
- počet vyráběných kusů,
- termín dodání zakázky,
- návrh ceny,
- způsob balení.

Následující vývojový diagram tvoří model. Ten se skládá z jednotlivých procesů, kterými zakázka prochází a postupně tak vzniká výsledný produkt.



Obrázek 1-8 Průchod zakázky výrobou [vlastní zpracování]

1.4.1 Přijetí zakázky na zcela nový dílec

Pokud přijde požadavek na výrobu dílce, který zde v minulosti nebyl vyráběn, je nutné nejprve provést přípravu výroby.

Požadavek bývá zpravidla v elektronické formě a obsahuje také podklady nutné pro návrh (přípravu) budoucí výroby.

Přípravy se účastní uzavřená skupina lidí s přiřazenými kompetencemi k jednotlivým částem této přípravy. Jinak řečeno, každý z této skupiny se vyjádří k budoucímu výrobku ve své odbornosti. Pořadí schválení jednotlivých oddílů je předem dané a je závazné.

Příprava výroby

Dílec:	Zákazník:	Č. dílce:	Vystavil:	Datum:
Materiál	Označení a rozměr materiálu:	Dodavatel materiálu: Dostupnost:	Materiál zajištěn?:	Datum: Podpis: Poznámka:
			OK / NOK	
Nářadí	Je potřeba speciální nářadí?:	Dodavatel nářadí: Dostupnost:	Nářadí zajištěno?:	Datum: Podpis: Poznámka:
	ANO / NE		OK / NOK	
Měření a měřidla	Je dílec změřitelný?:	Jsou měřidla k dispozici?:	Požadavek na nákup měřidel?:	Měření zajištěno?: Datum: Jméno + podpis: Poznámka:
	ANO / NE	ANO / NE	ANO / NE	OK / NOK
Výroba	Je dílec vyrobitelný?:	Je zpracován tech. postup?:	Výroba zajištěna?:	Datum: Jméno + podpis: Poznámka:
	ANO / NE	ANO / NE	OK / NOK	
Kooperace	Typ kooperace:	Dodavatel kooperace: Dostupnost:	Kooperace zajištěna?:	Datum: Podpis: Poznámka:
			OK / NOK	
Balení a expedice	Je vyřešeno balení dílce?:	Je vyřešena doprava dílce?:	Balení a expedice zajištěna?:	Datum: Jméno + podpis: Poznámka:
	ANO / NE	ANO / NE	OK / NOK	

Materiál - p. Hradílek; Nářadí - p. Baloun ml.; Měření - p. Veselý a p. Kubát; Výroba - p. Baloun, p. Paták a p. Poděbradský; Kooperace - p. Patáková; Balení a expedice - p. Prokešová a p. Veverka

Obrázek 1-9 Formulář přípravy výroby [interní dokument Banes s.r.o.]

Materiál

Nejprv se jedná o materiálu. Materiál je dán zákazníkem, který dílec odebírá. Nicméně, může v této fázi dojít i k jeho nepatrné změně. Důvodem změny může být nevhodně stanovený materiál dílce z pohledu obrobitelnosti. Faktem je, že existuje velká skupina konstruktérů, která dílec navrhuje pouze z pohledu budoucího mechanického zatěžování a ne z pohledu výroby či pozdější smontovatelnosti. Druhým důvodem může být, že společnost odebírá podobný materiál prakticky o stejných vlastnostech. V obou případech dochází k pozdějšímu dialogu se zákazníkem, kdy jsou mu navržena alternativní řešení. V ideálním případě k těmto procesům nedochází a materiál je rovnou schválen. Tato část přípravy je v kompetenci technologa v podniku Banes s.r.o.

V této fázi také dochází k hrubé přípravě technologického postupu výroby dílce a to z důvodu budoucích částí přípravy výroby, pro které slouží jako podklad. Tato činnost je opět v kompetenci technologa, v tomto případě stejného člověka.

Nářadí, měření a měřidla

Tyto dvě kategorie jsou si velice podobné, a proto zde budou spojeny do jednoho odstavce. V reálném případě za každou oblast však zodpovídá jiná osoba.

Zde se řeší, zda je dílec vyrobitelný (kontrolovatelný) se standardním nářadím, které je v podniku k dispozici nebo je nutné toto nářadí objednat. Zvláště v oblasti nářadí se jedná o významnou a složitou činnost. Je nutné si uvědomit, že určité konstrukční prvky lze vyrobit i s komunálními nástroji, nicméně se speciálním nářadím může docházet k významným časovým úsporám. Provádí se tedy analýza úspor. Dále je také nutné zvážit množství nářadí k požadovanému objemu výroby, popřípadě i k budoucí výrobě. Výsledkem této části přípravy výroby je buď schválení anebo návrh objednávky speciálních nástrojů, nářadí či měřidel.

Výroba

Nyní je třeba vytvořit přesnou technologii výroby. V první řadě vybrat nejvhodnější množinu zaměnitelných pracovišť, na kterých bude dílec vyráběn. To je určeno podle velikosti dílce. Dále je dílci vytvořen přesný technologický postup, pro který se bude v budoucnu na pracovišti psát NC program. Ten je psán v okamžiku, kdy započne výroba.

V tomto kroku je však nutné odhalit možné komplikace při výrobě dílu, aby nedošlo ke zbytečnému objednání materiálu a pokusům o výrobu.

Kooperace

Velký podíl dílců, které jsou vyráběné, neputuje rovnou k zákazníkovi, ale ještě před tím na další zpracování, které není možné v podniku Banes s.r.o. pokrýt. Jedná se vždy o jeden ze způsobů povrchového zpracování, typicky kalení, nitridace apod.

Dochází tedy k jednání s třetí stranou o kooperaci a jejích podmínkách. Důležitým faktorem je cena za technologickou dávku. Ta dále ovlivní počet vyráběných dílců.

Balení a expedice

V některých případech zákazník požaduje speciální obaly na vyráběné dílce. Společnost samozřejmě těmto požadavkům vyhoví, nicméně musí být předem stanoveny parametry obalů.

Změna požadavků se řeší právě v tomto kroku. Výsledné balení dílců je pak naplánováno ještě před započítáním samotné výroby.

Po řádném vyplnění formuláře přípravy výroby dochází ke standardnímu zaplánování. To je u všech zakázek identické. Popsáno je v následující kapitole, tedy přijetí zakázky opakující se výroby.

1.4.2 Přijetí zakázky opakující se výroby

Ještě než je zakázka zaplánována, dochází ke kontrole dílce. To, že byl dílec v minulosti vyráběn, neznamená, že ze strany zákazníka nedošlo ke konstrukčním změnám. Jsou tedy kontrolovány hlavní konstrukční prvky dílce a jeho materiál. V případě, že došlo k zásadním změnám, je nutné provést přípravu výroby a to stejným způsobem, jak bylo popsáno v předchozí kapitole.

V případě, že jsou veškeré informace potřebné k výrobě známy, jedná se o termínu zakázky. Ten primárně určuje zákazník, nicméně může být po vyjednávání pozměněn tak, aby vyhovoval oběma stranám.

Následuje zaznamenání veškerých potřebných údajů do informačního systému, ze kterého se vygeneruje výrobní průvodka.

1.4.3 Velikost dávky

Ze samotné podstaty zakázkové výroby, dávky nejsou v podniku počítány na základě matematických vztahů a odvození, jak je uvedeno dále v teorii, ale pomocí požadavků a dále různých odhadů. V Banesu existuje primární snaha vyrábět vždy množství dílců, jaké požaduje zákazník. Někdy je však možnost optimalizovat, pak jsou zohledněny následující faktory. Prvním je opakovanost výroby, daná rámcovými smlouvami. V případě, že výroba probíhala v minulosti a existují odhady, že probíhat bude i v budoucnu, může dojít například k výrobě násobného množství (například jednou tolik). Další případ může nastat, pokud výrobní postup obsahuje operaci, při které se zpracovává více kusů. Typicky jsou to technologické operace, při kterých se mění mechanické vlastnosti dílce. Zde má dávka buď velikost technologické dávky, nebo její násobek.

Závěrem k této kapitole nutno říct, že velikost dávky je vždy stanovena ručně právě ve fázi zaplánování výrobního úkolu. Její velikost je převážně shodná s počtem dílců, které požaduje

odběratel. Skutečný počet vyrobených dílů však nemusí odpovídat naplánované velikosti dávky.

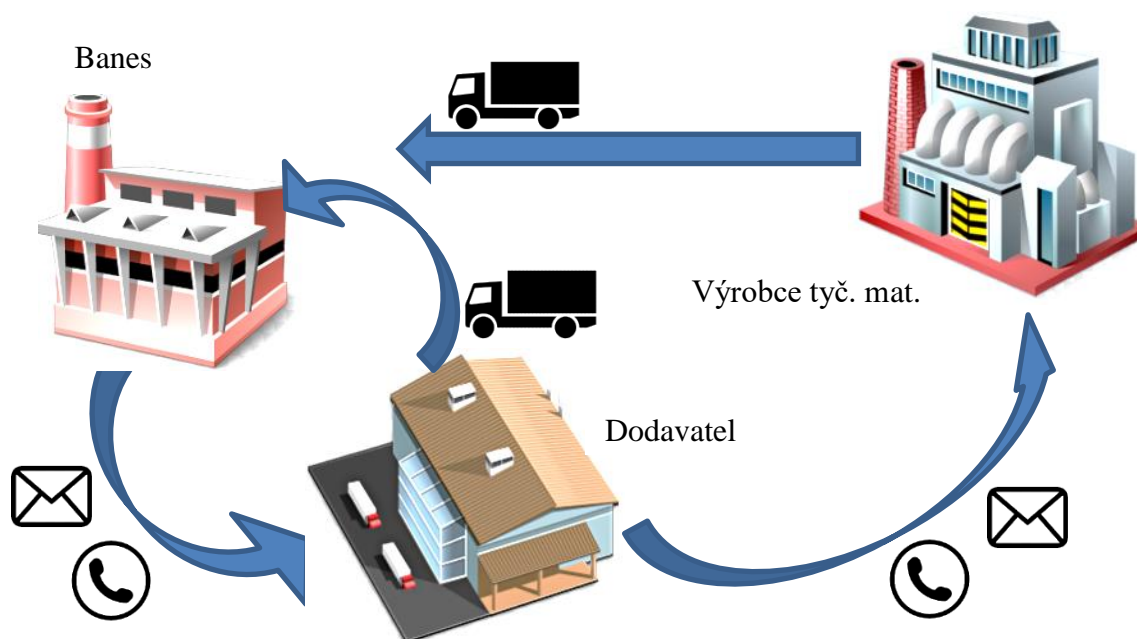
1.4.4 Nákup materiálu

Nákup materiálu ve společnosti obstarává pověřená osoba. Požadavek na množství materiálu je vygenerován na základě potřeby materiálu k zakázce, která je zadána do informačního systému. Výpočet množství pak probíhá v souladu s MRP metodikou. Ta je jednou z funkcionalit zdejšího informačního systému (Dialog 3000S).

Materiál je objednáván pro celou týdenní dávku úkolů přibližně od pěti dodavatelů. Primární snaha objednávání materiálu je od co nejnižšího počtu dodavatelů z důvodu ulehčení práce a množstevních slev.

Mezi člověkem, který má na starost objednáváním materiálu a dodavatelem vzniká komunikace. Ve většině případů je dodavatel okamžitě schopen uspokojit dodání materiálu.

V některých případech však dodavatel není schopen okamžitě dodat. Opět vzniká komunikace, zdali společnost potřebuje dodávku spěšně či nikoliv. Pokud ne, dodavatel tento typ materiálu dodá s následující dodávkou, která probíhá každý týden. V opačném případě dodavatel dále komunikuje se svým dodavatelem (výrobna tyčového materiálu), jestli není možné konkrétní typ materiálu doručit zvlášť do Banesu.



Obrázek 1-10 Komunikace mezi spol. Banes a dodavatelem [vlastní zpracování]

1.5 Operativní plánování a uvolňování zakázek do výroby

V této podkapitole bude uvedena první úroveň plánování. Jedná se o krátkodobé plány na dílenské úrovni.

Standardně se uvolní jednou týdně množina přibližně padesáti úkolů. Ty jsou později přiřazeny šedesáti číslicově řízeným strojům, které jsou obsluhovány přibližně deseti až třinácti pracovníky. Data dodání jednotlivých objednávek jsou různá. Pohybují se od nutnosti zařazení do výrobního procesu do několika dnů až po měsíce čekání ve frontě, než je nutné je zpracovat nebo než pro daný úkol přijde specifický materiál, jehož dodání taktéž může být i v řádech měsíců.

1.5.1 Standardní situace

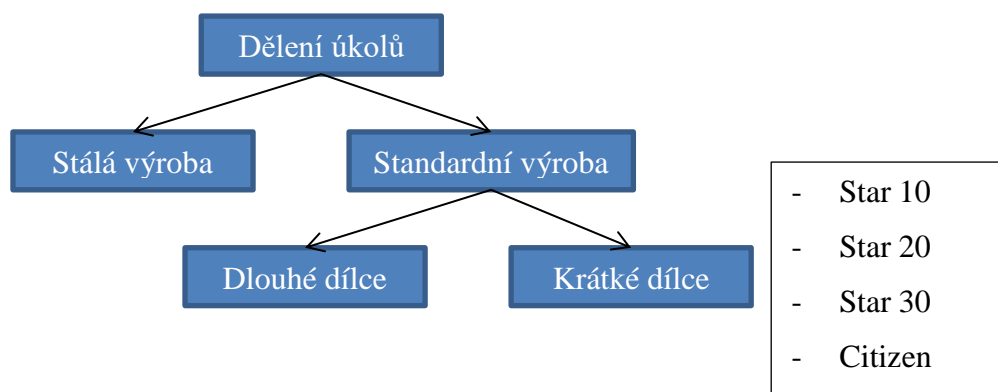
Zde je uveden postup operativního plánování v případě, že nedochází k nestandardním okolnostem, tedy takové plánování, jež pokryje přibližně 80% příchozích zakázek. Situace, které jsou výjimečné, budou popsány v následující kapitole.

1. etapa - třídění

Z hlavního plánu výroby je uvolněna množina (dávka) výrobních úkolů. Každý z těchto úkolů představuje výrobní dávku, která má svá specifika. V této fázi je třeba ještě dodat, že k objednání materiálu došlo již před uvolněním dávky výrobních úkolů.

Úkoly jsou následně tříděny pracovníkem, který má na starost tento druh plánování. První třídění spočívá v oddělení „nekonečných“ sérií od ostatních úkolů. Dílcům vyráběným ve velkých objemech se nepřisuzují nová pracoviště, ale pouze se zadá příkaz k výrobě další dávky na strojích, kde již byly tyto dílce vyráběny. Dále se jimi nebudeme zabývat.

Druhým krokem je rozdělení krátkých dílců od dlouhých. Toto dělení se provádí z důvodu výrazného usnadnění seřízení stroje a úspory času daného seřizovače. Dílce delší než 100 mm jsou považovány za dlouhé. Dále se u krátkých dílců řeší průměr. Ten je řešen z hlediska zaměnitelnosti jednotlivých pracovišť. Zaměnitelnost strojů je popsána v samostatné kapitole 1.6.2. Výsledkem těchto rozdělení je množina úkolů přiřazená k jednotlivým navzájem zaměnitelným pracovištím seřazených do front (chronologicky). Nicméně pořadí jednotlivých úkolů v tuto chvíli není závazné. Jednotlivé výrobní příkazy jsou založeny do určených boxů. Zde zůstávají až do druhé etapy.



Obrázek 1-11 Schéma dělení úkolů [vlastní zpracování]

2. etapa – vytvoření pořadí u jednotlivých pracovišť

V tomto kroku je vytvořena fronta výrobních úkolů na jednotlivých pracovištích. První částí je zjištění rozpracovanosti výroby a front na skupinách zaměnitelných strojů. To probíhá prostřednictvím obchůzky plánovače. Díky získané aktuální znalosti front a dílců, které jsou dříve v pořadí, lze daný výrobní úkol správně umístit na vhodné pracoviště. Zde jsou vyjmenovány důležité aspekty, kterými se přiřazení úkolu ke stroji plánovač řídí.

- Termín dokončení,
- typová podobnost předchozího dílce,
- délka výrobní dávky,
- materiál předchozího dílce,
- zkušenost seřizovače.

Přiřazení výrobní zakázky ke konkrétnímu pracovišti je provedeno následujícím způsobem. Výrobní příkaz je umístěn do přihrádky, která patří danému pracovišti a zároveň dojde k zapsání úkolu na listinu přímo na stroji.

Vytvoření pořadí na základě pouze těchto parametrů opět nemusí být definitivní, jelikož do výroby mohou vstoupit také nestandardní události.

Z předešlého textu vyplývá, že pořadí je vytvořeno na základě schopnosti a zkušeností plánovače výroby. I v této části výsledné pořadí nemusí být zcela definitivní. Nicméně změny v pořadí už probíhá minium.

3. etapa – požadavek na dostupnost materiálu a jeho vychystání do meziskladu

S dostatečnou časovou rezervou vzniká dotaz, jestli je materiál k dispozici. Standardně je tato doba jeden pracovní den dopředu. Opět jsou plánovačem sledovány fronty před pracovišti, podle kterých se materiál uvolní ze skladu na mezisklad. Dotaz směřuje na skladníka tím způsobem, že jsou mu předány výrobní průvodky, pro které je třeba materiál vychystat. Když je dotaz na materiál skladníkem zaznamenán, dochází ke kontrole disponibilního materiálu na skladu. V případě, že materiál není k dispozici, dochází k jeho objednání. V tomto případě se mění pořadí jednotlivých úkolů. V opačném případě dochází ke čtvrté etapě.

4. etapa – převoz materiálu do meziskladu

Závěrečnou etapou je převoz materiálu ze skladu do výrobního meziskladu. Každý materiál je označen šarží, která je dodatečně zaznamenána do výrobního příkazu. Tímto způsobem je materiál, který byl použit při výrobě konkrétní dávky dílců, snadno dohledatelný k případným reklamacím. Výrobní příkaz je dále označen a předán do kanceláře plánovače, kde čeká ve frontě s ostatními úkoly, pro které už je materiál připravený.

1.5.2 Nestandardní situace

V operativním plánování a denním rozvrhování do výroby dochází k situacím, které nelze úplně algoritmicke vyhodnotit, ale je nutné tyto zakázky zařadit do plánu. Za zařazení těchto zakázek je odpovědný plánovač, který je vhodně integruje spolu s ostatními zakázkami do operativního plánu. Výčet všech abnormalit dalece přesahuje tento text, proto jsou zde uvedeny pouze nejčastější a nejdůležitější situace.

Specifika a plánování přesčasových prací

S ohledem na dostupnost strojního parku a možnosti vícestrojové obsluhy přijímá společnost zakázky v takovém rozsahu, že je zde zavedena víkendová směna. V podniku jsou přibližně dva až tři seřizovači od pátečního odpoledne až do pondělního rána. Není samozřejmě v jejich silách obstarat celý strojní park po celou dobu víkendu při běžně naplánovaném chodu systému. Proto je zde plánována víkendová směna jiným způsobem. Dochází k obsluze až 26 strojů, kterým je přiřazena výroba dílců. Výrobní úkoly vhodné pro víkendové a noční práce se shromažďují již během týdne. Tyto úkoly musí být pro obsluhu a seřizovače menší časovou náročnost. Konkrétní specifika těchto prací jsou uvedena v následujících bodech.

- **Materiál** – veliký vliv na složitost výroby má použitý materiál. Primárně se na víkend plánují práce, při kterých dochází ke zpracování měkkých materiálů. Jsou myšleny materiály mající vhodné vlastnosti tvorby třísky a příliš neotupující břitové destičky, typicky mosaz či automatová ocel. Tím je snížen počet nutných výměn nástroje a nádob na odpad (třísky).
- **Nutnost kontroly** – dílce, které vyžadují 100% kontrolu, jsou pro přesčasovou práci velice nevhodné. Obsluha je při výrobě takového dílce vázána na kontrolu u jednoho pracoviště a možnost obsloužit více strojů tak rapidně klesá. Vhodné jsou tedy dílce, kterým stačí pouze kontrola namátková.
- **Velikost** – další vlastností, kterou by dílec plánovaný na víkendovou směnu měl mít, je počet kusů vyrobených z plného zásobníku materiálu na stroji. Časté zakládání materiálu do zásobníků zbytečně vytěžuje obsluhu strojů.
- **Možnost výroby na sklad** – je obvyklé, že na stroji se během víkendu vyrábí jeden typ dílce. Téměř nikdy není požadované vyráběné množství vyrobeno přesně v pondělí ráno, ale už dříve. Výroba se nechává „doběhnout“. Více je tento bod rozepsán v následujícím odstavci „noční směny“, kde je na něj kladen větší důraz.

Je samozřejmé, že ani úkoly, které se při víkendových směnách provádí, nesplňují všechny uvedené vlastnosti. Hledá se vždy kompromis mezi nimi, popřípadě i mezi dalšími specifiky, které daný úkol vlastní.

Další přesčasové práce jsou noční směny. U noční směny platí veškeré body, jako u víkendové směny, je však především kladen důraz na zakončení dávky. Není žádoucí, aby výroba skončila například již ve dvě hodiny ráno. Této události však není možné se plně vyhnout a proto je řešena následujícím způsobem. V té době je sice na místě seřizovač, který by mohl provést přetypování stroje, nicméně k dispozici není kontrolor, který má za úkol zkontrolovat první kusy a dát souhlas k započetí nové dávky dílců. Stroj tedy pokračuje dále ve výrobě dalších dílců stejné dávky, které jsou vyráběny na sklad. Takto vyrábět je však možné jen v případě, že se jedná o opakující se zakázky. Z toho plyne východisko, že se nočním směnám primárně přiřazují opakující se zakázky a velice často zde dochází k výrobě na sklad. Vzhledem k povaze dílců výroba na sklad není škodlivá.

Využití skladových zásob a plánování výroby na sklad

V předešlé kapitole byl popsán jeden ze způsobů, jakým se hotové dílce dostanou na sklad, kde nečekají na okamžitý transport, ale jsou uskladněny. Je nutné podotknout, že v předešlém případě šlo o vedlejší efekt. V tomto odstavci bude popsáno, jakým způsobem dochází k výrobě na sklad a čerpání skladového množství hotových dílců.

V podniku Banes s.r.o. se primárně snaží na sklad nevyrábět. Jediný případ, kdy k tomu může docházet, je při snaze o statické a hospodárné vyřízení kapacit. Chvíle, kdy stroj nemá přiřazenou zakázku, nastávají zřídka.

K plánování výroby na sklad nebo čerpání skladového množství dochází již při přijímání nové zakázky na zboží, které se ve výrobě opakuje. Společně se zanesením obchodního případu do informačního systému vzniká dotaz na disponibilní množství daného dílce. Zde mohou nastat dvě události. Množství disponibilního množství je pod množstvím daným zakázkou a musí se vyrobit rozdíl v požadovaném a disponibilním množství. Nevyrábí se celá dávka. Druhou možností je, že skladová zásoba disponibilního množství daného dílce bude dostatečná. Dojde tedy ke spotřebování dílců na skladě, jejich ponížení v informačním systému a následného možného vyrobění dávky dílců opět na sklad. Pokud výroba probíhá, nemusí nutně probíhat k danému termínu zakázky, ale ve chvíli, kdy je to hospodárné. Tímto způsobem dochází ke statickému zatížení pracovišť. Je obvyklé, že výrobní příkaz vstupuje do operativního plánu těsně před datem dodání nebo pokud je stroj méně vytěžován. Dále je výrobní příkaz označen, aby bylo jasné, že se jedná o výrobu na sklad. Proto plánovač nebere datum dodání ve výrobní průvodce jako prioritu a úkol je zařazen podle dalších již zmíněných priorit.

Prioritní přeskočení ve frontě

V některých případech může nastat, že jeden výrobní úkol přeskočí ostatní úkoly, tedy dostává vyšší prioritu. To je především způsobeno přijetím urgentní zakázky. Před přijetím takové zakázky je však nutné nejen kontrolovat možnost samotné výroby, ale také dopad na ostatní výrobní úkoly ve frontách na jednotlivé skupiny strojů. Tím, že je operativní plán vytvářen ručně, nemusí být pořadí operací vždy optimální například z pohledu nutnosti skladování a podobně, nicméně další zásahy, jako jsou změna plánu či regenerace, se provádějí opět ručně, systém je tak pružnější a změny časově méně náročné.

V případě přeskočení úkolů ve frontě je velice důležitý faktor datum dodání zakázky. Ostatní zakázky, které jsou již naplánované a přiřazené na určitý stroj mají z tohoto hlediska stejnou

prioritu. Hledá se pak takový stroj, popřípadě více strojů, kterému byl přiřazen úkol, který nemá vysokou časovou prioritu i za cenu velice složitého přetypování pracoviště. Může tedy dojít k tomu, že na stroji, který je primárně určen pro krátké dílce o průměru 30 mm, se bude vyrábět dílec dlouhý s podstatně nižším průměrem. Přetypování stroje je v tomto případě tak časově náročné, že k tomuto jevu dochází pouze v případě urgentní výroby dílců, jejichž cena odpovídá výrobě a složitosti zásahu do celého systému plánování a řízení.

Za zmínku také stojí vyjmutí pracovního úkolu z fronty. K tomu dochází z důvodů vhodnosti výrobního úkolu pro víkendovou práci. Po vyjmutí úkolu se typicky dále pořadí nemění.

Chybějící nástroj nebo materiál

V případě zjištění chybějícího materiálu či nástroje (ve třetí etapě plánování) dochází k přesunutí výrobního úkolu na později. Úkoly, které měly následovat, se tedy posunou o místo dopředu. Dále je však vzhledem k blížícímu se datu dodání nutné urgovat zajištění chybějícího materiálu či nástroje. V okamžik, kdy je vše k dispozici, se regeneruje pořadí ve frontě na daném pracovišti.

1.6 Zaměnitelnost strojů a pracovníků

Dílce, které jsou zde vyráběny lze vyrábět různými technologiemi, na různých strojích a různou obsluhou. Nicméně na strojích o stejné technologii nemusíme být schopni dílce vyrobit. Stejně tak obsluha nemusí být schopná daný typ stroje obsloužit. V této podkapitole bude vysvětleno, jakým způsobem jsou tyto informace zaznamenány v podniku Banes s.r.o.

1.6.1 Strojový park [5]

Zde budou zahrnuty pouze výrobní stroje, nikoliv měřicí. Nelze jmenovat všechny druhy strojů a jejich specifika, ale pro ujasnění rozsahu budou uvedeny následující tabulky, stroje tak budou rozděleny do tří skupin, CNC obráběcí stroje, vačkové stroje a dokončovací stroje.

Tabulka 1 CNC obráběcí stroje [vlastní tvorba]

CNC OBRÁBĚCÍ STROJE	počet
Dlouhotočné dvouřetenové sedmiosé automaty	
CNC soustruh STAR do \varnothing 32 mm	40
CNC soustruh CITIZEN do \varnothing 22 mm	3
CNC soustruh GOODWAY do \varnothing 22 mm	1
Dvouřetenové dvanáctiosé centrum	
CNC centrum QUICKTECH do \varnothing 42 mm	1
Jednovřetenové dvou, tři a čtyřosé automaty	
CNC soustruh GOODWAY do \varnothing 30 mm	13
CNC soustruh DAEWOO do \varnothing 48 mm	1
Vertikální frézovací centrum čtyřosé	
FANUC ROBODRILL	1
TOPPER	1

Tabulka 2 Vačkové obráběcí stroje [vlastní tvorba]

Vačkové obráběcí stroje	počet
jednovřetenové dlouhotočné automaty	
TRAUB TORNOS do \varnothing 10 mm	28

Tabulka 3 Dokončovací obráběcí stroje [vlastní tvorba]

Dokončovací obráběcí stroje	počet
CNC protahovací stroj s automatickým cyklem CHI-050C	1
Protahovací stroj s ruční obsluhou	1
Soustružnické dvouřetenové dokončovací poloautomaty	3
Bezhrotá bruska (centerless)	1
Válcovačka závitů	2
Frézky, soustruhy dokončovací, vrtačky, brusky na plocho	30

1.6.2 Zaměnitelnost strojů

Stroje uvedené v tabulce 1 je možné do jisté míry zaměňovat mezi sebou. Znalost zaměnitelnosti je velice důležitá především pro plánovače, který na ně rozvrhuje jednotlivé výrobní úkoly. Primárně jde o přiřazení úkolu ke stroji. Někdy však dochází k nečekaným změnám a je třeba zakázku zpracovat na stroji, ke kterému by nebyla za normálních okolností přiřazena. Některé z důvodů již byly uvedeny. Pracovník, jenž provádí denní plánování, zná možnosti jednotlivých strojů a je schopný z množiny možností vybrat tu nejehospodárnější. Vzhledem k neustále rostoucímu se počtu strojů a možnosti absence tohoto pracovníka však existují podklady, ve kterých jsou graficky zaznamenány informace o všech možnostech

zaměnitelností strojů. Řeč je o takzvané *matici zastupitelnosti stroje*. Ukázka matice je na obrázku číslo 1-12 a celá matice zastupitelnosti je v příloze č. 1.

BANES
S O B Ě Š L A V

MATICE ZASTUPITELNOSTI - STROJNÍ PARK

Pracoviště: **CNC soustružení**

Stroj / Stroj zaměnitelnost po řádcích	01 - GOODWAY GLS-200	02 - GOODWAY GLS-150	03 - GOODWAY GLS-150	04 - GOODWAY GLS-150	05 - GOODWAY GA-2600	06 - GOODWAY GLS-200	07 - GOODWAY GLS-200M	08 - GOODWAY GLS-150	11 - DAENCOO LYNEX20	13 - GOODWAY TA-100	14 - GOODWAY GLS-200Y	16 - GOODWAY GLS-150	17 - GOODWAY TA-100	20 - GOODWAY TA-100	01 - STAR SR-10J type C
01 - GOODWAY GLS-200	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
02 - GOODWAY GLS-150	◐	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
03 - GOODWAY GLS-150	◐	◐	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
04 - GOODWAY GLS-150	◐	◐	◐	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
05 - GOODWAY GA-2600	◐	◐	◐	◐	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
06 - GOODWAY GLS-200	◐	◐	◐	◐	◐	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐

Obrázek 1-12 Matice zastupitelnosti – strojní park [interní dokument]

Matice má v řádcích a sloupcích uvedeny všechny stroje ze strojního parku o dané technologii. Pokud vznikne požadavek na výměnu určitého stroje, tak se nalezne v příslušném **řádku**. Dále se sleduje možnosti zastoupení na dalším stroji. Zastupující stroj se vyhledá v příslušném **sloupci**. Ve spojnici daného řádku a sloupce tak vznikne pole, které nese informaci o vzájemné zastupitelnosti dané dvojice strojů. Samotná zastupitelnost má pět úrovní.

- Stroje nezaměnitelné – pole je prázdné
- Stroje výjimečně zaměnitelné – pole z $\frac{1}{4}$ vyplněné
- Stroje zaměnitelné s omezením – pole z $\frac{1}{2}$ vyplněné
- Stroje zaměnitelné s mírným omezením – pole ze $\frac{3}{4}$ vyplněné
- Stroje plně zaměnitelné – pole je kompletně vyplněné

Důvody konkrétních omezení zaměnitelnosti jsou různé, příkladem může být, že nejsou k dispozici vhodné nástroje, nářadí apod.

Pro úplnost výkladu je uveden příklad zaměnitelnost.

02 – GOODWAY GLS-150 je zaměnitelný s mírným omezením s 05 – GOODWAY GA-2600

1.6.3 Zaměnitelnost pracovníků

Stejně jako nejsou zcela zaměnitelné stroje, tak nejsou zcela zaměnitelní pracovníci. Důvodem bývají zaškolení u různých strojů, zručnost a především zkušenosti daného seřizovače.

Podklad pro zastupitelnost pracovníků je opět vytvořen jako dvojrozměrné pole. Řádky jsou vyplněny jmény jednotlivých seřizovačů a obsluh a sloupce typem stroje, pro který mají či nemají kompetenci k obsluze.

Pole ve spojenci daného řádku a sloupce je opět graficky rozděleno do pěti úrovní.

- Zaměstnanec bez kompetence, nezaškolen – prázdné pole,
- zaměstnanec byl zaškolen pro provádění, pracovních operací, schopen provádět základní úkony, nezbytný dozor a kontrola – pole ze $\frac{1}{4}$ vyplněné,
- zaměstnanec zcela proškolen, je schopen samostatně provádět základní úkony – pole ze $\frac{1}{2}$ vyplněné,
- zaměstnanec zapracován, kompetentní – pole ze $\frac{3}{4}$ vyplněné,
- zaměstnanec je odborníkem ve své profesi, plná kompetence, schopen zaškolovat ostatní zaměstnance.

MATICE ZASTUPITELNOSTI

Pracoviště: CNC soustružení

Pracovník / Stroj			GOODWAY GLS-200	GOODWAY GLS-150	GOODWAY GA-2600	GOODWAY GLS-200	GOODWAY GLS-200M	DAEWOO LYNX220	GOODWAY TA-100	GOODWAY GLS-200Y	GOODWAY TA-100	STAR SB-16 type E	CITIZEN A20	STAR SB-20 type G	STAR SB-16 type D
Příjmení a jméno	os. číslo	funkce													
Bočánek Milan	015	seřizovač	●	●	●	●	●	●	●	●	●	⊕	⊕	⊕	⊕
Bočánek Vladimír	013	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Bureš Jakub	069	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Čáp Miloslav	026	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Částlavský Miroslav	045	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

Obrázek 1-13 Matice zastupitelnosti – pracovníci [interní dokument]

Kompletní dokument se zaměnitelností pracovníků v příloze 2.

1.7 Průběh výroby

Výroba volně navazuje na plánování úkolů, respektive na čtvrtý krok, při kterém dochází k transportu materiálu na mezisklad.

1.7.1 Přiřazení úkolu na konkrétní stroj konkrétnímu seřizovači

V okamžiku, kdy je na stroji ukončen výrobní úkol jednoho dílce, provede obsluha stroje operace spojené se zakončením dávky. Dále se dostaví do kanceláře plánovače, kde je množina výrobních úkolů, pro které je vše potřebné k dispozici. Z nich si seřizovač vybere úkol, jenž byl v minulosti přiřazen danému stroji. Pokud je více strojů k dispozici, vybere si podle svých zkušeností s podobným typem dílců.

1.7.2 Výrobní dokumentace

Výrobní průvodka

Doposud veškeré informace byly přenášeny pomocí průvodek. Ty jednoznačně definují jednotlivé výrobní úkoly, především tedy kolik dílců se má vyrábět, z čeho a kdy mají být dodány. Ke konkrétní výrobní průvodce je přiřazen materiál ze skladu a také pracoviště, kde bude tento materiál zpracován. Průvodka společně s výkresem, který obsahuje, je odnesena na pracoviště. Nyní je třeba ukázat, jaké informace a jakým způsobem jsou ve výrobní průvodce zaznamenány.

Výrobní průvodka		Strana 1 z 1				
Č. plánu: 1106493 1		8:15 31.01.2017				
Produkt: 3710-1700-01 Výkres: 3710-1700-01 2		Počet: 4 500 ks 3				
Název 1: Podložka tlumiče plamene		Termín: 30.12.2016 4				
Zakázka: 0252-11625663 Obj.zák.: 30/11/2016		Balící předpis:				
Zákazník: Česká zbrojovka, a.s.		Typ obalu:				
Materiál						
Sklad	Č. artiklu	Název artiklu	Množství Jedn. Šarže materiálu			
MA01	TKR-18-12-666	Tyč kruhová 18h9 materiál 12060.3	35,95644 kg	5.1.		
Operace						
Č.op.	Pracoviště	Popis činnosti	KS oper.	Strojní čas	Normočas	Č. programu
005	STAR20	seřízení	4 500	120,00 min	0,00 min	
010	STAR20	soustružit hotově	50	21,00 s	0,00 s	
020	MECHANIK	vysít na pákovém lise	4 500	60,00 s	0,00 s	
vysít o 1,5mm (přípravek)						
030	KOOP-TZ	kalit popustit 400°C 60min	4 500			
040	KOOP-PÚ	fosfát Mn	4 500			

Obrázek 1-14 Výrobní průvodka [interní dokument]

Výrobní průvodka, obrázek číslo 1-14, je tvořena jednotlivými poli, do kterých jsou zaneseny následující informace.

1. Číslo plánu, toto číslo jednoznačně určuje daný výrobní úkol. Je generováno informačním systémem přírůstkovým způsobem, tak jak jednotlivé zakázky přicházejí do systému. Posloupnost čísel nemá hlubší význam, tedy nic neříká například o výrobní technologii, o zařazení dílce v kusovníkové struktuře a podobně.
2. Toto pole je věnováno vyráběnému dílci. Je zde uvedeno číslo daného produktu, které koresponduje s označením výkresu, to je zde také uvedeno. Pro úplnost údajů je také uveden název dílce.
3. Velikost vyráběné dávky je určena počtem kusů, které je zde uvedeno. Počet zde uveden už byl navýšen o možné vyrobení zmetků. Jakým způsobem a v jaké fázi je navyšován, bylo vysvětleno v kapitole přijetí zakázky.
4. Uvedené datum je termín, kdy musí být dílce doručeny zákazníkovi.
5. V tomto poli jsou veškeré důležité informace o materiálu, který je použit na výrobu dávky dílců. Je uvedeno umístění materiálu ve skladu, jeho označení a název. Proto,

aby skladník věděl, kolik materiálu je třeba vychystat do prostoru meziskladu, tak je uvedeno jeho množství.

- 5.1. Šarže materiálu je velice důležité pole v souvislosti s možností pozdějších reklamací dílců. Není samozřejmostí, že jeden dodavatel bude dodávat materiál o naprosto stejném chemickém složení a mechanických vlastnostech. Konkrétnímu dodanému balíku materiálu je přiřazen certifikát, kde se uvádí vlastnosti materiálu a také číslo šarže materiálu. Právě toto číslo je skladníkem ručně dopsáno do výrobní průvodky paralelně s převozem daného materiálu na mezisklad.
6. Posledním hlavním polem je popis operací. Zde je uvedeno jejich pořadí, název skupiny zaměnitelných pracovišť a jednoduchý popis dané operace. Dále jsou zde uvedeny časové údaje. Strojní čas znamená doba jednoho cyklu operace na jednom stroji. V případě normočasu je to taková doba, od kdy je dílec výdělečný. Doba normočasu by měla být nižší než doba času strojního. Na obrázku 1-14 je doba normočasu nulová, to vzniklo tím, že jednoduše nebyla zanesena do informačního systému. Nutno podotknout, že tento údaj nehraje pro výrobu žádnou roli.
- 6.1. Pole označené modře se v provozu na tištěné průvodce označuje zvýrazňovacím fixem, jelikož se jedná o kooperace. Krom zvýraznění lze kooperaci rozeznat tak, že je v poli pro pracoviště uvedeno KOOP.

Bednový lístek

Dílce vyrobené na stroji pro danou výrobní průvodku dále v bednách pokračují na další pracoviště nebo sklad. Aby nedošlo ke ztrátě informací o daných dílcích, je do bedny také umístěn bednový lístek, obrázek 1-15. Na něm jsou uvedeny následující informace, které korespondují s údaji na výrobní průvodce.

<div style="border: 1px solid red; display: inline-block; padding: 2px;">1</div> Bednový lístek 1106493		
		
>MECH<>KOOP-TZ<>KOOP-PÚ<		
Číslo dílu:		<div style="border: 1px solid red; display: inline-block; padding: 2px;">2</div> 3710-1700-01
Název dílu:		<div style="border: 1px solid red; display: inline-block; padding: 2px;">3</div> Podložka tlumiče plamene
Zákazník	<div style="border: 1px solid red; display: inline-block; padding: 2px;">4</div> Česká zbrojovka, a.s.	Č. obj.: 30/11/2016
Datum:	Počet ks:	Balil:
<div style="border: 1px solid red; display: inline-block; padding: 2px;">5</div>	 Podpis:

Obrázek 1-15 Bednový lístek [interní dokument]

Nyní následuje popis informací uvedených na bednovém lístku.

1. Společně s pátým polem nejdůležitější údaj. Zde je totiž uvedeno číslo plánu, které koresponduje s výrobní průvodkou, a tak je možné dílce jednoznačně přiřadit k zakázce.
2. Číslo dílu nese přesnou informaci o vyráběném artiklu. Vzpomeňme si, že tento údaj také koresponduje s číslem výkresu.
3. Pole s názvem vyráběného dílu.
4. Zde je uveden zákazník, ke kterému dílce budou putovat. Body 2, 3 a 4 jsou spíše informativní, než aby byly vyloženě zásadní. Nicméně urychlují činnost expedice a proto jsou na bednovém lístku uvedeny.
5. Poslední pole nese informaci o přesném datu výroby a také o počtu kusů dílců v jedné bedně. Počet se však neudává, jelikož ne vždy je obsluha stroje schopná tento počet přesně zjistit. Aby však byl dodán požadovaný počet dílců zákazníkovi, jsou dílce před balením váženy a baleny po definovaném množství. V poslední řadě je v tomto poli také podpis obsluhy, která měla výrobu dílců na starost.

1.7.3 Seřízení

Seřízení stroje probíhá kvalifikovanou obsluhou či seřizovačem stroje. Důležité je, aby pracovník seřizoval stroj, který je v jeho kompetenci. Pracovníci ve společnosti jsou motivováni, aby si sami kontrolovali, který stroj seřizují a obsluhují. Navíc vše probíhá

s odsouhlasením plánovače výroby, který zná matici zastupitelnosti pracovníků nebo ji má k dispozici.

Samotné seřízení stroje nelze k jeho různorodé povaze nikdy přesně popsat. Nastavuje se celá řada parametrů přes upínací kleštiny, speciální nástroje podavače materiálů a podobně.

NC program je v případě opakované výroby stejného dílce nahrán z databáze. Jestliže dílec doposud nebyl vyráběn, je třeba program obsluhou vytvořit a nahrát do databáze. Zde je veliký důraz kladen na kontrolu prvních kusů. Typicky se vyrábí dávka o velikosti řádově desítek kusů, které se měří a kontrolují, jestli je celkové nastavení stroje optimální.

NC kód je možné i nadále různě aktualizovat. Pracovníci jsou dokonce motivováni ke zlepšování kódů. Někdy dochází k časové úspoře, nicméně obráběcí podmínky velice ovlivňují trvanlivost nástrojů a také kvalitu dílce.

1.7.4 Kontrola ve výrobě

Během výroby dílců dochází ke kontrole. Její intenzita je především závislá na požadavcích zákazníků. Kontrola je stoprocentní, namátková a periodicky se opakující.

U dílců, kde je požadována vysoká přesnost a shoda, je prováděna kontrola funkčních rozměrů na každém dílci, který je vyroben. Samotnou kontrolu provádí obsluha daného stroje, a to přímo na pracovišti pomocí kalibrů. V případě nalezení zmetkového kusu se vyhodnocuje, zda se jedná o zmetek opravitelný či nikoliv. V každém případě je nutné seřídit stroj, aby opět vyráběl shodné dílce.

V případě námtkové kontroly je výběr dílců zcela náhodný. Tato kontrola probíhá přibližně pětkrát do jedné hodiny a je prováděna opět přímo na pracovišti obsluhou stroje. Během intervalu mezi kontrolami se vyrobí přibližně 7 až 10 kusů. Je předpoklad, že pokud první a poslední kus této podmnožiny dílců z dávky jsou vyrobeny přesně, tak i dílce vyrobeny mezitím jsou shodné.

Posledním typem kontroly, který zde probíhá, je kontrola cyklická. Obsluha je povinná vzít námtkou jeden dílec z každého stroje, který aktuálně obsluhuje a dojit ho přeměřit na metrologické pracoviště k tomu určené (SPC). Hodnoty z těchto měření jsou dále zaneseny do informačního systému. Pomocí těchto dat se sledují dlouhodobé trendy.

Za zmínku ještě stojí, že nutnost výměny nástroje je především zjištěna při námtkových kontrolách na pracovišti.

1.7.5 Návaznost operací

Některé z výrobních úkolů obsahují více než jednu výrobní operaci, to je patrné z grafu na obrázku číslo 1-3. V tomto případě je nutné řešit mezioperační přepravu a také možný vznik front na navazujícím pracovišti. Jen opravdu ve výjimečných situacích dílce tvoří frontu na navazujících (ve smyslu technologického postupu) pracovištích. Většinou jsou navazující operace charakteru jednoduchého ručního zpracování dílce. V takových to případech se zde návaznost operací z pohledu tvorby front nemusí řešit.

Někdy může být navazující operace takového charakteru, že dochází ke shromadnění dílců z více zakázek. Typickým případem může být praní dílců.

1.7.6 Mezioperační přeprava

Mezioperační přeprava je prováděna buď standardním způsobem nebo na základě požadavků zrychleného transportu či expedice.

Standardní způsob

Tato varianta se provádí jednou denně, vždy se začátkem směny. Pracovník, který má přepravu dílců na starost, objedná dílnu a naloží bedny s hotovými dílci na palety. V prostoru expedičního skladu jsou dále tyto bedny tříděny. Některé totiž putují na následující zpracování do vedlejší haly a některé dílce lze už jen vyprat a připravit k expedici. Dílce, které putují do vedlejšího závodu, jsou převáženy podnikovou dodávkou jednou denně. Tok materiálu mezi oběma dílnami je přirozeně obousměrný.

Zrychlený způsob

Některé zakázky ovšem mohou mít blízký termín dodání a je třeba výrobu těchto dílců urychlit. Je samozřejmé, že zpracování dílců nelze urychlit, nicméně lze urychlit právě transport dílců mezi pracovišti. V tomto případě dochází k převozu dílců či jiného materiálu dle požadavků samotné výroby. Dochází tak k nárazovému přetížení pracovníka, který obstarává převoz materiálu.

Dalším důvodem zrychleného převozu může být i to, že na následujícím pracovišti dojde zásoba práce. Tento důvod však může být spekulativní vzhledem k důsledkům, které plynou z Teorie omezení.

Dále je potřeba zmínit, jakým způsobem je zjištěno, zda je výrobek hotový nebo se má dopravovat na další pracoviště. Je dáno, že každá bedna je opatřena bednovým lístkem.

Na něm je uvedeno následující pracoviště. Pokud pracoviště není uvedeno, tak je výrobek hotový. Rozpoznání, zda je vyrobena celá dávka nebo její výroba stále ještě pokračuje, se provádí následujícím způsobem. V podniku je zaveden takový způsob, že průvodní listina opouští pracoviště společně s poslední bednou dílců. Tímto způsobem lze ve skladu na první pohled zjistit, zda je vyrobena celá dávka nebo série.

1.8 Souhrn

V první kapitole byl popsán podnik, čím se zabývá a komu co dodává. Proto, aby byly veškeré popisované procesy správně pochopeny, bylo nejdříve nutné přesně charakterizovat výrobní proces. Prvním způsobem, jakým byl popsán, je prostřednictvím zakázek, které jsou zde prováděny. Data ze zakázek byla zobrazena na obrázcích 1-3 až 1-5, popisují základní vlastnosti zakázek.

Následoval podrobný popis průchodu zakázky celým systémem. Přes všechny činnosti přijetí zakázky a její zadání do informačního systému. V této části bylo rozebráno, zda se jedná o výrobu dílce již vyráběného či nikoliv.

Další část patřila objednávaní materiálu. Zde jsme se dozvěděli, že materiál je objednávan ke konkrétním zakázkám v dávce jednou týdně. Právě v této části jednou týdně vznikne množina úkolů, kterými se doplní operativní plán a předá se plánovači.

Zde nastává nejobsáhlejší část popisu. Je zde uvedeno jakým způsobem se zakázky plánují, to znamená, jak se tvoří fronty před pracovišti. V rámci této části je také popsán strojový park a zaměnitelnost pracovníků. Dále současné priority, podle kterých se zakázky uvolňují do výroby.

Ve výrobní části procesu jsou popsány druhy kontrol a přechody z pracovišť. Nechyběl ani popis základních dokumentů, které nesou informace o vyráběných dílcích.

Největší pozornost byla věnována operativnímu plánování a uvolňování zakázek do výroby. Právě tomuto tématu se autor věnoval v předdiplomní praxi a nedostatky byly vyhledávány právě v této části. V první řadě nutno říci, že plánování neobsahuje jakýkoli závažný nedostatek, který by způsoboval ztráty nebo výrazné zpoždění zakázek. Dle autora práce se však za nedostatek považuje nejasná strategie rozhodování o uvolňování zakázek. To je prováděno na základě intuice plánovače. Z tohoto důvodu se může na první pohled zdát, že operativní plán se vytváří spíše formálně.

V návrhu opatření by měl vzniknout jasný model plánování, který za prvé musí vycházet ze současného funkčního stavu a za druhé musí poskytnout plánovači dostatek informací, aby se nejednalo pouze o intuitivní odhad vhodného okamžiku pro uvolnění dílce do výroby.

Vzhledem k tomu, že zde bylo řečeno velké množství informací z praxe, je třeba je podpořit o teoretický základ. Ten je rozveden v následujících kapitolách. V teoretické části textu budou také uvedeny informace, které jsou nezbytné ke stanovení budoucího modelu plánování.

2 Teorie plánování a řízení výroby pomocí IS

Než bude přistoupeno k procesům, podle kterých jsou jednotlivé výrobní činnosti plánovány a řízeny, je třeba charakterizovat typy výroby, kterým je nutné řízení a plánování podřídít.

První úrovní dělení je podle toho, v jakém stavu se nachází vyráběný artikl. Jistě je pro každého postřehnutelný rozdíl, jestli společnost vyrábí elektroniku, tepelná čerpadla, automobily, nebo jsou výstupem barvy, pohonné hmoty apod. Lze tedy výrobu rozdělit do dvou směrů a to na **procesní a diskrétní**. [4]

- **Diskrétní výroba** – je taková výroba, kde jsou produkty konkrétní a navzájem od sebe odlišitelné (elektronika, hračky, oděvy, automobily, výrobní stroje, ...) [4]
- **Procesní výroba (spojitá)** – opak diskrétní, tudíž výrobky jsou homogenní, od sebe nerozlišitelné, nelze je rozebrat na díly (pohonné hmoty, oleje, chemický průmysl ...) [4]

Text této práce bude omezen pouze na diskrétní výrobu.

2.1 Typy výroby

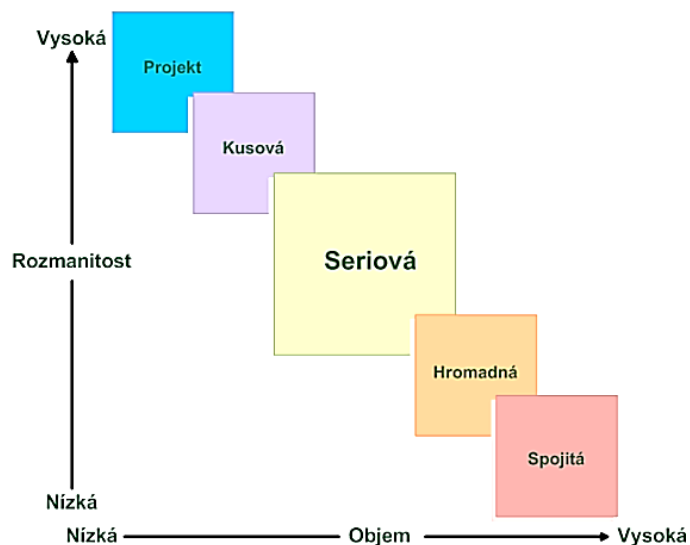
Typy diskrétní výroby se dělí do skupin hned podle několika hledisek. V tomto textu budou uvedena jen ta v praxi nejzmiňovanější a ta, která jsou důležitá s ohledem na řízení podniku.

2.1.1 Dle rozmanitosti a množství vyráběných produktů

Doc. Kopeček rozlišuje tyto typy výroby. [2]

- Hromadná
- Sériová
- Kusová
- Projekt

Vzájemným porovnáním objemu vyráběného produktu proti rozmanitosti bylo dosaženo závěru, že tyto veličiny jsou nepřímo úměrné. Tedy s klesajícím objemem výroby roste rozmanitost vyráběných produktů. Vztaheno k vyjmenovaným typům výroby je to tak, že například hromadná výroba má nejmenší rozmanitost, tedy vyrábí pouze několik druhů výrobku, ale v ohromném objemu.



Obrázek 2-1 Porovnání objemu a rozmanitosti u jednotlivých typů výrob [2]

Hromadná výroba [2]

Časově statická produkce výrobků probíhající v dlouhodobém časovém horizontu, která je vyrábí v masovém množství. Pro tento typ výroby je zcela specifický vysoký stupeň mechanizace. Typickým představitelem může být výroba řetězů, lisování hřebíků a podobně.



Obrázek 2-2 mechanizace při hromadné výrobě [18]

Sériová výroba [2]

Podle jejího objemu se může dále dělit na malosériovou, středně sériovou a velkosériovou. Výroba množiny výrobků je zprostředkována na omezeném počtu pracovišť. Z hlediska plánování a řízení nastává celá řada komplikací typu seřízení stroje pro dávku, proti tomu stojí nutnost určité flexibility, do jisté míry mezioperační přechody, plánování materiálu a dodržování termínů.

Kusová výroba [2]

V kusové výrobě jsou zpravidla vyráběny složité individuální produkty, které jsou přiřazeny k dané zakázce. Výrobní zařízení musí vyžadovat vysoký stupeň flexibility a univerzality. Zásadní problém v této oblasti je způsoben tím, že výsledný produkt zpravidla bývá složitá montovaná sestava, jejíž výroba je časově náročná, tudíž dodací lhůty jsou také dlouhé. Částečné řešení je příprava složitých podsestav na základě prognózy.

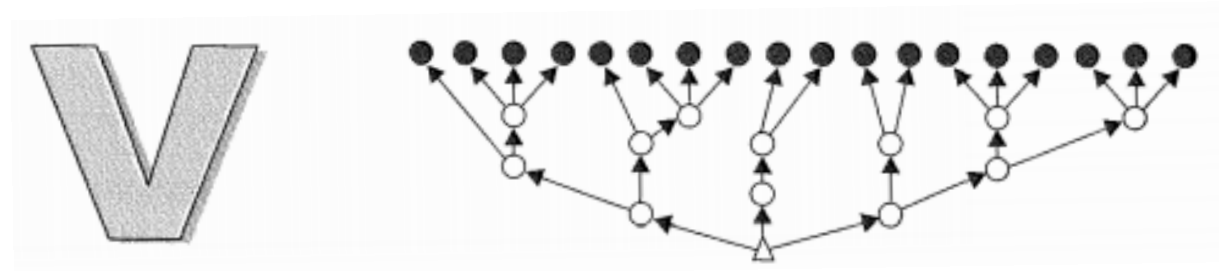
2.1.2 Dělení výrobního podniku dle tvaru struktury vyráběných produktů [1]

Výrobní podnik je možné charakterizovat podle tvaru kusovníkové struktury. Právě tvary kusovníků mají vliv na plánování a jsou spjaty s informačním systémem. Tvary kusovníkových sestav mohou být trojího druhu, kde každý druh je vyjádřen písmenem, jehož tvar je kusovníku připodobněn. Tento způsob dělení jako první použil Eliyahu M. Goldratt a nazval ho VAT analýzou.

V – podnik

Tento typ podniku je charakteristický tím, že do výrobního procesu vstupuje malý počet druhů vstupních surovin. V takovémto podniku bývá často prováděna spojitá výroba, typickým příkladem je hutní průmysl.

Je zřejmé, že s ohledem na plánování v takovémto podniku není problém nákup materiálu, ale spíše efektivní vytěžování kapacit. Často bývá užíváno dopředné plánování (popsáno dále).



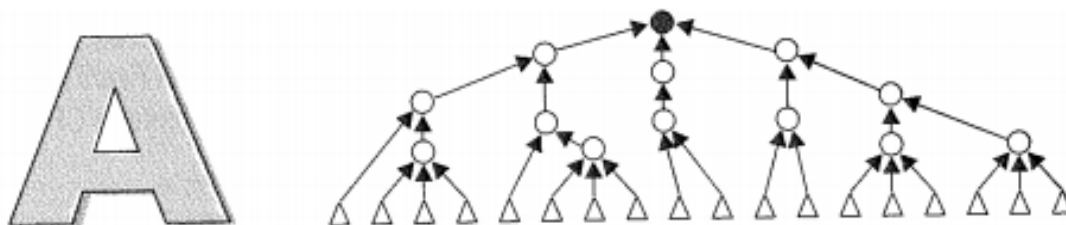
Obrázek 2-3 Podnik – tvar kusovníku V [1]

A – podnik

Je takový podnik, ve kterém se vyrábí složité montážní celky. Typicky výroba obráběcích center, lokomotiv atd. Oproti V – podniku, zde je vstupem velká množina vstupních součástí a materiálů. Ty dále vstupují přes podsestavy až do finálního výrobku. V takovéto společnosti

je kladen důraz na to, aby nedocházelo ke zpoždění zakázky. Je tedy důležité, aby vstupní materiál byl dostupný, ale ne příliš dopředu z důvodu fixovaných finančních prostředků.

Zde je vidět, že právě nákup materiálu je zásadní problém. Pro jeho řešení byly v minulosti vyvinuty metody MRP a MRP II.

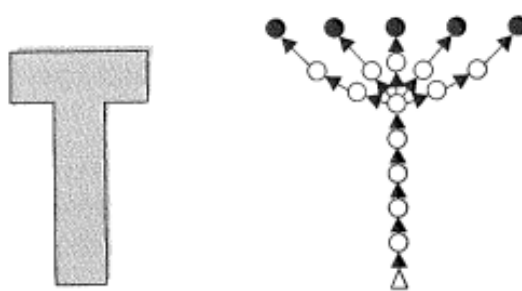


Obrázek 2-4 Podnik - tvar kusovníku A [1]

T, I – podnik

Kombinuje předcházející dvě možnosti. Kombinace je přirozeně dvojího typu. Buďto přichází malé množství vstupních materiálů, které dále probíhají výrobním procesem. V závěrečných fázích vzniká velké množství druhů výsledných výrobků. Typickým představitelem je farmaceutický průmysl. Zde velké množství druhů představuje velký počet balení. Tento druh výroby se pak označuje jako typ „T“.

Druhý způsob „I“ je ve své podstatě prohozený. Přichází velké množství vstupních surovin, jejichž zpracování je stejné.



Obrázek 2-5 Podnik - tvar kusovníku T [1]

Tento způsob charakterizování podniku dostal na důležitosti v období, kdy byly masově zaváděny informační systémy. Každý druh podniku je typický tím, že IS implementuje z odlišných důvodů. U podniku „V“ je důvodem maximalizace propustnosti a řízení zdrojů. U podniku „A“ je důvodem nákupu materiálu a v posledním případě je to kombinace obojího.

Za zmínku stojí, že společnost Banes s.r.o. je mutace mezi typem V a I. Z jistého úhlu pohledu vstupuje do systému pouze ve formě tyčového materiálu. Tento materiál lze využít pro různé výstupy. Nicméně v nemalém množství případů je materiál objednávan pro konkrétní zakázku a nelze ho použít na jiný výrobek.

2.2 Výrobní program a jeho atributy

Pro lepší orientaci v tématu je třeba správně deklarovat určité pojmy, které výrobu taktéž charakterizují. Jak již bylo napsáno nejvýznamnější vliv má především objem a rozmanitost výroby spolu se strukturou výrobku.

Je tedy třeba přesně popsat **výrobní program**, jehož výstupem je vznik množiny produktů, které jsou ve výrobním prostředí produkovány za účelem zisku společně s uspokojením zákazníků.

Z předchozího výkladu je patrné, že až na čistě kusovou výrobu a projekty se produkty nevyrábějí samostatně. Z hlediska objemu výroby hovoříme o množinách výrobků, jejichž dané parametry (rozměry, přesnost, jakost...) jsou shodné. Takto sjednocené skupiny stejných dílů nazýváme **dávkami** a **sériemi**.

2.2.1 Série [2]

Je tvořena množinou shodných, kompletních produktů. Ty jsou do výroby zadány jako jeden úkol. Jejich výroba probíhá spojitě v časově daném úseku. Jak již bylo zmíněno, objem série může být různý od stovek kusů až po stovky tisíc kusů. Není tedy možné výrobu celé série uskutečnit najednou, ať už z důvodu technologických, tak z důvodů pružnosti podniku. Proto se série rozděluje do dalších drobnějších částí, dávek.

2.2.2 Dávka [2]

Je tvořena množinou shodných částí produktů. Tato množina je do výroby zadána jako dílčí úkol. Základní vlastností dávky je její velikost, ta může být stanovena celou řadou způsobů. Záleží na parametrech, které ovlivňují její velikost a které jsou důležité pro daný podnik. Výroba dávky probíhá v určitém časovém období. Tento časový úsek lze rozdělit do tří intervalů. První interval je čas potřebný na přípravu výroby, typicky seřízení stroje pro danou

řadu operací. Následuje proces výroby celé množiny dílců, daný technologickým postupem. Posledním intervalem je čas zakončení. Zde může být provedena údržba stroje apod.

Způsob jejího výpočtu je závislý na konkrétním úkolu. V případě, že chceme zjistit minimální počet kusů vyrobený v jedné dávce, tak aby výroba byla ekonomicky výhodná, zvolíme výpočet (1). Jiným případem může být výpočet dle nákladové funkce (2) využívaným tehdy, pokud je třeba velikost dávky vytvořit z pohledu nákladů.

Dávka dána minimální velikostí

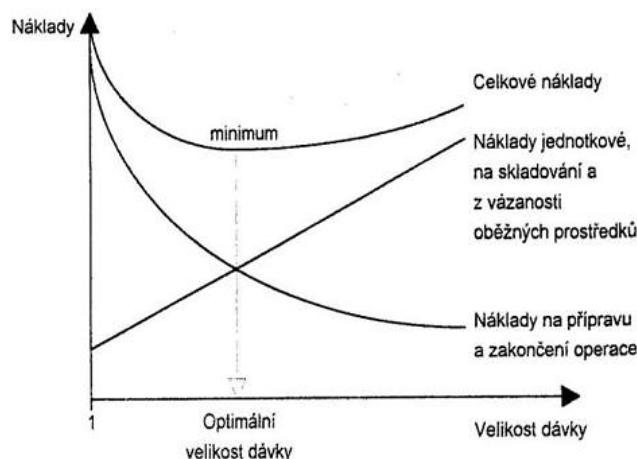
$$d_{min} = \frac{\sum t_b}{\sum t_a \cdot a} \quad (1)$$

t_b ... dávkový čas, t_a ... jednotkový čas, a ... koeficient přípustných prostojů

- **Dávka dána nákladovou funkcí**

$$d_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot N_b}{N_s}} \quad (2)$$

Q ... roční spotřeba, N_b ... Náklady na přípravu a zakončení, N_s ... náklady na skladování a vázanost z nákladů na výrobu.



Obrázek 2-6 Optimální velikost dávky - nákladová funkce [2]

Celý výpočet je uveden v příloze číslo 3.

Když je známo, jak vypočítat velikost dávky, je třeba také si uvědomit, že její velikost je pouze doporučení a z hlediska výpočtu se jedná vždy o jakýsi kompromis. V prvně uvedeném

vztahu je to například kompromis mezi časem dávkovým a časem jednotkovým. Existují další odvozené způsoby stanovení velikosti dávky, které jsou svým principem stejné a to, že může existovat určité omezení velikosti výrobní dávky, viz následující odstavce.

Technologická dávka [2]

V tomto případě je omezení z technologického hlediska. Do výroby je zadána tak velká množina částí výrobků, jakou pojme daná technologie současně. Nejčastějším důvodem tvorby technologické dávky jsou povrchové úpravy, ať už tepelné (kalení, žíhání) nebo mechanické (kuličkování apod.).

Dopravní dávka [2]

Zde je omezení v mezioperační manipulaci. Dopravní dávka je tvořena množinou shodných součástí, které lze současně transportovat mezi jednotlivými pracovišti. Počet součástí je tedy dán velikostí manipulační jednotky, například přepravky, palety či kontejneru a velikostí výrobní dávky.

Z posledních odstavců lze vyvodit závěrečná pravidla o velikosti dávky. Kromě jednotkového času je třeba zohlednit také čas dávkový, popřípadě provést i analýzu nákladů spojených s celým průběhem výroby. Velikost dávky je třeba podřídit mezioperační manipulaci, popřípadě možným technologickým operacím, při kterých lze současně zpracovávat více součástí.

2.3 Plánování činností v podniku

Pro tuto podkapitulu byly využity následující zdroje [2], [6], [17].

Plánování je ve své podstatě určení o budoucnosti výrobních činitelů. Jeho nejdůležitější vlastností je časový horizont, tedy období jakéhosi dosahu plánu. Vzhledem k tomu, že dosah plánu může být dlouhý a jeho odchylky s přibývajícím časem rostou, je třeba plán aktualizovat. Do aktualizace se nezapočítávají již provedené operace, ale vstupují do něj další úkoly.

Z hlediska dosahu plánů, jejich detailnosti a přesnosti je dělíme do následujících úrovní:

- Strategické plány,
- taktické plány,
- operativní plány.

Zcela zásadní vlastností plánů a plánování je **postupné zpřesňování**. Nejedná se o nic jiného než o přechod z jedné úrovně plánování do druhé postupným snížením časového dosahu a detailnějším rozpracováním daných úkolů. Co je předmětem každé úrovně a kde má každá z úrovní své hranice, je rozepsáno v následujících kapitolách.

Výrobní plány mají mít ještě další vlastnosti, jako například jejich reálnost, úplnost, konkrétnost atd.

2.3.1 Strategické plány [6]

Jedná se o dlouhodobé plány, které jsou převážně tvořeny vlastníky podniků. V základu jsou pomocí strategických plánů přenášeny požadavky na management, který podnik reálně řídí. V druhé řadě se podle strategie volí také struktura podniku a chování všech lidí v něm.

Pojem, že je plán dlouhodobý, nemusí mít přesnou definici, nicméně veškeré zdroje uvádějí, že časový horizont je delší než jeden rok. Jak tedy strategii správně uchopit? Strategie je dlouhodobý plán postupného zlepšování podniku a udržování ho tak v konkurenci schopném stavu v tržním prostředí, prostřednictvím naplňování tzv. **vize**. Z již řečeného vyplývá, že cíl strategického plánu by neměl být jednoduše splnitelný úkol nebo projekt, ale naopak reálně splnitelný stav podniku, kde by se měl za určité časové období ocitnout. Dosažený stav by se pak měl v ideálním případě pohybovat před konkurencí.

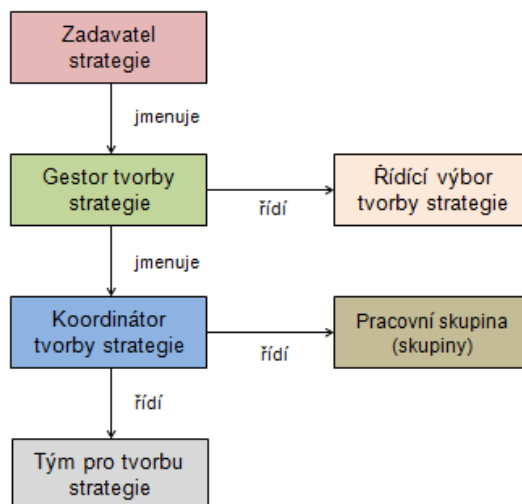
Strategické plánování je pro podnik důležité především proto, že se jedná o základní pilíř plánování každého podniku. Právě na tuto kostru se nabalují dílčí plány a úkoly.

Fáze a procesy v strategickém managementu¹ [6], [7]

Stejně jako každá manažerská činnost i tvorba strategického plánu má jistou metodiku a obsahuje celou řadu analýz. V nejjednodušším případě je třeba formulovat jasná pravidla a směr jakým se podnik bude ubírat. Tento proces se pak provádí ve čtyřkolovém cyklu.

- Formulace strategie – stanovení vize a cílů,
- Plánování strategie – vytvoření harmonogramu a plánu k naplnění vize,
- Realizace strategie – přiřazení zdrojů k dílčím úkolům a projektům, které vedou k naplnění vize,
- Kontrola strategie – činnosti, které jsou vykonávány, požadují monitoring a komparaci od plánu. Hledání odchylek a jejich kompenzace.

Na tvorbě strategie se podílí celá řada lidí z top managementu, a to napříč všemi obory. Z následujícího schématu si lze dobře představit personální strukturu při tvorbě strategie.

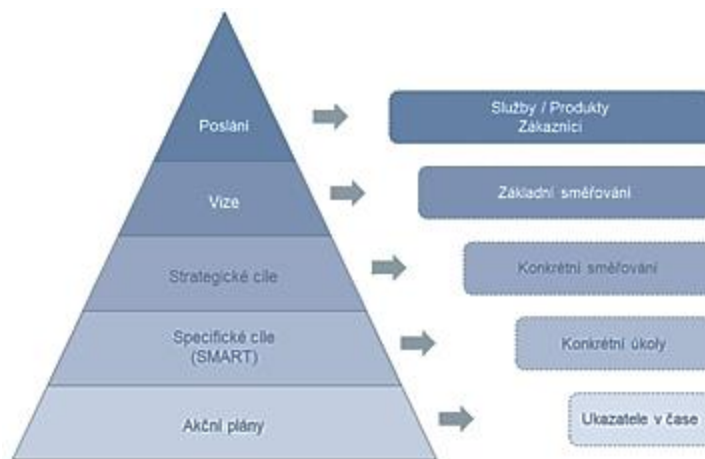


Obrázek 2-7 Organizační struktura při tvorbě strategie [7]

¹ Tento text jednoznačně nemůže zahrnout podrobnou problematiku tvorby strategických plánů, nicméně byla autorem dopodrobna prostudována a bylo shledáno, že pro zájemce je sdílen následující odkaz na stránky ministerstva pro místní rozvoj.

<https://www.mmr.cz/cs/Microsites/PORTAL-STRATEGICKE-PRACE-V-CESKE-REPUBLICKE/Vystupy-projektu/Methodika>

Při strategickém řízení nejde pouze o stanovení dlouhodobého výsledku. Je to komplexní disciplína řízení, do které se zahrnuje soulad všech rozhodnutí a činností, které v podniku probíhají. Strategické plány se dále dělí do podrobnějších úrovní, jak je patrné z obrázku 2-8.



Obrázek 2-8 Úrovně strategického plánu [6]

2.3.2 Taktické plány [2], [9], [10]

Jsou střednědobé plány, které jsou vytvářeny pro následující periodu. Tato perioda má obvyklou dobu trvání jednoho roku. Taktické plány slouží jako podpora pro naplnění strategických plánů. Zatímco strategické plány definují směr nebo misi podniku, u taktických plánů jsou cíle konkrétnější a především měřitelnější. To také vyplývá z jejich kratšího časového horizontu. [9]

Rozpětí taktického plánování je napříč všemi odděleními podniku. Každé oddělení pak připravuje množinu cílů taktických plánů, která směřuje ke strategickým cílům. [9]

Zdroj [10] uvádí celou řadu objektů plánování. Tyto objekty byly autorem jednoduše rozděleny do čtyř základních skupin. Tyto skupiny by pak mohly tvořit základní pilíře taktického plánování.

- Personální zajištění,
- finanční zajištění,
- výrobní zajištění,
- logistické zajištění.

Vzhledem k povaze tématu této práce není nutné se zabývat všemi aspekty tohoto typu plánování. Proto bude pouze ve stručnosti uvedeno taktické plánování výroby.

Vstupy do taktického plánování (výrobní požadavky) v této úrovni bývají ve stavu prognóz. Zcela standardně se pracuje s agregovanými požadavky na vytěžování kapacit. Nezbytným úkolem této fáze je vhodné plánování vytěžování kapacit. Porovnává se časový fond výrobních činitelů s potřebným časem pro výrobu objemu produktů v daném časovém úseku. Příkladem nevhodného plánování v této fázi může být přijetí velkého počtu úkolů a překročení tak dostupného časového fondu. Výsledkem je pak velice obtížné operativní plánování a denní rozvrhování. To vše vede k nesplnění termínů. [2]

2.3.3 Operativní plány a denní rozvrhování

Plány generované informačním systémem jsou příliš hrubé na to, aby přiřadily konkrétní úkoly na konkrétní stroje. Plány tedy nevznikají ke konkrétním, v praxi pouze omezeně zaměnitelným strojům, ale pro celkové kapacity v daném období. Jinak je tomu u systému pokročilého plánování. Ten však není předmětem této práce.

Aby bylo možné přiřazení výrobního zakázky na konkrétní pracoviště, je třeba přejít od plánování k řízení.

Operativní plán [2]

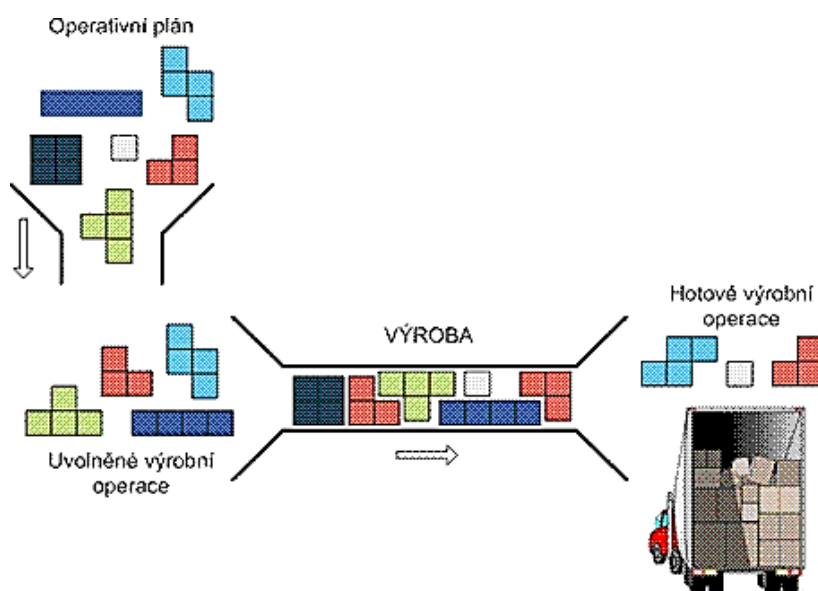
Operativní plán je tvořen množinou úkolů, kterými se snažíme kapacitně vytížit skupiny zatím zaměnitelných pracovišť. Skupinou pracovišť se myslí takové, kde je využívána stejná technologie. Pokud není termín zpozděn není pořadí jednotlivých úkolů v tuto chvíli úplně závazné.

Aby výklad nebyl tak abstraktní, lze si operativní plán představit, jako jakýsi zásobník úkolů, které budou ve velice blízké budoucnosti prováděny.

Zásadní předpokladem správnosti operativního plánu je **statická kapacitní vyváženost**. To znamená, že na pracovištích nevzniknou fronty nebo prostoje. Stav, při kterém nebudou vznikat fronty ani prostoje, je opravdu jenom ideální, a to z důvodu jeho proměnnosti v čase. V určitém období může vznikat tlak na pracoviště, tedy začne se tvořit fronta. V jiném období nemusí být pracovišti přiřazen žádný úkol. Kdy je tedy systém kapacitně vyvážen?

Odpovědi na tuto otázku by mohly být základní dvě vlastnosti, které jsou opomíjeny nejen v teorii, ale především v praxi, důkazem budiž americké továrny v době japonského snu.

Vlastnostmi jsou **klouzavost** a **otevřenost** operativního plánu. Tyto vlastnosti se spíše týkají způsobu, jakým jsou úkoly uvolňovány do výroby. Činnosti by neměly být uvolňovány tak, aby byly co nejrychleji hotové, ale tak, aby nedocházelo ke skluzům od termínů a pracoviště by měla být vytížena staticky.



Obrázek 2-9 Operativní plánování a uvolňování zakázky do výroby [2]

Jednotlivé úkoly operativního plánu jsou v podstatě dávkou vyráběného artiklu. Každá dávka je stanovena počtem kusů a termínem dokončení, také má svůj výrobní postup. Také by měl každé dávce příslušet dokument, který vyrobené dílce jasně identifikuje. To je použito v důsledku možného pozdějšího zjištění, že byl vyroben zmetek. Dochází pak ke stažení celé série. Na dokumentu mohou být uvedeny následující údaje:

- Identifikace dávky,
- Počet kusů,
- Datum dokončení,
- Materiál (šarže),
- Priorita
- Výrobní postup

Závěrem k operativním plánům je třeba říct, že jsou obvykle uvolňovány dva typy množin úkolů, **závazné** a **výhledové** úkoly.

Závazné úkoly jsou takové operace, které by měly být splněny v nejbližším časovém horizontu.

Výhledové úkoly jsou takové, které nemusí být provedeny v nejbližším časovém období, ale je možné je vyrábět z důvodů možného budoucího odchýlení od plánu a zároveň tak využívat dostupné kapacity.

Denní rozvrhování [2]

Rozvrhy je možné rozdělit podle způsobu tvorby do následujících dvou skupin:

- Rozvrhy vytvářené **dávkově**
- Rozvrhy vytvářené v **reálném čase**

První, dávkový způsob je prováděn jednou nebo několikrát během pracovní směny. V daném časovém úseku se sleduje skutečný stav rozpracovanosti výroby. Podle stavu rozpracovanosti dochází k uvolňování zakázek do výroby.

Druhý způsob, rozvrhy vytvářené v reálném čase reagují na vznik konkrétní události v čase. Ta ovlivní rozvrh a dojde tak k vytvoření nového seznamu zakázek na daný stroj.

Dalším způsobem, jakým je možné denní rozvrhy dělit, je podle typů operací.

- Aktivní operace
- Potenciálně aktivní operace

U aktivních operací je vstupem na pracoviště materiál nebo součást, která má všechny předešlé operace ukončené.

U potenciálně aktivních operací je situace poněkud složitější. Tento způsob předpokládá, že až na danou součást dojde řada, tak bude s určitou odchylkou aktivní. Tento způsob rozvrhování je tedy velice závislý na plnění operací na předchozích pracovištích.

Kombinací základních dvou skupin rozvrhů vzniknou čtyři druhy rozvrhů, jejichž výčet následuje:

Rozvrh v reálném čase – kombinace aktivních operací uvolňovaných v reálném čase. Nutnost vhodné databáze, pak je zpracování rozvrhu rychlé a jednoduché. Rozvrhy je pak možno korigovat ručně.

Rychlý rozvrh – kombinace aktivních operací uvolňovaných dávkově. Potřeba pouze jednoduchého datového modelu, zpracování je také velice rychlé. Ruční korekce rozvrhu je možná a snadná.

Dynamický rozvrh v reálném čase – kombinace potenciálně aktivních operací v reálném čase. Výpočet rozvrhu je zde nejsložitější a časově nejnáročnější. Dalším problémem je, že při každém dalším výpočtu může být rozvrh více či méně pozměněn, z čehož vyplývá krátká platnost.

Dynamický rozvrh – kombinace potenciálně aktivních operací uvolňovaných v dávkách. Opět složitý a dlouhý výpočet. Platnost plánu většinou do další regenerace.

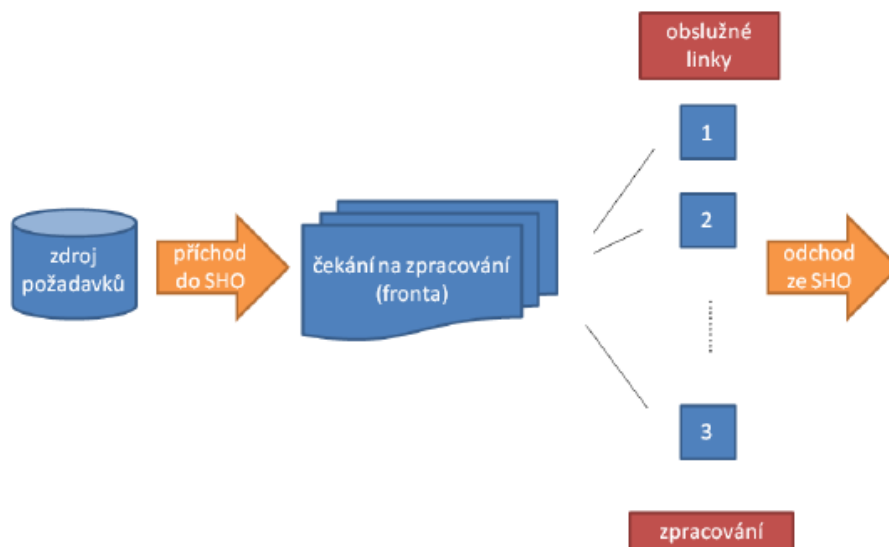
2.4 Systém hromadné obsluhy [19]

Ve výrobním procesu se téměř vždy setkáváme s tvorbou front požadavků před tzv. kanálem obsluhy. Analytickým řešením těchto úkolů se zabývá právě problematika systémů hromadné obsluhy.

Systém se dle této metodiky skládá ze dvou základních atributů:

- Požadavky – specifickým způsobem přicházejí do systému za účelem obslužení,
- obslužná zařízení (kanály obsluhy) – místa, kde dochází k obslužení požadavku.

Funkce celého modelu je následující. Do systému dle určité pravidelnosti vchází požadavek. Ten může být okamžitě uspokojen v kanálu obsluhy. V případě existence fronty na daný obslužný kanál se daný požadavek dle určitého pravidla zařadí do fronty. Model systému hromadné obsluhy je zobrazen na obrázku 2-10.



Obrázek 2-10 Systém hromadné obsluhy [19]

Cílem modelování tohoto systému je zjištění chování požadavků v čase, například průměrnou dobu strávenou ve frontě, celkovou dobu požadavku v systému a podobně. Krom časového hlediska lze pomocí tohoto modelu řešit i další, například nákladové nebo organizační.

Následuje popis jednotlivých složek modelu systému hromadné obsluhy.

Příchod požadavků [19]

Vzhledem k tomu, že je to první část celého systému, tak ovlivní i zbylé. Příchod požadavků pak může být dvojího typu:

- Stochastický – doba mezi příchody jednotlivých požadavků je proměnná, nutné příchod popsat pomocí pravděpodobnostního rozložení,
- deterministický - doba mezi příchody jednotlivých požadavků je stejná (takt výrobní linky).

Pro stochastický příchod požadavků do systému se doporučuje model s exponenciálním rozložením s parametrem λ . Lambda je parametr, který definuje intenzitu příchodů požadavků do systému během časové jednotky.

Další druhy pravděpodobnostního rozdělení můžou být:

- Erlangovo rozdělení,
- hyperexponenciální rozdělení 2. řádu,
- Poissonovo rozdělení.

Zpracování požadavků

Požadavky jsou zpracovávány obslužnou linkou (kanálem obsluhy) podobným způsobem jako tomu bylo u příchodu požadavků. Zpracování může být deterministické (neměnné) nebo stochastické, kdy doba obsluhy může být různá. Může se opět použít exponenciální rozložení s parametrem λ .

Kanály obsluhy lze dále dělit dle systému jejich uspořádání:

- Paralelní – linky jsou řazeny vedle sebe a požadavek může být obsloužen jakoukoliv linkou,
- sériový – linky obsluhy jsou řazeny za sebe, požadavek tak prochází všemi linkami postupně.

Druhy front

Druh fronty označuje způsob, jakým požadavky vstupují a vystupují. Následuje výčet základních druhů front.

- FIFO – first in, first out, požadavky jsou zpracovávány v pořadí, v jakém přišly,
- LIFO – last in, first out, poslední přichodící požadavek je zpracováván jako první,
- SIRO – selection in random order, požadavky jsou z fronty vybírány pomocí náhodného výběru,
- PRI – priority, požadavky jsou zpracovávány podle předem daných priorit.

Klasifikace systémů hromadné obsluhy

Celý model lze velice jednoduše klasifikovat pomocí tzv. Kendallovy notace. V dnešní době se jedná o šestiznakovou notaci.

A/B/N/K/S/X

- A – druh pravděpodobnostního příchodu požadavků,
- B – druh pravděpodobnostního rozdělení obsluhy požadavků,
- N – počet obslužných kanálů,
- K – maximální množství požadavků v systému,
- S – počet zdrojů požadavků,
- X – režim fronty.

Z jednoduchého exponenciálního modelu lze zjistit celou řadu důležitých informací. Jejich výčet je pouze v takovém rozsahu, který je nezbytný pro tuto práci, respektive jako teoretický základ pro návrh řešení, který je uveden ve třetí kapitole.

Intenzita provozu – parametr, který ukazuje, že je v provozu alespoň jeden požadavek a kanál obsluhy je využíván.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3)$$

λ ... Střední intenzita vstupu – udává průměrný počet jednotek, které vstoupí do systému během časové jednotky.

μ ... Střední intenzita výstupu – udává průměrný počet obslužených jednotek, které vstoupí do systému.

Průměrný čas požadavku ve frontě

$$T_f = \frac{\lambda}{\mu \cdot (\mu - \lambda)} \quad (4)$$

Existuje další celá řada vztahů a informací, které lze vypočítat, nicméně v tomto textu je není třeba dále uvádět.

2.5 Prognostika podniku [2], [11]

V předchozích kapitolách byly uvedeny druhy plánů. Aby bylo možné tyto plány sestavit, je nutné pracovat také s odhady budoucnosti. Pokud se oprostíme od podnikové praxe, zjistíme, že veškerá lidská rozhodnutí pramení z předpovědi možné budoucnosti. Čím sofistikovanější analýza budoucího stavu však bude, tím pravděpodobněji odhadovaná situace nastane. [11]

V ekonomické praxi nelze vytvořit přesnou prognózu, jako je tomu například v přírodních vědách. To je způsobeno nepřítomností kauzálních zákonitostí, jelikož se pracuje s lidským faktorem, ten je však stochastický. [11]

Cílem prognózy je odhalit co se stane v určité budoucnosti, za jakých podmínek a s jakou mírou pravděpodobnosti. Prognózu nejvíce ovlivní následující faktory: [11]

- Časový horizont,
- úroveň podrobnosti prognózy,
- počet položek v prognóze,
- proměnlivost.

Dle zdroje [2] dělíme prognózy do dvou základních druhů.

- **Kvalitativní** – subjektivní odhad, vyplývá z empirických znalostí člověka
- **Kvantitativní** – tento přístup je založen na matematických modelech

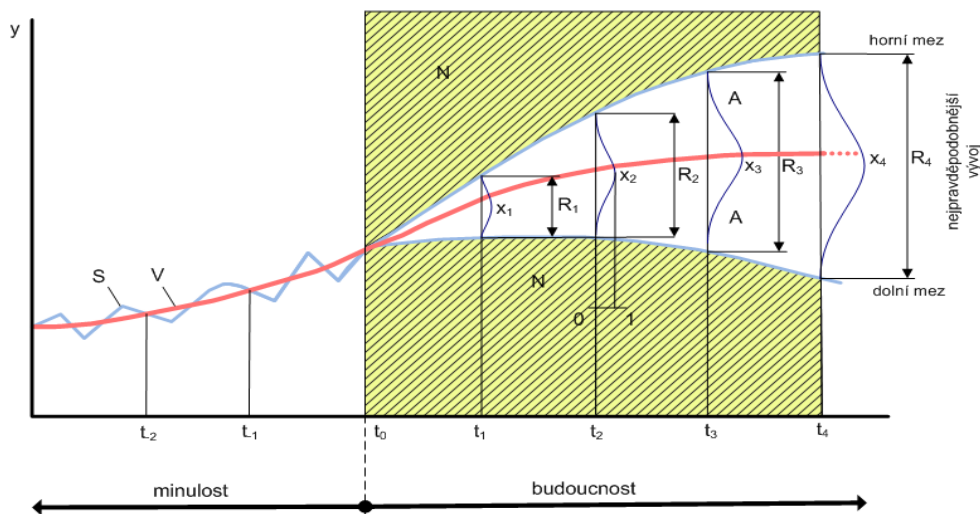
Nyní je třeba definovat základní kroky ke stanovení **kvantitativní prognózy**. [11]

- 1) Definování objektu prognózy – tedy čemu je prognóza určena a jak bude použita,
- 2) Získání dat a informací – typicky dolování dat z datových skladů – Data Mining,
- 3) Předběžné analýzy – získání prvotních odhadů pro volbu následujících metod a pro představu možných výsledků,
- 4) Výběr a tvorba modelu – model musí být v souladu s popisovanou realitou a musí být vhodný pro použité data,
- 5) Implementace modelu a vyhodnocení – management podniku musí vyhodnotit výsledky a zahrnout je do následujících období.

Určení kvantitativní prognózy ovlivňuje celá řada faktorů. [11]

- Ekonomické,
- demografické,
- organizační,
- okolí podniku,
- časový horizont,
- ostatní faktory.

Pro tvorbu prognóz jsou nezbytná historická data. To jsou data určité veličiny v závislosti na čase. Důležité je oddělit stochastickou složku od deterministické. Na základě filtrovaných výskytů dané veličiny mohou sledovat její další vývoj (trend), viz obrázek 2-11.

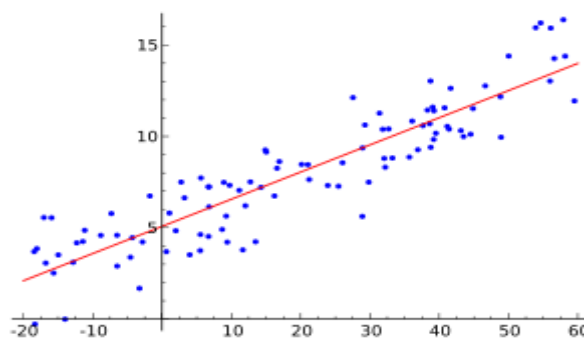


Obrázek 2-11 Vývoj daného jevu v závislosti na čase a pravděpodobnosti [2]

V textu bylo několikrát zmíněno, že prognóza bude naplněna s určitou pravděpodobností. Tento jev je možné vidět také v obrázku 2-11. Prognóza je vytvořena na základě historických dat, která však fluktuují. Tento jev a jevy vyjmenované, jakožto ovlivňující faktory, ovlivní předpovídaný vývoj. Všimněme si, že pokud se budeme pohybovat po časové ose do budoucnosti, bude se interval pravděpodobnostního rozložení rozšiřovat. Jinak řečeno, pravděpodobnost odhadu budoucího stavu se s rostoucím časem snižuje. [2]

Tvorba trendů vychází ze statistických metod, z nichž jsou nejvýznamnější následující. [12]

- Lineární regrese,
- nelineární regrese,
- logistická regrese,
- neuronové sítě,
- genetické algoritmy,
- klasifikační stromy.



Obrázek 2-12 Příklad lineární regrese [13]

2.6 MRP

Dnes již mnohokrát doplněná (překonaná) metoda MRP (Material Requirements Planning) tvoří základ plánovacích algoritmů téměř ve všech podnicích. Hlavní myšlenka tohoto způsobu plánování vychází z reálných materiálových potřeb, které jsou vyvolány zákazníkem, popřípadě prognózou tržního prostředí. Je však nutné hned z úvodu zdůraznit, že metoda MRP řeší pouze základní logistickou úlohu, tedy aby byl materiál k dispozici ve vhodném množství ve chvíli, kdy je ho potřeba. [1]

Principem metody je bilance v čase materiálových potřeb, ty jsou dány kusovníkovou strukturou. Vstupem je hlavní plán výroby, skladové zásoby, ty mohou být disponibilní nebo formou objednaného materiálu, doposud nepřijatého na sklad, dále jako zásoby hotových a uskladněných výrobků. Dále mohou figurovat doposud neukončené výrobní zakázky ve formě rozpracované výroby. Informace v tomto odstavci lze graficky znázornit, jak je patrné z obrázku 2-13. [1]



Obrázek 2-13 Základní struktura systému MRP [1]

2.6.1 Algoritmus výpočtu MRP

Obchodním případem vzniká poptávka na finální produkt, tím často bývá nejvyšší položka v kusovníkové struktuře, ale nemusí to být pravidlem. Pomocí rozpadu kusovníku vznikne požadavek na materiál potřebný pro realizaci výsledného produktu, který se dále porovnává s množstvím materiálu na skladě a s budoucími dodávkami. Aby bylo možné plánovat v čase,

musí být každá kusovníková položka opatřená časovými údaji (doba dodání materiálu od dodavatele nebo průběžná doba). [1]

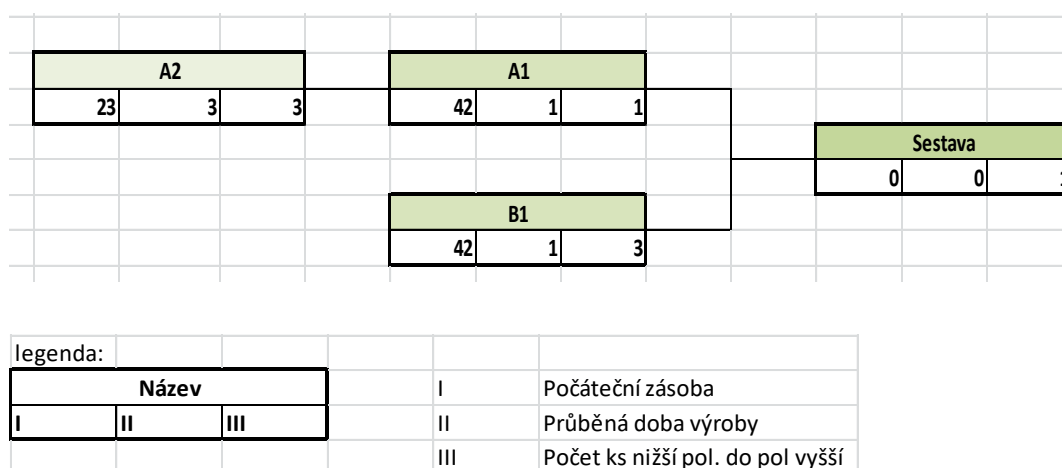
Ukázka konkrétního příkladu je uvedena v příloze 4.

V algoritmu se vyskytuje hodnota **průběžné doby výroby**, je třeba se zaměřit, jaký je její význam a co tato hodnota přesně reprezentuje. Jednoduše řečeno tato hodnota říká, za jak dlouho bude materiál či dílec dodán nebo bude vyroben. Tento časový ukazatel je tedy nutný pro správné časové bilancování.

Materiál či dílce, které jsou nakupovány, mají průběžnou dobu výroby danou dodacími lhůtami dodavatelů.

Oproti tomu vyráběné dílce mají délku průběžné doby danou dávkovým časem (t_b), kusovým časem (t_a) a časem přechodů mezi pracovišti. Vzhledem k tomu, že časový údaj přechodů zpravidla nebývá normován, je vhodné udávat průběžnou dobu spíše ve dnech. Pro každou součást nemusí existovat hodnota průběžné doby, proto existují typové představitelé, pomocí nichž se dá hodnota průběžné doby přiřadit všem podobným součástem.

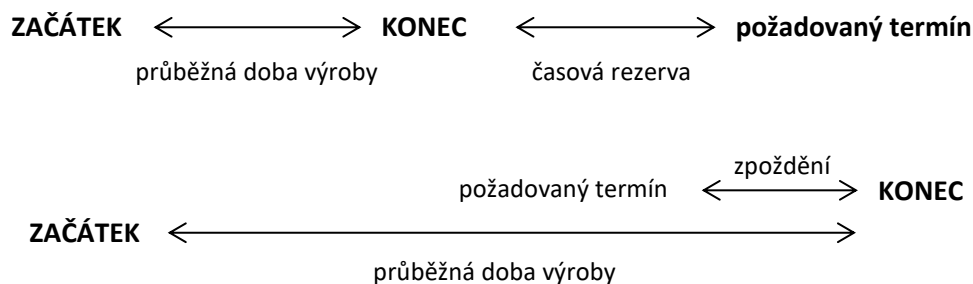
Z předešlých odstavců plyne, že nákupní požadavky, respektive jejich načasování, jsou opět závislé právě na kusovníkové struktuře. [1]



Obrázek 2-14 Jednoduchá kusovníková struktura [vlastní zpracování inspirováno 2]

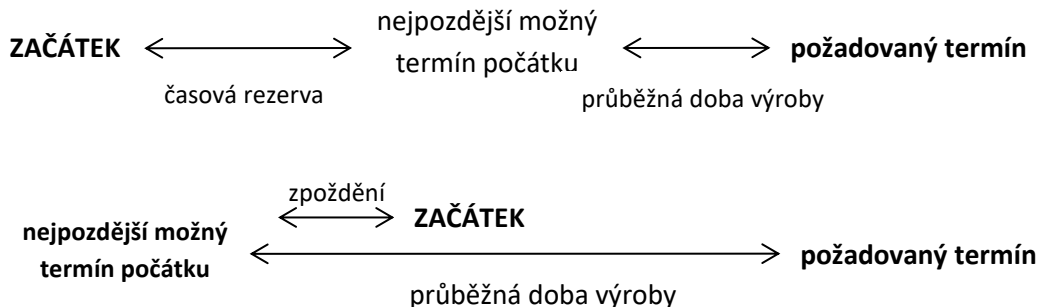
Výpočet jednotlivých položek v kusovníku může probíhat pomocí uvedené struktury. Je třeba pak od sebe odlišit dva základní přístupy k plánování, dopředné a zpětné. [1]

- **Dopředné plánování** – iniciačním bodem je nejbližší možný termín a od něj se pomocí průběžných dob jednotlivých položek plánuje do budoucnosti. Dle doc. Kopečka lze v tomto přístupu uvážit omezené kapacity.



Obrázek 2-15 Dopředné plánování [3]

- **Zpětné plánování** – u tohoto způsobu je počáteční bod nejzazší možný termín dodání, kusovníkem se postupuje zpět tedy k začátku výroby a nákupu.



Obrázek 2-16 Zpětné plánování [3]

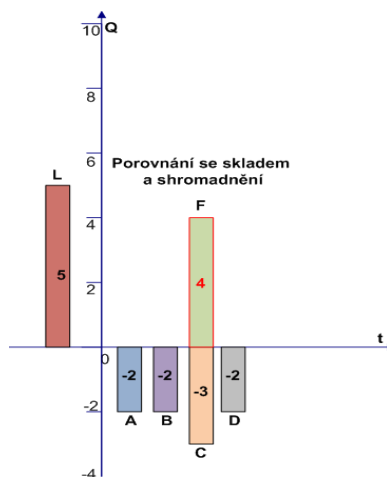
Závěrem lze k této metodě říct, že plánování přesné dávky materiálu s ohledem na čas má za následek zmenšování množství materiálu na skladě, sníží se tak vázané finanční prostředky a dochází k růstu výkazu *cash flow*.

Metoda však neřeší celou řadu nedostatků. Mezi nejvýznamnější patří pevná velikost dávky, nezohlednění kapacit (plánuje se do neomezených kapacit) a nenormované časy přechodů. Je však nutné zmínit, že právě přechodové časy plní funkci jakési rezervy, bez které by se reálné výrobní systémy spoléhající se na plánování pomocí MRP neobešly.

2.6.2 Ovlivnění algoritmu způsobem dávkování [2]

Plánování pomocí MRP může být zásadně ovlivněno způsobem, jakým jsou vytvářeny příkazy. V popsaném algoritmu je sice uvažován výchozí stav skladu, ale ne možnost shromadnění a pevné velikosti dávky.

Shromadnění bez pevné velikosti dávky

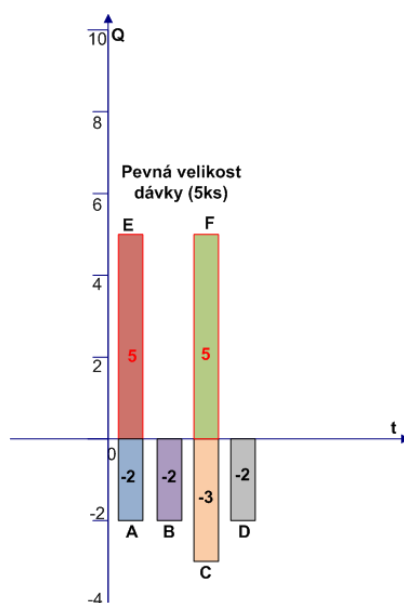


Obrázek 2-17 Shromadnění bez pevné velikosti dávky [2]

Z obrázku 2-17 plyne, že existují v čase t naplánovány čtyři požadavky na výrobu (produkty A, B, C, D). První dva požadavky jsou kryty ze zásob umístěných ve skladu. Produkt C je kryt ze skladu pouze jednou materiálovou jednotkou, a proto musí být provedena objednávka. K této objednávce se připojí také objednávka materiálu pro produkt D, který je v čase také naplánován. Tímto způsobem došlo k shromadnění výrobních objednávek.

Shromadnění s pevnou velikostí dávky

Na obrázku 2-18 jsou opět v čase naplánovány čtyři produkty za sebou v čase. Podmínkou uskutečnění objednávky materiálu je, že její velikost musí být násobkem pěti. V první periodě tedy dojde k objednání první dávky pěti kusů, ta pokryje i druhou periodu a část třetí. Aby byl výrobek C ve třetí periodě dokončen, je potřeba další objednávky. Nově objednaná dávka pokryje i výrobu D.



Obrázek 2-18 Shromadnění s pevnou velikostí dávky [2]

2.7 MRP II

Metoda MRP II je evolučním potomkem MRP a vznikla jako reakce na určité nedostatky původního systému. Zatímco původní verze řeší pouze základní logistickou úlohu, doplněná verze řeší i otázky kapacit, operací, současně obsahuje plánování nákupu a poskytuje také finanční přehledy. Dochází tedy k informačnímu propojení hlavních řídicích oblastí v podniku. Otázky kapacit však neřeší kompletně, jelikož stejně jako u MRP se jedná o plánování do neomezených kapacit.

- *Poznámka k terminologii. Zkratky metod MRP a MRP II jsou na první pohled totožné. Nicméně metoda MRP II (Manufacturign Resource Planning) vznikla jako reakce na určité nedostatky metody MRP. Tato změna se stala tak významnou, že původní metoda byla přejmenována a společensky užívaná zkratka dostala přívlastek II.*

Možnosti využití MRP II

V praxi jsou využívány dva způsoby užití.

Plánování shora dolů [3]

Požadavky vycházejí z hlavního výrobního plánu, který se směrem dolů rozpadá až do výrobních kusovníků. Jak udává inženýr Kavan, celý proces plánování může probíhat dvěma způsoby.

Regenerativní přístup, je založen na stanovení pevné periody, pro kterou bude vytvořen hlavní výrobní plán včetně vytížení kapacit na základě priorit výrobních zakázek. Vzhledem k tomu, že výpočet probíhá pro každou periodu regenerativním způsobem (periodicky je vytvářena nová verze), vzniká tak velký požadavek na výpočetní čas počítačů.

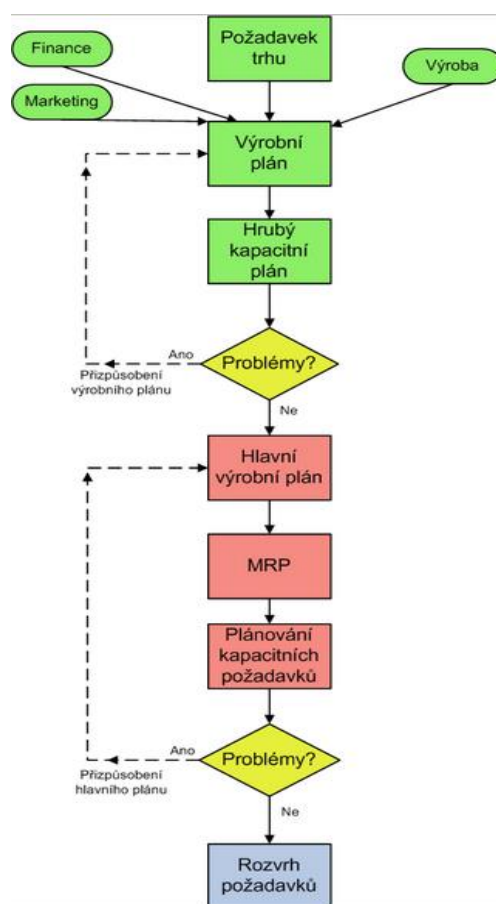
Oproti tomu *Sítové změny* jsou promítány do systému okamžitě. Hlavní výrobní plán je tak předmětem změn, díky čemuž dochází k přepočtení atributů ovlivněných změnou. Tento (modernější) přístup způsobí, že je systém pružnější. Na druhou stranu může působit chaos a proto je nutnou podmínkou zkušený personál.

Přeplánování zdola nahoru [3]

V běžné praxi velmi často dochází k nepředvídatelným událostem, kvůli kterým je nutné nějakým způsobem reagovat. Hledají se atributy, které jsou takovouto změnou ovlivněny. Ty je nutné přeplánovat a právě tomu se říká přeplánování „zdola“. Proces přeplánování bývá intuitivní záležitostí a provádí ji manažer. Nepříznivé události se v rámci MRP II řeší dvojitým způsobem.

Řetězení požadavků (Pegging) se používá k nalezení řetězce, kterým se uskutečňuje daný požadavek. Nalezený řetězec lze navýšit či ponížít o určité množství. Řetězení je založeno na principu inverzního rozpadu kusovníku.

Druhý způsob, používající se v případě přeplánování materiálových požadavků a kapacit je *Pevně plánovaná zakázka*. V podstatě se jedná o ruční přeplánování výroby manažerem. Tyto zakázky pak nejsou měněny automaticky, ale jsou řízeny právě manažerem. Mimo jiné se tak řeší zakázky, kterým je přiřazena vysoká priorita, náhrada zmetků apod.



Obrázek 2-19 MRP II [2]

Na obrázku 2-19 vidíme přehledně zachycený vývojový diagram MRP II. V následujících odstavcích budou stručně vysvětleny jednotlivé složky postupu plánování.

Požadavky trhu vstupující do plánu výroby [2]

Metodiku MRP II lze implementovat jak na výrobu kusovou, tak na sériovou, popřípadě i velmi často na jejich kombinaci. Právě sériovost výroby má vliv na výrobní plán. Sériovou výrobu je obvyklé plánovat na základě prognóz, nebývá pro konkrétního zákazníka, avšak pro tento typ výroby vznikly jiné, efektivnější plánovací a řídicí metody a to Just in Time (JIT).

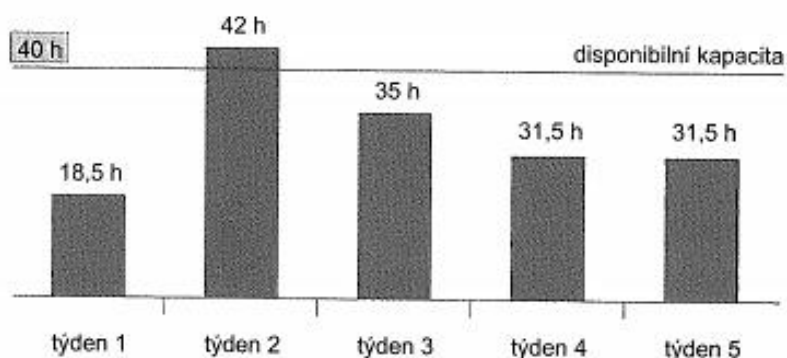
Druhou možností je výroba kusová. Velmi často dochází k výrobě produktů, kterými bývají velice složité montážní sestavy, jak na základě objednávek konkrétního zákazníka, tak na základě prognóz. Je nutné oba požadavky propojit tak, aby dodávka zákazníkovi dorazila ve smluvený termín kompletní. Výroba, plánovaná na základě prognóz je prováděna proto, aby dodavatel mohl pružněji reagovat na budoucí požadavky ze strany zákazníků a hospodárně využíval výrobních kapacit. Při takovémto způsobu výroby vzniká několik zajímavých jevů. Zaprvé se mění základní principy výroby z tažného na tlačný. Za druhé již naplánovaná

výroba na sklad může vytížit kapacity, které jsou potřeba, pro uskutečnění důležitější zakázky, z toho důvodu se velice komplikuje řízení na operační úrovni.

Tímto způsobem vzniká výrobní plán. Má úlohu jakéhosi dlouhodobějšího výhledu a je na každém podniku, jaký horizont pokrývá.

Hrubý kapacitní plán [3]

Výrobní plán přibližně určuje objem výroby, pro určité období. Tomuto objemu je třeba přiřadit podnikové zdroje. Těmi mohou být stroje, personál, ale i prostory a energie. Tyto zdroje následně tvoří pracovní jednotky. Vzniká nám tak vytížení pracovních jednotek při plnění plánu výroby a je tak možné vidět, jestli dostupný fond kapacit je dostatečný. V případě překročení kapacit je třeba upravit výrobní plán, navýšit kapacity nebo využít možnosti kooperace, na obrázku 2-19 znázorněno podmíněným výrazem „Problémy“.



Obrázek 2-20 Příklad výsledku hrubého kapacitního plánování [1]

Hlavní plán výroby (MPS – Master Production Schedule) [3]

Je přesný, závazný rozvrh výroby produktů a sestav jak s ohledem na množství, tak na dodržení časových termínů. Jasně vymezuje konkrétní požadavky na výrobu. Vzhledem k tomu, že hlavní plán výroby vychází z plánu výroby, nemusí tak přesně korespondovat pouze s požadavky zákazníků, ale jak již dříve bylo zmíněno, jsou do něj zahrnuty také požadavky dané prognózami.

Ujasněme si tedy rozdíl mezi plánem výroby a hlavním plánem výroby. Plán výroby má dlouhý časový horizont. U složitých sestav tento horizont může mít délku i jednoho roku. Je tedy jasné, že z hlediska plánování využití kapacit a objednávání materiálu v takto dlouhém časovém období není vhodné. Například z hlediska kapacit nemusí dosáhnout rovnoměrného zatížení. Z hlediska materiálu existuje velké množství vázaného kapitálu v zásobách. To

nejsou jediné problémy, co by mohly nastat, pokud by hlavní plán výroby měl takovýto horizont.

Vzhledem k tomu, že hlavní plán výroby je vstupem pro MRP výpočet, tak je nutné, aby byl co nejpřesnější a hlavně realistický. Lze také podotknout, že přesnost MPS směrem do budoucnosti klesá. Je tedy snaha o to, aby plány byly co nejkrátkodobější a nejlépe pracovaly s potvrzenými objednávkami.

MRP

Systém MRP tvoří jádro nového MRP II. Jeho funkce je zachována a tedy zprostředkovává včasné dodání materiálu v požadovaném množství. Více o metodě v kapitole 2.6.

Jemné kapacitní plánování (CRP Capacity Requirement Planning) [3]

V souladu s metodikou MRP je spotřeba kapacitních zdrojů plánována pomocí průběžných dob, přesně jak je zmíněno v předchozí kapitole. Novinkou u metody MRP II je, že díky CRP jsou výrobní zakázky do výroby rozprostřeny pomocí normovaných operací, které tvoří výrobní postupy. Lze tedy tvrdit, že jemné kapacitní plánování probíhá komparací dostupných kapacitních zdrojů, výrobních postupů a požadovaného množství vyráběného sortimentu v čase. Vzniká tak detailní představa o zatížení jednotlivých středisek, buněk až samotných strojů pro určitý MPS. Je také nutné spravedlivě a rozumně zvážit možnosti rezerv, které jsou pro celý systém také nezbytné.

Proces jemného plánování kapacit může být uskutečněn dvěma způsoby - **zpětné a dopředné plánování**. Oba postupy již byly popsány v odstavci 2.6.1.

2.8 Souhrn

V druhé kapitole byla teoreticky popsána veškerá témata, které byla představována v první kapitole. Hlavní rozdíl oproti první kapitole je ten, že veškeré zmiňované metodiky a přístupy jsou celosvětově uznávány a jsou představovány spíše jako ideální stav. Mezi první a druhou

kapitolou je celá řada odchylek, to je především způsobeno, že každý podnik je zcela specifický a nelze danou metodiku implementovat zcela doslovně.

V teoretické části byly zmíněny také metody, o které se autor práce opíral při tvorbě řešení optimalizace plánování.

3 Možnosti zlepšení současného stavu

V předchozím textu byl velice podrobně popsán současný stav plánování výrobních zakázek v podniku Banes s.r.o.

V úvodu této kapitoly je nutné si připomenout, že se jedná o zakázkovou, malosériovou výrobu. Během průběhu plnění zakázek vzniká celá řada odchylek, které nikdy nejsme schopni úplně odstranit. Odchytky v průchodu zakázky výrobou mohou být následující:

- Porucha stroje nebo zařízení,
- obecně nutné přestávky,
- prostoje způsobeny charakterem výroby – násobná obsluha,
- možnost nedostatečné kvality,
- ostatní.

Zlepšení ve smyslu přesného plánování tedy, v jakém pořadí a v jaký okamžik bude zakázka ve stavu výroby nepřichází v úvahu. Je třeba provádět plánování nahrubo a počítat s výskytem abnormalit, které vznikají právě díky neodstranitelným odchylkám. Do jisté míry je takovýto způsob plánování prováděn i v současném stavu. Nicméně dle autora, mistr nemá dostatek informací okamžitě dostupných, potřebných k rozhodování o uvolnění konkrétní zakázky z fronty zakázek do výroby.

Cílem zlepšení současného stavu je tedy navrhnout takový systém řízení, ve kterém je přijat fakt, že existují odchylky od původního plánu. Nicméně mistr, který přiděluje zakázky na stroje, tedy určuje jejich prioritu, bude mít vždy dostatek relevantních informací o současném stavu zakázek a výroby. Tedy bude moci svá rozhodnutí opřít nejen o svou intuici, ale především o tvrdá data.

Navržené zlepšení by se vzhledem k podstatě této práce mělo opírat o teoretický základ, nicméně by mělo jasně reflektovat řešení nalezených nedostatků, které byly vyjmenovány v souhrnu první kapitoly.

3.1 Model zpracování zakázky

Zpracování zakázky začíná jejím obdržením až po expedici poptávaného produktu. Mezi těmito body obecně dochází k celé řadě procesů, z nichž hodnotu přináší pouze zpracování materiálu. Je tedy snaha o to, aby ostatní podpůrné procesy byly prováděny co nejkvalitněji.

Pokud se zpracování zakázky a procesy, které obsahuje, pokusíme co nejvíce zobecnit, dostaneme následující model.



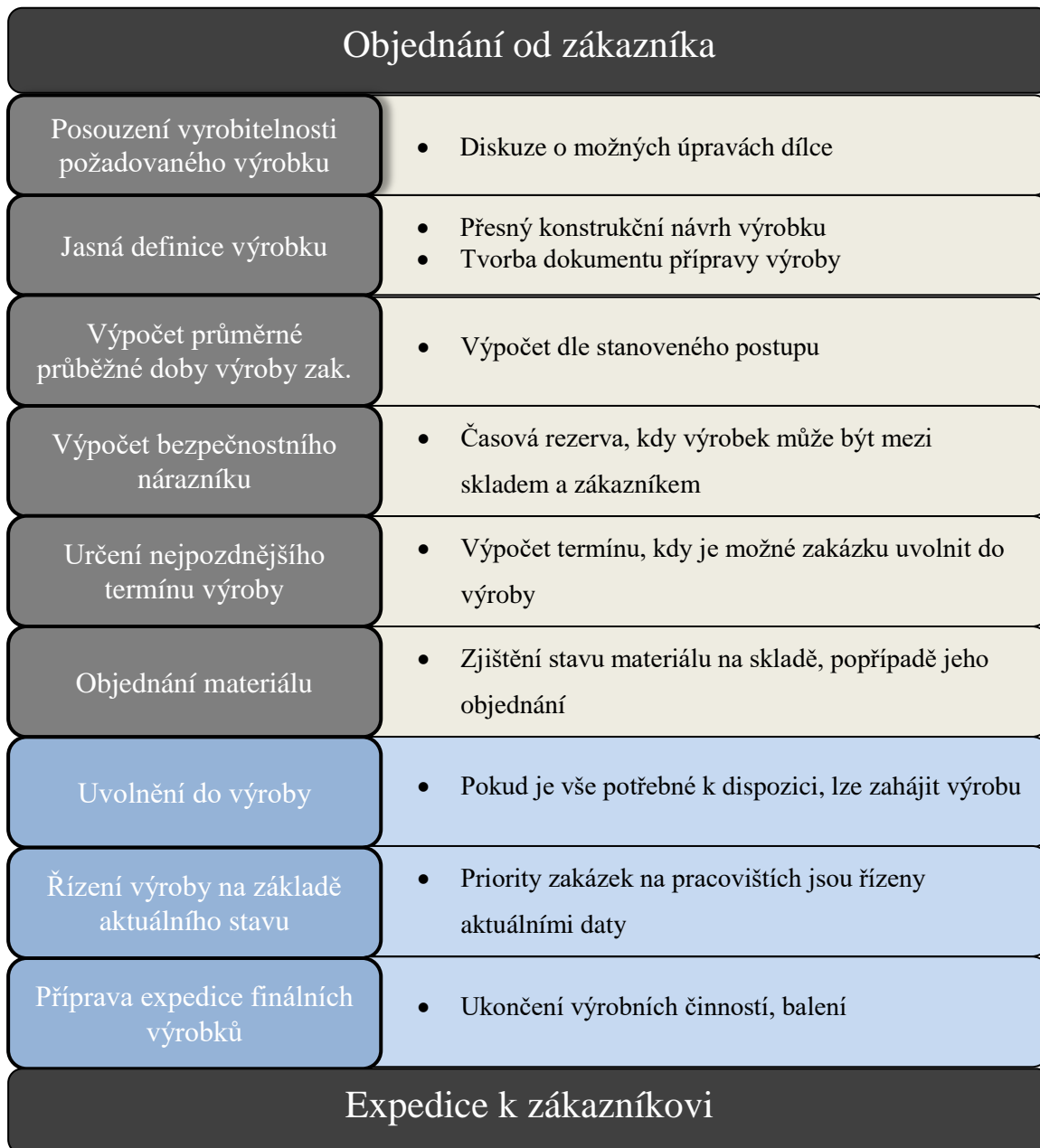
Obrázek 3-1 Model zpracování zakázky [14]

Tento obecný model je vhodný vzít jako odrazový můstek pro tvorbu konkrétního řešení na míru pro danou společnost. Nelze ho použít bez úprav. Jako příklad může posloužit zpracování technické dokumentace. Do podniku přijde požadavek na výrobu dílce, který již má zpracovaný konstrukční návrh a podobně. Nicméně je častou událostí, že dochází ke komunikaci mezi oběma stranami o různých změnách, například o změně materiálu.

V navrženém modelu plánování by měl vzniknout větší důraz na plánování zakázky. Naplánování by se nemělo spokojit s pouhým přidáním zakázky do výrobního plánu.

Dále by měla být provedena zásadní změna modelu v oblasti uvolňování zakázky do výroby. Uvolnění dané zakázky by mělo být řízeno aktuálním stavem výroby. Nicméně zakázka mohla být dle tohoto modelu naplánována na určitý časový okamžik, který může být z již zmíněných důvodů vzniku odchylek nesplnitelný. V rámci plánování by mělo dojít k určení důležitosti odběratele a následně podle toho vytvořit časový nárazník, kterým bude podnik jištěn před případnou pozdní dodávkou a možnými sankcemi ze strany odběratele.

Na základě obecného modelu, současného stavu a opatření byl vytvořen následující aktualizovaný model. Ten je uveden na následujícím obrázku 3-2.



Obrázek 3-2 Upravený model řízení zakázky [vlastní tvorba]

Tento model představuje proces. Pro něj platí základní parametry všech procesů: [15]

- Funguje v čase,
- obsahuje vstupy, které transformuje na výstupy,
- je rozložen na podprocesy,
- části procesů mají svého vlastníka,
- probíhá opakovaně.

Aby tento model mohl kvalitně fungovat, je třeba poskytnutí relevantních vstupních dat. Pro zpracování zakázky nikdy nebudou stačit data, která jsou poskytnuta během zákaznické objednávky. Je tedy možné data rozdělit do dvou následujících skupin. [14]

- **Data získaná z objednávky**
 - Konstrukční dokumentace dílce,
 - množství,
 - datum dodání,
 - cena.
- **Současný stav výrobního systému**
 - Stav využitelných kapacit

Vyjmenované informace se stávají podklady pro jasné definování výrobku. Definice výrobku může vzniknout přímo z objednávky nebo mohou být na základě komunikace ještě pozměněny.

Jednání o změnách přichází v úvahu v případě, že se jedná o nový druh dílce, který doposud nebyl vyráběn. V takovémto případě dochází ke standardnímu vyplnění dokumentu příprava výroby, jako je tomu již v současném stavu. Na základě vypracování tohoto dokumentu mohou být odběrateli navrženy změny. Vypracování tohoto dokumentu zůstává nezměněné, proto jej není nutné opět podrobně rozepisovat. Více lze nalézt v kapitole 1.4.1.

Výsledkem první fáze je jasná definice výrobku. Tedy jeho konstrukce, jakým způsobem se bude vyrábět, z jakého materiálu, jeho množství, kdy bude dodán a jaká bude odměna. V závěru této fáze již není důležité, jestli byl výrobek v minulosti vyráběn, či nikoliv.

Množství dílců se stejně jako v současném stavu nebude řídit matematickým vztahem, ale požadavkem zákazníka. V případě existence rámcových smluv je možné toto množství celočíselně násobit a vyrábět popřípadě na sklad, stejně jako je tomu doposud.

Dále musí proběhnout kontrola současného stavu vytížení kapacit. Zakázky by neměly výrazně přetížít skupiny pracovišť, jelikož by v pozdějších fázích nebylo možné plnit termíny jednotlivých úkolů.

Nyní je třeba určit datum, kdy je nejpozději možné uvolnit zakázku do výroby. Tento výpočet jde přes zjištění průměrné průběžné doby a výpočtu bezpečnostního nárazníku. Vzhledem k tomu, že se jedná o rozsáhlejší téma na podobnou tematiku, bude uvedeno v samostatné kapitole.

3.1.1 Výpočet průběžné doby zakázky

Ve chvíli, kdy existují informace uvedené v předchozích odstavcích, je možné začít plánovat průběh výrobní zakázky výrobním procesem.

Jedním z nejdůležitějších ukazatelů je termín, kdy je vhodné uvolnit zakázku do výroby. V teoretické části byly uvedeny dva druhy plánování a to dopředný a zpětný. Autor této práce shledal, že zpětný způsob je pro tento typ zakázkové výroby vhodnější, navíc je využíván i v současnosti.

Termín nejpozdějšího uvolnění zakázky do výroby vychází ze základní znalosti průměrné průběžné doby výroby. Zdroj [16] udává různé druhy pro výpočet průběžné doby výroby v závislosti na předávání výrobků z pracoviště na pracoviště.

- Průběžné předávání dávky,
- souběžné předávání dávky.

Když opomeneme způsob předávání a pokusíme se vztah co nejvíce zobecnit, můžeme dostat vztah (5), který udává zdroj [14]. Ten říká, že průběžná doba výroby se skládá z technologických časů, netechnologických časů a přerušení.

$$\text{Průběžná doba výroby} = \sum \text{technologické časy} + \sum (\text{netechnologické časy} + \text{přerušení}) \quad (5)$$

Technologické časy jsou pak dány sumou dávkového času a času výroby jednoho dílce vynásobeným velikostí dávky. Netechnologické časy se určují výpočtem nebo odhadem

a většinou se jedná o čekání ve frontě nebo přepravu z jednoho pracoviště na druhé. Přerušení jsou pak způsobena výpadkem stroje nebo časem, kdy není stroj obsluhován, například v noční části dne, kdy není potřeba noční směna.

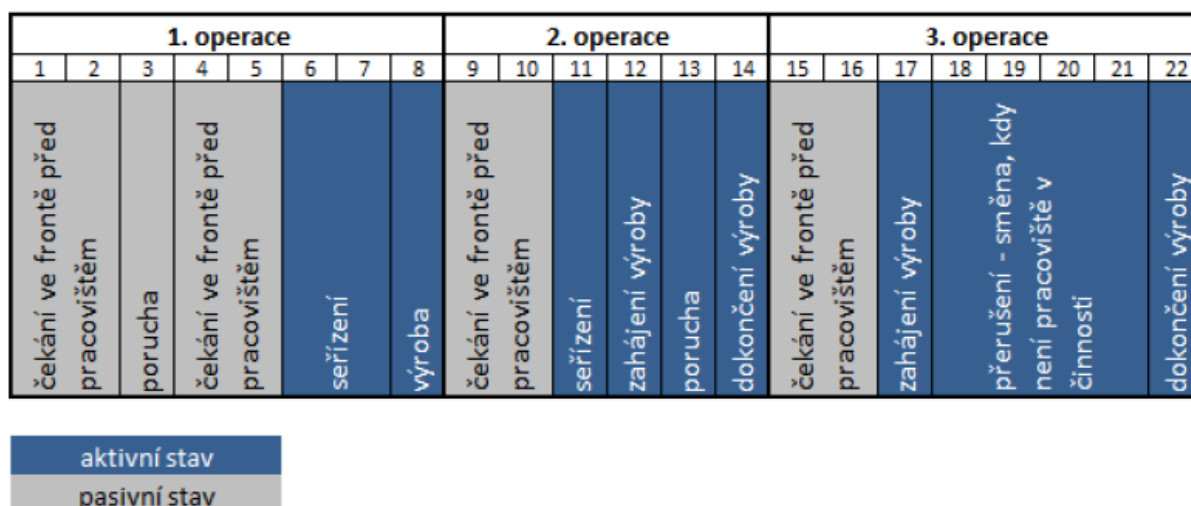
V rámci nového modelu řízení výroby však nebude používán tento (tradiční) způsob výpočtu průběžné doby, ale způsob, který uvádí zdroj [14].

Ten rozděluje zakázku do dvou stavů:

- aktivní stav – to je takový stav, kdy se na zakázce aktivně pracuje,
- pasivní stav – ostatní stavy (například čekání).

$$\text{Průběžná doba výroby} = \sum \text{aktivní časy} + \sum \text{pasivní časy} \quad (6)$$

Je zřejmé, že jiný stav během uspokojování zakázky nemůže nastat. Někdy však může být problém se správným určením, o jaký stav se jedná. Příkladem může být porucha. Představme si situaci, kdy dojde k poruše na stroji ve kterém je vyráběn dílec A. Čas pro výrobu dávky tohoto dílce se vlivem poruchy prodlouží, tedy prodlouží si i doba jeho aktivního stavu. Pro ostatní zakázky ve frontě, které jsou ve stavu pasivním, se prodlužuje doba pasivního stavu. Je tedy nutné s atributem poruchy pracovat obezřetně, jelikož může být zahrnut do obou kategorií. Aby byla poslední myšlenka naprosto jasná, je podpořena následujícím obrázkem číslo 3-3.



Obrázek 3-3 Stavy zakázky procházející výrobou [14]

Nyní je třeba oba tyto stavy podrobně popsat.

Aktivní stav zakázky

Aktivní stav je od vyjmutí výrobní zakázky z fronty zakázek až do jejího vložení do fronty před dalším strojem nebo do skladu hotových výrobků. Do jisté míry vychází z délky výrobního postupu jednoho dílce, který je známý z předešlého stanovení postupu výroby. Dále z časů zahájení a zakončení výrobní dávky. Dávkový čas je v podniku Banes stanoven fixně na 120 minut. Na první pohled by se mohlo zdát, že z těchto časů lze vypočítat přesnou dobu výroby zakázky. Nicméně ve výrobě vznikají drobné odchylky a jejich případná kumulace může způsobit výrazné difference. V podniku mohou vzniknout odchylky především z těchto důvodů.

- Zkrácení dávkových časů – typová podobnost navazujících dílců,
- odhad normočasů v přípravné fázi – časy, které se vytvářejí během přípravy výroby, nemusí odpovídat realitě ve výrobě,
- přerušení výroby noční směnou.

U prvních dvou bodů je nutné se smířit, že v tomto druhu plánování budou vznikat odchylky a tak do výpočtu se budou přidávat standardní hodnoty. Problém však nastává s přerušením. Prvním druhem přerušení je vlivem poruchy. Ty nelze přesně predikovat, navíc ve zdejší výrobě doposud nedošlo k výrazné poruše, která by způsobila problémy. Dalším druhem prostoje je přerušení výroby noční směnou. Vlivem odchylek, které vznikají nelze přesně určit kolikrát, bude výroba přerušena noční směnou. Nyní je možné sledovat, že odchylka od plánu, která má velikost několik minut, může způsobit to, že výroba bude dodělána až následující den.

Dle zdroje [14] je řešením navýšení časového fondu aktivního stavu zakázky. Navýšení doby všech zakázek o určitou dobu způsobí, že již nebudeme muset sledovat, jaká zakázka bude přerušena noční směnou a kolikrát. Časy se navýší o hodnotu přerušení a vznikne tak hodnota průměrné doby trvání aktivního stavu zakázky na dané operace výrobního procesu. Ta již dále bude označována jako „MASD“ (Mean Active State Duration).

Následuje výpočet průměrné doby trvání aktivního stavu zakázky dané operace. Zdrojem pro všechny výpočtové vztahy je [14]

Výpočet pracuje se třemi základními parametry:

- x – plánovaný čas výroby, je dán technologickým postupem výroby a nejsou do něj zahrnuty prostoje
- y – doba, po kterou je pracoviště dostupné, pracovní doba
- z – plánovaná doba přerušeni činnosti pracoviště, pasivní stav pracoviště

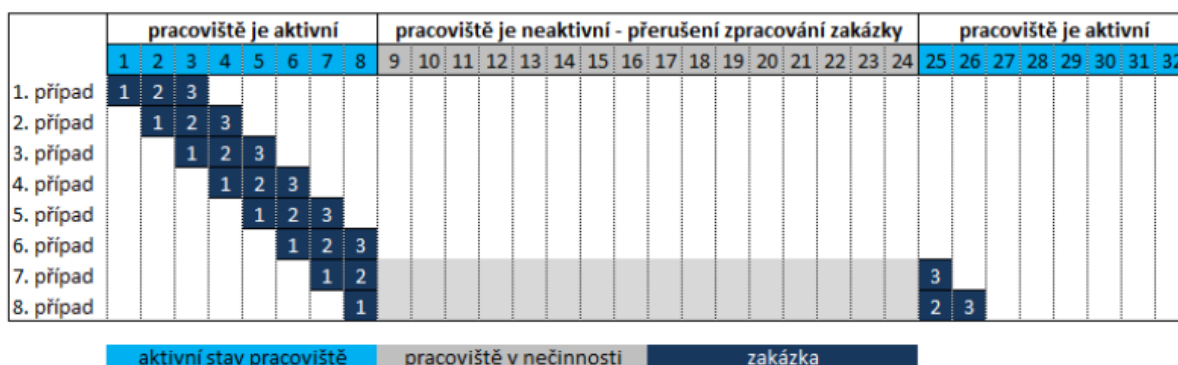
Výpočet pak může nabývat dvou stavů. V první řadě je to, když je doba výroby dávky kratší než dvě po sobě jdoucí směny. V tomto případě dojde k přerušeni výroby pouze s jistou pravděpodobností. V druhém případě, když je délka větší než dvě směny, dojde k jistému přerušeni.

Prvním případem výpočtu je, kdy nemusí zaručeně dojít k přerušeni. Pro lepší představu je uveden následující obrázek, který znázorňuje možné přerušeni výroby.

	Pracoviště je k dispozici - y																Noční směna - není k disp. - z								y			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1. možnost																												
2. možnost																												
3. možnost																												
4. možnost																												
5. možnost																												
6. možnost																												
7. možnost																												
8. možnost																												

Obrázek 3-4 Doba trvání operace s možným přerušeni [inspirováno 14]

Z obrázku 3-4 je patrné, že pokud pracovní doba ranní a odpolední směny bude rozdělena do 16 jednotek a pracovní úkol trvá 12 jednotek, bude velká pravděpodobnost, že dojde k přerušeni úkolu. Tento obrázek byl zvolen z důvodu, že v podniku se standardně plánuje pro dvě směny, tedy na 16 hodin. Pro zjednodušení ukázky výpočtu bude uveden obrázek podobný, tentokrát kompletní, jelikož bude obsahovat všechny možnosti.



Obrázek 3-5 Přerušení pracovní doby [14]

Zde je možné logickou úvahou odvodit vztah číslo (7)

$$\text{množství zakázek provedených bez přerušení} = y - x + 1 \quad (7)$$

Podobnou úvahou lze vyvodit i vztah (8), který ukazuje počet možností, kdy zakázka bude přerušena

$$\text{množství zakázek provedených s přerušením} = y - (y - x + 1) \quad (8)$$

Ze zdroje [14] pak plyne celkový vztah pro MASD (9). Zde v čitateli dochází k součtu násobených hodnot (7) a (8), ty jsou násobené dobou zpracování a ve jmenovateli je doba, po kterou je pracoviště k dispozici. V podstatě se jedná o jakousi alternativu váženého průměru.

$$MASD = \frac{(y - x + 1) \cdot x + [y - (y - x + 1)] \cdot (z + x)}{y} \quad (9)$$

Jednoduchou úpravou roznásobením lze získat vztah (10).

$$MASD = \frac{xy + xz - z}{y} \quad (10)$$

Tento výpočet lze využít ve společnosti Banex s.r.o. pouze tehdy, pokud je délka výroby dávky kratší než 16 hodin. Z obrázku 1-4 lze vyčíst, že to je pouze omezená část výroby tvořící přibližně jednu desetinu celkové výroby. Je tedy nutné uvést způsob, jakým vypočítat MASD, kde délka výroby přesáhne délku dvou směn, tedy parametr $x > y$.

Již dopředu víme, že výroba dávky bude několikrát přerušena. Je tedy možné bezpečně určit počet jistých přerušení. Výpočet je opět převzat ze zdroje [14].

$$\text{Počet jistých přerušení výroby} = D = \frac{x}{y} \quad (11)$$

Toto je první část výpočtu *MASD*. Počet přerušení je logicky získán podílem plánovaného času výroby s plánovanou pracovní dobou. V této části výpočtu lze bezpečně tvrdit, že výroba bude „D“ krát přerušena. Ve většině případů nevyjde hodnota *D* celočíselně. Z výsledku se tedy vezme celá hodnota čísla, jako je tomu u celočíselného dělení (div).

Abychom byli schopni plánovat termín, je třeba hodnotu „y“ navýšit o hodnotu „z“. Nyní tedy vznikne vztah (12), který říká, kolik celých dnů bude operace prováděna. Jedná se tedy o první člen výpočtu *MASD*.

$$\text{Počet jistých celých dnů} = D \cdot (y + z) \quad (12)$$

Nyní je třeba stanovit pravděpodobnost, že zbytek práce na výrobním úkolu, který zůstane na poslední den, nepřesáhne do následujícího dne. To tvoří druhou část vzorce *MASD*. Vydeme již z odvozeného vztahu (10). Ten tentokrát nepracuje s hodnotou „x“, ale s hodnotou „ x_0 “. Hodnota „ x_0 “ je tvořena dobou pro ukončení zakázky po odpracování (12), tedy počtu jistých celých dnů.

$$x_0 = x - D \cdot y \quad (13)$$

Pokud vztah (10) upravíme způsobem, že hodnotu *x* nahradíme hodnotou x_0 , vznikne vztah (14).

$$MASD_{x_0} = \frac{x_0 y + x_0 z - z}{y} \quad (14)$$

Celková hodnota průměrné doby trvání aktivního stavu zakázky na dané operace výrobního procesu se vypočte sečtením vztahu (12) a (14).

$$MASD = D \cdot (y + z) + \frac{x_0 y + x_0 z - z}{y} \quad (15)$$

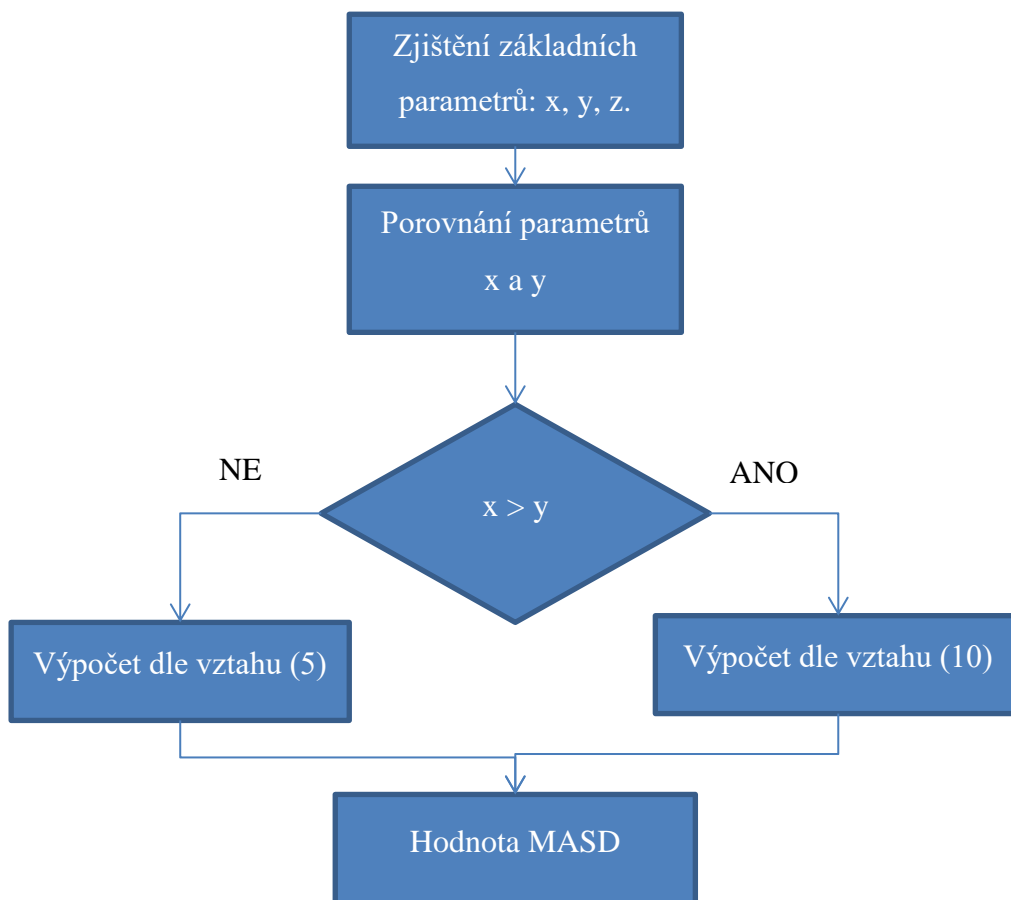
Tomuto případu odpovídá obrázek číslo 3-6.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1. případ	1	2	3	4			5	6	7	8			9	10	11	12			13	14	15							
2. případ		1	2	3			4	5	6	7			8	9	10	11			12	13	14	15						
3. případ			1	2			3	4	5	6			7	8	9	10			11	12	13	14				15		
4. případ				1			2	3	4	5			6	7	8	9			10	11	12	13				14	15	

aktivní stav pracoviště
pracoviště v nečinnosti
zakázka

Obrázek 3-6 Přerušení pracovní doby II [14]

Závěrem k tomuto výpočtu je třeba dodat, že přerušení nebývá způsobeno pouze přerušením vlivem noční směny, ale také přerušení vlivem údržby strojů a pracovišť (TPM). Vzhledem k tomu, že v podniku Banes s.r.o. k údržbě plánovaně nedochází, neexistuje tak norma dostupnosti pracoviště. Z toho důvodu je při výpočtu použit čas 16 hodin, tedy standardní doba dvou směn. Vzhledem k tomu, že se nesnažíme o naprosto přesné plánování, ale pouze o hrubé, je podle autora této práce tato hodnota dostačující. Výpočet MASD tedy počítá pouze s plánovanými prostoji. Ve výrobě však může dojít i k prostojům neplánovaným. Ty budou řešeny v samostatné kapitole, která se bude zabývat tvorbou bezpečnostního nárazníku.



Obrázek 3-7 Vývojový diagram pro postup výpočtu MASD [vlastní tvorba]

Pasivní stav zakázky

Jak již bylo zmíněno, pasivní stav zakázky nastává tehdy, pokud není zakázka aktivně zpracovávána, viz obrázek 3-3. Vzhledem k tomu, že se v podniku Banes dochází k výrobě dílců převážně na jednom pracovišti, není proto potřeba této problematice věnovat tak vysokou pozornost. Nicméně aby byla metodologie výpočtu termínu kompletní, je žádoucí následný výpočet uvést, aby v případě zakázky, pro kterou tato část bude potřeba, absolutně neselhal. Navíc je třeba, aby metoda byla co nejobecnější.

Tato část se týká stavu zakázky čekající ve frontě. Z tohoto důvodu budeme vycházet z teorií operačního výzkumu, konkrétně teorie hromadné obsluhy a teorie front.

Pro účely této práce je cílem této kapitoly zjistit průměrný čas zakázky strávený ve frontě. Pro tuto hodnotu byl uveden vztah v teoretické části.

Kromě vztahů, které poskytuje operační výzkum, lze výsledek zjistit také pomocí moderního simulačního běhu. Tato varianta je pro tuto práci spíše nevhodná. V podniku neexistují příliš přesná data, aby byl simulační výstup relevantní. Další důvod je, že v podniku nemají možnost provést simulační běh. Proto bude uveden analytický způsob, jak se k této hodnotě dostat. V první řadě se vychází z exponenciálního rozložení příchodu zakázek do systému. Vyjádření tzv. Littleova vztahu (16):

$$T_f = \frac{\lambda}{\mu \cdot (\mu - \lambda)} \quad (16)$$

T_f ... Průměrný čas zakázky strávený ve frontě pro exponenciální rozložení

λ ... Střední intenzita vstupu – udává průměrný počet jednotek, které vstoupí do systému během časové jednotky

μ ... Střední intenzita výstupu – udává průměrný počet obslužených jednotek, které vstoupí do systému.

Aby bylo možné zjistit relevantní výsledek, je třeba zjistit stabilitu daného procesu. Ta se jednoduše zjistí pomocí ukazatele intenzity provozu (17). Jde o poměr vstupní a výstupní intenzity.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (17)$$

Výsledkem (17) by mělo být číslo, které se limitně blíží jedné. V případě, že se budeme pohybovat v intervalu $<0;1$ bude kapacita stroje nevytížená, nicméně zakázky lze plnit.

Pakliže poměr (17) vyjde v intervalu $(1; \infty)$ proces nebude stabilní a fronta před daným procesem bude růst do nekonečna. Cílem je tedy vytěžovat pracoviště takovým způsobem, abychom se blížili jedné.

V případě že by 17) vyšla větší než jedna, není možné použít vztah (16). Platnost vztahu je tedy pouze když $\mu > \lambda$.

Aby byl postup a používané veličiny správně pochopeny, bude uveden velice jednoduchý ilustrativní příklad.

Na protahovačku vstoupí průměrně deset požadavků za jednu hodinu. Jeden požadavek je průměrně zpracován za dvě minuty.

Ze zadání plyne následující:

Střední intenzita vstupu $\lambda = 10$

Střední intenzita výstupu $\mu = \frac{60}{2} = 30$

Dle (17) se $\rho = 0,33 \rightarrow$ *Proces je stabilní, na 67% zakázka nebude čekat na obsluhu.*

Nyní parametry dosadíme do vztahu (16)

$$T_f = \frac{\lambda}{\mu \cdot (\mu - \lambda)} = \frac{10}{30 \cdot (30 - 10)} = \frac{1}{60}$$

Pokud výsledek vynásobíme hodnotou 60, získáme hodnotu v minutách. Střední doba čekání je v tomto případě 1 minuta. Na příkladu si lze povšimnout, že střední intenzitu výstupu lze získat z průměrné doby zpracování zakázky (historický údaj). Pokud časovou jednotku podělíme průměrnou dobou zpracování, dostaneme hodnotu μ .

Parametry intenzit vstupů i výstupů lze zjistit pouze z měření a historických dat.

3.1.2 Stanovení bezpečnostního nárazníku

V předchozím výkladu byla určena průběžná doba výroby zakázky. Tento údaj však sám o sobě nestačí. Před tím než se určí jasný termín uvolnění zakázky do výroby, je třeba zamyslet se nad opatřením před pozdním dodáním zakázky.

V teoretické části byly zmíněny dva způsoby plánování a to dopředné a zpětné. V případě, že by odběratel byl ochoten přijímat zakázky i před smluveným termínem, není problém použít

dopředný způsob. Pro navrhovaný model je spíše vhodnější zpětný způsob a to především ke snížení rozpracované výroby a skladových zásob.

V předešlém odstavci bylo zmíněno chování zákazníka ve smyslu, co se stane, pokud je možné zakázku dodat před termínem. Nicméně důležitější je si uvědomovat, co se stane při pozdním dodání zakázky.

Chování zákazníka se zohledňuje při stanovení bezpečnostního nárazníku. V podstatě se jedná o ochranu zákazníka před nečekaným vlivem nedodání dílců včas a zároveň ochrana dodavatelské společnosti proti finančním sankcím a ztrátě dobrého jména.

Otázkou je jak velikost bezpečnostního nárazníku stanovit. Zdroj [14] udává následující varianty, jak jeho velikost stanovit.

- Bezpečnostní nárazník bude pro všechny zákazníky stejný a bude stanoven odhadem,
- bezpečnostní nárazník bude rovný času výroby dle technologického postupu, který nebude navýšen o vlivy čekání,
- z historických dat se použije údaj o průměrném času odstranění poruchy na pracovišti, na kterém má být zakázka zpracována
- z historických dat se použije údaj o maximálním času
- bezpečnostní nárazník lze stanovit z procentuálního podílu průběžné výrobní doby

První způsob určení nárazníku není úplně sofistikovaný, nicméně pokud je stanoven kvalifikovaným odborníkem, lze jej v určitých případech použít.

V dalším bodu je sice použita jistá hodnota, o kterou se lze opřít. Tento způsob však v určitých případech ponese vysoký podíl vázaných prostředků na výrobu, jelikož nárazník bude stanoven příliš velký, nebo v opačném případě se zakázka nemusí stihnout.

Následující dva body jsou pro zjištění bezpečnostního nárazníku nejvýhodnější. Nutností je však znalost relevantních historických dat z oprav na každém stroji.

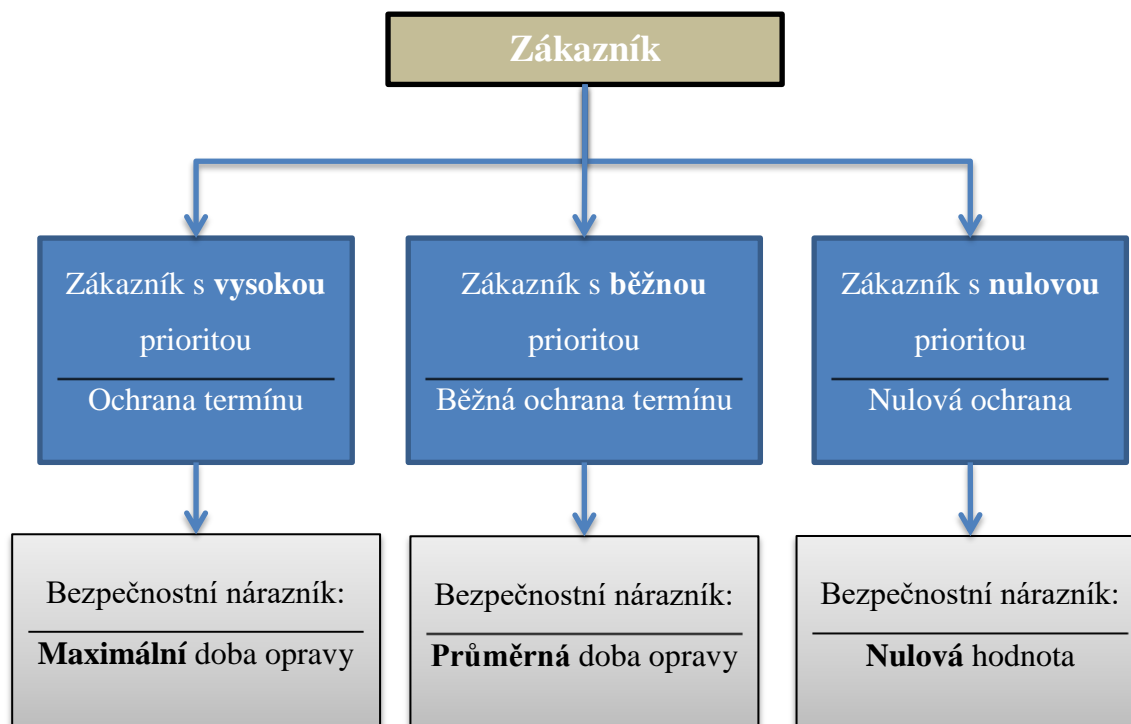
Pro stanovení bezpečnostního nárazníku byl nalezen kompromis mezi délkou stanoveného času a typem zákazníka.

Zákazníky lze rozdělit do tří skupin. Prominentní zákazníci, kteří odebírají velké množství zakázek a požadují dodání v přesném termínu. Těmto zákazníkům bude nárazník počítán z nejdelšího času opravy stroje, potažmo strojů, na kterých bude zakázka zpracováván.

Druhým typem zákazníka je zákazník se střední prioritou. Pro něj bude nárazník vypočten ze střední doby oprav stroje.

Poslední typ zákazníka nemá žádnou prioritu, a proto bezpečnostní nárazník bude mít hodnotu nula. Tedy zcela se při výpočtu zanedbá.

Informace o prioritách zákazníků a stanovení nárazníku jsou patrné z následujícího vývojového diagramu, který je na obrázku 3-8.



Obrázek 3-8 Vývojový diagram stanovení bezpečnostního okna [vlastní tvorba]

3.1.3 Určení termínu uvolnění zakázky do výroby [14]

Ve chvíli, kdy je známa hodnota průběžné doby výroby (6) a hodnota bezpečnostního nárazníku, jsme schopni vypočítat datum uvolnění zakázky do výroby. Vyjde se z hodnoty termínu dodání zakázky zákazníkovi, od něj se odečítají vypočtené hodnoty.

Termín dodání zakázky zákazníkovi

- *Bezpečnostní nárazník*

= Zakázka by měla být vyrobena a odvedena na sklad

- *Hodnota průběžné doby výroby (MASD, T_f)*

= **Uvolnění zakázky do výroby**

4 Zhodnocení navrženého řešení

Ve třetí kapitole byla navržena metoda, respektive způsob plánování a řízení zakázek v podniku Banes s.r.o. Hlavní myšlenka byla převzata ze zdroje [14], a upravena takovým způsobem, aby co nejvíce vyhovovala do daného podniku.

Vstupem pro vytváření této metody byl především model stávajícího stavu, který byl popsán v první kapitole. Podnik vykazuje značné zisky a je schopný expandovat, z toho vyplývá, že stávající řízení výroby probíhá kvalitním způsobem. Tento fakt byl také podpořen sledováním mistra výroby, který přiděluje zakázky k určitým strojům. V druhé straně toto přiřazování probíhá na základě intuice této osoby.

Navrhovaný systém za žádnou cenu nemá omezovat nebo zcela zásadně měnit koncept, který je funkční. Během dlouhého pozorování bylo však shledáno, že mistr pracuje pouze s omezenými informacemi. Ty bohužel plynou s nedostatečného využívání informačního systému. Opatření by mělo mistrovi pomoci se rozhodovat podle jasně stanovených dat. V současném systému se vždy o přiřazení zakázky na stroj rozhoduje ze současného stavu výroby. To je velice příznivé vzhledem k tomu, že se systém řídí formou priorit. Navržené opatření poskytuje cenou informaci o tom, kdy je vhodné konkrétní zakázku uvolnit do výroby. Vzhledem k tomu, že se metodika řídí možností zpětného plánování, tak tento údaj říká nejpozdější uvolnění do výroby.

Výpočet termínu uvolnění zakázky se skládá ze dvou bloků. Prvním je výpočet průběžné doby výroby, ta je určena z aktivních a pasivních časů zakázky. Aktivní časy zakázky jsou tvořeny technologickými časy výroby dávky dílců. Do tohoto výpočtu je zohledněna doba přerušení výroby vlivem nočních směn. Pozor, do výpočtu není zahrnut vliv ostatních přerušení, například poruchou strojů, nebo jejich údržbou. Do průběžné doby výroby dílců je také připočten pasivní stav zakázky. Z důvodu, že se jedná o čekání ve frontě před pracovištěm, byl tento výpočet opřen o teorii front.

Druhým blokem je stanovení bezpečnostního nárazníku. Tato rezerva má chránit zákazníka před pozdním doručením zásilky. Velikost této rezervy je určena dle jeho vlastností a požadavků.

Implementace by měla proběhnout prostřednictvím tvorby jednoduché konzolové aplikace na základě informací a postupu ve třetí kapitole. Výpočet údaje termínu uvolnění do výroby by se nacházel ve startovní části celého procesu průchodu zakázky výrobou. Aplikace by tak mohla fungovat paralelně se zdejším informačním systémem, jelikož hodnota termínu zakázky je do systému vkládána ručně. Přirozeně není nutností mít speciální aplikaci, jelikož výpočet dle stanoveného postupu lze provádět i ručně.

Závěrečné doporučení pro správný chod navržené metodiky je sběr dat o výrobě. Konkrétně se jedná o data oprav strojů, průměrný počet zakázek ve frontě a podobně.

Navržený model je pouze velice základní verze a skrývá v sobě celou možnost vylepšení, která jsou však podmíněná kvalitní databází historických dat.

Závěr

Náplní této práce bylo téma řízení a plánování výroby. Text je věnován pouze malé části tohoto odvětví, které se přímo týká konkrétního typu výroby, a to v dané soběslavské společnosti Banes s.r.o. Jak zpracovaná teoretická část, tak návrh opatření souvisí s daným podnikem.

Již od začátku bylo jasné, že se jedná o prosperující podnik s pevným zázemím a jasnými pravidly. Hledat proto nedostatky bylo velice komplikované. V první fázi práce byla provedena analýza. Data a informace byla získána z pozorování dílčích činností procesu, kterým jsou v podniku prováděny zakázky. V první řadě se jednalo o samotné přijetí zakázky a její naplánování do informačního systému. Ten je postaven na bázi MRP plánování, a proto v této části není moc co upravovat. Následovalo objednávání materiálu a vznik operativního plánu. Z operativního plánu bylo nutné stanovit pořadí uvolňovaných zakázek do výroby. V této části autor strávil pozorováním nejvíce času. Bylo nutné pochopit veškeré priority a náležitosti uvolnění zakázky do výroby. Už samotná komplikovanost tohoto procesu autora nutila přemýšlet, jak tento proces zjednodušit. Po uvolnění následovala výroba. Pro jasné pochopení celého průběhu zakázky bylo nutné sledovat i tuto část. Vzhledem k tomu, že se jedná o automatizovanou výrobu velký důraz je kladen na kontrolu dílců a na jejich transport. To vše je popsáno v první kapitole.

Následovala část teoretická. Ta je postavena na tématech za prvé, která byla objevena během pozorování v praxi a na tématech, která se týkala návrhu opatření. Veškeré informace byly utříděny takovým způsobem, aby pospolu tvořily teoretické základy tohoto odvětví výroby.

Třetí částí je popis navrhovaného opatření. Opatření pozměňuje původní koncept určení uvolnění zakázky do výroby. Původně byl tento okamžik určen napůl výpočtem a napůl odhadem dispečera výroby. Autor se domnívá, že správná rozhodnutí plynou z relevantních dat. Je nutné tato data plánovači poskytnout v co nejjednodušší a nejpochoptelnější formě. Proto byl stanoven zcela jasný výpočet uvolnění zakázky do výroby. Ten se skládá z několika částí. V první části se vypočte průběžná doba výroby, ta je určena aktivními a pasivními časy. V další části se řeší bezpečnostní nárazník, který chrání odběratele před pozdním dodáním zakázky.

Priority, které dále určují uvolnění zakázky do výroby, zůstávají nezměněné z důvodu zdejších zvyklostí. Nicméně právě téma priorit by mohl být námět dalšího řešení a pokračování této práce.

Závěrečná část měla za úkol zhodnotit navrhované opatření. Vzhledem k tomu, že se jedná pouze o metodiku získávání informací o výrobě, nebylo nutné vypracovávat technicko-ekonomické hodnocení. Zhodnocení se tedy týkalo vytyčení kvalit řešení a možností dalšího rozpracování metody.

Zdroje

- [1] BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4307-3.
- [2] KOPEČEK, P., MALAGA, M. *Plánování a řízení výroby a DP*, e book. Plzeň: SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-14-9
- [3] KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. Expert (Grada). ISBN 80-247-0199-5.
- [4] MAREŠ, J. *Podnikové informační systémy a DP*, e book. Plzeň: SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-05-7
- [5] Technologie. *Www.banes.cz* [online]. Soběslav [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <http://www.banes.cz/cz/technologie/>
- [6] *Strategické řízení (Strategic Management)* [online]. Copyright©2011-2016 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/strategicke-rizeni>
- [7] Šablona – *Organizační struktura tvorby strategie* [online]. , 5 [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <https://www.mmr.cz/cs/Microsites/PORTAL-STRATEGICKE-PRACE-V-CESKE-REPUBLICE/Vystupy-projektu/Methodika>
- [8] *Strategické a taktické plánování* [online]. Praha [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: https://people.fsv.cvut.cz/~k126/predmety/126msfn/msfn_strategicke-a-takticke-planovani.pdf
- [9] Reference.com. *Reference.com: business-finance* [online]. 2017 [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <https://www.reference.com/business-finance/tactical-planning-f0ebe13106426f31>

- [10] *Managementmania.com: Plánování (Planning)* [online]. Copyright©2011-2016 [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/planovani>
- [11] DVOŘÁČEK, Jaroslav. *PROGNOSTIKA A STRATEGIE PODNIKU* [online]. , 256 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: http://ino.hgf.vsb.cz/export/sites/ino-hgf/cs/vystupy/Vyukove-materialy/VY_03_108.pdf
- [12] Holub, V., Kopeček, P.:Kusr DB03, Databázové systémy ve strojírenství – přednášky, e-book, ZČU Plzeň, 2011
- [13] BENATAR, Michael. Lineární regrese. In: *Www.als-research.org: Reference Electrodiagnostic Data Study (Normative Data)* [online]. Miami, 2017 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <http://www.als-research.org/research/reference-electrodiagnostic-data-study-normative-data/>
- [14] BEHÚN, Martin. *MODEL ŘÍZENÍ ZPRACOVÁNÍ ZAKÁZEK V NEOPAKOVANÉ VÝROBĚ* [online]. Plzeň, 2014 [cit. 2017-04-16].
Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/handle/11025/15232>.
Dizertační práce. ZČU. Vedoucí práce Doc. Ing. Jana Keinová, Csc.
- [15] *Tovia: pracovní poradenství* [online]. 2016 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: http://www.tovia.cz/blog/co_je_proces
- [16] *Lorenc.info: Průběžná doba výroby* [online]. 2013 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://lorenc.info/3MA112/prubezna-doba-vyroby.htm>
- [17] *Miras.cz: management-planovani* [online]. ©2000-2017 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://www.miras.cz/seminarky/management-planovani.php>
- [18] mechanicalTV27. How to Make Roller Chains. In: *Youtube.com* [online]. [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=aa-8JFFkdN8>

- [19] *Metody řízení výroby a jejich počítačová podpora* [online]. In: . s. 162 [cit. 2017-05-28]. Dostupné z <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kpv/ovs/prednasky.html>

Seznam příloh

Příloha č. 1: Matice zastupitelnosti – strojní park

Příloha č. 2: Matice zastupitelnosti – pracovníci

Příloha č. 3: Výpočet optimální velikosti dávky

Příloha č. 4: Ukázka algoritmu MRP + algoritmus v MS Excel, elektronická příloha na CD

PŘÍLOHA č. 1

Matice zastupitelnosti – strojní park

Stroj / Stroji zaměnitelnost po řádcích	01 - GOODWAY GLS-200	02 - GOODWAY GLS-150	03 - GOODWAY GLS-150	04 - GOODWAY GLS-150	05 - GOODWAY GA-2600	06 - GOODWAY GLS-200	07 - GOODWAY GLS-200M	08 - GOODWAY GLS-150	11 - DAEWOO LYNK220	13 - GOODWAY TA-100	14 - GOODWAY GLS-200Y	16 - GOODWAY GLS-150	17 - GOODWAY TA-100	20 - GOODWAY TA-100	01 - STAR SR-10J type C	02 - STAR SR-10J type C	03 - STAR SB-16 type E	04 - STAR SB-16 type D	05 - STAR SB-20 R type E	06 - STAR SR-20J type C	07 - STAR SR-20J type C	08 - STAR SR-32J	09 - STAR SR-32J (bez V.F)	10 - STAR SR-20R II	11 - STAR SB-20 type G	12 - STAR SB-20R type E	13 - STAR SR-20J type C	14 - STAR SB-20R type G	15 - STAR SR-10J type C	16 - STAR SR-10J type C	17 - STAR SB-16II type E	18 - STAR SB-16 type E	19 - STAR SB-20R type E	20 - STAR SR-20J type C	21 - STAR SR-20J type C	22 - STAR SR-32J	23 - STAR SR-32J (bez V.F)	24 - STAR SW-20	25 - STAR SB-20R type E	26 - STAR SR-20J type C	27 - STAR SB-20R type G	28 - STAR SR-20J type C	30 - STAR SB-16	41 - STAR SB-16E	CITIZEN A20	CITIZEN R04	DUICKTECH	GOODWAY SW20	FANUC ROBOTRILL	TOPPER TIV / OSAIL	PH CNC
--	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	-----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------	--------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------	----------------------------	---------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------	----------------------------	-----------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------	------------------	-------------	-------------	-----------	--------------	-----------------	--------------------	--------

01 - GOODWAY GLS-200	02 - GOODWAY GLS-150	03 - GOODWAY GLS-150	04 - GOODWAY GLS-150	05 - GOODWAY GA-2600	06 - GOODWAY GLS-200	07 - GOODWAY GLS-200M	08 - GOODWAY GLS-150	11 - DAEWOO LYNK220	13 - GOODWAY TA-100	14 - GOODWAY GLS-200Y	16 - GOODWAY GLS-150	17 - GOODWAY TA-100	20 - GOODWAY TA-100	01 - STAR SR-10J type C	02 - STAR SR-10J type C	03 - STAR SB-16 type E	04 - STAR SB-16 type D	05 - STAR SB-20 R type E	06 - STAR SR-20J type C	07 - STAR SR-20J type C	08 - STAR SR-32J	09 - STAR SR-32J (bez V.F)	10 - STAR SR-20R II	11 - STAR SB-20 type G	12 - STAR SB-20R type E	13 - STAR SR-20J type C	14 - STAR SB-20R type G	15 - STAR SR-10J type C	16 - STAR SR-10J type C	17 - STAR SB-16II type E	18 - STAR SB-16 type E	19 - STAR SB-20R type E	20 - STAR SR-20J type C	21 - STAR SR-20J type C	22 - STAR SR-32J	23 - STAR SR-32J (bez V.F)	24 - STAR SW-20	25 - STAR SB-20R type E	26 - STAR SR-20J type C	27 - STAR SB-20R type G	28 - STAR SR-20J type C	30 - STAR SB-16	41 - STAR SB-16E	CITIZEN A20	CITIZEN R04	DUICKTECH	GOODWAY SW20	FANUC ROBOTRILL	TOPPER TIV / OSAIL	PH CNC
01 - GOODWAY GLS-200	02 - GOODWAY GLS-150	03 - GOODWAY GLS-150	04 - GOODWAY GLS-150	05 - GOODWAY GA-2600	06 - GOODWAY GLS-200	07 - GOODWAY GLS-200M	08 - GOODWAY GLS-150	11 - DAEWOO LYNK220	13 - GOODWAY TA-100	14 - GOODWAY GLS-200Y	16 - GOODWAY GLS-150	17 - GOODWAY TA-100	20 - GOODWAY TA-100	01 - STAR SR-10J type C	02 - STAR SR-10J type C	03 - STAR SB-16 type E	04 - STAR SB-16 type D	05 - STAR SB-20 R type E	06 - STAR SR-20J type C	07 - STAR SR-20J type C	08 - STAR SR-32J	09 - STAR SR-32J (bez V.F)	10 - STAR SR-20R II	11 - STAR SB-20 type G	12 - STAR SB-20R type E	13 - STAR SR-20J type C	14 - STAR SB-20R type G	15 - STAR SR-10J type C	16 - STAR SR-10J type C	17 - STAR SB-16II type E	18 - STAR SB-16 type E	19 - STAR SB-20R type E	20 - STAR SR-20J type C	21 - STAR SR-20J type C	22 - STAR SR-32J	23 - STAR SR-32J (bez V.F)	24 - STAR SW-20	25 - STAR SB-20R type E	26 - STAR SR-20J type C	27 - STAR SB-20R type G	28 - STAR SR-20J type C	30 - STAR SB-16	41 - STAR SB-16E	CITIZEN A20	CITIZEN R04	DUICKTECH	GOODWAY SW20	FANUC ROBOTRILL	TOPPER TIV / OSAIL	PH CNC

PŘÍLOHA č. 2

Matice zastupitelnosti - pracovníci

Pracovník / Stroj			GOODWAY GLS-200	GOODWAY GLS-150	GOODWAY GA-2600	GOODWAY GLS-200	GOODWAY GLS-200M	DAEWOO LYNX220	GOODWAY TA-100	GOODWAY GLS-200Y	GOODWAY TA-100	STAR SB-16 type E	CITIZEN A20	STAR SB-20 type G	STAR SB-16 type D	CITIZEN R04	STAR SR-10J type C	STAR SR-20 type C	STAR SR-32J type N	STAR SB-20 type E	STAR SW-20	QUICKTECH	STAR SR-32J	GOODWAY SW20	FANUC ROBODRILL	TOPPER TMV 1050AII	FH CNC
Příjmení a jméno	os. číslo	funkce																									

Prášek Erik	035	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Řezníček Radek	029	seřizovač	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	⊕	⊕	⊕
Spišák Peter	071	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Šmíd Josef	054	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Tomčík Václav	051	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Vaněček Robin	072	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Vilová Lenka	705	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Vondruška Martin	047	obsluha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Wortner Jaroslav	027	seřizovač	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	⊕	⊕	⊕

⊕	Zaměstnanec bez kompetence, nezaškolen
⊕	Zaměstnanec byl zaškolen pro provádění pracovních operací, schopen provádět základní úkony, nezbytný dozor a kontrola
⊕	Zaměstnanec zcela proškolen, je schopen samostatně provádět základní úkony
⊕	Zaměstnanec zapracován, kompetentní
●	Zaměstnanec je odborníkem ve své profesi, plná kompetence, schopen zaškolovat ostatní zaměstnance

Vypracoval: P. Baloun
Dne: 1.3.2016

Podpis: 

PŘÍLOHA č. 3

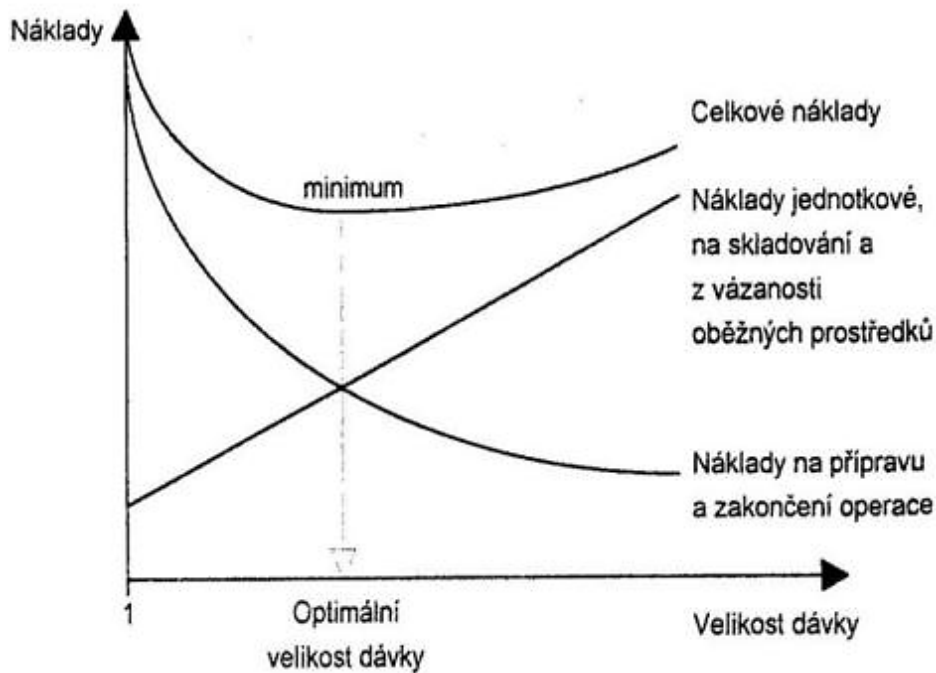
Výpočet optimální velikosti dávky

Nejprve je nutné stanovit rovnici, která bude vyjadřovat sumu možných nákladů, ta má následující tvar.

$$N = Q \cdot N_a + N_b \cdot \frac{Q}{d} + 0,5 \cdot d \cdot n_s \cdot \frac{N_a}{100} \quad (1)$$

Rovnice se skládá ze tří nákladových hodnot, které se spolu sčítají.

- $Q \cdot N_a \Rightarrow$ náklady na výrobu - jsou konstantní,
- $N_b \cdot \frac{Q}{d} \Rightarrow$ náklady spojené s přípravou a zakončení dávky – s velikostí dávky klesají,
- $0,5 \cdot d \cdot n_s \cdot \frac{N_a}{100} \Rightarrow$ náklady na skladování vyjádřeny v procentech – s velikostí dávky rostou.



Obrázek 1 Velikost optimální dávky [2]

Nyní je třeba nalézt extrém rovnice (1), tedy dojde k derivaci podle „d“ a položení rovnice rovno 0.

$$0 = Q \cdot N_a + N_b \cdot Q \cdot \frac{1}{d} + 0,5 \cdot d \cdot n_s \cdot \frac{N_a}{100} / d_d \quad (2)$$

$$0 = 0 - N_b \cdot Q \cdot \frac{1}{d_{opt}^2} + 0,5 \cdot n_s \cdot \frac{N_a}{100} \quad (3)$$

$$N_b \cdot Q \cdot \frac{1}{d_{opt}^2} = n_s \cdot \frac{N_a}{200} \quad (4)$$

$$d_{opt} = \sqrt{\frac{200 \cdot N_b \cdot Q}{n_s \cdot N_a}} \quad (5)$$

Připustíme-li sloučení skladovacích nákladů a vázaných nákladů na výrobu, tak že platí (6)

$$N_s = \frac{n_s \cdot N_a}{100} \quad (6)$$

Tak rovnice (5) přejde do vztahu (7)

$$d_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot N_b \cdot Q}{N_s}} \quad (7)$$

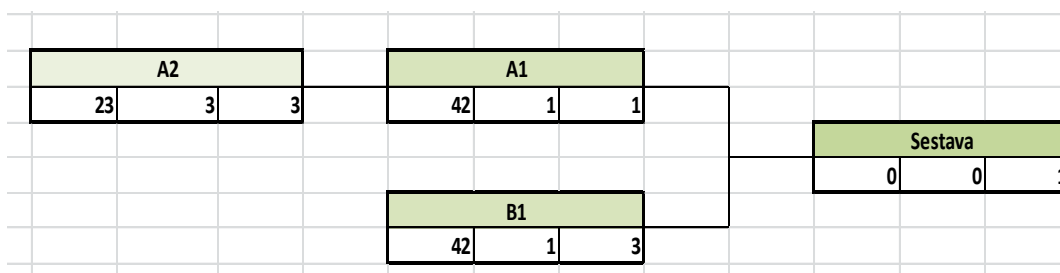
Q ... roční spotřeba, N_b ... Náklady na přípravu a zakončení, N_a ... jednotkové náklady, d ... velikost dávky, n_s ... náklady na skladování, N_s ... náklady na skladování a vázanost z nákladů na výrobu.

Z obrázku 1 lze také vyčíst, že minimum funkce je zploštělé, nárůst nákladů se nám výrazně neprojeví v okolí extrému. Je tedy možné výsledek velikosti dávky poupravit podle konkrétních požadavků na výrobu a náklady výrazně nevzrostou.

PŘÍLOHA č. 4

Ukázka algoritmu MRP

Plánovací algoritmus bude předveden na jednoduché struktuře, kterou lze vyjádřit tříúrovňovým kusovníkem, ta je patrná z obrázku. Hodnoty, které lze vyčíst tedy počáteční zásoba, průběžná doba výroby a počet kusů položky nižší do položky vyšší jsou zadane.



legenda:				
Název			I	Počáteční zásoba
I	II	III	II	Průběžná doba výroby
			III	Počet ks nižší pol. do pol vyšší

Obrázek 1 Kusovníková struktura [vlastní tvorba]

Plán odbytu, rovněž zadany, je patrný z následující tabulky. Z ní je patrné, že plánování probíhá v osmi periodách, kde ke každé periodě je přiřazeno množství. Délka periody není teorií pevně dána a tak se v jednotlivých podnicích může lišit. Pokud je perioda příliš krátká, dochází ke zbytečné složitosti plánování. Naproti tomu u dlouhé periody může docházet ke snížení flexibility a zbytečnému vázání finančních prostředků do zásob. Zcela běžné je, že podniky plánují v týdenních periodách, kde se odstraňuje možný problém s víkendy.

Tabulka 1 Odbytový plán [vlastní tvorba]

Odbyt:									
Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8	
Odbyt:	15	21	20	13	16	21	9	12	

Modře vyznačená pole v tabulce 2 jsou zadány, tedy počet period, pro které plánování budu provádět a také počáteční zásoba materiálu a materiál, který má být teprve dodán, ten je dodáván na základě předchozích period, které nás v tuto chvíli nezajímají a jejich hodnoty bereme tak, že jsou zadány.

Cílem celého algoritmu je získání informace o množství materiálu, které je potřeba objednat v dané periodě. Tato informace je v následujících tabulkách na poslední řádce (Uvolnění objednávky).

Tabulka 2 Sestava [vlastní tvorba]

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	15	21	20	13	16	21	9	12
Dod. plán.objedn.	0	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	0	0	0	0	0	0	0	0
Netto	15	21	20	13	16	21	9	12
Plánovaná dodávka	15	21	20	13	16	21	9	12
Plánovaná kon. zás.	0	0	0	0	0	0	0	0
Uvolnění objednáv.	15	21	20	13	16	21	9	12

Brutto

Jedná se o hrubý požadavek materiálu a dílců pro splnění zakázky. Hodnoty v tomto řádku jsou závislé na množství pro určitou periodu a násobené množstvím nižší položky do položky vyšší.

Netto

Čistá hodnota materiálu vzniká z hrubé potřeby materiálu a dílců, od které odečteme množství materiálu na skladu a množství, které má být teprve doručeno viz řádky *počáteční zásoba a dodání plánovaných objednávek*. V ideálním případě nulových skladovacích zásob (týká se i plánovaných objednávek) se hodnota brutto rovná hodnotě netto. Tento stav je možné vidět v tabulce 2.

$$\text{Netto} = \text{Brutto} - (\text{Počáteční zásoba} + \text{Dodání plánovaných objednávek})$$

Plánovaná dodávka

Řádek plánovaná dodávka, tedy množství materiálu, které musí být dodáno, aby bylo možné vytvořit sestavu, se řídí jednoduchou podmínkou.

Jestliže je hodnota netto záporná, nemusí se hodnota plánování dodávky v této periodě řešit a píše se automaticky nula. Pakliže je hodnota netto vyjde kladná je tato hodnota rovna hodnotě plánovaná dodávka. Tato podmínka je dobře viditelná na příkladu z prostředí MS Excel ukázána na obrázku 2.

20	Netto		15	21	20	:
21	Plánovaná dodávka		15	=KDYŽ(D20>0;D20;0)		:
22	Plánovaná kon. zás.		0	KDYŽ(podmínka; [ano]; [ne])		:

Obrázek 2 Podmínka KDYŽ v MS Excel [vlastní tvorba]

Plánovaná konečná zásoba

Zůstatek materiálu po výrobě, který se využívá v následujících periodách. Řídí se vztahem:

$$\text{Plán. kon. zás.} = \text{Poč. zásoba} + \text{Dod. plán. objedn.} + \text{Plánovaná dodávka} - \text{Brutto}$$

Hodnota stavu konečné zásoby se převádí do počáteční zásoby následující periody.

Uvolnění objednávky

Hlavní údaj plánovacího algoritmu a to množství materiálu, které je nutné objednat v určité periodě. Vzhledem k tomu že průběžná doba výroby sestavy je rovna nule nebude docházet posunu v tabulce 1, který by nám udal předstih uvolnění objednávky.

Pokud se však zaměříme na další úroveň kusovníku např. na výrobek A1 zjistíme, že jeho průběžná doba výroby je rovna jedné. V tabulce 3 (vztažené k A1) dochází k předstihu uvolnění objednávky o jednu periodu.

Tabulka 3 díl A1[vlastní tvorba]

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	15	21	20	13	16	21	9	12
Dod. plán.objedn.	12	4	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	42	39	22	2	0	0	0	0
Netto	-39	-22	-2	11	16	21	9	12
Plánovaná dodávka	0	0	0	11	16	21	9	12
Plánovaná kon. zás.	39	22	2	0	0	0	0	0
Uvolnění objednáv.	0	0	11	16	21	9	12	0

Podmínka posunu v případě prostředí MS Excel je patrná z obrázku 3.

30	Plánovaná dodávka	0	0	0	11	
31	Plánovaná kon. zás.	39	22	2	0	
32	Uvolnění objednáv.	=POSUN(C30;0;\$G\$5)			11	16
33		POSUN(odkaz; řádky; sloupce; [výška]; [šířka])				

Obrázek 3 Podmínka POSUN v MS Excel [vlastní tvorba]

Pro úplnost řešení jsou uvedeny i zbylé tabulky součástí řešené sestavy.

Tabulka 3 díl B1 [vlastní tvorba]

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	45	63	60	39	48	63	27	36
Dod. plán.objedn.	12	0	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	42	9	0	0	0	0	0	0
Netto	-9	54	60	39	48	63	27	36
Plánovaná dodávka	0	54	60	39	48	63	27	36
Plánovaná kon. zás.	9	0	0	0	0	0	0	0
Uvolnění objednáv.	54	60	39	48	63	27	36	0

Tabulka 4 díl A2 [vlastní tvorba]

Perioda	1	2	3	4	5	6	7	8
Brutto	0	0	33	48	63	27	36	0
Dod. plán.objedn.	0	70	0	0	0	0	0	0
Počáteční zásoba	23	23	93	60	12	0	0	0
Netto	-23	-93	-60	-12	51	27	36	0
Plánovaná dodávka	0	0	0	0	51	27	36	0
Plánovaná kon. zás.	23	93	60	12	0	0	0	0
Uvolnění objednáv.	0	51	27	36	0	0	0	0

