

Návrh systému tahu pro řízení výroby ve vybrané společnosti

Bc. Gabriela Orlová

Diplomová práce
2019

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Gabriela Orlová**
Osobní číslo: **M17099**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh systému tahu pro řízení výroby ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární poznatky z oblasti plánování výroby a systému tahu.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav plánování výroby pomocí systému tahu.
- Vypracujte projektové řešení s cílem nastavit pravidla pro plánování výroby s využitím systému tahu.
- Zhodnoťte přínosy projektu.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.

GREENE, Jack. Industrial engineering: theory, practice and application : business and production management, productivity and capacity. 1. vyd. North Charleston: CreateSpace, c2013, 411 s. ISBN 9781482301793.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. 1. vyd. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. 1. vyd. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **14. prosince 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **16. dubna 2019**

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

**PROHLÁŠENÍ AUTORA
BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouštím-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 14.4.2019

Jméno a příjmení: GABRIELA ORLOVÁ

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na návrh systému tahu pro řízení výroby ve vybrané společnosti. V rámci teoretické části jsou vypracovány literární poznatky z dané oblasti. Následně je provedena analýza současného stavu na vybraném pracovišti. Projektová část je zaměřena na návrh buňkové výroby, jejímž zavedením dojde k využití systému tahu.

Klíčová slova: systém tahu, buňková výroba, průběžná doba výroby, layout

ABSTRACT

The master thesis is focused on the project of pull system for production management in selected company. In the theoretical part are written literary knowledge from the given area. Subsequently, an analysis of the current situation in the selected workplace is performed. The project part is focused on the design of the cellular manufacturing, whose implementation will use the pull system.

Keywords: pull system, cellular manufacturing, lead time, layout.

Tímto bych chtěla poděkovat paní profesorce Felicitě Chromjakové za vedení mé diplomové práce a poskytnutí rad a připomínek při vypracování mé diplomové práce.

Také bych chtěla poděkovat vedení firmy za možnost zpracování diplomové práce.

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

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PLÁNOVÁNÍ	12
1.1 VÝZNAM PLÁNOVÁNÍ	12
1.2 PROCES PLÁNOVÁNÍ	12
1.3 ZPŮSOBY TVORBY PLÁNŮ	13
1.3.1 Shora dolů (Top-Down Process).....	13
1.3.2 Zdola nahoru (Bottom-Up Process)	13
1.3.3 Obousměrné plánování (Top-Down/Bottom-Up).....	13
1.4 DĚLENÍ PLÁNOVÁNÍ.....	14
1.4.1 Z hlediska rozhodovacího procesu.....	14
1.4.2 Z hlediska času	14
1.4.3 Z hlediska plánovací kategorie.....	15
1.4.4 Z hlediska struktury firmy.....	15
1.5 VELIKOST VÝROBNÍ DÁVKY	16
1.5.1 Kapacitní přístup – minimální dávka	16
1.5.2 Nákladová přístup – optimální dávka	17
1.6 LEAD TIME	18
1.7 PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBY.....	18
2 METODY PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY	20
2.1 SYSTÉM TAHU	20
2.1.1 Rozdíl mezi tahem a tlakem.....	20
2.1.2 Předpoklady pro zavedení systému tahu	21
2.1.3 Zavádění systému tahu	22
2.1.4 Výhody.....	25
2.2 KANBAN.....	25
2.2.1 KANBAN karty	26
2.2.2 Podobné systémy.....	26
2.3 JUST IN TIME	27
2.4 MRP I	28
2.5 MRP II.....	30
2.6 OPT – OPTIMIZED PRODUCITON TECHNOLOGY	31
2.7 TOC – DBR.....	32
2.7.1 Metriky TOC	32
2.7.2 5 kroků TOC	33
2.7.3 DBR.....	33
2.8 APS – ADVANCES PLANNING AND SCHEDULING.....	34
2.8.1 Data potřebná pro správnou funkci APS systému.....	34
2.8.2 Výhody.....	35
2.8.3 Nevýhody	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	36

3	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	37
3.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	37
3.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	37
3.3	VÝROBNÍ PORTFOLIO.....	37
3.4	FIREMNÍ KULTURA	38
4	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	39
4.1	AKTUÁLNÍ STAV PLÁNOVÁNÍ VÝROBY	39
4.2	POSTUP VÝROBY NA VAKUOVÉM LISU 02 A CNC 07	44
4.2.1	Postup výroby na vakuovém lisu 02	45
4.2.2	Postup výroby na CNC 07.....	46
4.3	KUSOVNÍK VAKUOVÝ LIS 02 A CNC 07.....	47
4.4	PRŮMĚRNÉ VÝROBNÍ DÁVKY NA VYBRANÉ DÍLCE	48
4.5	ČAS PŘÍPRAVY, KUSOVÝ A ZAKONČENÍ JEDNOTLIVÝCH DÍLCŮ	50
4.6	MINIMÁLNÍ VÝROBNÍ DÁVKA	52
4.7	OPTIMÁLNÍ VÝROBNÍ DÁVKA	54
5	VYMEZENÍ PROJEKTU	56
5.1	NÁZEV PROJEKTU	56
5.2	PROJEKTOVÝ TÝM	56
5.3	CÍLE PROJEKTU.....	56
5.4	RIPRAN ANALÝZA RIZIK.....	57
5.5	LOGICKÝ RÁMEC	59
5.6	HARMONOGRAM PROJEKTU.....	60
5.7	DÍLCE A JEJICH KOMBINACE	61
5.8	SEGMENTACE DÍLCŮ.....	62
5.9	POTŘEBNÝ POČET OPERÁTORŮ	62
5.9.1	Disponibilní čas.....	62
5.9.2	Zákaznický takt	63
5.9.3	Plánovaný cyklový čas	63
5.9.4	Počet operátorů.....	63
5.10	PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBY.....	64
5.11	BUŇKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ	65
5.12	VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRŮBĚHU TOKU V BUŇCE	66
6	ANALÝZA NÁKLADŮ A PŘÍNOSŮ ŘEŠENÍ	71
6.1	NÁKLADY.....	71
6.1.1	Přemístění a instalace CNC 011.....	71
6.2	PŘÍNOSY	71
6.2.1	Úspora času	71
6.2.2	Skladovací náklady	72
6.2.3	Potřeba pracovníků.....	73
	ZÁVĚR	74
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	76
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	81

SEZNAM OBRÁZKŮ	82
SEZNAM TABULEK.....	83
SEZNAM PŘÍLOH.....	85

ÚVOD

V dnešní době je velice důležité se zaměřit na plánování a řízení výroby, protože se jedná o klíčovou funkci podniku. Díky správně nastavenému systému plánování a řízení lze dosáhnout efektivní výroby. Toho lze docílit přechodem ze systému tlaku na tah, jehož podstatou je vyrábět zboží či službu dle požadavků zákazníka.

Diplomová práce je zaměřena na nastavení systému tahu řízení výroby ve vybrané společnosti. Výsledkem této práce je návrh buňkové výroby, který povede ke snížení průběžné doby výroby, skladovacích nákladů a počtu pracovníků.

Práce se dělí na dvě hlavní části, a to teoretickou a praktickou. Na začátku teoretické části je definováno plánování a v druhé části jsou popsány metody plánování a řízení výroby.

V praktické části je popsána společnost zejména z hlediska produktového portfolia, organizační struktury a firemní kultury. Dále navazuje analytická část, která se zabývá současným stavem plánování výroby a analýzou vybraného pracoviště – postup výroby, kusovník dílců, čas kusový a přípravy a zakončení, stanovení minimální a optimální dávky.

Následně se praktická část zaměřuje na návrh výrobní buňky. Zde je vytvořen layout buňky, vývojové diagramy a stanoven počet pracovníků. Závěr práce se zabývá náklady vytvořeného projektu, které jsou zaměřeny na přizpůsobení pracoviště. Jsou zde popsány přínosy projektu, zejména úspora času a skladovacích nákladů.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je návrh systému tahu pro řízení výroby. Ke splnění tohoto cíle bude vypracován projekt návrhu výrobní buňky, který má tyto dílčí cíle: zkrácení průběžné doby výroby, snížení počtu pracovníků na pracovišti a snížení skladovacích nákladů.

Teoretická část je zpracována prostřednictvím literární rešerše, která je zaměřena na oblast plánování výroby a systém tahu.

Pro zpracování praktické části byly použity RIPRAN analýza rizik, dále byl vytvořen logický rámec projektu a také harmonogram.

Veškerá data potřebná pro analytickou i projektovou část byla exportována z informačního systému společnosti Helios Orange. K jejich zpracování byl použit software MS Office Excel. V tomto programu byla využita zejména tvorba kontingenčních tabulek, vybrané funkce programu a histogram. Pro analýzu aktuálního stavu výroby pomohly také rozhovory s pracovníky.

Layout současného stavu pracoviště i navržení výrobní buňky byly vytvořeny v programu určeného k projektování a konstruování nazývaný Auto CAD.

Ke zpracování vývojových diagramů, které slouží k jednoduché simulaci fungování navrženého systému byl využit online nástroj Draw.io.

Samotný závěr práce je zaměřen na finanční stránku projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PLÁNOVÁNÍ

Plánování lze označit jako klíčovou manažerskou funkci, jelikož se týká významných oborů, jako je například: informatika, ekonomika a finance, kvalita, lidské zdroje, logistika, marketing a výroba (Managementmania.com, © 2011–2016b).

Dle Daňka a Plevného (2005, s. 96) je plánování proces zpracování zakázek od marketingu po sledování a řízení výrobního procesu.

Žůrková (2007, s. 9) tvrdí, že díky plánování lze identifikovat, co se stane v budoucnu a díky tomu lépe čelit různým překvapením, rizikům a změnám.

1.1 Význam plánování

Plánování je jednou ze čtyř základních řídicích funkcí řízení výroby (plánování, organizování, vedení lidí a kontrola). Řízení výroby zahrnuje veškeré řídicí procesy a funkce, které souvisejí s řízením výrobních systémů a procesů. Obvykle bývá úzce spojeno s řízením dalších oblastí podniku, jako je například marketing, technická příprava výroby, řízení jakosti, řízení lidských zdrojů a vnitropodniková ekonomika (Keřkovský, 2009, s. 30).

Pro firmu je plánování a kontrola klíčovým faktorem úspěchu. Pokud má společnost dobře zavedený systém plánování, může to pro ni znamenat vysoký zisk, firemní stabilitu, zvyšování efektivnosti výroby a snižování rizika (Žůrková, 2007, s. 7).

Podle Chromjakové a Rajnohy (2011, s. 74) je podstatou plánování stanovení sortimentu a množství objednávek, které je nezbytné ve výrobním procesu provést.

1.2 Proces plánování

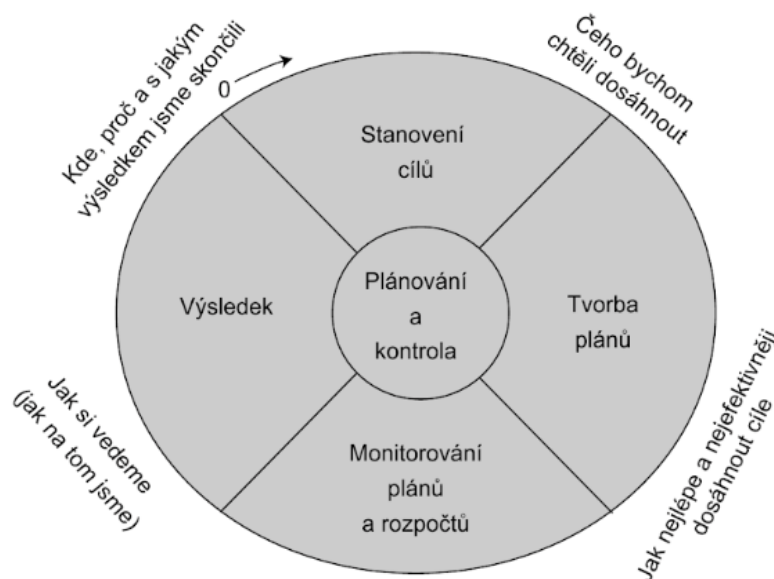
Proces plánování je možné rozdělit do několika fází. Počet těchto stádií není nikde přesně určen, stanovuje se dle několika faktorů, jako je například odvětví a velikost podniku. Přípravnou fází celého procesu je analýza. Dále se plánování dá zjednodušeně rozdělit do čtyř fází.

Stanovení cílů – zde se odpovídá na otázku čeho by chtěla firma v budoucnu dosáhnout.

Tvorba plánů – firma si určí, jakým nejlepším způsobem lze stanovené cíle splnit.

Monitorování plánů a rozpočtů – tato část je zaměřena na kontrolu toho, jak si firma vede a jak na tom skutečně je oproti plánu.

Výsledek – v tomto kroku se vyhodnocují závěry, konkrétně jaký má organizace výsledek a na jaké pozici skončila (Žůrková, 2007, s. 12–13).



Obrázek 1: Jednotlivé fáze plánovacího cyklu (Žůrková, 2007, s. 12)

1.3 Způsoby tvorby plánů

Plány lze tvořit několika způsoby, nejčastěji se dělí do tří skupin. Tyto způsoby jsou popsány v následující kapitole.

1.3.1 Shora dolů (Top-Down Process)

Tento způsob lze najít i pod názvem retrogradní plánování. Postup je takový, že nadřazený firemní plán je rozpracován na nižší úrovni. Tento způsob je typický pro vztah mezi mateřskou a dceřinou společností, kdy dceřiná společnost rozpracovává plán centrály dle svých vlastních podmínek.

1.3.2 Zdola nahoru (Bottom-Up Process)

Firemní plán vzniká sloučením jednotlivých dílčích plánů. Prvním krokem je detailní definování dílčích cílů na nižší organizační úrovni. Poté jsou tyto cíle postupně přetvářeny do podoby firemních cílů.

1.3.3 Obousměrné plánování (Top-Down/Bottom-Up)

Je kombinací obou výše uvedených postupů. Současně probíhá plánování jak shora dolů, tak zdola nahoru. Rozdíly mezi těmito směry se průběžně vyhodnocují a korigují. Výhodou této

metody je, že je přesnější, naopak nevýhodou, že je časově náročnější a jsou zde kladeny vyšší odborné nároky na manažery (Fotr et al., 2012, s. 91).

1.4 Dělení plánování

Plánování je možné rozlišit podle několika kritérií, k nejčastějším dělením patří: podle hlediska rozhodovacího procesu, času, plánovací kategorie a struktury firmy.

1.4.1 Z hlediska rozhodovacího procesu

Dlouhodobé strategické plánování – je dlouhodobý proces, kdy firma stanovuje své cíle a způsoby, jak těchto cílů dosáhnout. Vstupem pro strategické plánování je analýza vnitřního a vnějšího prostředí, firemní vize, mise a hodnoty. Součástí strategického plánování je stanovení strategického cíle, který vyjadřuje to, čeho chce firma během následujících 5–10 let dosáhnout. Dále si firma stanoví několik specifických milníků, díky kterým dosáhne svého hlavního cíle (FEBMAT, © 2016–2019).

Střednědobé strategické plánování – znamená rozpracování a upřesnění strategického plánu pro určité období (obvykle 3–5 let). Tato délka plánovacího období je ovlivněna požadavky zainteresovaných osob podniku. Hlavním znakem těchto plánů je, že jsou vysoce přesné, i přesto, že se jedná o plán na delší časový horizont. Plánování probíhá dle organizačních jednotek (oddělení). Plány mají podobu finančních rozpočtů, plánů výroby, plánu prodeje apod.

Taktické plánování – tyto plány představují základní řídicí dokumenty, podle kterých se měří efektivnost práce manažerů a zároveň je dle těchto dokumentů posuzována schopnost podniku plnit své stanovené cíle. Tyto plány představují detailnější rozpracování plánů střednědobých strategických. Obvykle jsou zpracovávány na období jednoho roku (Fotr et al., 2012, s. 85).

Operativní plánování – jedná se o manažerskou činnost, jejímž úkolem je rozvržení či zajištění zdrojů v krátkodobém horizontu (maximálně rok). Operativní plánování je nutné chápat jako soustavu postupně zpřesňovaných plánů, kdy prvotním obdobím je čtvrtletí a posledním je den či směna. Podmínkou operativního plánování je, že musí mít vazby na strategické a taktické plánování. Obsahem operativního plánování je: operativní plánování výroby, odbytu, zásobování atd. (Tomek a Vávrová, 2007, s. 187–194).

1.4.2 Z hlediska času

Dlouhodobé – plány jsou tvořeny na delší časové období 5–20 let.

Střednědobé – jedná se o období v rozmezí 1–5 let.

Krátkodobé – tyto plány jsou tvořeny maximálně na 1 rok (Prukner, 2014).

1.4.3 Z hlediska plánovací kategorie

Strategie – jedná se o dlouhodobý program, který stanovuje konkrétní cíle podnikání v rozmezí 3–5 let. Strategie společnosti se skládá ze tří základních složek a to: poslání (mise), vize a vlastní strategie (soubor projektů) (Managementconsulting, © 2018).

Poslání – neboli mise podniku je důvod, proč firma existuje. Obvykle posláním společnosti bývá poskytovat zákazníkům službu nebo výrobek. Poslání by mělo být konkrétní, srozumitelné a ideálně ztotožnitelné se všemi pracovníky v podniku (Managementmania.com, © 2011–2016c).

Vize – je určitá představa společnosti o své budoucnosti. Na jaké ideální pozici by chtěla být. Vizí může být například: mít určitý počet zákazníků/zaměstnanců, stát se lídrem ve své oblasti podnikání nebo stát se globální firmou (Jančíková, © 2018).

Cíle – lze popsat jako určitý stav, kterého chce firma dosáhnout pomocí plánování. Cíle navazují na poslání firmy, kdy jsou formulovány pomocí vize. Cíl by měl splňovat podmínky a principy SMART, což znamená, že by měl být specifický, měřitelný, dosažitelný, reálný a časově sledovatelný. Každá organizace si stanovuje svůj strategický cíl, který se dále dělí na jednotlivé specifické cíle. Mělo by být splněno pravidlo, že nižší cíle musí naplňovat strategické cíle (Managementmania.com, © 2011–2016d).

1.4.4 Z hlediska struktury firmy

Plány na úrovni firmy – tyto plány se zpracovávají bez ohledu na to, jak je firma členěna funkčně, divizionálně nebo procesně. Obsah plánu vyplývá ze strategické orientace firmy, její potenciální finanční výkonnosti a naplňování představ svých zainteresovaných stran.

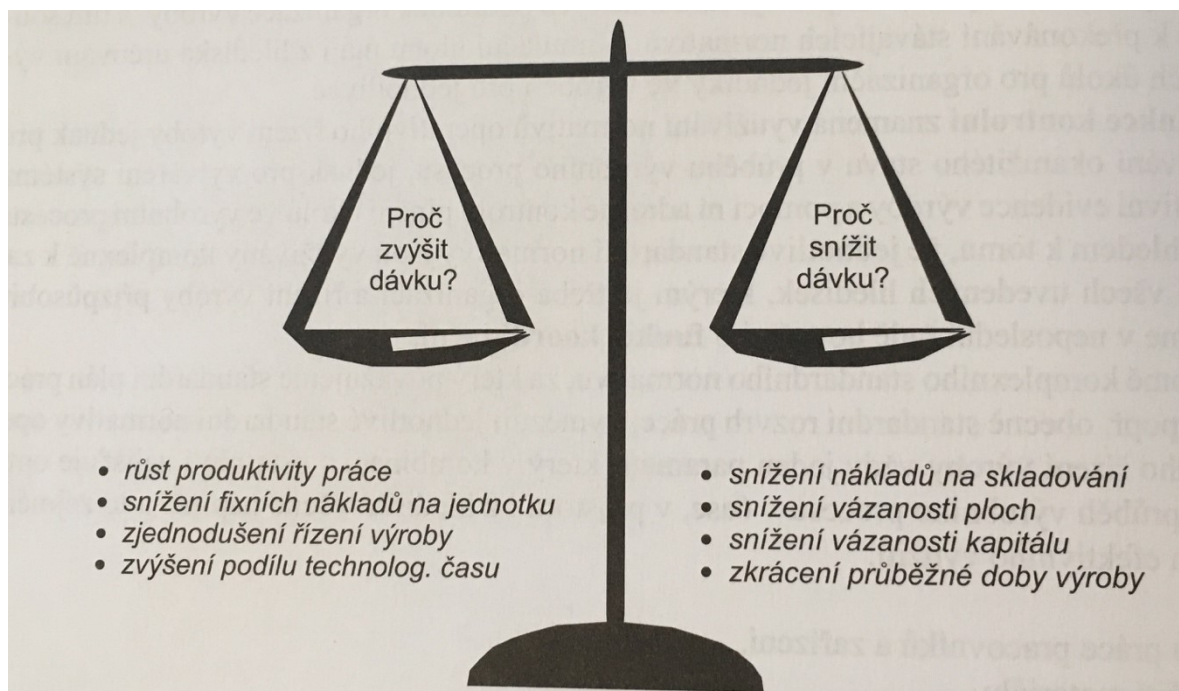
Plány na úrovni divizí – tento způsob plánování se využívá ve firmách, které mají divizionální organizační strukturu. Tyto organizace jsou typické tím, že mají odlišné výrobní programy, a proto je zde nezbytná specializace na jednotlivé divize. Aby se zaručila určitá kvalita plánování je nutné hlouběji porozumět funkčnosti vnitrodivizních procesů.

Plány na úrovni týmů a procesů – vznikají rozpracováním strategických plánů na nejnižší úroveň organizačních jednotek. Tato forma plánování se využívá při činnostech, pro které je důležitá týmová práce. Jako příklad lze uvést podnikání zabývající se informačními technologiemi. Výstupem jsou následující druhy plánů: obchodní, marketingové, výrobní, výzkumu a vývoje, odbytu apod. (Fotr et al., 2012, s. 86–87).

1.5 Velikost výrobní dávky

Výrobní dávku lze definovat jako množství výrobků, součástí, nebo dílů, které jsou zadávány do výroby nebo odváděny z výroby současně. Tyto výrobky jsou opracovávány zároveň nebo v těsném časovém sledu na předem určeném pracovišti. Pro výrobu jsou vynaloženy konstantní náklady na přípravu a zakončení operace (Tomek a Vávrová, 2000, s. 143).

Každá firma se snaží o to, aby její výrobní dávka byla co největší. Tuto snahu motivuje řada činitelů. Avšak při zvyšování výrobní dávky vzniká několik negativ. V níže uvedeném obrázku, jsou zobrazeny důvody proč snížit či zvýšit výrobní dávku (Tomek a Vávrová, 2007, s. 132).



Obrázek 2: Faktory působící na velikost dávky (Tomek a Vávrová, 2007, s. 132)

1.5.1 Kapacitní přístup – minimální dávka

Základem tohoto propočtu je zajištění požadovaného poměru doby aktivní činnosti stroje k času přípravy a zakončení. Jednoduše řečeno nám říká, pro jak velkou dávku má cenu stroj seřizovat a nastavit, aby to bylo ekonomický výhodné.

Stroj nepracuje v době přípravy a zakončení, proto je nutné si vypočítat koeficient „a“. Koeficient se určuje pro dané skupiny výrobků se shodnými výrobními podmínkami. Hodnota tohoto koeficientu bývá v rozmezí 0,02 – 0,12. To znamená, že dávkový čas může tvořit

z aktivní činnosti stroje 2 až 12 %. Velké součástky mívají vyšší hodnotu, naopak malé se pohybují okolo čísla 0,08 (Tomek a Vávrová, 2014, s. 155).

Tomek a Vávrová (2000, s. 144–145) uvádějí tento vzorec pro výpočet minimální výrobní dávky:

$$dv_{min} = \frac{t_{pz}}{a \times t_k}$$

t_{pz} – čas přípravy a zakončení (N_{min} nebo N_h),

d_v – velikost dávky (v ks),

t_k – čas kusový – operační (N_{min} či N_h),

a – doba, kdy stroj produkuje výrobky (v % z celkové aktivní činnosti stroje).

Tabulka 1: Příklad stanovení koeficientu „a“ dle typu výroby a nákladů (Jurová, 2013, s. 175)

Náklady na součásti na kus Kč	Typ výroby		
	Velkosériová	Středněsériová	Malosériová
do 20	0,02	0,03	0,05
20–500	0,03	0,05	0,08
nad 500	0,05	0,08	0,12

Sériová výroba se vyznačuje menším počtem druhů vyráběných produktů a větším množstvím výrobků jednotlivých druhů. Výroba stejného druhu se opakuje v sériích. Podle velikosti série se dále dělí na malosériovou, středněsériovou a velkosériovou. Velikost série není pevně stanovená a je různá podle výrobního odvětví (Horváth, 2000, s. 18).

Keřkovský (2009, s. 10) dělí sériovou výrobu na rytmickou a nerytmickou. Rytická sériová výroba znamená, že se série jednotlivých výrobků opakují pravidelně a zároveň jsou také stejně velké. Opakem je sériová výroba nerytmická.

1.5.2 Nákladová přístup – optimální dávka

Tento výpočet se používá ke stanovení optimální výrobní dávky. Při tomto výpočtu se nebere v úvahu čas operace ve vztahu k době přípravy a zakončení, ale využívají se minima nákladů v souvislosti s přípravou a zakončením výroby a skladováním výrobní dávky.

$$dv = \sqrt{\frac{2 \times N_{pz} \times Q_{pl}}{N_j \times n_s \times t}}$$

N_{pz} – náklady na přípravu a zakončení na jednu dávku,

N_j – náklady na výrobu jednoho kusu – materiál, strojní práce, mzdy a odpisy,

n_s – roční náklady na skladování včetně úroku z hodnoty zásob v relativním vyjádření,

t – období vyjadřující zlomek roku podle určení,

Q_{pl} – plánovaný objem výroby v kusech nebo v hmotných jednotkách (Tomek a Vávrová, 2007, s. 133).

Keřkovský (2009, s. 95) dále uvádí další variantu vzorce pro výpočet optimální dávky – tzv. Wilsonův vzorec:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * N_{seř} * s}{N_{skl}}}$$

Q_{opt} – optimální velikost výrobní dávky v kusech,

$N_{seř}$ – náklady přípravy a zakončení výrobní dávky,

N_{skl} – náklady na udržování jednotky zásob za jednotku času, které jsou dány jednak přímými variabilními náklady vztahující se k výrobě součásti (materiál, energie, mzdy apod.) a skladovacími náklady,

s – spotřeba v kusech za jednotku času (měsíc, rok atd.).

1.6 Lead time

Lze jednoduše popsat jako dobu od požadavku po jeho naplnění. V praxi se často mylně zaměňuje s průběžnou dobou, která ovšem představuje uvedení produktu do procesu až po jeho dokončení.

Lead time je možné rozdělit do těchto kategorií:

- Preprocessing Lead Time – čas potřebný k vytvoření pracovní zakázky od doby, kdy byl zaznamenán požadavek na tuto zakázku. Je také znám jako „plánovací čas“ nebo „papírování“ (SCM Blog, © 2011–2014).
- Processing Lead Time – čas potřebný k pořízení nebo vyrobení zakázky.
- Postprocessing Lead Time – doba od pořízení nebo vyrobení zakázky do doby, kdy ji zákazník obdrží (včetně karantény, kontroly atd.) (Titus a Dale, © 1996–2010).

1.7 Průběžná doba výroby

Synek a Kislingerová (2010, s. 186) definují průběžnou dobu výroby jako dobu od předložení požadavku na výrobu zboží až do expedice zákazníkovi.

Tomek a Vávrová (2007, s. 135) poukazují na to, že je důležité rozlišovat průběžnou dobu výrobku a průběžnou dobu výroby. První pojem představuje dobu od prvního impulzu k vývoji výrobku až po expedici. Naopak průběžná doba výroby je složena pouze z výrobního cyklu výrobku – to znamená od času provedení první operace až po předání výrobku na sklad hotových výrobků.

Podrobněji lze výrobní cyklus rozdělit na:

- **Technologické časy** – neboli čas kusový/operační. Může být složen z těchto operací: ruční, strojní, strojně – ruční, automatické a přírodní.
- **Netechnologické časy** – také se mu říká čas přípravy a zakončení. Obvykle se skládá z těchto složek: příprava pracoviště, seřízení stroje, přepravní operace, technologická manipulace, nakládání, skladování a kontrola jakosti.
- **Časy přerušení** – například z důvodu stavu stroje – poruchy, údržba, nebo také vyvolané ze strany pracovníka – zbytečná práce, osobní ztráty atd. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 158).

2 METODY PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY

Pro plánování výroby lze využít několik různých metod. Nejprve je nutné si stanovit zda, se bude firma řídit systémem tahu či tlaku. K typickým metodám systému tlaku patří MRP systémy, naopak systém tahu využívá metody jako je KANBAN, Just in time atd.

2.1 Systém tahu

Základem tohoto systému je skutečnost, že interní zákazník signalizuje začátek výrobního procesu. Nezbytné je mít kvalitní tok informací mezi jednotlivými pracovišti, které po dokončení operace hlásí dalšímu místu ve výrobním procesu, aby začalo pracovat a tím pokračovalo v produkčním procesu. Nejznámějším a nejvyužívanějším představitelem je systém KANBAN, který bude podrobně popsán v kapitole 2.2 (Chromjaková, 2013, s. 37).

Dennis (2016, s. 93) definuje systém tahu jako situaci, kdy firma nevyrábí zboží či službu, dokud si to zákazník nevyžádá.

2.1.1 Rozdíl mezi tahem a tlakem

Jednoduše lze říci, že základním rozdílem je to, co spouští výrobu. U systému tlaku (push) je to dostupnost surovin, naopak u systému tahu (pull) je to zákazník. Při využití push systému se nakupuje materiál dle určité predikce poptávky zákazníka (produktově orientovaná výroba) a tím může vzniknout nadvýroba a zpoždění při dodávkách. Naopak pull systém vyrábí dle aktuálních požadavků a spotřeby zákazníka (tržně orientovaná výroba). Tento způsob výroby odstraňuje plýtvání (*Systém tahu ve výrobním prostředí*, 2008, s. 4).

Hopp a Spearman (2004, s. 142) tvrdí, že rozdíl spočívá v rozpracované (nedokončené) výrobě. Pull systém omezuje množství rozpracované výroby uvnitř systému, naopak push systém toto množství nijak neomezuje.

GREEN (c2013, s. 395–396) definoval několik stěžejních rozdílů mezi tlakem a tahem. Tyto rozdíly znázorňuje následující tabulka.

Tabulka 2: Rozdíly mezi pull a push systémem (Green, c2013, s. 395–396)

	PUSH	PULL
Zásoby	Velké množství zásob s nízkými nákupními cenami, mnoho skladů, škody při manipulaci, větší náklady na skladování.	Vyšší nákupní ceny, málo skladů, téměř nulové škody při manipulaci, nízké náklady na skladování.
Velikost dávek	velká	malá
Dodací lhůta	Produkt je uložen ve skladu.	Dodací lhůta je závislá na délce výrobního cyklu výrobku.
Čas pro vytvoření produktu	Nulový, hotový výrobek je uložen na skladu.	Závisí na: kapacitě zařízení, zda jsou stroje víceúčelové či jednoúčelové a na rychlosti přetypování.
Změny cen produktů	Frekvence je nižší z důvodu velkých dávek.	Frekvence je vysoká kvůli malým dávkám.
Zařízení a layout	Přizpůsobitelné zařízení, víceúčelové stroje a dopravníky. Rozložení pracoviště je modulární.	Jednoúčelové zařízení, speciální stroje, výroba v buňkách.
Plánování výroby	MRP A ERP systémy navržené pro push systém.	JIT navržené pro pull systém. MRP a ERP systém nejsou kompatibilní pro metodu JIT.

2.1.2 Předpoklady pro zavedení systému tahu

Před zavedením systému tahu je nezbytné splnit následující předpoklady:

- ***Uvědomění si plýtvání a uplatňování zásad trvalého zlepšování*** – všechny zúčastněné osoby se musí zapojit do procesu trvalého zlepšování a odstraňování plýtvání.
- ***Týmově založené zlepšovací aktivity*** – zaměstnanci společnosti provádějí týmové aktivity vedoucí ke zlepšování operací. K tomu lze využít celou řadu metod, jako je například brainstorming nebo CEDAC (diagram příčin a následků s kartami).
- ***Měření procesu*** – výkonnost procesu se měří a posuzuje dle jeho zlepšování a odstraňování plýtvání.
- ***5S*** – zlepšovací aktivity jsou zaznamenávány a zobrazeny na pracovišti. Metoda 5S by měla být již téměř zavedena. Což znamená, že pracoviště je dobře uspořádané včetně fungujících vizuálních signálů. Při vzniku problému andon světla signalizují zastavení práce.

- **Rychlé přenastavení** – je nutné využívat metody rychlého přenastavení časů, jinak nelze rychle reagovat na požadavky zákazníka.
- **Proškolení pracovníci ve více oblastech** – zaměstnanci vyškolení ve více činnostech jsou nezbytní pro balancování buněk dle požadavků zákazníků.
- **Buňkové uspořádání** – pracoviště je uspořádáno do buněk a zároveň jsou zařízení rozmístěna dle procesu (*Systém tahu ve výrobním prostředí*, 2008, s. 8–9).

2.1.3 Zavádění systému tahu

1. Rozpoznání současného procesu

Obvykle bývá ve společnostech před zavedením pull systému rozmístěno pracoviště podle operace, což znamená, že jsou stroje pro každou operaci umístěny blízko u sebe. Pracovníci umí manipulovat pouze se stroji určených k jedné operaci. V tomto kroku je důležité rozpoznat, kde proces začíná a kde končí.

2. Rozmístění výrobního zařízení podle posloupnosti procesu

V tomto kroku se mění uspořádání strojů dle operace na uspořádání podle procesu. Tímto postupem se značně zkrátí doba přepravy mezi operacemi.

3. Uspořádání výroby do buněk

Dále je nezbytné vytvořit výrobní buňky. Nejprve se musí seřadit operace tak, aby se snížilo množství rozpracovaných zásob a zmenšila vzdálenost mezi operacemi. Poté je nutné vybrat vhodný tvar buňky. Existuje několik typů, například: ve tvaru písmene L, S, dle tvaru rovnítka, nebo také nejvíce využívaný tvar dle písmene U. Výběr tvaru buňky závisí na několika faktorech: druh výrobku, typ materiálu, velikost výrobních zařízení, způsob dopravy materiálu, vztah s buňkou z předcházejícího procesu (*Systém tahu ve výrobním prostředí*, 2008, s. 40–42).

Sestavení výrobní buňky lze shrnout do těchto kroků:

- definování projektu, týmu a cílů;
- analýza a segmentace součástek, výpočet zákaznického taktu;
- stanovení potřebného počtu operátorů;
- návrh layoutu buňky;
- realizace;
- standardizace;
- vyhodnocení projektu (Košturiak a Frolík, 2006, s. 145).

Pro stanovení počtu pracovníků se využívá tento vzorec:

$$\text{Počet operátorů} = \frac{\text{suma manuálních činností}}{\text{plánovaný cyklový čas}}$$

$$\text{Plánovaný cyklový čas} = \text{zákaznický takt} * \text{OEE}$$

Plánovaný cyklový čas lze vyjádřit jako součin zákaznického taktu a ukazatele OEE, který pokrývá dobu seřizování, prostoje strojů a také stávající úroveň zmetkovitosti (Zgabaj, © 2012).

$$\text{zákaznický takt} = \frac{\text{disponibilní pracovní čas za určené období}}{\text{požadavky zákazníka za určené období}}$$

Zákaznický takt neboli Takt Time lze definovat jako čas, za který by se měl vyrábět výrobek, aby byly uspokojeny požadavky zákazníka (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 179; API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o., © 2005–2018).

Ukazatel OEE uvádí celkovou efektivitu zařízení. Vypočítá se jako součin dostupnosti, výkonu a kvality zařízení. V situaci, kdy je tento ukazatel vyšší jak 85 %, je možné říct, že stroj funguje efektivně (Jurová a kolektiv, 2016, s. 154).

Košťuriak a Frolík (2006, s. 98-99) uvádějí pro výpočet Overall Equipment Effectiveness (OEE), jinak řečeno celková efektivnost zařízení, tento vzorec:

$$\text{OEE} = \text{dostupnost} * \text{výkon} * \text{kvalita}$$

$$\text{Dostupnost} = \frac{\text{dostupný čas provozu} - \text{poruchy}}{\text{dostupný čas provozu}} * 100$$

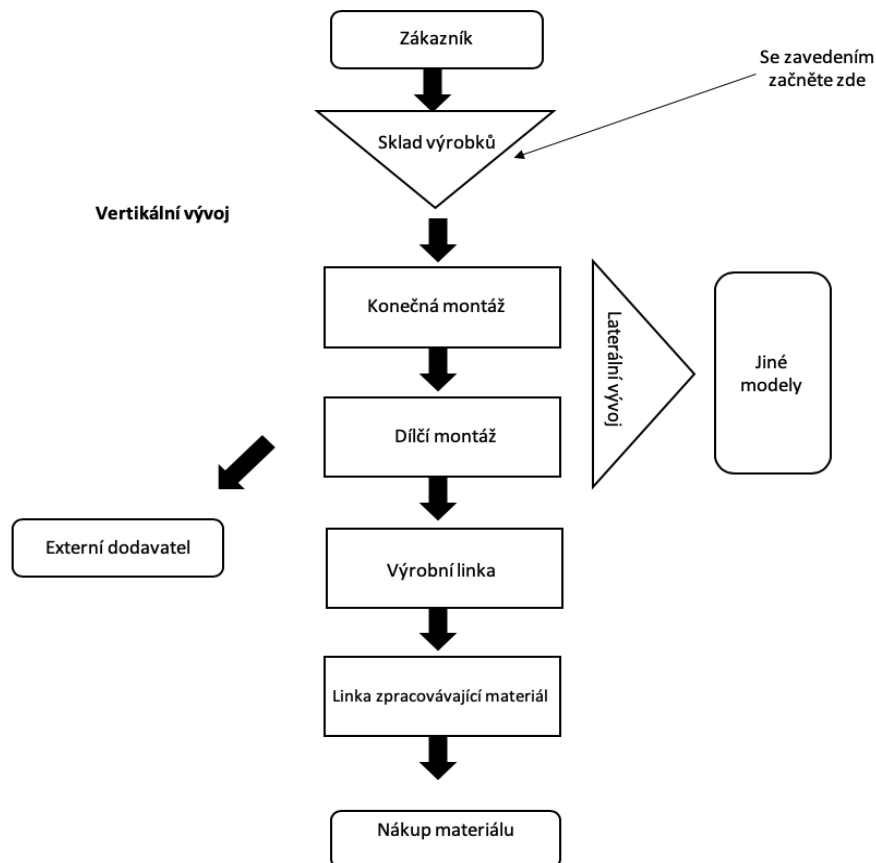
$$\text{Výkon} = \frac{\text{čas operace} * \text{počet kusů}}{\text{čistý čas provozu}} * 100$$

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{počet kusů} - \text{počet zmetků}}{\text{počet kusů}} * 100$$

4. Spuštění KANBAN systému

V dalším kroku je provedeno spuštění KANBANu, který v pull systému slouží jako výrobní příkaz. Tento příkaz se přesouvá v systému tahu od prodeje k montáži a dále, tedy naopak než v systému tlaku. Kanbanové karty se posunují společně s produkty a označují, co má být odebráno z předešlého procesu. KANBAN by se měl začít zavádět nejprve ve skladu výrobků a v konečné montáži. Pokud je v těchto oblastech KANBAN

stabilizován, pokračuje se dle následujícího obrázku (*Systém tahu ve výrobním prostředí*, 2008, s. 42–44).



Obrázek 3: Postup zavedení KANBANu (*Systém tahu ve výrobním prostředí*, 2008, str. 38)

5. Přechod k toku jednoho kusu

Na závěr je nutné převést výrobu na metodu jednoho kusu (One-piece flow). Principem této metody je rozdělení výrobního procesu na jednotlivé výrobní operace, které na sebe navazují. Poté je v určitou dobu na příslušné operaci vyráběn pouze jeden výrobek, který je následně poslán na další krok bez čekání na celou dávku. Opakem této metody je výroba v dávkách, kdy přesun na další operaci probíhá až poté, co předešlou operací prošla celá výrobní dávka.

Zavedení toku jednoho kusu má velký vliv na velikost průběžné doby výroby. Jelikož výrobek nečeká na celou dávku, ale plynule přechází do dalšího procesu výroby, je průběžná doba výroby znatelně nižší než u dávkové výroby (CIE s.r.o., © 2019a).

2.1.4 Výhody

Pro společnost:

- snížení nákladů,
- efektivní využití pracovní síly,
- jednoduchá identifikace problému,
- snižuje rozpracovanou výrobu,
- vhodný skoro pro každou výrobu,
- zjednoduší plánování výroby,
- udržuje zásoby v přijatelných mezích.

Pro jednotlivce – vyšší spokojenost zaměstnanců díky těmto třem faktorům: zvyšování dovedností, výkon práce dle požadavků zákazníka, pracovníci mohou zlepšovat tok práce (Systém tahu, 2008, s. 10; Ondra, © 2019a).

2.2 KANBAN

Keřkovský (2009, s. 74) popisuje KANBAN jako samoregulační systém řízení výroby, jehož principem je využívání karet, které nahrazují objednávky a průvodky.

Daněk a Plevný (2005, s. 111) doplňují, že je nutné vytvořit samoregulační okruh, který je tvořen dvěma sousedními výrobními stupni. Mezi těmito stupni se předávají karty, které slouží jako objednávky.

Jurová (2013, s. 211) dále dodává, že KANBAN byl vyvinut firmou Toyota Motor Corporation. Tato metoda vznikla na základě organizace činností amerických supermarketů. Při prodeji zboží, se z výrobku odejme lístek a uloží do pokladny. V předem stanovených intervalech jsou tyto lístky předány do skladu. Skladník díky lístku vyexpeduje zboží do obchodu, nebo zadá požadavek na výrobu chybějícího zboží.

Volko (2008, s. 21–22) definuje KANBAN jako tahový systém, který má za cíl nulové výpadky, kratší průběžnou dobu a menší množství zásob s minimálním řízením. V KANBANu se pro příkaz k doplnění určité položky využívají tzv. kanbanové karty. Každé pracoviště má několik kontejnerů, které obsahují určité množství stejné položky. Když je kontejner prázdný, je využita kanban karta pro příkaz k doplnění. Tato karta obsahuje informace o počtu požadovaných položek a časové požadavky. Pracoviště, které je pověřené doplněním těchto položek, zašle příslušné množství položek pro naplnění kontejnerů včetně kanban karty. Nevýhodou tohoto systému je, že každá karta musí být spojena pouze s jedním typem materiálu nebo výrobku. Dále je KANBAN vhodný pouze pro produkci ve velkých objemech několika málo druhů výrobků.

2.2.1 KANBAN karty

KANBAN karta obsahuje:

- Název dílu
- Modifikace (pro jaký následující stupeň výroby se používá)
- Číslo dílu
- Typ palety, bedny atd.
- Množství kusů na paletě, v bedně atd.
- Odpisové středisko
- Skladová skupina
- Pevné úložiště ve skladu (regál, sektor atd.)
- Cílová adresa linky
- KANBAN číslo
- Čárový kód skladového systému (Manufactus GmbH, © 2018).

2.2.2 Podobné systémy

Dvou-boxový systém

Jedná se o modifikaci klasického KANBAN systému. Zde se využívají dva úložné boxy, které představují jednu z možných forem kanban karet. Systém je založen na tom, že jakmile je jeden z boxů prázdný, posílá se na doplnění. Tento způsob se využívá v případě, kdy je proces doplňování boxu kratší než doba spotřeby boxu. Tedy v situaci, kdy zákazník není schopen spotřebovat box rychleji, než je box doplňován (Ondra, © 2019b).

CONWIP

CONWIP (Constant Work in Progress) v překladu neustále rozpracovaná výroba je systém podobný KANBANu, ačkoliv se liší v několika oblastech. Hlavním rozdílem je, že tzv. CONWIP karty nepředstavují jeden konkrétní díl ve výrobě, který má být doplněn. Z CONWIP karty jsou po doplnění dílu odstraněny veškeré informace a karta nese pouze informaci, že se má vyrábět cokoliv, co je další na řadě. Tedy prázdná karta si vezme informaci o úkolu, který je další ve frontě. Z tohoto důvodu je nezbytné si vést určitý seznam

úkolů seřazených dle priority. Tento systém je vhodný pro zakázkovou výrobu, jelikož lze karty přiřadit i k dílům, které se nevyrábí pravidelně (Roser, © 2019b).

KANBAN – CONWIP

Možnou variantou dvou výše uvedených systému je vytvoření hybridu. Důležitý je způsob, jak nakombinovat KANBAN a CONWIP karty. Nejlepším a zároveň nejjednodušším způsobem je vytvořit společnou frontu pro obě karty. Tento systém je oblíbený převážně díky tomu, že se dokáže přizpůsobit více situacím ve výrobě, ke kterým patří: zaměření na výrobu na zakázku či na sklad, malé/velké portfolio produktů a velký/malý objem výroby (Ondra, © 2019a).

Trojúhelníkový KANBAN

V tomto přístupu nejsou karty přiřazovány ke každému dílu, ale vážou se k poslednímu nebo předposlednímu dílu. Pokud se dostane k předposlednímu/poslednímu dílu je vykonána objednávka dle kanban karty. Využívá se to při objednávání větších dávek dílů. Je vhodný, v případě redukce množství objednávek na jednotlivé díly (Ondra, © 2019c).

Systém doplnění dle zásob

Tento způsob aplikace pull systému je v několika směrech podobný trojúhelníkovému KANBANu. Místo kanban karty je zde signálem doplnění materiálu stav, kdy se zásoby dostanou na svůj dolní limit (bod objednání). V této situaci se objedná takové množství zásob, aby bylo dosaženo maximální skladovací úrovně. Z důvodu určité délky dodací lhůty je vhodné objednat větší množství materiálu.

Systém doplnění dle intervalu

Materiál se pravidelně objednává dle intervalu, který si stanoví firma. Množství objednaného materiálu je takové, aby bylo dosaženo maximální úrovně. Tento systém objednávání je jednodušší, ale nevýhodou je, že firma musí mít tolik materiálu, aby byla schopna vyrábět během období mezi dodávkou a dalším objednáním (Roser, © 2019c).

2.3 Just in Time

Tato metoda je součástí Toyota Production System (TPS), což je systém rozvíjený více než 50 let ve společnosti Toyota Motor Corporation. Je složen z více jak 20 metod, technik a principů, jako je například heijunka, jidoka a Just in Time (Mašín, 2005, s. 89).

I přes to, že se řadí mezi 3 hlavní pilíře TPS, její počátky lze najít už ve 30. letech 20. století ve společnosti Ford Motor Company. Hlavní myšlenkou JIT (Just in Time) je sladění

procesů a zdrojů mezi odběrateli a dodavateli, tak aby odběratel obdržel zboží v kvalitě, obalu, na místě a v čase, které požaduje (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012, s. 165).

Mašín (2005, s. 37–38) ještě dodává, že se jedná o výrobní filozofii, jejímž principem je výrobky vyrábět, dopravovat a skladovat jen tehdy, když to zákazník vyžaduje. Mezi hlavní výhody JIT lze zařadit: menší výrobní série, snížení objemu zásob hotových výrobků a rozpracované výroby, kratší průběžná doba výroby a rychlejší reakce na požadavky zákazníků.

Rushton, Croucher a Baker (2017, s. 206) uvádějí, že cíle, kterých chce JIT dosáhnout jsou známé pod pojmem seven wastes (sedm plýtvání):

- omezení nadprodukce;
- téměř nulové čekání;
- nulová manipulace;
- omezení špatného zpracování materiálu;
- redukce zásob;
- omezení zbytečného pohybu;
- nulová zmetkovost.

Nezbytnou součástí JIT je vlastní systém dílenského řízení výroby, který je tvořen třemi základními prvky: pull systém, KANBAN a Just in Sequence (JIS) (Stehlík a Kapoun, 2008, s. 94).

JIS je princip, kdy jsou všechny díly dopravovány v takovém pořadí, v jakém budou využity ve výrobě. Dodavatel musí znát plán výroby a posloupnost výroby. Dle těchto informací uspořádá materiál pro dopravu (CIE s.r.o., © 2019b).

2.4 MRP I

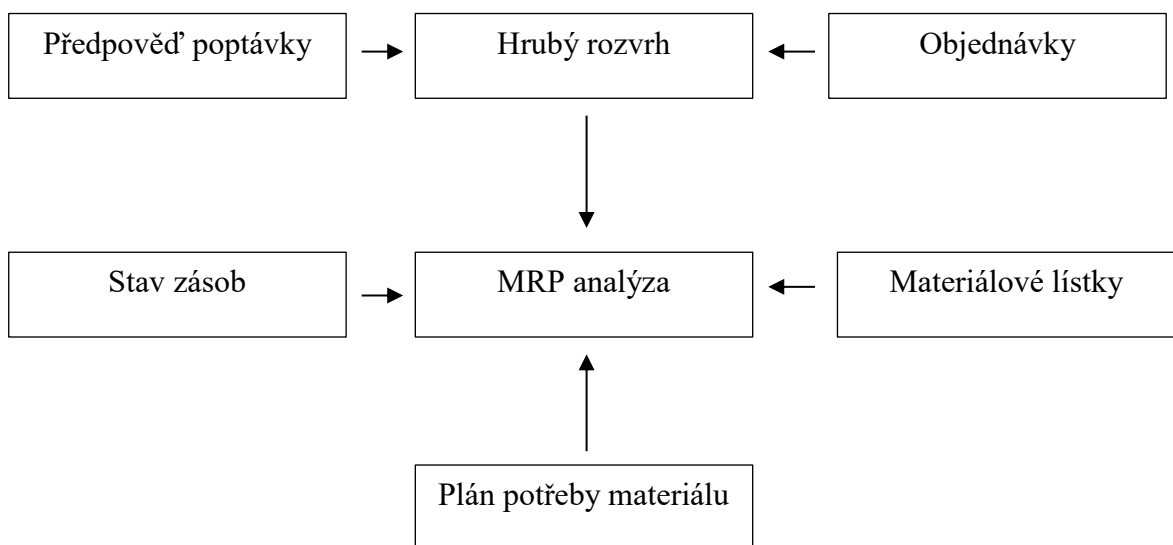
Daněk a Plevný (2005, s. 98) definují Material Requirement Planning (MRP I) jako systém využívaný k plánování požadavků materiálu. Podstatou tohoto systému je stanovení množství materiálu pro jednotlivé linky a stroje v závislosti na plánu výroby. Pokud množství materiálu je menší jak potřeba strojů, systém signalizuje potřebu naskladnění těchto položek. Dle Tučka a Bobáka (2006, s. 64) je plánování požadavků na materiál (MRPI) koncept, který je zaměřený na řízení zásob. Tento systém je schopný určit bod objednávky a stanovit velikost dodávky. Pro výpočet potřeby kusů a materiálů dle kusovníku či norem spotřeby jsou nutné jednotlivé výrobní zakázky.

Potřebné vstupy pro tuto metodu:

- hlavní výrobní plán,
- kusovníky či receptury,
- stav zásob,
- plánovací činitele – velikost dávky, průběžné doby, pojistná zásoba, procento odpadu/zmetků.

Výstupem této metody je:

- informace potřebné k řízení zásob (nákup/výroba zásob),
- informace o kapacitě (Volko, 2008, s. 6–7).



Obrázek 4: Struktura MRP I (vlastní zpracování dle Keřkovský, 2009, s. 66)

Pro zpracování MRP analýzy je nutné znát hrubý rozvrh výroby, který je tvořen počty výrobků, které musí být dokončeny v určitý časový interval (obvykle týden). Tento hrubý rozvrh se vytváří pomocí objednávek nebo dle předpovědi poptávky po výrobcích. K vytvoření MRP analýzy je nutné znát také stav disponibilních zásob. Pokud je stav zásob nedostatečný, informační systém signalizuje nutnost vytvoření objednávky potřebných zásob. Výsledkem MRP analýzy je plán potřeby materiálu, který udává kolik jednotek materiálu je potřeba, aby bylo dosaženo daného výrobního plánu a současně aby byl materiál dostupný, když je potřeba ve výrobě. (Keřkovský, 2009, s. 65; Štůsek, 2007, s. 78–80)

Výhody:

- zlepšuje výkon a řízení výroby,
- lze pracovat s nižší hladinou zásob,
- snižuje výrobní náklady,

- informace jsou přesnější a aktuální,
- výroba je spolehlivější,
- lepší reakce na požadavky trhu (CIE s.r.o., © 2019c).

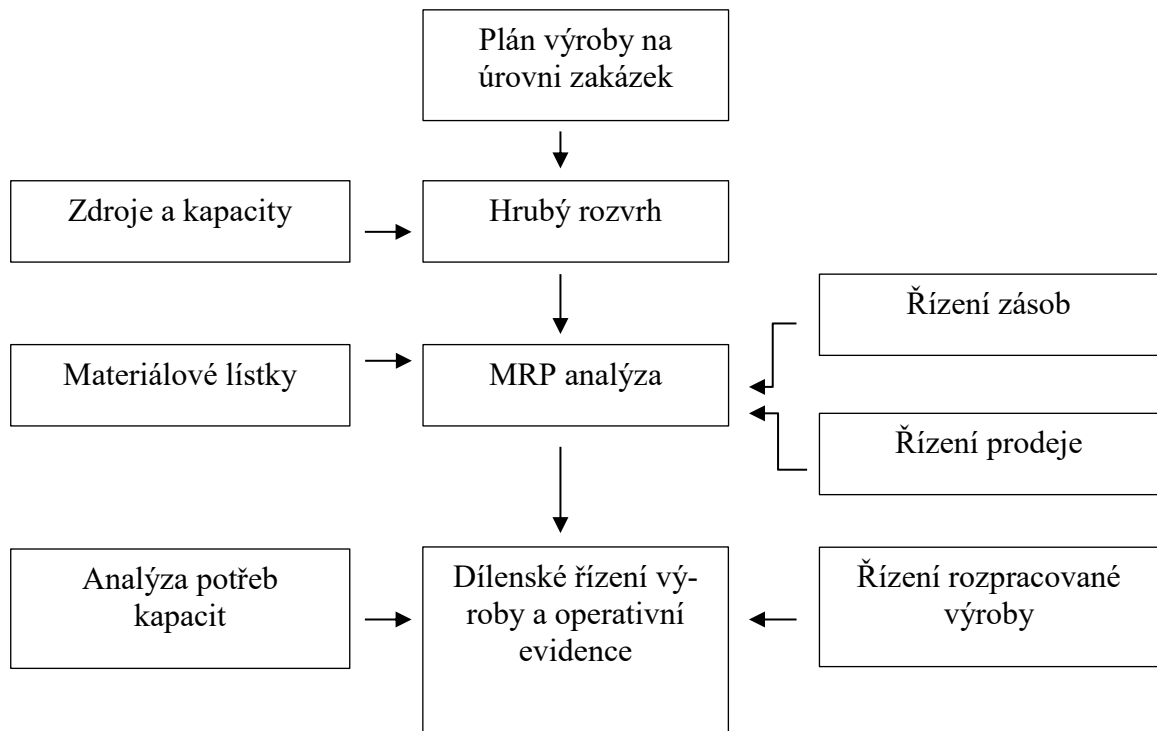
Nevýhody:

- zvyšují se náklady na přepravu a objednávací náklady – nelze uplatnit množstevní slevy,
- nutné mít pojistnou zásobu, aby se zamezilo riziku výpadku nebo zpomalení výroby,
- v některých případech je složitá aplikace software, jelikož existuje ve standardizovaných balících, které je nutné přizpůsobit dané firmě (Daněk a Plevný, 2005, s. 99).

2.5 MRP II

Manufacturing Resource Planning (plánování výrobních zdrojů) představuje nadstavbu MRP I. Tento systém je vylepšen zejména v oblasti plánování výroby, kdy jsou přidány propočty plánování denního množství a rozpracovanosti. Dále kapacitní propočty jsou vypočítány s vazbou na řízení prodeje. Tento systém je propojen s účetnictvím, kalkulacemi nákladů a řízením zásob. Hlavním přínosem je snížení vázanosti oběžného majetku až o 30 % (Keřkovský, 2009, s. 67).

Jedná se o tažný systém, jelikož je materiál tlačěn do výroby, přičemž není okamžitě spotřebován. Systém je vhodné využívat při výrobě velkého množství výrobků. A to z důvodu, že nebere ohled pouze na materiál ale také na řízení nákupu, operativní řízení výroby, tvorbu plánu a je současně spojen s účetnictvím a řízením zásob (CIE s.r.o., © 2019c).



Obrázek 5: Struktura MRP II (vlastní zpracování dle Keřkovský, 67, moderní přístupy řízení výroby)

Tuček a Bobák (2006, s. 67) uvádějí tyto výhody MRPII:

- Propojení výroby s marketingem a finančním řízením podniku.
- Díky tomuto systému lze částečně provádět simulace k dopřednému řešení problémů.

V současnosti existuje také MRP III, které zohledňuje také chování dodavatelů. Pomocí něj lze stanovit optimální zásoby a reagovat na výjimečné požadavky (Daněk a Plevný, 2005, s. 99–100).

2.6 OPT – Optimized Production Technology

Štůsek (2007, s. 107) tvrdí, že metoda optimalizované technologie produkce (Optimized Production Technology) slouží k plánování, rozvrhování a řízení toku materiálů. Celý systém se zaměřuje na tzv. úzká místa, která představují úzkoprofilové činnosti. Tyto činnosti ovlivňují značně celý systém.

Stehlík a Kapoun (2008, s. 90) popisují OPT jako výrobní filozofii, jejímž cílem je maximalizace výrobního výkonu s ohledem na existující výrobní kapacity (úzká místa). Úzké místo je definováno, jako výrobní prvek, který určitým způsobem narušuje plynulost materiálových toků. Výrobní rozvrh se určuje dle úzkého místa, směrem dopředu i dozadu.

Celý systém lze popsat těmito kroky:

1. Nejprve je nutný sběr informací o objednávkách, normách, technologických postupech, kusovnících, dostupných zdrojích a výrobních informacích.
2. V druhém kroku je identifikováno úzké místo dle kapacitních požadavků.
3. Pracoviště jsou rozdělena na úzká místa a ostatní.
4. V tomto kroku je vytvořen rozvrh výroby v návaznosti na omezené zdroje a úzká místa. Určí se také optimální výrobní dávka.
5. Je provedena kontrola, zda nevzniklo úzké místo na jiném pracovišti.
6. Vytvořený rozvrh výroby se porovnává s dodacími termíny. Pokud vznikne neshoda, je zvýšena kapacita úzkých míst. Celý proces se opakuje, dokud není dosaženo optima (Gros, 1996, s. 81–82).

2.7 TOC – DBR

Theory of Constraints (TOC) v překladu Teorie omezení je manažerskou filozofií, jejíž základní myšlenky rozvinul izraelský dr. Eliyah M. Goldratt (Goldratt.cz, © 2015).

Teorie omezení se opírá o myšlenku, že každý systém obsahuje minimálně jedno úzké místo neboli omezení. Toto omezení brání společnosti dosáhnout svého cíle (Veber, 2007, s. 125).

2.7.1 Metriky TOC

Pokud chce podnik dosáhnout svého hlavního cíle, je pro něj nezbytné si stanovit jednotlivé metriky, které pomohou s vyhodnocením plnění tohoto cíle. Běžně se využívají ukazatele jako je hodnota čistého zisku, návratnost investic (ROI – Return on Investments) a cashflow. TOC považuje tyto metriky za nedostačující, z toho důvodu definuje tyto tři základní:

- Průtok (throughput) – jsou to peníze z prodeje od kterých se odečtou veškeré variabilní náklady (prodejní cena minus cena surovin).
- Investice/zásoby (inventory) – veškeré peníze vydané za nákup zásob určené k pozdějšímu prodeji.
- Provozní náklady (operating expense) – jedná se o všechny peníze, které jsou potřeba při přeměně zásob na průtok.

Při řízení se pak management snaží o to, aby průtok rostl a investice společně s provozními náklady byly co nejmenší (Basl, Majer a Šmíra, 2003, s. 32–33).

2.7.2 5 kroků TOC

Jak již bylo zmíněno, tak teorie omezení slouží k nalezení úzkého místa a k jeho následnému odstranění. Dle TOC k tomu bylo vytvořeno 5 kroků (Five Focusing Steps):

Krok 1. Identifikujte omezení systému.

Krok 2. Rozhodněte o nejlepším využití tohoto omezení.

Krok 3. Podříd'te vše ostatní tomuto omezení.

Krok 4. Odstraňte omezení.

Krok 5. Pokud se omezení přesunulo na jiné místo, vra'te se na první krok (Goldratt, c1990, s. 5–6).

Koncept pěti kroků vznikl v roce 1985 ve společnosti Goldratt. Tento postup nahradil starší princip úzkého hrdla (Bottleneck). První 3 kroky definují stav v krátkém období, zbylé dva kroky slouží k dosažení cíle a stability podniku v dlouhém období (Cox, Schleier, c2010, s. 213–214).

2.7.3 DBR

Ve výrobních podnicích se metoda TOC aplikuje pomocí metody DBR (Drum Buffer Rope). DBR je logistický koncept pro řízení výroby, jehož principem je hledání úzkého místa, které udává tempo (Managementmania.com, © 2011–2016a).

Drum neboli buben je ve výrobním prostředí chápán jako úzké místo, které určuje celkovou rychlost výrobního systému. Celý systém nemůže být rychlejší než úzké místo.

Rope (lano) je spojnicí mezi bufferem a začátkem procesu. Slouží k předávání informací od bufferu k počáteční činnosti o doplnění či zahájení zpracování dalšího dílu.

Buffer (zásobovací zdroj) vykonává zásobovací činnost pro úzké místo a jeho úkolem je, aby úzkému místu nikdy nedošel materiál (Roser, © 2019c).

Metodu DBR lze rozdělit do několika kroků. Nejprve je nutné určit omezení neboli buben. V druhém kroku se umístí zásobník, ten se nejčastěji umísťuje před kritický zdroj (zdrojový zásobník), před sklad hotových výrobků (expediční zásobník) nebo před montážní operace (montážní zásobník). Posledním krokem je určení lana, které zajišťuje, že kapacitně neomezené zdroje slouží kritickým zdrojům – místu omezení (Basl, Majer a Šmíra, 2003, s. 118).

2.8 APS – Advances Planning and Scheduling

APS (Advanced Planning and Scheduling) lze přeložit jako pokročilé plánování a rozvrhování. Jedná se o softwarové systémy určené pro doplnění klasických ERP systémů (Enterprise Resources Planning), které se zaměřují na oblast plánování a řízení výrobního procesu (Systém Plantune, © 2019).

Cílem tohoto systému je maximalizovat efektivnost využití výrobních prostředků. Díky APS lze zvýšit reálně dostupnou kapacitu a zkrátit průběžnou dobu výroby. APS systémy jsou kombinací dopředného (počítá termín, kdy bude možno objednávku splnit) a zpětného způsobu plánování (počítá podle pevně stanoveného termínu splnění objednávky, kdy bude možno zahájit její realizaci). Díky tomuto způsobu plánování dokáže APS určit optimální termín zahájení výroby a objednávky.

APS systémy využívají k plánování 4 základní algoritmy, které se dají přizpůsobit potřebám společnosti. Nazývají se:

- Available-to-Promise (ATP) – vhodný zejména pro výrobu na sklad.
- Allocated-Available-to-Promise (AATP) – rozšířené ATP, které rozděluje hotové produkty mezi zákazníky podle jejich geografické. Polohy.
- Capable-to-Promise (CTP) – používá se pro případy, kdy se výroba realizuje až na základě objednávky zákazníka.
- Profitable-to-Promise (PTP) – nejnovější koncept, který představuje kombinaci ATP a CTP. Vyhodnocuje přínos, jaký bude mít firma ze zakázky (CIE s.r.o., © 2019d).

2.8.1 Data potřebná pro správnou funkci APS systému

- **Data pracovního příkazu:** zákazník, název produktu, datum uvolnění, termín ukončení, množství, stroj, číslo a název operace, časy (seřízení, výroby, zakončení), kusovník
- **Stroje:** značení strojů a kalendář strojů
- **Atributy – vlastnost artiklu/operace pro kumulace:** například: kumulace vstupního materiálu, barev, dle teplot
- **Materiál:** množství materiálu na skladě a množství materiálu na potvrzené nákupní objednávce (Hégr, 2010).

2.8.2 Výhody

Mezi hlavní výhody využití systému APS patří:

- včasné zjištění, že je požadavek nerealizovatelný;
- snížení výrobních nákladů;
- zkrácení doby realizace požadavku;
- rychlá reakce na nečekané situace;
- snížení rizik (Asseco Solutions, © 2019).

2.8.3 Nevýhody

Mezi nevýhody lze zařadit:

- v určitých situacích je potřeba více zaměstnanců na zpracování informací pro APS;
- pracovníci často neví, jak přesně algoritmus pracuje;
- systém je velice náročný na administrativu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Historie vybrané společnosti (dále jen „společnost“) sahá do roku 1991, kdy byla založena v rámci privatizace. V následujících letech několikrát změnila majitele a od roku 2015 je součástí nadnárodní společnosti, (dále jen „Group“). Group byla založena v roce 1991 ve Velké Británii a v současnosti je předním globálním výrobcem plastových výrobků. Organizace se prezentuje ve všech hlavních směrech zpracování plastů: vstřikování, vyfukování, vakuové tvarování a rotační odlévání. Působí v šesti segmentech obalového a automobilového průmyslu: potraviny, osobní hygiena, nápoje, zdravotnictví a průmyslové výrobky. Group aktuálně provozuje přes 180 závodů ve více než 34 zemích (interní materiály společnosti).

3.1 Základní údaje

Společnost se v roce 1994 stala dodavatelem dílů pro společnost Škoda Auto a.s. na úrovni Tier1. V následujících letech byly rozšířeny dodávky i do dalších významných českých i zahraničních společností a mezi nejvýznamnější zákazníky dnes patří firmy Iveco, Volvo, Zetor, Tatra atd.). Společnost se zabývá vývojem a výrobou plastových dílů a sestav ve středních sériích. Firma se převážně zaměřuje na zpracování plastů pomocí technologie reakčního vstřikování (RIM) a vakuového tvarování (interní materiály společnosti).

3.2 Organizační struktura

Ve vybrané společnosti ve Zlíně pracuje zhruba 320 zaměstnanců. Zde je uvedena organizační struktura managementu firmy.



Obrázek 6: Organizační struktura managementu firmy (interní materiály firmy)

3.3 Výrobní portfolio

Společnost vyrábí velkoplošné plastové díly a sestavy ve středních sériích. Ke zpracování plastů využívá technologie RIM (reaktivní vstřikování) a VF (vakuové tvarování)

včetně všech návazných procesů jako je lakování, CNC ořez, montáž, ultrazvukové svařování a lepení.

Organizace se orientuje na čtyři segmenty trhu a to:

- **Zemědělské stroje** – zde se věnuje výrobě kompletního kapotování motoru, blatníků, střech a dalších součástek.
- **Autobusy** – pro tento segment vyrábí například přední masky, blatníky, kryty světel, a všechny plastové díly pro interiér.
- **Stavební stroje** – v této oblasti společnost nabízí výrobu kompletního kapotování motoru, blatníků, střech a interiérových dílů.
- **Osobní automobily** – firma se zabývá převážně výrobou spoilerů a krytů motoru.

3.4 Firemní kultura

Firma si váží svých zaměstnanců a dlouhodobě investuje do jejich rozvoje a zajišťuje bezpečné pracovní prostředí.

Poslání – posláním společnosti je být spolehlivým partnerem pro zákazníky v dodávkách plastových dílů a montážních celků, které jsou určené pro nejnáročnější aplikace převážně v automobilovém průmyslu. Dále také pomáhat plnit cíle zákazníků v oblasti vývoje, dodávek, kvality a bezpečnosti a dosáhnout dlouhodobého a úspěšného uplatnění na trhu.

Vize – firma by se chtěla stát první volbou zákazníku ve vývoji, výrobě a dodávkách plastových dílů a sestav.

Hodnoty – organizace si stanovila tyto zásady, které jí pomáhají při rozhodování v nerozhodných situacích:

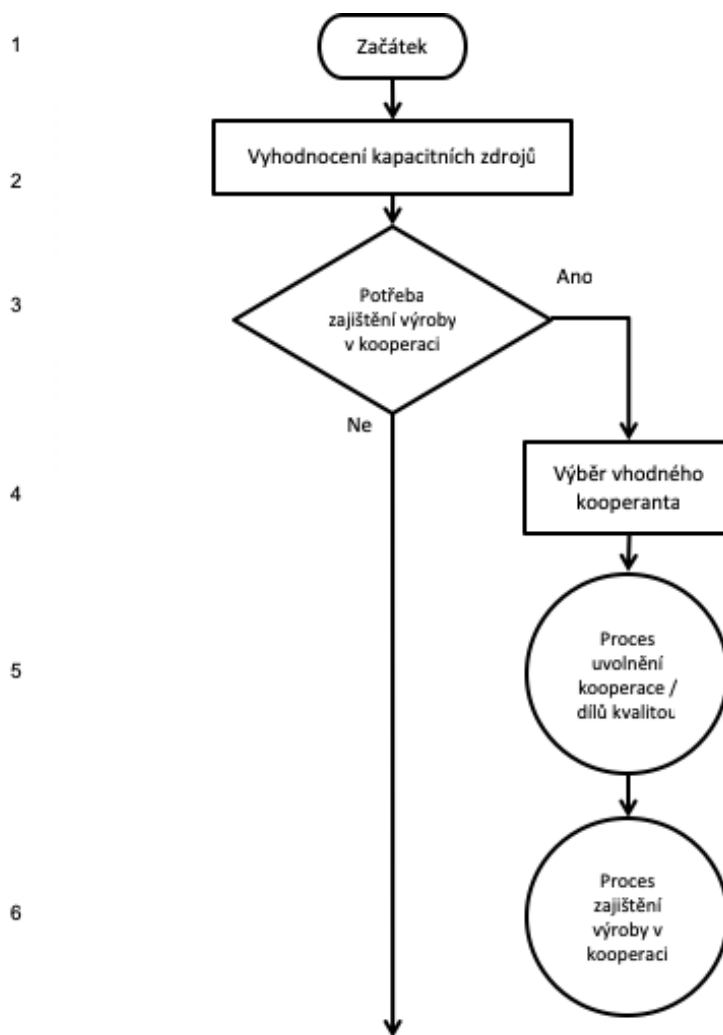
- synergie;
- priority;
- obnova sil;
- proaktivní přístup;
- společný prospěch;
- smysluplný cíl;
- vzájemný respekt;
- bezpečnost (interní materiály společnosti).

4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V následující kapitole bude popsána analýza současného stavu ve vybrané společnosti. Je zde popsán aktuální stav plánování výroby, postup výroby na vybraném pracovišti, analýza časů, a výpočet minimální a optimální dávky.

4.1 Aktuální stav plánování výroby

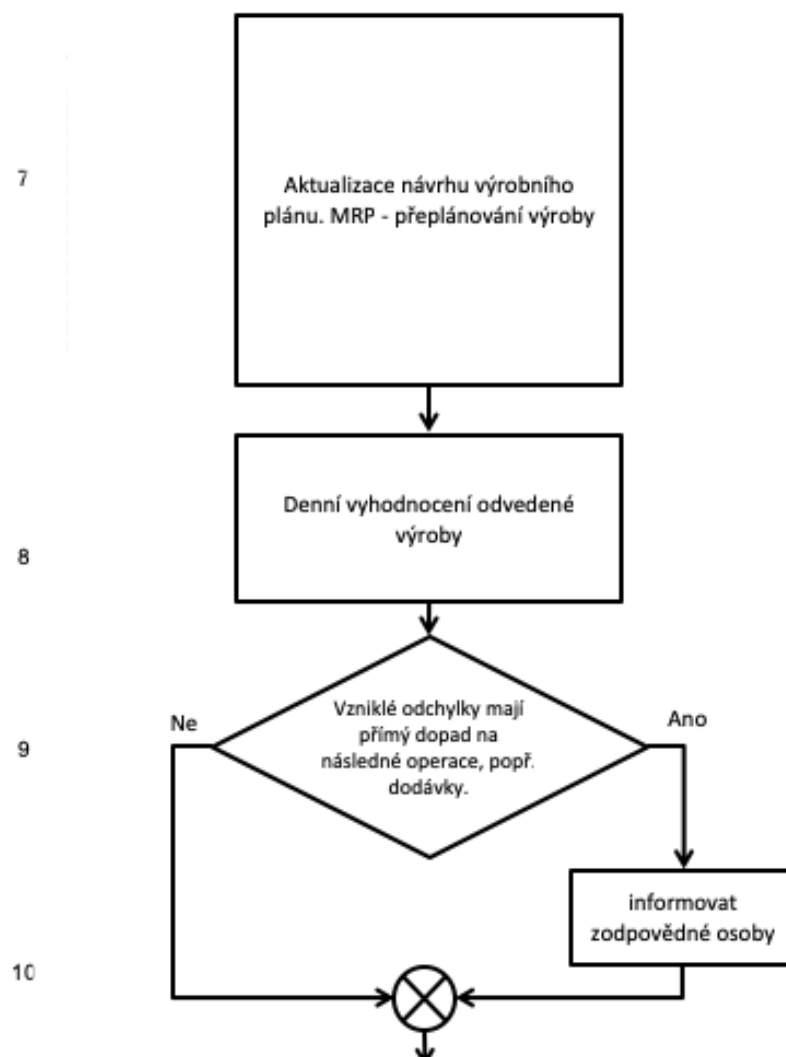
Plánování výroby ve vybrané společnosti lze rozdělit do následujících kroků:



Obrázek 7: Proces plánování výroby krok 1-6 (interní materiály firmy)

1. Začátek procesu plánování výroby.
2. Na základě zpracovaného Obchodního plánu je průběžně vyhodnocována dostupnost výrobních zdrojů pro zajištění požadavků zákazníků na dodávku stávajících nebo nových výrobků.

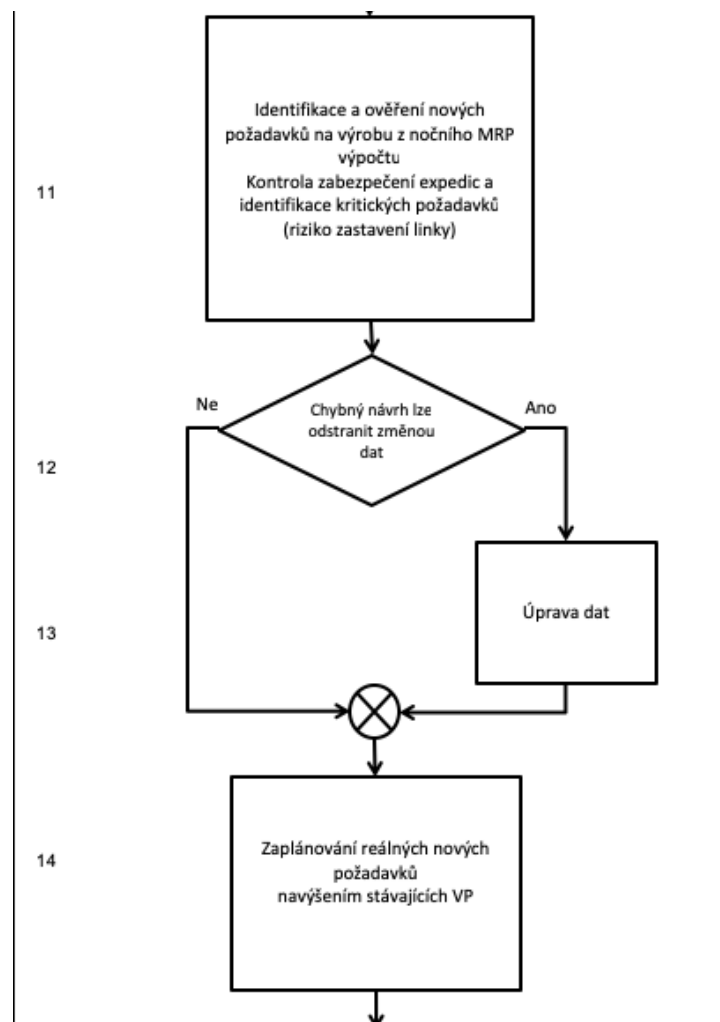
3. V případě nedostatku vlastních výrobních zdrojů nebo na základě výrobní a marketingové strategie společnosti vzniká potřeba zajištění výroby v kooperaci.
4. Průběžně je prováděn výběr vhodných potenciálních kooperantů pro jednotlivé činnosti a technologie.
5. V rámci samostatného procesu uvolnění kooperantů a nových dílců jsou připravovány výrobní zdroje v kooperaci.
6. V případě potřeby referent kooperací zajišťuje výrobu v kooperaci.



Obrázek 8: Proces plánování výroby krok 7-10 (interní materiály firmy)

7. Pracovníci zpracovávají požadavky, výhledy, objednávky a požadavky na náhrady reklamací zákazníků a vkládají je do informačního systému.
V rámci nastaveného algoritmu v IS dochází minimálně každý večer ke zpracování všech vstupů a výsledkem je návrh na výrobu a převod mezi sklady.

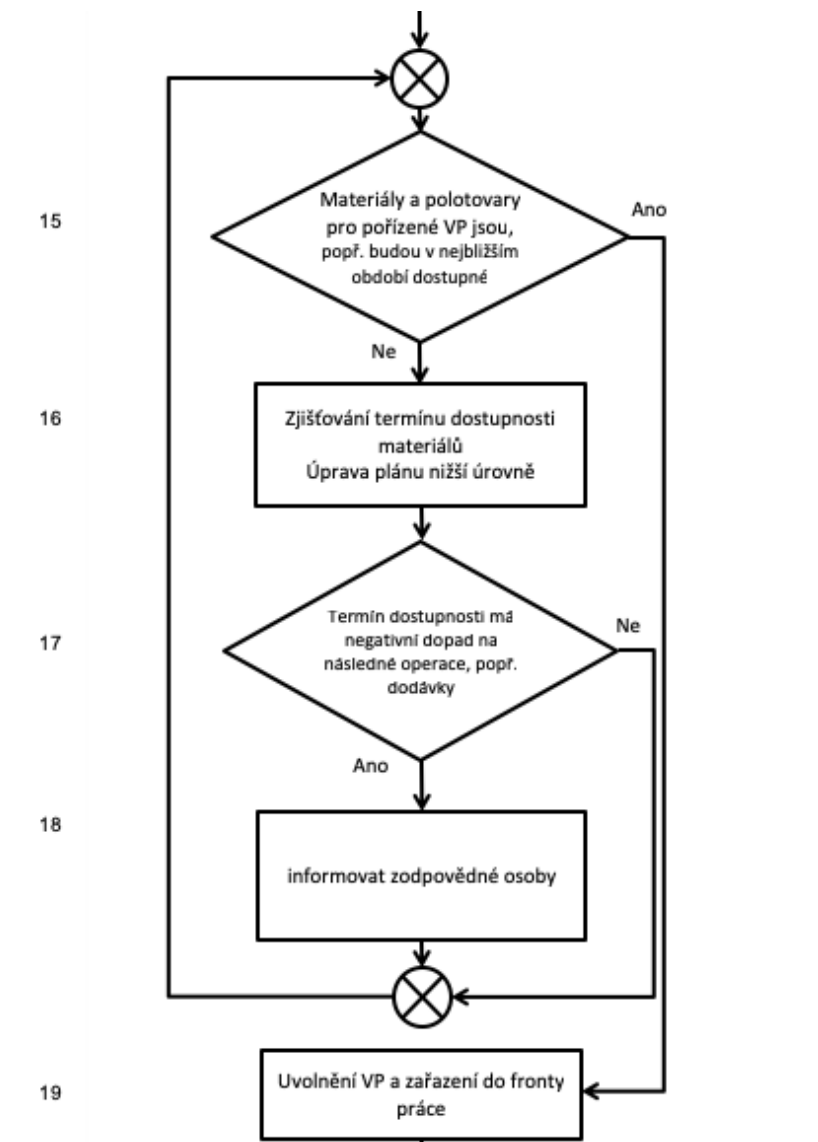
8. Denní vyhodnocení odvedené výroby, řešení odchylek, problémů, kontrola plnění naplánovaných VP, prověření nedojetých VP, případné jejich ukončení snížením množství, ostatní VP zůstávají ve výrobním plánu. Směnový mistr v průběhu směny a po jejím ukončení zajišťuje, aby odpovídala data reálné výroby a odvedené výroby v IS za všechna pracoviště.
9. Odchytky mají přímý dopad na plánování vyšší úrovně příp. na dodávky na obchodní sklad.
Drobnější odchytky jsou zohledněny / vyřešeny plánem na další období.
10. Zásadnější odchytky jsou komunikovány se zodpovědnými osobami.



Obrázek 9: Proces plánování výroby krok 11-14 (interní materiály firmy)

11. Probíhá kontrola návrhu např. změny objednávky během dne, nereálný požadovaný termín / množství). Pokud jsou nalezeny chybné návrhy, je kontaktována zodpovědná osoba, popřípadě jsou data opravena přímo pracovníkem. Zároveň je nutné brát zřetel na aktuální odchylky ve stavu zásob.

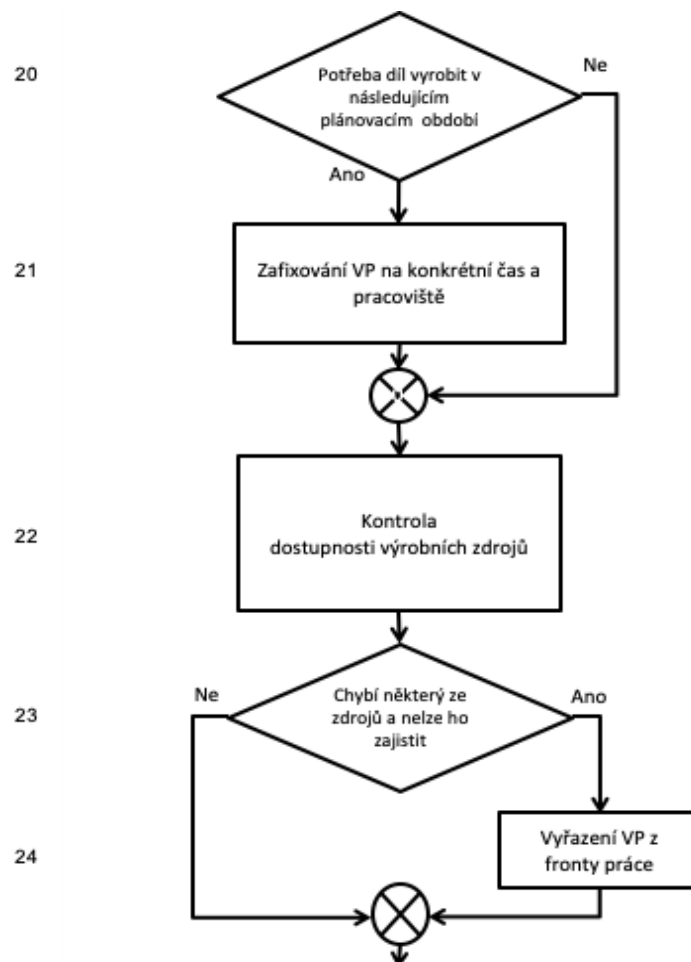
12. Při nalezení chybného návrhu jsou identifikovány příčiny.
13. Po identifikaci příčin pracovník buď sám data upraví nebo iniciuje jejich opravu u zodpovědných spolupracovníků.
14. Zaplánování reálných nových požadavků: buď se navýší stávající výrobní příkazy nebo je vytvořen nový výrobní příkaz k uspokojení nových požadavků.



Obrázek 10: Proces plánování výroby krok 15-19 (interní materiály firmy)

15. Je provedena kontrola stavu zásob materiálů a polotovarů a zároveň se bere zřetel na stav odchylek zásob a na problémy v dodávkách.
16. Pokud materiály a polotovary nejsou dostupné, zjišťuje pracovník termín dostupnosti.
17. Pracovník posuzuje dopad zjištěného termínu dodávky materiálu a polotovarů.

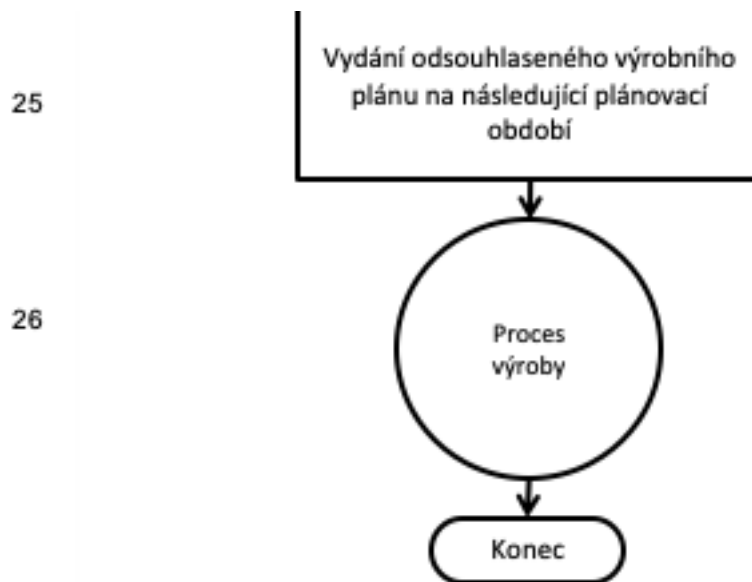
18. V případě, že má zjištěný termín negativní dopad na následné operace a dodávky, informuje pracovník zodpovědné spolupracovníky.
19. Pokud jsou materiály a polotovary pro požadovanou výrobu dostupné, plánovač uvolní výrobní příkaz.



Obrázek 11: Proces plánování výroby krok 20-24 (interní materiály firmy)

20. Pracovník z fronty uvolněných výrobních příkazů vybírá ty, které je nutno vyrobit v následujícím plánovacím období.
21. Vybraným výrobním příkazům pracovník přidělí konkrétní termín a pracoviště včetně nastavení pořadí výroby.
22. Na základě návrhu výrobního plánu prověří mistr, popřípadě technolog dostupnost výrobních všech zdrojů.
23. Výstupem prověření dostupnosti výrobních zdrojů je informace o vyrobitelnosti daných výrobků.

24. Pokud nelze realizovat výrobu některých výrobních příkazů z důvodu chybějících výrobních zdrojů, je tento výrobní příkaz vyřazen z fronty.



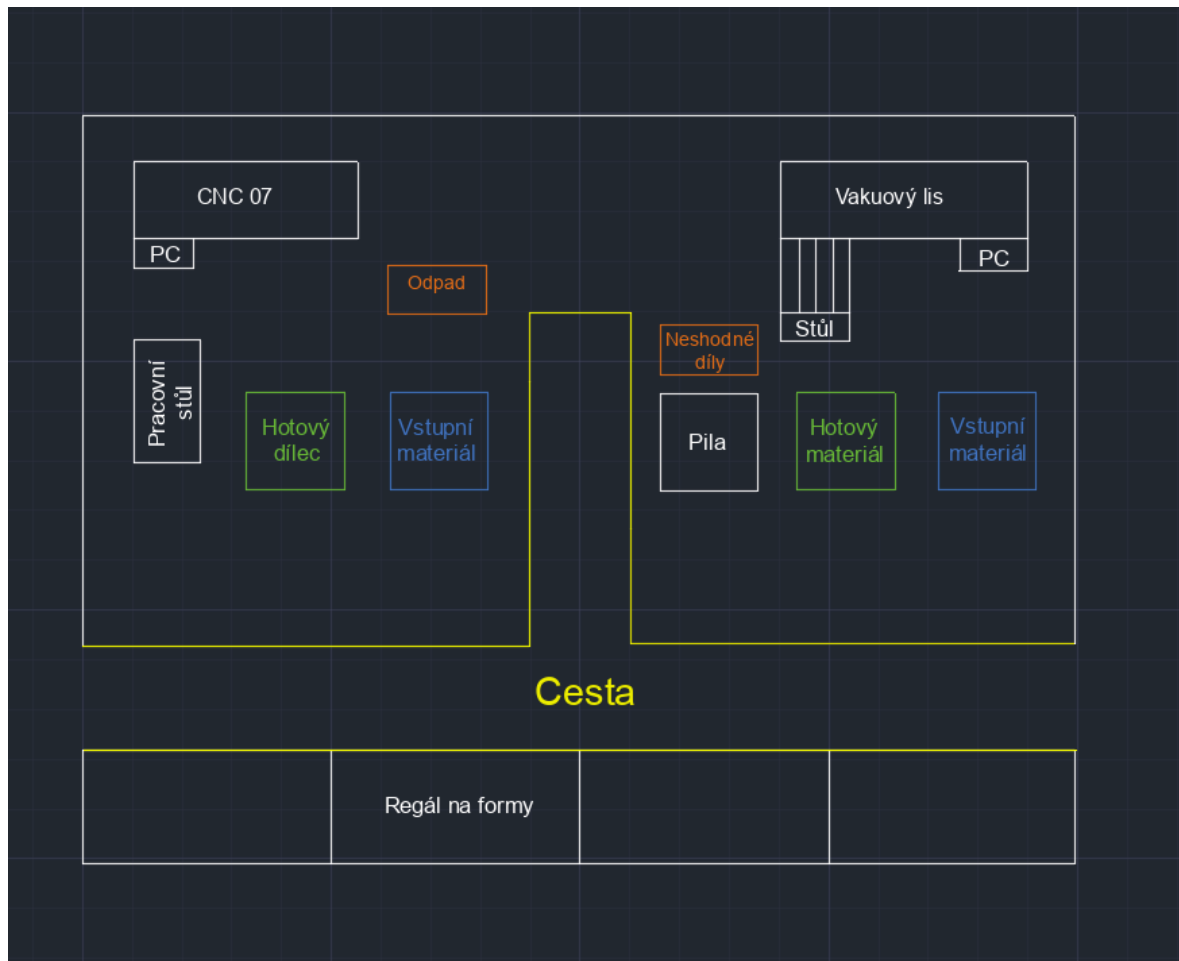
Obrázek 12: Proces plánování výroby krok 25–26 (interní materiály firmy)

25. Tisk odsouhlaseného výrobního plánu a předání ho určeným pracovníkům.
26. Navazujícím krokem je Proces výroby.

4.2 Postup výroby na vakuovém lisu 02 a CNC 07

Oba tyto stroje využívají při výrobě dílců/polotovarů technologii Vakuového tvarování (VF). Ve společnosti se pracuje na 3 směnný provoz. Každý den odpoledne je následujícím pracovištěm předán plán výroby na následujících 24 hodin. Tento plán výroby je složen z jednotlivých výrobních příkazů, podle kterých jsou připraveny materiály (ze skladu materiálu), formy (sklad forem a přípravná forem) a další komponenty potřebné k výrobě. Materiál je velmi citlivý na změnu teploty, proto je nezbytné dodržovat teplotní podmínky (pokud nejsou dodrženy, vznikají zmetky). Některé typy materiálu je nezbytné nejprve vysušit. Tento proces trvá minimálně 24 h. Na obou strojích je aplikovaná dávková výroba.

Následující obrázek znázorňuje rozmístění pracoviště vakuového lisu 02 a CNC 07. V dolní části je umístěn regál s formami, které se nejčastěji používají. Zbylé formy, jsou umístěny ve skladu forem a pokud je potřeba dováženy pracovníkem před začátkem výroby. Na levé i pravé straně jsou vrata. Pravé vrata vedou do zbylé části výrobní haly. Levé vrata vedou do venkovních prostor, kde bývají umístěny polotovary do doby, než je zahájena výroba na CNC. Přesné rozměry layoutu si firma nepřeje zveřejňovat.



Obrázek 13: Layout pracoviště (vlastní zpracování)

4.2.1 Postup výroby na vakuovém lisu 02

Na tomto stroji pracují 1–2 pracovníci. Postup výroby lze rozdělit do těchto kroků:

1. Nejprve pracovník dle plánu výroby dostane výrobní příkaz na určitý dílec.
2. Tento výrobní příkaz obsahuje veškeré potřebné informace k výrobě včetně čárového kódu. Pomocí tohoto kódu jsou načteny informace o výrobě do systému stroje.
3. Stroj si automaticky ze zásobníku vezme připravený materiál – desku.
4. Stroj následně nahřívá materiál do požadované teploty (až 220 °C, záleží na tloušťce a struktuře materiálu).
5. Po nahřátí se vyfoukne bublina.
6. Následně ze spodu vyjede požadovaná forma a je spuštěno VAKUUM. Materiál kopíruje tvar formy a tím pádem dosáhne požadovaného tvaru.
7. Poté se z výlisku automaticky odstraní forma.
8. Po tomto kroku následuje chlazení vyrobeného výlisku, díky čemuž je výlisek stabilizován do požadovaného tvaru.

9. Výlisek automaticky vyjede ze stroje na stůl.
10. Pracovník dle vizuální kontroly rozhodne, jaký stav přidělí dílci. Existují 2 varianty: shodný/neshodný. Tento stav zaznamená v informačním systému a následně nalepí na dílec čárový kód, který obsahuje důležité informace o dílci.
11. Neshodný dílec je odložen do prostoru pro neshodné díly a následně kontrolor kvality rozhodne, zda je možné ho opravit. V situaci, kdy je dílec ohodnocen jako shodný, je přenesen buď na pilu (na lisech se používají formy, které tvarují z materiálu 1 i více různých dílců) nebo do prostoru pro hotový polotovár (výlisek).
12. Na pile je výlisek rozřezán do požadovaného počtu dílců a umístěn do prostoru pro hotový polotovár.
13. Dále je dílec buď přímo dopraven ke stroji CNC 07 anebo uložen ve skladu.

Vzhledem k tomu, že lis většinou vyrábí rychleji než následující stroj, vytváří se před CNC 07 fronta, proto je nutné polotovary ukládat na předem vyhrazené místo venku vedle výrobní haly. Čím vzniká rozpracovaná výroba a rostou skladovací náklady na jednotlivé polotovary.

4.2.2 Postup výroby na CNC 07

U tohoto stroje pracují 2–4 pracovníci (operátoři a dokončovací pracovníci). Práce na stroji CNC 07 se skládá z těchto kroků:

1. Operátor vezme vstupní materiál (výlisek) a umístí ho do stroje na formu.
2. Následně spustí VAKUUM, díky němuž se výlisek přisaje na formu.
3. Když je potřeba, operátor poklepe pogumovaným kladivem na výlisek, aby správně držel na formě.
4. Následně je spuštěna fáze ořezávání výlisku.
5. Po ořezání operátor vyjme ořezaný dílec, zkontroluje kvalitu dílce a umístí ho buď na dokončovací stůl nebo do bedny pro neshodné díly. Poté sundá z formy technologický odpad vzniklý při ořezu a umístí ho do bedny pro odpad. Následně vyfouká a očistí formu.
6. Mezitím pracovník, provádí dokončovací práce na hotovém dílci. Tyto práce jsou tvořeny zejména ořezem přebytečného materiálu a zahlazením hran.
7. Dále je dílec zabalen. Poté ve většině případů přechází k montážnímu pracovišti. Existují také situace, kdy je dílec dále lakován nebo přímo putuje k zákazníkovi.

Při ořezu na CNC strojích vzniká vysoké procento odpadu. Vzhledem ke splnění normy ČSN EN ISO:14001 se tento odpad dále zpracovává. Odpad je roztríděn do kontejnerů dle

druhu a barvy materiálu. Následně je rozdrčen a uložen do bagů. Tyto drtě jsou prodávány dodavateli materiálu. Dodavatel z této drti vyrobí základní materiál.

4.3 Kusovník vakuový lis 02 a CNC 07

Na vakuovém lisu 02 a CNC 07 se zpracovává celkem 9 druhů polotovarů/výrobků. Jak je znázorněno na níže uvedené tabulce, jsou tyto díly rozděleny do 3 úrovní dle kusovníku výrobků. Na vakuovém lisu 02 se vyrábí výlisky z různých typů desek (oranžově označené komponenty 3. úrovně). Tyto vytvořené výlisky (modrý sloupec) se dále ořezávají na stroji CNC 07. Po ořezu a následné úpravě vzniká hotový dílec (žlutý sloupec). Tyto dílce jsou dále převedeny na montáž nebo ve výjimečných situacích také na lakovnu.

Tabulka 3: Dílce vyráběné na vybraném pracovišti (vlastní zpracování dle interních materiálů firmy)

komponenta 3.úroveň	Pracoviště	komponenta 2.úroveň	Pracoviště	Dílec 1.úroveň
GV000516	VF 02 CMS	PV099010100V10	CNC 07 CMS	VV099010100
GV001134	VF 02 CMS	PV099015100V10	CNC 07 CMS	VV099015100
GV001056	VF 02 CMS	PV007102311V10	CNC 07 CMS	VV007102311
GV001056	VF 02 CMS	PV007102311V10	CNC 07 CMS	VV007107241
GV001056	VF 02 CMS	PV007102311V10	CNC 07 CMS	VV007109007
GV000898	VF 02 CMS	PV099030400V10	CNC 07 CMS	VV099030400
GV000760	VF 02 CMS	PV099015200V20	CNC 07 CMS	VV099015200
GV000784	VF 02 CMS	PV099040100V10	CNC 07 CMS	VV099040100
GV000784	VF 02 CMS	PV099040160V10	CNC 07 CMS	VV099040160

4.4 Průměrné výrobní dávky na vybrané dílce

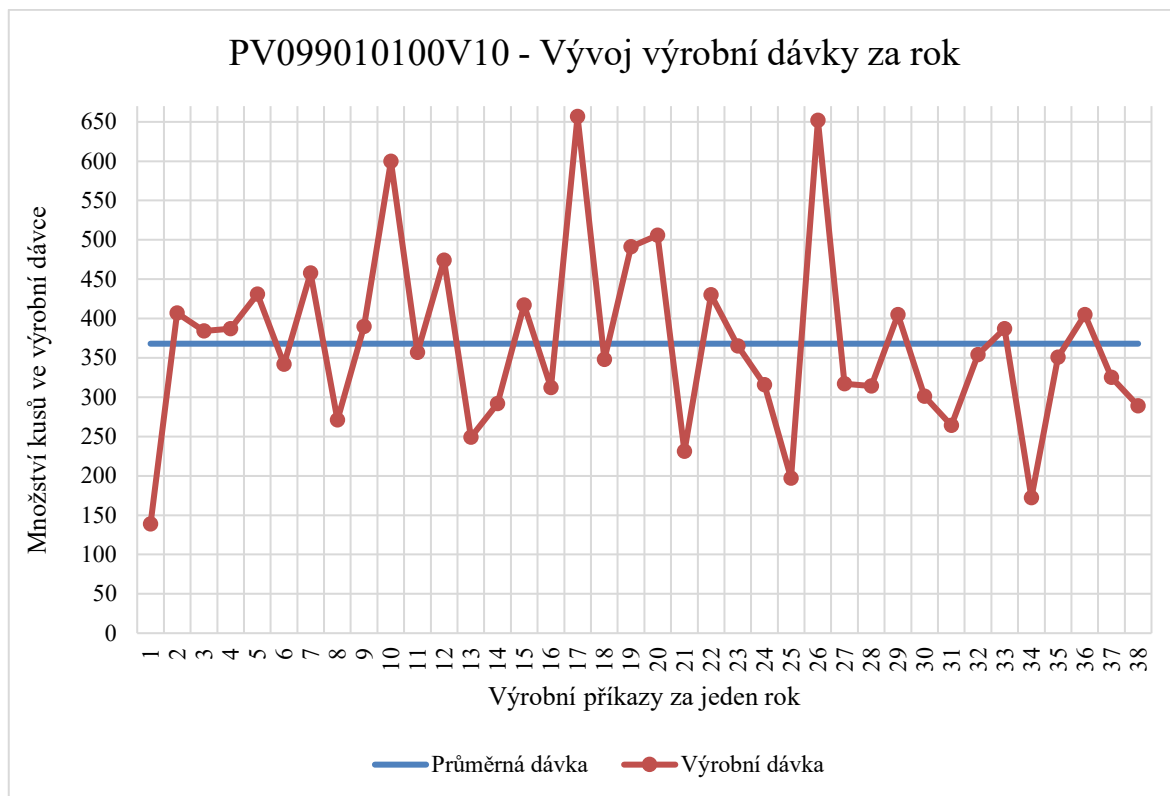
Jak již bylo zmíněno, tak na vakuovém lisu i na CNC je nastavena dávková výroba. Průměrné výrobní dávky pro oba stroje byly vypočítány z výrobních příkazů pro vybrané dílce za období jeden rok.

Jak znázorňuje níže uvedená tabulka, tak průměrná dávka na prvním stroji se pohybuje v rozmezí od 368–7 ks. Tento velký rozptyl je zapříčiněn velkými rozdíly ve velikosti jednotlivých dílců a také požadavky zákazníka. Z polotovaru s označením PV007102311V10 se na CNC 07 dále vyrábí 3 různé výrobky. Ostatní dílce slouží pouze pro výrobu 1 typu výrobku.

Tabulka 4: Průměrné výrobní dávky na vakuovém lisu 02 (vlastní zpracování dle interních materiálů)

Polotovar	Průměrná výrobní dávka (ks)
PV099010100V10	368
PV099015100V10	22
PV007102311V10	150
PV007102311V10	150
PV007102311V10	150
PV099030400V10	55
PV099015200V20	120
PV099040100V10	104
PV099040160V10	7

Na níže uvedeném obrázku lze vidět kolísání výrobní dávky dílce, který se vyrábí na vakuovém lisu. Celkem bylo ve vybraném roce uskutečněno 38 výrobních příkazů. Výrobní dávka se pohybovala v rozmezí 139–657 kusů. Z obrázku vyplývá, že výrobní dávky tohoto dílce jsou značně nevyrovnané. Společnost sice dokáže svůj výrobní plán přizpůsobit požadavkům zákazníka, ale značně to ovlivňuje složitost plánování výroby.



Obrázek 14: Kolísání výrobní dávky vybraného dílce (vlastní zpracování)

V návaznosti na průměrné dávky na vakuovém lisu byly stejným způsobem stanoveny i dávky na CNC. Rozmezí dávek činí 363–1 ks. Velikost dávky výrobku koresponduje s dávkou polotovaru, z kterého hotový výrobek vychází. Výrobky začínající na VV0071 se vyrábí ze stejného polotovaru.

Tabulka 5: Průměrné výrobní dávky na CNC 07 (vlastní zpracování dle interních materiálů)

Výrobek	Průměrná výrobní dávka (ks)
VV099010100	363
VV099015100	21
VV007102311	134
VV007107241	16
VV007109007	21
VV099030400	104
VV099015200	114
VV099040100	131
VV099040160	1

4.5 Čas přípravy, kusový a zakončení jednotlivých dílců

Níže uvedená tabulka popisuje časy jednotlivých dílců na vakuovém lisu. Tyto časy byly zjištěny z informačního systému společnosti. Tac znamená čas kusový, Tbc je čas přípravný a Tec je čas ukončovací. Jak vyplývá z tabulky, tak časy přípravy tvoří až pěti násobek času kusového/výrobního. Tento vysoký nepoměr je zapříčiněn nutností přetypování stroje a změny formy před začátkem výroby jiného druhu výrobku. Výroba jednoho dílce se pohybuje v rozmezí od 6–8 minut. Tento čas ovlivňují tyto skutečnosti: výše požadované teploty pro zpracování materiálu, složení materiálu, tloušťka materiálu a také délka doby chlazení vzniklého výlisku.

Tabulka 6: Čas kusový, přípravy a zakončení na vakuovém lisu 02 (vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Komponenta	Tbc ks/min	Tac ks/min	Tec ks/min	Polotovar
1.úroveň				
GV000516	35,00	6,49	15,00	PV099010100V10
GV001134	35,00	8,00	15,00	PV099015100V10
GV001056	35,00	6,00	15,00	PV007102311V10
GV001056	35,00	6,00	15,00	PV007102311V10
GV001056	35,00	6,00	15,00	PV007102311V10
GV000898	35,00	7,00	15,00	PV099030400V10
GV000760	35,00	6,49	15,00	PV099015200V20
GV000784	35,00	6,48	15,00	PV099040100V10
GV000784	35,00	6,48	15,00	PV099040160V10

Čas kusový se dále dělí na strojní a ruční. Strojní čas v tomto případě znamená dobu výroby jednoho výlisku na vakuovém lisu. Ruční čas je složen z: přemísťování polotovaru, rozřezání na pile, kontroly kvality a štítkování. Tabulka znázorňuje jednotlivý podíl těchto ručních činností.

Tabulka 7: Časy strojní a ruční na vakuovém lisu (vlastní zpracování dle interních materiálů firmy)

Komponenta	Tac ks/min	Strojní	Ruční	Polotovar
1.úroveň				
GV000516	6,49	4,19	2,3	PV099010100V10
GV001134	8,00	5,5	2,5	PV099015100V10
GV001056	6,00	4,0	2	PV007102311V10
GV001056	6,00	4,0	2	PV007102311V10
GV001056	6,00	4,0	2	PV007102311V10
GV000898	7,00	4,6	2,4	PV099030400V10
GV000760	6,49	4,19	2,3	PV099015200V20
GV000784	6,48	4,08	2,4	PV099040100V10
GV000784	6,48	4,08	2,4	PV099040160V10

Polotovary, které jsou opracovávány na CNC 07 mají různou velikost i materiálové složení. Z tohoto důvodu se jejich výrobní čas značně liší. V tabulce můžeme nalézt polotovar, který se opracovává zhruba 2 minuty ale i dílec, který se vyrábí víc jak 14 minut.

Tabulka 8: Čas přípravy a zakončení na CNC 07 (vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Komponenta	Tbc ks/min	Tac ks/min	Tec ks/min	Výrobek
2.úroveň				
PV099010100V10	40,00	7,76	20,00	VV099010100
PV099015100V10	30,00	14,90	20,00	VV099015100
PV007102311V10	30,00	7,30	20,00	VV007102311
PV007102311V10	30,00	7,00	20,00	VV007107241
PV007102311V10	30,00	7,30	20,00	VV007109007
PV099030400V10	40,00	8,50	20,00	VV099030400
PV099015200V20	40,00	6,60	15,00	VV099015200
PV099040100V10	40,00	9,00	20,00	VV099040100
PV099040160V10	40,00	6,60	20,00	VV099040160

Stejně jako u vakuového lisu se i zde čas kusový dělí na strojní a ruční. Ruční představuje: přemísťování, foukání a dokončovací práce. Strojní čas je roven práci CNC stroje.

Tabulka 9: Čas strojní a ruční na CNC 07 (vlastní zpracování, interní materiály firmy)

Komponenta 2.úroveň	Tac ks/min	Strojní	Ruční	Výrobek
PV099010100V10	7,76	5,66	2,1	VV099010100
PV099015100V10	14,90	12,4	2,5	VV099015100
PV007102311V10	7,30	5,2	2,1	VV007102311
PV007102311V10	7,00	4,9	2,1	VV007107241
PV007102311V10	7,30	5,2	2,1	VV007109007
PV099030400V10	8,50	6,4	2,1	VV099030400
PV099015200V20	6,60	4,5	2,1	VV099015200
PV099040100V10	9,00	6,9	2,1	VV099040100
PV099040160V10	6,60	4,5	2,1	VV099040160

Velký problém představuje skutečnost, že CNC opracovává vylisek pomaleji, než je doba, za kterou je vylisek vytvořen. Je to zhruba více jak 1 minuta. Před CNC tedy vzniká fronta, a proto je nutné vylisky skladovat v meziskladu ve venkovních prostorách firmy.

4.6 Minimální výrobní dávka

Na vakuovém lisu i na CNC se vyrábí v dávkách. Aby firma efektivně využila daný stroj, v souvislosti s časem přípravy a zakončení a aktivní činnosti stroje, je nezbytné vypočítat minimální výrobní dávku. Výpočet minimální dávky pro vybrané dílce je uveden v tabulce v příloze I a III.

V této kapitole je blíže znázorněn výpočet minimální dávky pro zvolený dílec. Tento postup byl dále využit pro další dílce. Pro výpočet minimální dávky byl zvolen následující vzorec, který byl popsán v teoretické části.

$$dv_{min} = \frac{t_{pz}}{a \times t_k}$$

t_{pz} – čas přípravy a zakončení (N_{min} nebo N_h),

d_v – velikost dávky (v ks),

t_k – čas kusový – operační (N_{min} či N_h),

a – doba, kdy stroj produkuje výrobky (v % z celkové aktivní činnosti stroje).

Tabulka 10: Potřebná data pro výpočet minimální dávky pro polotovar PV099010100V10 (vlastní zpracování)

Polotovar	Tbc ks/min	Tec ks/min	Tac ks/min	Tbc + Tec (min)
PV099010100V10	35,00	15,00	6,49	50

Časy pro tento výpočet uvádí tabulka 8. Dále je nutné si stanovit potřebný koeficient, který byl definován v teoretické části. Pro tento výpočet byl zvolen postup stanovení koeficientu dle průměrných dávek dílců. Nejprve bylo tedy nutné vypočítat průměrné dávky všech dílců z výrobních příkazů za období jednoho roku. Koeficient nabývá hodnoty od 0,02 až 0,12. Přičemž hodnota 0,12 znamená složitý dílec. Bylo tedy nutné stanovit 11 intervalů pro průměrné dávky. Nejmenší průměrná dávka činila 1 kus, naopak nejvyšší byla 1 666 kusů. Intervaly byly odvozeny v Microsoft Excel pomocí histogramu.

Tabulka 11: Intervaly koeficientu "a" (vlastní zpracování)

Koeficient	Interval (ks)
0,02	1 501-1700
0,03	1 351-1 500
0,04	1 201-1 350
0,05	1 051-1 200
0,06	901-1 050
0,07	751-900
0,08	601-750
0,09	451-600
0,1	301-450
0,11	151-300
0,12	1-150

Průměrná dávka vybraného dílce činí 368 kusů, koeficient je tedy 0,1. Po zjištění všech potřebných hodnot byly data dosazeny do následujícího vzorce:

$$dv_{min} = \frac{50}{0,1 \times 6,49} = 77 \text{ kusů}$$

Minimální dávka pro vybraný dílec činí 77 kusů. Což znamená, že firma by měla vyrábět minimálně po 77 kusech, aby pokryla časovou náročnost přípravy a zakončení výroby. Podmínku u tohoto dílce v současné situaci společnost splňuje. Co se týče zbylých dílců, tohoto ideálního stavu nedosahuje u 3 dílců.

4.7 Optimální výrobní dávka

Při dávkové výrobě je vhodné si stanovit i optimální dávku, která uvádí minimální množství kusů v dávce, aby byly pokryty veškeré náklady s dávkou spojené. Pro výpočet byl vybrán Wilsonův vzorec, který byl popsán v teoretické části.

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * N_{seř} * s}{N_{skl}}}$$

Q_{opt} – optimální velikost výrobní dávky v kusech,

$N_{seř}$ – náklady přípravy a zakončení výrobní dávky,

N_{skl} – náklady na udržování jednotky zásob za jednotku času, které jsou dány jednak přímými variabilními náklady vztahující se k výrobě součásti (materiál, energie, mzdy apod.) a skladovacími náklady,

s – spotřeba v kusech za jednotku času (měsíc, rok atd.).

Pro výpočet je nezbytné znát spotřebu v kusech za určité období. Období je v tomto případě rok (360 dnů). Spotřeba (s) byla zjištěna z výrobních příkazů jako suma skutečného objemu výroby daného dílce.

Dále je nutné si vypočítat náklady na přípravu a zakončení výrobní dávky ($N_{seř}$). Tyto náklady jsou tvořeny sumou 3 složek a to: výrobní, mzdové a režijní náklady na 1 dávku.

Náklad na přípravu a zakončení = výrobní + mzdové + režijní náklady

Náklad na přípravu a zakončení = 1 376,51886 + 317,852664 + 225,039686

Náklad na přípravu a zakončení = 1 919,41121 Kč/ dávka

K výpočtu je nutné znát také skladovací náklady (N_{skl}). Vzorec pro výpočet je následující:

$$\text{Skladovací náklady} = \frac{\text{denní skladovací náklady } m^2}{\text{Transportní dávka}}$$

$$\text{Skladovací náklady} = \frac{3,819985}{5}$$

$$\text{Skladovací náklady} = 0,763997 \text{ ks/Kč}$$

Všechny potřebné informace shrnuje následující tabulka. Firma si nepřeje zveřejňovat přesné výše nákladů. Hodnoty, které jsou použity do diplomové práce, jsou vynásobeny koeficientem.

Tabulka 12: Data pro výpočet optimální dávky (vlastní zpracování)

Polotovar	Objem výroby (ks)	$N_{seř}$ (dávka/Kč)	N_{skl} (ks/Kč)	Transportní dávka (ks)
PV099010100V10	13 987	1 919,41121	0,763997	5

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * 1\,919,41121 * 13\,987}{0,763997 * 360}}$$

$$Q_{opt} \doteq 442 \text{ kusů}$$

Optimální dávka pro tento dílec činí 442 kusů. Což znamená, že pokud chce firma pokrýt při výrobě náklady spojené s dílcem, musí vyrábět dávku minimálně v objemu 442 kusů. Výpočet pro další dílce je součástí přílohy č. II a IV.

Pokud to porovnáme s výrobními příkazy za rok, tak dávka se pohybovala v rozmezí 139–657 kusů. Průměrně tedy 368 kusů v jedné dávce. Firma tedy vyrábí ve většině případů pod nákladovým optimem.

5 VYMEZENÍ PROJEKTU

5.1 Název projektu

Návrh systému tahu pro řízení výroby ve vybrané společnosti.

5.2 Projektový tým

- Bc. Gabriela Orlová;
- vedoucí oddělení plánování a logistiky;
- pracovníci na vybraném pracovišti.

5.3 Cíle projektu

Hlavním cílem je vytvoření výrobní buňky, která povede k výrobě typu One-piece flow (tok jednoho kusu).

K vedlejším cílům patří:

- zkrácení průběžné doby výroby;
- snížení počtu pracovníků na pracovišti;
- snížení skladovacích nákladů;
- nastavení pravidel výroby v buňce.

5.4 RIPRAN analýza rizik

Tabulka 13: RIPRAN analýza rizik (vlastní zpracování)

č.	Hrozba	P-sr. hrozby	Scénář	P-sr. Scénáře	Výsledná p-st.	Výsledná p-st.	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Chybně zpracované analýzy	35 %	Nesprávná interpretace výsledků	40 %	14 %	MP	VD	SHR	Dostatečný teoretický základ, konzultace s vedoucím práce a odborníky ve společnosti
2	Neochota ze strany firmy	15 %	Neschválí investici na změnu	50 %	7,5 %	MP	SD	MHR	Akceptace
3	Ztráta dat	50 %	Data neuložena na více úložištích	60 %	30 %	MP	VD	SHR	Záloha dat
4	Problém při realizaci návrhů	60 %	Špatná znalost informačního systému	70 %	32 %	SP	VD	VHR	Dostatečný teoretický základ o vybraném informačním systému
5	Neznalost dané problematiky	30 %	Nenaplnění cíle DP	20 %	6 %	MP	VD	SHR	Dostatečný teoretický základ, konzultace s vedoucím práce a odborníky ve společnosti
6	Neodevzdání v termínu	30 %	Nedodržení termínu odevzdání DP	40 %	8 %	SP	MD	SHR	Vytvoření a dodržení časového harmonogramu.

VHR	VYHNOUT SE RADĚJI ÚPLNĚ			
SHR	VYTVOŘIT KRIZOVÝ PLÁN			
MHR	AKCEPTACE			

	MD	SD	VD
MP	VMHR	MHR	SHR
SP	MHR	SHR	VHR
VP	SHR	VHR	VVHR

VD	Velký dopad	Ovlivní cíl projektu
SD	Střední dopad	Ovlivní hlavní činnost projektu
MD	Malý dopad	Ovlivní podpůrné činnosti projektu
VP	Velká pravděpodobnost	61–100 %
SP	Střední pravděpodobnost	31–60 %
MP	Malá pravděpodobnost	0–30 %

Obrázek 15: Podklady pro RIPRAN analýzu (vlastní zpracování)

5.5 Logický rámeček

	Popis projektu	Objektivně ověřitelné ukazatele	Prostředky k ověření	Rizika a předpoklady
Obecný cíl	Návrh systému tahu pro řízení výroby	Zkrácená doba výroby	Optimalizovaná data z informačního systému	Vedení společnosti má jiné priority
Účel	1. Nastavení pravidel systém tahu na vybraném pracovišti	Snížení průběžné doby výroby o 50 %	Sledovaná průběžná doba výroby v informačním systému	Nedodržení cíle
Výstupy	1.1. Analýza současného stavu 1.2. Stanovení optimální a minimální dávky 1.3. Sběr podkladů pro návrh výrobní buňky 1.4. Layout výrobní buňky	1.1. Výsledky analýzy současného stavu 1.2. Stanovené minimální a optimální výrobní dávky 1.3. Nastavená pravidla ve výrobní buňce 1.4. Návrh layoutu výrobní buňky	1.1. Prezentace výsledků zadavateli projektu 1.2. Konzultace s vedoucím plánování a logistiky 1.3. Konzultace s vedoucím plánování a logistiky 1.4. Konzultace s vedoucím plánování a logistiky a pracovníky na vybraném pracovišti	Chybně provedená analýza současného stavu Špatné informace od členů projektového týmu Ztráta dat
Klíčové aktivity	1.1.1. Aktuální stav plánování výroby 1.1.2. Postup výroby na vybraném pracovišti 1.1.3. Rozpad kusovníku 1.1.4. Analýza času přípravy, kusového a zakončení 1.1.4. Analýza velikosti výrobních dávek 1.2.1. Výpočet optimální a minimální dávky pro vybrané dílce 1.3.1. Zjištění jednotlivých výrobních kombinací 1.3.2. Segmentace dílců 1.3.3. Určení disponibilního času 1.3.4. Výpočet zákaznického taktu 1.3.5. Výpočet plánovaného cyklového času 1.3.6. Stanovení počtu operátorů 1.3.7. Stanovení průběžné doby výroby 1.4.1. Návrh layoutu výrobní buňky dle zjištěných informací	Potřebné zdroje: Projektový tým Informační systém Helios Orange MS Excel a Word Auto CAD Interní dokumentace	Časový rámeček aktivit: 1.1. 51 KT 2018–7 KT 2019 1.2. 8 KT 2018–9 KT 2019 1.3. 10 KT 2019–14 KT 2019 1.4. 15 KT 2019–16 KT 2019	Nedodržení časového rámce projektu Neposkytnutí správných informací pro analytickou část Neznalost dané problematiky

Obrázek 16: Logický rámeček (vlastní zpracování)

5.6 Harmonogram projektu

Č.	Aktivita	Prosinec						Leden					Únor					březen				duben			
		47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	kalendářní týdny																								
1	1.1.2. Postup výroby na vybraném pracovišti																								
2	1.1.3. Rozpad kusovníku																								
3	1.1.4. Analýza času přípravy, kusového a zakončení																								
4	1.1.4. Analýza velikosti výrobních dávek																								
5	1.2.1. Výpočet optimální a minimální dávky pro vybrané dílce																								
6	1.3.1. Zjištění jednotlivých výrobních kombinací a segmentace dílců																								
7	1.3.3. Určení disponibilního času																								
8	1.3.4. Výpočet zákaznického taktu																								
9	1.3.5. Výpočet plánovaného cyklového času																								
10	1.3.6. Stanovení počtu operátorů																								
11	1.3.7. Stanovení průběžné doby výroby																								
12	1.4.1. Návrh layoutu výrobní buňky dle zjištěných informací																								

Obrázek 17: Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

5.7 Dílce a jejich kombinace

V analytické části práce byly popsány a definovány jednotlivé dílce vyráběné na vakuovém lisu 02, které poté přecházejí na CNC 07. Byly stanoveny výrobní časy i optimální a minimální dávky.

Určité polotovary, jsou tvarovány na formě, která produkuje 2 a více typů produktů naráz – jedná se o určité kombinace více typů dílců. V těchto situacích se jedná o jeden velký dílec a 1-2 menší dílce. Tyto menší dílce nepokračují dál na CNC 07, ale jsou odváženy na jiné pracoviště.

Největší dílec je opracováván na CNC 07. Nicméně CNC 07 zpracovává dílec v delším časovém intervalu než vakuový lis. Z tohoto důvodu vzniká před strojem fronta. Společnost tento problém řeší tak, že celou dávku rozpracované výroby ukládá ve venkovním prostoru, do doby, než je CNC 07 uvolněn pro další typ výroby. V tomto projektu bude řešena varianta zavedení dalšího CNC do výroby a následný přechod na výrobu jednoho kusu v buňkovém uspořádání.

Tabulka zobrazuje čtyři kombinace, které se vyskytují mezi vakuovým lisem a CNC 07. U každé kombinace je uveden materiál a dílce, které jsou vylisovány. Následně je zde uveden procentuální podíl dílce na materiálu a také zda tento dílec pokračuje ke zpracování na CNC 07.

Tabulka 14: Kombinace dílců na vakuovém lisu (vlastní zpracování)

Název kombinace	Materiál	Dílec	Podíl na materiálu (%)	Pokračuje na CNC 07
GV000516-0001	GV000516	PV099011500V10	1,00	Ne
	GV000516	PV099010212V10	2,00	Ne
	GV000516	PV099010100V10	97,00	Ano
GV000760-0001	GV000760	PV099011550V20	1,00	Ne
	GV000760	PV099010212V20	2,00	Ne
	GV000760	PV099015200V20	97,00	Ano
GV000784-0001	GV000784	PV099040100V10	95,00	Ano
	GV000784	PV099040150V10	5,00	Ne
GV000784-0002	GV000784	PV099040160V10	95,00	Ano
	GV000784	PV099040150V10	5,00	Ne

5.8 Segmentace dílců

Z jednotlivých dílců byly vytvořeny skupiny, které budou mít jiný postup výroby. Tento postup výroby se bude odlišovat dle počtu kusů v kombinacích (nutné využití pily) a dle času výroby. Pokud přidáme do výroby další CNC, vyřeší se problém s delší dobou zpracování na CNC 07. Tento druhý CNC (CNC 011) firma již vlastní, nachází se ve vedlejší místnosti. Celkem byly vytvořeny 4 segmenty/skupiny. Tyto skupiny znázorňuje tabulka č. 13.

Tabulka 15: Segmenty na vakuovém lisu (vlastní zpracování)

Skupina	Materiál	Polotovar	TBC	TAC	TEC	Počet dílců v kombinaci
1	GV000516	PV099010100V10	35,00	6,49	15,00	3
	GV000760	PV099015200V20	35,00	6,49	15,00	
2	GV001134	PV099015100V10	35,00	8,00	15,00	1
	GV000898	PV099030400V10	35,00	7,00	15,00	
3	GV001056	PV007102311V10	35,00	6,00	15,00	1
	GV001056	PV007102311V10	35,00	6,00	15,00	
	GV001056	PV007102311V10	35,00	6,00	15,00	
4	GV000784	PV099040100V10	35,00	6,48	15,00	2
	GV000784	PV099040160V10	35,00	6,48	15,00	

5.9 Potřebný počet operátorů

5.9.1 Disponibilní čas

Ve společnosti se pracuje ve 3 směnném provozu. Pracuje se od pondělí do pátku, tedy 5 dní v týdnu. Ve výjimečných situacích se pracuje také o víkendu. Směna má 8 hodin, což je v přepočtu 480 minut. Během směny mají pracovníci přestávku v délce 30 minut. Na začátku a na konci každé směny probíhá údržba stroje, která trvá 15 minut. Čas přípravy je maximálně 40 minut a čas ukončení je 20 minut.

Disponibilní čas na jednu směnu = $480 - 30 - 15 - 15 - 40 - 20 = 360$ minut

Jak již bylo řečeno pracuje se v 3 směnném provozu od pondělí do pátku. Pracovních dnů za rok je 250. To znamená 750 směn.

Roční disponibilní čas tedy činí:

$$\text{Roční disponibilní čas} = 360 * 750 = 270\ 000 \text{ minut}$$

5.9.2 Zákaznický takt

Celková roční pracovní doba byla vyčíslena na 270 000 minut. Požadavek od zákazníka byl vypočítán jako suma z výrobních příkazů jednotlivých výrobků. V následující tabulce jsou znázorněny sumy jednotlivých výrobků a vypočítán takt zákazníka dle vzorce z teoretické části.

Tabulka 16: Zákaznický takt (vlastní zpracování)

Výrobek	Objem výroby
VV099010100	13801
VV099015100	64
VV007102311	5645
VV007107241	32
VV007109007	232
VV099030400	416
VV099015200	114
VV099040100	785
VV099040160	1
Celkem	21 090
Zákaznický takt (min)	12,80

5.9.3 Plánovaný cyklový čas

Z podnikového informačního systému bylo zjištěno, že firma dosahuje ukazatele OEE v hodnotě 86 %.

Tento údaj byl dosažen do vzorce, pro výpočet plánovaného cyklového času:

$$\text{Plánovaný cyklový čas} = 12,80 * 0,86 = 11,08 \text{ minut}$$

5.9.4 Počet operátorů

Následně je nutné vypočítat sumu ručních časů (manuálních činností). Jednotlivé časy jsou uvedeny v analytické části. Zjištěná data byla dosazena do vzorce uvedeného v teoretické části.

Tabulka 17: Počet operátorů (vlastní zpracování)

Výrobek	Suma manuálních činností (min)	Plánovaný cyklový čas (min)	Počet operátorů	Počet Operátorů (zaokrouhleně)
VV099010100	4,4	11,08	0,397112	1
VV099015100	5	11,08	0,451264	1
VV007102311	4,1	11,08	0,370036	1
VV007107241	4,1	11,08	0,370036	1
VV007109007	4,1	11,08	0,370036	1
VV099030400	4,5	11,08	0,406137	1
VV099015200	4,4	11,08	0,397112	1
VV099040100	4,5	11,08	0,406137	1
VV099040160	4,5	11,08	0,406137	1

Pro všechny výrobky vychází, že k obsluze strojů je potřeba jeden operátor. Nicméně s ohledem na velikost CNC strojů budou do layoutu zakomponováni 2 pracovníci. Pracovník A bude obsluhovat vakuový lis a vkládat výlisky do CNC. Pracovník B bude vytahovat z CNC opracovaný dílec a provádět dokončovací práce. V současnosti pracuje na obou strojích 3-6 zaměstnanců.

5.10 Průběžná doba výroby

V následující kapitole je popsán rozdíl mezi výrobou dávkovou a tokem jednoho kusu, a to z hlediska průběžné doby výroby. Byla porovnávána průběžná doba výroby celé dávky i času, kdy je vyroben první kus výrobku. V situaci, kdy polotovary jsou uloženy v meziskladu na 24 hodin. (1440 min). V tomto čase jsou započítány také přesuny.

Pro výpočet bylo nezbytné zjistit časy výroby na obou strojích. Průměrná doba výroby (PDV) pro dávkovou výrobu byla stanovena následujícím způsobem:

$$PDV_{dávková} = (T_{ac_{vakukový\ lis}} * dávka) + 1440 + (T_{ac_{CNC}} * dávka)$$

Následně byl vypočítán čas, za který je vyprodukován první výrobek:

$$PDV_{dávková/ks} = (T_{ac_{vakukový\ lis}} * dávka) + 1440 + T_{ac_{CNC}}$$

Pro tok jednoho kusu je vztah následující:

$$PDV_{tok\ jednoho\ kusu} = T_{ac_{vakukový\ lis}} + T_{ac_{CNC}}$$

Příklad výpočtu PDV pro výrobek VV099010100 při dávce 200 ks:

$$PDV_{dávková} = (6,49 * 200) + 1\,440 + (7,76 * 200)$$

$$PDV_{dávková} = 4\,290 \text{ celá dávka/min}$$

$$PDV_{dávková/ks} = (6,49 * 200) + 1\,440 + 7,76$$

$$PDV_{dávková/ks} = 2\,745,76 \text{ ks/min}$$

$$PDV_{tok \text{ jednoho kusu}} = 6,49 + 7,76$$

$$PDV_{tok \text{ jednoho kusu}} = 14,25 \text{ ks/min}$$

Výpočet pro všechny dílce (dávka 200 kusů) s foukáním CNC (+ 0,10 min), je popsán v níže uvedené tabulce:

Tabulka 18: Výpočet průběžné doby výroby (vlastní zpracování)

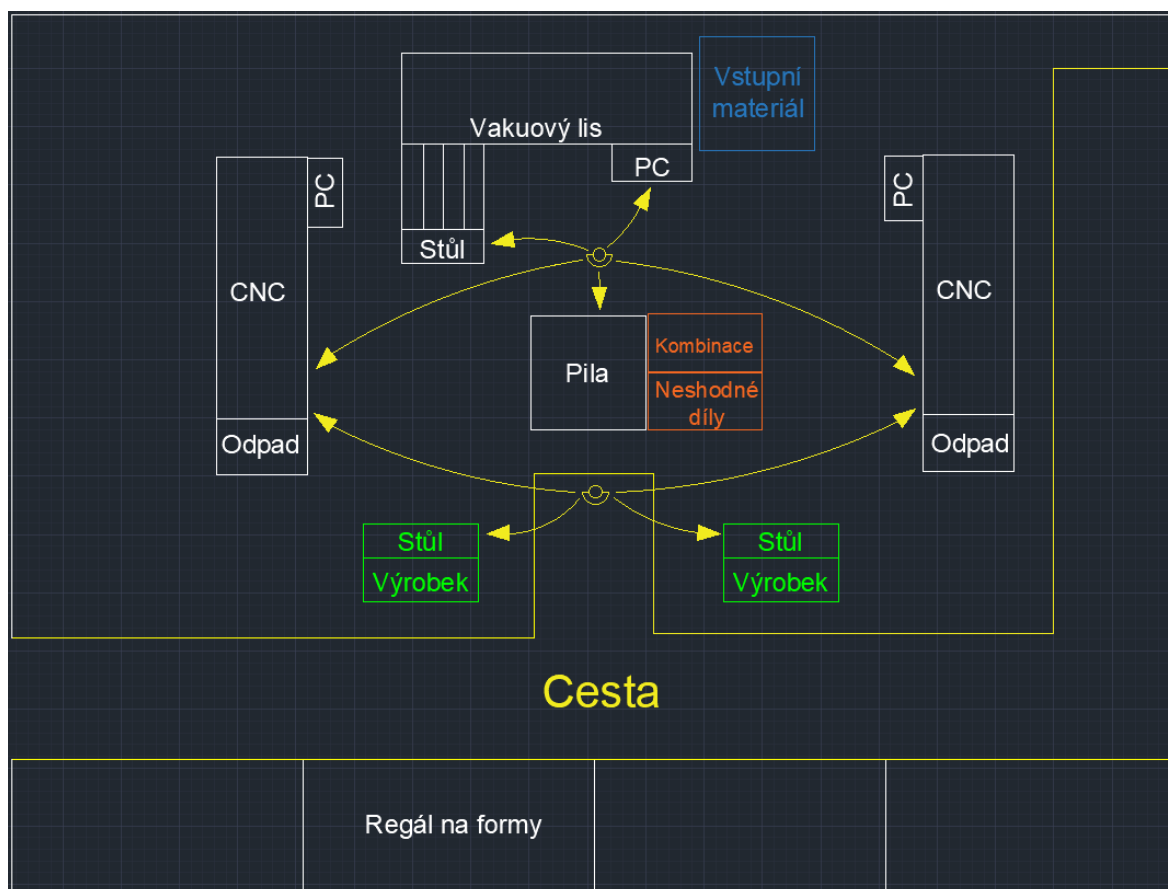
Vakuový lis 02		CNC 07		Dávková		Tok jednoho kusu
Polotovár	Tac ks/min	Výrobek	Tac ks/min	PDV celá dávka (min)	PDV 1. výrobek (min)	PDV 1. výrobek (min)
PV099010100V10	6,49	VV099010100	7,76	4290	2745,76	14,25
PV099015200V20	6,49	VV099015200	6,6	4058	2744,6	13,09
PV099015100V10	8	VV099015100	14,9	6020	3054,9	22,9
PV099030400V10	7	VV099030400	8,5	4540	2848,5	15,5
PV007102311V10	6	VV007102311	7,3	4100	2647,3	13,3
PV007102311V10	6	VV007107241	7	4040	2647	13
PV007102311V10	6	VV007109007	7,3	4100	2647,3	13,3
PV099040100V10	6,48	VV099040100	9	4536	2745	15,48
PV099040160V10	6,48	VV099040160	6,6	4056	2742,6	13,08

Z tabulky vyplývá, že například první kus výrobku s označením VV099010100 je dávkovou metodou vyroben za 2 745,76 minut. Zatímco s využitím metody toku jednoho kusu, je první výrobek vytvořen již za 14,25 minut.

5.11 Buňkové uspořádání pracoviště

Dle výše uvedených podmínek byl sestaven layout pracoviště. Součástí layoutu jsou 3 stroje: jeden vakuový lis a dva CNC stroje. Na pracovišti působí 2 pracovníci (A a B). První pracovník obsluhuje vakuový lis, rozřezává výlisek na pile a vkládá ho do jednoho z CNC strojů (dle toho, který je právě volný). Druhý pracovník odebírá ořezaný dílec z CNC

(které dokončilo ořezávání), provádí dokončovací práce a následně ho uloží do bedny pro hotový materiál.



Obrázek 18: Layout buňky (vlastní zpracování)

5.12 Vývojový diagram průběhu toku v buňce

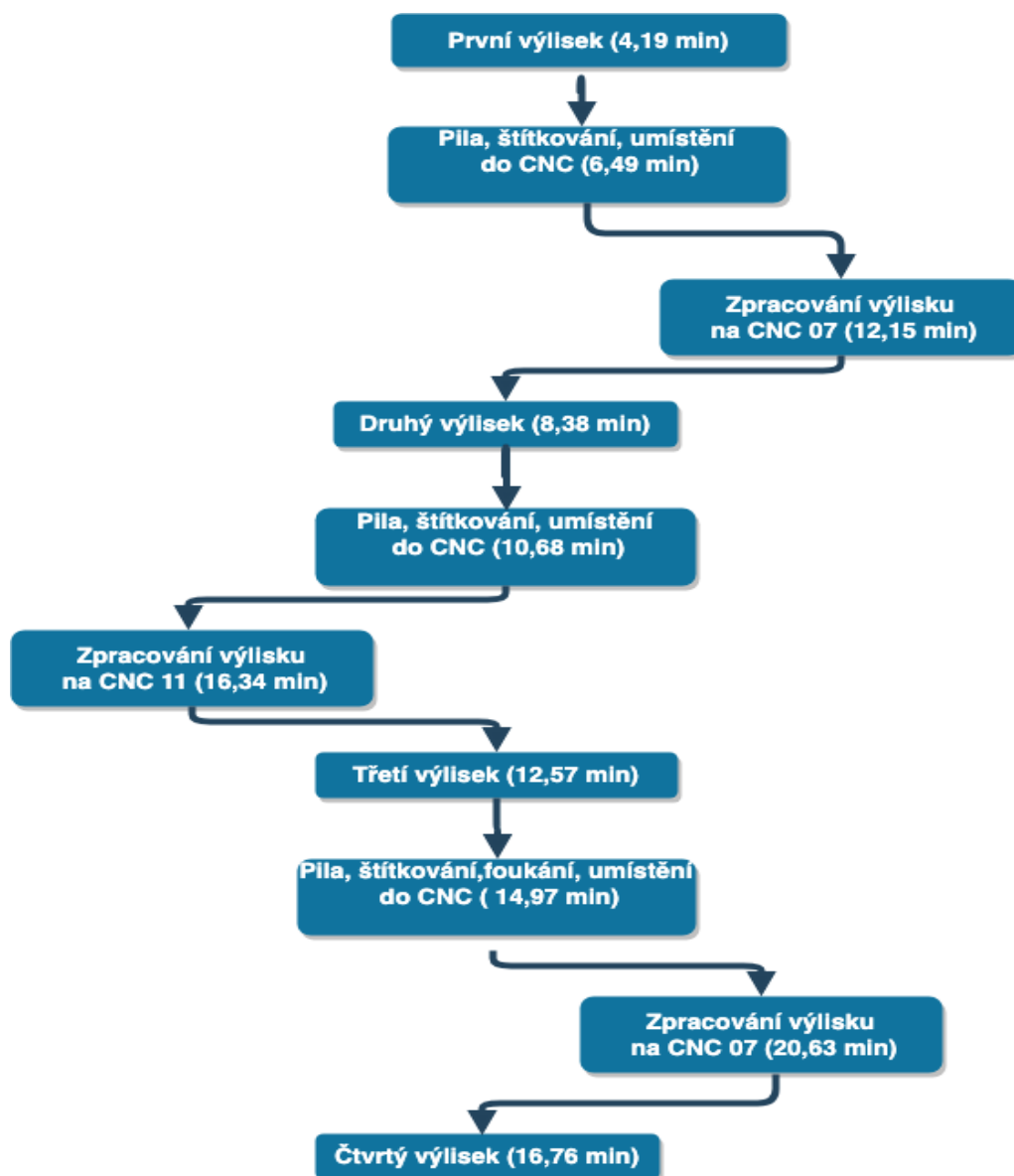
Pro lepší vizualizaci a výpočet délky doby, kdy pracovník čeká na další výrobek byl sestaven vývojový diagram. Tento diagram slouží i jako základní simulace celého průběhu výroby v buňce.

Diagram je složen z jednotlivých činností, které je potřeba vykonat. Každý krok obsahuje také čas zakončení této činnosti v minutách. Strojní a ruční časy jsou uvedeny v podkapitole 5.5.

Činnost pracovníka A lze popsat následovně:

1. Odebere výlisek ze stroje;
2. Pokud se jedná o kombinaci, tak rozřeže výlisek na pile;
3. Na rozřezané polotovary nalepí čárové kódy;

4. Dílce z kombinace, které se nezpracovávají na CNC 07/011 odloží do vymezeného prostoru;
5. Pokud je polotovar zmetek, odloží jej do oblasti pro neshodné díly;
6. V situaci, kdy se nejedná o zmetek, jej pracovník umístí do volného CNC;
7. Vrací se k lisu a čeká na další výrobek;
8. Tyto kroky opakuje stále dokola do doby, než lis vyprodukuje 3. výlisek. Než tento výlisek umístí do CNC, provede vyfoukání formy, které trvá 0,1 min.



Obrázek 19: Vývojový diagram pracovníka A výrobku VV099010100 (vlastní zpracování)

Vývojový diagram pro pracovníka A je vypracován do doby, kdy je vyroben na lisu čtvrtý výrobek. Díky této jednoduché simulaci, lze zjistit, jak dlouho čeká pracovník na další výlisek.

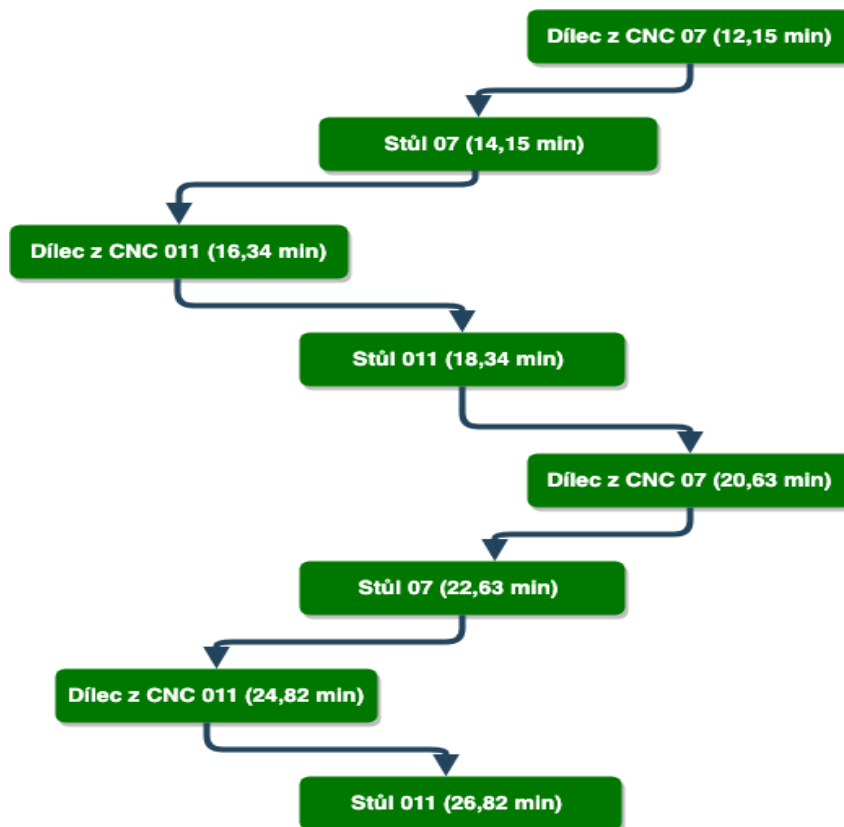
Doba čekání je v prvním a druhém kole o 0,10 minuty delší. Důvodem je absence nutnosti vyfoukat CNC před vložením výlisku. Od třetího kola musí pracovník před vložením výlisku nejprve formu vyfoukat, tato doba je dle norem stanovena na 0,10 minuty. Pro zbylé dílce jsou vývojové diagramy umístěny v příloze diplomové práce.

Tabulka znázorňuje časy čekání pracovníka A na další výlisek. Jak již bylo zmíněno, rozdíl mezi 2. a 3. výliskem je zapříčiněn nutností vyfoukat formu.

Tabulka 19: Délka čekání na další výlisek (vlastní zpracování)

Výlisek	Délka čekání na další výlisek (min)
1.	1,89
2.	1,89
3.	1,79
4.	1,79

Analogicky lze znázornit vývojový diagram pro pracovníka B. Jeho činnost v buňce spočívá v odebrání ořezaného dílce z CNC 07/011, odložení odpadu a následného provedení dokončovacích prací na stole. Konečnou činností pracovníka B je odložení hotového výrobku do bedny.



Obrázek 20: Vývojový diagram pracovníka B výrobku VV099010100 (vlastní zpracování)

Obdobně jako u pracovníka A byla i v této situaci vypočítána délka čekání na další dílec. Délka čekání na třetí dílec je o 0,10 min delší (pracovník A začal foukat stroj po dobu 0,10 min). Nicméně ve čtvrtém kole je délka čekání opět stabilizována na dobu 2,19 minut, protože CNC vyrábí pořád za konstantní čas.

Tabulka 20: Délka čekání na další dílec (vlastní zpracování)

Dílec	Délka čekání na další dílec (min)
1.	2,19
2.	2,29
3.	2,19
4.	2,19

Z vývojových diagramů lze vypočítat průběžnou dobu výroby metodou toku jednoho kusu. Následující tabulka znázorňuje výpočet pro 200 kusů výrobků. Do výpočtu byla zahrnuta situace, kdy pracovník A fouká CNC až při vložení 3. dílce.

Výpočet byl následující:

1. výrobek hotov v čase: 14,15 min
2. výrobek hotov v čase: 18,34 min; čili za 4,19 min po 1. kusu
3. výrobek hotov v čase: 22,63 min; za 4,29 po 2. kusu
4. výrobek hotov v čase: 26,82 min; za 4,19 po 3. kusu

$$PDV_{VV099010100} = 14,15 + 4,19 + 4,29 + (4,19 * 197)$$

Tabulka 21: Výpočet PDV v buňce (vlastní zpracování)

Výrobek	Tok jednoho kusu	
	PDV 1. výrobek (min)	PDV pro 200 ks (min)
VV099010100	14,15	848,06
VV099015200	12,99	846,9
VV099015100	22,8	1117,4
VV099030400	15,4	930,8
VV007102311	13,2	809,3
VV007107241	12,9	809
VV007109007	13,2	809,3
VV099040100	15,38	827,4
VV099040160	12,98	825

6 ANALÝZA NÁKLADŮ A PŘÍNOSŮ ŘEŠENÍ

Tato kapitola popisuje náklady i přínosy navržené buňkové výroby. Mezi náklady je nutné zařadit přemístění CNC a uzpůsobení pracoviště novým podmínkám. Mezi přínosy projektu patří úspora času, snížení průběžné doby výroby a také snížení nutného počtu pracovníků na pracovišti.

6.1 Náklady

6.1.1 Přemístění a instalace CNC 011

CNC má delší kusový čas, než vakuový lis. Z tohoto důvodu by se při využití pouze jednoho CNC v buňce tvořila fronta před strojem. Proto bylo nezbytné do výrobní buňky zakomponovat další stroj. Tento stroj firma již vlastní. Aktuálně je umístěn ve vedlejší místnosti. Jedná se o víceméně nový stroj, který firma zatím využívala v situaci, kdy bylo nutné rychle splnit požadavek zákazníka.

Nejprve je nutné přizpůsobit pracoviště novému rozložení a také přemístit vakuový lis a oba CNC na požadované pozice. A zároveň těmto strojům přizpůsobit přívod energie a další nezbytné komponenty. Dále je nutné provést zapojení a optimalizaci strojů. Všechny tyto úkony zabezpečí externí firma, s kterou má společnost dlouholeté zkušenosti. Náklady byly odhadnuty na 72 000 Kč.

6.2 Přínosy

6.2.1 Úspora času

Hlavním přínosem celého projektu je snížení průběžné doby výroby. Této úspory času bylo docíleno díky převodu z dávkové výroby na tok jednoho kusu. Díky čemuž není nutné skladovat rozpracovanou výrobu ve venkovním areálu, ale polotovary jdou přímo na CNC.

Z informačního systému společnosti, byly zjištěny výrobní náklady na minutu. Výše těchto nákladů činí 3,58 Kč/min. Jedná se o údaj, který je vynásoben koeficientem dle požadavků firmy.

Tabulka 22: Úspora času (vlastní zpracování)

Výrobek	Dávková výroba (min)	Tok jednoho kusu (min)	Časová úspora (min)	Časová úspora (dny)	Časová úspora (Kč)
VV099010100	4290	848,06	3441,94	2,39	12 322,1452
VV099015200	4058	846,9	3211,1	2,23	11 495,738
VV099015100	6020	1117,4	4902,6	3,40	17 551,308
VV099030400	4540	930,8	3609,2	2,51	12 920,936
VV007102311	4100	809,3	3290,7	2,29	11 780,706
VV007107241	4040	809	3231	2,24	11 566,98
VV007109007	4100	809,3	3290,7	2,29	11 780,706
VV099040100	4536	827,4	3708,6	2,58	13 276,788
VV099040160	4056	825	3231	2,24	11 566,98

Výše časové úspory je velká z důvodu absence nutnosti skladovat rozpracovanou výrobu po dobu minimálně 24 hodin. Navíc výrobní časy na strojích se pohybují v rozmezí 6-14 minut.

6.2.2 Skladovací náklady

Díky zavedení toku jednoho kusu nebude již potřeba skladovat rozpracovanou výrobu ve venkovních prostorách po dobu minimálně 24 hodin. Následující tabulka znázorňuje úsporu skladovacích nákladů pro 200 kusů daných výrobků. Celková výše uspořených skladovacích nákladů činí 316 713,9 Kč. Opět se jedná o hodnoty vynásobené koeficientem.

Tabulka 23: Skladovací náklady (vlastní zpracování)

Výrobek	Denní skladovací náklady na 1 ks/Kč	Výše denní skladovacích nákladů pro 200 ks (Kč)	Skladovací náklady za rok
VV099010100	0,616655	123,330957	44 399,14 Kč
VV099015200	1,079146	215,829175	77 698,50 Kč
VV099015100	0,215829	43,165835	15 539,70 Kč
VV099030400	0,215829	43,165835	15 539,70 Kč
VV007102311	0,215829	43,165835	15 539,70 Kč
VV007107241	0,479620	95,924078	34 532,67 Kč
VV007109007	0,616655	123,330957	44 399,14 Kč
VV099040100	0,479620	95,924078	34 532,67 Kč
VV099040160	0,479620	95,924078	34 532,67 Kč
		CELKEM (Kč)	316 713,90 Kč

6.2.3 Potřeba pracovníků

Potřeba pracovníků v buňce byla stanovena na 2 zaměstnance. V současné situaci pracují u vakuového lisu 1-2 zaměstnanci. U CNC jsou to 2-3 pracovníci. Vzhledem k současné situaci na trhu práce je tato úspora pracovníků ve firmě vítána. Aktuálně je firma nucena neustále hledat nové pracovníky na pokrytí 3 směnného provozu. Zbylí pracovníci by doplnili potřebný stav na pracovištích stejného typu.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byl návrh systému tahu pro řízení výroby ve vybrané společnosti. K naplnění cíle byla práce rozdělena na teoretickou a praktickou část.

První část se zabývala zpracováním literárním poznatků z oblasti plánování výroby a systému tahu. Hlavní náplní teoretické části bylo bližší popsání plánování, a to jeho významu, dělení, způsobů tvorby plánů nebo postup při výpočtu optimální a minimální dávky. Dále byl popsán rozdíl mezi tlačným a tažným systémem, KANBAN, MRP I a II a další systémy plánování a řízení výroby.

Na úvod praktické části byla popsána vybraná společnost a to: základní údaje, organizační struktura, výrobní portfolio a firemní kultura. Společnost se specializuje na výrobu velkoplošných plastových dílů a sestav ve středních sériích. Ke zpracování plastů využívá technologie RIM (reaktivní vstřikování) a VF (vakuové tvarování). Na začátku analýzy současného stavu byl popsán celkový postup aktuálního plánování výroby firmy. Společnost využívá k plánování požadavků materiálu MRP systém, který v rámci nastaveného algoritmu minimálně každý večer zpracovává všechny vstupy a výsledkem je návrh na výrobu a převod mezi sklady. Výsledkem celého plánování jsou výrobní příkazy, které obdrží pracovníci na začátku směny. Výrobní příkaz obsahuje čárový kód, pomocí něhož jsou načteny data do stroje.

Dalším krokem bylo analyzovat pracoviště vakuového tvarování, které v současné době vyrábí dávkovou metodou. Přáním společnosti bylo navrhnout výrobní buňku a tím docílit toku jednoho kusu, který je součástí systému tahu. Na pracovišti jsou umístěny 2 stroje (vakuový lis a CNC). Následně byl zpracován postup výroby, kusovník vyráběných dílců, průměrné výrobní dávky a jednotlivé časy (kusový, přípravy a zakončení). V návaznosti na používanou dávkovou výrobu byly vypočítány optimální a minimální dávky dílců.

Z analytické části vyplývají tyto nedostatky: polotovary vyrobené na vakuovém lisu je potřeba uložit ve venkovním skladu po dobu nejméně 24 hodin. Tento fakt je zapříčiněn delší dobou zpracování na CNC. Čili vzniká fronta před tímto strojem.

K vyřešení tohoto problému byla navržena výrobní buňka, která je blíže popsána v projektové části, v jejímž úvodu byl definován název projektu, projektový tým a jednotlivé cíle projektu:

hlavní cíl – vytvoření výrobní buňky;

dílčí cíle – zkrácení průběžné doby výroby, snížení počtu pracovníků na pracovišti, snížení skladovacích nákladů, nastavení pravidel výroby v buňce.

Buňka bude složena ze dvou CNC a jednoho vakuového lisu. Druhé CNC bylo přidáno z důvodu nedostatečné rychlosti výroby původního CNC a také eliminaci skladovacích nákladů.

K sestavení výrobní buňky bylo nezbytné provést segmentaci dílců, které proudí mezi vakuovým lisem a CNC. Těchto dílců je celkem 9. Dále bylo nutné stanovit potřebný počet pracovníků pro buňku. K tomu bylo nezbytné vypočítat zákaznický takt, plánovaný cyklový a disponibilní čas. Výsledkem byla zjištěna potřeba 2 pracovníků pro buňku. Přebývajícím počet pracovníků ze současného stavu bude využit pro doplnění jiných pracovišť.

Dále byl vytvořen layout buňky pomocí software AutoCAD. Pro aplikaci tohoto layoutu je nutné přemístit stávající stroje, přidat druhé CNC, které je aktuálně umístěno ve vedlejší místnosti a přizpůsobit plochu pracoviště dané buňce. Tyto náklady byly odhadnuty v hodnotě 72 000 Kč.

Díky zavedení toku jednoho kusu dojde ke snížení průběžné doby výroby o více než 50 %. K této hodnotě byly využity vývojové diagramy, které sloužily jako jednoduchá simulace navrhnutého systému. Dalším přínosem projektu je snížení skladovacích nákladů. Úspora nákladů pro 200 kusů výrobků vyráběných v buňce je až 316 713,90 Kč ročně.

Aplikací výrobní buňky bylo docíleno zavedení systému tahu, kdy CNC stroje posílají informaci vakuovému lisu, že mají volnou kapacitu pro další výrobu. Dále byly stanoveny pravidla v podobě layoutu, postupu výroby a počtu pracovníků.

Po zavedení navrhnuté výrobní buňky je možné se dále věnovat snížení času přípravy a zakončení na tomto pracovišti, využití vzniklého volného prostoru například pro regály na formy či obaly a aplikaci buňkové výroby i na další pracoviště.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Literární zdroje:

- BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK, 2008. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 2., výrazně přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2279-5.
- BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA, 2003. *Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*, Praha: Grada. ISBN 80-247-0613-X.
- COX, James F. a John G. SCHLEIER, c2010. *Theory of constraints handbook*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-166554-4.
- DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ, 2005. *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita. ISBN: 80-7043-416-3.
- DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, xxvi, 223. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- FOTR, Jiří, et al., 2012. *Tvorba strategie a strategické plánování: teorie a praxe*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN: 978-80-247-3985-4.
- GOLDRATT, Eliyahu M, c1990. *What is this thing called theory of constraints and how should it be implemented?* Great Barrington, MA: North River Press. ISBN 0-88427-085-8.
- GREENE, Jack, c2013. *Industrial engineering: theory, practice and application : business and production management, productivity and capacity*. North Charleston: CreateSpace. ISBN: 978-14-823-0179-3
- GROS, Ivan, 1996. *Logistika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1996. ISBN 8070802626.
- HORVÁTH, Gejza, 2000. *Logistika výrobních procesů a systémů*. Plzeň: Západočeská univerzita. ISBN 8070826258.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG. ISBN 978-80-89401-26-0.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN: 978-80-8154-058-5.
- JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ. *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2012. ISBN 978-80-7357-958-6.

- JUROVÁ, Marie a kolektiv, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks. ISBN: 978-80-265-0059-9.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN: 978-80-7400-119-2.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN: 80-903533-1-2
- RUSHTON, Alan, Phil CROUCHER a Peter BAKER, 2017. *The handbook of logistics and distribution management*. Sixth edition. London, United Kingdom: Kogan Page. ISBN 9780749476779.
- STEHLÍK, Antonín a Josef KAPOUN, 2008. *Logistika pro manažery*. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-37-8.
- SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ, 2010. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3.
- Systém tahu ve výrobním prostředí*, 2008. Brno: SC&C Partner. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-0-3.
- ŠTŮSEK, Jaromír, 2007. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-534-6.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000. Expert (Grada). ISBN 8071699551.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN: 978-80-247-1479-0.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN: 978-80-247-4486-5.
- TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 8073183811.
- VEBER, Jaromír, 2007. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2., aktualiz. vyd., Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1782-1.
- VOLKO, Vladimír, 2008. *Plánování a řízení výroby*. Ostrava: DTO.CZ.

ŽŮRKOVÁ, Hana, 2007. *Plánování a kontrola: klíč k úspěchu*. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN: 978-80-247-1844-6.

Elektronické zdroje:

API – AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ, S.R.O., © 2005-2018. Takt Time. In: *E-api.cz* [online]. [cit.2018-02-15]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z>

ASSECO SOLUTIONS, © 2019. Jaké výhody může podniku přinést pokročilé plánování výroby (APS)? In: *Blog.helios.eu* [online]. [cit.2018-02-15]. Dostupné z: <http://blog.helios.eu/cz/clanky/jake-vyhody-muze-podniku-prinest-pokrocile-planovani-vyroby/>

CIE S.R.O., © 2019a. Tok jednoho kusu (one piece flow). In: *Cie-group.cz* [online]. [cit.2018-12-20]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/tok-jednoho-kusu/>

CIE S.R.O., © 2019b. Just in Time & Just in Sequence. In: *Cie-group.cz* [online]. [cit.2018-01-04]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/jit/>

CIE S.R.O., © 2019c. MRP1, MRP2, MRP3 (Manufacturing Resource Planning). In: *Cie-group.cz* [online]. [cit.2018-01-07]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/mrp/>

CIE S.R.O., © 2019d. Production Planning System a Advanced Planning and Scheduling. In: *Cie-group.cz* [online]. [cit.2018-01-14]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/pps/>

FEBMAT, © 2016-2019. Strategické plánování a jeho proces. In: *Febmat.com* [online]. 10.11.2016 [cit.2018-10-23]. Dostupné z: <https://www.febmat.com/clanek-strategicke-planovani-a-jeho-proces/>

GOLDRATT.CZ, © 2015. O Teorii omezení. In: *Goldratt.cz* [online]. [cit.2019-01-12]. Dostupné z: <http://www.goldratt.cz/teorie-omezeni/o-teorii-omezeni>

HÉGR, Michal, 2010. APS systém nenahradí funkcionalitu ERP systému. In: *Systemonline.cz* [online]. [cit.2018-12-15]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/aps-system-nenahradi-funkcionalitu-erp-systemu.htm>

HOPP, Wallace J., a Mark L. SPEARMAN, 2004. *To Pull or Not to Pull: What Is the Question?* [online]. 6(2), 133-148, Maryland: Informs. [cit. 2018-12-16]. Dostupné z: <https://pubsonline.informs.org/doi/pdf/10.1287/msom.1030.0028%20>

JANČÍKOVÁ, Kateřina, © 2018. Vize a mise v podniku: k čemu slouží? In: *Psychologieprokazdeho.cz* [online]. 21. 9. 2016 [cit.2018-11-03]. Dostupné z: <https://psychologieprokazdeho.cz/vize-a-mise-v-podniku/>

- MANAGEMENTCONSULTING, © 2018. Podnikatelská strategie. In: *Managementconsulting.cz* [online]. [cit.2018-11-03]. Dostupné z: <http://www.management-consulting.cz/cz/podnikatelska-strategie>
- MANAGEMENTMANIA.COM, © 2011–2016b. Plánování (Planning). In: *Managementmania.com* [online]. 27.05.2016 [cit.2018-10-14]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/planovani>
- MANAGEMENTMANIA.COM, © 2011–2016c. Mise, poslání (Mission). In: *Managementmania.com* [online]. 3.1.2017 [cit.2018-11-4]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/poslani>
- MANAGEMENTMANIA.COM, © 2011–2016d. Cíl (Objective) In: *Managementmania.com* [online]. 27.1.2017 [cit.2018-11-4]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/cile>
- MANAGEMENTMANIA.CZ, © 2011–2016a. DBR (Drum Buffer Rope). In: *Managementmania.com* [online]. 9.11.2015 [cit.2018-04-17]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/drum-buffer-rope>
- MANUFACTUS GMBH, © 2018. Kanbanový systém a kontrola tahem. In: *Kanban-system.com* [online]. [cit.2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.kanban-system.com/cs/kanbanovy-system-a-kontrola-tahem/>
- ONDRA, Pavel, © 2019a. PUSH vs. PULL: Proč je výrobní systém PULL tak skvělý? In: *Prumysloveinzenyrstvi.cz* [online]. 16.6.2018 [cit.2018-12-21]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/push-vs-pull-proc-je-vyrobni-system-pull-tak-skvely/>
- ONDRA, Pavel, © 2019b. Přístupy k vytvoření tažného systému (1) In: *Prumysloveinzenyrstvi.cz* [online]. 19.9.2018 [cit.2018-12-20]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/pristupy-k-vytvoreni-tazneho-systemu-1/>
- ONDRA, Pavel, © 2019c. Přístupy k vytvoření tažného systému (2) In: *Prumysloveinzenyrstvi.cz* [online]. 26.9.2018 [cit.2018-12-20]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/pristupy-k-vytvoreni-tazneho-systemu-2/>
- PRUKNER, Vítězslav, 2014. *Manažerské dovednosti: Stanovení cílů (SMART) a efektivní plánování pomocí cílů* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2018-10-29]. ISBN: 978-80-244-4329-4. Dostupné z: <https://publi.cz/books/114/02.html>
- ROSER, Christoph, © 2019a. Benefits and Flaws of CONWIP in Comparison to Kanban In: *Allaboutlean.com* [online]. 22.2.2015 [cit.2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/conwip-comparison/>

- ROSER, Christoph, © 2019b. Different Ways to Establish a Pull System – Part 2. In: *Allaboutlean.com* [online]. 8.8.2017 [cit.2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/different-ways-to-pull-system-2/>
- ROSER, Christoph, ©2019. A Critical Look at Goldratt's Drum-Buffer-Rope Method. In: *allaboutlean.com* [online]. 23.11.2014 [cit.2019-01-12]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/drum-buffer-rope/>
- SCM BLOG, © 2011–2014. Lead Time. In: *En.supply-chain-consultant.eu* [online]. [cit.2018-12-13]. Dostupné z: <http://en.supply-chain-consultant.eu/10/lead-time-supply-chain/>
- SYSTÉM PLANTUNE, © 2019. APS. In: *Plantune.cz* [online]. [cit.2019-01-12]. Dostupné z: <http://www.plantune.cz/slovník/aps/>
- TITUS, Reena a Laurel DALE, © 1996-2010. *Oracle Bills of Material User's Guide: Manufacturing Lead Times*. In: *Docs.oracle.com* [online]. [cit.2018-12-13]. Dostupné z: https://docs.oracle.com/cd/E18727_01/doc.121/e13688/T272930T272934.htm
- ZGABAJ, Michal, © 2012. Obecné zásady při projektování výrobních buněk. In: *Svetproduktivity.cz* [online]. 01.11.2013 [cit.2018-02-13]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/Obecne-zasady-pri-projektovani-vyrobnich-bunek.htm>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SMART	Specifický, měřitelný, dosažitelný, reálný, časově sledovatelný.
MRP I	Material Requirement Planning.
MRP II	Manufacturing Resource Planning.
CEDAC	Cause and effect diagram with the addition of cards.
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.
CONWIP	Constant Work in Progress.
TPS	Toyota Production System.
JIT	Just in Time.
JIS	Just in Sequence.
OPT	Optimized Production Technology.
TOC	Theory of Constraints.
ROI	Return on Investments.
DBR	Drum Buffer Rope.
APS	Advances Planning and Scheduling.
ATP	Available to Promise.
AATP	Allocated Available to Promise.
CTP	Capable to Promise.
PTP	Profitable to Promise.
PDV	Průběžná doba výroby.
OEE	Overall Equipment Effectiveness.
Tac	Čas kusový.
Tbc	Čas přípravy.
Tec	Čas zakončení.
VP	Výrobní příkaz.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Jednotlivé fáze plánovacího cyklu (Žůrková, 2007, s. 12)	13
Obrázek 2: Faktory působící na velikost dávky (Tomek a Vávrová, 2007, s. 132)	16
Obrázek 3: Postup zavedení KANBANu (System tahu ve výrobním prostředí, 2008, str. 38).....	24
Obrázek 4: Struktura MRP I (vlastní zpracování dle Keřkovský, 2009, s. 66)	29
Obrázek 5: Struktura MRP II (vlastní zpracování dle Keřkovský, 67, moderní přístupy řízení výroby	31
Obrázek 6: Organizační struktura managementu firmy (interní materiály firmy).....	37
Obrázek 7: Proces plánování výroby krok 1-6 (interní materiály firmy)	39
Obrázek 8: Proces plánování výroby krok 7-10 (interní materiály firmy)	40
Obrázek 9: Proces plánování výroby krok 11-14 (interní materiály firmy)	41
Obrázek 10: Proces plánování výroby krok 15-19 (interní materiály firmy)	42
Obrázek 11: Proces plánování výroby krok 20-24 (interní materiály firmy)	43
Obrázek 12: Proces plánování výroby krok 25–26 (interní materiály firmy).....	44
Obrázek 13: Layout pracoviště (vlastní zpracování)	45
Obrázek 14: Kolísání výrobní dávky vybraného dílce (vlastní zpracování)	49
Obrázek 15: Podklady pro RIPRAN analýzu (vlastní zpracování)	58
Obrázek 16: Logický rámec (vlastní zpracování).....	59
Obrázek 17: Harmonogram projektu (vlastní zpracování)	60
Obrázek 18: Layout buňky (vlastní zpracování).....	66
Obrázek 19: Vývojový diagram pracovníka A výrobku VV099010100 (vlastní zpracování)	67
Obrázek 20: Vývojový diagram pracovníka B výrobku VV099010100 (vlastní zpracování)	69

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Příklad stanovení koeficientu „a“ dle typu výroby a nákladů (Jurová, 2013, s. 175).....	17
Tabulka 2: Rozdíly mezi pull a push systémem (Green, c2013, s. 395–396)	21
Tabulka 3: Dílce vyráběné na vybraném pracovišti (vlastní zpracování dle interních materiálů firmy).....	47
Tabulka 4: Průměrné výrobní dávky na vakuovém lisu 02 (vlastní zpracování dle interních materiálů)	48
Tabulka 5: Průměrné výrobní dávky na CNC 07 (vlastní zpracování dle interních materiálů).....	49
Tabulka 6: Čas kusový, přípravy a zakončení na vakuovém lisu 02 (vlastní zpracování dle interních zdrojů).....	50
Tabulka 7: Časy strojní a ruční na vakuovém lisu (vlastní zpracování dle interních materiálů firmy).....	51
Tabulka 8: Čas přípravy a zakončení na CNC 07 (vlastní zpracování dle interních zdrojů)	51
Tabulka 9: Čas strojní a ruční na CNC 07 (vlastní zpracování, interní materiály firmy).....	52
Tabulka 10: Potřebná data pro výpočet minimální dávky pro polotovar PV099010100V10 (vlastní zpracování)	53
Tabulka 11: Intervaly koeficientu "a" (vlastní zpracování)	53
Tabulka 12: Data pro výpočet optimální dávky (vlastní zpracování).....	55
Tabulka 13: RIPRAN analýza rizik (vlastní zpracování)	57
Tabulka 14: Kombinace dílců na vakuovém lisu (vlastní zpracování).....	61
Tabulka 15: Segmenty na vakuovém lisu (vlastní zpracování)	62
Tabulka 16: Zákaznický takt (vlastní zpracování).....	63
Tabulka 17: Počet operátorů (vlastní zpracování)	64
Tabulka 18: Výpočet průběžné doby výroby (vlastní zpracování).....	65

Tabulka 19: Délka čekání na další výlisek (vlastní zpracování)	68
Tabulka 20: Délka čekání na další dílec (vlastní zpracování)	69
Tabulka 21: Výpočet PDV v buňce (vlastní zpracování)	70
Tabulka 22: Úspora času (vlastní zpracování).....	72
Tabulka 23: Skladovací náklady (vlastní zpracování).....	72

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: VÝPOČET MINIMÁLNÍ DÁVKY NA VAKUOVÉM LISU 02

PŘÍLOHA P II: VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DÁVKY NA VAKUOVÉM LISU 02

PŘÍLOHA P III: VÝPOČET MINIMÁLNÍ DÁVKY NA CNC 07

PŘÍLOHA P IV: VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DÁVKY NA CNC 07

PŘÍLOHA P V: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK
VV099010100

PŘÍLOHA P VI: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK
VV099010100

PŘÍLOHA P VII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK
VV099015100

PŘÍLOHA P VIII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK
VV099015100

PŘÍLOHA P IX: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK
VV099030400

PŘÍLOHA P X: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK
VV099030400

PŘÍLOHA P XI: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK
VV007102311 A VÝROBEK VV007109007

PŘÍLOHA P XII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK
VV007102311 A VÝROBEK VV007109007

PŘÍLOHA P XIII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK
VV007107241

PŘÍLOHA P XIV: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK
VV007107241

PŘÍLOHA P XV: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK
VV099040100

PŘÍLOHA P XVI: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK
VV099040100

PŘÍLOHA P XVII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK
VV099040160

PŘÍLOHA P XVIII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK
VV099040160

PŘÍLOHA P I: VÝPOČET MINIMÁLNÍ DÁVKY NA VAKUOVÉM LISU 02

Název dílce	koeficient	Tac (min)	Tbc (min)	Tec (min)	Tbc+Tec (min)	Minimální dávka (ks) - časové optimum
PV099010100V10	0,1	6,49	35,00	15,00	50,00	77
PV099015100V10	0,12	8,00	35,00	15,00	50,00	52
PV007102311V10	0,12	6,00	35,00	15,00	50,00	69
PV007102311V10	0,12	6,00	35,00	15,00	50,00	69
PV007102311V10	0,12	6,00	35,00	15,00	50,00	69
PV099030400V10	0,12	7,00	35,00	15,00	50,00	60
PV099015200V20	0,12	6,49	35,00	15,00	50,00	64
PV099040100V10	0,12	6,48	35,00	15,00	50,00	64
PV099040160V10	0,12	6,48	35,00	15,00	50,00	64

PŘÍLOHA P II: VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DÁVKY NA VAKUOVÉM LISU 02

	Skutečný objem výroby ks	Transportní dávka (ks)	Náklady na přípravu a zakončení (Kč/dávka)	Skladovací náklady na 1 ks/Kč	optimální dávka(ks) - nákladové optimum
PV099010100V10	13987	5	1919,41121	0,763997081	442
PV099015100V10	67	10	1978,800103	0,38199854	44
PV007102311V10	5839	11	1978,708661	0,3472714	430
PV007102311V10	5839	11	1978,708661	0,3472714	430
PV007102311V10	5839	11	1978,708661	0,3472714	430
PV099030400V10	443	5	1788,501342	0,763997081	76
PV099015200V20	120	5	1919,439188	0,763997081	41
PV099040100V10	829	20	1879,863085	0,19099927	213
PV099040160V10	20	20	1879,863085	0,19099927	33

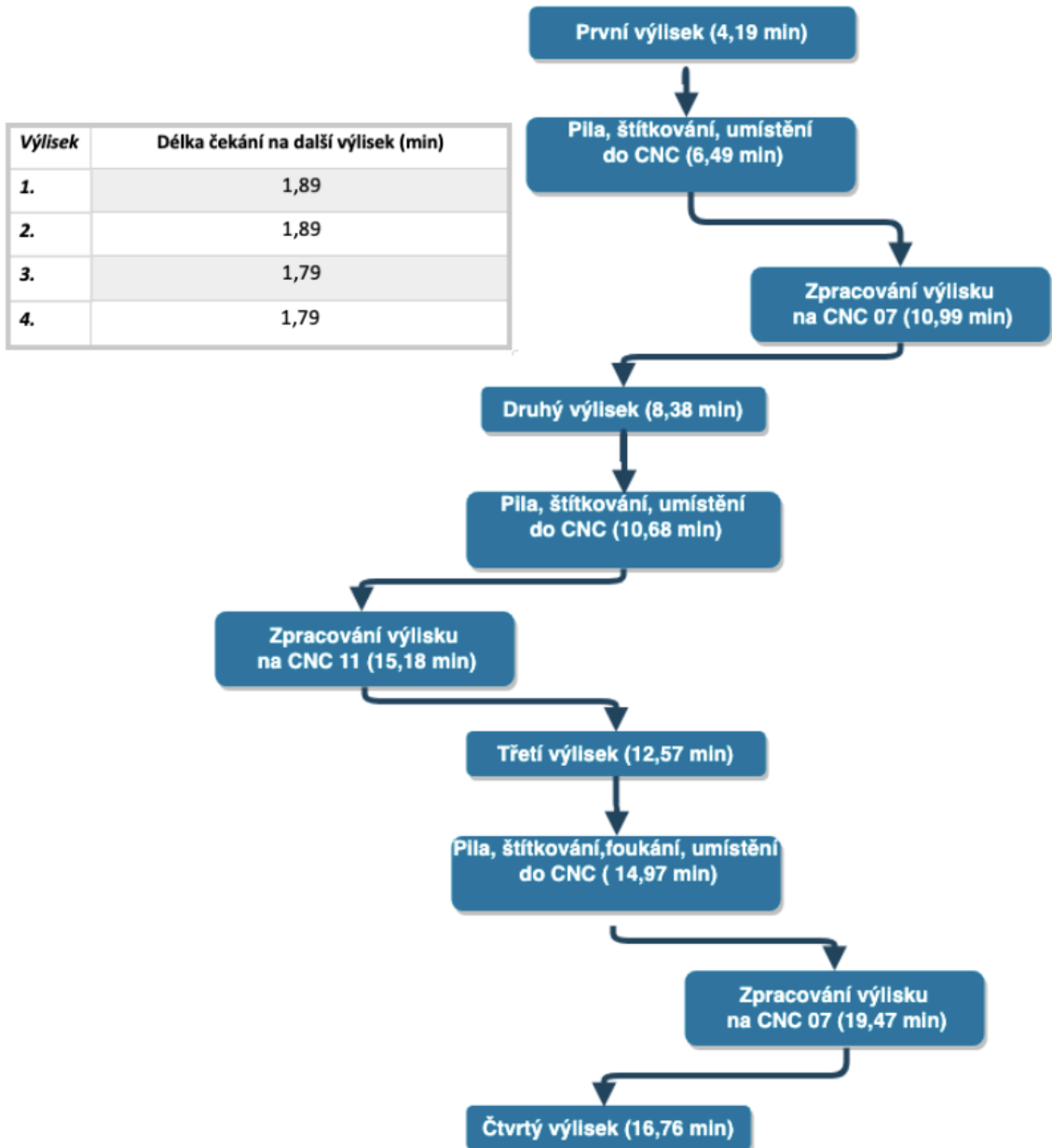
PŘÍLOHA P III: VÝPOČET MINIMÁLNÍ DÁVKY NA CNC 07

Název dílce	koeficient	Tac (min)	Tbc (min)	Tec (min)	Tbc+Tec (min)	Minimální dávka (ks) - časové optimum
VV099010100	0,1	7,76	40,00	20,00	60,00	77
VV099015100	0,12	14,90	30,00	20,00	50,00	28
VV007102311	0,12	7,30	30,00	20,00	50,00	57
VV007107241	0,12	7,00	30,00	20,00	50,00	60
VV007109007	0,12	7,30	30,00	20,00	50,00	57
VV099030400	0,12	8,50	40,00	20,00	60,00	59
VV099015200	0,12	6,60	40,00	15,00	55,00	69
VV099040100	0,12	9,00	40,00	20,00	60,00	56
VV099040160	0,12	6,60	40,00	20,00	60,00	76

PŘÍLOHA P IV: VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DÁVKY NA CNC 07

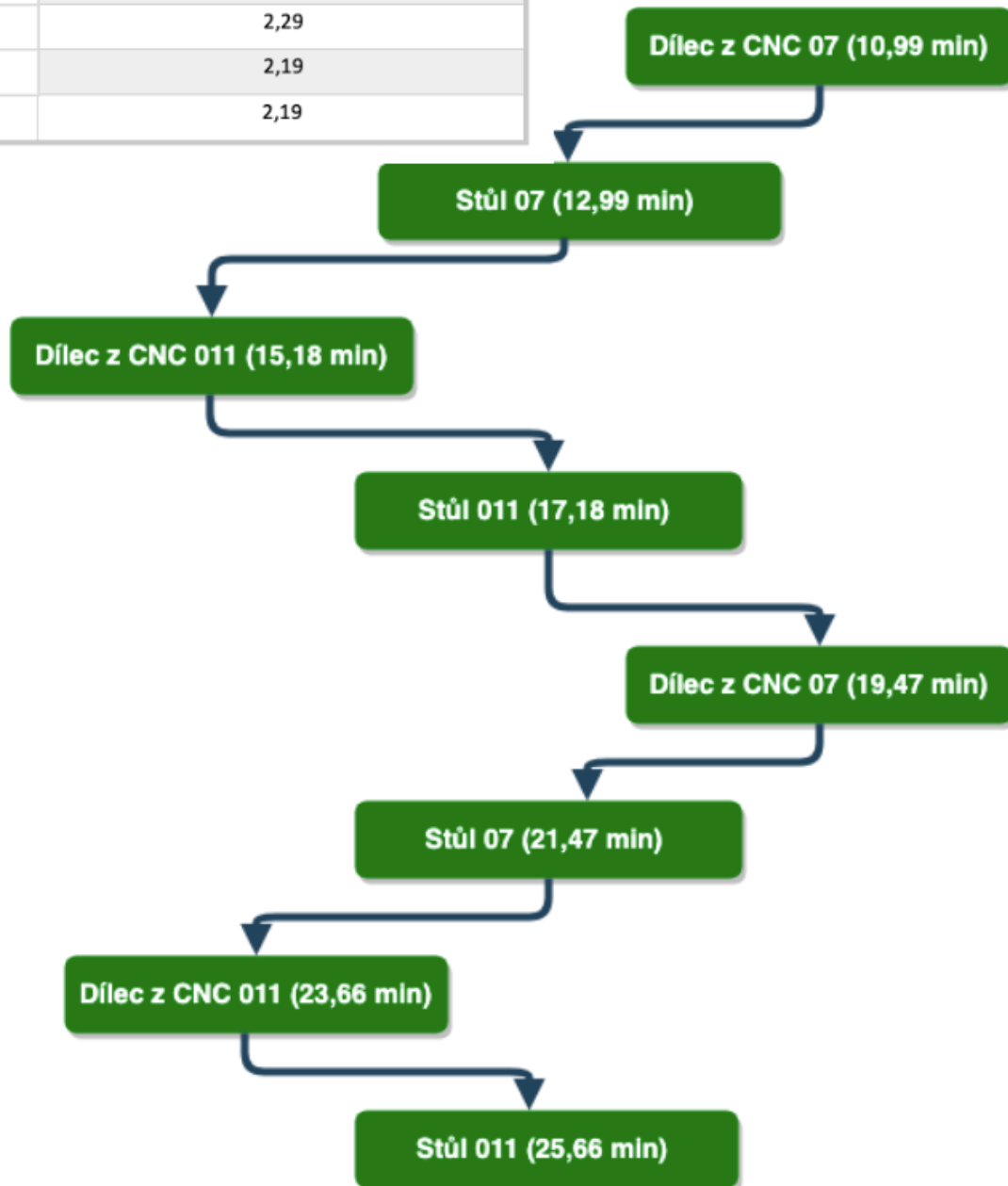
	Skutečný objem výroby ks	Transportní dávka (ks)	Náklady na přípravu a zakončení (Kč/dávka)	Skladovací náklady na 1 ks/Kč	optimální dávka(ks) - nákladové optimum
VV099010100	13801	7	3799,29729	0,5457122	731
VV099015100	64	4	3021,04429	0,954996351	34
VV007102311	5645	20	3021,031882	0,19099927	704
VV007107241	32	20	3020,952928	0,19099927	53
VV007109007	232	20	3021,031882	0,19099927	143
VV099030400	416	9	3039,194382	0,424442823	129
VV099015200	114	7	3170,132228	0,5457122	61
VV099040100	785	9	3759,749165	0,424442823	197
VV099040160	1	9	3759,749165	0,424442823	7

PŘÍLOHA P V: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK VV099010100

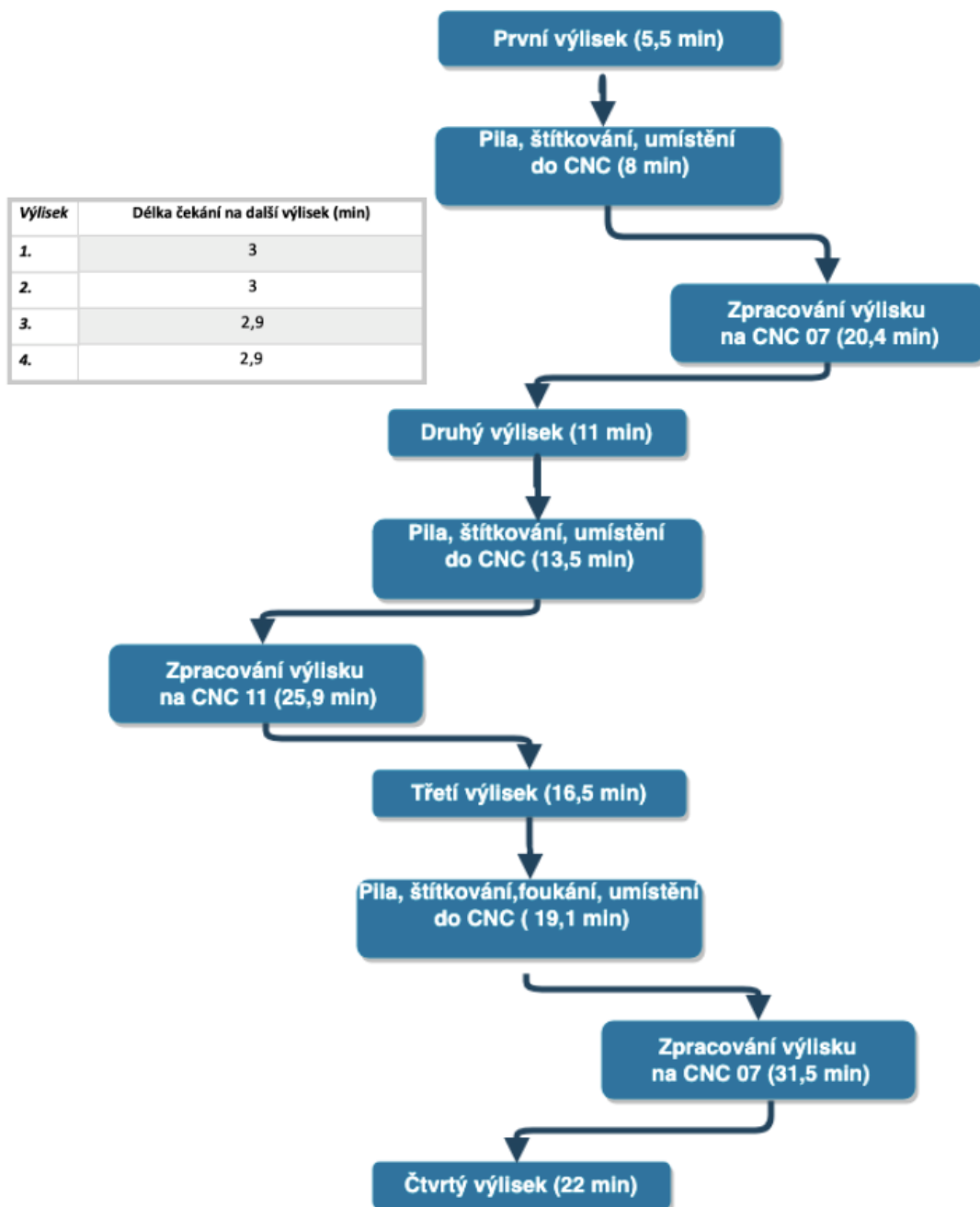


PŘÍLOHA P VI: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK VV099010100

Dílec	Délka čekání na další dílec (min)
1.	2,19
2.	2,29
3.	2,19
4.	2,19

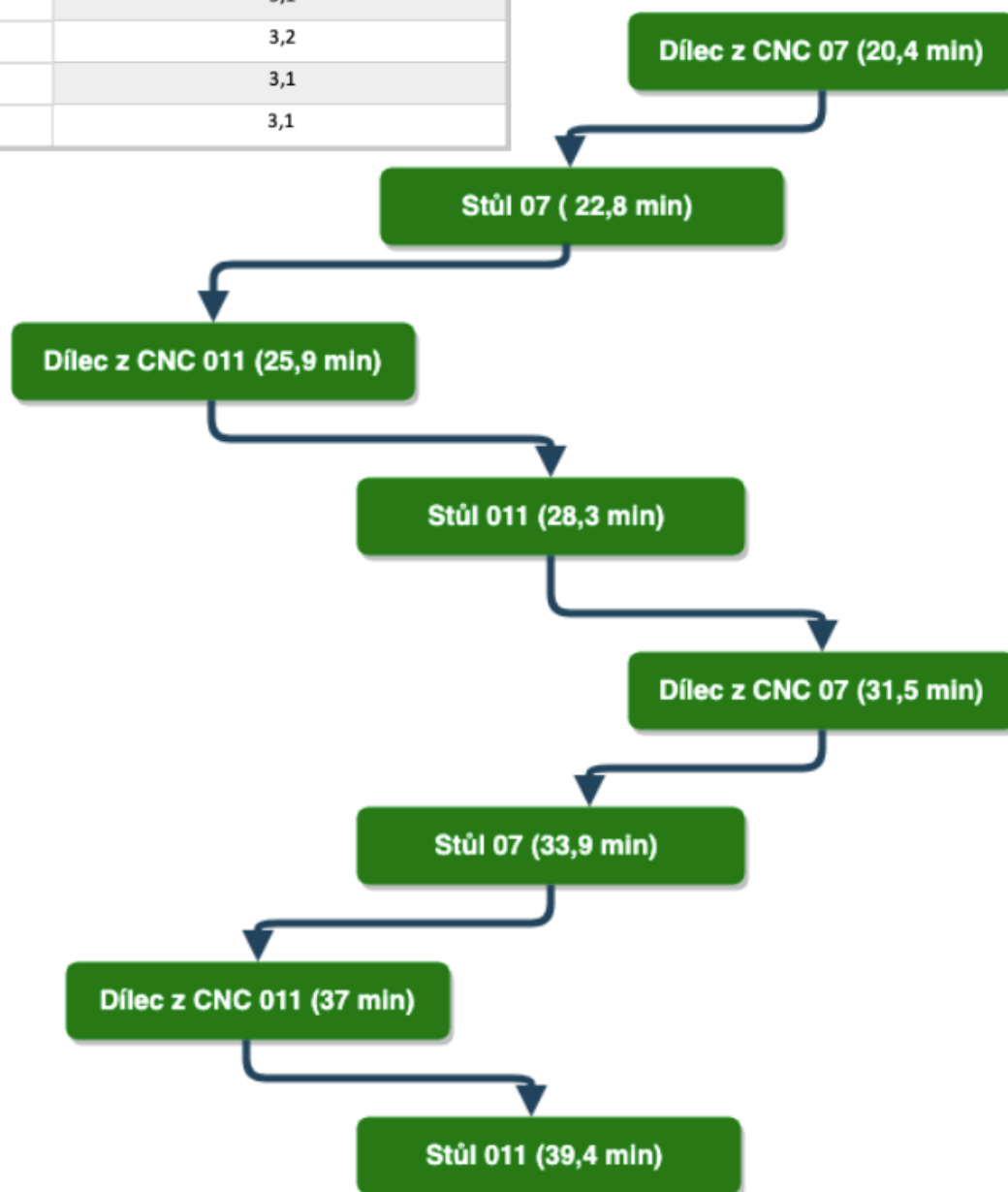


PŘÍLOHA P VII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK VV099015100

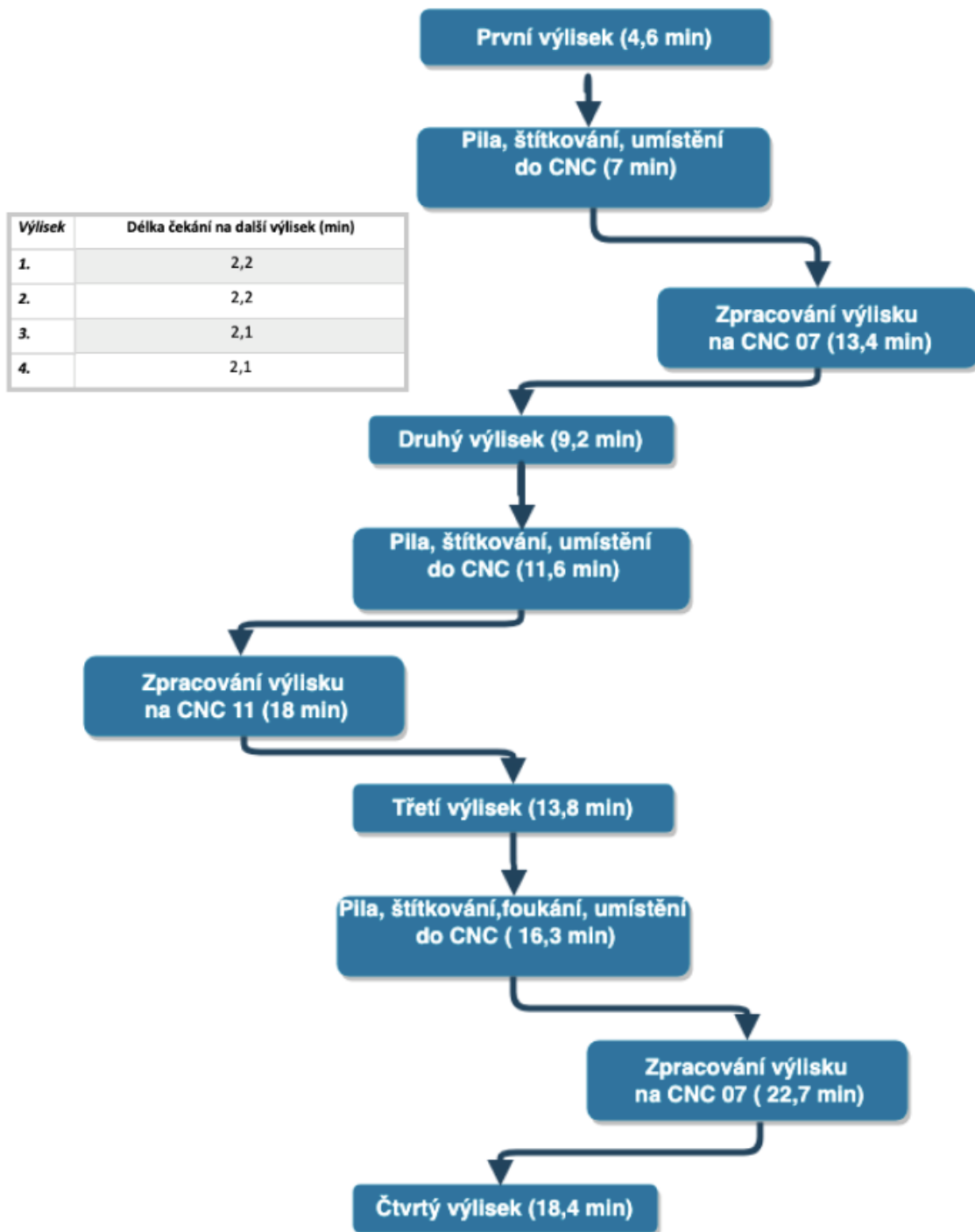


PŘÍLOHA P VIII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK VV099015100

Dílec	Délka čekání na další dílec (min)
1.	3,1
2.	3,2
3.	3,1
4.	3,1

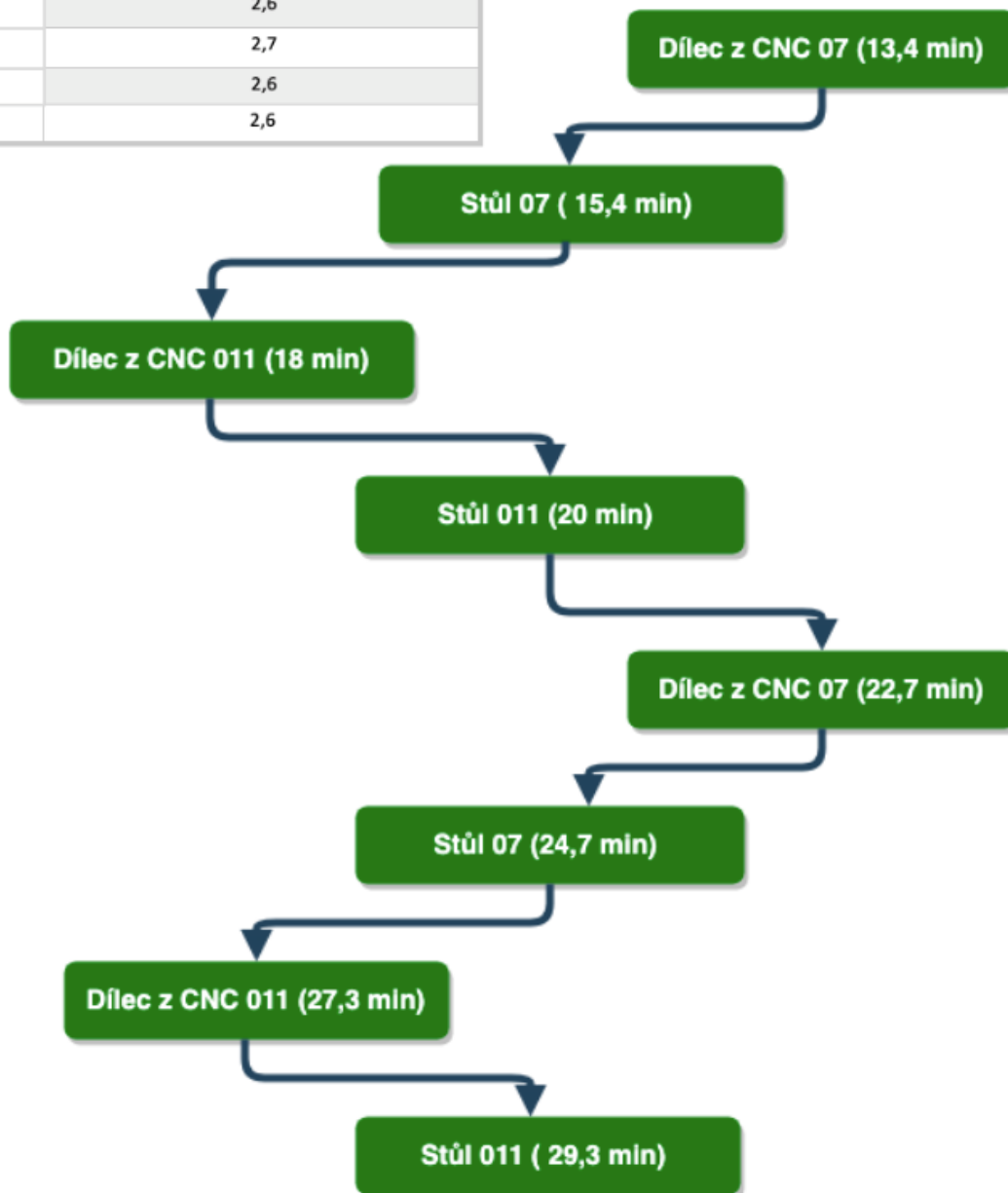


PŘÍLOHA P IX: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK VV099030400

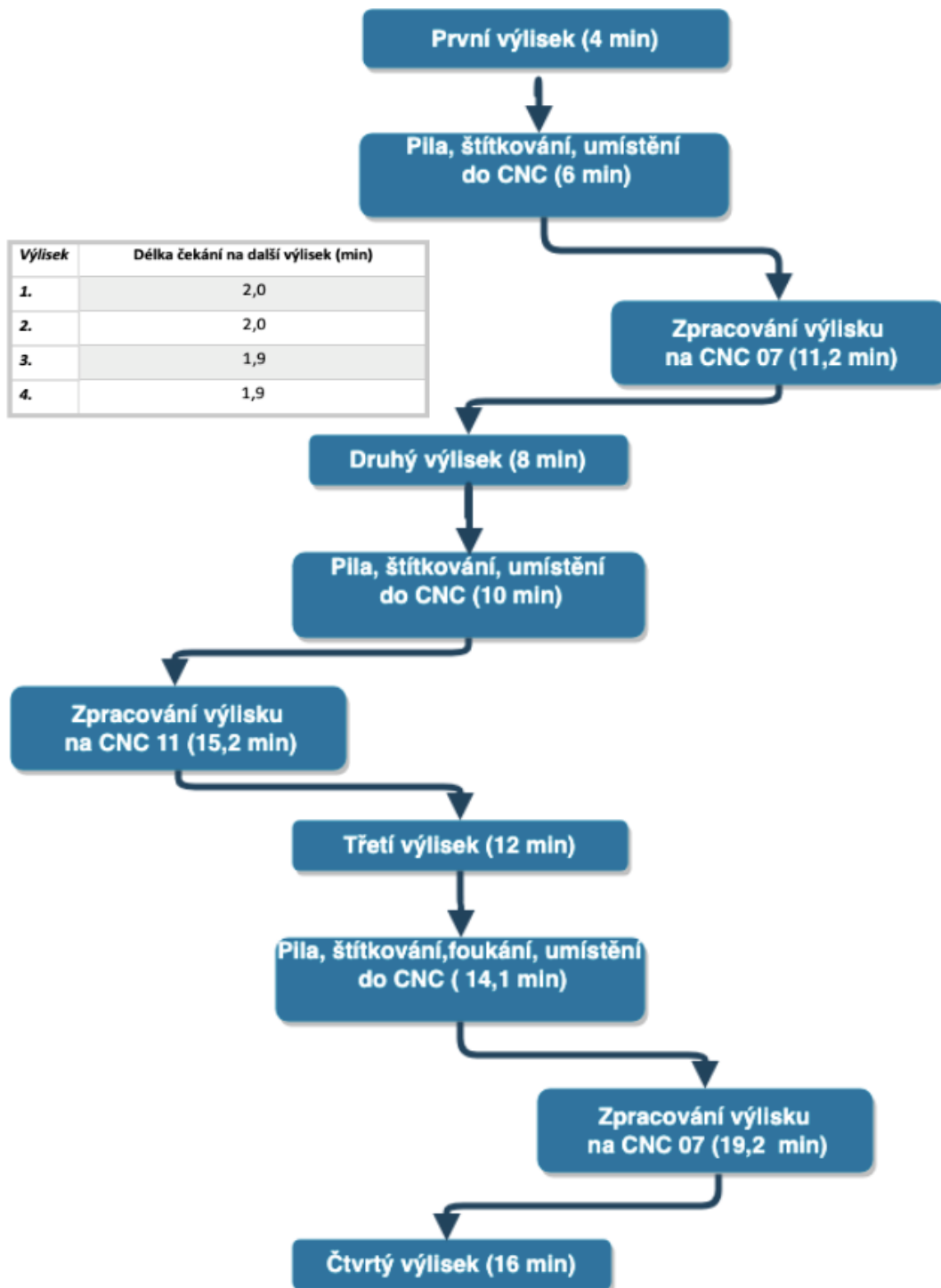


PŘÍLOHA P X: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK VV099030400

Dílec	Délka čekání na další dílec (min)
1.	2,6
2.	2,7
3.	2,6
4.	2,6

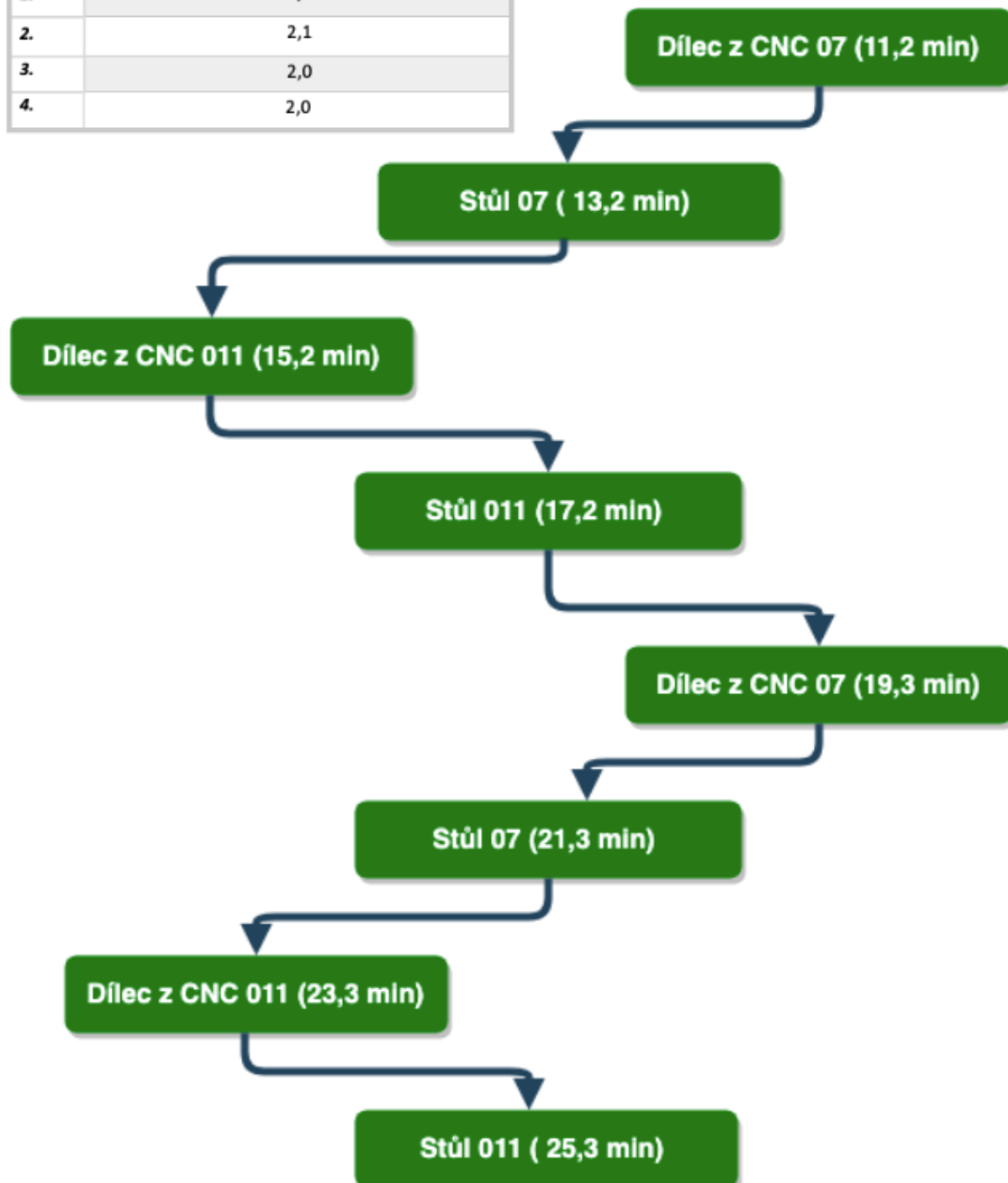


PŘÍLOHA P XI: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK VV007102311 A VÝROBEK VV007109007



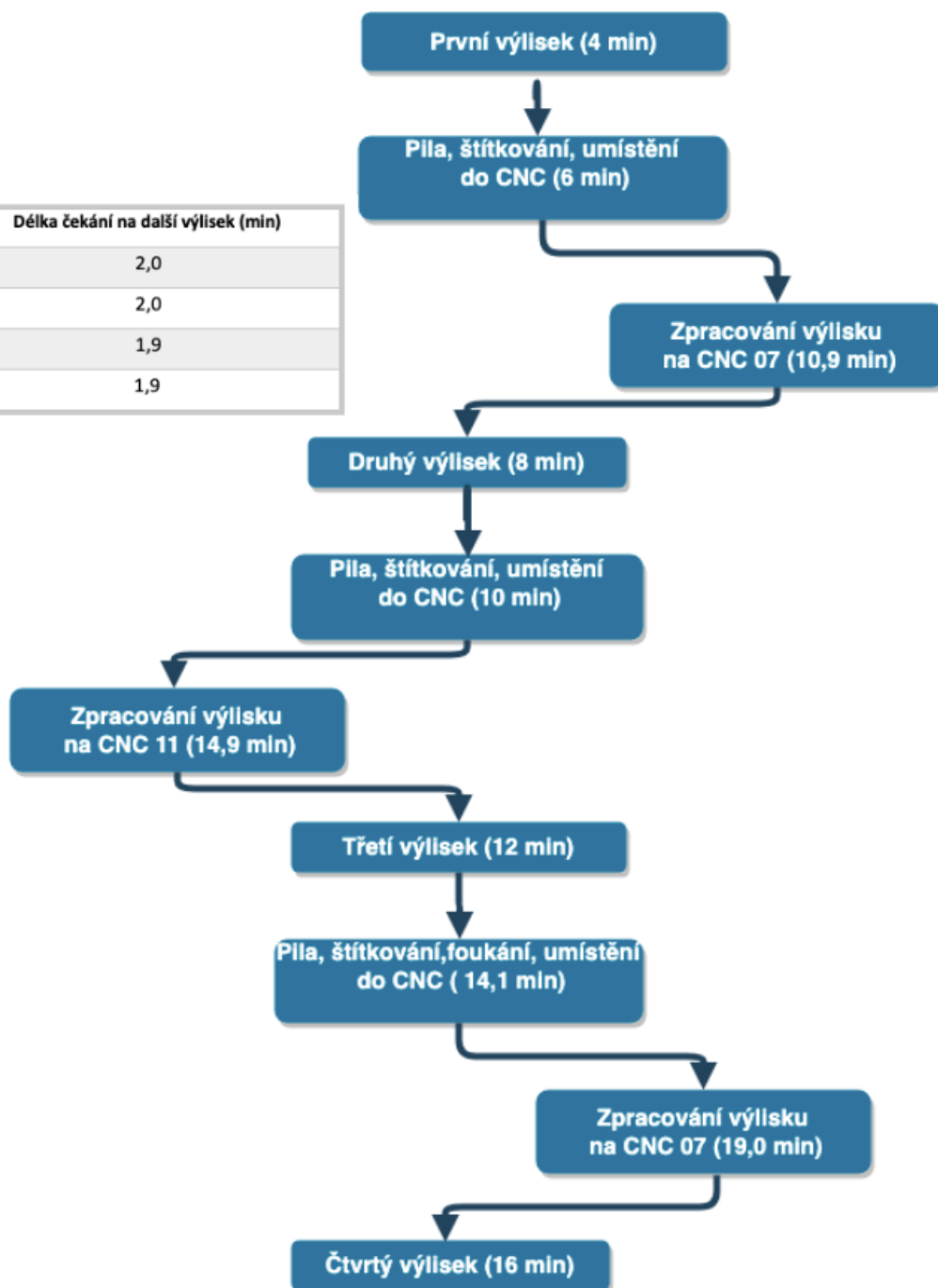
PŘÍLOHA P XII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK VV007102311 A VÝROBEK VV007109007

Dílec	Délka čekání na další dílec (min)
1.	2,0
2.	2,1
3.	2,0
4.	2,0



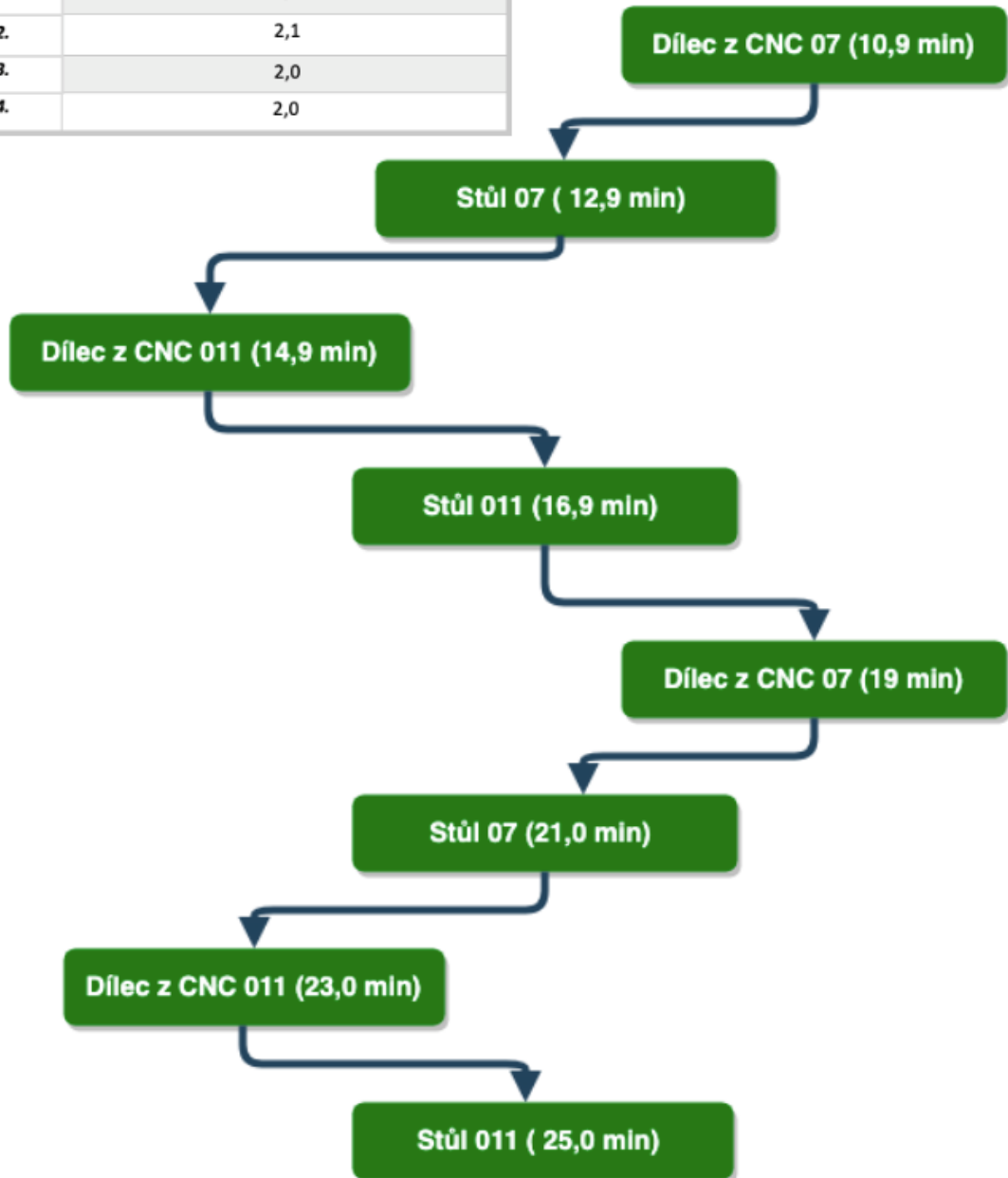
PŘÍLOHA P XIII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK VV007107241

Výlisek	Délka čekání na další výlisek (min)
1.	2,0
2.	2,0
3.	1,9
4.	1,9



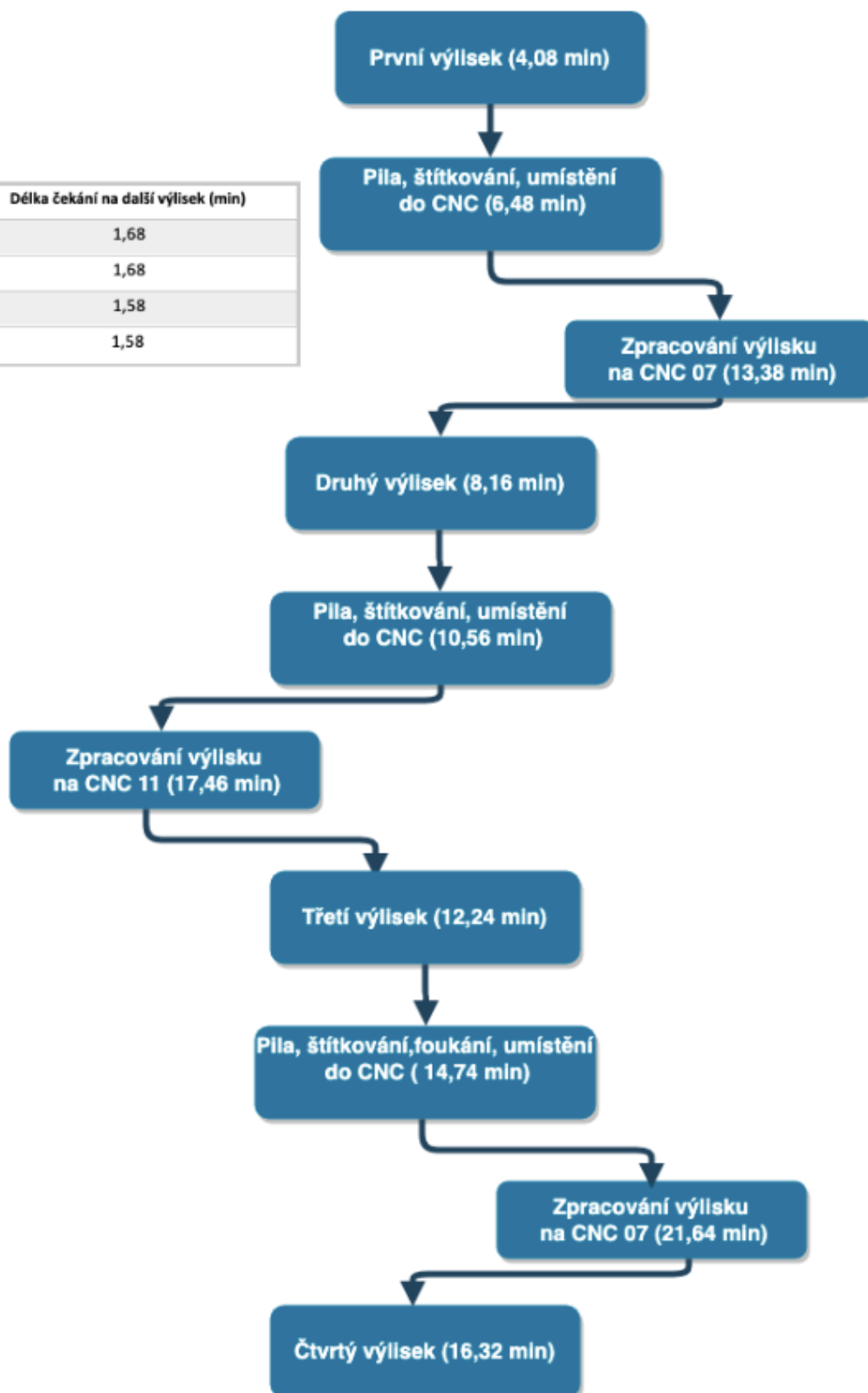
PŘÍLOHA P XIV: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK VV007107241

Dílec	Délka čekání na další dílec (min)
1.	2,0
2.	2,1
3.	2,0
4.	2,0



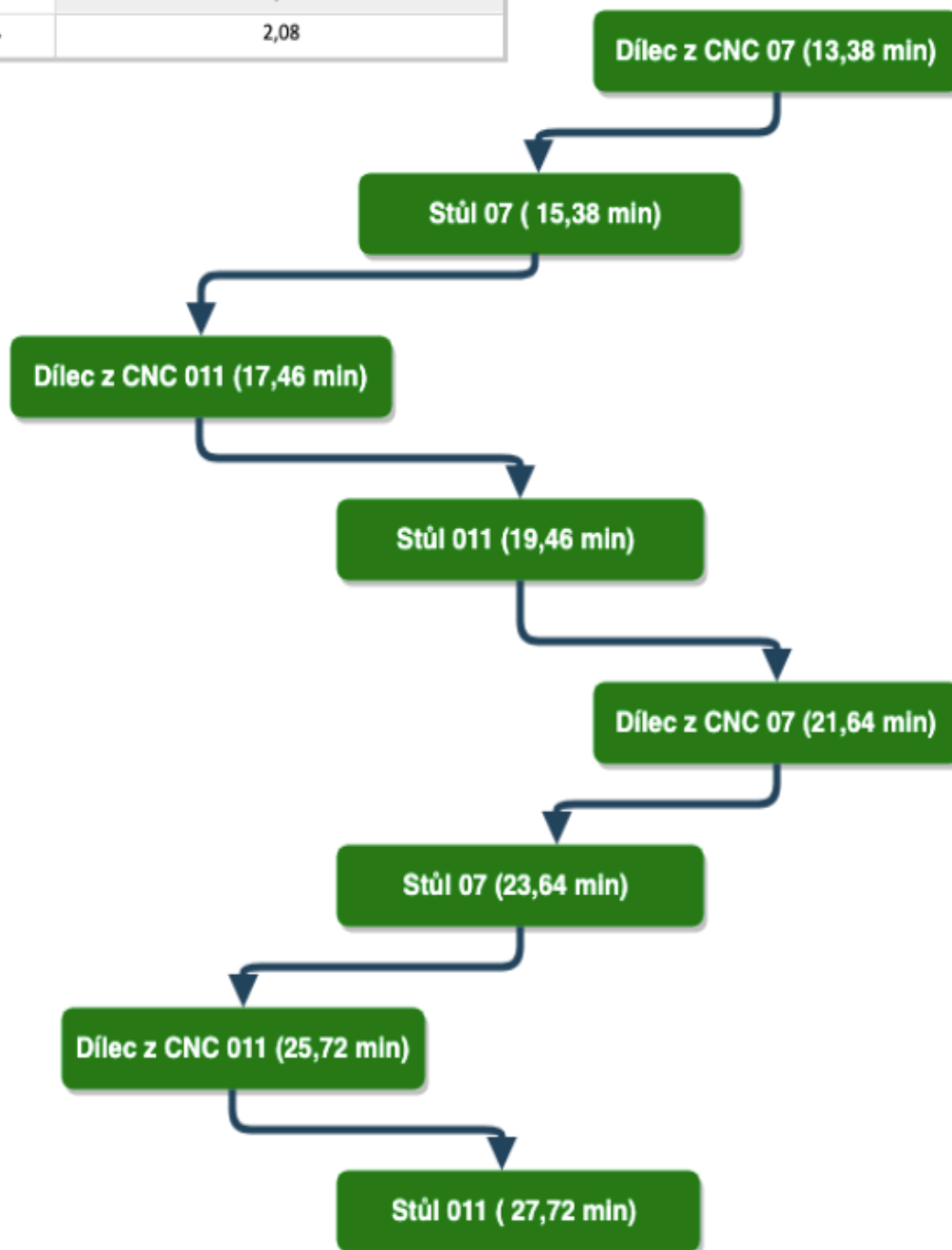
PŘÍLOHA P XV: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK VV099040100

Výlisek	Délka čekání na další výlisek (min)
1.	1,68
2.	1,68
3.	1,58
4.	1,58



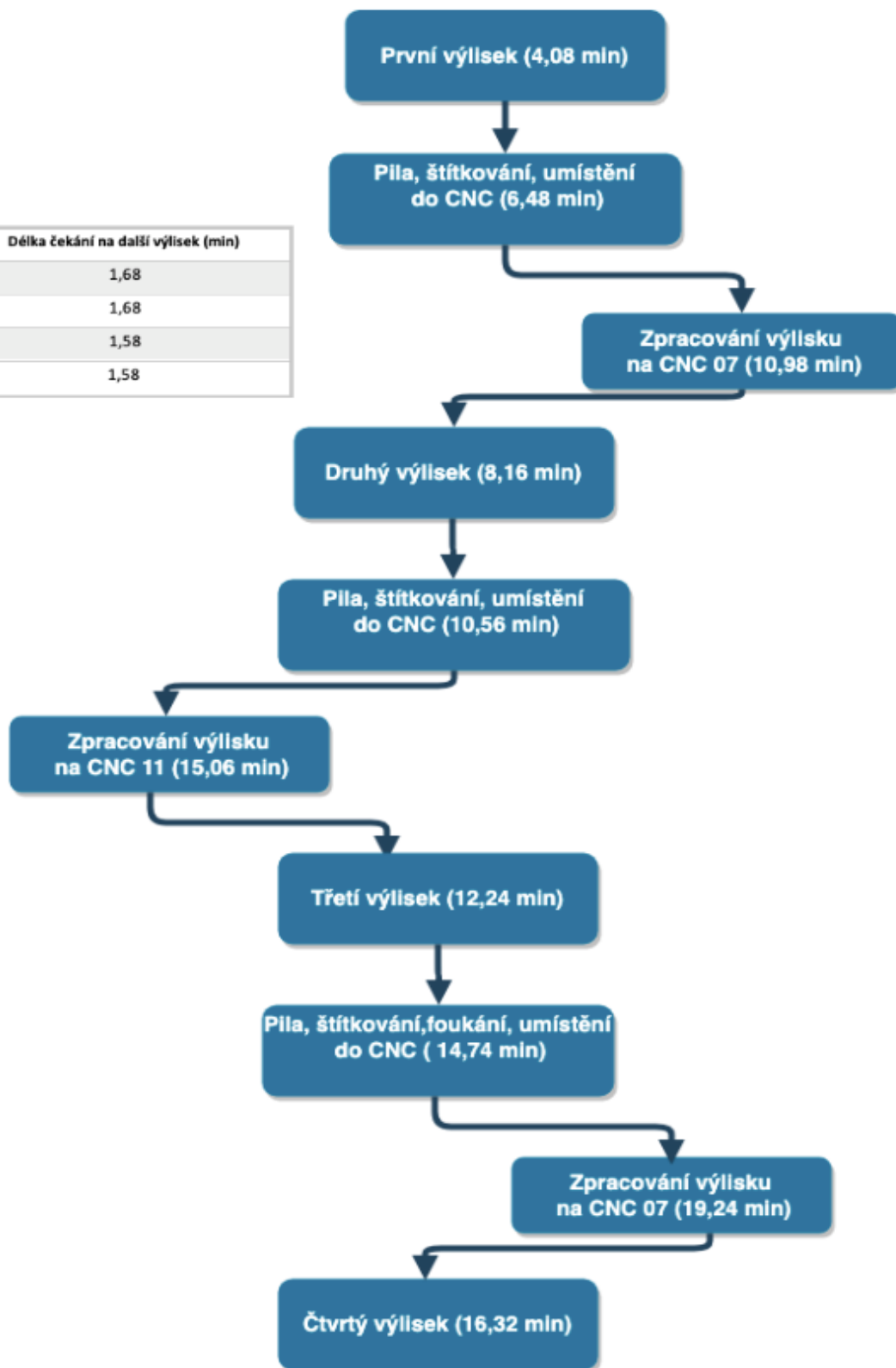
PŘÍLOHA P XVI: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK VV099040100

Dílec	Délka čekání na další dílec (min)
1.	2,08
2.	2,18
3.	2,08
4.	2,08



PŘÍLOHA P XVII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA A PRO VÝROBEK VV099040160

Výlisek	Délka čekání na další výlisek (min)
1.	1,68
2.	1,68
3.	1,58
4.	1,58



PŘÍLOHA P XVIII: VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRACOVNÍKA B PRO VÝROBEK VV099040160

Dílec	Délka čekání na další dílec (min)
1.	2,08
2.	2,18
3.	2,08
4.	2,08

