

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



**Přehled a charakteristika pokročilých přístupů
k organizaci a řízení výroby**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Miroslav Kavka, DrSc.

Autor práce: Jakub Hřeben

© 2018 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jakub Hřeben

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Přehled a charakteristika pokročilých přístupů k organizaci a řízení výroby

Název anglicky

Overview and characteristics of advanced approaches to organization and management of production

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je uvést přehled a charakteristiku pokročilých přístupů k organizaci a řízení výroby. Pozornost bude zaměřena především na přístupy používané při realizaci štihlé výroby (LEAN, 5S, JIDOKA, VSM, TPM) a v rámci metod TOC (Theory of Constraints). Dále bude uveden přehled vhodných SW produktů k podpoře efektivního řízení výroby a výrobních procesů.

Metodika

Literární přehled se zaměřením na pokročilé přístupy k organizaci a řízení výroby. Zejména se bude jednat o: JIT, KANBAN, LEAN, 5S, WCM, JIDOKA, TPM, TQM, TOC, SCM, WMS, VSM, KAIZEN, 3Mu, SMED, ANDON, Poka-yoke, Tact Time/Cycle Time, SIX SIGMA, HEIJUNKA, TPM. Podrobněji budou uvedeny metody používané v rámci přístupů TOC (Theory of Constraints). U SW produktů se zaměřit na charakteristiky IS typu MRP, ERP, APS a MES.

Doporučený rozsah práce

30

Klíčová slova

řízení výroby, výrobní proces, pokročilé koncepty řízení výroby, informační systémy

Doporučené zdroje informací

BASL, J., MAJER, P., ŠMÍRA, M.: Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC. Praha: Grada, 2003.

GOLDRATT, M.E.: Production the TOC way. North River Press, Great Barrington (USA), 2003.

JUROVÁ, M. a kol.: Výrobní procesy řízené logistikou. Bizbooks, Brno, 2013.

KAVKA, M., MIMRA, M.: Řízení a organizace výrobních procesů. Interní studijní text. ČZU v Praze, Technická fakulta, Praha, 2018.

KŘEKOVSÝ, M., VALSA, O.: Moderní přístupy k řízení výroby. C.H.BECK, Praha, 2012.

MAJER, P.: Řízení procesní výroby a využití metody TOC Pull Replenishment. IT Systems, 18(12): 2-5.

TOMEK, G., VÁVROVÁ, V.: Integrované řízení výroby. Grada Publishing, Praha, 2014

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Miroslav Kavka, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 2. 1. 2018

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2019

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: "Přehled a charakteristika pokročilých přístupů k organizaci a řízení výroby" vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 1.3.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu prof. Ing. Miroslavu Kavkovi, DrSc. za poskytnutí cenných rad a připomínek v průběhu psaní bakalářské práce. Také bych rád poděkoval pracovníkům Festool s.r.o za cenné rady a informace. V neposlední řadě děkuji celé své rodině za podporu během celého studia, které si moc cením.

Přehled a charakteristika pokročilých přístupů k organizaci a řízení výroby

Abstrakt: Cílem této bakalářské práce je vytvořit a charakterizovat přehled pokročilých přístupů k organizaci a řízení výroby. V kapitole „Přehled řešené problematiky“ jsou v první části popsány konkrétní přístupy z oblasti řízení výroby, obzvláště ty, které mají zásadní vliv při realizaci štlhlé výroby. V druhé části je uveden přehled vhodných SW produktů k podpoře efektivního řízení výroby a výrobních procesů. Následně je v kapitole „Vlastní řešení“ představena metoda TOC a její metody zlepšování. Tato metoda je následně využita při analýze kritického pracoviště ve zvolené firmě. Poté jsou diskutovány výsledky práce s možným výhledem do budoucna.

Klíčová slova: řízení výroby, výrobní proces, pokročilé koncepty řízení výroby, informační systémy

Overview and characteristics of advanced approaches to organization and management of production

Summary: The aim of this thesis is to create and characterize an overview of advanced approaches to production organization and management. In the chapter "Overview of solved problems", the first part describes specific approaches in the field of production management, especially those that have a major impact on the implementation of lean production. In the second part there is an overview of suitable SW products to support efficient production management and production processes. Subsequently, the TOC method and its methods of improvement are introduced in the chapter "Own solutions". This method is then used to analyze the critical workplace in the selected company. After that, the results of work with possible future outlook are discussed.

Keywords: production management, manufacturing process, advanced production management concepts, information systems

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
2.1	Globální cíl	2
2.2	Dílčí cíle.....	2
3	Metodika.....	3
3.1	Metodický postup	3
3.2	Použité metody	3
4	Přehled řešené problematiky	4
4.1	Pokročilé přístupy k organizaci a řízení výroby	4
4.1.1	Štíhlá výroba	4
4.1.2	Procesní řízení	5
4.1.3	Řízení změn.....	7
4.1.4	Standardizace	8
4.1.5	Princip tahu (princip pull)	8
4.1.6	Vznik plýtvání v procesech (MUDA)	8
4.1.7	3Mu	11
4.1.8	Takt Time / Cycle Time	11
4.1.9	Mapování hodnototvorného řetězce	12
4.1.10	5S.....	13
4.1.11	JIT.....	14
4.1.12	KANBAN.....	15
4.1.13	SCM.....	15
4.1.14	KAIZEN	16
	Andon.....	16
4.1.15	Six Sigma	18
4.1.16	Lean Six Sigma	19

4.1.17	Jidoka.....	20
4.1.18	TQM – Total Quality Management.....	20
4.1.19	TPM.....	21
4.1.20	Poka-yoke.....	21
4.1.21	WCM.....	22
4.1.22	Heijunka	22
4.1.23	SMED.....	22
4.1.24	TOC.....	23
4.1.25	Průmysl 4.0.....	23
4.2	Pokročilé informační systémy k organizaci a řízení výroby.....	24
4.2.1	MRP (Material Requirements Planning).....	24
4.2.2	MRP II.....	24
4.2.3	ERP (Enterprise Resource Planning)	25
4.2.4	APS (Advanced Planning System).....	26
4.2.5	MES (Manufacturing Execution System)	26
5	Vlastní řešení – metody TOC a možnosti aplikace ve výrobě	28
5.1	Omezení průtoku.....	28
5.2	Metody zlepšování dle TOC	28
5.3	Plánování a řízení výroby dle TOC-DBR.....	31
5.4	Příklad realizace úzkého místa	33
5.4.1	Představení firmy	34
5.4.2	Analýza výrobního procesu.....	34
5.4.3	Možnosti aplikace ve vybrané firmě	36
6	Zhodnocení výsledků	38
7	Závěr.....	39
8	Seznam použitých zdrojů	40
9	Seznam obrázků	43

10	Seznam Tabulek	44
11	Seznam zkratek	45

1 Úvod

Výroba a výrobní proces jsou jedním ze základních kamenů moderního lidstva. Výstupy z výroby jsou každodenní součástí našich životů, neustále je používáme a přicházíme s nimi do kontaktu na každém kroku. Nyní žijeme v době, kdy firem v jednotlivých odvětvích je velké množství a my jako zákazníci si můžeme dostatečně vybírat dle našich konkrétních požadavků, ať už jde o kvalitu nebo o cenu. Na tuto problematiku se můžeme podávat i z druhé strany, tedy z pohledu firem. Máme tedy velké množství firem a panuje velká a neustálá konkurence, tudíž se musí každá firma detailně soustředit na jednotlivé požadavky ze strany svých zákazníků. Firmy zavádějí tyto pokročilé přístupy a nástroje, aby zlepšili svoji konkurenceschopnost, eliminovali plýtvání ve svých procesech a zvýšily kvalitu. Toto je prvotní myšlenka štíhlé výroby, zlepšovateľských konceptů a nástrojů, kterým se tato bakalářská práce bude věnovat.

Toto téma bakalářské práce bylo zvoleno proto, protože téma zlepšování výrobních procesů je všudypřítomné, a to i v karierní sféře v konkrétních firmách. Dalším důležitým faktorem je možnost využití metody TOC a konkrétních zlepšovateľských metod v českém prostředí, protože tato metoda se tu zatím nepotkala s příliš velkou popularitou a je pro mnoho firem neznámá. To má za následek i poměrně malé množství odborných publikací o tomto moderním konceptu v porovnání s ostatními koncepty, a tudíž tu má TOC velký potenciál.

2 Cíl práce

V této kapitole bude popsán globální cíl práce a jednotlivé dílčí cíle.

2.1 Globální cíl

Cílem této bakalářské práce je převážně shromáždit a analyzovat poznatky o pokročilých metodách a nástrojích k organizaci a řízení výroby. Pozornost je věnována metodám k dosažení štíhlé výroby. Součástí přehledu budou i vybrané informační systémy.

2.2 Dílčí cíle

- ✓ Vypracovat literární rešerši se zaměřením na pokročilé přístupy k organizaci a řízení výroby.
- ✓ Z toho vyplivá uvedení a vysvětlení těchto konkrétních pojmů: Štíhlá výroba, Standardizace, Pull, JIT, KANBAN, LEAN, 5S, WCM, JIDOKA, TPM, TQM, TOC, SCM, WMS, VSM, KAIZEN, 3Mu, SMED, ANDON, Poka-yoke, Tact Time/Cycle Time, SIX SIGMA, HEIJUNKA a průmysl 4.0.
- ✓ Podrobněji charakterizovat zlepšovateľské metody používané v rámci přístupů TOC (Theory of Constraints).
- ✓ Následně i tuto metodu využít při analýze úzkého místa ve vybrané výrobní společnosti.
- ✓ Ze SW produktů se zaměřit a charakterizovat informační systémy typu MRP, ERP, APS a MES.

3 Metodika

Kapitola si klade za cíl uvést metodický postup této práce a jednotlivé metody použité při vypracovávání.

3.1 Metodický postup

V této práci se budu věnovat jednotlivým přístupům k organizaci a řízení výroby. Nejprve byla daná problematika nastudována v odborné literatuře, časopisech a na internetu. Díky těmto poznatkům budou posléze představeny a vysvětleny konkrétní metody a nástroje, zejména ty, které nám mohou napomoci k dosažení štihlé výroby. Poté budou charakterizovány vybrané informační systémy. Ve vlastním řešení práce bude podrobněji uvedena metoda TOC a její metody. Tyto metody budou dále popsány a vysvětleny. V samotném závěru práce bude s využitím získaných znalostí o metodě TOC vypracována analýza úzkého místa v podobě kritického pracoviště ve firmě Festool s.r.o.

3.2 Použité metody

- ✓ Průběžná konzultace s vedoucím bakalářské práce.
- ✓ Možnost odborných konzultací ve firmě Festool s.r.o.
- ✓ Koncept TOC a jeho zlepšovateľská metoda DBR.

4 Přehled řešené problematiky

V této kapitole dojde nejdříve k seznámení se s pokročilými přístupy k organizaci a řízení výroby. V druhé části budou uvedeny a vysvětleny pokročilé informační systémy.

4.1 Pokročilé přístupy k organizaci a řízení výroby

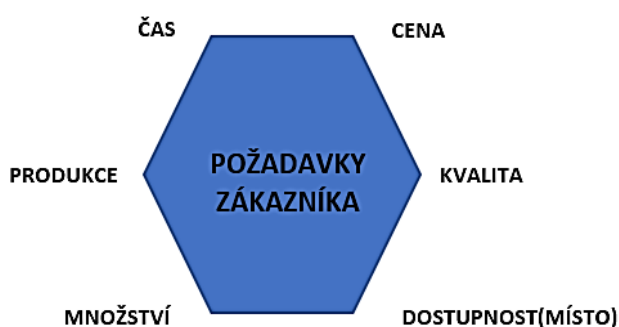
Tato část bakalářské práce slouží k vysvětlení jednotlivých pojmů a metod, které souvisejí s moderními směry v oblasti řízení výroby. V tomto přehledu budou uvedeny tyto přístupy, metody a pojmy: Štíhlá výroba, Standardizace, PULL, MUDA, 3Mu, Takt Time/Cycle Time, VSM, 5S, Procesní řízení, VMI, Řízení změn, JIT, KANBAN, SCM, KAIZEN, ANDON, Six Sigma, Lean Six Sigma, JIDOKA, TQM, TPM, Poka-yoke, WCM, HEIJUNKA, SMED, TOC. Na závěr bude charakterizován průmysl 4.0, jelikož je nyní tento pojem velice aktuální.

4.1.1 Štíhlá výroba

Svozilová (2011, s. 32) definuje Lean jako: „je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jež mají sloužit zákazníkům procesu.“

Úsilím podniku je tady vyhovět zákazníkům takovým způsobem, že podnik bude produkovat pouze to, co zákazník vyžaduje a dbát na jeho požadavky, které můžeme vidět na následujícím obrázku. Nesmíme také zapomenout na eliminaci plýtvání. [30]

Obr. 1 Požadavky z pohledu zákazníka



Zdroj: vlastní zpracování

Proč tuto filozofii nazýváme štíhlá výroba? Štíhlá je proto, že je prvotní snahou firem využívat co nejméně všeho, co je potřebné ve výrobním procesu. Štíhlá výroba se toto snaží

dosáhnout omezením těch procesů, které nepřidávají žádnou hodnotu. Kdyby se nám podařilo dosáhnout tzv. dokonalého dodavatelského řetězce, nevznikaly by žádné zásoby. Tato skutečnost ovšem není v praxi možná. V praxi je reálnější vytvoření optimální velikosti zásob, kde by už nebyla snaha o další snižování zásob brána jako volba rozumná. Tuto optimální velikost zásob se firmy snaží stanovit pomocí dobré znalosti trhu. [23]

Na následujícím obrázku můžeme vidět schéma štíhlé výroby se třemi pilíři, které obsahují Procesní přístup, JIT, JIDOKA, TQM a Six Sigma (6σ). Dále potřebné nástroje. A to vše stojí na základech Standardizace, WCM a Heijunka.

Obr. 2 Schéma štíhlé výroby s pilíři a metodami

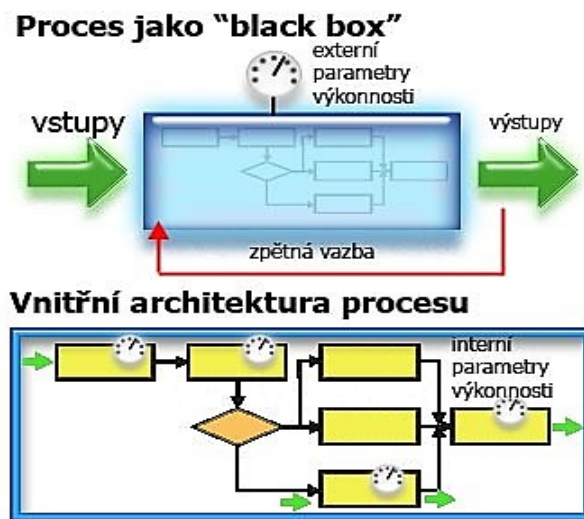


Zdroj: převzato z [15]

4.1.2 Procesní řízení

Procesní řízení je přístup k řízení charakterizující procesy, které se v podniku stále opakují jako jeden celek. Tento vzniklý celek nazýváme Black Box, díky kterému nemusíme znát veškeré pro nás nepodstatné informace, které nemají velký dopad na řízení podniku. Není tedy nutné znát detaily procesu uvnitř Black Box. Aplikací procesního řízení se tyto jednotlivé procesy snažíme zlepšovat za účelem zvýšení zisku. [15] [13]

Obr. 3 Black Box v procesním řízení



Zdroj: převzato z [13]

Podle KAVKA, M. a kol. 2018 lze vytyčit několik nejčastějších nahodilostí. Většina procesů, se kterými se můžeme v podniku setkat vznikají nahodile. To znamená, že tyto procesy vznikají s určitou pravděpodobností. Nyní si tyto nahodilosti blíže konkretizujeme.

1. Dodávky vstupů

Zde je naší prvotní snahou předejít problémům vznikajících hned u dodávek vstupů do výroby. Lze je vyřešit jednoduše formou zásobníků nebo s využitím pokročilejších metod (VMI, SCM). VMI (Vendor-managed Inventory) je pokročilejší přístup tvorby zásob a je charakteristický silnou vazbou na dodavatele, který má za úkol tvorbu zásob a je zodpovědný za určitou úroveň stavu zásob. Výhoda odběratelů spočívá ve sdílení rizikovosti tvorby určitého stavu zásob. Dodavatelé mohou v případě špatného odbytu zásob odkoupit určité množství zásob a využít tyto zásoby u jiných spotřebitelů. [15]

2. Omezení průtoku

Omezením průtoku ve výrobě se rozumí výskyt úzkých míst na kritických pracovištích, které mohou mít za následek výpadky jednotlivých vstupů. K vyřešení této problematiky slouží metoda TOC, která je podrobněji vysvětlena v další části práce. [15]

3. Neschopnost plnit závazky vůči zákazníkům

Tato neschopnost vyplívá z výpadků během výroby, či distribuce. Tyto nahodilosti vzniklé při dodávkách vstupů pro zákazníky se snažíme omezit a chránit. To lze například přidáním expedičních zásobníků. [15]

4.1.3 Řízení změn

Řízení změn rozhodně musíme řadit mezi hlavní odvětví firemního řízení, a proto je žádoucí, aby každý kvalitní manažer tuto dovednost ovládal. Každý výrobní podnik jakékoliv velikosti se s řízením změn v praxi potýká, ovšem ne každý podnik si může dovolit zaměstnávat kvalitní odborníky specializované na tuto problematiku. Již od samotného založení podniku je firma nucena reagovat na změnu vývoje tržního prostředí a po celou dobu působení podniku na trhu musí tyto změny adekvátně řídit. Podnik nereaguje pouze na změny tržní, ovlivňují ho i změny způsobené růstem a expandováním podniku. [18]

Můžeme se setkat s různou formulací změny, ale se dvěma různými důsledky pro podnik. Změna pro nás může znamenat ztrátu, kterou je nutno omezit, ale i šanci pro rozvoj a posílení pozice firmy na trhu. Hlavním záměrem veškerých procesních změn je dojít k úspěšnému cíli, který jsme si stanovili. Změny lze rozdělit podle několika kritérií. První kritérium je předvídatelnost změn. Na základě tohoto kritéria můžeme změny rozdělit na plánované a neplánované. Neplánované vznikají vlivem nenadálých skutečností, jako například různé nehody nebo přírodní katastrofy. Platí zde pravidlo, že obě vzniklé změny musíme řídit, pokud se snažíme budovat úspěšný podnik. Druhé kritérium je vliv změny na provoz podniku. Podle tohoto kritéria můžeme vymezit dva základní typy změn. [18] [15]

1. Provozní změny

Tyto změny nemají podstatný vliv na samotný chod procesů. Do provozních změn spadá soubor činností, které mají za následek zdokonalení konkrétního produktu (např. modifikace materiálu, výrobních technologií, nástrojů). [15]

2. Rozvojové změny

Tyto změny podněcují vznik dalších změn ve firemních procesech. Životní cyklus těchto změn je zpravidla oproti změnám provozním delší. Uplatníme je při strategickém řízení v průběhu inovačního cyklu. [15]

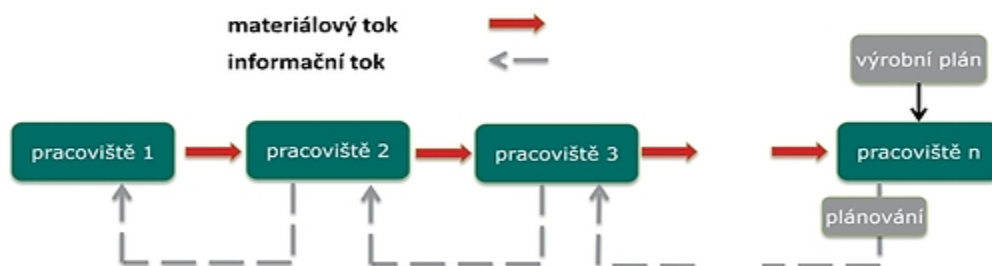
4.1.4 Standardizace

Standardizaci zavádíme s cílem sjednotit a stabilizovat různé varianty a postupy, vstupy a výstupy ve firemních procesech a zlepšit jejich přehlednost. Tímto dojdeme ke zredukování pestrosti různých dílčích částí sledovaných procesů. Základní stavební kámen a výsledek standardizace je určitá norma nebo normativ. [31]

4.1.5 Princip tahu (princip pull)

Existují dva zcela odlišné výrobní systémy. Jsou to principy tahu a tlaku. Princip tlaku (push) znamená, že vyrábíme na sklad a neřídíme se poptávkou zákazníka. Ve štíhlé výrobě využíváme výhradně princip tahu. Řídíme se požadavkem zákazníka, která nám určuje dodávky na sklad, či do regálů samotných obchodů k odebrání zákazníkem. Tímto požadavkem ze strany zákazníka předejdeme nadměrnému počtu výrobků na skladě. Tímto krokem zamezíme vzniku plýtvání. V tomto systému by se neměli realizovat žádné produkty, dokud nedojde k vytvoření požadavku na produkty zákazníkem. [30]

Obr. 4 Princip tahu



Zdroj: převzato z [10]

Dále si můžeme charakterizovat výhody a nevýhody využití obou přístupů. Výhodou principu využívajícího tlaku je, že nám nikdy nedojde materiál a je to mnohem jednodušší systém. Naproti tomu ovšem vytváříme velké množství zásob na pracovišti. [4]

Výhodou principu tahu je, že se nám nevytváří velké množství zásob na pracovišti a dodáváme pouze tolik materiálu kolik aktuálně potřebujeme. V porovnání se systémem tlaku je tento systém mnohem složitější a je velmi náchylný na výkyvy. [4]

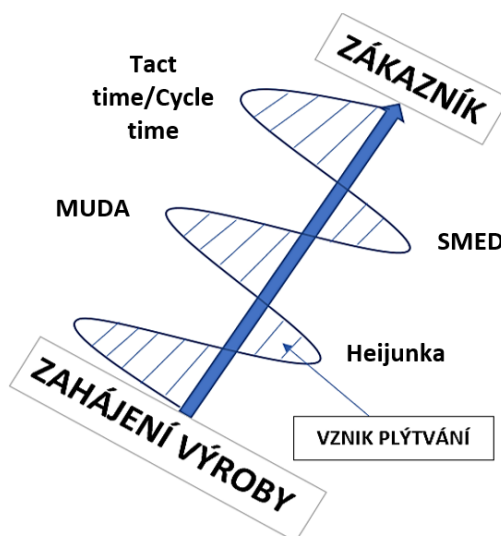
4.1.6 Vznik plýtvání v procesech (MUDA)

Ve štíhlé výrobě je plýtvání (angl. Waste, jap. Muda) jeden z neužívanějších pojmů. S plýtváním se v určitém zastoupení a formě setkáme ve všech procesech. Japonské slovo

MUDA znamená veškeré plýtvání, se kterým se můžeme v podniku setkat. Plýtváním rozumíme vše, co má za následek nulový přínos ke zvýšení hodnoty daného produktu. Rozlišujeme 7 respektive 8 druhů plýtvání MUDA. [30]

Na následujícím obrázku lze vidět vznik plýtvání ve výrobě a následná aplikace metod na jejich eliminaci. Zaměrně jsou vybrány metody, které se podílejí na eliminaci plýtvání. Prvotní snahou je samozřejmě dosáhnout jakési „přímky“ mezi zahájením výroby a zákazníkem.

Obr. 5 Snaha o eliminaci plýtvání



Zdroj: vlastní zpracování

Jak již bylo řečeno, v procesech se můžeme setkat s osmi různými druhy plýtvání. Nejnovějším druhem plýtvání, které bylo charakterizováno a musíme s ním počítat je intelekt. Nyní si tyto druhy plýtvání uvedeme blíže. [30]

1. Čekání

Čekání je bohužel velmi častým druhem plýtvání, který se může vyskytnout v jakémkoliv procesu. Příkladem může být čekání dělníků na dodávku materiálu. Pozdní začátky jednání kvůli pozdním příchodům zaměstnanců. [30]

2. Nadvýroba

Tento druh plýtvání se dá názorně vysvětlit na výrobě léčiv. Léky, kterých bylo vyrobeno nadbytek se kvůli vypršení expirační doby nespoteřebují včas a musejí být z prodeje staženy. Nadbytečné výrobky tedy nemají žádné odběratele. [30]

3. Přepřacování

Zde se často jedná o různé chybné, nefungující nebo zcela chybějící údaje, překlepy atd. Například tvorba programu, na kterém se podílí více pracovníků. Jeden z těchto programátorů svoji část práce odbyde a zanedbá jí na konci procesu řádně otestovat. Tato chybná část způsobí nefunkčnost celého programu. Následně se musí chyba lokalizovat a odstranit. Tím dojde ke plýtvání, jelikož tento proces je finančně i časově náročný. [30]

4. Pohyb

Pohybem rozumíme zbytečné cestování ke vzdáleným místům v rámci podniku i mimo něj. V podniku se často jedná o vzdálená obslužná zařízení (tiskárny). Dále odcestování na pracovní cestu, kvůli záležitosti, která lze vyřešit emailem. [30]

5. Přemist'ování

Pokud pracujeme na nějakém produktu a musíme jej neúčelně přemist'ovat mezi pracovišti, místo toho abychom značnou část meziprojektu zhotovili na jednom pracovišti. [30]

6. Zpracování

Provádění takových kroků, které nemají žádnou další hodnotu. Například se rozhodneme navoskovat svůj automobil. Před samotným navoskováním si auto doma řádně umyjeme a poté ho odvezeme do myčky, kde ho před navoskováním znovu umyjí. Naše příprava, která spočívala v umytí automobilu byla tedy plýtváním. [30]

7. Skladování

Ve štíhlé výrobě je každá tvorba vlastních zásob na úkor pozdějších dodávek plýtváním. [30]

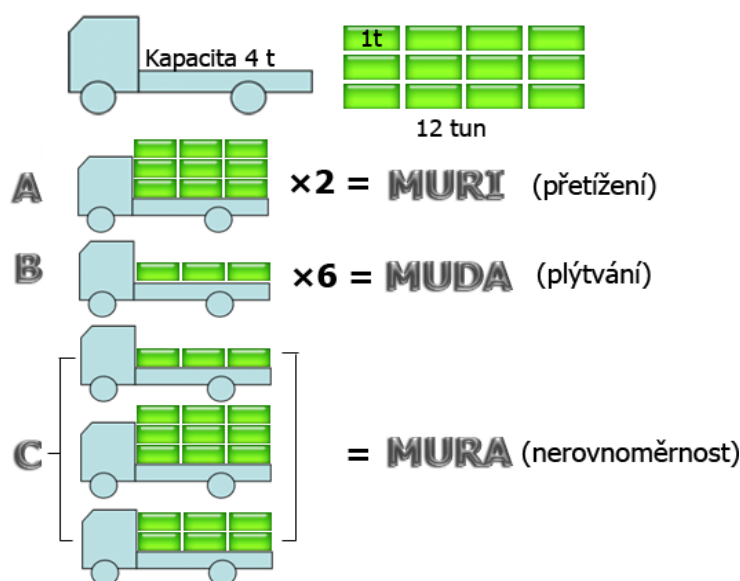
8. Intelekt

Nejnovější užívanou formou plýtvání je intelekt. Složitější procesy vyžadují určitou minimální úroveň kvalifikace zaměstnanců, aby byli provedeny optimálně. Ovšem při existujících možnostech, kde lze za použití určitých nástrojů provádět tyto složitější činnosti zaměstnanci s nižší kvalifikací, je zaměstnávání vysoce kvalifikovaných zaměstnanců plýtváním. [30]

4.1.7 3Mu

V předešlé kapitole jsme si charakterizovali přístup Muda, jenž je součástí komplexnější metodiky 3Mu, kterou tvoří spolu s Muri (přetížení) a Mura (nerovnoměrnost). Musíme zkombinovat všechny tři přístupy, abychom dosáhli požadovaného výsledku, který spočívá v minimalizaci veškerého plýtvání. Pro lepší pochopení této metody slouží následující obrázek. [15] [11]

Obr. 6 3Mu a jeho tři modifikace



Zdroj: převzato z [11]

4.1.8 Takt Time / Cycle Time

V následující kapitole budou vysvětleny pojmy, které bývají často chybně zaměňovány. Vedoucí pracovníci zodpovědní za určitou část výroby velmi často měří časy jednotlivých procesů. Po zjištění jednotlivých časů vyhodnocují tyto skutečnosti.

A. Takt Time

V překladech se jedná o čas taktu. Čas taktu nám říká, jak rychle vyrábět určitý produkt, aby došlo ke splnění poptávky po tomto produktu na trhu. Je to tedy rychlost, jakou nám zákazníci odebírají jednotlivé produkty. Čas taktu se vypočítá jako podíl čistého denního času a celkového denního požadavku zákazníka. [10]

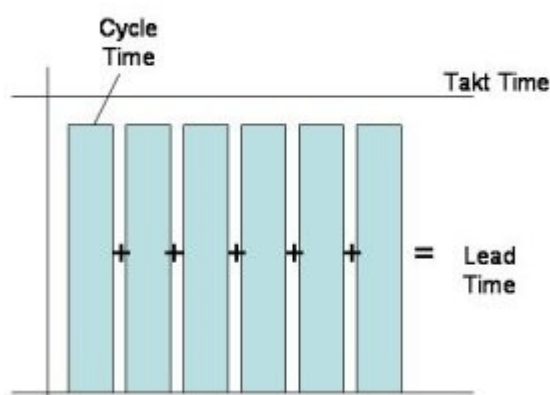
B. Cycle Time

Cycle Time lze přeložit jako dobu cyklu. Jedná se o celkový čas práce, který nám určuje kolik času nám zabere určitý výrobní úkon od jeho počátku až po dokončení. [24]

C. Lead Time

Zde se jedná o celkový čas, který začíná objednávkou produktu, pokračuje výrobou a končí zaplacením za tento produkt zákazníkem. Je-li tato doba mnohem vyšší než doba cyklu, dojde ke hromadění výrobků na skladě. [24]

Obr. 7 Grafické znázornění Takt Time / Cycle Time / Lead Time



Zdroj: převzato z [24]

4.1.9 Mapování hodnototvorného řetězce

Nejprve musíme pochopit a zaměřit se na nároky, které mají naši koncový uživatelé na kvalitu jednotlivých výstupů. Koncový uživatel je většinou zákazník. Hledíme ovšem i na nároky ze strany majitelů firmy. Dbáme tedy na výslednou hodnotu. Podle této konkrétní hodnoty rozřazujeme jednotlivé aktivity do skupin. Jsou rozřazeny dle účinků těchto aktivit na tvorbu konečné finální hodnoty výstupu. Pomocí mapování hodnototvorného řetězce demonstrujeme, jak dílčí soubory aktivit mohou podpořit tvorbu výsledné hodnoty. Pokud se nám podaří nalézt aktivity, které nemají vliv na konečnou hodnotu výstupu, tak se opět jedná o tzv. plýtvání. Sestavujeme ho tedy, abychom mohli vizuálně zkoumat proces a zaměřit se kde dochází k plýtvání. [30]

✓ VSM (Value Stream Mapping)

VSM neboli mapování hodnotových toků se poprvé objevila ve firmě Toyota. Cílem VSM je odstranit plýtvání ve výrobě zvýšením efektivity materiálového toku. Jedná se

o grafický nástroj využívajících různých symbolů, které slouží k zachycení aktuálního stavu procesu. Tyto symboly mohou sloužit ke znázornění materiálového nebo informačního toku. Díky těmto symbolům získáme specifický diagram, díky kterému můžeme navrhnout nápravná opatření vedoucí k zamezení plýtvání a popřípadě identifikaci úzkých míst. [14]

4.1.10 5S

Pokud usilujeme o štíhlý podnik musíme se řádně věnovat problematice štíhlého pracoviště. Štíhlé pracoviště se určuje podle pohybů pracovníků na tomto pracovišti. 5S vyháží z japonského popisu pěti kroků k organizaci štíhlého pracoviště. [30]

Svozilová (2011, s39) překládá japonské názvy pro 5S jako třídění, umíst'ování, úklid, standardizace a udržení.

1. SEIRI (Třídění)

Roztřídění nástrojů podle důležitosti k provádění úkonů ve výrobě. Na pracovišti jsou ponechány pouze takové nástroje, které mají pro nás dostatečný užitek. [30]

2. SEITON (Umist'ování)

Na základě třídění bylo zjištěno, které nástroje jsou pro nás užitečné. Tyto nástroje se poté umist'ují na pracoviště tak, aby nám pomohli pro zaměstnance zabezpečit dostatečně výkonný výrobní proces. Umístění nástrojů na pracovištích se následně zvýrazňují. Lze využít například různých štítků. Označení pracovníkům zajistí lepší vizualizaci nástrojů na pracovišti. [30]

3. SEISO (Úklid)

Určuje nám, že je zapotřebí vést pracoviště v čistotě za všech okolností. Nevěnujeme se úklidu pouze tehdy, když nám brání k vykonávání kvalitní pracovní činnosti na pracovišti. [30]

4. SEIKETSU (Standardizace)

Tento krok sjednocuje pracovní úkony skupiny pracovníků provádějících stejné úkony na pracovišti. Pracovníci by neměli úkony provádět rozdílně. [30]

5. SHITSUKE (Udržení)

Snaha o udržení kvality předchozích čtyřech kroků metody 5S. Je potřebné neustále dohlížet na kvalitu dodržování těchto postupů. [30]

Obr. 8 Názorná aplikace 5S



Zdroj: převzato z [1]

4.1.11 JIT

JIT (Just in Time) vznikl a začal být poprvé zužitkován jako jeden ze základních pilířů řízení výroby již během třicátých let minulého století. Byl vyvinut v Japonsku ve firmě Toyota. Největší boom přišel až počátkem osmdesátých let. Hlavní koncepcí tohoto přístupu je produkce nejpotřebnějších výrobků v takovém množství, které je nejnútnejší vyrobit v co možná nejpozději akceptovatelném čase. Kvalita těchto výrobků ovšem musí být stoprocentní. Snažíme se tedy o omezení udržování zásob ve skladech. Díky tomu se následně eliminují i další pohyby zásob ve skladech a mezi sklady. Tuto skutečnost se zajistí tím, že se budeme řídit pouze současnou aktuální potřebou materiálu pro výrobu. Musí být ovšem vytvořena kvalitní vazba s dodavatelem, který se musí zaručit tím, že nám zajistí včasné dodávky v přesném množství a zhotovení. Díky tomuto aspektu budou moci být tyto dodávky zaváděny včas rovnou do výroby. [17] [15]

Dle Kavka kol. (2018) lze vytyčit tyto přínosy a nevýhody aplikace JIT.

Přínosy strategie JIT

- 1) Minimalizace stavu zásob i nedokončených výrobků.
- 2) Z toho vyplývající i menší nároky na skladové prostory.
- 3) Zvýšení kvality výrobků.
- 4) Snížení materiálních nákladů.
- 5) Ušetření času při plánování výrobního procesu, jelikož zavedení JIT má za následek nutnou spolupráci oddělení výroby a logistiky.

Nevýhody strategie JIT

- 1) Závislost na kvalitní vazbu mezi odběratelem a dodavatelem.
- 2) V některých případech může mít vliv na zhoršení životního prostředí díky vyšší četnosti dodávek od kamionových dopravců.

4.1.12 KANBAN

Základní stavebním kamenem této metody je předchozí varianta JIT. Jedná se o japonskou verzi tohoto přístupu k řízení výroby. Kanban je dále nosným pilířem štíhle výroby k uskutečnění JIT. Tento přístup byl vyvinut v japonské firmě Toyota. Slovo kanban pochází z japonštiny a je to označení pro štítek. Informace jsou zde tedy zaznamenány na štítkách (kartách). Tyto štítky jsou uchyceny na přepravníky pro materiál. Štítek složí jako objednávka a zároveň jako přepravní průvodka. Pokud pracovníkovi na určitém úseku výroby dojde materiál, odešle kanban na konkrétní pracoviště, které má za úkol tento materiál dodávat. Na tomto pracoviště se přepravník doplní na původní množství a s předešlým kanbanem odešle zpět pracovníkovi (objednateli). Těchto kanbanů na objednání tohoto materiálu je omezený počet a nepřekročí přípuštěný stav zásob na tento materiál. [17]

Kanban využívá systému tahu (PULL). To má za následek, že další část pracovního úkonu se začne zpracovávat až po dokončení předchozího úkonu (kvůli uvolnění kapacity pro navazující proces). Tímto se liší od běžného tlakového přístupu, který často vede k přeplnění výrobního procesu a ke vzniku prostojů. [19]

Vedle karet je dalším velmi účelným nástrojem Kanban Board, Tato tabule slouží k lepší vizualizaci jednotlivých požadavků ve výrobním procesu. Kanban Board má obvykle tři části, kde jsou zobrazeny tři aktuální stavy výrobního procesu. Prvním je TO DO neboli zásobník, následuje DOING, který představuje část výrobků, na kterých se zrovna pracuje. Na závěr DONE, kde je již vše dokončeno. [19]

4.1.13 SCM

SCM (Supply Chain Management) je typ dodavatelské firemní sítě a slouží k řízení dodavatelských řetězců. Tato metoda přináší a kombinuje dvě pozitiva. SCM optimalizuje průtok celým systémem a zároveň eliminuje plýtvání. Dodavatelský řetězec se skládá celkem ze třech účastníků. Řadí se sem dodavatelé, výrobci a na závěr odběratelé. SCM slouží dnes velmi často jako součást výpočetního systému ERP. [15]

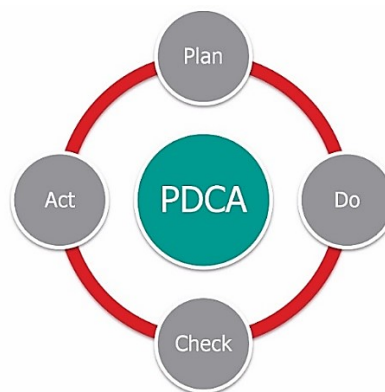
4.1.14 KAIZEN

V předchozí kapitole jsme se věnovali metodě 5S. Tato metoda nachází ve velké míře uplatnění v přístupu Kaizen. Formou Kaizen se snažíme zapojit všechny zaměstnance do zlepšení chodu podniku. Tímto krokem se opět snažíme zamezit plýtvání. Nejedná se ovšem pouze o vedoucí pracovníky a manažery, kteří mají zlepšování výrobních procesů v popisu práce, ale i o dělníky. Tudiž se i dělníci aktivně zapojují do chodu organizace a přispíváme k lepší firemní kultuře. [9]

✓ Demingovo kolo/PDCA cyklus

Kaizen využívá tzv. Demingův okruh. S tímto objevem přišel W. E. Deming v 50. letech v Japonsku. Od PDCA cyklu si slibujeme, že ve firmě získáme vysokou kvalitu konečného výstupu a tím pádem lepší konkurenceschopnost z důvodu ocenění kvality výrobku konečným spotřebitelem. Cyklus se skládá ze čtyř kroků. Jsou to kroky plánuj (plan), udělej(do), zkontroluj (check) a jednej (act) a stále se opakují. [30] [15]

Obr. 9 PDCA cyklus



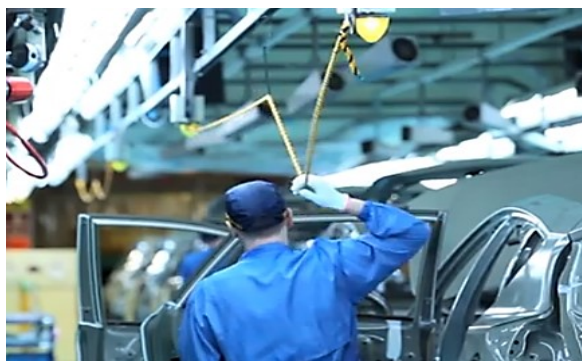
Zdroj: převzato z [10]

Andon

Slovo Andon pochází opět z Japonska. Konkrétně se jedná o pradávnu japonskou lucernu. Následně tento termín převzala společnost Toyota. Andon se ve své jednoduché podobě začal využívat již v třicátých letech dvacátého století ve společnosti Ford. Zde se ovšem jednalo pouze o druh kabelu, za který mohl pracovník zatáhnout v případě abnormality ve výrobním procesu. Můžeme se zde setkat i s použitím tlačítek. Výhodou je, že ve větších výrobních prostorách mají pracovníci větší šanci na tento kabel dosáhnout. K tlačítkům zaměstnanci musí dojít a dojde ke plýtvání časem. [28]

Toto použití má velký potenciál na výrobních linkách automobilů (viz obr.10). Na obrázku můžeme vidět praktické využití tohoto kabelu. Pracovník tahá za Andon kabel a ihned dojde výstražné signalizaci, která se okamžitě přenáší až k zodpovědnému vedoucímu pracovníkovi. V případě opakovaných problémů může vedoucí pracovník vyhodnocovat příčiny vzniku abnormalit a zavádět nápravná opatření. [28]

Obr. 10 Ukázka Andon kabelu na výrobní lince







Zdroj: převzato z [5]

Dalším typickým andonem se kterým se můžeme setkat je semafor. Tento semafor je umístěn na dobře viditelném místě (nejčastěji nad strojem, linkou) a ukazuje nám současný stav výrobního zařízení za využití barevné signalizace (viz obr.10). [28]

Obr. 11 Barevná signalizace Andonu

Andon

	Není v taktu / potřeba zastavit linku
	Potřeba údržby
	Linka pracuje
	Potřeba údržby

Zdroj: převzato z [12]

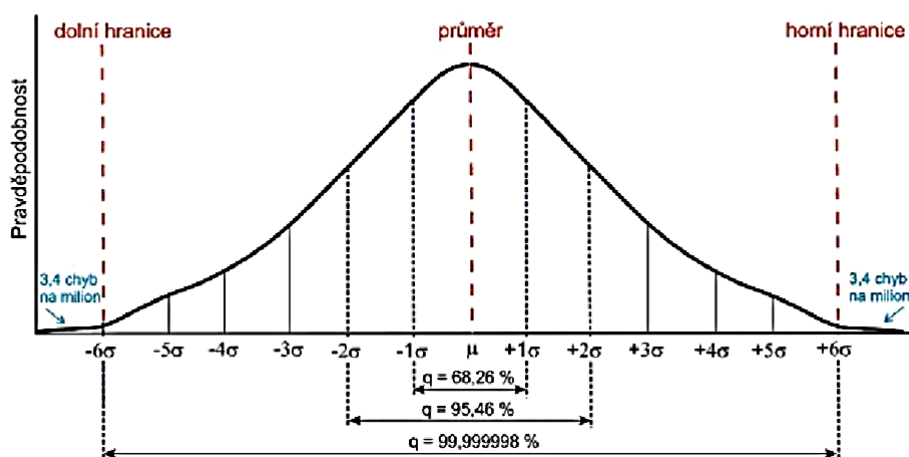
Nedílnou součástí použití Andonu jsou i tzv. Andon tabule. Tyto tabule shromažďují veškeré potřebné informace z Andon systému a vyobrazují tyto skutečnosti na LED panelu, který je opět na dobře viditelném místě pro všechny pracovníky (například na výrobní lince). Na těchto LED tabulích můžeme nejčastěji vidět aktuální a plánovaný stav výroby (např. v procentech). [28]

4.1.15 Six Sigma

Metodologie Six Sigma byla vynalezena ve firmě Motorola a kladla si za cíl změny v konečné kvalitě výrobků, v tomto případě televizorů. Každý pátý vyrobený televizor byl poruchový, což je vysoké číslo a z hlediska nákladů je to neudržitelné. Inženýři firmy Motorola chtěli tento aspekt vyřešit beze změny již zavedených výrobních technologií. Narozdíl od metodiky TQM se u Six Sigma setkáváme s rozdílnými charakteristikami rozhodujícího pojmu kvalita. Za prvé kvalitu můžeme vnímat jako maximální možnou technologicky dosažitelnou možnost výsledné kvality, kterou vůbec lze dosáhnout. Druhý pohled na kvalitu je reálnější a jde o skutečnou kvalitu našich výrobků, kterou na výstupu dosáhneme. Oblast mezi těmito dvěma pohledy se nazývá plýtvání. Na tento druh plýtvání se poté metodologie Six Sigma soustřeďuje. [30]

Six Sigma je přístup, který využívá pokročilých statistických nástrojů. Toto je hlavní rozdíl oproti ostatním zlepšovatelským nástrojům. Velmi častý příklad využití statistických dat můžeme vidět na obrázku níže. Jedná se o příklad Gaussova rozložení u metodologie Six Sigma. Na této křivce můžeme vidět, že význam Six Sigma spočívá v dosažení maximálně 3,4 chyb na milion příležitostí. [30] [15]

Obr. 12 Příklad Gaussova rozložení u Six Sigma



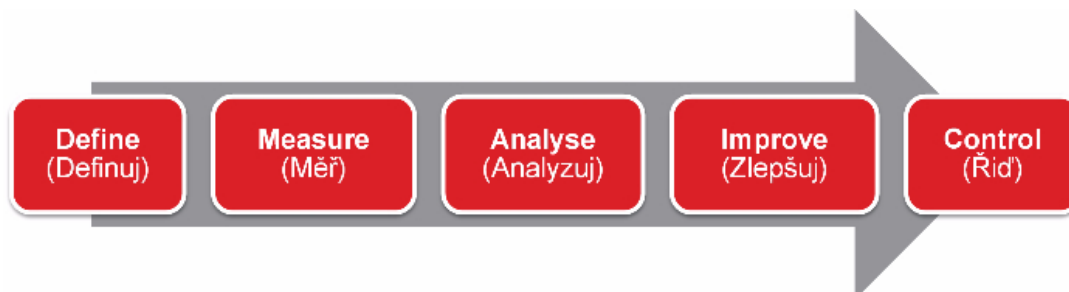
Zdroj: převzato z [15]

Nosným pilířem úspěšnosti a aplikace Six Sigma je cyklus DMAIC, který vychází z cyklu PDCA. Zkratka DMAIC používá první písmena všech pěti kroků v tomto cyklu. Tento cyklus si nyní blíže uvedeme.

Cyklus DMAIC [30]

1. **Define (Definování)** – Definuje cíl našeho zlepšujícího projektu. Vycházíme z existující databáze, kde nalezneme informaci o kvalitě. Následně získáme znalosti o zdrojích vzniklých abnormalit. Dále musíme definovat rámec, kde se budeme pohybovat. Musíme tedy ohraničit začátek a konec sledovaného procesu, aby nedocházelo k neustálému narůstání projektu.
2. **Measure (Měření)** – Shromáždění měřitelných dat, které se týkají našeho procesu.
3. **Analyse (Analyzování)** – Shromážděná naměřená data poté analyzujeme pomocí statistických a analytických nástrojů.
4. **Improve (Zlepšování)** – Zformujeme, otestujeme a následně zavedeme do výroby náš nový inovační prvek, který má odstranit plýtvání.
5. **Control (Kontrolování)** – Přesvědčování se o správném fungování našeho řešení. Nelze také opomenout trvalé udržení nově zavedených nápravných opatření.

Obr. 13 Cyklus DMAIC



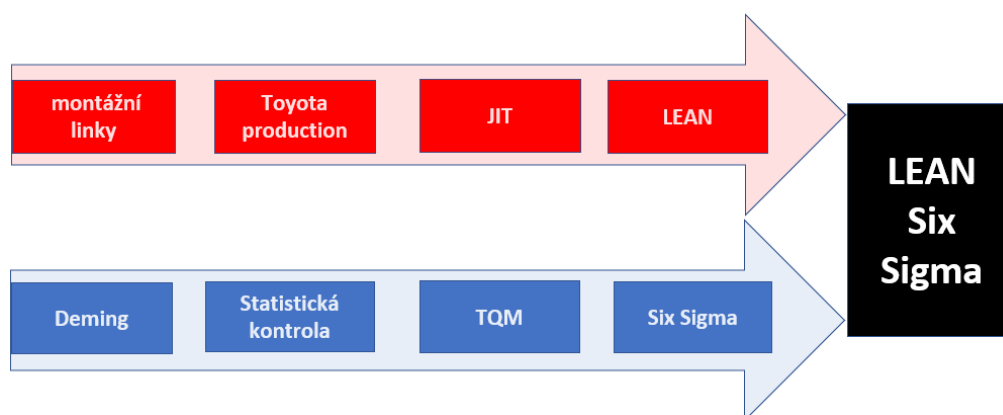
Zdroj: převzato z [10]

4.1.16 Lean Six Sigma

Podniky si v moderní době, díky své rozsáhlosti, účelnosti a pružnosti v různých konkrétních situacích vybírají kombinovanou metodiku Lean Six Sigma. Díky této metodice aplikují podniky ve výrobních procesech výhody z obou původních metod. Toto lze vidět na následujícím obrázku. [30]

Na následujícím obrázku lze vidět postupný vznik metodiky Lean Six Sigma ze dvou odlišných směrů. Vznikl nám přístup, který využívá cyklu DMAIC a jeho předchůdce PDCA.

Obr. 14 Historie vzniku Lean Six Sigma



Zdroj: vlastní zpracování

4.1.17 Jidoka

U tohoto přístupu je opět nosným tématem výsledná kvalita výstupu, kterou se snažíme docílit prevencí a neustálého sledování procesu. To se snažíme docílit pomocí všech pracovníků, kteří se zúčastňují výrobního procesu. Nejedná se ovšem pouze o zodpovědnosti pracovníka jenom za svojí konkrétní činnost, ale pracovník může kvalitu ovlivnit i nepřímo. To nastane, pokud spatří nějakou abnormalitu v jiné části procesu. [30]

4.1.18 TQM – Total Quality Management

Jedná se o komplexní přístup orientovaný na uspokojení zákazníků pomocí odpovídající kvality výstupů, na které se podílejí všichni zaměstnanci podniku. Vedoucím je tedy náš zákazník, jehož požadavkem se řídí zaměstnanci uvnitř podniku a podílí se na neustálé optimalizaci kvality pomocí osmi základních principů. To vše je děláno za účelem dosažení dokonalosti. [14]

Principy TQM ^[14]

- 1) Řídit se požadavkem zákazníka.
- 2) Zapojení všech zaměstnanců.
- 3) Procesně orientované řízení.
- 4) Integrovaný systém.
- 5) Strategický a systematický přístup.
- 6) Neustálé zlepšování.
- 7) Objektivní rozhodování.
- 8) Komunikace.

4.1.19 TPM

Snahou tohoto konceptu je snížit náklady vynaložené na provozuschopnost strojů. Zároveň se zvýší jejich produktivita. V TPM se vychází z faktu, že pracovník pracující na konkrétním stroji má nevhodnější pozici z hlediska prevence a nalezení nevhodné abnormality. Aktivně tedy zapojujeme pracovníky obsluhy do preventivní údržby strojů a snažíme se, aby každý pracovník svým výrobním zařízením porozuměl. TPM se opírá o pět hlavních pilířů zamezujících prostojů strojních linek. [16]

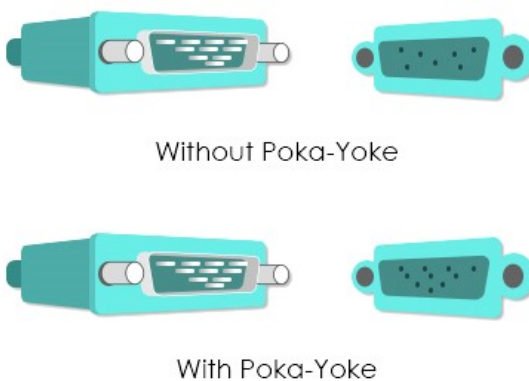
Pilíře TPM [16]

- 1) Provoz výrobní zařízení ve vhodných podmínkách (mazání, čištění).
- 2) Respektování pravidel provozních podmínek daných výrobcem.
- 3) Brzké nalezení a výměna poškozených prvků zařízení.
- 4) Odstranění a optimalizace konstrukčních nedostatků.
- 5) Dostatečné školení pracovníků v obsluze a údržbě výrobního zařízení.

4.1.20 Poka-yoke

Poka yoke je poměrně jednoduchá metoda, která má své kořeny v přístupu Jidoka a klade si za cíl zabránit chybám a zcela se vyhnout zmetkům ve výrobě. Z praxe je zřejmé, že většina chyb pochází od samotných pracovníků. Chybovat je lidské, a proto nesmíme zaměstnance touto skutečností demotivovat, ale namísto toho se snažíme všem chybám předejít. S Poka Yoke se nejčastěji setkáme u vodičích kolíků, optických snímačů, počítadel a koncových snímačů. Na obrázku č.15 můžeme vidět použití Poka Yoke u koncovky kabelu od monitoru počítače. [22]

Obr. 15 Praktické využití Poka-Yoke



Zdroj: převzato z [7]

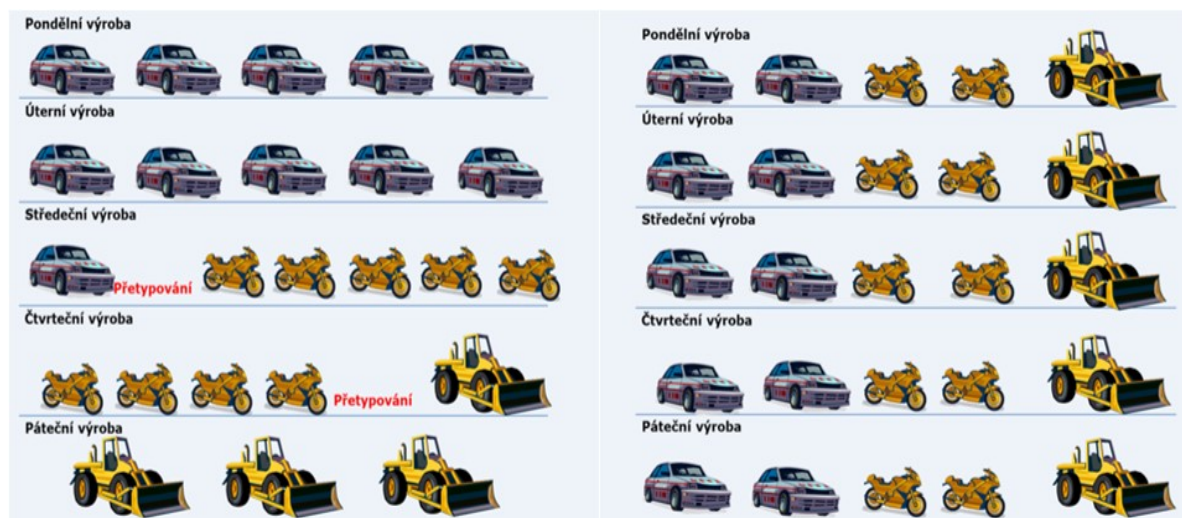
4.1.21 WCM

Filozofie WCM shromažďuje několik přístupů v oblasti řízení výroby. Patří sem EFQM, TQM, JIT, Kaizen, Six Sigma, Lean manufacturing. U WCM nesmíme ovšem zapomenout na správně určený směr výrobní strategie. Za předpokladu kombinace těch nejefektivnějších přístupů chceme ve WCM dojít k několika cílům. Díky těmto metodikám dosáhneme snížení nákladů, snížení vad, lepší kvality a dodávek v přesném množství, čase a zhotovení. [14]

4.1.22 Heijunka

Tento přístup napomáhá vyrovnávat nepředvídatelnou poptávku zákazníků po různorodém mixu produktů a zamezit plýtvání. Tento mix se názorně vyobrazí na tabuli, na které se pomocí kanbanových karet sestaví časový harmonogram výroby. Tento harmonogram se tedy neřídí pouze tahem zákazníka. Na rozdíl od pouhého systému tahu bere v úvahu i vyrovnané rozvržení výroby bez plýtvání. [15] [32]

Obr. 16 Výrobní mix pomocí přístupu Heijunka



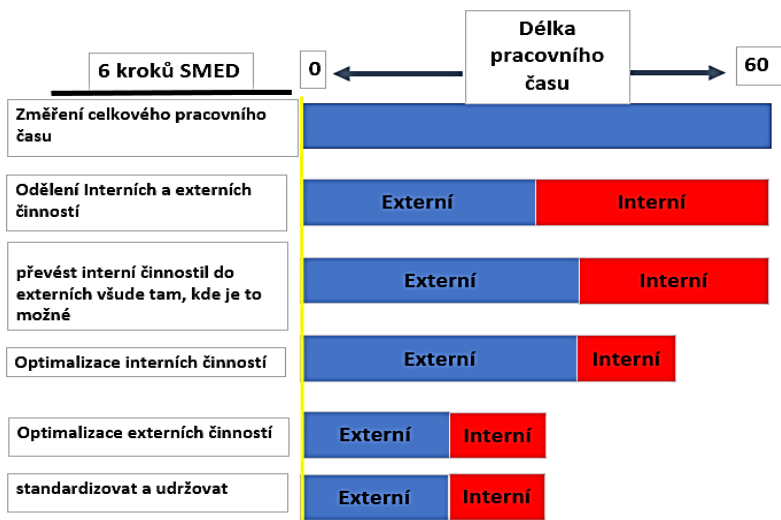
Zdroj: převzato z [32]

4.1.23 SMED

Díky zavedení SMED (Single Minute Exchange of Die) do výroby získáme lepší flexibilitu výrobních procesů a zamezíme vzniku plýtvání. Principem je optimalizovat výrobní operace spojené s výměnou nástrojů. Tímto krokem se zamezí vzniku neproduktivního času ve výrobě. Nejdříve musíme všechny činnosti, které souvisejí s výměnou nástrojů rozdělit na externí a interní. Interní činnosti provádíme při zastaveném výrobním zařízení, kdy výrobní linka stále ještě zpracovává předešlou dávku materiálu. V dalším kroku se interní činnosti

snažíme zredukovat tím, že se je budeme snažit vykonávat externě. Na závěr optimalizujeme časy interních a poté i externích činností. [33] [16]

Obr. 17 6 kroků zavedení SMED



Zdroj: vlastní zpracování dle [26]

4.1.24 TOC

TOC je poměrně nový a moderní koncept, který slouží ke zvýšení průtoku výrobou a neustálé optimalizaci kritických míst. Tyto kritická místa nazýváme úzká. Základní ideou tohoto konceptu je skutečnost, že v každém podniku lze tyto úzká místa nalézt a vhodně optimalizovat. V rámci TOC existuje několik zlepšovacích metod, které se podrobněji vysvětlíme v kapitole 5. TOC nachází uplatnění ve všech firemních oblastech. My se ovšem zaměříme na oblast plánování a řízení výrobních procesů. [15] [3]

4.1.25 Průmysl 4.0

Průmysl 4.0 započal v Německu, kdy německá vláda přišla s požadavkem na digitalizaci průmyslu. Výsledkem jsou chytré továrny, které využívají kyber-fyzikální systémy pronikající do každodenních aspektů našich životů. Toto je prvotní rozdíl oproti automatizaci výrobních procesů. Aby aplikace kyber-fyzikálních systémů byla úspěšná, musíme plně integrovat internetové komunikační standardy. Z tohoto důvodu firmy spolupracují s telekomunikačními společnostmi (IBM, SAP). V průmyslu 4.0 se často setkáváme s pojmem internet věcí (IoT). IoT bezdrátově pomocí cloudu spojuje veškerá zařízení. Nepropojujeme pouze jednotlivé stroje a automatizační prvky, ale i veškerá data z výrobních procesů a logistický řetězec. Od IoT se také očekává produkce v menších dávkách a pozvolný ústup od sériové výroby. Nedochozí

pouze ke zlepšování výrobních procesů, ale i samotných produktů. Vzniklé výrobky budou stejně jako továrny chytré se schopností bezdrátové komunikace. [14]

Průmysl 4.0 má i své odpůrce. Je jím například profesor Peter Staněk z ekonomického ústavu Slovenské akademie věd. Varuje před zvýšením míry nezaměstnanosti a odmítá přijmout fakt, že na každé místo zaniklé ve prospěch digitalizace vznikne až 2,5 nově vzniklých míst. Jeho tvrzení se opírá o několik faktů. Prvním důkazem může být, že doposud z větší části zanikala místa sloužícím nekvalifikovaným pracovníkům na výrobních linkách v důsledku automatizace. Umělá inteligence dokáže totiž obsadit i místa potřebující větší odbornou kvalifikaci. Vychází i z výzkumu, který provedl Massachusettský technologický institut. V tomto výzkumu vychází nepříjemný fakt, že do roku 2030 může zaniknout ve prospěch digitalizace až 55 procent pozic. [8]

4.2 Pokročilé informační systémy k organizaci a řízení výroby

S rozvojem výpočetní techniky začalo čím dál více docházet k uplatňování počítačových systémů při řízení výroby. V následujících kapitolách budou postupně vysvětleny informační systémy, které se uplatňují při řízení výroby a budou historicky seřazeny.

4.2.1 MRP (Material Requirements Planning)

V důsledku již velmi zaostalého principu řízení zásob materiálu pomocí normování vznikl systém MRP, který tento zastaralý systém nahradil pomocí výpočetní techniky. Tento informační systém vznikl během 60. let v USA a jeho hlavní úkol spočíval v plánování materiálových zásob než ve skutečné efektivní podpoře a řízení výrobních procesů jako u jeho nástupce (MRPII). V MRP se řídíme skutečnou aktuální potřebou materiálu, kterou udává hrubý výrobní plán, ve kterém je známo kolik výrobků si zákazník přeje (zpravidla během jednoho týdne) vyrobit. MRP je tedy prvním krokem k počítačovému řízení výroby, a ačkoliv řídíme pouze zásoby a neplánujeme samotnou výrobu, získáme výhodu ve snížení počtu zásob a nákladů s tímto aspektem spojenými (menší skladovací prostory, menší nároky na počet pracovníků ve skladech). [17]

4.2.2 MRP II

Na základě nedostatku, že se MRP musí řídit pouze hrubým rozvrhovým plánem výroby, což může mít za následek určité odchylky co se týče množství potřebných zásob. Byl vytvořen zdokonalením MRP nový informační systém s názvem MRP II a nachází uplatnění

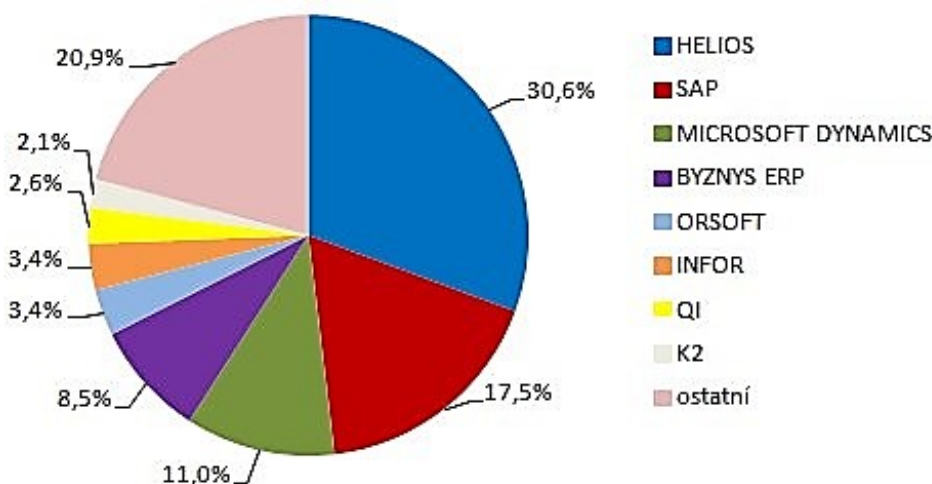
i v nynějších časech. Jádrem této výpočetní aplikace zůstává stejné a je jím MRP, který je rozšířen o řízení výroby a kapacitní požadavky výroby za současného předvídání poptávky ze strany zákazníka. [17]

4.2.3 ERP (Enterprise Resource Planning)

Když probíhal rozvoj výpočetní aplikace MRP II vznikl požadavek i na řízení ostatních procesů uvnitř podniku. Spojením MRP II a těchto ostatních podnikových oblastí (finance, prodej a marketing, personalistika, dodavatelské řetězce atd..) vznikl nový systém ERP. ERP tedy zahrnuje data ze všech podnikových oblastí a spojuje je do jedné databáze, která nám umožní komplexní pohled na vše, co se děje uvnitř našeho podniku a umožní nám tyto procesy kontrolovat a spravovat. [17]

ERP systémy se pak dále liší v tom jaké všechny oblasti podnikových procesů obsahují, v jakém odvětví se podnik angažuje a jaká je jeho velikost. V Praxi se jedná o rozšíření o moduly pro správu a řízení lidských zdrojů (HRM), modul specializovaný na požadavky zákazníka (CRM) a již jednou v práci zmíněný SCM. Nejpoužívanějším systémem, který obsahuje moduly HRM i CRM je v České republice HELIOS ORANGE, GREEN. [2]

Obr. 18 Zastoupení ERP na českém trhu pro velké podniky



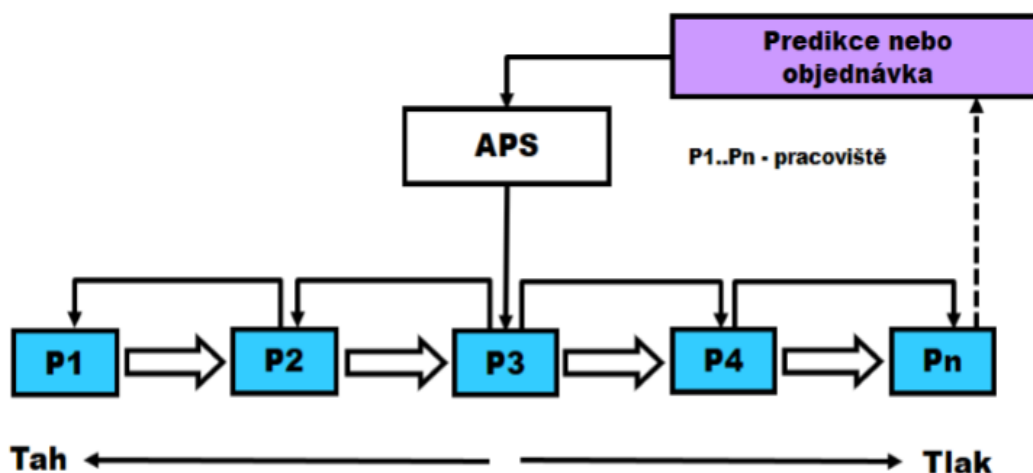
Zdroj: převzato z [2]

Ve světě nalezl nejvíce uplatnění německý systém SAP, který byl zároveň i první ERP systém uvedený na trh a byl založen dřívějšími pracovníky společnosti IBM v roce 1972. Nyní má společnost SAP více než 413 000 zákazníků z celého světa a za rok 2017 dosáhla tržby dosahující téměř 23 miliard eur. [29]

4.2.4 APS (Advanced Planning System)

Tento systém si můžeme pro zjednodušení představit jako nadstavbu ERP. APS je plánovací systém, který umožňuje vstupy optimálně přidělovat k požadavkům vycházejících přímo z poptávky. Díky zavedení systému APS lze eliminovat nebo úplně odstranit plýtvání (MUDA). Další výhodou je řízení výroby s ohledem na určité omezení. APS kombinuje systém tahu a tlaku, což můžeme vidět na následujícím obrázku. [15]

Obr. 19 Schéma metody APS



Zdroj: převzato z [15]

✓ Možná úskalí implementace APS

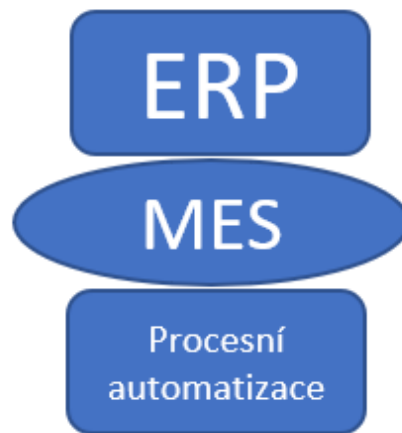
Pokud chceme úspěšně aplikovat APS musíme mít v první řadě velmi přesná data. Z tohoto požadavku vyplývá poměrně zdlouhavý proces implementace této metody. Díky tomuto zdlouhavému způsobu implementace se i často v praxi setkáme s tím, že firmy namísto detailního plánování výroby implementujeme APS pouze na několik procesů, například na komplexnější plánování nákupu. [20]

4.2.5 MES (Manufacturing Execution System)

MES je podnikový informační systém sloužící k efektivnímu řízení výroby a vytvoření vazby v mezeře, která vzniká mezi procesní automatizací a ERP systémem. Díky systému MES zefektivňujeme veškeré výrobní procesy od samotné objednávky, přes výrobu až po hotový produkt. Aplikací tohoto systému chceme dosáhnout třech cílů. Chceme snížit výrobní náklady, zvýšit kvalitu a dosáhnout pružnější reakce mezi ERP systémem a procesní automatizací. [25]

MES systémy se vyvíjejí pozvolnějším tempem oproti ostatním informačním systémům. Zvýšit dostupnost MES systémů na trhu se snaží společnost s názvem MESA. Tato společnost charakterizovala 11 oblastí, kde lze uplatnit MES systémy. Jsou to krátkodobé rozvrhování, přidělování zdrojů a kapacit, dispečerské řízení, správa dokumentace sledování toku materiálu, analýza výkonnosti, řízení pracovních sil, řízení údržby, řízení procesu, řízení jakosti a sběr dat. [25]

Obr. 20 Oblast působnosti systému MES



Zdroj: vlastní zpracování dle [25]

5 Vlastní řešení – metody TOC a možnosti aplikace ve výrobě

Dle BASL, J a kolektiv (2003) lze charakterizovat tento hlavní cíl metody TOC: „*Hlavním cílem podniku podle TOC je vydělávání peněz, a to nyní i v budoucnosti.*“

Předpokládá se, že každý podnik chce dosáhnout určité prosperity. Nastává tu ovšem problém, že ji lze dosáhnout pouze za předpokladu, že se budeme řídit dvěma navzájem konfliktními situacemi. Prvním předpokladem je dosáhnout co nejnižších nákladů. Ovšem pokud se chceme vydat cestou prosperujícího podniku, musíme brát v potaz i jednu ze základních myšlenek teorie omezení, která nám říká, že prosperita podniku je dána velkým průtokem. Průtokem se rozumí peníze získané za prodej výrobků zmenšené variabilními náklady. Nastává nám tedy konflikt těchto dvou potřeb, kdy můžeme řídit podle nákladů nebo podle průtoku. V praxi je obvyklé, že se nám tyto dvě skutečnosti mění podle času. Například při počátku plánování a realizace zakázky věnujeme značnou pozornost nízkým výrobním nákladům. Nastane ovšem situace, že se nám přiblíží datum dokončení dané zakázky a my se začneme více věnovat dokončení a potřebám zákazníka. Díky tomuto aspektu nám začne převládat řízení podle průtoku s cílem včasného dokončení zakázky s určitým výdělkem. [3] [21]

5.1 Omezení průtoku

TOC nám říká, že v každém podniku existují omezení, která nám znesnadňují maximalizovat průtok. Omezení nám tedy určuje velikost našeho průtoku. V TOC nazýváme omezení úzkým místem, které diktuje rychlost průtoku celým výrobním systémem. Lze tedy říct, že veškerý čas ztracený v úzkém místě je čas ztracený v celém systému. Z toho vyplývá že čas, který bude ušetřen jinde nemá žádný vliv na velikost průtoku. Úzké omezení může mít fyzický nebo nefyzický charakter. Omezení mohou vznikat při špatně definované podnikové politice podniku, nekvalitním přístupem zaměstnanců, manažerů a vedoucích pracovníků k řešení daných úkolů. Omezení mohou být i fyzického charakteru, jako například zastaralé stroje a výrobní linky s malou výrobní kapacitou, ale i špatně zvolené výrobní dávky na konkrétním stroji. [3] [21]

5.2 Metody zlepšování dle TOC

V konceptu TOC jsou celkem tři principy, mezi kterými lze vybírat podle konkrétního problému se kterým se potýkáme.

Dle Basl, J a kolektiv (2003) lze principy zlepšení rozdělit na:

- 1) Sokratovskou metodu dotazování.
- 2) Princip pěti kroků.
- 3) Techniky postavené na principu následek/příčina/následek.

A. Sokratovská metoda

Tato metoda je založena na dialogu mezi účastníky procesu, kterou využíval řecký filozof Sokrates při výuce. Dialog je založen na dotazování a následnému zodpovídání otázek k podnícení kritického myšlení za účelem nalezení správné odpovědi. [3]

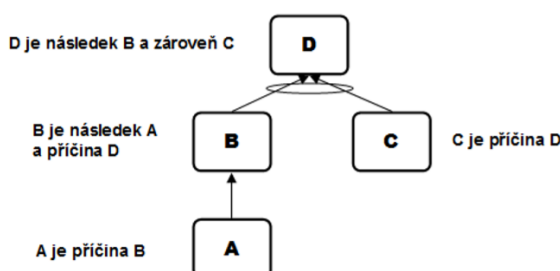
B. Metoda pěti kroků [3]

- 1) V prvním kroku musíme úspěšně naleznout omezení systému.
- 2) Ve druhém kroku je naší snahou zužitkovat toto nalezení na maximum, jelikož každý čas, který v tomto omezení ztratíme je roven času ztracenému v celém systému.
- 3) Ve třetím kroku přizpůsobíme všechny ostatní procesy tomuto úzkému místu.
- 4) Ve čtvrtém kroku se věnujeme odstranění úzkého místa.
- 5) Když úspěšně odstraníme úzké místo tak se opět vrátíme k prvnímu kroku metody pěti kroků.

C. Techniky postavené na principu následek/příčina/následek

V této technice je nosným základem předchozí metoda pěti kroků, která je doplněna vizualizací pomocí diagramů (stromů), které se řídí principem kauzality. Zde je tedy prvotním cílem oproti mechanickému použití přehledné zobrazení procesu pomocí vizualizačních technik, které dokážou lépe podpořit náš pohled na daný prvek a nalézt inovativní řešení. [3]

Obr. 21 Diagram následek/příčina/následek



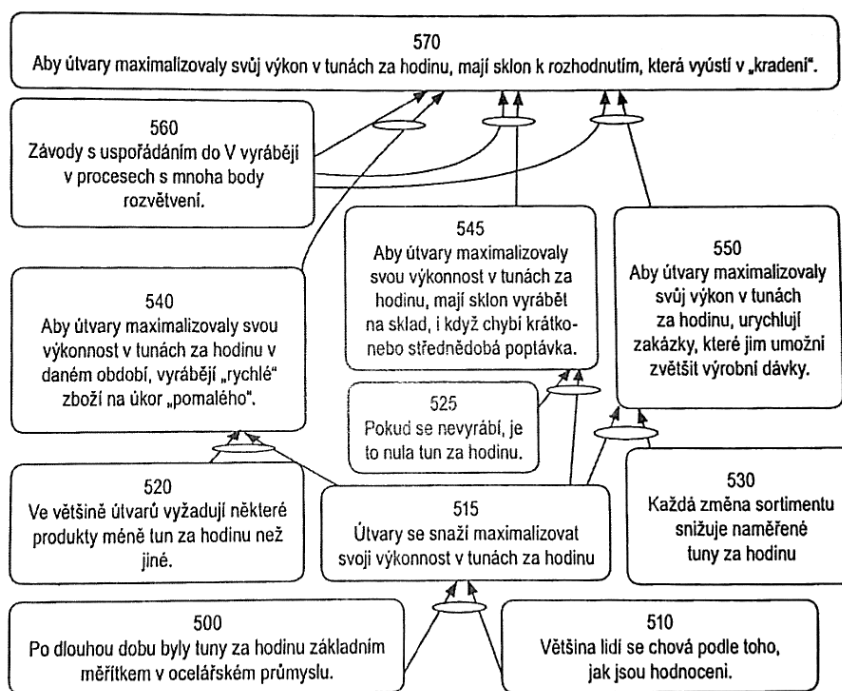
Zdroj: převzato z [15]

Diagram (strom) se skládá ze dvou grafických znázornění. Vztah mezi příčinou a následkem nám udává vazba „jestliže – pak“ která je ve stromu znázorněna pomocí šipky. Pokud v našem procesu následek tvoří dvě příčiny tak tento stav znázorníme pomocí logického operátoru „and“, který se graficky znázorňuje jako elipsa. [3]

✓ Thinking Processes (TP)

V této metodě pracujeme s tzv. stromem současné reality (CRT). Jak už v názvu vypovídá, tímto stromem popisujeme aktuální situaci (stav) problému a klademe si za cíl přetvořit ji k lepšímu. Setkáme se obvykle s několika nežádoucími efekty, které tento problém způsobují. Poustup je následující. Nejdříve si stanovíme konkrétní oblast zkoumání, pro kterou sestavíme seznam všech možných nežádoucích efektů, které mají vliv na náš problém. Následně sestavíme diagram následek/příčina/následek kde nežádoucí efekty spojíme pomocí grafických vyjádření (šipky a elipsy) jako v předchozí kapitole. Na závěr na tento strom aplikujeme Paretovu analýzu. Paretova analýza vyháází z pravidla 80/20. Toto pravidlo udává, že 80 % problému v podniku pochází z 20 % příčin. [3]

Obr. 22 Příklad stromu současné reality



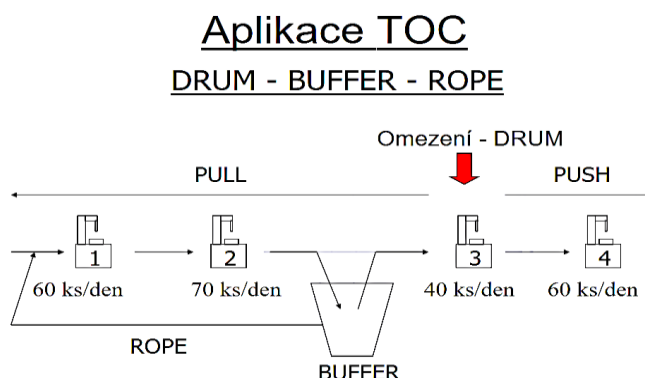
Zdroj: převzato z [3]

5.3 Plánování a řízení výroby dle TOC-DBR

Zde se opět vracíme ke konfliktní situaci mezi způsobem řízení podle nákladů nebo podle průtoku. K tomu nám poslouží metoda Drum – Buffer – Rope. [3]

Jak je patrné z následujícího obrázku, tak metoda DBR kombinuje tlačný (push) a tažný (pull) systém řízení výroby. Změna těchto systémů nastává od nějakého druhu omezení (úzkého místa). V tomto případě se jedná o pracoviště schopné zpracovat pouze 40 ks/den. Proto je toto omezení zásobeno zásobníkem (buffer), který bude v této kapitole později podrobně charakterizován. [7]

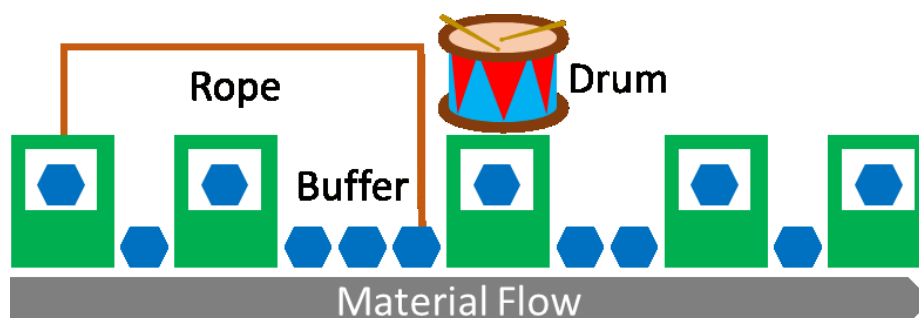
Obr. 23 Ukázka aplikace DBR



Zdroj: převzato z [7]

Tato metoda se skládá ze tří kroků. Drum je úzkým místem a můžeme si ho představit jako buben, který udává svým bubnováním rytmus výroby. Buffer slouží jako zásobník úzkého místa, aby mu nedošel potřebný materiál. Rope neboli lano zprostředkovává signál, který vede ze zásobníku na začátek celého procesu. [27]

Obr. 24 Názorný princip DBR



Zdroj: převzato z [27]

1. Drum (buben)

Drum nám určuje rozsah výroby, který je dán velikostí úzkého místa. Podle bubnu sestavujeme hlavní výrobní plán, jelikož nemůžeme vyprodukovat více výrobků, než nám toto úzké místo dovolí. Při sestavování plánu se řídíme třemi ukazateli. [3]

Jedná se o: [3]

- 1) Výrobní priority.
- 2) Procesní velikost dávek.
- 3) Přepravní velikost dávek.

✓ Priority

K úzkému místu se vztahuje požadavek zákazníka dokončit určitou výrobní zakázku v čase, který požaduje. Tento požadavek nazýváme výrobní prioritou. Pokud úzké místo není závislé a nekoordinuje se s jinou procesní dávkou, tak se velikost procesní dávky shoduje s objednávkou ze strany zákazníka. V praxi se setkáváme i s případy, kdy tyto procesní dávky musíme adekvátně koordinovat. [3]

✓ Procesní velikost dávek

Při nutnosti koordinace výrobních dávek, musíme určit optimální procesní velikost dávky. Tato velikost ovšem není stálá, co se týče času a je pro každý produkt je rozdílná. Takže pokud nám úzké místo produkuje dva výrobky, musíme nejprve zjistit kolik času nám zabere vyrobit potřebné množství výrobků pro uspokojení poptávky za určitý čas (například jedna osmihodinová směna). Tento čas vypočítáme jako součin poptávaného množství a kusového času. [3]

✓ Přepravní dávky

Přepravní dávky nám vyjadřují, kolik kusů by bylo nejvhodnější přesunout pohromadě. Zde nám nastává konflikt, zda je vhodné volit menší nebo větší dávky, jelikož nám sice menší dávky umožňují rychlejší tok a tvorbě menších zásob, ale na druhé straně časté zacházení pracovníků s výrobky oproti větším dávkám. [3]

2. Buffer (zásobník)

Před omezující zdroj se umísťuje Buffer, aby bylo možno tento zdroj lépe chránit. Chránění kritického zdroje znamená, že se z něj udělá tzv. zásobník, který omezí nevyužití daného stroje z důvodu nedodávky od předchozího stanoviště. Rozlišujeme dva druhy zásobníků. Kusové zásobníky vyjadřují reálné množství hotových výrobků, polotovarů nebo materiálu. Časové zásobníky se snaží předejít neplánovanému zpoždění zakázky a vyjadřují o kolik času dříve bude realizována dodávka materiálu k pracovišti, než započne samotná manipulace s materiálem na pracovišti. [3]

Tabulka 1 příklad časového zásobníku před kritickým výrobním zdrojem

B. Plánovaný 4 denní zásobník na CCR v pondělí ráno a „díry“ v plánovaném zásobníku				
Hodina	Výrobní příkaz			
	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek
1	101	107	111	116
2			112	
3				
4	102	108	113	117
5				
6	104	110	115	120
7	106			121
8				122
C. Ideální profil obsahu časového zásobníku				
Podíl práce práce přítomné v zásobníku [%]	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek
100				
75				
50				
25				
0				
<i>Poznámka: Profil časového dokumentuje plynulost a rovnoměrnost plnění zakázek. Pro první den je zásoba na 100 %, pro druhý den na 75 %, pro třetí den na 50 % a pro čtvrtý den na 25 %.</i>				

Zdroj: převzato z [15]

3. Rope (Lano)

Jak už bylo zmíněno v úvodu kapitoly, jedná se o signál vedoucí ze zásobníku zpět na začátek výrobního procesu. Snaží se zajistit synchronizaci nekritických pracovišť a našeho kritického zdroje. Rope určuje čemu se budou tyto nekritická pracoviště věnovat. Je to stejný postup jako u kritických pracovišť a opět jsou určovány procesní velikosti dávek a přepravní dávky. [3]

5.4 Příklad realizace úzkého místa

Tato kapitola si klade za cíl nalezení úzkého místa ve výrobní společnosti a pochopit tak lépe problematiku TOC z hlediska řízení výroby. Teoretická část již byla vysvětlena a nyní je

již možné pustit se do samotné analýzy. Nejedná se ovšem o praktickou část, ale pouze o takový úvod s příslibem možného zpracování při psaní diplomové práce a pokračování v problematice.

5.4.1 Představení firmy

Festool GmbH je společnost se sídlem ve Wendlingenu v Německu a specializuje se na výrobu kompletního sortimentu elektrického a pneumatického nářadí. Jedna z výrobních poboček se nachází i v severních Čechách, konkrétně v České Lípě. V sortimentu výrobků, která firma nabízí najdeme například akumulátorové šroubováky, brusky, frézky, okružní a ponorné pily, vrtací kladiva, speciální vysavače, hoblíky atd.

5.4.2 Analýza výrobního procesu

V této kapitole se budeme zabývat úzkým místem při výrobě určitých výrobků. Záměrně není uveden název těchto výrobků z důvodu možného úniku choulostivých dat. Na začátku analýzy byly tyto data týkající se výroby. Tabulka zahrnovala tyto data:

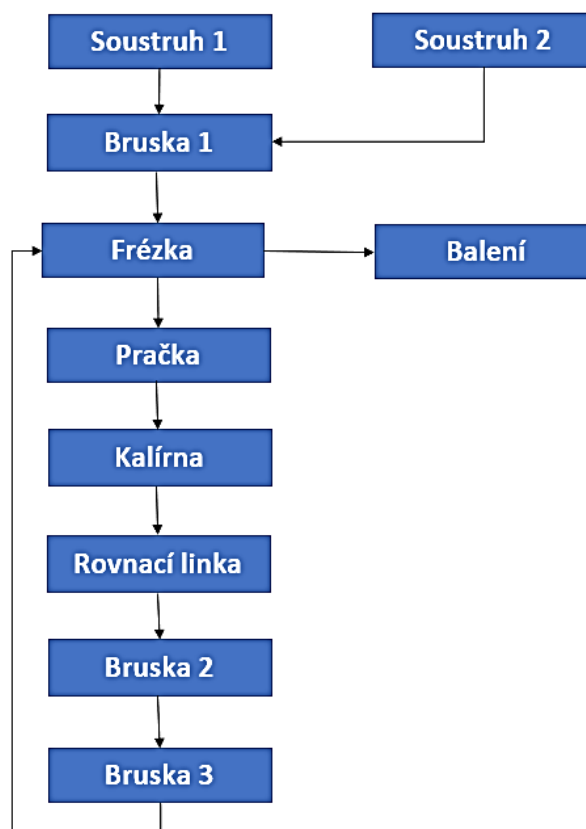
- Typ výrobku: celkem vyrábíme 30 typů jistého výrobku.
- Operace: číslo operace
- Popis technologického postupu:
 - Soustružit
 - Brousit
 - Vyprat + vyfoukat
 - Balit
 - Frézovat ozubení
 - Tepelné zpracování
 - Vyrovnat
 - Frézovat ozubení – loupat
 - Frézovat ozubení – hrubovat
 - Frézovat ozubení – drážkování
- Pracoviště:
 - Soustruh 1
 - Bruska 1
 - Pračka
 - Balení
 - Soustruh 2

- Odvalovací frézka
- Kalící linka
- Rovnací zařízení
- Bruska 2
- Bruska 3
- Seřizovací časy v minutách
- Čas stroje v minutách
- Roční množství

✓ **Hledání zdroje omezení**

Za účelem lepšího pochopení výrobní problematiky byla vytvořena procesní mapa výroby nejmenovaných výrobků. Na procesní mapě můžeme vidět sled všech operací od soudružení až po samotné balení výrobků. Díky procesní mapě lze vidět vytížení odvalovací frézky z důvodu opakování se této operace. Odvalovací frézka je v tomto případě jistý druh omezení, které diktuje rychlost celé výroby. Když na odvalovací frézce dojde ke ztrátě času, tak je to čas ztracený v celém výrobním procesu. Podrobněji viz kapitola 5.1.

Obr. 25 Procesní mapa



5.4.3 Možnosti aplikace ve vybrané firmě

A. Stanovení strojní kapacity a výpočet výrobních dávek

Jako další krok byla zjištěna volná kapacita stroje v hodinách na rok. Pro kalkulaci byl využit standardní 3 směnný model 5 dní v týdnu po 8 hodinách (počítá se 7,5h pro pracovníky, ale stroje s automatizací přestávku nepotřebují). Rok 2019 má 251 pracovních dní, takže je nutnost odečíst 4 dny celozávodní dovolené. Na základě těchto údajů bylo vypočteno celkem 247 pracovních dní. Z důvodu preventivní údržby, poruch, kvalitativních problémů, technologický vzorkování a dalších možných zdržení kalkuluje společnost 80 % dostupnosti stroje pro výpočet kapacit. Na základě těchto údajů už lze vypočítat volnou kapacitu stroje. Ta byla stanovena vynásobením 247 pracovních dní s 24 hodinami. Následně byla tato hodnota vynásobena s hodnotou 0,8 (dostupnost stroje). Nyní už je zřejmý výsledek 4742,4 hodin volné kapacity stroje na rok.

Ve společnosti Festool je všude definovaná výrobní dávka 300ks. Nyní se opět za pomoci kontingenční tabulky zjistí, kolik potřebujeme výrobních dávek za rok. Následně byla hodnota dávek zaokrouhlena na nejbližší vyšší celé číslo. Počty dávek na rok je nutno vydělit počtem pracovních týdnů v roce (51). Nyní je již zjištěn počet dávek jednotlivých výrobků na týden.

Tabulka 2 Výpočty výrobních dávek

Typ hřídele	Roční množství	Počet dávek/rok	Dávek/týden
Výrobek 1	12136	41	0,80
Výrobek 10	18455	62	1,22
Výrobek 11	4560	16	0,31
Výrobek 12	720	3	0,06
Výrobek 13	300	1	0,02
Výrobek 14	2592	9	0,18
Výrobek 15	450	2	0,04
Výrobek 16	2250	8	0,16
Výrobek 17	480	2	0,04
Výrobek 18	2400	8	0,16
Výrobek 19	3300	11	0,22
Výrobek 2	19211	65	1,27
Výrobek 20	2100	7	0,14
Výrobek 21	1152	4	0,08
Výrobek 22	1800	6	0,12
Výrobek 23	1248	5	0,10
Výrobek 24	4704	16	0,31
Výrobek 25	3600	12	0,24
Výrobek 26	2250	8	0,16
Výrobek 27	2100	7	0,14
Výrobek 28	10640	36	0,71
Výrobek 29	1326	5	0,10
Výrobek 3	1200	4	0,08
Výrobek 30	13681	46	0,90
Výrobek 4	140	1	0,02
Výrobek 5	102520	342	6,71
Výrobek 6	3913	14	0,27
Výrobek 7	1440	5	0,10
Výrobek 8	11277	38	0,75
Výrobek 9	18480	62	1,22

B. Tvorba výrobního plánu pro kritické pracoviště

V tomto kroku bude stanoven počet dávek pouze na kritické místo. Nejprve byl zjištěn celkový roční cyklus v hodinách, který se vypočítal jako násobek ročního množství a času stroje na jeden kus. Poté dle této hodnoty lze výrobky rozdělit na tři kategorie A, B, C. Roční počet dávek je podíl ročního množství a výrobní dávky (300ks). Čas na jednu dávku bez seřízení je celkový čas, který výrobek stráví na konkrétním stroji, v našem případě na odvalovací frézce.

Tabulka 3 Výchozí tabulka pro plánování výroby pomocí DBR

Typ výrobku	Roční cyklus (h)	Roční počet dávek (ks)	Čas na dávku bez seřízení (h)	Seřízení (h)
A				
Výrobek 10	452	62	7,35	1,40
Výrobek 2	227	65	3,55	1,40
Výrobek 5	2529	342	7,40	1,37
B				
Výrobek 28	401	36	11,30	2,00
Výrobek 30	128	46	2,81	0,70
Výrobek 8	278	38	7,40	1,40
C				
Výrobek 12	5	3	2,10	0,70
Výrobek 14	16	9	1,83	0,70
Výrobek 16	47	8	6,30	1,40
Výrobek 19	57	11	5,15	1,40
Výrobek 20	15	7	2,19	0,70
Výrobek 21	7	4	1,83	0,70
Výrobek 26	27	8	3,60	0,70
Výrobek 29	12	5	2,81	0,70
Výrobek 3	9	4	2,20	0,70
Výrobek 4	3	1	6,35	1,40
Výrobek 6	88	14	6,75	1,40
Výrobek 7	9	5	1,80	0,70

Na základě této tabulky by se vytvořil hlavní pracovní plán pro kritické pracoviště (drum, buben). Výrobky ve skupině A by bylo vhodné vyrábět každý týden z důvodu vyššího počtu dávek, než je počet pracovních týdnů. Přiblížíme se tedy prvotnímu cíli. Výrobky skupin B a C by se poté vyráběli dle priorit (skupina B má vyšší prioritu) a mohlo by i být využito sudého a lichého týdne při plánování výroby. Na základě tohoto hlavního plánu (drum, buben) by se vyhotovil časový zásobník (buffer, zásobník) na tomto stroji a tím by byla docílena ochrana propustnosti. Na závěr by se od tohoto hlavního pracovního plánu odvodil i plán pro ostatní pracoviště (rope, lano).

6 Zhodnocení výsledků

Na omezení průtoku v podobě nejvytíženějšího stroje (odvalovací frézka) by bylo vhodné aplikovat TOC a její metodu DBR. Informace týkající se odvalovací frézky jsou v tabulce pro lepší přehlednost barevně označeny. Na základě zjištění, že je pouze 4742,4 hodin volné kapacity stroje na rok a kritické pracoviště má roční cyklus 4310 hodin je velmi aktuální řešit vývoj tohoto problému do budoucna. U společnosti se v následujících letech očekává další růst a zvýšení produkce. Tento požadavek se bude týkat i výroby nejmenovaných výrobků. Firmu tedy budou čekat následující možnosti. Bude se muset optimalizovat proces výroby a tím dosáhnout i jeho zrychlení (např. technologické možnosti a novinky v nástrojích). Další možností, která je mnohem finančně náročnější je investice do dalšího stroje v podobě odvalovací frézky (kalkulace návratnosti, ekonomické zhodnocení investice).

Tabulka 4 Roční cykly pracovišť

Popisky řádků	Součet z Roční množství	Součet z Roční cyklus (h)
Balení	256575	244,1
Bruska 1	213350	3184,0
Bruska 2	38616	301,8
Bruska 3	35534	317,4
Kalící linka	205097	663,0
Odvalovací frézka	380513	4310,0
Pračka	431432	312,2
Rovnáci zařízení	208145	1330,1
Soustruh 1	48011	1557,0
Soustruh 2	191774	2772,2
Celkový součet	2009047	14991,8

7 Závěr

Tato bakalářská práce může čtenářům posloužit k základnímu pochopení v oblasti pokročilých přístupů k organizaci a řízení výroby, jelikož většina konceptů je tak rozsáhlého charakteru (např. TOC), že by každému takovému konceptu mohla být věnována samostatná pozornost ve vlastní závěrečné práci. Na základě zjištěných znalostí při zpracovávání literární rešerše bylo zjištěno, že jednotlivé koncepty se zaměřují na dva cíle. Prvním je eliminace plýtvání v procesech a následně zvýšit průtok celým systémem (např. SMED, MUDA). Druhým cílem těchto konceptů je zvýšení výstupní kvality (např. 5S, Kaizen, TQM, WCM). Některé pokročilé koncepty se dokonce snaží věnovat oběma cílům (např. JIT).

V druhé části této práce byl detailněji oproti ostatním konceptům popsán koncept TOC a jeho metody zlepšování. Tyto znalosti byly následně využity u vlastní realizace úzkého místa. Ve společnosti Festool s.r.o byl analyzován výrobní proces a nalezeno omezení průtoku v podobě nejvytíženějšího stroje. Díky odborným konzultacím v této společnosti bylo dosaženo lepšího osvojení studované problematiky a možnosti propojení konkrétních metod s výrobní praxí. Určitě by bylo vhodné v tomto tématu v budoucnu pokračovat a podrobněji ho v navazujícím magisterském programu rozvíjet při psaní diplomové práce. To se týká hlavně konceptu TOC, který procesy posuzuje odlišným způsobem než ostatní přístupy v práci uvedené a snaží se v nynější době proniknout do zlepšovatelských konceptů českých firem.

8 Seznam použitých zdrojů

- [1] AUTOR NEUVEDEN. 5SToday [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <<https://www.5stoday.com/what-is-5s/>>.
- [2] AUTOR NEUVEDEN. Ekonomický Software [online]. [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://www.ekonomickysoftware.com/erp_systemy.html>.
- [3] BASL, J. – MAJER, P. – ŠMÍRA, M. Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 216 s. ISBN 80-247-0613-X.
- [4] COCHRAN, J. K. a H. A. KAYLANI. Optimal design of a hybrid push/pull serial manufacturing system with multiple part types. *International Journal of Production Research* [online]. 2008, 949 - 965 s. [cit. 2019-03-28]. DOI: 10.1080/00207540600905547. ISSN 0020-7543. Dostupné z: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207540600905547?scroll=top&needAccess=true>>.
- [5] GRABAN, Mark. LeanVets.com [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <<https://www.leanvets.com/2018/05/andon-cords-and-practice.html>>.
- [6] GREENHALGH, Paul. Poka-yoke: Examples of Mistake-proofing in Different Areas. In: Techspirited [online]. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <<https://techspirited.com/poka-yoke-examples-of-mistake-proofing-in-different-areas>>.
- [7] HOLUBOVÁ, Michaela Kateřina. Teorie omezení. In: SlidePlayer [online]. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <<https://slideplayer.cz/slide/5965683/>>.
- [8] HRONÍK, Jiří. *ParlamentníListy.cz* [online]. [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <<https://www.parlamentnilisty.cz/arena/rozhovory/Professor-Peter-Stanek-Chysta-se-totalni-promena-naseho-sveta-V-rezii-nadnarodnich-korporaci-a-bohacu-Chudoba-a-sledovani-uplne-vseho-455938>>.
- [9] IMAI, Masaaki. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Computer Press, Brno 2007. 250 s. ISBN 978-80-251-1621-0.
- [10] Ing. Jaroslav Dlačbač, Ph.D. In: API [online]. [cit. 2019-02-01]. Dostupné z: <<https://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z>>.
- [11] Ing. Vladimír Volko. In: Ing. Vladimír Volko – poradenství pro zvyšování výkonnosti podniku [online]. [cit. 2019-02-01]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/new/slovník_vykonnosti.php?ID_term=15>.

- [12] Ing. Vladimír Volko. In: Ing. Vladimír Volko – poradenství pro zvyšování výkonnosti podniku [online]. [cit. 2019-02-01]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/new/slovník_vykonnosti.php?ID_term=9>.
- [13] Ing. Vladimír Volko. In: Ing. Vladimír Volko – poradenství pro zvyšování výkonnosti podniku [online]. [cit. 2019-02-01]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/new/slovník_vykonnosti.php?ID_term=10>.
- [14] JUROVÁ, M. a kol.: Výrobní a logistické procesy v podnikání. Grada Publishing, Praha, 2016. 264 s. ISBN: 978-80-247-5717-9.
- [15] KAVKA, M., MIMRA, M.: Řízení a organizace výrobních procesů. Interní studijní text. ČZU v Praze, Technická fakulta, Praha, 2018.
- [16] KOŠTURIÁK, Ján a kolektiv. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa publishing s.r.o., 2006. 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- [17] KŘEKOVSÝ, M., VALSA, O.: Moderní přístupy k řízení výroby. C.H.BECK, Praha, 2012. 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [18] KUBÍČKOVÁ, L., RAIS, K.: Řízení změn ve firmách a jiných organizacích. Grada Publishing, Praha, 2012. 133 s. ISBN: 978-80-247-4564-0.
- [19] MACHÁČEK, Zdeněk. Systemonline [online]. [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <<https://www.systemonline.cz/rizeni-projektu/kanban-pro-efektivni-rizeni-prace-v-ramci-tymu.htm>>.
- [20] MAJER, Pavel. Pokročilé systémy plánování a řízení výroby [online]. [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <www.goldratt.cz/download/aps_vs_toc.pdf>.
- [21] MCMULLEN, Thomas B. Introduction to the Theory of Constraints (TOC) Management System. Taylor & Francis, 1998, 320 s. ISBN 9781574440669.
- [22] Mildorf, L. [online]. 2011 [cit. 2011-15-12]. Poka-Yoke. Dostupné z: <<http://katedry.fmfi.vsb.cz/639/qmag/mj41-cz.pdf>>.
- [23] NAYLOR, J Ben, Mohamed M NAIM a Danny BERRY. Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527398002230#aep-section-id37>>.
- [24] PEŠEC, Bruno. Lean Six Sigma University [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <<https://leansixsigma.community/blog/view/8811/takt-time-cycle-time-lead-time>>.
- [25] PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY – MES. [cit. 2012-12-12]. Dostupné na: <http://homel.vsb.cz/~dan11/is_skripta/IS%202011%20-%20MES.pdf>.

- [26] RIB Consulting [online]. [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <<https://www.ribcon.com/blog/2017/08/04/steps-reducing-changeover-time-smed/>>.
- [27] ROSER, Christoph. A Critical Look at Goldratt's Drum-Buffer-Rope Method. In: AllAboutLean.com [online]. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <<https://www.allaboutlean.com/drum-buffer-rope/>>.
- [28] ROSER, Christoph. AllAboutLean.com [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <<https://www.allaboutlean.com/andon/>>.
- [29] SAP Facts and Information [online]. [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <<https://www.sap.com/corporate/en/company.fast-facts.html#fast-facts>>.
- [30] SVOZILOVÁ, A.: Zlepšování podnikových procesů. Grada Publishing, Praha, 2011. 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
- [31] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V.: Integrované řízení výroby. Grada Publishing, Praha, 2014. 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5
- [32] VÍTEK, Václav. Svět produktivity [online]. In: [cit. 2019-02-26]. Dostupné z: <<http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Heijunka.htm>>.
- [33] WANI, Mayur a Prof. Mrs. Reena PANT. Implementation of Single Minute Exchange of Die in Motor Manufacturing Unit [online]. 2017 [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: <<https://www.irjet.net/archives/V4/i11/IRJET-V4I11235.pdf>>.

9 Seznam obrázků

Obr. 1 Požadavky z pohledu zákazníka	4
Obr. 2 Schéma štíhlé výroby s pilíři a metodami.....	5
Obr. 3 Black Box v procesním řízení.....	6
Obr. 4 Princip tahu	8
Obr. 5 Snaha o eliminaci plýtvání.....	9
Obr. 6 3Mu a jeho tři modifikace.....	11
Obr. 7 Grafické znázornění Takt Time / Cycle Time / Lead Time.....	12
Obr. 8 Názorná aplikace 5S	14
Obr. 9 PDCA cyklus	16
Obr. 10 Ukázka Andon kabelu na výrobní lince.....	17
Obr. 11 Barevná signalizace Andonu.....	17
Obr. 12 Příklad Gaussova rozložení u Six Sigma	18
Obr. 13 Cyklus DMAIC	19
Obr. 14 Historie vzniku Lean Six Sigma	20
Obr. 15 Praktické využití Poka-Yoke	21
Obr. 16 Výrobní mix pomocí přístupu Heijunka	22
Obr. 17 6 kroků zavedení SMED	23
Obr. 18 Zastoupení ERP na českém trhu pro velké podniky	25
Obr. 19 Schéma metody APS.....	26
Obr. 20 Oblast působnosti systému MES	27
Obr. 21 Diagram následek/příčina/následek	29
Obr. 22 Příklad stromu současné reality	30
Obr. 23 Ukázka aplikace DBR.....	31
Obr. 24 Názorný princip DBR	31
Obr. 25 Procesní mapa	35

10 Seznam Tabulek

Tabulka 1 příklad časového zásobníku před kritickým výrobním zdrojem.....	33
Tabulka 2 Výpočty výrobních dávek	36
Tabulka 3 Výchozí tabulka pro plánování výroby pomocí DBR.....	37
Tabulka 4 Roční cykly pracovišť	38

11 Seznam zkratek

APS	Advanced Planning System
atd.	a tak dále
CRT	Current Reality Tree
DBR	Drum, Buffer, Rope
ERP	Enterprise Resource Planning
JIT	Just In Time
MES	Manufacturing Execution System
MRP	Material Resource Planning
např.	například
SMED	Single Minute Exchange of Die
s.r.o	společnost s ručením omezeným
SCM	Supply Chain Management
tzv.	tak zvané
TOC	Theory Of Constraints
TP	Thinking Process
TPM	Total Productiv Maintenance
TQM	Total Quality Management
VSM	Value Stream Mapping
WCM	World Class Manufacturing