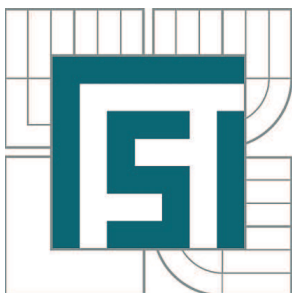


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## STUDIE OPERATIVNÍHO ŘÍZENÍ VÝROBY VE VYBRANÉM ÚSEKU FIRMY

THE STUDY OF OPERATIONAL PRODUCTION MANAGEMENT IN SELECTED FIRM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. PETR ŠVÁSTA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MARIE JUROVÁ, CSc.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2012/2013

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

student(ka): Bc. Petr Švásta

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie a průmyslový management (2303T005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### **Studie operativního řízení výroby ve vybraném úseku firmy**

v anglickém jazyce:

### **The Study of Operational Production Management in Selected Firm**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úvod

Hodnocení současného stavu operativního řízení výroby se zaměřením na:

- výrobní program
- výrobní systém
- organizace výrobního procesu

Vytipování podstatných nedostatků současného stavu

Cíle řešení

Návrh teoretických přístupů pro změnu OŘV

Sestavení nového OŘV k zabezpečení růstu produktivity

Zhodnocení přínosů a podmínek realizace řešení

Závěr

Použitá literatura

Cíle diplomové práce:

Dosažení udržitelného rozvoje firmy při přijatelných nákladech a navýšení produktivity práce při stávajících technologiích.

Zajištění konkurenční přednosti podniku.

Seznam odborné literatury:

FIALA,P. Modelování a analýza produkčních systémů. Praha Professional Publishing 2002, s. 259, ISBN 80-86419-19-3

GREGOR,M. a kol. Dynamické plánovanie a riadenie výroby. 1.vyd. Žilina Žilinská universita 2000, 284s. ISBN 80-7100-607-6

JUROVA,M. Production Management, Brno, VUT 2006, s. 196, ISBN 80-214-2359-5

SLACK, Nigel, Stuart CHAMBERS a Robert JOHNSTON. Operations management. 6th ed. Harlow, England ; Financial Times Prentice Hall, 2010, xxv, 686 s. ISBN 978-0-273-73046-0.

RASTOGI, M. Production and operation management. Bangalore: University science press, 2010. 168 s. ISBN 978-938-0386-812

UČEŇ,P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha GRADA Publishing 2008, 190s. ISBN 978-80-247-2472-0

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 28.11.2012

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

**ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá operativním řízením výroby ve vybraném úseku firmy. V teoretické části práce jsou vysvětleny pojmy štíhlá výroba, Toyota Production System, Kaizen, produktivita a pojmy související. Úvod praktické části práce se zabývá popisem výrobního programu, výrobního systému a organizací výrobního procesu ve vybraném úseku firmy. V další části je provedena analýza práce na pracovištích linky a předmontáže. Následuje rozbor práce a vytipování současných nedostatků. V další části práce jsou navrženy konkrétní řešení a zlepšení vytipovaných problémů. V poslední části se práce zabývá zhodnocením realizovaných zlepšení a jejich přínosům.

**Klíčová slova**

Kaizen, plýtvání, štíhlá výroba, měření práce, produktivita

**ABSTRACT**

This work deals with the operational management of production in the selected section of the company. In the theoretical part explains the concepts of Lean Manufacturing, Toyota Production System, Kaizen, Productivity and related terms. Introduction The practical part of the thesis describes the production program production system and the organization of the production process in a selected section of the company. The next section is an analysis of workplace policy and pre-assembly lines. Followed by an analysis of work and identifying current shortcomings. The next section are designed to improve a specific solution of identified problems. The last part of the thesis deals with the evaluation of implemented improvements and their benefits.

**Key words**

Kaizen, waste, Lean manufacturing, work measurement, productivity

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠVÁSTA, P. Studie operativního řízení výroby ve vybraném úseku firmy. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 67 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc..

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Studie operativního řízení výroby ve vybraném úseku firmy** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

23.5.2013

-----  
Datum

-----  
Bc. Petr Švásta

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji všem za užitečné rady, které vedly ke zdárnému sepsání mé diplomové práce. Zejména děkuji vedoucí mé práce paní prof. Ing. Marii Jurové, CSc. za potřebné rady, tipy, věcné námitky i vstřícnost. Zároveň bych chtěl poděkovat zaměstnancům firmy AB za všechny informace, které mi ve firmě poskytli. Dále děkuji své rodině za podporu při studiu.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ .....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 Řízení výroby.....	10
1.1 Historie řízení výroby .....	10
1.2 Štíhlá výroba .....	10
1.3 Toyota Production System.....	11
1.4 Pilíře TPS House.....	12
1.4.1 Just – In – Time.....	12
1.4.2 Jidoka – automatizace s lidskou inteligencí.....	12
1.4.3 Systém řízení výroby Kanban .....	12
1.5 Základy TPS House .....	13
1.5.1 Heijunka – vyrovnané pracovní zatížení.....	13
1.5.2 Standardized work.....	13
1.5.3 Kaizen .....	13
1.6 Odhalení příčiny problému .....	15
1.6.1 Pětkrát „Proč?“.....	16
1.7 Produktivita.....	16
1.7.1 Přidaná hodnota.....	17
2 Výrobní podnik .....	19
2.1 Historie firmy AB .....	19
2.2 Skupina X-Y .....	19
2.3 Historie a současnost AB – CR.....	19
2.4 Výrobní systém firmy X-Y .....	20
2.5 Cíle a vize X-Y .....	21
2.6 Metody používané v KPS .....	21
2.7 Metriky a indikátory .....	22
2.8 Výrobní program.....	23
2.8.1 Dveřní systémy .....	24
2.8.2 Nástupní systémy .....	26
2.8.3 Pohon dveří.....	27
3 Současný stav.....	29

3.1 Průběh zakázky podnikem .....	29
3.2 Způsob měření práce .....	29
3.3 Pracoviště předmontáže .....	30
3.3.1 Pracoviště předmontáže SD9 .....	31
3.3.2 Pracoviště předmontáže SD7 .....	33
3.4 Montážní linka .....	34
3.4.1 Pracoviště linky TV1 .....	35
3.4.2 Pracoviště linky TV2 .....	36
3.4.3 Pracoviště linky TV3 .....	37
3.5 Vytipování současných nedostatků .....	39
3.5.1 Nadvýroba .....	39
3.5.2 Nadbytečná práce .....	40
3.5.3 Pohyb .....	40
3.5.4 Zásoby .....	43
3.5.5 Čekání .....	44
3.5.6 Opravování/chyby .....	46
3.5.7 Doprava .....	47
3.5.8 Nevyužité schopnosti pracovníků .....	47
4 Návrhy řešení .....	50
4.1 Nadvýroba .....	50
4.2 Nadbytečná práce .....	50
4.3 Zbytečný pohyb .....	50
4.4 Zásoby .....	54
4.5 Čekání .....	55
4.6 Opravování/chyby .....	56
4.7 Doprava .....	57
4.8 Nevyužité schopnosti pracovníků .....	57
4.9 Skutečný takt linky .....	58
5 Zhodnocení .....	60
6 ZÁVĚR .....	62
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	63
Seznam použitých symbolů a zkratk .....	66
SEZNAM PŘÍLOH .....	67

## ÚVOD

V dnešní době se všechny firmy potýkají s finanční krizí. Každá společnost zabývající se výrobou bojuje s krizí po svém, a tak se více začalo mluvit o štíhlé výrobě – tedy vyrábět a dodat zákazníkovi pouze to, co si objednal.

Výrobní společnosti se vyznačují tím, že ve svých podnicích mají mnoho procesů, které je možné zlepšit, a tím více využít vstupní zdroje. Dnešní moderní firmy považují zdroje za drahocenné a vyčerpatelné. Z přání maximalizovat uspokojení zákazníka a přitom dosáhnout co nejvyššího využití vstupních zdrojů vznikne konkurenční výhoda podniku. V této práci postupně shrnu metody a přístupy jak zefektivnit výrobu, jak zabránit plýtvání drahými zdroji a jak dělat pouze to, co nám zákazník zaplatí.

Se zvyšováním produktivity výrobních procesů souvisí i jejich ekologie, které je dalším důležitým cílem úspěšné firmy. Cílem není pouze maximalizovat využití zdrojů, ale zároveň minimalizovat dopady na životní prostředí. Vzhledem k tomu, že mi je ekologické myšlení blízké, jsem velice potěšen, že svoji práci mohu zpracovat ve firmě zabývající se výrobou dveřních systémů pro kolejová vozidla. Železniční doprava je z mého pohledu velice ekologická a vidím v tomto způsobu dopravy cestujících a zboží velký potenciál.

V České republice vládne tržní ekonomika. Firmy se musejí neustále věnovat zvyšování produktivity a udržení konkurenčního náskoku. Cílem mé diplomové práce je navrhnout teoretická opatření vedoucí ke zvýšení produktivity a jejich následné aplikování na konkrétní úsek výroby.

Firma, ve které jsem zpracovával svou diplomovou práci, si přála zůstat v anonymitě. Jedná se tedy o skutečnou firmu, název je zaměněn. Většina fotografií je původní, avšak některé jsou pouze ilustrativní.

# 1 ŘÍZENÍ VÝROBY

## 1.1 Historie řízení výroby

V jednadvacátém století se zdá, že podnikání nebylo nikdy složitější. V dnešní době má prakticky každý podnik ve svém odvětví silnou konkurenci a tak již není moudré „usnout na vavřínech“ a spoléhat na to, že nyní fungující firma bude fungovat i příští rok. Vyrábět minimum výrobků nebo poskytovat jednu službu v rámci celé firmy je v dnešní době také dávno překonaný podnikatelský přístup. Vlivem intenzivní konkurence, turbulencích na trhu či finanční krizi je podnikání v jakékoliv oblasti stále rizikovější. Aby si firma zajistila konkurenční výhodu a udržela se na trhu, je potřebné zavádět nové principy řízení. V historii se jednalo například o převratnou pásovou výrobu, kterou vymyslel a uvedl do provozu Henry Ford. V dnešní době jsou však 100 let staré principy dávno překonány. Pan Ford by se jistě divil, že dnešním trendem je štíhlá výroba, pomocí které podnik vyrábí pouze to, co si přeje zákazník.

Po druhé světové válce uplatňovaly severoamerické automobilky stále úspěšně hromadnou výrobu, která je z důvodu rozmělnění fixních nákladů na velký počet výrobků ekonomicky výhodná. Hromadná výroba má však velký nedostatek – je nepružná. V poválečném Japonsku nebyl automobilový trh nijak velký. Díky tomu začala Toyota hledat možnosti, jak uspokojit různé zákazníky různými automobily, které by vyráběla na jedné lince. A tak pružnost výroby nabyla klíčového významu při jejím řízení.

Zákazníci dnes chtějí široký výběr výrobků (jednoho druhu) při zachování stejné ceny. To je nemožné dosáhnout hromadnou výrobou. Toyota si tento fakt dobře uvědomila již dříve a to ji vedlo k poznatku, že zkrácení průběžné doby a udržování pružnosti výrobních linek ve výsledku znamená dosažení vyšší jakosti, rychlejší schopnost reagovat na požadavky zákazníků, vyšší produktivitu a v neposlední řadě šetření všemi prostředky. Toyota začala odstraňovat časové prostoje a plýtvání (nejen) materiálem a to v každém kroku výrobního procesu. Postupem času Toyota vytvořila výrobní systém TPS (Toyota Production System), který se stal inspirací pro většinu výrobních firem po celém světě. Štíhlá výroba není nástroj, jak automaticky dosáhnout lepších výsledků. Jedná se spíše o podnikovou kulturu a myšlení managementu. Dle [1] je hlavní silou TPS ochota vrcholového vedení firmy nepřetržitě investovat do vlastních lidí a podporovat kulturu neustálého zlepšování (Kaizen).

Vzhledem k tomu, že okruh mé diplomové práce je velmi široký, v následujících kapitolách se zaměřím pouze na informace týkající se výroby, i když štíhlost prospívá i administrativním, logistickým či vývojovým procesům.

## 1.2 Štíhlá výroba

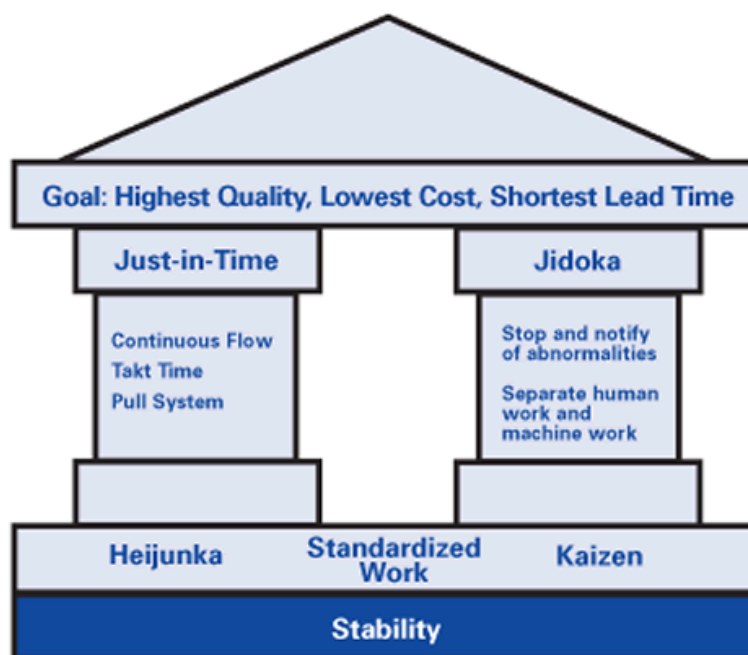
Štíhlou výrobou (LEAN manufacturing) chápeme dle [1] potřebu rychlých, pružných procesů, jež poskytují zákazníkům to, co chtějí, kdy to chtějí, v nejvyšší jakosti a s přijatelnými náklady. Článek [2] uvádí, že štíhlá výroba je filozofií spočívající v likvidaci všech činností, které nevedou k tvorbě hodnoty, k uspokojování zákazníka. Štíhlost také znamená vyprodukovat na stejné ploše více výrobků, zvýšit výkonost firmy, vyrobit více produktů za stejné náklady či se stejným počtem pracovníků vyrobit více produktů než dříve. Všechny výše uvedené zdroje se shodují, že štíhlou výrobou je možno chápat jako zaměření se na zákazníka a procesní řízení, eliminace plýtvání (tzv. muda), plynulý tok výrobků, materiálů a informací, uplatnění principu tahu ve výrobě, neustálý proces zdokonalování (kaizen). Štíhlá výroba nám dle [24] nařizuje:

- zlikvidovat všechny zbytečné činnosti,
- přestavit pracoviště pro jednoduchý a přímočarý materiálový tok,
- zrušit veškeré skladování (i mezisklady rozpracované výroby),
- zapojit pracovníky do řízení a inovací procesů,
- zapojit dodavatele a zákazníky do řídicího procesu,
- odstranit nekvalitu,
- řídit výrobu „tahem“ všude tam, kde je to možné,
- výrobky již navrhovat s optimální konstrukcí s ohledem na výrobu,
- uklidit výrobní prostory od zbytečného materiálu, nástrojů i nářadí.

Avšak dle [1] samotné zavedení podpůrných nástrojů štíhlosti mnohdy nestačí, protože štíhlost firmy je koncepce zahrnující zásadní, hluboké a pronikavé kulturní myšlení. Vytvoření štíhlého podniku proto může trvat mnoho let.

### 1.3 Toyota Production System

TPS je základem (dle [3] předchůdcem) štíhlé výroby. Je to soubor nástrojů vedoucích k dosažení vyšší produktivity všech procesů v podniku. S jednoduchým znázorněním zásad TPS přišel Fujio Cho, jenž je sestavil do podoby domu (tzv. TPS House). Diagram je možno vidět na obr. 1 a ukazuje nám, že dům musí stát na pevných základech, musí mít stabilní pilíře a střechu. Slabý článek naruší stabilitu celého systému. Cílem (tedy základem) TPS je dosažení nejvyšší jakosti, nejnižších nákladů a nejkratších průběžných dob (střecha domu). TPS je dle [1] postaveno na dvou základních pilířích: Just-In-Time a Jidoka (některé zdroje uvádějí jako první pilíř respekt k lidem a neustálé zlepšování).



Obr. 1 Toyota Production Systém House [27].

V obrázku se vyskytuje mnoho termínů, které bych dále rád vysvětlil.

## 1.4 Pilíře TPS House

### 1.4.1 Just – In – Time

*„JIT řídí plynulost toku materiálu, aby se dostal k zákazníkovi právě včas.“ [4]*

Jefferey K. Liker uvádí v [1], že JIT (právě v čas) znamená maximální možné odstraňování všech pojistných zásob a dle [5] toho lze dosáhnout zavedením metody řízení pomocí tahu – Pull system. Pull výroba znamená, že předchozí proces vyrábí pouze tolik výrobků, kolik spotřebuje následující proces. Tímto lze eliminovat množství zásob a rozpracované výroby ve výrobním procesu (zásoby jsou formou plýtvání). Řízení tahem lze nejjednodušeji zajistit například pomocí Kanban karet. Systém JIT je výhodný zejména pro to, že nám umožňuje správně reagovat na časté změny poptávky zákazníka.

### 1.4.2 Jidoka – automatizace s lidskou inteligencí

*„Princip Jidoka lze popsat jako „automatizaci s lidským dotykem“. Kvalita je důsledně monitorována, každý člen týmu je zodpovědný za provedení kontrol kvality před předáním zpracovávaného zboží na následující stanoviště výrobní linky. Pokud je zjištěna závada nebo chyba, je neprodleně řešena – i kdyby to mělo znamenat přechodné zastavení výroby.“ [6]*

Jidoka je tedy princip štíhlé výroby, který umožňuje pracovníkům nebo výrobním strojům detekovat problém při jeho vzniku a okamžitě zastavit práci (a problém vizualizovat např. světelnými signály). Brzké zastavení práce nám pomáhá detekovat problémy v okamžiku, kdy nastanou a jejich příčiny jednodušeji odstranit (neustálé zlepšování). Odstraněním nekvality v místě jejího vzniku zabráníme tomu, aby přecházela do dalšího procesu, kde náklady na její odstranění rostou. Nalezení a efektivní eliminace příčiny vady umožňuje pouze jejich analýza v reálném čase. Zastavením linky systém navíc celou situaci dramatizuje a nutí tak pracovníky k rychlému a efektivnímu řešení vzniklého problému. Jidoka je založena na kontrole veškerého průběžného materiálu (na rozdíl od statistických výběrových metod).

### 1.4.3 Systém řízení výroby Kanban

Slovo Kanban v Japonštině znamená karta, štítek či v širším významu signál (informace). Touto informací (Kanbanem) může být prázdná přepravka, papírová karta, regál, prázdné místo na podlaze atp. Systém řízení výroby Kanban vymyslel Taiichi Ohno, přičemž se inspiroval americkými supermarketami. Řízení výroby tahem je zajištěno Kanban nosiči informací, kdy zákazník (může být i interní – tedy následující proces výroby) svou objednávkou řídí výrobu předchozího pracoviště. První pracoviště vyrobí pouze tolik, kolik si druhé pracoviště objednalo. Snahou systému Kanban je eliminovat zásoby rozpracované respektive hotové výroby tak, aby se nevytvářely mezisklady respektive sklady. Výhody zavedení Kanbanu jsou: menší požadavky na prostor, zavedení tahového materiálového toku a snižování velikosti výrobních dávek (firma může pružněji reagovat na požadavky zákazníka)[7, 1, 4].

#### Základní pravidla systému řízení Kanban

- Následující proces odebírá z předchozího procesu pouze ty dílce, které si podle Kanban karty objednal. Výroba bez Kanban „objednávky“ je nepřípustná.
- Nevyrábět jiné množství součástek, než určuje Kanban karta.
- Nepřebírat díly či materiál, který nesplňuje 100% kvalitu.

- Palety rozpracované výroby mohou být přemístovány pouze s Kanban kartou.
- Množství Kanban karet v oběhu musí minimální [7].

## 1.5 Základy TPS House

### 1.5.1 Heijunka – vyrovnané pracovní zatížení

Při zavádění štihlé výroby pomocí odstraňování plýtvání (japonsky muda) nestačí pouze odstranit zásoby a zavést jednokusový materiálový tok. Pro pokrytí špiček poptávky zákazníků (kdy bychom z důvodu omezené kapacity nestíhali vyrábět) je nutné vyrovnavání pracovního harmonogramu (japonsky Heijunka). *„Dosažení Heijunka má zásadní význam pro odstranění mura, což je rozhodující pro vyloučení muri a muda.“* [1]

**Mura** (česky nevyrovnanost) je nevyrovnanost ve výrobním harmonogramu či kolísání objemů výroby v důsledku poruchy či nedostatku potřebného materiálu. Mura je dle [6] protikladem masové výroby. Výsledkem mura je muda [1].

**Muda** (nulová přidaná hodnota) jsou všechny činnosti, které výrobku z pohledu zákazníka nepřidávají žádnou hodnotu nebo jej zákazníkovi nepřibližují. Muda zahrnuje 8 (respektive 9) druhů ztrát. Na odstranění muda se soustředí většina nástrojů štihlé výroby.

**Muri** (přetěžování lidí nebo strojů) je využívání lidí a zařízení nad jejich přirozené schopnosti. Přetěžování lidí i strojů vždy přináší problémy s bezpečností i jakostí.

Heijunka je vyrovnaní výroby nejen z objemového hlediska, ale i z hlediska kombinace výrobků. Výrobky pak nejsou vyráběny podle pořadí objednávek, ale podle celkového množství (a skladby) objednávek za určité období. Princip Heijunka dále v knize [1] na příkladu vysvětluje Taiichi Ohno: *„Pomalejší, avšak vytrvalá želva způsobí méně ztrát a je mnohem vhodnější než rychlý zajíc, který uhání vpřed, a potom se tu a tam zastaví, aby si zdříml. Systém výroby Toyota může být skutečně jen tehdy, když se všichni dělníci promění v žely.“*

### 1.5.2 Standardized work

Standardizovaná práce je jedním ze základních předpokladů efektivní a kvalitní výroby. Standardizovaná práce je kontrolní systém práce navržený a zlepšovaný samotnými pracovníky [8]. Při zavádění standardu práce je nejprve potřeba proces standardizovat (stabilizovat) až po té je vhodné přemýšlet nad zlepšením. Zaváděný standard práce by měl být dostatečně konkrétní, aby poskytoval vodítka ke správnému provedení procesu, ale zároveň by měl být dostatečně obecný, aby pracovníkům umožňoval přemýšlet nad jeho zlepšením. V Toyotě je standardizovaná práce tvořena třemi prvky. Je to takt práce (čas potřebný na dokončení jednoho výrobku v taktu požadovaném zákazníkem), posloupnost prováděných procesů a množství zásob potřebných k dokončení práce. Těmito třemi prvky (takt, postup, zásoby) je určen standardní výkon práce [1].

### 1.5.3 Kaizen

*„Kaizen je systém kontinuálního zlepšování v osobním, sociálním, ale i pracovním životě, který zahrnuje stejně tak dělníky jako manažery.“* [9]

Slovo Kaizen vzniklo v japonštině spojením slov KAI (změna) a ZEN (lepší), což dohromady znamená Změna k lepšímu. Kaizen je životní psychologie, která říká, že zítra musí být lépe než dnes. Využití systému Kaizen tak nacházíme nejen ve firmách, ale i v soukromém životě.

Aby byl Kaizen ve firmách funkční a účinný, musí se aplikovat od TOP managementu až po nejnižší postavené zaměstnance. Není možné, aby pracovníci linky zlepšovali a manažer to od svého stolu pouze sledoval. Japonci používají výraz Gemba Kaizen, který označuje místo, které chceme zlepšovat (např. ve výrobním podniku je to dílna). Na tomto místě je nutná naše fyzická přítomnost. Stejně tak je žádané, aby kultura neustálého zlepšování prorostla i do nevýrobních procesů firmy – do administrativy, vývoje, logistiky nebo nákupu.

Slovo Kaizen je dnes důvěrně známo i v českých firmách. Naráží však na problém, že se zlepšování aplikuje pouze na výrobní procesy pomocí známých nástrojů a plýtvání v jiných oblastech podniku se neřeší. České firmy často nemají žádnou organizaci systematického řešení problémů a tak zlepšování probíhá formálně. Management asijských firem obvykle myslí do budoucna a v zlepšování vidí dlouhodobý prospěch. Management českých firem dle [9] spíše hledí na krátkodobé cíle a na vlastní prospěch.

Tento přístup jistě není nejlepším řešením, protože se orientuje na krátkodobá zlepšení.

### **Desatero neustálého zlepšování**

Desatero neustálého zlepšování je dle [10] následující:

#### **1) Nekopírovat**

Nekopírovat nám říká, abychom slepě nekopírovali úspěšné metody neustálého zlepšování našich konkurentů. Je potřeba si uvědomit, že úspěšné metody jiných vznikly ve specifických podmínkách. Není zaručeno, že stejná metoda bude fungovat i v našem podniku.

Při hledání řešení problémů je proto vhodné se vydat vlastní cestou a ostatními se nechat pouze inspirovat (nekopírovat). Abychom byli při zlepšování úspěšní, je potřeba, aby si principy jeho myšlení osvojily všichni pracovníci.

#### **2) Změnit**

Zlepšování je nikdy nekončící proces a to je potřeba si uvědomit. Pomocí nástrojů Kaizen je možné velmi rychle dosáhnout podstatných zlepšení, avšak aby byl zaručen jejich dlouhodobý přínos, je nutné se zlepšování dále věnovat. Již zavedená zlepšení časem přestanou přinášet výsledky a mnohdy se vrátí k původnímu stavu. Proto je důležité, aby zlepšování bylo pro pracovníky kulturou a je potřeba je k tomu neustále motivovat. Pouze změna myšlení všech zaměstnanců přinese pro společnost dlouhodobé výsledky.

#### **3) Vytvořit**

Vytvořit pozici lídra pro zlepšování je důležitý krok obzvláště u podniků, které Kaizen teprve zavádějí. Měl by to být pracovník, který se bude plně soustředit a věnovat pouze tomuto tématu a měl by být schopný pracovníky motivovat, důležitost zlepšování vysvětlit a jít pracovníkům příkladem. Správný lídr by měl být pro všechny zaměstnance školitelem, řešitelem i partnerem.

#### **4) Podpořit**

Čtvrtý krok nám říká, abychom podpořili zlepšovateľskou činnost. Je potřeba, aby management podniku stanovil pravidla, pravomoci, systém sběru dat, analýzu a realizaci zlepšování. Neměli bychom zapomínat, že zaměstnanci jsou největším bohatstvím firmy a je potřeba jim vytvořit takové podmínky, aby mohli zlepšovat.

### 5) **Odstranit**

Každá změna vyvolává v zaměstnancích pocit ohrožení už při pouhém návrhu zlepšení. Toho bychom se měli vyvarovat. Pátý krok nám tedy radí odstranit obavy a odpor ke změnám. Je potřebné lidem pomoci pochopit nutnost a důležitost změn, a že změny jsou pro jejich vlastní dobro. Je potřeba ohlídat, aby návrhy na zlepšení vycházely od dělníků (ne od nadřízených). Tím se dá zabránit rozšíření různých fám a polopravd a dělníci budou ke zlepšení přistupovat mnohem pozitivněji.

### 6) **Odměnit**

Odměňování nápadů a námětů je velmi citlivé téma. V Evropě je potřeba pracovníky odměňovat spíše finančně, než např. společnou večeří s ředitelem firmy (Japonsko). Systém odměňování by měl být spravedlivý, objektivní a transparentní. Odměna by také měla pracovníky motivovat, aby zlepšování přijali za své. Nabízet jako odměnu firemní propisky či trička jistě v dnešní době nikoho motivovat nebude.

### 7) **Vzdělávat**

Management firmy by měl každoročně vyčlenit dostatek financí, které budou investovány do školení a tréninku zaměstnanců. Proškolení zaměstnanci podávají více návrhů na zlepšování, protože nad tématem více přemýšlejí a aplikují informace získané na školení. Investice do vzdělání zaměstnanců se vrací prakticky okamžitě v podobě zlepšení, která se dají zpravidla realizovat zdarma, ale přinášejí prokazatelné úspory.

### 8) **Nepřestávat**

Zlepšování je nikdy nekončící proces. I když se mnohdy pracovníci spokojí s jistým stavem a považují ho za nejlepší, je vhodné jim stále připomínat, že zlepšovat lze i správně fungující proces. Školení pracovníků vede k vědomí, že zlepšování se musí provádět kontinuálně. Je potřeba nezapomínat na vývoj nových technologií či zařízení. Zdánlivě nezlepšitelný proces je možné novinkami v oboru opět zlepšit.

### 9) **Šířit**

Zlepšovateľské myšlení je často pracovníkem směřováno pouze na procesy, u kterých je zlepšení jednoduše materiálně změřitelné. Kaizen kulturu bychom měli šířit do všech oblastí podniku (vývoj, administrativa, atd.), ale i do svých životů.

### 10) **Inspirovat**

Inspirovat se u společností, které již Kaizen aplikují, je určitě vhodné. Avšak je potřeba ohlídat, které zlepšení by bylo možné aplikovat v našem podniku a kterých chyb se vyvarovat. Existuje mnoho návodů a rad ke zlepšování. Zkušenosti druhých mohou být dobrým průvodce k rychlému zavedení kultury zlepšování.

## 1.6 Odhalení příčiny problému

Dle [1] je jednou ze základních metod zlepšování analýza „pětkrát proč“. Pečlivou analýzou a podrobným návrhem řešení byla v Toyotě řešena a odstraněna většina problémů a tak nebylo ve firmě nutné uplatňovat analytický statistický program Six Sigma. Pro odstranění problému je nutné nad problémem přemýšlet velice detailně, což nás opět přivádí k tomu, jak je důležité, aby byl Kaizen kulturou a ne jen nástrojem.

### 1.6.1 Pětkrát „Proč?“

K řešení problémů v Toyotě přistupují sedmi kroky. Prvním krokem je analyzování a detailní poznání situace. V místě, kde se vyskytne problém, je potřeba tento problém popsat a objasnit dříve, než pětkrát položíme otázku proč. Po definování problému začneme zkoumat jeho příčinu. V Toyotě tento postup nazývají „Praktické řešení problémů“, níže uvádím velice zjednodušený příklad:

- 1) počáteční vnímání problému,
- 2) vyjasnění problému,
- 3) určení oblasti/jádra problému,
- 4) zkoumání nejhlubší příčiny problému „Pětkrát proč?“,

#### Stroj vyrábí zmetky:

- Proč: Na výrobu byl použit nekvalitní materiál.
  - Proč: Kontrola neodhalila nekvalitu.
  - Proč: Pracovníci kontroly přijímaného materiálu nejsou proškoleni.
  - Proč: Školení týkající se jakosti materiálu letos neproběhlo.
  - Proč: Vedení neuvolnilo dostatek peněz na školení.
- 5) protiopatření,
  - 6) vyhodnocení,
  - 7) standardizace.

Standardizace je velice důležitá, protože pouze standardizovaný proces lze zlepšovat. Pomocí standardu můžeme jednoduše vyhodnocovat, jestli zavedené zlepšení přineslo požadované výsledky. K porovnávání slouží řada nástrojů, avšak nejpoužívanější je produktivita.

### 1.7 Produktivita

Vzhledem k tomu, že literatura neuvádí jednotnou definici produktivity, je potřeba lépe vysvětlit některé pojmy.

*„Proces definujeme jako transformaci vstupů do konečného produktu prostřednictvím aktivit přidávajících tomuto produktu hodnotu. Proces je zároveň chápán jako systematické opakující se aktivity, které vedou k realizaci konečného produktu.“* Procesy dělíme do tří základních skupin – průmyslové, administrativní/obchodní a řídicí procesy, z nichž se nyní zaměříme pouze na procesy průmyslové. Výstupem průmyslových procesů jsou věci (surovina, polotovary či hotový výrobek). Vstupem do procesu jsou suroviny a materiál. Vstupy řadíme do kategorií jako je pracovní síla, výrobní zařízení, čas, kapitál, materiál, atd. [11].

Pokud chceme udržet či zvýšit firemní konkurenceschopnost, je nutné zlepšovat všechny podnikové procesy (některé je možné úplně odstranit). Při bližším pohledu například zjistíme, že 90 % průběžné doby představuje plýtvání. Odstraňováním plýtvání zvyšujeme produktivitu procesu [11].

*„Produktivitou se rozumí míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů. Jejím nejobecnějším vyjádřením je poměr mezi výstupem z procesu a vstupem potřebných zdrojů do procesu.“ [11]*

$$P = \frac{\text{VYTVOŘENÝ VÝSTUP}}{\text{VYNALOŽENÝ VSTUP}}$$

Produktivitu je možné vyjádřit jednotkách či objemech – kusy, kilogramy, litry, atd. Dle [11] se obecné vyjádření produktivity dělí na tři typy poměrů, kterými produktivitu vyjadřujeme. Prvním typem je parciální produktivita (individuální vyjádření produktivity – poměr konkrétního výstupu procesu a všech jeho vstupů), dále je to index produktivity a totální produktivita. Parciální produktivitu je možné uplatnit při analyzování jednotlivých zdrojů. Tato produktivita nám umožňuje nalézt oblast, kde je prostor pro její zvýšení. Index produktivity je vyjádření standardního stavu vůči stavu novému. Je to ukazatel, který nám říká, jak se zaváděná zlepšení projeví. Standardy produktivity můžeme určit jako výsledky z předchozích období, výsledky dosahované konkurencí či analýzou provedenou průmyslovým inženýrem. Totální produktivita je poměr celkových výstupů z procesu vůči všem spotřebovaným vstupům vyjádřených stejnými (nejčastěji finančními) jednotkami. Produktivitu ovlivňuje řada faktorů, např. pracovní postupy a metody, kvalita strojního zařízení, úroveň schopností pracovní síly, stav infrastruktury a jiné.

Produktivitu je dle [12] možné pozitivně ovlivnit zvyšováním rychlosti práce (zlepšujeme výstup operace, vstup zůstává stejný), zlepšováním metod práce (stejný výstup při menším vstupu) a snižováním nákladů a odstraňováním plýtvání (vyšší výstup při nižším vstupu). Všechny metody odstraňování plýtvání, které jsme si popsali výše, účinně působí na zvyšování produktivity. Kniha Operační management v praxi [12] určuje šest základních zdrojů, které mohou být využity efektivněji. Kniha zároveň uvádí doporučení, jak zdroje lépe využít:

- 1) **lidé** – správná motivace, podrobné plánování, zavádění nových metod, inovace, školení,
- 2) **vybavení** – efektivní plánování kapacity a kontroly, zjednodušení operací, efektivní řízení,
- 3) **materiál** – efektivní plánování a kontrola, zajišťování nových zdrojů, řízení dodavatelského řetězce,
- 4) **prostor** – lepší návrh, dispozice a organizace produktivních zdrojů,
- 5) **peníze** – správné rozpočtové plánování, správné rozhodování o zlepšení,
- 6) **čas** – naslouchání zaměstnancům, motivace, školení, ocenění jejich úsilí.

Dle [13] by zvyšování produktivity mělo být samozřejmostí pro všechny pracovníky firmy, protože se zvyšující produktivitou podniku se zvyšuje životní úroveň jednotlivců. Toto opět ukazuje na důležitost vytvořit v podniku podmínky pro zlepšování a Kaizen chápat jako kulturu či celopodnikovou psychologii.

### 1.7.1 Přidaná hodnota

Přidaná hodnota je čas, při kterém zvyšujeme hodnotu výrobku nebo jej přibližujeme zákazníkovi. Přidaná hodnota je tedy pouze práce, která je z pohledu zákazníka nutná pro vytvoření výrobku, zbytek je plýtváním. Dle [9] je dokonce 99,99 % času procesu

plýtváním. Tento fakt není tak zarážející, když si uvědomíme, že doba od objednání do předání výrobku zákazníkovi zahrnuje směnnost, dovolené, prostoje při poruchách, skladování, atd. Tato doba (s ohledem na výrobek) je dlouhá několik týdnů, kdežto čas práce přidávající hodnotu výrobku je většinou několik hodin či minut. Samotná přidaná hodnota však tvoří minimum z tohoto času.

Čas zhotovení jednoho výrobku dále rozlišujeme na čas nutný pro vytvoření přidané hodnoty a plýtvání. Čas nutný k vytvoření přidané hodnoty je čas, který strávíme přípravnými pracemi. Z pohledu zákazníka například hodnotu nepřidává mezioperační transport výrobku, avšak je to práce nutná k vytvoření přidané hodnoty. Pokud bychom rozpracovaný výrobek nepřemístili na další pracoviště, nebylo by možné na něm pracovat. Čas práce nutné k vytvoření přidané hodnoty není plýtvání, ale snažíme se ho eliminovat, protože za něj nedostáváme zaplacené. Plýtvání je veškerý zbylý čas, při kterém výrobek neproměňujeme dle požadavků zákazníka.

Čas práce přidávající hodnotu můžeme snadno použít pro výpočet produktivity konkrétního procesu nebo celkové produktivity vztažené k vyrobení jednoho výrobku.

Jedním z nástrojů, jak zvyšovat produktivitu je zavádění nástrojů štíhlé výroby.

## 2 VÝROBNÍ PODNIK

Pro svou diplomovou práci jsem si vybral firmu AB, která je jedním z předních světových výrobců dveřních automatických systémů pro kolejová vozidla. Firma mě zaujala především pro to, že uplatňuje podobné principy řízení výroby jako Toyota. Navíc se jedná o montážní podnik, kde jsem mohl sledovat technologii výroby od příjmu materiálu až po expedici smontovaného hotového výrobku. Společnost AB zavádí moderní přístupy řízení výroby a snižuje energetickou náročnost všech procesů v podniku. V dnešní době je ekologické myšlení společností nejen žádoucí, ale i nutné. Proto si myslím, že by firma AB mohla být vzorem pro mnoho výrobních společností v České republice.

### 2.1 Historie firmy AB

Firma AB vznikla jako podnik na výrobu a vývoj speciálních výrobních zařízení pro rakouské průmyslové továrny. Firma byla založena ve Vídni v roce 1947. V pozdějších letech firma začala zužovat své výrobní portfolio, až se nakonec začala orientovat pouze na výrobu dveřních systémů pro kolejová vozidla. Dnes se AB, již 66 let, stále řídí mottem: “Úspěch díky kvalitě a technologiím.“ a toto motto stále ovlivňuje směřování firmy. Díky tomu se firma v tomto odvětví stala hlavním světovým výrobcem, protože její významní zákazníci oceňují jejich častou inovaci a zejména vysokou kvalitu nabízených produktů. Své uplatnění najdou dveřní systémy jak v podzemních a městských dráhách, tramvajích a městských železnicích, tak ve vozech osobních a vysokorychlostních vlaků. V roce 1997 koupil AB německý koncern X-Y [19].

### 2.2 Skupina X-Y

Společnost X-Y byla založena roku 1905 inženýrem Georgem Knorrem. Společnost X-Y, Systém pro užitková vozidla, ČR, s.r.o. v Hejnicích byla v roce 1993 založena jako joint venture s firmou ATESO a.s., dnes je 100% dceřinou společností firmy X-Y Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH, Mnichov [19].

Společnost je hlavním světovým producentem brzdových systémů pro kolejová a užitková vozidla. Již více než 100 let je hlavním technologickým průkopníkem v oblasti vývoje, výroby a odbytu moderních brzdových systémů kolejových i silničních užitkových vozidel. V tomto odvětví společnost vlastní řadu patentů. Firma X-Y tak výrazně přispívá k bezpečnému provozu na silnicích i železnicích. Další produkty koncernu představují dveřní systémy a klimatizační zařízení pro kolejová vozidla a tlumiče torzního kmitání pro spalovací motory [19].

Téměř 20 000 zaměstnanců na celém světě vytvořilo v obchodním roce 2011 obrat ve výši 4,24 mld. euro. Úspěch společnosti spočívá ve spolupráci obou divizí pro kolejová a užitková vozidla. Celosvětové postavení koncernu, inovační síla a připravenost zaměstnanců k podávání výkonů zajišťují firmě konkurenční výhodu. Společnost X-Y se tak bude i nadále významně podílet na technologické proměně kolejových a užitkových vozidel. V současné době je X-Y stále předním světovým výrobcem brzdových systémů pro kolejová a užitková vozidla [19].

### 2.3 Historie a současnost AB – CR

V České republice se historie firmy datuje od roku 1996, kdy byla na základech společnosti Hády – Metall (výrobce oken a dveří do vlaků) založena společnost AB - CR, a.s. V roce 1997 se společnost AB -CR stala součástí celosvětového koncernu X-Y. V roce 2002 se výrobní program přesunul do nové haly a ve firmě se začaly uplatňovat metody

štíhlé výroby. V současnosti v moderním závodě v CTP Modřice pracuje přes 600 zaměstnanců a společnost v roce 2010 dosáhla obratu 2,2 mld. Kč. S ročním výsledkem 23 000 dveří, 12 000 pohonů a 6 000 schodů je AB-CR největším výrobním závodem mezinárodní společnosti AB. Výrobní proces dveřních systémů obsahuje technologie obrábění, lepení, svařování, montáž a lakování.

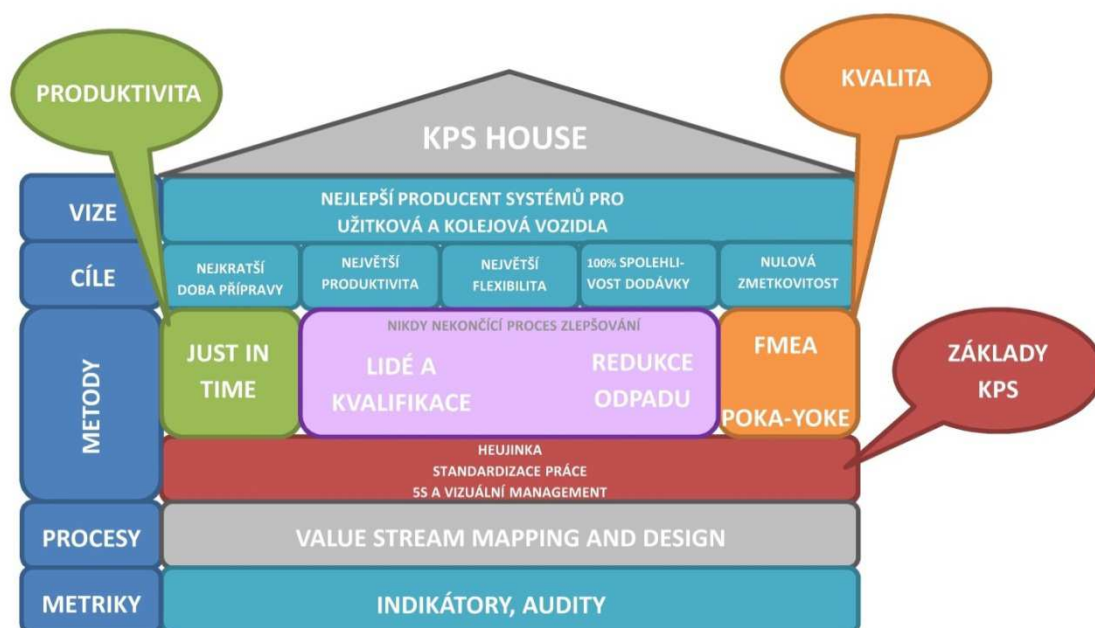
V roce 2005 firma získala ocenění X-Y Best Practise Award za zavedení systému umožňujícího nepoužívat při výrobě papírové dokumenty. Firma zavedla informační systém SAP. Rostoucí prodeje si navíc vyžádaly navýšení výrobních kapacit. V roce 2006 byla do České republiky přemístěna výroba pohonů z Rakouska. V roce 2007 byl ve firmě zahájen projekt Supply Chain Excellence, který byl zaměřen na zlepšení spolehlivosti dodavatelů a úspory v logistice. Současný výrobní program firmy je popsán níže [19].

#### **2.4 Výrobní systém firmy X-Y**

Koncern X-Y uplatňuje ve svých podnicích principy KPS (X-Y Production System). Jedná se o základ velké části "štíhlé výroby", jež v posledních letech hraje (spolu s Six Sigma) významnou roli při řízení výroby. Vize, cíle, metody, procesy i metriky uplatňované firmou X-Y jsou zobrazeny na obr. 2 níže.

Dle mého názoru je nejdůležitějším prvkem KPS vize společnosti, kterou si koncern stanovil jednotně pro všechny divize. Vize X-Y je být nejlepším producentem systémů pro užitková a kolejová vozidla. Důležitou součástí KPS je stanovení cíle výroby s nulovým počtem vad (Zero Defect). Cílem je takové zdokonalení příslušných procesů, které umožní okamžité rozpoznání a odstranění chyby po jejím vzniku.

Ve výrobě je myšlenka nulových vad zaváděna prostřednictvím použití osvědčených metod výrobního systému společnosti X-Y (KPS). Pro preventivní zajištění kvality se například provádí podrobná analýza možných vad a jejich důsledků (Failure Mode and Effects Analysis - FMEA). Úpravou průběhu procesu nebo řešením systému Poka-Yoke jsou zjištěná rizika následně vyloučena nebo alespoň minimalizována. Japonským výrazem Poka – Yoke (česky: vyhnout se (yokeru) neúmyslným chybám (poka)) je označován princip sestávající z více prvků, který obsahuje technická opatření, resp. zařízení pro okamžité odhalení chyb v komplexních procesech, resp. k jejich zabránění. Není-li to možné, je třeba pomocí 100% kontroly zajistit, aby se k zákazníkům nedostal žádný vadný produkt. KPS zajišťuje, aby zjištěné vady byly co nejrychleji analyzovány a příčina jejich vzniku odstraněna. Tento proces zabrání opakování chyby [19].



Obr. 2 KPS House [19].

## 2.5 Cíle a vize X-Y

Jak napovídá obrázek KPS HOUSE výše, produkční systém X-Y není jen soubor metod, ale je to promyšlený systém, pomocí kterého firma dosahuje konkurenčního náskoku. Níže bych rád blíže popsal pojmy, které se v obrázku vyskytují a které zaměstnanci AB důvěrně znají.

**Vize společnosti:** být nejlepším producentem systémů pro užitková a kolejová vozidla

**Cíle společnosti, kterých se snaží firma dlouhodobě dosáhnout:**

- TOP kvalita,
- splnění požadavků zákazníka,
- nejkratší doba přípravy,
- největší produktivita,
- největší flexibilita,
- 100% spolehlivost dodávky,
- nulová zmetkovitost.

## 2.6 Metody používané v KPS

### Základní výrobní metody KPS

- Leveled production (Heijunka): Tzn. vyrovnání výroby pomocí skladby a množství vyráběného sortimentu. Pomocí tohoto systému se nevyrábí produkty podle aktuálního toku zákaznických objednávek, ale podle celkových objemů objednávek za určité období. Celkový objem se rozplánuje tak, aby se každý den vyrobilo optimální množství při optimální skladbě výrobků [15].

- Standardizace práce: Nikdy nekončící proces standardizace a následného zlepšování práce. Nejprve se vytipuje nejlepší postup práce a ten se standardizuje. Po zavedení standardu se znovu hledá lepší pracovní postup [16].
- 5S a Visuální management: Sort, Set, Shine, Standardize, Sustain (utřídit, uspořádat, udržovat, určit pravidla, upevňovat a neustále zlepšovat) jsou základními kameny systému 5S, jež pomocí uspořádaného, standardizovaného a uklizeného pracoviště eliminuje plýtvání. Visual management je dle [16] technika poskytování informací a instrukcí o jednotlivých prvcích pracovních úkonů jasně viditelným způsobem, aby mohl pracovník maximalizovat svoji produktivitu.

Metody používané k dosažení vyšší produktivity

- JIT: Jak uvádí [1] Just – In – Time je souborem zásad, nástrojů a technik, které firmě umožňují vyrábět a dodávat výrobky v malých množstvích, s krátkými dodacími lhůtami a podle jedinečných potřeb zákazníků.

Nikdy nekončící zlepšování

- Lidé a kvalifikace: Obrovský potenciál, který je možné využít k dosažení konkurenční výhody, se skrývá v lidech. Řízení a rozvoj lidského potenciálu představuje rozsáhlý komplex procesů přípravy, tvorby a realizace celé sítě rozhodnutí, záměrů, cílů a činností v oblasti motivace a výkonu pracovníků, jejichž smyslem je nepřetržitě zvyšování efektivnosti podniku [10].
- Snižování produkce odpadu: Jedná se o snižování tvorby odpadu při procesech výroby a také snižování odpadu, jež vznikne po skončení životnosti výrobku. Současným trendem je ekologické zpracování výrobku společně s jeho možnou recyklací.

Metody používané k dosažení vyšší kvality výroby

- FMEA (Failure Mode and Effects Analysis): Jedná se o preventivní metodu, která má za úkol odhalit všechna možná potenciální selhání (neshody) produktu a procesu, a poté nalézt všechny možné příčiny těchto selhání. Tato metoda je určena k eliminaci příčin selhání produktu nebo procesu, čímž společnosti šetří nemalé peníze [17].
- Systematic problem solving /Six sigma: Je metoda založená na přesných datech sloužících k eliminaci vad, ztrát či problémů v řízení jakosti výroby či služeb. Metoda je založena na kombinaci technik statistického řízení jakosti, analýzy dat a školení pracovníků, kteří se ve firmě zabývají metodikou Six sigma [1].
- Poka Yoke – je preventivní metoda zaměřená proti chybám (způsobeným zapomětivostí pracovníků, nedbalostí) a jejich okamžitá detekce a oprava [18].
- Jidoka – je nástroj štíhlé výroby, který umožňuje strojům i pracovníkům zastavit výrobu při odhalení nenormálního stavu

Po objasnění metod, které se ve výrobním podniku firmy AB používají, bych dále rád popsal výrobní program společnosti.

## 2.7 Metriky a indikátory

Aby bylo možné dosáhnout určeného cíle, je nutné stanovit, jak požadovaného cíle dosáhneme. K tomu slouží různé indikátory či audity. Mezi nejvýznamnější patří KPI. Key

Performance Indicator je základním nástrojem pro měření výkonnosti a pomáhá organizaci dosahovat stanovených cílů. V AB se hodnotí tzv. měkká kritéria, tedy přístup lidí k plnění povinností. Hodnotí se například dodržování zásad 5S nebo obrat zásob (týká se všech pracovníků). V případě, že dělník nedodržuje zejména zásadu 5S, většinou přichází o prémii. On Time Delivery (OTD) je nástroj sloužící pro hodnocení dodržování termínů výroby. Zakázka musí být dokončena včas, kompletní a bezchybná.

## 2.8 Výrobní program

Dveřní systémy mají dle [19] významný vliv na účinnost kolejových vozidel. Doba nástupu a výstupu cestujících může velice snadno způsobit zpoždění, proto je zejména u městské hromadné dopravy klíčovým faktorem. Dveřní systém vozidla tak významně ovlivňuje dobu vozidla strávenou v zastávkách linkové přepravy. Správně navržený dveřní systém by měl zajistit rychlé a pohodlné nastoupení a vystoupení cestujících. Dveře vozidla by se měla otevírat rychle, plynule a nejlépe bezhlučně. Křídla dveří by po jejich otevření neměla zabírat mnoho prostoru, zvláště ve vnitřním prostoru vozidla. Důležitým faktorem dveří je také jejich bezpečnost. V dnešní době jsou propracované systémy firmy AB osazeny nejmodernějšími bezpečnostními prvky, které například zabraňují rozjetí vozidla, pokud něco (někdo) uvízne v prostoru zavřených dveří.

Firma AB vyrábí dveřní systémy i pro rychlovlaky. Při rychlostech vlaku kolem 350km/h by mohlo velice snadno dojít k havárii. AB klade velký důraz na bezpečnost celého nástupního systému. Dveře pro rychlovlaky této firmy mají velice tuhou (zároveň lehkou) konstrukci, jsou tlakotěsné a v zavřené poloze splývají s karosérií vlaku.

Do širokého portfolia firmy AB dnes patří hlavně vstupní, vnitřní a mezivozové dveře. Dále pak pohony, plošiny, stupátka a rampy patřící k těmto dveřím a s nimi související detekční systémy, pohony a další části nástupních mechanismů.

Firma AB má na trhu dveřních systémů významnou pozici, protože výrobci kolejových vozidel si dle [19] uvědomují výhody spojené s použitím produktů AB ve svých vlacích. Jako hlavní bych uvedl vysokou bezpečnost, kvalitu zpracování, univerzálnost, dostupný servis, technologickou vyspělost a v neposlední řadě také cenu. Mezi hlavní zákazníky AB patří například celosvětově známí výrobci vlaků jako Siemens, Bombardier a Alstom. Firma AB nabízí své produkty v následujících kategoriích.



Obr. 3 Příklad použití dveřního systému v české tramvaji T26 určené pro maďarské město Miskolc (výrobce Škoda TRANSPORTATION a.s.) [20].

## 2.8.1 Dveřní systémy

### Posuvné vstupní dveře

Posuvné dveře nacházejí uplatnění hlavně v městské hromadné dopravě. Dveřní křídla se posouvají od sebe buď vevnitř, nebo vně podél vozidla, aby umožnily cestujícím pohodlný výstup a nastup do vozidla. Pohony těchto dveří jsou elektrické či pneumatické. Jako výhody se jeví jednoduchost systému a rychlost pohybu dveří. Tyto systémy jsou použity ve vlacích metra či ve vozidlech městské hromadné přepravy. Na obrázku (obr. 4) je možné vidět posuvné vstupní dveře, které použila firma Bombardier ve svých vlacích metra.



Obr. 4 Posuvné dveře vlaku metra firmy Bombardier [21].

### Předsuvné dveře pro hromadnou přepravu

Tyto dveře se vyznačují tím, že dveřní křídla v zavřeném stavu splývají s karoserií vlaku. Při otvírání se křídla dveří nejprve předsunou a poté otevřou podélně do stran, podobně jako dveře výše zmíněné. V případě potřeby mohou být tyto dveře vybaveny speciálním tlakotěsným těsněním, které je z důvodu úspory tepla v severských zemích velice žádané. Výhody tohoto systému: dobré těsnící vlastnosti, velká odolnost povětrnostním podmínkám, jednoduchost a spolehlivost systému a velký prostor pro pohodlný nástup a výstup cestujících. Tento dveřní systém můžeme nalézt téměř u všech moderních tramvají v Evropě. Jako konkrétní příklad použití těchto dveří bych rád uvedl nejnovější tramvaje firmy Škoda TRANSPORTATION a.s. (obr. 3 nebo designové moderní dveře vlaku Siemens, obr. 5)



Obr. 5 Moderní pojetí posuvných dveří vlaku metra firmy Siemens [22].

#### **Vnitřní dveře, mezivozové dveře, dveře kabiny řidiče, oddílové dveře**

Tyto dveře se vyznačují jednoduchou a lehkou konstrukcí a tedy i nízkou pořizovací cenou. Tyto dveře se často používají jako nástupní dveře pro metra a vlaky příměstské dopravy nebo jako vnitřní dveře poschodových a vysokorychlostních vlaků. Zadní (koncové) dveře vagonů mohou být vyrobeny v protipožárním a tlakotěsném provedení.

#### **Předsuvné dveře pro dálkovou přepravu**

Tento typ dveří má většinou pouze jedno křídlo a používá se u vlaků dálkové přepravy (vlaky typu RIC). Dveře v těchto vlacích musí splňovat požadavky, mezi které patří např. zvukotěsnost, tepelná izolace a v některých případech i odolnost vůči extrémním změnám teplot v některých lokalitách. To zajišťuje použití zvláštních materiálů a dveřní křídla speciální konstrukce.

#### **Předsuvné dveře pro vysokorychlostní vlaky**

U dveří použitých u vysokorychlostních vlaků musí být dodrženy vysoké požadavky. V zavřené poloze musí dveře přesně splývat s karosérií vlaku tak, aby nezpůsobovaly odpor. Při otevírání se dveře nejprve předsunou, a poté se otevřou podél karoserie vozu. Velmi často je tento systém vybaven tlakotěsným těsněním. Mezi výhody tohoto systému lze zařadit zmíněnou tlakotěsnost (bez nutnosti nafukování těsnících profilů) a vysokou bezpečnost. Oblast použití těchto dveří lze nalézt u vysokorychlostních vlaků (do rychlosti 350 km/h) provozovaných v Evropě. V České republice je možné předsuvné bezpečnostní dveře spatřit například na vlacích dopravce České dráhy a.s. vyráběných italskou firmou Alstom, obr. 6).



Obr. 6 Předšuvné dveře vysokorychlostního vlaku Pendolino, který jezdí pro České dráhy [23].

## 2.8.2 Nástupní systémy

### Nástupní výšuvné rampy

Tyto rampy jsou používány pro usnadnění výstupu osob na vozíku či osob se sníženou pohyblivostí a to především tam, kde je velký rozdíl ve výšce nástupiště a podlahou vlaku. Tyto rampy se používají u vlaků i tramvajů.

### Výšuvné plošiny

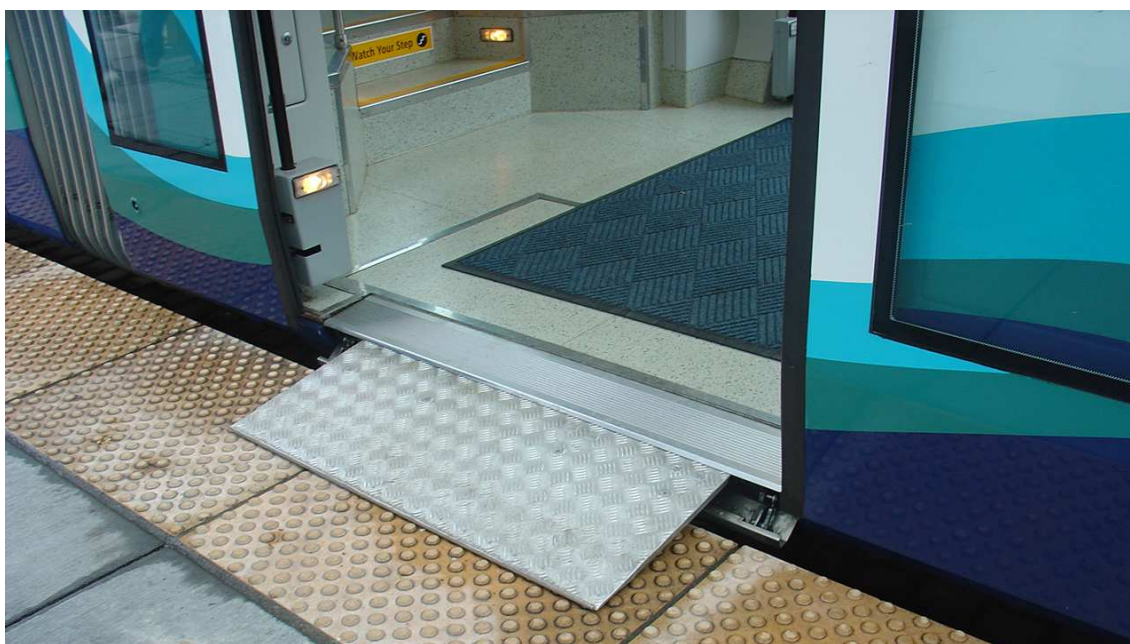
Výšuvné plošiny se používají pro usnadnění nástupu zdravotně postižených osob, kočárků a vozíčkářů tam, kde vznikne mezera mezi vozidlem a nástupištěm. Velmi často se používají u vozidel metra a příměstských vlaků. Na plošiny jsou kladeny také velké nároky na odolnost vůči velkým změnám teploty.

### Sklopná stupátka

Sklopná stupátka se nejčastěji používají u vlaků (RIC i vysokorychlostní). Stejně jako ostatní mechanismy, i stupátka musí odolávat vlivům podnebí (velké rozdíly teplot). Stupátka se vyznačují zvláštní kinematikou pohybu, což zaručuje krátkou vzdálenost přemostění.

### Přemostění

Nástupní můstky jsou charakteristické malými rozměry mechanismů a jednoduchou konstrukcí. Používají se tam, kde je potřeba přemostit krátkou vzdálenost (cca 150 mm) mezi dveřmi vlaku a hranou nástupiště. Příklad použití je na následujícím obrázku (obr. 7).



Obr. 7 Nástupní můstek přemost'ující cca 100 mm mezeru [32].

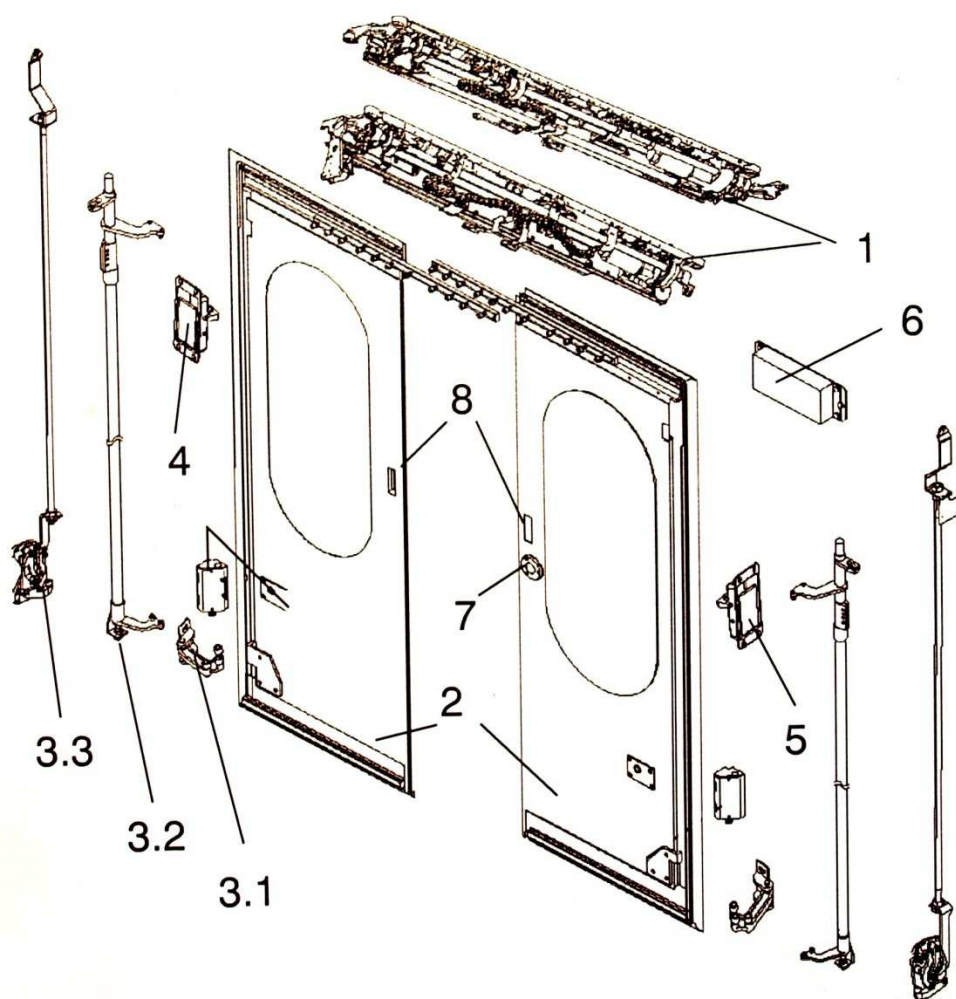
### **Detekční systémy**

Detekční systémy slouží pro kontrolu prostoru dveří při zavírání, aby nedošlo k poranění osob. Společnost AB nabízí pokrokové detekční systémy, které jsou schopny rozpoznat překážku v již zavřených dveřích. Pokud je překážka detekována, automaticky se znemožní rozjezd vlaku.

### **2.8.3 Pohon dveří**

Ve společnosti AB se vedle dveří vyrábějí i jejich pohony. Ve své diplomové práci jsem analyzoval pracoviště montáže těchto pohonů, proto bych je rád blíže popsal. Dvevní pohon je složité zařízení skládající se ze stovek součástí. Pohon dveří, zvláště u městské hromadné dopravy, je velmi problematická část celého dvevního systému. Na pohon jsou kladeny vysoké jakostní požadavky. Jeho robustní konstrukce odpovídá velmi dlouhé užitné hodnotě výrobku.

Celá konstrukce pohonu musí být velmi tuhá, protože částečně nese dvevní křídla (prosklené dveře jsou velice těžké). Elektrický či pneumatický pohon musí být dostatečně výkonný a odolný, aby umožňoval správné a časté otevírání dveří. Bezpečnostní prvky pohonu odpovídají dnešním předpisům a eliminují veškerá rizika poranění cestujících. Schéma celého dvevního systému je na obrázku níže (obr. 8).



Obr. 8 Dvevní systém firmy AB [30]

1 – dvevní pohon, 2- křídla dveří, 3 – spodní vedení, 3.1 – kloub, 3.2 - , 3.3 – dvevní zámek, 4 – zařízení pro nouzový výstup, 5 – zařízení pro nouzový přístup, 6 – řídicí jednotka, 7 – tlačítko k otevírání dveří, 8 – rukojeť [30].

### 3 SOUČASNÝ STAV

#### 3.1 Průběh zakázky podnikem

Výroba série 16ks pohonů má dle zaměstnance AB následující průběh. „Zákazník zadá požadavek obchodnímu oddělení, které zavede tento požadavek do informačního systému. Příslušný plánovač výroby požadavek potvrdí, nebo nabídne alternativní termín. Po odsouhlasení případné změny plánovač zaplňuje požadavek do informačního systému, který naplňuje požadavky na nákup materiálů podle příslušných kusovníků a smluvních dodacích termínů pro jednotlivé položky, a taky podle průběžné doby výroby naplňuje zahájení výroby tak, aby byly splněny požadavky zákazníka. Nákup materiálů zajišťují nákupčí pro příslušné položky. Plánovač zkontroluje dostupnost materiálů pro výrobu, a jestli je kompletní, jeden pracovní den před plánovaným zahájením výroby pak plánovač vydá požadavek do skladu na materiál pro výrobu a uvolní výrobní příkaz. Poté se rozjede výroba, kterou plánovač dlouhodobě vyrovnává, aby minimalizoval výkyvy a tím potřebu práce přes čas atp. Všechny tyto úkony plánovač provádí pomocí softwaru SAP.“ [30]

Ve výrobní hale vše probíhá tak, že vedoucí pracovník úseku nejdříve obdrží zadání práce. V tomto konkrétním případě se zhotovuje pohon pro dveře vlaku. Pro tuto sestavu se ve společnosti nic nevyrábí, sestava se pouze kompletuje z dílů, které jsou nakoupeny od externích dodavatelů. Po obdržení zadávací dokumentace zásobovací pracovník začíná vychystávat materiál. Zásobování je rozděleno na dvě na sobě nezávisle fungující výdejní místa. První je sklad se spojovacím a drobným normalizovaným materiálem (šrouby, matice, pera, podložky, pružná pera, kolíky, těsnění, ...), každý vyskladněný druh (včetně množství) je evidován kartičkou Kanban. V systému se skladovým pracovníkům objeví požadavek na vyskladnění konkrétního počtu dílů, které souvisí s aktuální zakázkou. Pracovníci skladu Kanban tento materiál nachystají do přepravek, každou přepravku viditelně označí Kanban kartou a vše nachystají na vozík. Takto nachystaný materiál je vyskladněn do 24 pracovních hodin. Zásobovací pracovník převezve vozík s díly k pracovišti předmontáže.

Stejná zadávací dokumentace putuje také do skladu nenormalizovaných dílů. Tento sklad ukládá všechny ostatní díly či montážní celky. Je to veškerý nakupovaný materiál, který je evidován po jednotlivých kusech (často se jedná o díly s cenou v řádu desítek tisíc korun). Materiál z tohoto skladu je přísně evidován a pracovníci si jím pracoviště nemůžou předzásobit (na rozdíl od Kanban materiálu). Pracovník skladu vyskladní všechny potřebné díly do 24 h. Zásobovač pak na vozících převezve potřebné díly na pracoviště předmontáže.

Až je připraven veškerý materiál, pracovníci se seskupí na pracovišti předmontáže a pustí se do práce. Nejprve si ze zadávací papírové dokumentace načtou sériové číslo do systému, podle kterého se jim na obrazovce zobrazí konkrétní technologický postup montáže. Po kontrole pracoviště se dělníci pustí do práce.

Po dokončení montáže a kontrole všech kusů série se výrobky vyexpedují a čekají na převzetí zákazníkem. Průběh zakázky výrobou je cca 4 dny.

#### 3.2 Způsob měření práce

Mým úkolem bylo změřit práci na dvou pracovištích předmontáže a třech pracovištích linky. Tato naměřená data poté zpracovat do přehledné formy a následně je vyhodnotit. Po vyhodnocení jsem vytipoval všechny podstatné nedostatky, které jsem při měření objevil. Součástí mě svěřeného úkolu bylo také navrhnout možné způsoby odstranění plýtvání a tím zvýšit produktivitu zejména na pracovištích montážní linky.

Měření samotné práce jsem si rozdělil na několik fází. V první fázi jsem pozoroval pracovníka při práci a zapisoval jsem chronologicky všechny operace, které prováděl (rozděleno na úkony šroubování, utahování, příprava, atd.). Operace jsem dělil na kroky, které jsem sledoval v načteném technologickém postupu, tím jsem si stanovil mezní body. Do tohoto dokumentu jsem posléze zapisoval samotné naměřené časy.

Když pracovník započal práci, zahájil jsem měření. Měření probíhalo 2x na každém pracovišti. Dle doporučení [24] jsem pro měření použil digitální chronometr. V levé ruce jsem měl podložku s nachystaným postupem práce a stopky. Postup jsem získal zapisováním sledů operací před zahájením samotného měření práce. V druhé ruce jsem měl pero, kterým jsem zapisoval naměřené časy. Toto uspořádání se jeví jako nejlepší, protože pozorovatel může sledovat pracovníka a při zapisování nemusí sklánět hlavu. Navíc tato metoda umožňuje zapisovat i vysvětlivky k naměřeným časům (např. když pracovník odejde od pracoviště). Díky tomuto způsobu měření se mi podařilo poměrně detailně zaznamenat postup práce na všech analyzovaných pracovištích. Výsledky měření jsem zaznamenal do přehledné tabulky (obr. 9), tabulka v celém znění je v příloze.

Pracoviště: TV2		Na pracovišti TV2 je naměřen čas práce nejkratší, jenže na pracoviště TV2 čekala linka, když jsem prováděl měření na pracovišti TV3.											
Pracovník: Novák Vladimír													
Projekt: Railford													
Základ: 36654199-004													
Identifikační kód: 3TDO3355TT2													
Měřil: Petr Švásta													
Vypřel: Petr Švásta													
Číslo úseku	Pracovní postup	Popis	Měření č. 1				Měření č. 2				Měřicí č.	Poznámka k měření č.	
			Celkový čas [s]	PL [s]	NPH [s]	PH [s]	Celkový čas [s]	PL [s]	NPH [s]	PH [s]			
21	Rozměry nastavit 3	Materiál	0	56			0	52			1,2	Nachystání pomocného stolu, chůze pro materiál 3m	
		Montáž	56	56	18	2	52	52	9	2			
		Celkem	76	56	18	2	63	52	9	2			
		Délka trvání úseku	76				63						
22	Ramena nasadit	Montáž	76		26	4	63		28	4			
		Celkem	106	0	26	4	95	0	28	4			
		Délka trvání úseku	30				32						
23	Sestavu domontovat	Montáž	106		32	5	95		25	4			
		Celkem	143	0	32	5	124	0	25	4			
		Délka trvání úseku	37				29						
24	Vodící tyč nasadit	Materiál	143	30			124	30			1,2	Pro manipulaci s tyčí bylo potřeba 2 lidí, 2. pracovník odešel ze svého pracoviště, aby pomohl	
		Montáž	173		17	4	154		16	6			
		Celkem	194	30	17	4	176	30	16	6			
		Délka trvání úseku	51				52						
25	Rolnu namontovat	Příprava	194		52		176		45				
		Montáž	246		58		221		42				
		Dorážení	304			28	269		17	32	2	Problém při nasazování imbusu	
		Měření	332		25		312						
		Šroubování	357		27		312		70				
		Materiál	384	50			382	46			1,2	Ojjetí podpěrným stolem, nastavení polohy dílce	
		Celkem	434	50	162	28	428	63	157	32			
Délka trvání úseku	240				252								

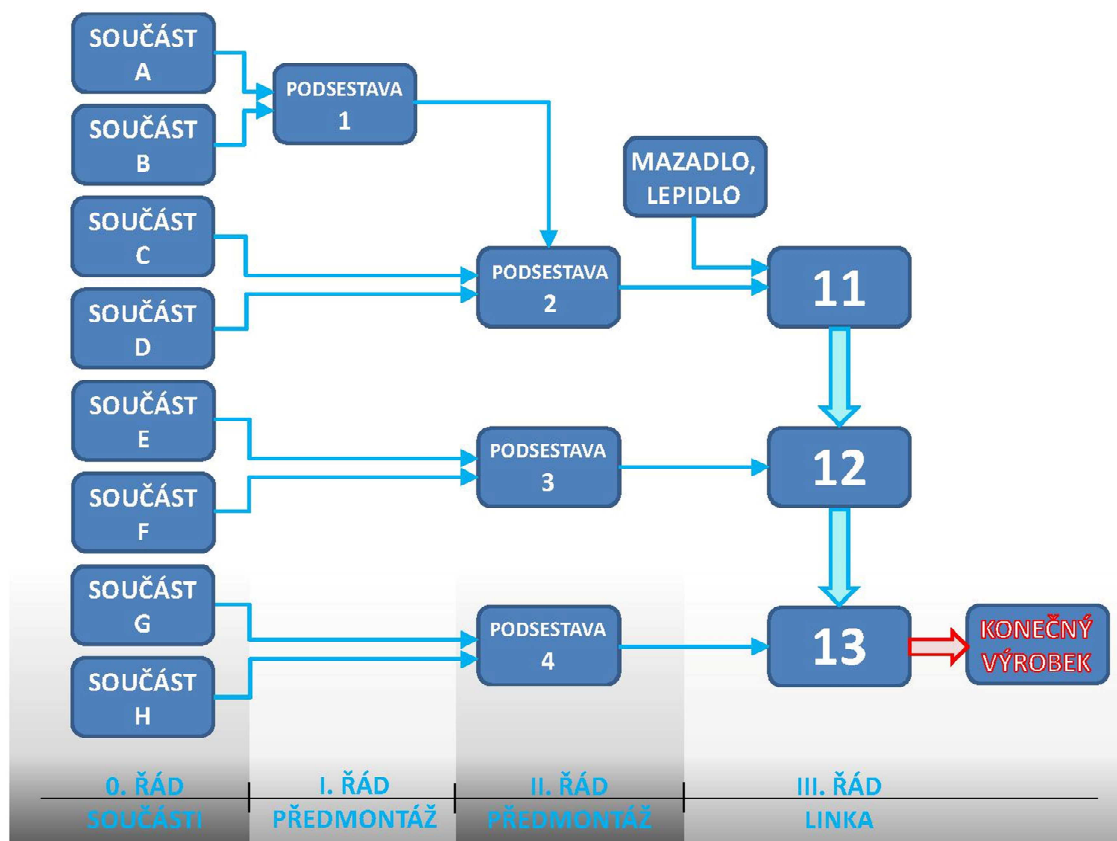
Obr. 9 Příklad tabulky.

### 3.3 Pracoviště předmontáže

Celý dveřní pohon se skládá z 250 dílů různé složitosti, proto je důležité na začátek výroby zařadit předmontáž. Dle [25] předmontáž zajišťuje vytvoření montážních celků, které by byly velmi obtížné sestavit na montážní lince. Pracovníci si tak připraví všechny díly sestavy do takové podoby, aby se při práci na lince nemuseli zdržovat „drobnostmi“.

Z důvodu konstrukce, funkce, výroby či montáže je každý strojírenský výrobek složen z více součástí. Z montážního hlediska můžeme výrobek rozdělit na jednotlivé části, jež jsou **součásti** (elementární část) a **montážní celky** (dle složitosti je označujeme řádem). Vzhledem ke zvyšující se složitosti výrobků, je tendence množství součástí zmenšovat a součásti seskupovat, přičemž musí být zachována jejich funkčnost. Zdroj [25] říká „Malý počet částí umožňuje specializace montážních pracovišť včetně pracovníků, ulehčuje technologickou přípravu výroby a umožňuje snazší nalezení a kompenzaci chyb, včetně“.

provedení konstrukčních úprav.“ Obecně platí, že počet součástí v jednom řádu (v jednom stupni montáže) má být menší než 50, při větším množství je příprava i montáž příliš složitá a tudíž neefektivní. Platí, že čím je jednodušší konstrukce výrobku, tím je jednodušší montáž a větší možnost výrobek vyrábět sériově. Vznik montážních celků je znázorněn na obr. 10 níže. Všechna pracoviště předmontáže mohou pracovat nezávisle na sobě, protože na sebe nečekají.



Obr. 10 Schéma členění výrobku na montážní celky a součásti [26].

### Skutečný stav

Předmontáž probíhá u pracovních stolů, které jsou (obr. 10) vybaveny plastovými kontejnery s díly skladu Kanban a pracovní podložkou (na které má pracovník všechno nářadí, které je při předmontáži potřeba). Dále má na stole umístěn držák chemických prostředků (např. lepidlo Loctite sloužící pro lepení šroubovaných spojů), monitor s načteným pracovním postupem a v neposlední řadě také přípravek k usnadnění montáže celků. Samotná předmontáž probíhá na 4 pracovištích, z toho jsem dvě podrobil analýze. Všechny kroky, které pracovníci prováděli, jsem v chronologickém pořadí zjednodušeně zaznamenal do následujících tabulek. Pro další práci s daty jsem potřeboval vytvořit standart času práce, proto jsou v tabulkách uvedeny časy, které vznikly zprůměrováním naměřených hodnot.

#### 3.3.1 Pracoviště předmontáže SD9

Jak lze vidět na obrázku pracoviště (obr. 11), zdá se, že dělník má vše potřebné nachystané na dosah ruky, takže nemusí z pracoviště znovu odcházet. Tím by mělo být výrazně eliminováno plýtvání, protože se dělníci při práci nezdržují chystáním materiálu, chůzí pro nářadí atd. Skutečnost je rozdílná.



Obr. 11 Pracoviště předmontáže.

Vzhledem k tomu, že pracovníci jsou s technologickým postupem seznámeni a z pravidla si ho pamatují (série se opakují), docházelo poměrně často k nedodržování technologického postupu, který byl načten v počítači. Pracovník montoval sestavu podle paměti.

Před tím, než pracovník započal práci, nachystal si potřebné díly z vozíků, které byly rozmístěny v okolí pracoviště. Při chystání materiálu docházelo často k plýtvání. Pracovník musel hledat potřebné díly na vozíku s přichystaným materiálem. Poté, co si pracovník nachystal potřebný materiál na pracoviště, započal samotnou předmontáž jak jsem zaznamenal do následující tabulky (tab. 1).

Tab. 1 Postup práce na pracovišti SD9.

<b>Pracoviště SD9</b>			
<b>Číslo</b>	<b>Pracovní postup</b>	<b>Zaznamenaná činnost</b>	<b>Čas práce [s]</b>
10	Předmontovaný díl nasadit	Nasazení výstřižku na tyč	99
11	Předmontovaný díl nasadit	U cca každého druhého kusu má pracovník problém nasadit výstřižek na tyč. Nedodržení tolerancí výrobcem	61
12	Sestavu namontovat	Díly zajistit šroubem	100
13	Předmontovaný díl nasadit	Díly sestavit do požadované vzájemné polohy	38
14	Díl zajistit	Pracovník natlouká pružné kolíky a tím zajišťuje díly proti vzájemnému pohybu. Velmi rozdílná doba trvání úkonu.	248
15	Předmontovaný díl nasadit	Díly sestavit do požadované vzájemné polohy	67
16	Díl zajistit	Pracovník natlouká pružné kolíky a tím zajišťuje díly proti vzájemnému pohybu	82
17	Kontrola	Vizuální kontrola sestavy (kontrola přítomnosti všech dílů, přetažení všech šroubů, stažení pásek)	18
<b>Čas celkem</b>			<b>712</b>

Po dokončení předmontáže pracovník odnesl nachystanou sestavu na vozík (ježek), který měl přichystaný poblíž pracoviště. Sestava smontovaná na pracovišti SD9 je v tomto momentě kompletní a čeká na vozíku na dokončení ostatních kusů série. Jakmile pracovník odložil předmontovanou sestavu, začal si chystat díly pro montáž dalšího kusu a celý postup se opakoval. V tabulce jsou uvedeny již zprůměrované hodnoty naměřených časů. Po dokončení předmontáže celé série zásobovací pracovník převezde plný vozík k pracovišti linky.

### 3.3.2 Pracoviště předmontáže SD7

Druhé pracoviště předmontáže, které jsem měl možnost sledovat, bylo pracoviště SD7. Na tomto pracovišti se sestavovala konzole, na kterou se montovala převážně kabeláž. Před zahájením práce na konkrétním kusu si pracovník připravil potřebný materiál na stůl. Konzoli umístil na přípravek a započal práci. V následující tabulce (tab. 2) je opět uveden postup práce, jak jsem jej zaznamenal.

Tab. 2 Postup práce na pracovišti SD7.

<b>Pracoviště SD7</b>			
<b>Číslo</b>	<b>Pracovní postup</b>	<b>Zaznamenaná činnost</b>	<b>Čas práce [s]</b>
1	Celkový pohled, konzoli namontovat	Zahájení práce, vizuální kontrola dílů, umístění konzoly na montážní přípravku. Vylepena nálepka (krok 12).	493
2	Konzoli namontovat	Díly sestavit do požadované vzájemné polohy	105
3	Vodící lištu namontovat	Díly sestavit do požadované vzájemné polohy, zajistit šrouby	91
4	Vodící lištu namontovat	Díly sestavit do požadované vzájemné polohy, zajistit šrouby	238
5	Zemnicí šroub namontovat	Přišroubovat zemnicí kabel k rámu	197
6	Kabeláž vyvázat a zemnicí bod namontovat	Vyvazování kabeláže Binder páskami, přišroubování zemnicího kabelu k rámu	322
7	Kabeláž vyvázat	Vyvazování kabeláže Binder páskami	929
8	Kabeláž vyvázat	Vyvazování kabeláže Binder páskami	195
9	Kabeláž vyvázat	Vyvazování kabeláže Binder páskami	350
<b>Čas celkem</b>			<b>2919</b>

Po provedení vizuální kontroly pracovník sestavu odnesl na stojan. Ze stejného stojanu (z jeho druhé strany) vzal pracovník prázdnou konzoli a odnesl si ji na pracoviště. Pracovník si také donesl ostatní díly potřebné pro montáž a započal práci na dalším kusu.

Na pracovištích předmontáže byly zhotovovány montážní celky, které se po složení daly na vozíky. Po dokončení předmontáže všech pohonů v sérii zásobovací pracovník přesunul stojany s předmontovanými díly na pracoviště montáže – na linku. Pracovníci se také přesunuli k lince, kde započali přípravu.

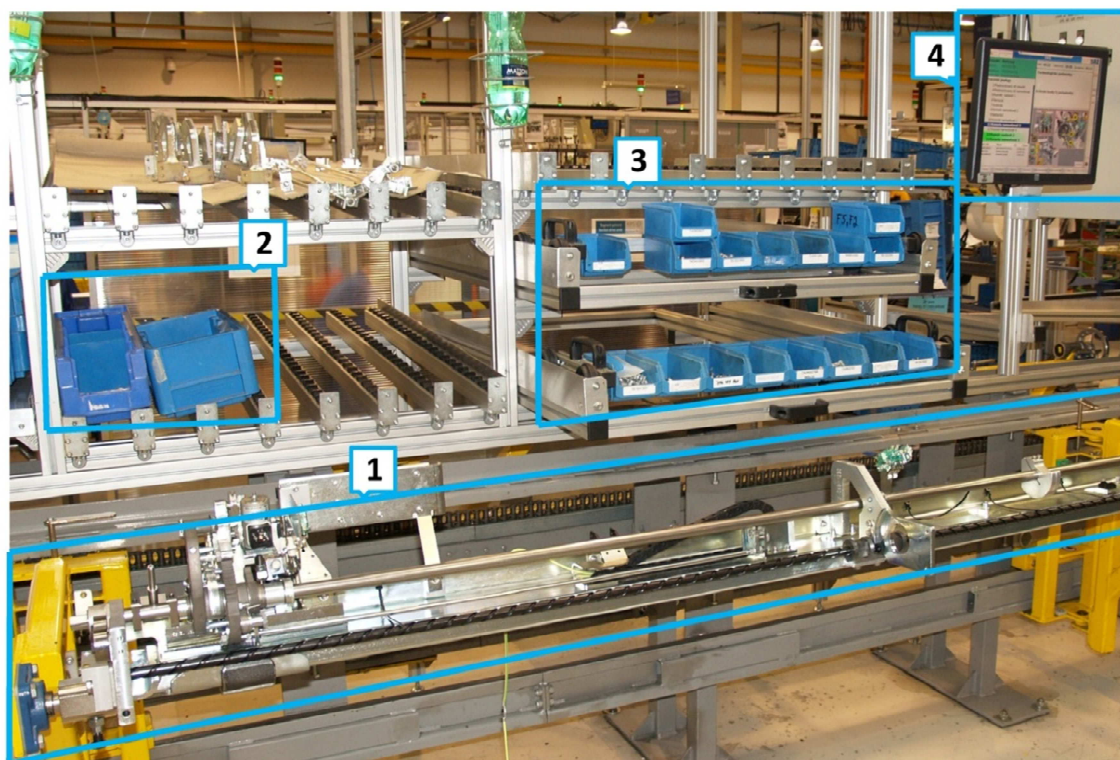
### 3.4 Montážní linka

Dle [27] je montážní linka výrobní proces charakteristický postupným utvářením výrobku, až do vzniku jeho požadovaného stavu. Na začátku montážní linky je vstupní uzel. Skrz něj vstupují do procesu montážní jednotky či montážní celky (získané předmontáží). V průběhu procesu jsou přidávány další montážní jednotky či celky tak, aby byl na jejím konci zhotoven finální výrobek. Výrobní linka z pravidla zkracuje průběžnou dobu výroby produktu.

Montážní linka je obvykle opatřena universálními úchyty, které umožňují upnutí různých výrobků. Unášecím prvkem mohou být vozíky, pás či řetěz. Montážní linka může mít různé programy, zde se jednalo o Multiple model assembly line. Linka může mít různý tvar, nejčastěji se uplatňuje přímka či tvar U.

Montážní linka v AB je dlouhá 14 metrů a obsahuje 3 pracoviště. Transport mezi jednotlivými pracovišti je zajištěn řetězovým dopravníkem. Vstupní uzel je na prvním pracovišti (TV1), kde pracovník ručně usazuje předmontovaný rám do přípravků. Ustavovací přípravky jsou připevněny v úchytech linky. Úchyty jsou na lince pevně namontovány. Přípravky jsou z jedné strany připevněny k úchytům a z druhé strany je do nich nasazen výrobek. Aretační přípravky jsou jednoduše vyměnitelné, a tím je zajištěna vysoká universálnost montážní linky. Přípravky zároveň zajišťují pevné a přesné držení montážního celku. Výrobek, který projde celou linkou, je na jejím konci plně zhotoven. Po té je přesunut na pracoviště kontroly.

Před započítím práce na lince musí každý dělník zkontrolovat pracoviště, nachystat si potřebné nářadí (které bude potřebovat při montáži konkrétního druhu pohonu), zkontrolovat stav zásob Kanban dílů (obr. 12.3), zkontrolovat přítomnost nenormalizovaných dílů (z druhého skladu - obr. 12.2) potřebných k montáži. Po ověření, že je vše na svém místě, pracovníci započnou práci.



Obr. 12 Pracoviště linky

1 – rozpracovaná výroba, 2- nenormalizované díly, 3 - spojovací materiál (Kanban) a 4 – monitor s technologickým postupem montáže.

### 3.4.1 Pracoviště linky TV1

Před zahájením samotné práce musí pracovník nachystat a namontovat přípravky, na které se upne hlavní montážní část celku. Po upnutí a kontrole načte pracovník čarový kód z průvodní dokumentace a na obrazovce se zobrazí aktuální pracovní postup. Poté si pracovník připraví potřebné díly, které má většinou na dosah ruky. Jsou to díly vyskladněné systémem Kanban (spojovací materiál). Kolem pracoviště jsou rozmístěny palety, stojany a přepravky. Ty obsahují rozpracovanou výrobu - předmontované sestavy. Ostatní díly jsou uloženy v modrých přepravkách. Většina dílů je od pracoviště vzdálená na dosah ruky. Občas se ale naleznou výjimky, kdy pracovník musí pro konkrétní díl jít i několik metrů. To je jednoznačné plýtvání. Postup práce jsem zaznamenal do následující tabulky (tab. 3).

Tab. 3 Postup práce na pracovišti TV1.

<b>Pracoviště TV1</b>			
<b>Číslo</b>	<b>Pracovní postup</b>	<b>Zaznamenaná činnost</b>	<b>Čas práce [s]</b>
1	Upnout na linku	Přinesení předmontované sestavy a její připevnění na linku	159
2	Podložky položit	Přichystání podložek pro montáž dalšího dílu	90
3	Předmontovaný díl nasadit	Nasazení dílu	268
4	Předmontovaný díl namontovat	Přišroubování nasazeného dílu	232
5	Rozměr nastavit	Měření vzdálenosti a následné ustavení dílu do správné polohy	39
6	Mazání	Nanášení maziva na vzájemně se pohybující díly	371
7	Kontrola	Kontrola vzájemné pohyblivosti dílů	166
8	Konzole namontovat 1	Sestavení dílů	233
9	Nastavení	Nastavení dorazu spínače	290
10	Konzole namontovat 2	Sestavení dílů do požadované polohy	111
11	Konzole namontovat 3	Sestavení dílů do požadované polohy a jejich přišroubování	192
12	Konzole namontovat 4	Sestavení dílů do požadované polohy a jejich přišroubování	262
<b>Čas celkem</b>			<b>2410</b>

Po dokončení montáže na pracovišti TV1 následují další úkony, které jsou nutné pro pokračování v práci. Pracovník podepíše „rodný list“ sestavy a čeká na zbývající pracoviště, která ještě nedokončila práci. Jakmile je montáž na všech pracovištích skončena, dojde k přestavení linky.

### 3.4.2 Pracoviště linky TV2

Nedokončená sestava se přesune z pracoviště TV1 na pracoviště TV2, kde ji přebere další pracovník. Po načtení čarového kódu z rodného listu se pracovníkovi načte na obrazovce technologický postup montáže, podle něj zkontroluje potřebný materiál a započne práci. Zjištěný postup práce jsem zaznamenal do následující tabulky (tab. 4).

Tab. 4 Postup práce na pracovišti TV2.

<b>Pracoviště TV2</b>			
<b>Číslo</b>	<b>Pracovní postup</b>	<b>Zaznamenaná činnost</b>	<b>Čas práce [s]</b>
13	Rozměry nastavit 3	Měření vzdálenosti a následné ustavení dílu do správné polohy. (Pracovník navíc musel k pracovišti přisunout stůl, o který potřeboval opřít dl při montáži)	70
14	Ramena nasadit	Sestavení dílů	31
15	Sestavu domontovat	Utažení šroubů, které byly namontovány v kroku 22	33
16	Vodící tyč nasadit	Nasazení vodící tyče do ramen. Hmotnost tyče je cca 40 kg, takže ji museli montovat dva pracovníci	52
17	Rolnu namontovat	Sestavení dílů do požadované polohy a jejich přišroubování (odjetí stolkem)	246
18	Šroub namontovat	Letmé připevnění šroubů spínače	49
19	Spínač seřídít	Seřízení spínače do správné polohy, dotažení šroubů	75
20	Konzoli vložit 1	Sestavení dílů do požadované polohy a jejich přišroubování	92
21	Konzoli vložit 2	Sestavení dílů do požadované polohy a jejich přišroubování	90
22	Pružinu namontovat	Nasazení pružiny na vodící tyč, zajištění šroubem	116
23	Lištu namontovat	Sestavení dílů do požadované polohy a jejich přišroubování	262
24	Kabeláž vyvázat 4	Vyvazování kabeláže Binder páskami	199
25	Kabeláž vyvázat 5	Vyvazování kabeláže Binder páskami	80
26	Spínače zapojit 3	Zapojení kontaktů spínače	190
27	Lanko namontovat	Namontování lanka, zařazena pracovníky sem, protože by se předtím nedala namontovat	136
<b>Čas celkem</b>			<b>1717</b>

S ohledem na pořadí dokončení montáže jednotlivých pracovišť pracovník čekal na přestavení linky. Přestavení linky trvá cca 80 s.

### 3.4.3 Pracoviště linky TV3

Všechny úkoly pracovníka (na pracovišti TV3), které provádí před zahájením montáže, jsou téměř totožné s úkony na pracovištích TV1 nebo TV2. Postup práce je opět naznačen v tabulce (tab. 5).

Tab. 5 Postup práce na pracovišti TV3.

<b>Pracoviště TV3</b>			
<b>Číslo</b>	<b>Pracovní postup</b>	<b>Zaznamenaná činnost</b>	<b>Čas práce [s]</b>
28	Kabeláž vyvázat 1	Vyvazování kabeláže Binder páskami	219
29	Spínače zapojit 1	Přišroubování zemnicího kabelu k rámu	128
30	Spínače zapojit 2	Vyvazování kabeláže Binder páskami	292
31	Kabeláž vyvázat 3	Sestavení dílů do požadované polohy a jejich přišroubování	137
32	Zemnicí šroub namontovat	Vyvazování kabeláže Binder páskami	162
33	Konzoli namontovat 7	Přišroubování zemnicího kabelu k rámu	164
34	Kabeláž vyvázat 6	Díly sestavit do požadované vzájemné polohy, zajistit šrouby	93
35	Konzoli namontovat 8	Vyvazování kabeláže Binder páskami	185
36	Kabeláž vyvázat 7	Vyvazování kabeláže Binder páskami	159
37	Kabeláž vyvázat 8	Vyvazování kabeláže Binder páskami	88
38	Kabeláž vyvázat 9	Vyvazování kabeláže Binder páskami	222
39	Štítky nalepit 1	Přišroubování zemnicího kabelu k rámu	99
40	Štítky nalepit 2	Vylepení bezpečnostních nálepek	88
41	Štítky nalepit 3	Vylepení bezpečnostních nálepek	73
42	Štítky nalepit 4	Vylepení bezpečnostních nálepek	100
43	Kontrola	Vizuální i hmatové kontrolování celistvosti a funkčnosti celku, kontrolování dotažení všech šroubů.	56
<b>Čas celkem</b>			<b>2260</b>

Po skončení práce na třetím pracovišti pracovník provádí více úkonů, než pracovníci na předešlých pracovištích. Vzhledem k tomu, že na výstupu tohoto pracoviště je výrobek hotový (dále odchází na pracoviště kontroly), pracovník demontuje celou sestavu z linky a jeřábem ji přemístí na stojan určený pro hotové výrobky. Pro manipulaci s hotovým výrobkem jsou potřeba dva pracovníci.

Sled operací (a jejich časy), které pracovník provádí na výstupním pracovišti „navíc“ je v následující tabulce (tab. 6):

Tab. 6 Úkony prováděné po dokončení montáže.

<b>Práce mezi jednotlivými kusy</b>	<b>Průměr</b>
Zavěšení na jeřáb	43
Odmontování z linky	59
Přesun na jeřábu	68
Odháknutí	9
Přestavení linky	38
Přenesení přípravků	13
Čekání na předchozí pracoviště	58

### Shrnutí

Měření celkově proběhlo bez problémů a tak jsem získal kvalitní data pro analýzu současného stavu. Jako velkou výhodu vidím, že mě pracovníci nebrali jako někoho, kdo jim jde ztížit práci, ale spíše jako neškodného studenta. Díky tomu pracovníci pracovali stejně, jako když nemají za zády kontrolu. Proto jsem mohl odhalit i ta plýtvání, o kterých

by se zaměstnanec AB pravděpodobně nikdy nedověděl (například časté svévolné opouštění pracoviště, kterého by se před svými nadřízenými dělníci nedopouštěli). Po dokončení měření práce jsem všechna data zaznamenal do tabulek a zahájil jsem jejich analýzu.

### 3.5 Vytipování současných nedostatků

V této části bych rád shrnul všechny nedostatky a plýtvání ve výrobě, které jsem při měření objevil. Literatura [24] uvádí nejčastěji 7, respektive 8, základních druhů plýtvání, kterých se podniky nejčastěji dopouští. V poslední době se začalo uvádět, že nedostatečná komunikace je 9. druh plýtvání.

Plýtvání snižuje produktivitu každého procesu, a proto je obecná snaha jej redukovat nebo nejlépe úplně odstranit. Mistři v odstraňování plýtvání se stali Japonci, kteří podle [9] považují za plýtvání i nevyužitou plochu v pracovním prostoru lisu. V mém případě jsem se zaměřil na významnější podoby plýtvání, které po odstranění přinášejí téměř okamžitě výrazné časové, finanční a materiálové úspory. Firma AB je velice dobrá v odstraňování plýtvání a zvyšování produktivity práce, avšak zlepšování je nikdy nekončící proces. I přes to, že jsou výrobní procesy ve firmě velice dobře organizované a jsou efektivní, vždy se najde prostor pro zlepšení.

Autoři knihy Kaizen [9] uvádějí, že hlavní formy plýtvání ve výrobním závodě jsou:

- **nadvýroba** – vyrábí se s předstihem nebo v nepotřebném množství,
- **nadbytečná práce** – veškerá činnost, která neodpovídá technologickému postupu,
- **zbytečný pohyb** – každý pohyb, který výrobku nezvyšuje hodnotu,
- **zásoby** – všechny zásoby, které nejsou nutné pro správnou činnost výroby,
- **čekání** – obecně čekání na cokoli je plýtváním,
- **opravování/chyby** – odstraňování poruch,
- **doprava** – veškerá nepotřebná manipulace a doprava,
- **nevyužití schopnosti pracovníků** – největší plýtvání ve firmě.

#### 3.5.1 Nadvýroba

Nadprodukce je považována za nejhorší druh plýtvání. Výrobky, které jsou vyrobeny zbytečně brzo nebo tzv. „na sklad“ jsou nežádoucí, protože je nákladné jejich následné skladování, transport, údržba či pozdější likvidace. Dříve rozšířená myšlenka, že čím větší výrobní dávka, tím nižší náklady, dnes již neplatí. Hromadná výroba je ekonomická a zkracuje dobu výroby jednoho kusu, ale z širšího pohledu je nadvýroba plýtváním, protože se výrobky musí skladovat. S tím souvisí nákladná manipulace, zbytečné využívání prostoru podniku, nepořádek, spotřeba obalů, administrativa a v neposlední řadě také ztráty, když je výrobek během skladování znehodnocen (následuje nákladná likvidace).

Nadprodukce nepřináší zákazníkovi žádnou hodnotu, proto je i z jeho pohledu plýtváním. Výrobní závod AB však používá systematický přístup řízení výroby LEAN, tedy štíhlou výrobu. V závodě, kde se výroba řídí tahem, nedochází k nadvýrobě. Do výroby se dostanete pouze to, co si objednal zákazník. Při sledování práce na montáži dveřních pohonů jsem nezaznamenal žádnou nadvýrobu. Ve sledované dávce bylo 16 ks pohonů,

kteřé se vyrobily. Avšak nadvýrobou se myslí i zbytečné postupy, zprávy, informace pro zákazníka, duplicita a další. Pro odhalení tohoto druhu plýtvání by bylo potřeba mnohem detailnějšího zkoumání administrativy a řízení celého podniku.

### 3.5.2 Nadbytečná práce

Jedná se o práci, která výrobku nepřináší hodnotu, respektive nepřináší hodnotu, kterou je zákazník ochoten zaplatit. Nadpráce může mít mnoho podob - zbytečně složitá konstrukce výrobku (dochází k plýtvání v rámci vývoje), špatně sestavený technologický postup výroby (složitá výroba), složité administrativní procesy uvnitř firmy (zdržování).

Správně promyšlenou a odzkoušenou technologií výroby lze nadpráci eliminovat.

### 3.5.3 Pohyb

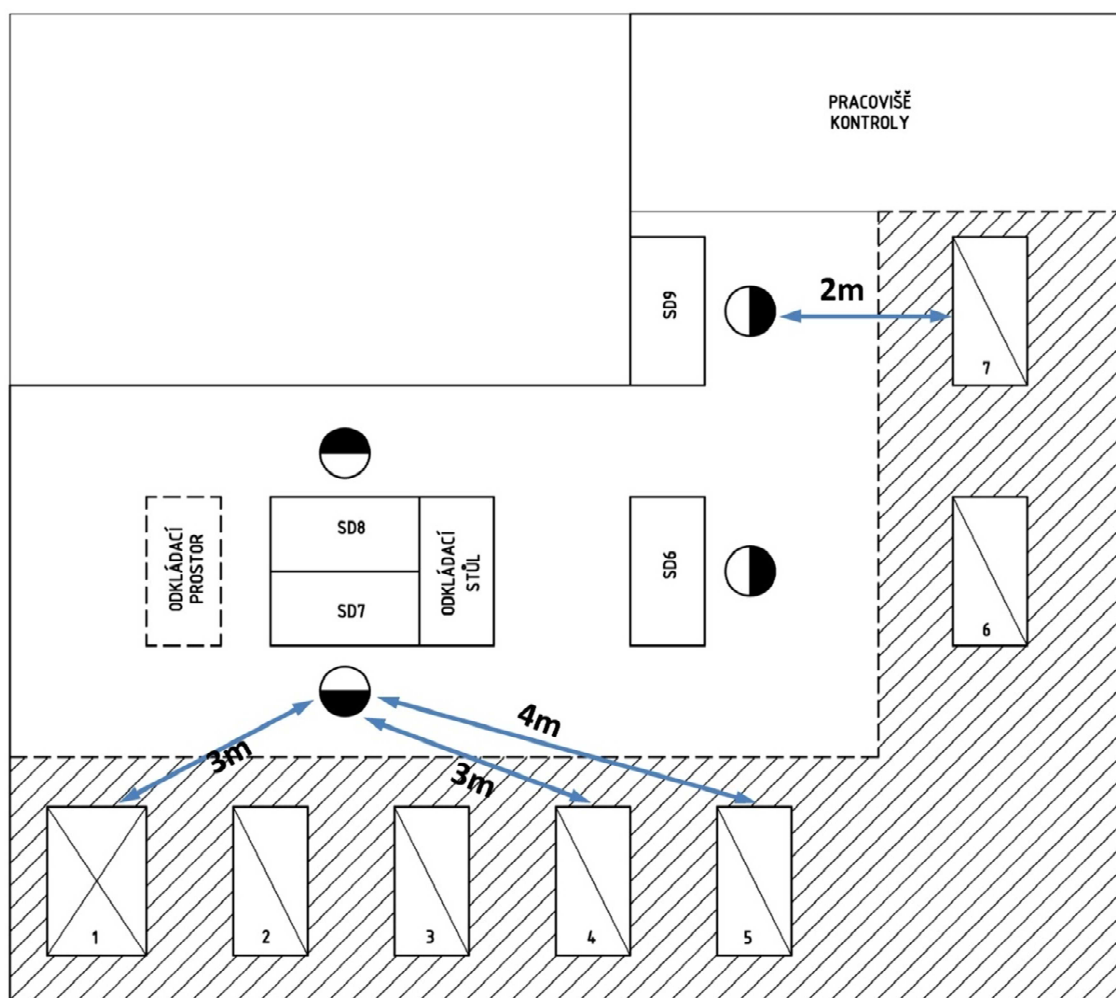
Jako plýtvání se považuje každý pohyb, který nepřidává hodnotu výrobku. Plýtvání je většinou způsobeno špatným rozmístěním pracoviště, nepořádkem, hledáním materiálu či náradí, chůzí pro materiál, transport zásobníků s materiálem atp. Neefektivní pohyb je protikladem čekání, avšak při pozorování práce je nutné dobře rozlišovat, jestli se jedná o pohyby efektivní, zbytečné nebo takové, kterými pracovník zastírá svou nečinnost. Každý zaznamenaný zbytečný pohyb je podnět k zamyšlení, proč pracovník tento pohyb vykonal a zdali by se dal zjednodušit či úplně odstranit a tím zvýšit produktivitu práce. Zbytečné pohyby, které jsem zaznamenal, jsou nejjednodušší ukázkou plýtvání, jak ilustruje i následující obrázek, který zachycuje pracovníky při hledání materiálu. Na obr. 13 je možné vidět i nedbalé rozmístění materiálu na vozíku, které pracovníkům zhoršuje orientaci mezi díly. Nalezení požadovaného dílu mnohdy trvá i několik desítek sekund, což značně prodlužuje dobu přípravy. Vzhledem k tomu, že hledání dílů nepřidává výrobku žádnou hodnotu, jedná se o ryzí plýtvání.



Obr. 13 Pracovníci při hledání materiálu. © 2013 Bc. Solčániová Ivona

Ze zásobovacích vozíků si pracovníci přenášejí potřebný materiál na svá pracoviště. Zásobovací vozíky však byly rozmístěny nelogicky a prodlužovali pracovníkovu trajektorii. Toto plýtvání je zřejmě způsobeno zásobovacím pracovníkem, který na určenou plochu umisťuje vozíky s materiálem poněkud náhodně. Vozíky jsou snadno přemístitelné, ale žádný z dělníků se k tomuto kroku neuchýlil a tak docházelo ke ztrátám během výroby celé dávky.

Například na prvním pracovišti linky TV1 byl vozík vzdálen od pracoviště 6 metrů. Dělník k tomuto vozíku šel 16x (tam a zpět), tudíž ušel 192 m a tím strávil naprosto zbytečně 138 s chůzí. Rozmístění zásobovacích vozíků, jak se nacházely při měření, jsem schematicky zobrazil na následujícím obrázku (obr. 14).



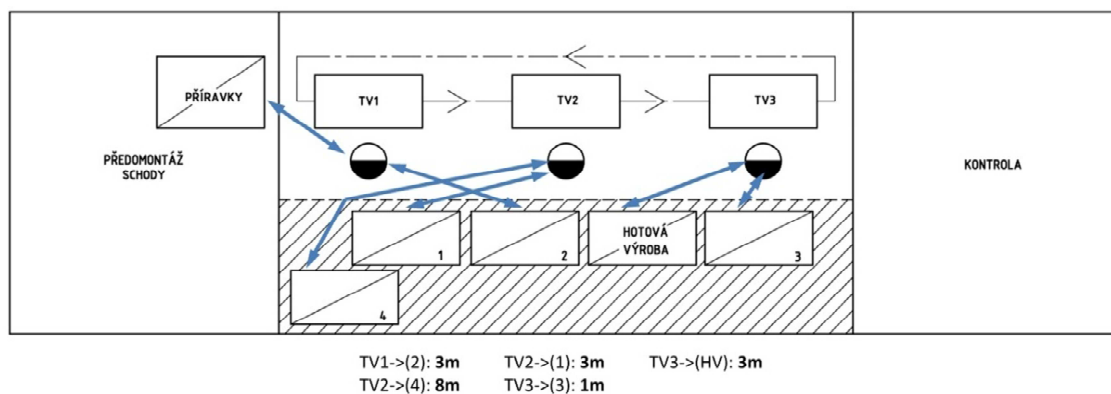
Obr. 14 Pracoviště předmontáže a cesty pracovníků pro materiál.

Do následující tabulky (tab. 7) jsem zaznamenal veškeré odhalené plýtvání, které se vyskytlo na pracovišti předmontáže. V tabulce je uveden druh plýtvání P a N. P znamená pravidelné, opakující se plýtvání při výrobě každého kusu. N je plýtvání náhodné, neopakující se a je rozpočítáno na jeden kus série.

Tab. 7 Plýtvání zbytečnými pohyby na pracovištích předmontáže.

Pohyb					
Pracoviště	Číslo úseku	Pracovní postup	Plýtvání	Popis plýtvání	Průměrná doba plýtvání na kus [s]
SD7	1	Celkový pohled, konzoli namontovat	P	Pracovník šel pro materiál, který na vozíku musel hledat	22
	13	Kabeláž vyvázat a zemnicí bod namontovat	P	Pracovník šel pro materiál, který na vozíku musel hledat	32
	14	Kabeláž vyvázat	P	Pracovník šel pro materiál, který na vozíku musel hledat	34
SD9	8	Předmontovaný díl nasadit	P	Pracovník šel pro materiál, který na vozíku musel hledat	13
	12	Díl zajistit	P	Zajištění náboje proti posunutí	56
<b>Plýtvání na kus celkem</b>					<b>157</b>
<b>Plýtvání na 16 ks celkem</b>					<b>2512</b>

Schematicky znázorněné rozmístění pracovišť linky je zobrazeno na následujícím obrázku (obr. 15), který ukazuje pracovníkovi cesty pro materiál.



Obr. 15 Schéma pracoviště linky a cesty pracovníků pro materiál.

Následující tabulka (tab. 8) obsahuje naměřené údaje, které jsem zaznamenal na pracovišti linky.

Tab. 8 Plýtvání zbytečnými pohyby na pracovištích linky.

<b>Pohyb</b>					
<b>Pracoviště</b>	<b>Číslo úseku</b>	<b>Pracovní postup</b>	<b>Plýtvání</b>	<b>Popis plýtvání</b>	<b>Průměrná doba plýtvání na kus [s]</b>
<b>TV1</b>	2	Podložky položit	P	Pracovník šel pro materiál	56
	5	Rozměr nastavit	P	Zbytečně pomalé odměřování vzdálenosti	24
	8	Konzole namontovat 1	N	Pracovník odešel z pracoviště pro náradí	5
	12	Konzole namontovat 4	P	Pracovník šel pro materiál	14
<b>TV2</b>	21	Rozměry nastavit 3	P	Nachystání pomocného stolku, chůze pro materiál	54
	24	Vodící tyč nasadit	P	Nasazení tyče. Pro manipulaci s tyčí bylo potřeba 2 lidi, 2. pracovník odešel ze svého pracoviště, aby pomohl	30
	25	Rolnu namontovat	P	Odjetí podpěrným stolkem, nastavení polohy dílce	48
	30	Pružinu namontovat	P	Chůze pro materiál a hledání	30
<b>TV3</b>	42	Kabeláž vyvázat 6	P	Chůze pro materiál	56
<b>Plýtvání na kus celkem</b>					<b>317</b>
<b>Plýtvání na 16 ks celkem</b>					<b>5072</b>

Mezi jednotlivými operacemi jsem nezaznamenal žádné zbytečné pohyby pracovníků.

### 3.5.4 Zásoby

Nadbytečné zásoby jsou dle [7] z psychologického hlediska nejobtížněji odstranitelné plýtvání. Lidem připadá totiž běžné a logické, vytvořit si dostatečnou „bezpečnostní“ zásobu materiálu přesně ve smyslu znění „zvyk je železná košile“.

U každého pracoviště můžeme nalézt několik beden s tzv. „Kanban“ materiálem. Na obrázku (obr. 16) je vyfocena zásoba spojovacího materiálu na pracovišti předmontáže. Z pohledu průmyslového inženýrství se jedná o jasné plýtvání v podobě předzásobením. Udržováním nepotřebných zásob dochází k plýtvání nejen finančními prostředky, ale hlavně místem – což se ve svém konečném důsledku také projeví opět na ceně produktu.



Obr. 16 Zásoby spojovacího materiálu na pracovišti SD9.

Ze zvyku pracovníci udržují tyto zásoby nadbytečně velké. Často by v přepravkách stačilo mít desítky kusů (šrouby, matice, podložky, stahovací pásy Binder, atd.) jenže jak je patrné z obrázku, pracovníci si stále objednávají a naskladňují další a další materiál. Velkou zásobou vzniká výrazné riziko, že se materiál bude ztrácet.

Podle pracovníků se najdou i takoví dělníci, kteří zásoby spojovacího materiálu přemístí ují do svých kapes. Jako další důvod, proč jsou velké zásoby plýtváním, uvádím fakt, že v době mého měření (na jiném pracovišti), pracovník neopatrností vysypal celou přepravku podložek na zem. Po dílně se rozkutálelo tisíce kusů, které se nenávratně poztrácely. Nejedná se tedy jen o ztrátu materiálu ale i o ztrátu času pracovníka, který po sobě musel podložky sbírat. Snížením zásob Kanban materiálu by se tomuto plýtváním dalo alespoň částečně zabránit.

### 3.5.5 Čekání

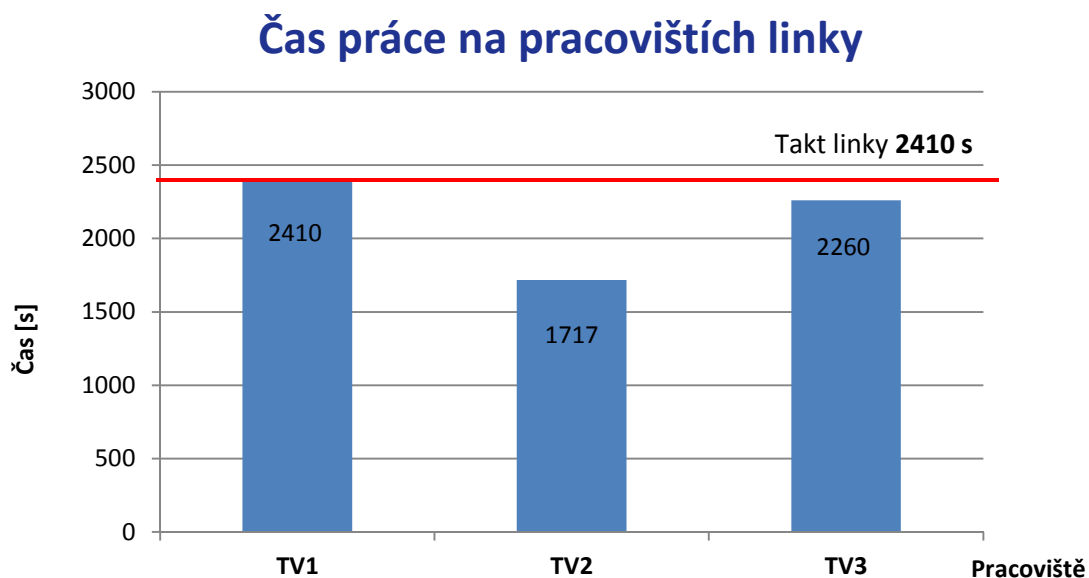
Čekání obecně na cokoliv je jednoznačně nepříjemné. Je to čas, který strávíme naprosto neefektivně a vzhledem k tomu, že čas nelze vrátit, je to plýtvání totální. Plýtvání čekáním se opět netýká jen pracovníků. Čekání je obecně prostoj, kdy na pracovišti chybí pracovník, schází materiál, vybavení nebo informace. Při mé práci jsem odhalil čekání hned několika způsoby na několika pracovištích a poté jsem jej zaznamenal do tabulky (tab. 9).

Tab. 9 Plýtvání čekáním na pracovištích linky.

Čekání					
Pracoviště	Číslo úseku	Pracovní postup	Plýtvání	Popis plýtvání	Průměrná doba plýtvání na kus [s]
TV1	6	Mazání	N	Pracovník se zapovídal s kolegou	3
	12	Konzole namontovat 4	N	Pracovník se zapovídal s kolegou	2
			P	Čekání na dokončení práce na pracovišti TV3	601
TV2			P	Čekání na dokončení práce na pracovišti TV3	1236
TV3	32	Kabeláž vyvázat 1	N	Pracovník si povídal s kolegou	3
	41	Konzoli namontovat 7	N	Pracovník si povídal s kolegou	2
			P	Čekání na předchozí pracoviště	58
<b>Plýtvání na kus celkem</b>					<b>1905</b>
<b>Plýtvání na 16 ks celkem</b>					<b>30480</b>

Nejvýrazněji se čekání projevilo na lince, kdy na sebe navzájem čekala pracoviště. Za zmínku stojí, že jsem zaznamenal velice rozdílné časy montáže na pracovištích linky TV1, TV2 a TV3. Bylo to z toho důvodu, že pracovníci pracovali poněkud pohodovým tempem. Při měření pracoviště TV1 toto skončilo poslední, takže pracoviště TV2 a TV3 čekalo na TV1. Zde jsem zaznamenal největší prostoje.

Když jsem měřil druhé pracoviště, situace se opakovala a celá linka čekala, až pracovník na pracovišti TV2 dokončí montáž. Nejvýraznější rozdíl však nastal, když jsem měřil práci na pracovišti TV3. Naměřená doba práce na tomto pracovišti je nejkratší, avšak při měření toto pracoviště skončilo práci jako poslední. Tento výrazný rozdíl bych vysvětloval tím, že pracovníci byli ovlivněni mojí přítomností a nevykazovali soustavnou činnost. Pracovníci často odcházeli z pracoviště a nevěnovali se práci. Tím dochází ke zbytečnému plýtvání, které je však možné odstranit. Z naměřených výsledků jsem sestavil tento graf (obr. 17), který znázorňuje současný nevybalancovaný takt linky. Rozdíl mezi dobou práce na pracovišti TV1 a TV3 je 150s.



Obr. 17 Takt linky.

Na pracovištích SD7 a SD9 nebylo zaznamenáno výrazné plýtvání v podobě čekání. Pracovníci se při předmontáži nerozptylovali, zdržovali se na pracovištích a pracovali plynule.

### 3.5.6 Opravování/chyby

Je to závažná forma plýtvání, která vyžaduje čas, peníze i práci navíc. Na konci výrobního procesu je zařazeno pracoviště kontroly, kde každý výrobek stráví cca 1,5h kontrolou jeho funkčnosti a celistvosti. Na kontrolu se kladou vysoké nároky, protože odhalení chyby či poruchy zákazníkem je mnohdy velice nákladné, nemluvě o tom, že dochází ke snížení důvěryhodnosti výrobce. Zmetky by se proto měli odhalit co nejdříve. Nejúčinnější je odhalit zmetky (poškozené díly, nevhodný materiál, atd.) při přebírání objednaného materiálu od dodavatele. Proto by se měla věnovat zvýšená kontrola jakosti nakupovaného materiálu a v případě nedostatků to konzultovat s dodavatelem a materiál nepřijmout.

Zmetky ovšem můžou vzniknout i v samotném výrobním závodě, a to buď nevhodným skladováním, špatnou manipulací nebo nesprávnou montáží. Zpravidla je velice obtížné dohledatelné, kdo stojí za znehodnocením výrobku, protože pracovníci velice rádi svalují vinu na vstupní kontrolory, ti zase na pracovníky montáže.

Při měření práce jsem na pracovištích zaznamenal následující plýtvání (tab. 10), které bylo způsobeno zmetky:

Tab. 10 Plýtvání způsobené nekvalitou.

Opravování / chyby					
Pracoviště	Číslo úseku	Pracovní postup	Plýtvání	Popis plýtvání	Průměrná doba plýtvání na kus [s]
TV1	12	Konzole namontovat 4	N	Oprava špatně namontovaného dílu (demontáž a opětovná montáž)	2
TV2	25	Rolnu namontovat	N	Obtížně namontovatelný díl, problém při nasazování čepu	1
	31	Lištu namontovat	N	Výměna poškozené zásuvky	51
<b>Plýtvání na kus celkem</b>					<b>54</b>
<b>Plýtvání na 16 ks celkem</b>					<b>864</b>

Na pracovištích TV3, SD7 a SD9 jsem nezaznamenal další plýtvání. Avšak pro ilustraci stačí např. výměna poškozené zásuvky, která pracovníkovi trvala 813 s, tedy 13 min a 33 s. To je tedy téměř čtvrt hodiny, kdy pracovník odváděl naprosto zbytečnou práci, která produktu nepřidává hodnotu a tudíž je „zdarma“. Navíc je potřebné dělníkovi zaplatit práci (kterou odvedl navíc) a zakoupit novou zásuvku. Toto firma kryje ze zisku, který má na prodaném výrobku. Tento zisk se snižuje při každém plýtvání.

Chyba pravděpodobně vznikla při manipulaci. Zásuvka byla zřejmě poškozena při přepravě mezi pracovišti. Skutečný důvod se mi nepodařilo dohledat.

### 3.5.7 Doprava

Další druh plýtvání je zbytečné přemísťování materiálu, náradí nebo výrobků. Často se objevuje jako doprovodné plýtvání při nadvýrobě. Při výrobě „do skladů“ se totiž musí uskladnit velké množství výrobků (materiálu). Při nedostatečném promyšlení jeho pozice ve skladu dojde k nutnosti tento naskladněný materiál přemístit, často několikrát.

Nepořádek na pracovišti je také typickým zástupcem tohoto plýtvání a to zejména na administrativních pracovištích, kdy pracovník musí velice často přesouvat stohy dokumentů z jednoho místa na druhé a hned zase zpět. Dále toto plýtvání může být způsobeno zapomínáním náradí či materiálu na místech, které pro to nejsou určeny. Dalším typickým zástupcem je odložení náradí jinam, než na určené místo. Když jej pracovník poté potřebuje a nevidí jej na svém místě, obchází pracoviště a náradí hledá. Tím dochází k plýtvání, protože to jsou úkony, které výrobku nepřidávají žádnou hodnotu. Plýtvání se často vyskytuje u rozpracované výroby. Rozpracované výrobky většinou nemají své pevné místo a dochází k jejich časté manipulaci. Nedostatečné promyšlení místa uložení nedokončené výroby může vést i ke ztrátě výrobků. Při mém měření jsem nezaznamenal žádné výrazné plýtvání ve formě zbytečného transportu.

### 3.5.8 Nevyužití schopnosti pracovníků

Nevyužití potenciálu pracovníků je velmi nákladné plýtvání. Zkušený, dobře zorientovaný a motivovaný pracovník může podávat vysoké výkony. Jeho výkon se ale nemusí projevit jen rychlostí práce. Existují pracovníci, kteří nevytváří zmetky, pracující velice rychle a přesně, oplývající velkou fyzickou silou i výdrží, často přinášející náměty na zlepšení

práce, mající výborný zrak a podobně. Plýtvání tedy nastává, pokud pracovníka necháme dělat práci, která nevyužívá plně jeho schopností - plýtváme jeho potenciálem. Proto je vhodné umístit pečlivého a svědomitého pracovníka na pracoviště kontroly, kdežto třeba fyzicky zdatnějšího pracovníka využít na náročnější práci nebo manipulaci s materiálem.

Jako příklad bych uvedl jednoho zaměstnance AB, který je montážní dělník. Během našeho rozhovoru se ukázalo, že má výbornou znalost podniku (pracuje zde od vzniku společnosti) a velmi dobré technické myšlení. Tento pracovník by byl velice užitečný při navrhování technologických postupů montáže. Vzhledem k jeho zkušenostem a představitosti by byl jistě schopný (společně s odborným pracovníkem) vymyslet a realizovat jednodušší, rychlejší a pohodlnější postup montáže konkrétního výrobku.

Z mého pohledu se jedná o jasné plýtvání, protože sami pracovníci si stěžovali, že vedení neposlouchá jejich připomínky. Podle pracovníků se prý dokonce ukázalo, že jejich návrhy na zlepšení byly zapomenuty a později je někdo z vedení uvedl jako svůj nápad. Tento fakt je jistě velice demotivující. Dle mého názoru je v lidech skrytý velký potenciál, který by se měl využít, avšak odhalit toto plýtvání je velice složité, protože vyžaduje dobrou znalost pracovníků.

Rád bych se zde zmínil také o motivaci pracovníků, i když toto téma patří spíše do oboru psychologie práce. Nedostatečná motivace pracovníků může být způsobena mnoha důvody a některé bohužel nemají řešení (například truchlící pracovník). Nejčastěji však pracovníci uvádějí nedostatek peněz za odváděnou práci, chladné vztahy na pracovišti mezi podřízenými a nadřízenými, nebo nemožnost „se prosadit“. Po celou dobu mého působení v AB jsem si všiml pouze jednoho pracovníka, který měl nějaký návrh na zlepšení Kaizen a zaznamenal ho do počítačového systému. To jen dokazuje, že pracovníci nejsou dostatečně motivovaní a nemají zájem o rozvoj celé společnosti.

Dle [9] se demotivace pracovníků projevuje zejména z několika důvodů a jsem si jist, že pracovníci AB je znají:

- lidé nerozumějí smyslu přiděleného úkolu, nevidí souvislosti ani případná pozitiva, která by jim vznikla,
- nezájem managementu o „obyčejné“ pracovníky, nedostatečná podpora jejich iniciativy,
- strach ze ztráty zaměstnání – pracovník se bojí odevzdat know-how, protože by byl lehce nahraditelný,
- negativní vztahy na pracovišti, ale i v celém podniku, nedostatek ocenění a častá nekonstruktivní kritika,
- „Každý dobrý skutek musí být po zásluze potrestán.“,
- závist okolí jako typický český důvod – úspěšní lidé jsou často zesměšňováni těmi, kteří nic nedělají.

Nedostatečně motivovaný pracovník nejen nezlepšuje, ale neodvádí ani kvalitní práci. Byl jsem svědkem toho, že pracovníci svévolně opouštěli pracoviště. Pouze z poloviny byly tyto jejich odchody oprávněné (šli pro nářadí, materiál, atd.). Většinou se jednalo o návštěvu jiného pracoviště za účelem přátelského hovoru s kolegou. Fakt, že toto výrazné plýtvání nikdo neřeší, jistě stojí za zmínku.

### Plýtvání celkem

Firma AB má stále dostatečně velký prostor pro zlepšování, protože jen na pracovištích montáže pohonů jsem zaznamenal celkem 2433 s plýtvání při výrobě 1 kusu pohonu. Jen na montáži tedy můžeme dohromady ušetřit až 38 928 s (na celou sérii) drahocenného času, mnoho dalšího plýtvání by bylo možné odhalit jinde. Navíc, všechny tyto vytipované nedostatky lze odstranit zdarma nebo s minimálními náklady. Podrobnější analýza by jistě odhalila ještě mnoho dalšího plýtvání. Pro názornou ukázkou jsem vybral pouze ty nejzřetelnější a nejztrátovější procesy. Následuje tabulka (tab. 11) shrnující odhalené plýtvání.

Tab. 11 Shrnutí vytipovaného plýtvání.

Plýtvání	Na kus [s]	Na 16 ks [s]
Čekání	1905	30480
Pohyb	474	7584
Chyby/opravy	54	864
<b>Celkem</b>	<b>2433</b>	<b>38928</b>

### Zhodnocení

Při sestavování technologického postupu montáže technologové přidávají ke každé operaci navíc 10 % času, aby bylo zajištěno, že pracovníci daný čas budou dodržovat. Z tohoto důvodu považuji naměřené časy jako standardizované (při měření pracovníci odvádějí práci v pohodovém tempu, někdy dokonce poměrně pomalu, takže nemůže být řeč o zavedení přísného standardu). Při další práci jsem od standardizovaných časů odečetl čas plýtvání v jednotlivých operacích. Celkově lze říci, že při výrobě pohonu dochází k velkému plýtvání časem, penězi, materiálem, lidskou prací a místem.

## 4 NÁVRHY ŘEŠENÍ

V předchozí kapitole jsem shrnul veškeré plýtvání, které podniku snižuje konkurenceschopnost. V této části práce bych rád shrnul možná řešení, která by odstranila plýtvání a to ve stejném pořadí, jak jsem je zaznamenal výše. Mé návrhy vycházejí z uvedené literatury a z postupových grafů, které jsem čerpal ze stránek API – Akademie produktivity a zlepšování [7] U všech uvedených nápadů jsem se snažil brát v zřetel jednoduchost a finanční nenáročnost jejich zavedení. Na konci této kapitoly uvádím celkový čas, který by bylo možné zavedením těchto nápadů ušetřit.

### 4.1 Nadvýroba

Zásoba pohonů se v AB nevytváří, protože se vyrábí pouze to, co si zákazník objednal. Vzhledem k tomu, že se jedná o velice drahé a sofistikovaná výrobky, bylo by ekonomicky náročné nějakou nadvýrobu vůbec realizovat. Tuto skutečnost si AB uvědomilo již dávno, a proto byla veškerá nadvýroba odstraněna.

### 4.2 Nadbytečná práce

Při analyzování práce ve firmě jsem nezaznamenal žádnou nadbytečnou práci, která by se dala odstranit. Všiml jsem si sice občasných nedostatků v technologickém postupu či postupu práce jednotlivých pracovníkům, avšak odhalit co konkrétně je plýtvání a následně jej odstranit, by zabralo velkou část této práce. Navíc by se práce na pracovištích musela měřit mnohem podrobněji, k čemuž slouží např. metoda rozborově chronometrážní. Tato metoda slouží pro důsledný rozbor naměřeného času na úkony, sledy pohybů a pohyby. Analýza naměřených dat by také byla mnohem složitější a pro přesné nalezení plýtvání by bylo potřeba spolupracovat s technologem či čerpat ze svých zkušeností, které jsem zatím v této problematice nenabyl.

### 4.3 Zbytečný pohyb

Jak napovídá [7], k odstranění nedostatků v podobě zbytečných pohybů vede několik cest. Jako opatření proti hledání náradí, výrobků a součástek slouží program 5S (Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain). Dle [1] těchto 5S dohromady tvoří nepřetržitý koloběh zlepšování.

Odstranění plýtvání lze zahájit prvním S, tedy **roztříděním** všech položek na pracovišti a odstraněním těch nepotřebných. Na obrázku lze vidět, že AB ve svém závodě program 5S aplikuje. Avšak detailnější rozbor pracoviště ukazuje, že se na něm objevuje více nástrojů a materiálů, které neslouží pro práci přidávající hodnotu. Všechny nepoužívané nástroje bych doporučoval zařadit do šuplíků a na místa, která jsou určena pro uložení náradí.

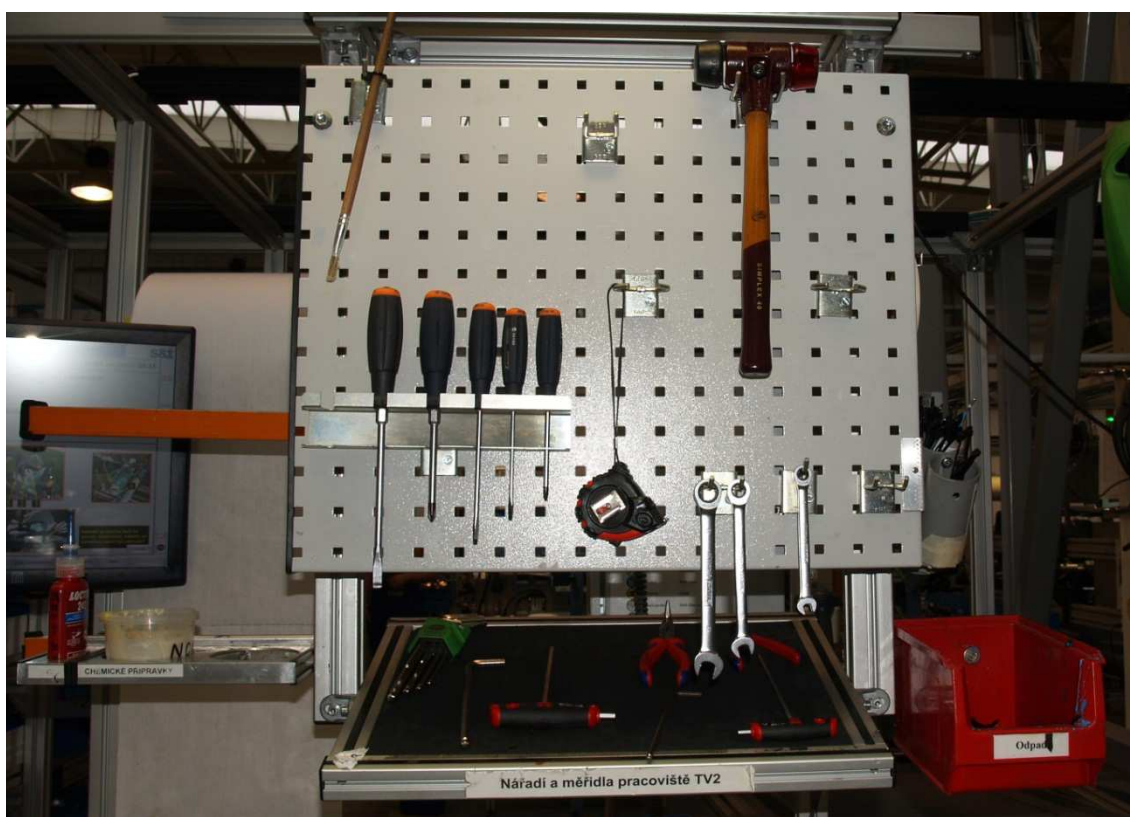
Druhé S říká **uspořádat** – náradí a nástroje, které jsou nutné pro práci na konkrétním výrobku, doporučuji viditelně umístit co nejbližší k ohnisku práce tak, aby na něj pracovník pohodlně dosáhl. Vstupní materiál úhledně uspořádat, aby byl viditelný (a dostupný) „na první pohled“.

Dalším S je **čistota**. Podle doporučení [1] by se pracoviště mělo udržovat čisté, nejlépe tak, aby před zahájením a po skončení práce pracoviště vypadalo stejně.

Čtvrtým S je **standardizace**. Ta říká, abychom uklizené, uspořádané a čisté pracoviště standardizovali. Po nalezení nejlepšího uspořádání pracoviště bychom toto uspořádání měli zaznamenat a pracovníci by tento standart měli dodržovat. Zároveň by se pracovníkům

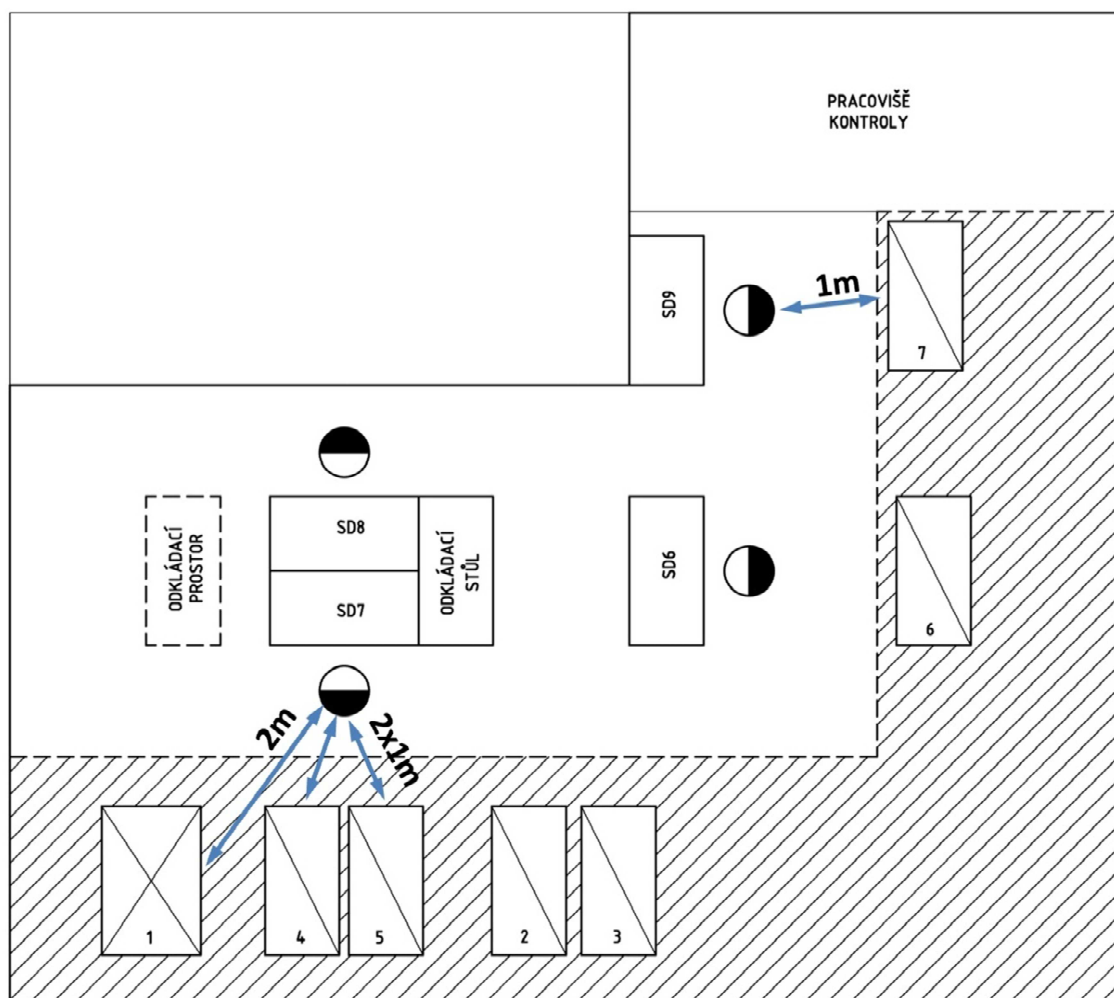
měla ponechat volnost a možnost zlepšování. K tomu může posloužit fotografie (jako standart) právě vyčištěného a uspořádaného pracoviště, kterou vytiskneme a umístíme viditelně na pracoviště, aby každý pracovník viděl, jak má pracoviště vypadat a jestli se dá zlepšit. Čistota je při práci potřebná z mnoha důvodů, např. i kvůli bezpečnosti, protože riziko zranění se s narůstajícím nepořádkem vždy zvyšuje.

Poslední S říká, abychom vše výše uvedené **udržovali**. Udržování pořádku a organizace na pracovišti je méně nákladné, než jednorázové občasně uspořádání pracoviště a proto vede k úsporám. Odstraní se tím také plýtvání v podobě hledání materiálu atp. Jako motivace pracovníků, aby 5S dodržovali, mohou sloužit audity, které po skončení vyhlásí nejčistější pracoviště a pracovníka symbolicky odmění. Správně uspořádané nářadí zachycuje následující obrázek (obr. 18). Toto pracoviště by mohlo sloužit jako vzor správného aplikace 5S.

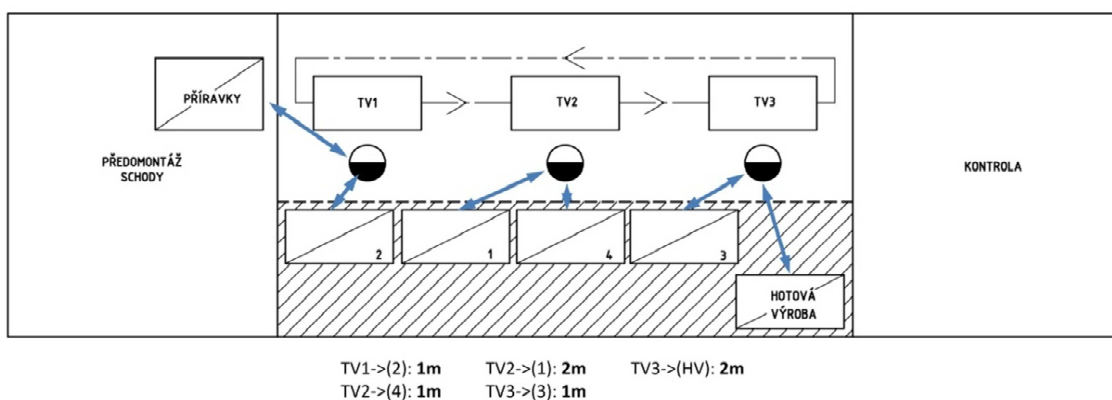


Obr. 18 Nářadí a měřidla na pracovišti seřazené dle standardu.

Chůze pro materiál i nářadí je dalším druhem plýtvání, řadící se mezi zbytečné pohyby. Výše jsem uvedl, kolik zbytečných pohybů pracovníci během práce provádějí. Přitom nejjednodušším opatřením proti zbytečným pohybům je uspořádání (definování) pracoviště, tedy vytvoření tzv. štíhlého pracoviště. Základním kamenem vytvoření štíhlého pracoviště je opět program 5S. Pro odstranění vytipovaného plýtvání (v mém případě) postačí vizualizace pracoviště a jeho nové následné uspořádání, které jsem navrhl. Na obrázku (obr. 19, obr. 20) lze vidět nové efektivnější uspořádání pracoviště, čímž došlo ke zkrácení cest pracovníků pro materiál.



Obr. 19 Pracoviště předmontáže a dráhy pracovníků po přemístění vozíků.



Obr. 20 Pracoviště linky a dráhy pracovníků po přemístění vozíků.

Uspořádáním materiálu na vozících (podle nějakého konkrétního klíče) by přineslo další úsporu, protože pracovníci by nemuseli potřebný materiál hledat. Jako východisko se jeví organizovat materiál abecedně, vždy stejně pro všechny dílce. V kusovníku, který provází každý vyráběný kus, jsou všechny názvy dílců uvedeny, ty jsou ale většinou v podobě „7B12439R05“, takže řazení vstupních dílů podle abecedy by jistě přineslo úsporu. Jenže orientovat se podle abecedně seřazených kódů výrobků nebude nikterak rychlé.

Výraznější úsporu by mohlo přinést uspořádání materiálu podle toho, jak jej pracovník potřebuje při montáži. To znamená, že na prvním vozíku (na vrchní polici) bude materiál, který pracovník potřebuje v prvním kroku montáže, vedle něj bude materiál, který je potřebný v druhém kroku (dle velikosti), na nižší polici pak bude materiál potřebný ve třetím kroku a podobně.

Pracovník, který potřebuje materiál např. v kroku 7, by si jednoduše odvodil, kde bude potřebný díl a nemusel by jej hledat.

Jako další možné řešení se jeví souřadnicové ukládání výrobků na vozíky. Vše by probíhalo tak, že by při vyskladňování pracovníci skladu načetli do PC systému pozici, kam potřebný díl umístili. Na vozících by byla viditelně označena plocha a její souřadnice (například každá police vozíku by byla rozdělena na dvě půlky a každá půlka by měla viditelně vyznačen název (ve tvaru ABC12). Pracovník by pak v systému viděl, který jednotlivý díl potřebuje v pracovním kroku a kde (na kterém vozíku, na které polici a půlce) a nemusel by nic hledat.

Toto řešení by bohužel znamenalo zásah do řídicího systému a tudíž i nákladnou aktualizaci softwaru, zavedení tohoto způsobu by však z dlouhodobého hlediska přineslo pravděpodobně velkou úsporu.

Dalším řešením může být uspořádání všech dílů (potřebných pro sestavení jednotlivého kusu) do jedné přepravky. Tzn. na pracovišti SD7 potřebuji např. 10 nenormalizovaných dílů. Skladoví pracovníci by je vyskladnili do jedné přepravky, zásobovací pracovník by díly přemístil na pracoviště a montážní dělník by si přenesl na pracoviště vždy jednu bednu. Jako výhoda se jeví to, že pracovník by šel pro materiál pouze jedenkrát a po té by měl vše potřebné na pracovišti a nemusel by odcházet. Velkým nedostatkem tohoto řešení je seskupování dílů do přepravek již ve skladu. Další nevýhodou je hlavně fakt, že některé díly jsou svou velikostí (rozměry až 2600x300x200 mm) prakticky neskladovatelné a musí být na speciálních vozících (ježek).

Zbytečný pohyb při montáži může být také například ustavení polohy náboje vůči vodící tyči. Lze sice říci, že tento pohyb je nutný k vytvoření přidané hodnoty (tudíž není plýtvání), avšak zaaretování náboje by mohlo probíhat jednodušeji. Pracovník kolem náboje namotá několik vrstev izolepy a stráví tím cca 40 s. Navrhoval bych používat k zajištění náboje jednoduchý přípravek v podobě svěrky, která je namontovatelná a demontovatelná jedním pohybem.

Aretace náboje nepatří do 2. skupiny plýtvání (nadpráce), protože to je činnost nutná k vytvoření přidané hodnoty, tudíž jsem ji zařadil mezi pohybové plýtvání. Návrhy řešení jsou shrnuty v následujících tabulkách (tab. 12 a tab. 13).

Tab. 12 Návrh řešení a možná časová úspora při odstranění plýtvání zbytečnými pohyby na pracovištích předmontáže.

<b>Pohyb</b>				
Pracoviště	Popis plýtvání	Opatření	Průměrná doba plýtvání na kus [s]	Předpokládaná úspora na kus [s]
<b>SD7</b>	Pohyb a hledání	Přesunutí palety (1) blíže k pracovišti	22	15
	Pohyb a hledání	Přesunutí palety (4) blíže k pracovišti	32	21
	Pohyb a hledání	Přesunutí palety (5) blíže k pracovišti	34	23
<b>SD9</b>	Pohyb a hledání	Přesunutí palety (7) blíže k pracovišti	16	11
	Zajištění náboje	Použití svěrku	56	37
<b>Úspora na ks celkem</b>				<b>107</b>
<b>Úspora na 16 ks celkem</b>				<b>1707</b>

Tab. 13 Návrh řešení a možná časová úspora při odstranění plýtvání zbytečnými pohyby na pracovištích linky.

<b>Pohyb</b>				
Pracoviště	popis Plýtvání	Opatření	Průměrná doba plýtvání na kus [s]	Předpokládaná úspora na kus [s]
<b>TV1</b>	Chůze pro náradí	Větší důraz na dodržování 5S	5	3
	Pohyb a hledání	Přemístit paletu s přípravky dle obr. 20	56	37
	Odměrování vzdálenosti	Měřicí přípravek v potřebné délce	13	9
	Pohyb a hledání	Přemístit paletu s materiálem (2) dle obr. 20	14	9
<b>TV2</b>	Nachytání stolku	Přiblížení stolku k pracovišti	54	36
	Nasazení tyče	Školení pracovníků	30	20
	Odstavení stolku	Umístit stůl blíže k pracovišti	48	32
	Pohyb a hledání	Přemístit paletu s materiálem (1) dle obr.	30	20
<b>TV3</b>	Pohyb a hledání	Přemístit palety s materiálem (3) a s hotovou výrobou dle obr. 20	56	37
<b>Úspora na ks celkem</b>				<b>200</b>
<b>Úspora na 16 ks celkem</b>				<b>3203</b>

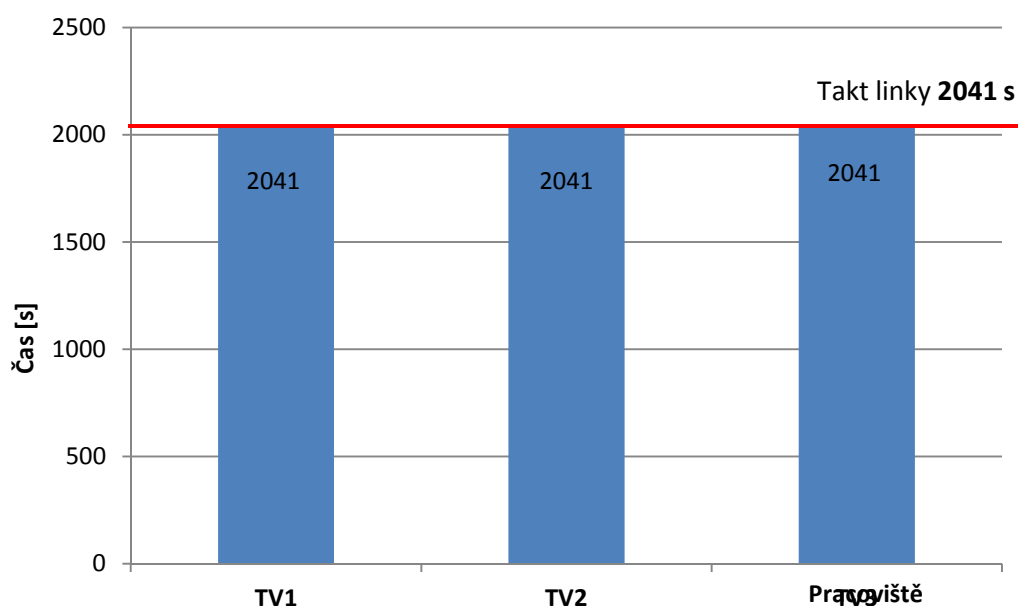
#### 4.4 Zásoby

Firma AB používá zásobovací systém Kanban a skladový systém Kardex (sklad nenormalizovaných dílů). Z tohoto pohledu se jedná o promyšlené zásobování, které nedává prostor pro vytvoření přebytečných zásob při výrobě. I zde je prostor pro možné zlepšení.

Zredukováním zásob Kanban materiálu na pracovištích alespoň o polovinu by vedlo k ušetření místa a hlavně finančních prostředků, které by nemusely být vázány na materiál a zvýšil by se tak cash-flow firmy. Zredukování zásob by nijak nenarušilo montáž, protože i poloviční zásoby spojovacího materiálu jsou dostatečné. Pracovníci by ani tehdy nemuseli zbytečně opouštět pracoviště, aby si vyžádali doplnění potřebných zásob. Při redukování zásob spojovacího materiálu se musí přihlídnout k faktu, že vyskladnění Kanban materiálu trvá 24 pracovních hodin. Informační systém, který firma používá, však umožňuje objednání potřebných zásob s předstihem tak, aby zásoby byly vyskladněny krátkou dobu před zahájením výroby.

#### 4.5 Čekání

Po vyhodnocení naměřených údajů se ukázalo, že čekání je jeden z největších problémů současné výroby pohonů v závodě AB a výrobní linka je jednoznačně úzké místo. Pro odstranění tohoto plýtvání je dle [28] potřeba vybalancovat linku tak, aby nedocházelo k různým prostojům. Linka má pouze tři pracoviště, jak ukazuje obr. 21 níže, vybalancování linky je velice jednoduché.



Obr. 21 Čas práce na pracovištích linky, teoretický takt.

Optimální čas práce na jednom pracovišti linky je 2041 s. Aby tohoto bylo dosaženo, bylo potřeba upravit technologický postup práce na jednotlivých pracovištích. Protože úseky technologického postupu nejsou stejné, vybalancování linky bude jen přibližné, avšak mnohem vyváženější než při předchozím rozdělení. Přepracovaný technologický postup je v příloze, soubor Naměřená\_data.xlsx. Vybalancování linky by přineslo výrazné časové úspory. Všem třem pracovníkům by práce trvala téměř stejnou dobu a nedocházelo by k tomu, že pracovník „nemá co dělat“ a tudíž by neměl potřebu opouštět pracoviště. Tím by bylo odstraněno veškeré vytipované čekání. Ušetřený čas nejlépe ukazuje následující tabulka řešení (tab. 14).

Tab. 14 Návrh řešení a možná časová úspora při odstranění plýtvání čekáním.

<b>Čekání</b>				
<b>Pracoviště</b>	<b>Popis plýtvání</b>	<b>Opatření</b>	<b>Průměrná doba plýtvání na kus [s]</b>	<b>Předpokládaná úspora na kus [s]</b>
<b>TV1</b>	Rozhovor	Vyrovnaní taktu linky	3	2
	Rozhovor	Vyrovnaní taktu linky	2	1
	Čekání na TV3	Vyrovnaní taktu linky	601	401
<b>TV2</b>	Čekání na TV3	Vyrovnaní taktu linky	1236	824
<b>TV3</b>	Rozhovor	Vyrovnaní taktu linky	3	2
	Rozhovor	Vyrovnaní taktu linky	2	1
	Čekání na TV2	Vyrovnaní taktu linky	58	39
<b>Úspora na ks celkem</b>				<b>1270</b>
<b>Úspora na 16 ks celkem</b>				<b>20320</b>

### Taktování linky

V první řadě je potřeba přepracovat technologický postup tak, aby jej pracovníci dodržovali a aby byl měřitelný. V novém pracovním postupu již není zahrnuto plýtvání.

Takt linky odpovídá součtu nejdelšího času práce ze všech pracovišť linky a času technologického (přestavení linky, příprava). Jak je na obrázku (obr. 21) výše uvedeno, linka v současné době není správně taktována. Pomocí správného naktování linky dojde k vyrovnání pracovních časů na všech pracovištích. Pracovníci budou práci na jednotlivých pohonech začínat i končit v téměř stejném rytmu.

### 4.6 Opravování/chyby

Odstraňování nekvality vyžaduje nemalé finanční prostředky. Je tedy rozumné kontrolovat kvalitu výrobků průběžně, protože čím dříve se chyba či porucha objeví, tím rychleji se může opravit a tím ušetřit spoustu času, finančních prostředků, práce i materiálu.

Během měření jsem zaznamenal tři poruchy, které pracovníci museli odstraňovat (tab. 15). Návrhy řešení jsou opět uvedeny v krátké tabulce.

Tab. 15 Návrh řešení a možná časová úspora při odstranění plýtvání opravováním.

<b>Opravování/chyby</b>				
<b>Pracoviště</b>	<b>Popis plýtvání</b>	<b>Opatření</b>	<b>Průměrná doba plýtvání na kus [s]</b>	<b>Předpokládaná úspora na kus [s]</b>
<b>TV1</b>	Oprava chyby	Školení pracovníků	2	1
<b>TV2</b>	Obtížná montáž	Kontrola dílu před montáží	1	1
	Oprava zásuvky	Školení pracovníků	51	34
<b>Úspora na ks celkem</b>				<b>36</b>
<b>Úspora na 16 ks celkem</b>				<b>570</b>

Oprava chybně namontovaného dílu sice není nikterak časově náročná, avšak se stále jedná o plýtvání. Jednalo se vyloženě o chybu pracovníka způsobenou nepozorností. Školení pracovníků zaměřené na jakostní práci by toto plýtvání mělo odstranit.

Pro odstranění chyb způsobených nedodržením předepsaných tolerancí výrobcem bych doporučoval pečlivější kontrolu při přebírání dílů od dodavatele. V tomto případě se jednalo o velmi jednoduchý dílec (výstřižek z plechu), kterých je při montáži použito větší množství a tak by se kontrola jednotlivých dílů mohla prodražit. Pravděpodobně lepší řešení je apelovat na výrobce, aby opravdu dodržoval požadované rozměry.

Posledním nedostatkem je oprava vadné zásuvky. V podniku se mi nepodařilo zjistit, kde zásuvka byla poškozena, ale podle stylu ukládání montážních celků na vozíky bych odhadoval, že byla porušena právě při jejím ukládání. Navrhoval bych proto přeškolit zaměstnance, jak s rozpracovanou výrobou nakládat, aby ke zbytečným poruchám nedocházelo.

#### **4.7 Doprava**

Ve společnosti AB byla nadbytečná přeprava materiálu, rozpracované výroby i hotových výrobků dávno eliminována na minimum. Při měření jsem nezaznamenal žádný zbytečný transport, všechen materiál mezi pracovišti vždy procházel nejkratší možnou cestou. Pro odhalení nadbytečné manipulace bych sestavil a analyzoval materiálový tok ve firmě.

#### **4.8 Nevyužité schopnosti pracovníků**

Během analyzování práce na pracovišti jsem zaznamenal pouze jeden případ, kdy šel pracovník zaznamenat návrh na zlepšení do systému. Zajímavé je, že dle [9] počet zlepšení, které navrhne pracovník japonské TOP firmy za jeden rok, je cca 50. Kdežto Evropské TOP firmy zaznamenávají průměrně pouze 1,5 nápadů na zlepšení za rok. Úměrně k množství nápadů se vyvíjí i průměrná finanční úspora, kterou zlepšení přinesou.

Dle [9] je vysoká pracovníkova zodpovědnost, férovost, důvěryhodnost, týmový přístup a chuť nadále na sobě pracovat jedna z hlavních konkurenčních výhod podniku. Cílem mé diplomové práce je zajistit konkurenční výhodu podniku a proto mi motivace pracovníků připadá velmi důležitá. Demotivovaný pracovník zlepšovat nebude.

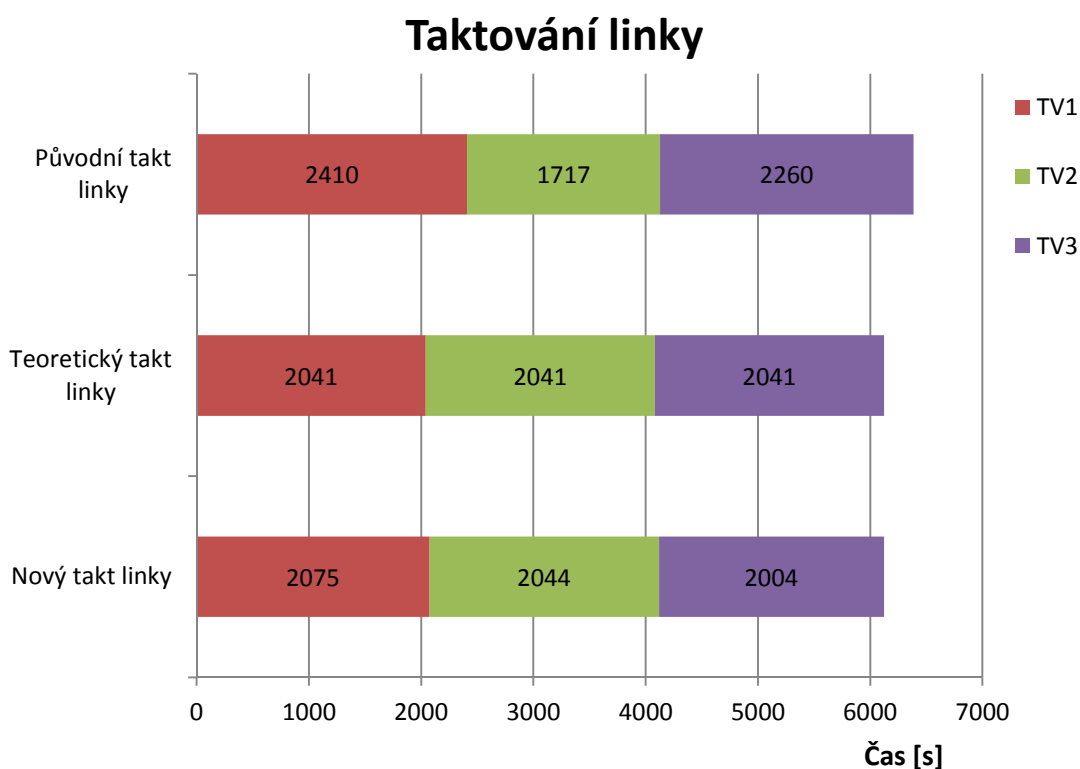
Podle doporučení [9] a grafu možných řešení [7] je nejvhodnějším nástrojem k odstranění tohoto plýtvání vnitřní motivace pracovníků. Lidé musí chápat, proč a jakou práci dělají, jaký má smysl, práce by je měla bavit a vnitřně je naplňovat. Tohoto stavu je v Česku

velice těžké dosáhnout. Motivací lidí k práci se zabývá i Maslowova hierarchická teorie potřeb, která lépe vysvětluje lidské potřeby a nutnost pracovníky motivovat.

Osobně považuji jako motivační prvky respekt a úctu k lídrovi, pochopení cíle smyslu a práce, radost z vykonávané práce a odměnu nebo pochvalu za vykonanou práci. Jak dále zmiňuje p. Marek, autor knihy [9], faktem je, že čím více lidé vydělávají, tím je méně motivuje finanční odměna. Proto je vhodné pracovníky odměňovat i jinak, např.: Body na nákup výrobků podniku (v AB pravděpodobně nevyužitelné), soutěže o věcné ceny, poděkování od vrcholového managementu, vizualizace nápadů (kterou AB používá a je k vidění na každém pracovišti, avšak její výsledek je diskutabilní) a výlety, exkurze atp. Mistry v motivaci svých pracovníků byl například český podnikatel Tomáš Baťa.

#### 4.9 Skutečný takt linky

Vzhledem k různé časové náročnosti operací se mi podařilo upravit takt linky tak, jak ukazuje obrázek (obr. 22). Pracovníci nyní dokončují svou práci přibližně ve stejném rytmu. Tím bylo odstraněno i významné plýtvání, kterého se pracovníci dopouštěli mezi prací na jednotlivých pohonech. Můj optimistický odhad je, že by se tím podařilo ušetřit 2/3 zjištěné doby plýtvání.



Obr. 22 Skutečný takt linky.

**Shrnutí**

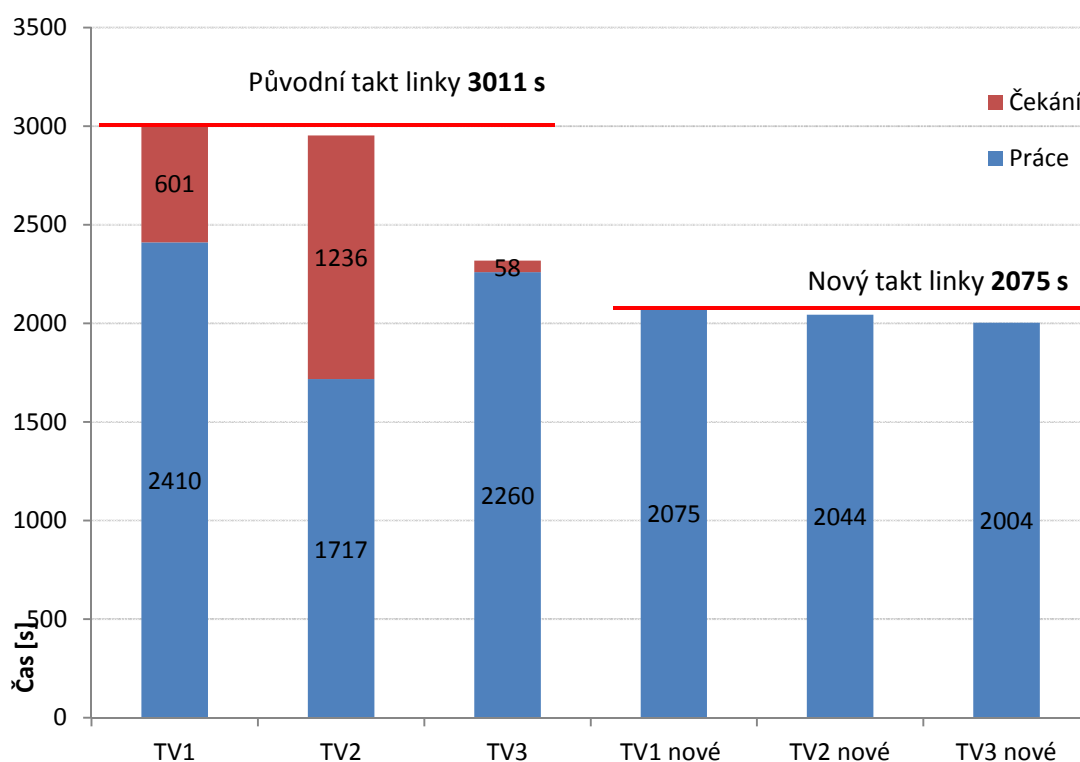
Celkově by odstranění vytipovaného plýtvání mohlo ušetřit až 25 800 s na celou sérii pohonů, jak lze vidět v následující tabulce (tab. 16). To je poněkud neuvěřitelných 7 h a 10min.

Tab. 16 Shrnutí plýtvání a možné časové úspory.

<b>Plýtvání</b>	<b>Na kus [s]</b>	<b>Na 16 ks [s]</b>	<b>Úspora na ks [s]</b>	<b>Úspora na 16 ks [s]</b>
<b>Čekání</b>	1905	30480	1270	20320
<b>Pohyb</b>	474	7584	307	4910
<b>Chyby/opravy</b>	54	864	36	570
<b>Celkem</b>	<b>2433</b>	<b>38928</b>	<b>1613</b>	<b>25800</b>

## 5 ZHODNOCENÍ

Jako hlavní přínos vidím, že došlo k vybalancování linky, tudíž odpadne mnoho plýtvání. Pracovníci nebudou mít tolik času mezi jednotlivými operacemi a nebudou tak mít potřebu odcházet z pracoviště. Cílem mé diplomové práce nebylo nalezení nového správného technologického postupu montáže, proto jsem se zaměřil jen na upravení počtu operací na jednotlivých pracovištích tak, aby byla výrobní linka co nejvíce vyvážená. Kvůli této skutečnosti se mi podařilo linku nataktovat pouze na 2075 s, jak ukazuje obr. 22. I tak to představuje výraznou časovou úsporu.



Obr. 23 Skutečný takt linky po vybalancování a odstranění plýtvání.

Rád bych také zmínil, že firma AB již program 5S používá, avšak jeho dodržování je sporadické. Navrhoval jsem proto, aby proběhlo přeškolení pracovníků a aby jim byla zdůrazněna důležitost dodržování 5S. Ke svému návrhu jsem přidal žádost o vysvětlení, proč by vlastně pracovníci měli 5S dodržovat. Jak se později ukázalo, po školení se snížila průběžná doba výroby pohonu na diskutovaném pracovišti, a tím se zvýšila produktivita na pracovišti. Jako správný krok vnímám to, že se musí s pracovníky více komunikovat.

Ne všechna navrhovaná zlepšení přinesla úsporu. Konkrétně snížení zásob spojovacího materiálu se ukázalo jako neefektivní (bylo vyzkoušeno na jednom pracovišti). Firma nezaznamenala žádné snížení nákladů na tento materiál (v celé výrobní hale se dál nevysvětlitelně ztrácí). Navíc se ukázalo, že vracení Kanban materiálu zpět do jeho skladu je velmi problematické a tak od tohoto vedení společnosti nakonec ustoupilo. Vracení materiálu však nemuselo proběhnout, stačilo počkat, až materiál bude spotřebován a pracovníkům sdělit, že si mohou vyžádat pouze polovinu původního množství (samozřejmě s ohledem na to, kolik čeho skutečně potřebují).

Další zvýšení produktivity přineslo navrhované uspořádání pracoviště. Pracovníci nyní mají veškerý potřebný materiál blíže u sebe, zkrátily se tak vzdálenosti, které museli pracovníci s materiálem překonat. Díky tomu došlo k ušetření dalšího drahocenného času. Nejednalo se sice o nijak závažné plýtvání, nicméně i malá úspora je úspora. Opakovaným analyzováním rozmístění pracoviště by se jistě dosáhlo ušetření dalších sekund času.

Dle mého předchozího doporučení firma AB přeškolila zaměstnance, což přineslo další úspory. Výrazně se tím snížil počet chyb při montáži. Pracovníci nyní důsledněji kontrolují stav dílců. Pokud odhalí nějaký nedostatek, chybný díl vyřadí a vše nahlásí zásobovacímu pracovníkovi. Tento pracovník nahradí vadný kus novým. Pracovníci montáže se tak nezdržují sháněním náhradního dílu a soustředí se pouze na vlastní práci.

Jako hlavní ukazatel smysluplnosti mé práce vidím srovnání původní a nové produktivity výrobního procesu vyjádřenou v procentech. Rád bych zde uvedl produktivitu linky, protože tato je směrodatná pro další úpravu postupu práce na pracovištích předmontáže. Produktivitu určuji na základě [11] a níže uvádím výpočet. Na lince vznikne pohon za 8224 s (z toho je 1895 s plýtvání). Na lince pracují 3 pracovníci a vyrobí 1,313 pohonu za hodinu. Dle informačního systému SAP je na lince standartní výkon 1,8 výrobku za hodinu.

$$\text{Index produktivity} = \frac{\text{Stávající produktivita}}{\text{Standart produktivity}} \times 100 = \frac{1,313}{1,8} \times 100 = 72,9\%$$

Po odstranění plýtvání a sestavení nového postupu práce pracovníkům trvá vyrobít jeden výrobek 6123 s. Nyní pracovníci vyrobí 1,764 výrobku za hodinu. Index produktivity se zvýší dle následujícího výpočtu.

$$\text{Index produktivity} = \frac{\text{Nová produktivita}}{\text{Standart produktivity}} \times 100 = \frac{1,764}{1,8} \times 100 = 98\%$$

Produktivita výrobní linky se tím zvýšila o 25,1 %.

## 6 ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo vytipovat současné nedostatky ve vybraném úseku firmy a navrhnout nový teoretický přístup k řízení výroby. V úvodní části své práce jsem shrnul potřebné teoretické poznatky a definoval nejdůležitější pojmy, které se dále v mé práci vyskytly.

Ve výrobním podniku jsem byl přidělen na pracoviště montáže dveřních pohonů. V praktické části mé práce jsem nejprve určil standart práce na výrobních pracovištích. Na jednotlivých pracovištích jsem provedl 2x měření práce a z naměřených dat jsem vytipoval všechno plýtvání, které jsem v procesech odhalil. V další části jsem vytipované plýtvání analyzoval a navrhnul jsem teoretické přístupy k jeho odstranění. Dbal jsem na to, aby bylo možné plýtvání odstranit zcela zdarma nebo s minimálními náklady. Celou práci provází tabulky, ve kterých je možné sledovat postupy práce, doby plýtvání na jednotlivých pracovištích, navrhnuté opatření k jejich odstranění a možnou časovou úsporu získanou po jejich odstranění. Podrobná data jsou uvedena v příloze této práce.

V poslední části mé práce jsem shrnul přínosy, kterých bylo dosaženo aplikováním mnou navrhnutých přístupů ke zvýšení produktivity výrobních procesů. Na pracovišti linky se mi podařilo zvýšit produktivitu o 25,1 %. Tento fakt považuji za důkaz smysluplnosti mé práce. Z pohledu podniku AB se jedná o zachování (či zvýšení) náskoku firmy před konkurencí.

Zpracování diplomové práce na téma Studie operativního řízení výroby ve vybraném úseku firmy považuji za velký osobní přínos a v průmyslovém inženýrství vidím své budoucí pracovní zaměření. Kaizen filozofie se mi stala blízká i v osobním životě. Studium principů neustálého zlepšování se chci zabývat i po dokončení školy.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
2. BARTOŠ, Vladimír. *Řízení a optimalizace výrobních procesů: Štíhlá výroba* [online]. 2010 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://businessworld.cz/business-rizeni-podniku/rizeni-a-optimalizace-vyrobnich-procesu-stihla-vyroba-6398>
3. STRATEGOS. *Toyota Production System (TPS) & Lean: A Brief Overview* [online]. 2007, 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: [http://www.strategosinc.com/toyota\\_production.htm](http://www.strategosinc.com/toyota_production.htm)
4. JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.
5. BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.
6. TOYOTA MATERIAL HANDLING CZ S.R.O. *Jidoka: Zabudovaná kvalita* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.toyota-forklifts.cz/Cs/company/Toyota-Production-System/Jidoka/Pages/default.aspx>
7. API - AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ, s.r.o. *Plýtvání* [online]. 2012 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68163.zasoby/>
8. EXPERIENCE LEAN SOLUTIONS FOR ENTERPRISE. *What is Standardized Work* [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.elseinc.com/training/lean-overview/what-is-lean-manufacturing/what-is-standardized-work/>
9. KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Vyd. 1. Překlad Kateřina Janošková. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.
10. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech: časopis pro úspěšné manažery*. Želevčice: API, 2008, č. 2. ISSN 1803-5183.
11. MAŠÍN, Ivan. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 254 s. ISBN 80-902-2350-8.
12. GALLOWAY, R, Frank ROWBOTHAM a Masoud AZHASHEMI. *Operační management v praxi*. Vyd. 1. české. Překlad Andrea Čopíková, Petra Horváthová, Karel Vik. Praha: ASPI, 2007, 399 s. ISBN 978-807-3572-815.
13. KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 344 s. ISBN 978-80-251-2524-3.
14. IFE CR. *Společnost IFE-CR, a.s.* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: [http://www.ife.cz/cz/company/company\\_1/company.jsp](http://www.ife.cz/cz/company/company_1/company.jsp)

15. FÓRUM PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ. *DÍLENSKÉ PLÁNOVÁNÍ: KANBAN, HEIJUNKA* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://fpi.i2m.cz/kanban-heijunka>
16. LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, Inc. *STANDARDIZED WORK: THE FOUNDATION FOR KAIZEN* [online]. 2009 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.lean.org/workshops/WorkshopDescription.cfm?WorkshopId=20>
17. PROCESS QUALITY MANAGEMENT. *FMEA: Failure Mode and Effect Analysis* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.pqm.cz/nvcss/fmea.html>
18. MILDORF, Lukáš. TRW CARR S.R.O. *Poka – Yoke: zabránění vzniku neshod ve výrobním procesu*. 2005, 10 s. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj41-cz.pdf>
19. KNORR-BREMSE GMBH. *Sliding Plug Doors: Entrance Systems for Rail Vehicles* [PDF]. 2006, 16 s. [cit. 20.3.2013]. Dostupné z: [http://www.ife-doors.com/media/documents/prospekte/en/sliding\\_pl\\_RT.pdf](http://www.ife-doors.com/media/documents/prospekte/en/sliding_pl_RT.pdf)
20. ŠKODA TRANSPORTATION A.S. *Tramvaje* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.skoda.cz/cs/produkty/tramvaje/>
21. BOMBARDIER. *BOMBARDIER FLEXITY: Light Rail Vehicles* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: [http://www.bombardier.com/files/en/supporting\\_docs/image\\_and\\_media/projects/BT-3478-TorontoHR.JPG](http://www.bombardier.com/files/en/supporting_docs/image_and_media/projects/BT-3478-TorontoHR.JPG)
22. SIEMENS. *Inspiration for city life – Inspiro* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.mobility.siemens.com/mobility/global/en/urban-mobility/rail-solutions/metros/inspiro/pages/inspiro.aspx>
23. ATLASLOKOMOTIV.NET. *680 Pendolino* [online]. 2006, 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.atlaslokomotiv.net/loko-680.html>
24. ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK. *Racionalizace výroby*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 132 s. ISBN 80-010-2870-4.
25. SLANINA, František. *Montáž v strojářských a elektrotechnických výrobcích*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1990, 288 s. Edícia strojárskej literatúry. ISBN 8005006099.
26. KAIZEN INSTITUTE. *Vizuální management* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: [http://cz.kaizen.com/kaizen-slovník.html?no\\_cache=1&tx\\_contagged%5Bsource%5D=default&tx\\_conntagged%5Buid%5D=2285&cHash=4bc68405acdf2250052b365eb2ed100a](http://cz.kaizen.com/kaizen-slovník.html?no_cache=1&tx_contagged%5Bsource%5D=default&tx_conntagged%5Buid%5D=2285&cHash=4bc68405acdf2250052b365eb2ed100a)
27. TOYOTA. *Výrobní systém Toyota TPS: jeho přínosy pro podnikání* [PDF]. 2010, 20 s. [cit. 4.2.2013]. Dostupné z: [http://www.toyota-forklifts.cz/SiteCollectionDocuments/TPS\\_nahled.pdf](http://www.toyota-forklifts.cz/SiteCollectionDocuments/TPS_nahled.pdf)
28. HUMÁR, Anton. ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE. *TECHNOLOGIE MONTÁŽE* [PDF]. 2002, 82 s. [cit. 19.2.2013]. Dostupné z: <http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TechnMontaze.pdf>
29. EXPERIENCE LEAN SOLUTIONS FOR ENTERPRISE. *What is Standardized Work* [online]. [cit.2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.elseinc.com/training/lean-overview/what-is-lean-manufacturing/what-is-standardized-work/>
30. KOŠÍK, Lubomír, Operations manager v XY, 2013: osobní sdělení 2.4.2013.

31. WIADOMOSCI 24. *Problemy osób niepełnosprawnych w Warszawie* [online]. 2010 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z:  
[http://www.wiadomosci24.pl/artukul/problemy\\_osob\\_niepelnosprawnych\\_w\\_warszawie\\_125604.html](http://www.wiadomosci24.pl/artukul/problemy_osob_niepelnosprawnych_w_warszawie_125604.html)

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Zkratka	Jednotka	Popis
<b>AB</b>	[-]	Společnost AB
<b>AB – CR</b>	[-]	Společnost AB – CR
<b>API</b>	[-]	Akademie Produktivity a Inovací
<b>CTP</b>	[-]	Průmyslový park Modřice
<b>FMEA</b>	[-]	Failure Mode and Effects Analysis
<b>JIT</b>	[-]	Just – In – Time
<b>KPI</b>	[-]	Key Performance Indicator
<b>KPS</b>	[-]	X-Y Production System
<b>N</b>	[-]	Náhodné plýtvání
<b>OTD</b>	[-]	On Time Delivery
<b>P</b>	[-]	Pravidelné plýtvání
<b>RIC</b>	[-]	Regolamento Internazionale Carrozze
<b>SAP</b>	[-]	Informační systém (Systémy, Aplikace a Produkty)
<b>TPS</b>	[-]	Toyota Production systém
<b>X – Y</b>	[-]	Koncern X – Y

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1      Naměřená\_data.xlsx

