



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ

ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

INSTITUTE OF MANAGEMENT

## ANALÝZA VÝROBNÍHO SYSTÉMU A NÁVRHY ZLEPŠENÍ

THE PRODUCTION SYSTEM ANALYSIS AND IMPROVEMENT PROPOSALS

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ TYC

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. VLADIMÍR BARTOŠEK, PH.D.

BRNO 2013

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

**Tyc Tomáš**

---

**Ekonomika a procesní management (6208R161)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

**Analýza výrobního systému a návrhy zlepšení**

v anglickém jazyce:

**The Production System Analysis and Improvement Proposals**

**Pokyny pro vypracování:**

Úvod

Vymezení problému, cíle práce a metody zpracování

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

- KAVAN, M. Výrobní a provozní management. Praha: Grada, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.  
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Cesty k vyšší produktivitě. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8.  
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. Řízení výroby. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000, 412 s. ISBN 80-7169-955-1.  
TOMEK, G., VÁVROVÁ V. Řízení výroby a nákupu. Praha: Grada Publishing, 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.  
SVOBODOVÁ, H., VEBER J. a kol. Produktový a provozní management. Praha: Nakladatelství Oeconomica, 2006. 153 s. ISBN 80-245-1083-9.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

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

L.S.

---

prof. Ing. Vojtěch Koráb, Dr., MBA  
Ředitel ústavu

---

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.  
Děkan fakulty

V Brně, dne 16.01.2013

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zaměřuje na analyzování výrobní linky ve firmě ABB s.r.o. Soustředí se převážně na problematiku úzkých bodů. V první části práce je nastíněna teorie výroby. V druhé části práce je analýza dat, výsledky a doporučené řešení na základě dat z IS.

## **Abstract**

The bachelor thesis focuses on analysis of production line in company ABB s.r.o. Main focus is on problem of narrow points in production. First part contains theory of production. Second part consists of data analysis, results and recommended solution based on data from IS.

## **Klíčová slova**

Výrobní podnik, úzký bod, data, analýza, výrobní linka, rozvržení, výrobní čas

## **Keywords**

Production company, narrow point, data, analysis, production line, layout, production time

**Bibliografická citace bakalářské práce:**

TYC, T. *Analýza výrobního systému a návrhy zlepšení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 54 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 16. ledna 2013

.....

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Vladimíru Bartoškovi, Ph.D. za vedení, cenné konzultace a připomínky, které mi při zpracovávání této práce velmi pomohly. Dále chci poděkovat panu Ing. Vítu Kratinovi, který mi poskytl mnoho informací o ABB s.r.o.

# Obsah

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Úvod.....</b>                                                 | <b>11</b> |
| <b>1 Cíle práce .....</b>                                        | <b>12</b> |
| <b>2 Teoretická východiska práce.....</b>                        | <b>13</b> |
| 2.1 Výrobní proces.....                                          | 13        |
| 2.2 Typy výrobních procesů .....                                 | 13        |
| 2.3 Data a rozhodování ve výrobním procesu .....                 | 14        |
| 2.3.1 Data .....                                                 | 14        |
| 2.3.2 Informace .....                                            | 15        |
| 2.3.3 Rozhodování .....                                          | 15        |
| 2.4 Výrobní linka .....                                          | 16        |
| 2.4.1 Standardní plán práce linky .....                          | 16        |
| 2.5 Pracoviště na lince.....                                     | 16        |
| 2.5.1 Uskupení pracovišť .....                                   | 16        |
| 2.6 Projektování hladkého výrobního toku.....                    | 17        |
| 2.6.1 Teorie omezení.....                                        | 17        |
| 2.6.2 Aplikace Teorie omezení v oblasti projektového řízení..... | 19        |
| 2.7 World Class Manufacturing.....                               | 19        |
| 2.8 Princip JUST-IN-TIME.....                                    | 20        |
| 2.9 Optimized production technology .....                        | 21        |
| 2.9.1 Rozpoznání úzkých míst .....                               | 24        |
| 2.10 Štíhlá výroba.....                                          | 24        |
| 2.10.1 Sedm druhů plýtvání .....                                 | 25        |
| 2.11 Průběžná doba výroby.....                                   | 26        |
| <b>3. Analýza problému a současné situace.....</b>               | <b>27</b> |
| 3.1 ABB Group .....                                              | 27        |
| 3.1.1 Historie a přítomnost .....                                | 27        |
| 3.1.2 ABB Group v ČR .....                                       | 27        |
| 3.1.3 základní údaje o ABB s.r.o. ....                           | 28        |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 3.1.4 Divize ABB s.r.o.....                           | 28 |
| 3.1.5 Moderní přístup .....                           | 29 |
| 3.1.6 PPMV Brno .....                                 | 30 |
| 3.2 Rozvaděč UniGear .....                            | 30 |
| 3.2.1 Popis rozvaděče.....                            | 31 |
| 3.2.2 Použití rozvaděče .....                         | 31 |
| 3.2.3 Typové řady UniGear .....                       | 32 |
| 3.3 Výrobní linka UniGear .....                       | 33 |
| 3.3.1 Layout výrobní linky .....                      | 34 |
| 3.4 Popis pracovišť .....                             | 35 |
| 3.4.1 Pracoviště Z1 .....                             | 35 |
| 3.4.2 Pracoviště Z2 .....                             | 35 |
| 3.4.3 Pracoviště Z3 .....                             | 35 |
| 3.4.4 Pracoviště Z4 .....                             | 35 |
| 3.4.5 Pracoviště Z5 .....                             | 35 |
| 3.4.6 Pracoviště Z6 .....                             | 35 |
| 3.4.7 Pracoviště Z7 .....                             | 36 |
| 3.4.8 Pracoviště Z8 .....                             | 36 |
| 3.4.9 Pracoviště Z9 .....                             | 36 |
| 3.4.10 Pracoviště Z10 .....                           | 36 |
| 3.4.11 Točna panelů .....                             | 36 |
| 3.4.12 Zásobníky.....                                 | 36 |
| 3.4.13 Posloupnost pracovišť .....                    | 36 |
| 3.4.14 Manipulace a doprava .....                     | 37 |
| 3.5 Výrobní časy .....                                | 37 |
| 3.5.1 Metody měření výrobních časů.....               | 37 |
| 3.5.2 Pozorování.....                                 | 37 |
| 3.5.3 Sběr údajů z IS .....                           | 38 |
| 3.5.4 Volba metody měření výrobních časů .....        | 38 |
| 3.6 Analýza problému .....                            | 39 |
| 3.6.1 Objem dat.....                                  | 39 |
| 3.6.2 Nespolehlivá data .....                         | 39 |
| 3.6.3 Další postup při získávání výrobních časů ..... | 40 |
| 3.7 Výsledky analýzy .....                            | 41 |
| 3.7.1 Současný stav výrobní linky.....                | 42 |

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.7.2 Zhodnocení stávajícího stavu .....                   | 43        |
| <b>4 Vlastní návrhy řešení .....</b>                       | <b>44</b> |
| 4.1 Posílení problémových pozic .....                      | 44        |
| 4.2 Redukce nevytížených pracovišť.....                    | 44        |
| 4.3 Změna rozložení pracovních míst .....                  | 44        |
| 4.4 Implementace navrhovaných změn .....                   | 45        |
| 4.4.1 Nový půdorys výrobní linky .....                     | 45        |
| 4.4.2 Implementace přidanych a nevyužitých pracovišť ..... | 47        |
| 4.5 Nákladové zhodnocení návrhu .....                      | 47        |
| 4.5.1 Vyčíslení nákladů na implementaci .....              | 48        |
| 4.6 Podmínky realizace návrhu .....                        | 48        |
| <b>5 Přínos návrhů řešení .....</b>                        | <b>49</b> |
| 5.1 Rozšíření úzkého místa .....                           | 49        |
| 5.2 Zhodnocení návrhu.....                                 | 50        |
| 5.2.1 Primární přínosy .....                               | 50        |
| 5.2.2 Sekundární přínosy.....                              | 50        |
| <b>Závěr .....</b>                                         | <b>51</b> |
| <b>Seznam použité literatury .....</b>                     | <b>52</b> |
| <b>Seznam zkratek .....</b>                                | <b>53</b> |
| <b>Seznam obrázků, tabulek a grafů.....</b>                | <b>54</b> |
| <b>Seznam příloh.....</b>                                  | <b>54</b> |

## Úvod

Všechny dnešní velké výrobní firmy, které chtějí soupeřit na globálním trhu a chtějí, aby ve světě něco znamenaly, musí neustále inovovat a zlepšovat své výrobní procesy. Neustálá snaha za tím jak být rychlejší, levnější, silnější atd. vytvořila v dnešním globalizovaném světě silně konkurenční prostředí. I přesto, že většina firem patří do nadnárodních skupin, tak stále mezi sebou soupeří, aby ukázaly, že jejich pobočka je lepší, a že právě naše firma je nejlepší v tom co dělá.

Tato práce je vypracována pro brněnskou pobočku firmy ABB s.r.o. Právě zde firma inovuje a utváří svoji celosvětovou image jako prosperující firmy a jedničky ve svém oboru. S ABB s.r.o. jsem začal pracovat během praxe, která je součástí mého studia. Velice mne firma zaujala jako celek a ještě více její výrobní linka, na které probíhá montáž rozvaděčů UniGear.

Výrobní linka rozvaděčů UniGear prošla již modernizací v roce 2010. Jelikož se firma neustále snaží zlepšovat a inovovat své výrobní linky, dostal jsem za úkol optimalizovat výrobní tok. Tato práce se bude zabývat optimalizací výrobního procesu na této lince za použití statistických metod.

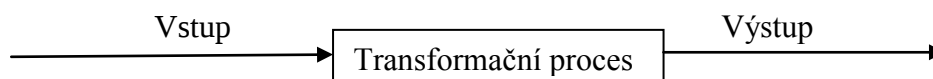
## **1 Cíle práce**

Cílem mé práce je analyzovat a zhodnotit výrobní proces na lince rozvaděčů UniGear a navrhnout řešení pro co nejhladší výrobní tok a optimální využití lidských zdrojů. Řešení však musí být reálná s ohledem na současný stav linky a na požadovaný tok materiálu tak, aby mohla společnost ABB s.r.o. tato doporučení realizovat.

## 2 Teoretická východiska práce

### 2.1 Výrobní proces

Výroba slouží v rámci podniku obecně k vytváření materiálních a nemateriálních statků, které odpovídají tržní poptávce. Produkce zboží je spojena s konkrétním výstupem (output). Tento výstup vzniká tím, že vstupní faktory (input), především materiál, se podrobí transformačnímu procesu. Výrobní proces vyžaduje ke své realizaci účast lidských zdrojů (pracovní síly) – a podnikových prostředků (stroje, nástroje, přípravky, počítače, atd.). Základní systémové pojetí výrobního procesu znázorňuje následující obrázek (1).



Obr. č. 1 - Princip výrobního procesu (1)

### 2.2 Typy výrobních procesů

Výrobu můžeme rozdělit do několika typů podle různých kritérií. Jurová dělí výrobu jednak podle typu výroby, dále pak podle míry plynulosti technologického procesu, podle charakteru technologie nebo formy organizace výrobního procesu. (2, s. 14) Podle počtu vyrobených kusů rozlišujeme tyto typy výroby: Je to **kusová výroba**, ve které se produkují výrobky různých druhů ve velmi malých množstvích, pouze pro uspokojení jednotlivých zakázek. Výrobní zařízení jsou univerzální (např. tankery, mosty, neobvyklé stavby, renovace domu). Ve **výrobě sériové** se stejný druh výrobků produkuje opakovaně v sériích. Je výrobou na sklad, a tím pádem se jednotlivé zakázky uspokojují ze skladu (např. automobily, domácí spotřebiče, pečivo, knihy). Posledním druhem výroby podle typu je **výroba hromadná** vyznačující se produkcí velkého množství výrobků jednoho či minimálního počtu druhů, výrobní stroje jsou vysoce automatizovány a jsou sestaveny do tzv. automatických linek (např. cigarety, papír, zpracování ropy).

Podle míry plynulosti technologického procesu rozlišujeme výrobu plynulou a přerušovanou. **Výroba plynulá** probíhá neustále bez přerušení a to ani o víkendech či svátcích. Typově takto nejčastěji probíhá výroba hromadná (např. hutní výroba, zpracování ropy). Pro zastavení nebo opětovné spuštění této výroby musí podnik vynaložit vysoké náklady. Naopak v případě **výroby přerušované** dochází k přerušení výrobního procesu, a to z důvodu uskutečnění nevýrobních procesů (např. doprava materiálu, změna nástroje). Náklady spojené se zastavením a opětovným spuštěním jsou v porovnání s výrobou plynulou zanedbatelné. Podle charakteru technologie rozdělujeme výrobu na **mechanickou**, ve které se nemění vlastnosti látek, materiál však mění svůj tvar a jakost, dále pak na výrobu **chemickou, biologickou, příp. biochemickou**, kde u materiálu nastávají změny látkové podstaty. U biologické a biochemické výroby jsou tyto změny látkové podstaty vyvolány přírodními procesy (např. kvašení).

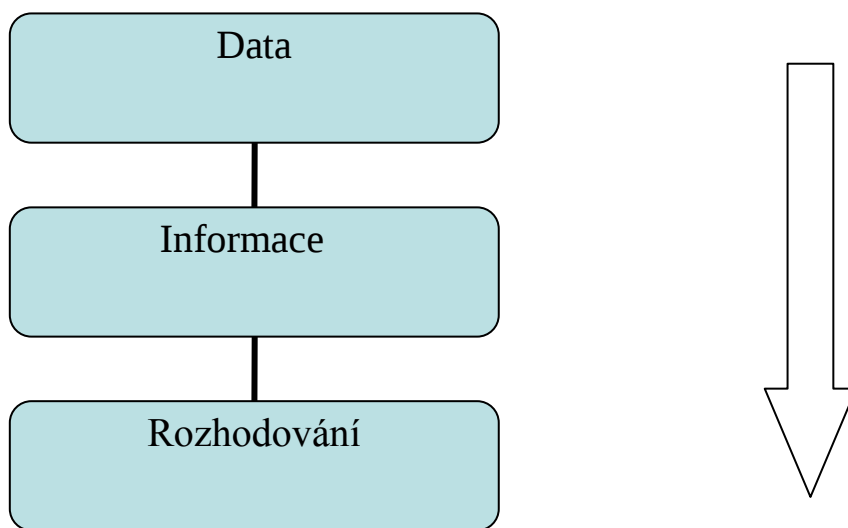
Z hlediska formy organizace výrobního procesu se výroba rozděluje na **proudovou**, která probíhá na výrobních linkách a vyrábí se jen jeden nebo několik málo produktů, **skupinovou**, kdy se vyrábí mnoho druhů výrobků, které by bylo z ekonomického hlediska ztrátové vyrábět na lince a **fázovou**, u níž probíhá výroba mnoha druhů výrobků v malém množství od každého druhu. Stanovení správného typu výroby je pro podnik důležité pro její následné plánování a řízení (2).

## 2.3 Data a rozhodování ve výrobním procesu

Jelikož je výrobní proces analyzován převážně za pomoci dat ze systému SAP, je nutné si osvětlit některé pojmy.

### 2.3.1 Data

Zjednodušeně lze data charakterizovat jako libovolnou posloupnost znaků, přičemž se nemusí jednat pouze o bity či bajty, tedy o data tak, jak je chápeme v oblasti výpočetní techniky. Pod posloupností se mohou skrývat libovolné znaky, třeba i ty, které vůbec neznáme či u kterých si nedokážeme představit, že jde o nějaké znaky, o nějaké písmo. Posloupnost dat tak může být již sama o sobě na první pohled pro nás nesrozumitelná, složená z něčeho, co vůbec nemusíme chápat. Znaky posloupnosti, kterou nechápeme, mohou pro nás být jen jakási "suchá" data. Ta nám mohou, ale nemusí něco konkrétního říkat (3).



Obr. č. 2 - Postup při rozhodování (4)

### 2.3.2 Informace

Z dat se stávají informace teprve tehdy, pokud jsme z nich (tedy v roli příjemce) schopni získat nějaké poznatky, vědomosti, znalosti. Pokud tedy příjemce rozumí významu v datech ukrytém, znamenají pro něj data také nějakou informaci. Proto je ve většině případů nutné data určitým způsobem zpracovat, aby vznikly informace (3).

### 2.3.3 Rozhodování

Ke správnému rozhodnutí nemůže dojít bez informací a k informacím se nedostaneme bez dostatečného množství dat. Tento proces je klíčový, pokud se chceme dobrat zdárného výsledku (3).

## 2.4 Výrobní linka

### 2.4.1 Standardní plán práce linky

Jde o komplexní standardní normativ operativního řízení výroby, který je možno uplatnit v podmínkách velkosériové výroby. Zpravidla realizované na lince. Jeho cílem je přispět k plynulému chodu celého procesu. K jeho vypracování vycházíme ze vstupních údajů z linky.

1. interval opakování práce na každém pracovišti
2. okamžiky zadávání jednotlivých dávek
3. určení pracovišť a jejich přesného pořadí
4. propočet doby trvání operace na každém pracovišti
5. průběžná doba výroby dávky každé součásti
6. průběžná doba výroby celého komplexu součástí (5)

## 2.5 Pracoviště na lince

### 2.5.1 Uskupení pracovišť

1. Individuální - Užívá se v malých dílnách, na základě zvyklostí, či instalace
2. Pohyblivé - Výrobní zařízení se přizpůsobuje místu vytvoření zakázky
3. Skupinové, které lze dále rozdělit na:

**Uskupení dle technologické příbuznosti** - Pracoviště jsou uspořádána dle technologické příbuznosti (výrobní zařízení jsou poskládána dle technologických podobností) - vznikají tak například dílny, v jejichž názvech je již určen základní technologický proces (soustružny, truhlárny apod.). Mezi dílnami dochází k celkem komplikovaným tokům, kde se jednotlivé dávky mohou střetávat a tak vytvářet před některými pracovišti fronty. Tato forma uspořádání pracovišť je vhodná zejména tehdy, pokud je vyráběn široký okruh výrobků v menších objemech.

**Předmětná pracoviště** - Pracoviště jsou uspořádána v souladu s technologickým postupem. Předmětně uspořádaná výroba na rozdíl od uspořádání dle technologické příbuznosti vyžaduje menší okruh výrobků, které jsou vyráběny ve větších objemech s limitovanými možnostmi přizpůsobení výrobků požadavkům zákazníků (6).

## **2.6 Projektování hladkého výrobního toku**

Harmonie výrobního systému lze dosáhnout mnoha způsoby. Dokonalosti se lze přiblížit za pomoci známých metod, ale i bez nich. Je také nutno vzít na vědomí, že ne každá metoda se hodí pro každou firmu. Zmíním zde ty metody, které jsou relevantní v PPMV Brno.

### **2.6.1 Teorie omezení**

Teorie omezení, která je často používána pod zkratkou TOC neboli theory of constraints. Teorie omezení je vysvětlována na velmi jednoduchých příkladech a současně popisována složitými matematickými vzorci. Zdá se křišťálově průzračná, ale úspěšných implementací je jako šafránu. Lze ji použít v celé řadě odvětví, ale největší popularitu jí přinesla aplikace ve výrobních procesech. Jejím duchovním otcem a současně nejznámějším propagátorem je dr. Elijah Goldratt, vědec, autor řady knih a přední světový konzultant v oblasti zlepšování. TOC ve výrobě obvykle na začátku definuje základní problémy současné výroby:

- 1. nízká ziskovost**
- 2. dlouhé dodací lhůty a průběžné doby výroby**
- 3. časté nedodržování termínů dodávek**
- 4. vysoká úroveň zásob v distribučním systému**
- 5. vysoká rozpracovanost**
- 6. chybí správné díly pro montáž (7)**

TOC vychází z několika předpokladů. Cílem každého podniku je vydělávat co nejvíce peněz nyní i v budoucnosti (zaměření na zisk). Procesy mají charakter řetězu vzájemně závislých událostí. Každá událost podléhá statistické proměnlivosti.

Klíčovou myšlenkou TOC je to, že každý reálný systém obsahuje minimálně jedno omezení neboli úzké místo (TOC se také někdy říká teorie úzkých míst). Kdyby tomu tak nebylo, systém by dosahoval svého cíle v neomezené míře. V případě organizace, která existuje z důvodu zisku, by systém produkoval nekonečné množství zisku. Omezení určuje výstup systému, ať si to přiznáme a řídíme ho, či nikoliv. V praxi to

znamená, že TOC vždy hledá úzké místo, tzn. ten nejslabší článek z řetězu vzájemných událostí, který omezuje celý systém, respektive určuje maximální průtok systému. Aplikace TOC se řídí pěti následujícími postupnými kroky:

1. nalezení momentálního úzkého místa
2. maximální využití tohoto úzkého místa
3. podřízení všeho ostatního úzkému místu
4. zlepšení úzkého místa (rozšíření kapacity omezení)
5. opakování celého postupu (7)

Pro zlepšení úzkého místa ve výrobě se využívá třífázový postup nazývaný drum-buffer-rope (DBR). Drum (buben) stanovuje základní výrobní plán, čili určuje výrobní "rytmus" organizace. Určení rytmu vychází samozřejmě ze zákaznických požadavků, ale současně musí respektovat úzké místo výroby. Buffer (zásobník) vytváří ochranu proti neočekávaným událostem v oblasti úzkého místa. Úzké místo musí být podle TOC neustále vytíženo. Buffer vytváří před úzkým místem zásobníky, a to jak materiálové - více materiálu, než je momentálně potřeba, tak časové - materiál je na místě dříve, než je potřeba (zásadní rozpor například s teorií just-in-time). Rope (lano) pak zajišťuje uvolňování materiálu v souladu s chodem úzkého místa, tzn. že zásobování úzkého místa je díky připraveným zásobníkům vždy takové, aby průtok byl maximalizován (případný výpadek v zásobování nezpůsobí díky bufferům zastavení úzkého místa). Je zřejmé, že tento přístup může na první pohled vyvolat odpor mezi zastánci "klasických" zásad jako jsou nulové zásoby a dodávky přesně na čas. V TOC se však vše podřizuje úzkému místu a rozumně řízené zásobníky (buffer management) jsou menším zlem než prostoj úzkého místa, který je nenahraditelný a určuje průtok celé výroby. Z toho, co zde bylo řečeno, je zřejmé, že implementace TOC je vhodná zejména v tom případě, když organizace potřebuje zvýšit svůj průtok výrobou tzn., že má více zakázek, než je schopna momentálně zvládnout. Principy TOC jsou na první pohled tak jednoduché, že se jejich uplatnění nezdá nijak komplikované. Přesto existuje mezinárodní síť certifikovaných konzultantů (7).

TOC lze implementovat i bez speciálního podpůrného software. U TOC nepotřebujeme na začátku žádná data, ale musíme odhalit omezení systému, což je těžší úkol než sběr

dat. Software můžeme následně použít při optimalizaci úzkého místa. Nicméně již existují i softwarové produkty, které jsou navrženy na základě principů TOC (7).

### **2.6.2 Aplikace Teorie omezení v oblasti projektového řízení**

TOC se v oblasti řízení projektu aplikuje jako známý pojem critical chain (CC). Principem je opět buffer management, kdy se vytváří systém bufferů (bezpečnostních časových rezerv) pro určité úkoly, nebo pro celý projekt. Na první pohled se může zdát, že tento postup přinese pouhé prodloužení doby projektu. CC ale nechápe rezervy jako něco nežádoucího, ale jako systémový prvek projektu, se kterým se neustále pracuje. Na rozdíl od přístupu "bez rezerv", kdy špatný odhad nebo neočekávaná událost nutně znamená zpoždění projektu, při CC se tyto události pokrývají právě z předem vytvořených nárazníků (bufferů). Při optimálním průběhu je navíc možné projekt dokončit i před původně naplánovaným koncem, což zákazník bude jistě chápat jako příjemné překvapení, na rozdíl od nepředpokládaného zpoždění (7).

## **2.7 World Class Manufacturing**

Na současné trendy zostřování a globalizace konkurenčního boje odpovídají přední výrobci kromě jiného také zdokonalováním svých výrobních systémů a jejich řízení. Jejich výrobní systémy označované jako World Class Manufacturing (výroba světové úrovně) naznačují ostatním výrobcům základní směry, jimiž by se měl vývoj řízení výroby v budoucnu ubírat (8).

**Struktura World Class Manufacturing je následující:**

- 1. Výrobní strategie**
- 2. Strategie uspořádání výrobního procesu a materiálových toků**
- 3. Strategie rozmístění výroby**
- 4. Strategie zásobování**
- 5. Strategie řízení lidských zdrojů v oblasti výroby**
- 6. Plánování výroby**
- 7. Přístup k řízení zásob**
- 8. Přístup k řízení jakosti**
- 9. Řízení údržby**

Je nutné zdůraznit, že nesmí dojít k šablonovité aplikaci tohoto konceptu. Výrobní strategie musí odrážet konkrétní podmínky dané organizace. Je nesmyslné prosazovat například princip Just in time ve firmě, která používá strategii diferenciací (8).

## **2.8 Princip JUST-IN-TIME**

Systém označovaný jako JIT (=právě včas) je různě chápán i hodnocen. Původní představa realizace tohoto systému je vytvoření takových vazeb mezi dodavatelem a odběratelem, aby u odběratele nevznikaly prakticky žádné zásoby. Dodavatel dodává přesně podle stanoveného harmonogramu materiál či díly v požadovaném množství a provedení, tak aby mohly být po provedené kontrole předány hned do výroby, např. na montáž. Známe jsou příklady z automobilového průmyslu, kdy z malého výrobce např. střech automobilu, sedaček do automobilů se stává satelitní firma, která je v podstatě postupně plně závislá na firmě velké, kterou představuje odběratel. Na základě krátkodobých požadavků (v rozmezí 24 hodin) zajišťuje dodavatel dodávky pro odběratele. Výhodou pro odběratele je minimalizace zásob, zvýšení obrátu kapitálu, pro dodavatele především jistota výrobního programu. Cena, kterou za tuto výhodu dodavatel platí je přenesení břemena zásob od odběratele na něho. Není totiž myslitelné, aby při variabilních požadavcích odběratele mohl pracovat bez zásob polotovarů. (1)

Významné rozdíly jsou dobře vidět na příkladech z automobilového průmyslu. Evropský výrobce potřebuje v průměru na automobil 36,2 hodin, což je ve srovnání s japonským, který dosahuje 16,8 hodin, více než dvojnásobek. Drastické rozdíly jsou, i pokud jde i o dodavatelský systém. Zatímco japonští výrobci využívají pro montáž 170 různých dodávek, u evropských je to 442. V Evropě je v průměru 7,9% dílů dodáváno systémem JIT, tj. podle konkrétní potřeby, v Japonsku je to 45%.

I když uvedená čísla nemusí plně odrážet všechny okolnosti a dynamiku sledovaných jevů, přesto jsou zřejmé rozdíly u produktivity, času a kvality. Jednou z odpovědí na tuto výzvu je uplatnění just-in-time, time based management, lean production atd. Jde o koncepce, které přispívají k řešení problematiky sílící konkurence u výroby orientované na potřeby zákazníků. Koncepce jsou předmětem kritiky i souhlasu. Představují širokou tematickou základnu pro diskuse odborníků i pro literaturu (1).

Ekonomicky objektivnější využití má proto tato metoda v následujícím dvojím pojetí či nasazení. Především je možno použít systém v rámci firmy, mezi jednotlivými stupni výroby či mezi jednotlivými relativně samostatně řízenými filiálkami atp. Zde je pak rozhodujícím momentem analýza, kam je nejvhodnější případnou vázanost kapitálu přesunout (1).

Druhé moderní pojetí systému just-in-time, jej charakterizuje nikoliv pouze jako systém vedoucí ke snížení zásob, ale systém, který komplexně vede k úspoře času v celé průběžné době výrobku a tím přináší výrazné snížení nákladů, zvýšení produktivity práce a další související výsledky. Toto komplexní pojetí úspory času je chápáno jako vývoj procesu just-in-time v následujících krocích (1):

- 1. Úspora času při seřizování a při výrobě**
- 2. Snížení velikosti dávek**
- 3. Snížení dopravních dávek**
- 4. Zvýšení variability výroby**
- 5. Operativní řešení problémů jakosti (zastavení linky, výměna práce, koordinace)**
- 6. Optimalizace materiálových a informačních toků**
- 7. Použití metod řízení typu KANBAN**

Výsledkem je zajištění flexibility výrobního procesu, což vede k:

1. Zvýšení rentability
2. Zvýšení rychlosti průběhu výrobním procesem a tím zvýšení rychlosti v obratu kapitálu
3. Snížení zásob
4. Snížení nároků na výrobní prostory a další (1)

## **2.9 Optimized production technology**

Relativně nový systém vytvořený izraelským výzkumníkem Goldrattem v USA a zavedený v 80. letech firmou Creative Outputs Inc. známý pod označením OPT (Optimized production technology). Východiskem tohoto systému je úvaha, že

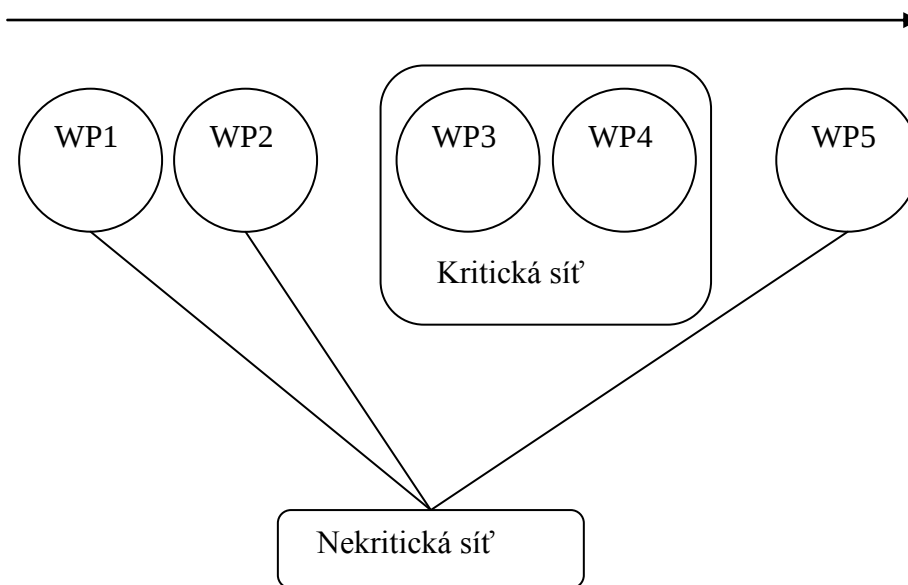
vznikající úzká místa mají podstatný vliv na průběh výroby. Identifikací a optimálním obsazením, resp. využitím úzkých kapacit, může být proto zajištěno zlepšení průměrného využití všech výrobních zařízení, snížení průměrných dob, jakož i snížení stavu pracovníků. Základní principy systému OPT lze shrnout do deseti pravidel:

1. Výrobní tok nevyvažuje kapacity.
2. Stupeň užití jedné výkonné jednotky, která nepředstavuje úzké místo, nebude určován její vlastní schopností výkonu, ale pomocí jakési hranice v okolním systému.
3. Pohotovost a užití kapacity různých zařízení nemají stejný význam.
4. Jedna hodiny kapacity nebo průběžné doby ztracená na jednom úzkém místě znamená ztrátu hodiny pro celý systém.
5. Jedna hodiny získaná na stanovišti, které není úzkým místem, je bezvýznamná.
6. Úzká místa určují jak průběh, tak zásobu.
7. Transportní dávka by neměla být identická s výrobní dávkou.
8. Výrobní dávka by měla být pohyblivá a nikoliv fixní.
9. Když jsou plány sestaveny, musí být všechny předpoklady současně přezkoušeny. Průběžné doby jsou výsledkem plánu a nemohou být předem určeny.
10. Suma jednotlivých optim není rovna celkovému optimu (1).

Plánování zakázek probíhá ve více krocích. Nejprve musí být znázorněn celkový systém výrobního a materiálového toku v jednom síťovém grafu orientovaném podle průběhu výroby, jakož i kapacit jednotlivých výkonových jednotek. Za základ zde slouží data, jako jsou postupy s uvedenými výkonovými normami (čas práce, čas přípravy a zakončení), kapacity výrobních zařízení a lidí, kusovníky. Pak následuje identifikace úzkých míst. Za tím účelem je prováděno plánování vpřed, tzn. že zakázky jsou nasazeny ve směru plánovaného konečného termínu. Tím se získá profil zatížení kapacitních jednotek stejně tak jako pořadí kapacitních jednotek podle ubývajícího zatížení. Podle pořadí mohou být identifikována projevující se úzká místa a oceněn jejich význam pro proces postavení výkonů. Na základě tohoto je posledním

plánovacím krokem síťový graf výroby rozdělen na kritickou a nekritickou část. Další plánování se omezí jen na tu část, která je chápána jako kritická. Pro tuto část pak probíhá optimalizace kapacit úzkých míst. Aby bylo možno dosáhnout vzhledem k úzkým místům plnění plánu, je třeba podle toho dimenzovat a umístit rezervní mezisklad. Poté následuje termínování zakázek zpětným postupem. Systém OPT je nabízen jako softwarový produkt a zkušenosti z jeho použití uvádějí několik důležitých poznatků (2).

1. Při změnách kapacit úzkých míst je třeba znovu propočítat síťový graf.
2. Rozdílné stanovení výše výrobních a dopravních dávek umožňuje rychlejší průběh zakázky a snížení zásob, ale zvyšuje obtížnost řízení.
3. Program uživateli neposkytuje trvalý přehled o výši zásoby, průběžné době, odchylkách od termínu apod.
4. Uživatel nemůže zasáhnout do systému a případně určit prioritu (2).



Obr. č. 3 - Dělení na kritické a nekritické oblasti (Vlastní zpracování dle 1)

### 2.9.1 Rozpoznání úzkých míst

*V každém plánovacím procesu nastane chvíle, kdy nelze vyhovět všem zadaným parametrům. Je třeba umět rychle (a správně) rozpoznat úzké místo a bezprostředně reagovat.* (1, s. 288)

Změny termínů, priorit, počtu kusů, technologie a materiálu patří mezi nejběžnější typy změn respektive poruch (1). Úzká místa, která se nachází v našem výrobním toku mohou způsobovat drobné nepřesnosti nebo i vážné problémy. Mnohdy se maličkosti opomíjí a ponechávají se ladem. Často se problém neřeší. Takové úzké místo ponechané ladem může ve svém výsledku mít obrovský dopad, dokud se nezjistí, že tohle konkrétní pracoviště, dopravník, atd. brzdí celou linku, nebo dokonce celý podnik. Někdy se dokonce stává, že firma nevědomky přizpůsobuje celý svůj chod úzkému místu. Tento přístup se krajně nedoporučuje.

Opačný případ je, když firma o úzkém bodu ví, ale z určitých důvodů a limitací jej nemůže rozšířit. Tento přístup je krátkodobě vhodný a připraví firmu pro plánované rozšíření onoho problematického úzkého bodu, který firmu tíží a omezuje v dalším růstu.

## 2.10 Štíhlá výroba

Koncepce "štíhlé výroby" (lean production, lean manufacturing) pochází z firmy Toyota, kde vznikla v 50-60 letech 20. století jako alternativa k hromadné výrobě v prostředí, které vyžadovalo vysokou úroveň flexibility a postrádalo finance na nákladné investice. Provádí komplexní organizaci vývoje a výroby produktu, dodavatelů a kontakty se zákazníkem tak, aby při lepším plnění zákaznickova požadavku bylo zapotřebí méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času - a přitom produkty mají lepší kvalitu než v hromadné výrobě.

Ve firmě Toyota tehdejší prezident, Kiichiro Toyoda, vydal heslo: "Dohoňme Ameriku během tří let!" Převzetí amerických metod hromadné výroby by nikam nevedlo, protože v Japonsku neexistovala tak velká poptávka jako na druhé straně Pacifiku. Řádový rozdíl v produktivitě (po válce produktivita japonského dělníka byla na třetině

německého a devítině amerického pracovníka) musel mít příčinu v tom, že v Japonsku pracovníci dělali věci zbytečně oproti americkým kolegům. Z nápadu odstranit zbytečnosti se zrodil pozdější výrobní systém Toyota, základ štíhlé výroby.

Zrod výrobního systému Toyoty je připsán manažerovi jménem Taiichi Ohno (1912-1990), jenž byl vedoucím jedné výrobní jednotky v Toyotě v roce 1947, když dostal úkol implementovat změny vedoucí k odstranění prostojů/zbytečností a zvýšením produktivity v rámci nového hesla Kiichiro Toyody. Na začátku vymyslel linku, na které jeden pracovník mohl obsluhovat více strojů různých druhů. Tato revoluční změna (změna od filozofie jeden pracovník - jeden stroj k vizi jeden pracovník - víc strojů/procesů) se zásadně lišila od řešení hromadné výroby, pomohla zvýšit produktivitu dvakrát až třikrát, a naznačila naprosto jinou cestu budoucího vývoje (9).

Základem pro vznik lean production byly 2 pilíře: JIT (just-in-time) neboli výroba/dodávky právě včas a JIDOKA (autonomation) neboli automatizace s lidskou inteligencí. JIT již známe. JIDOKA neboli automatizace s lidskou inteligencí znamená, že stroj je schopen rozlišit špatný produkt od dobrého a v případě, že se takový vyskytne, tak zastaví výrobu, nebo neumožní pokračovat výrobku dále (9).

### **2.10.1 Sedm druhů plýtvání**

V dnešní době štíhlá výroba již urazila velký kus od původních metod. Lean se hlavně snaží odstranit plýtvání ve firmě. K plýtvání dochází v mnohých podobách a na různých místech. Ve štíhlé výrobě je pro plýtvání termín MUDA. Tento termín z japonštiny se používá a zastřešuje hlavní principy štíhle produkce a znamená plýtvání. Lean production (štíhlá výroba) rozeznává 7 a někdy 8 MUDA. Poslední 8 druh plýtvání byl přidán teprve nedávno (10).

**Druhy plýtvání:**

1. Nadbytečná produkce
2. Čekání
3. Přesun
4. Nevhodné zpracování
5. Zbytečně velké zásoby
6. Neefektivní pohyby a manipulace
7. Defektní výroba
8. Nevyužitá kreativita pracovníků (10)

**2.11 Průběžná doba výroby**

Výrobní cyklus (průběžná doba výroby) představuje kombinaci řady dílčích časů:

1. technologických
2. netechnologických
3. přerušení

Tak, jak to vyžaduje postupné plnění sledu jednotlivých operací, rozmístění jednotlivých pracovišť, organizace výrobního procesu, tj. dodávky na jiná pracoviště, na mezisklad apod. (1).

*Průběžnou dobou výroby rozumíme časový úsek od provedení první operace až do okamžiku odvedení výrobku na sklad hotových výrobků (1, s, 147).*

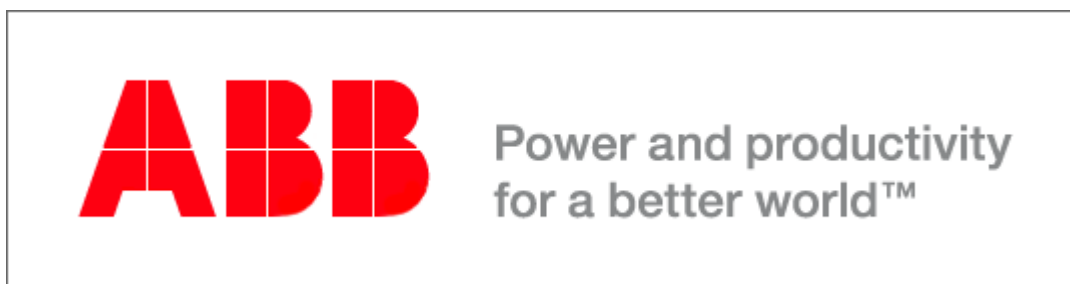
Z toho rozumíme, že pokud se chceme dozvědět celou dobu výroby daného výrobku, musíme průběžné časy sečíst a také do výpočtu zahrnout prodlevy.

### 3. Analýza problému a současné situace

#### 3.1 ABB Group

ABB Group je významnou firmou na poli technologie pro výrobu energetických součástí a součástí i celků pro automatizaci. Napomáhá energetickým a průmyslovým podnikům optimálně zvyšovat výkonnost v jednotlivých oblastech a zároveň se snaží, aby tato činnost měla minimální dopad na životní prostředí.

Sídlo společnosti je ve švýcarském Curychu, ale pobočky ABB Group nalezneme ve více jak stovce dalších zemí. Na fungování skupiny se společně podílí asi 145 000 zaměstnanců. V České republice je ABB Group zastoupena společností ABB s.r.o., která má pobočky v osmi městech České republiky a to sice: Praha, Brno, Ostrava, Jablonec nad Nisou, Trutnov, Plzeň, Most a Teplice (viz příloha č. 1).



Obr. č. 4 - logo ABB Group (9)

##### 3.1.1 Historie a přítomnost

Skupina ABB vznikla roku 1988 spojením švédské firmy Asea a švýcarské BBC Brown Boveri. Obě společnosti mají rozsáhlou historii, která se datuje od roku 1883 v případě Asei, a od roku 1891 v případě BBC Brown Boveri. S akciemi společnosti ABB Ltd. se obchoduje na burzách v Curychu, Stockholmu a v New Yorku.

##### 3.1.2 ABB Group v ČR

Historie českého ABB s.r.o. se datuje od roku 1970, kdy právě výše zmíněná švýcarská společnost BBC Brown Boveri začala působit na našem území. Ovšem formální vznik byl až v roce 1991. Během 90. let se ABB Group začala rozrůstat o další společnosti. Začala rozšiřovat oblast svých aktivit, ale také portfolio nabízených výrobků a služeb.

Další zlom v historii přišel v roce 2001, kdy došlo ke sloučení jednotlivých společností do dvou velkých celků a to ABB s.r.o. a ABB Lummus Global s.r.o. V následujících dvou letech došlo ve společnosti k rozsáhlé restrukturalizaci. České ABB s.r.o. má možnost využít mezinárodní know-how a nejnovějších výsledků výzkumu a vývoje globální společnosti. Svým klientům nabízí přidanou hodnotu v podobě silného zázemí vlastních inženýrských a servisních center a dlouhodobých zkušeností tradičních českých výrobců. Toto mezinárodní spojení know how a lokálních zdrojů umožňuje poskytovat ta nejlepší řešení, která zvyšují účinnost současně se snižováním potřeby surovin jak při výrobě elektrické a tepelné energie, tak v průmyslové výrobě (11).

### **3.1.3 základní údaje o ABB s.r.o.**

|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Obchodní firma:                       | ABB s.r.o.                            |
| Datum zápisu do obchodního rejstříku: | 20. července 1993                     |
| Sídlo:                                | Praha 4, Štětкова 1638/18, PSČ 140 00 |
| Právní forma:                         | Společnost s ručením omezeným         |
| Základní kapitál:                     | 400 000 000 Kč                        |
| Tržby za rok 2010                     | 9466 mil. Kč                          |
| Počet zaměstnanců                     | cca 2800                              |

### **3.1.4 Divize ABB s.r.o.**

V současné době má společnost ABB s.r.o. těchto 5 divizí:

#### **1. Výrobky pro energetiku**

V této divizi najdeme výrobu a dodávky rozvoden, přístrojů VVN/VN, přístroje ochrany pro energetiku a průmysl, přístrojových transformátorů a senzorů, výkonových a distribučních transformátorů, kabelů a kabelových systémů VVN. Také v této oblasti nabízejí modernizace, opravy, konzultace, poradenství, diagnostiku, servisní aktivity a hotline.

## **2. Systémy pro energetiku**

Divize poskytuje komplexní dodávky pro energetiku (projektování a dodávky rozvoden a transformoven „na klíč“), systémy automatizace rozvoden VVN/VN (ochrany, řídicí systémy), systémy měření a regulace v energetice, kabely a kabelové systémy VVN. V oblasti služeb poskytuje modernizaci, opravy, poradenství, diagnostiku, servisní aktivity a hotline.

## **3. Automatizace výroby a pohony**

Divize poskytuje výrobky, řešení a s nimi související služby, které zvyšují průmyslovou produktivitu a energetickou účinnost. Nabídka divize zahrnuje motory, generátory, měniče frekvence a řízené usměrňovače, programovatelné automaty (PLC), výkonovou elektroniku, průmyslové roboty a robotické celky zajišťující napájení, pohyb a řízení pro rozsáhlou škálu automatizačních aplikací. Portfolio doplňuje stále se rozšiřující nabídka pro solární elektrárny a dále generátory pro větrné elektrárny.

## **4. Výrobky nízkého napětí**

Divize Výrobky nízkého napětí vyrábí a prodává přístroje a rozvaděče s napětím do 1000 V, které zajišťují bezpečnost osob a ochranu instalací a elektrických zařízení před přetížením.

## **5. Procesní automatizace**

Divize Procesní automatizace poskytuje zákazníkům nejlepší řešení pro řízení a optimalizaci provozů a aplikační znalosti specifické pro průmyslová odvětví, zejména metalurgický a těžební průmysl, výrobu papíru a celulózy, energetiku, chemický a farmaceutický průmysl, ropný a plynárenský průmysl, námořní dopravu a výrobu turbodmychadel (11).

### **3.1.5 Moderní přístup**

Klíčovou roli v ABB s.r.o. hraje technologie. Díky tomu, že inovují a neustále sledují vývoj a zlepšují stávající technologie, mohou svým zákazníkům nabídnout také výrobky a služby, které zvýší jejich konkurenceschopnost a zároveň sníží dopad jejich činnosti na životní prostředí. Společnost usiluje o rovnováhu v ekonomické, ekologické a sociální sféře podnikání a aktivně přispívá k hospodářskému pokroku, ochraně životního prostředí a k udržitelnému rozvoji v zemích a společnostech, v nichž pracuje.

### 3.1.6 PPMV Brno

|                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| Sídlo:                  | Brno Vídeňská 117/113a, PSČ 619 00 |
| Divize:                 | Výrobky pro energetiku             |
| Počet zaměstnanců:      | cca 800                            |
| Organizační uspořádání: | Viz příloha č. 2                   |

Práce je vypracována v brněnské pobočce ABB s.r.o. (dále jen PPMV Brno), která má ve výčtu prestižních světových zakázek například dodávku pro nejvyšší budovu světa, mrakodrap Burdž Chalífa v Dubaji (828 m) či největší nákladní loď na světě s názvem Emma Mærsk. V posledních dvou letech proběhla v závodě modernizace výroby v hodnotě více než 150 milionů Kč, a to v návaznosti na konsolidaci evropské výroby vzduchem izolovaných rozvaděčů vysokého napětí, díky níž se objem výroby mnohonásobně zvýšil. V současnosti se tato výroba nachází pouze na dvou místech v Evropě. Prvním místem je Brno v České republice a druhým je Dalmine v Itálii (12).

### 3.2 Rozvaděč UniGear

Rozvaděč UniGear je hlavní výrobní artikl PPMV Brno. Je klíčovým produktem.



Obr. č. 5 - rozvaděč UniGear (11)

### 3.2.1 Popis rozvaděče

Rozvaděč UniGear je kovově krytý, vzduchem izolovaný rozvaděč vysokého napětí, který je odolný proti vnitřním obloukovým zkratům a skládá se zpravidla z několika panelů.

#### Základní parametry:

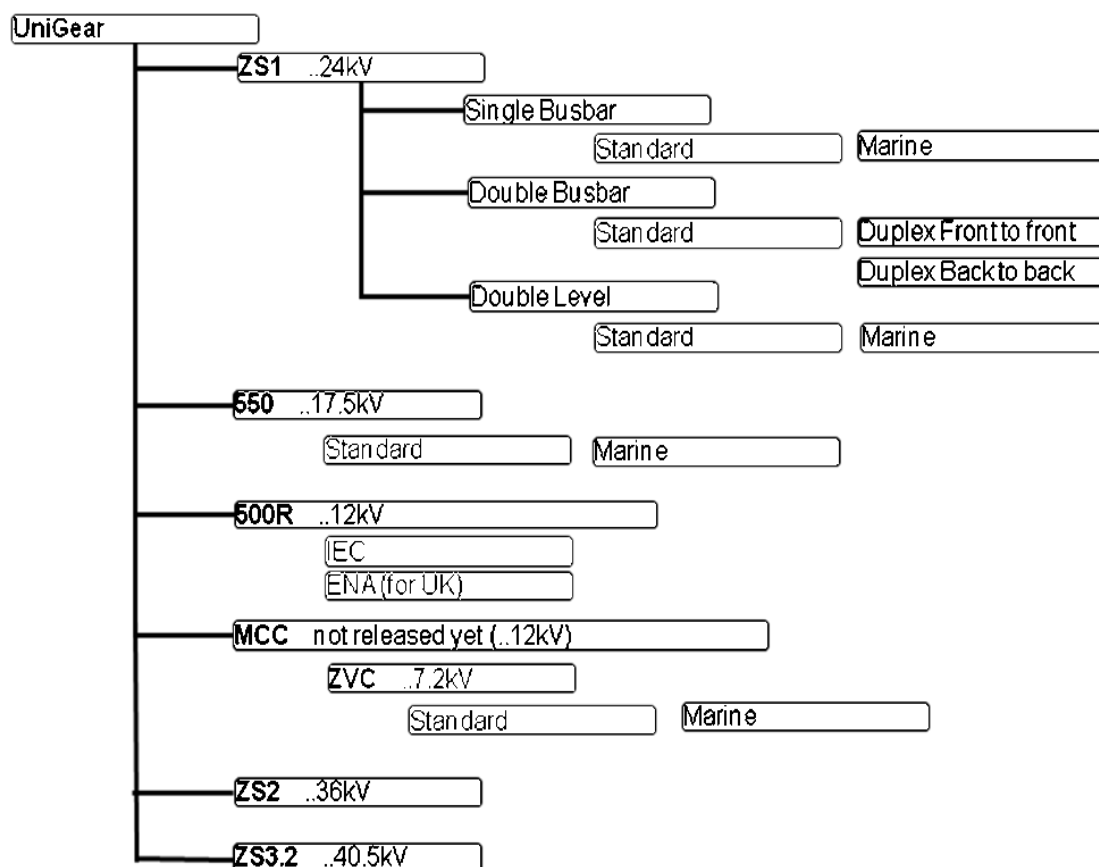
|                                 |         |                         |
|---------------------------------|---------|-------------------------|
| - Velikost pole (panelu) (v mm) | výška   | (2100/2200/2595)        |
|                                 | šířka   | (550 až 1000)           |
|                                 | hloubka | (1300 až 1390)          |
| - Hmotnost (v kg)               |         | (800 až 1400)           |
| - Jmenovité napětí (v kV)       |         | (7,5; 12; 17,5; 24)     |
| - Jmenovitý proud (v A)         |         | (630, 1250, 2500, 4000) |

### 3.2.2 Použití rozvaděče

Tento rozvaděč má širokou možnost použití. Ať už jako hlavní nebo pomocný rozvaděč v elektrárnách, stanicích či transformovnách a spínacích stanicích. K dispozici má rozvaděč velkou škálu typových řad pro mnohá řešení instalace. To zaručuje použití rozvaděče v širokém výrobním odvětví (těžký průmysl, automobilová výroba atd.). Rozvaděč se může chlubit vysoce efektivním využitím prostoru, což má za následek menší rozměry rozvaděče a tudíž možnost použití na místech, kde se hůře navrhuje dispoziční uspořádání (např. doly). Samozřejmostí je možnost provádět veškeré údržby a provozní manipulace z přední strany. Rozvaděč je navrhován tak, aby splňoval podmínky na maximální plynulost provozu. Může se tedy použít v budovách poskytujících služby (nákupní střediska, nemocnice, atd.) a v dopravě (železnice, letiště, atd.). Speciálním podtypem je rozvaděč, který je používán v námořních aplikacích, ať už to jsou vrtací plošiny nebo kontejnerové, převozní či osobní lodě (13).

### 3.2.3 Typové řady UniGear

Portfolio PPMV Brno obsahuje několik odlišných rozvaděčů ze skupiny UniGear určených pro různé vstupní napětí a ty se nadále dělí na několik skupin a podskupin dle užití viz obr. č. 6.



Obr. č. 6 - "Rodina UniGear" Produkční portfolio PPMV Brno (13)

Zde je možno vidět široké spektrum odlišných rozvaděčů, které procházejí výrobním procesem v PPMV Brno. Rozvaděče od 7,5kV až do 24kV v různých třídách a provedeních, všechny typy lze individuálně přizpůsobit pro jednotlivé zákazníky a přesto je vyrobit na jedné výrobní lince.

### 3.3 Výrobní linka UniGear

Výrobní linka pro výrobu rozvaděčů je tvořena jednotlivými pracovišti s označením Z1 až Z10, dopravní plošinou, jeřáby a vyhrazenými místy pro rozpracovanou výrobu (zásobníky). Každé pracoviště má několik pracovních míst. Každé pracovní místo (WP) může mít rozpracován najednou vždy jen jeden rozvaděč. Směnnost není omezena. Linka momentálně pracuje v dvousměnném provozu. Na každém WP pracuje jeden pracovník.



Obr. č. 7 - Část výrobní linky (PPMV Brno)

### 3.3.1 Layout výrobní linky



Obr. č. 8 - Layout výrobní linky v PPMV Brno (Vlastní zpracování dle PPMV Brno)

## **3.4 Popis pracovišť**

### **3.4.1 Pracoviště Z1**

Na pracovišti Z1 probíhá úplně první montáž v celém výrobním cyklu UniGear vzduchem izolovaných rozvaděčů. Zde se smontuje základní kostra panelu. Také se zde do kostry instalují podsestavy nosníků kontaktů.

Po dokončení práce na tomto pracovišti panel najede na přepravní plošinu, která ho přepraví buď rovnou na další pracoviště, nebo do nejbližšího zásobníku. Tak je tomu i na ostatních pracovištích

### **3.4.2 Pracoviště Z2**

Pracoviště Z2 má za úkol přidat několik dalších součástí do kostry. Jsou to podsestavy pákových mechanismů pohonu a k nim příslušejících součástí.

### **3.4.3 Pracoviště Z3**

Na pracovišti Z3 se pomocí jeřábu do kostry přidají nosníky transformátorů smontované na přípravném pracovišti. Pokud se jedná o spojovací panel, zde se do panelu namontují odbočky a nosné izolátory.

### **3.4.4 Pracoviště Z4**

Na pracovišti Z4 se protáhnou kabelové svazky od transformátorů příslušnými prostory, namontují se kryty kabelových kanálů, kabelové připojení a pevný kontakt zkratovače EK6. Probíhá zde přesné seřízení polohy kontaktů. Nakonec se na tomto pracovišti také kontroluje zazkratování EK6 a jeho pohonu.

### **3.4.5 Pracoviště Z5**

Na pracovišti Z5 dochází k montáži zadního krytu. Také se na kostru instaluje ventilace, která je součástí zadního krytu.

### **3.4.6 Pracoviště Z6**

Na pracovišti Z6 se namontují odbočky, odlehčovací klapky a I-th limitor. Pomocí jeřábu se namontuje nízkonapěťová skříňka a protáhnou se kontakty do vysokonapěťové části. Dále zde dochází k montáži roubíků.

### **3.4.7 Pracoviště Z7**

Na pracovišti Z7 se namontují přední dveře vypínačového i kabelového prostoru. Zde se také namontuje oddělovací kryt a dno kabelového připojení. Dochází zde k mechanickému testování zvedání clon a sousostí roubíků.

### **3.4.8 Pracoviště Z8**

Toto pracoviště je neaktivní. Bylo zamýšleno pro upravený technologický postup UniGear Practised Design, pro arabské trhy, ale k realizaci nedošlo.

### **3.4.9 Pracoviště Z9**

Na pracovišti Z9 pracovníci propojí svazky mezi vysokonapětovou částí a nízkonapětovou skříňkou. Také se namontuje drobný materiál jako osvětlení apod.

### **3.4.10 Pracoviště Z10**

Pracoviště Z10 je testovací. Provádí se zde několik zkoušek a testů. Jednou z nich je minutová zkouška VN části. Pracovník z kabiny Z10 formálně zahajuje a ukončuje také výrobu na pracovišti Z9. Až po úspěšných testech se jednotlivé panely smontují do jednoho celku (rozvaděče).

### **3.4.11 Točna panelů**

Před pracovištěm Z9 se nachází otočná platforma, která otočí panel o 180 stupňů. Není ani tak významná z pohledu výrobního postupu, ale z pohledu prostorové organizace linky.

### **3.4.12 Zásobníky**

Zásobníky (Buffery) slouží k ukládání panelů, na kterých se momentálně nepracuje. Jsou po lince nepravidelně rozmístěny mezi jednotlivými pracovišti. Celkem jich je 31.

### **3.4.13 Posloupnost pracovišť**

Panel postupně prochází jednotlivými pracovišti. Sestavovat se začíná na pracovišti Z1 a postupuje se až k Z10. Na začátku výrobní linky se sestaví kostra rozvaděče a panel

postupuje dál výrobním procesem. Postupně jsou přidávány další součásti. Čím dál ve výrobním cyklu se panel nachází, tím je také těžší a je s ním obtížnější manipulace.

#### **3.4.14 Manipulace a doprava**

Mezi pracovišti se nachází prostor s kolejnicemi pro dopravní plošiny. Momentálně zde jsou 2 plošiny a zajišťují všechnu dopravu panelů mezi pracovišti. Tyto plošiny jsou plně automatizované a reagují na požadavky pracovišť. Díky jejich automatické, rychlé a bezproblémové funkci, mají pracoviště vždy panel, na kterém mohou pracovat. Těžké díly jsou do panelu instalovány pomocí jeřábů. Doprava jednotlivých dílů a součástek pro jednotlivá pracoviště je zajištěna skladníky pomocí vysokozdvížných vozíků, případně paletových vozíků.

### **3.5 Výrobní časy**

#### **3.5.1 Metody měření výrobních časů**

Pro zjištění výrobních časů je možné využít dvě metody. První je metoda **pozorování** a druhá je **metoda sběru údajů z IS**. Každá z metod má své výhody a nevýhody.

#### **3.5.2 Pozorování**

Pracoviště je pozorováno buď přímo na místě, nebo za pomoci kamer. Jednotlivé časy se měří ručně stopkami a zapisují se do tabulek.

Výhody:

1. Lidský faktor zaručí automatickou filtraci nesmyslných údajů (např. přerušení práce z důvodů přestávek, poruch atd.)
2. Nenáročnost na IS

Nevýhody:

1. Velká časová náročnost
2. Malý počet údajů

### **3.5.3 Sběr údajů z IS**

Podmínkou je, že firma má vyspělý IS, který je schopen údaje nejen získávat a archivovat, ale i zpětně poskytnout uživateli v přijatelném formátu. Toto se mnohdy ukazuje jako velký problém.

Výhody:

1. Přesnost
2. Rychlost
3. Velký počet údajů

Nevýhody:

1. Nutná vysoká úroveň IS
2. Nutná ruční extrakce nesprávných údajů

### **3.5.4 Volba metody měření výrobních časů**

Pokud je to možné, volí se kombinace obou metod tak, aby se vyvážily zmíněné nedostatky metod. Ve firmě již proběhla analýza metodou pozorování (za pomoci kamer) a na základě této analýzy pracovníci firmy navrhli současnou podobu linky. Tyto údaje mi bohužel nebyly poskytnuty, a proto jsem mohl pracovat jen s údaji z IS.

## 3.6 Analýza problému

Pro analýzu výrobního toku výrobní linky potřebuji znát výrobní časy na jednotlivých pracovištích. Jejich získání z IS společnosti bylo prvním krokem.

### 3.6.1 Objem dat

Byly mi poskytnuty data z informačního systému SAP ve formátu tabulek xls. Jednalo se o cca 54 000 záznamů (cca 4 500 za měsíc). Tyto data reprezentují celý rok 2011. Celkový objem se ukázal být jako dostačující a neměl by být problém sestavit z nich precizní informace o výrobě a hlavně výrobních časech, které potřebuji.

| Síťový diagram | Výr. zakázka | Sériové číslo | Zahájení | Ukončení | Technol. čas [min] | Přerušení [min] | Celkový čas [min] | Čistý čas [min] |
|----------------|--------------|---------------|----------|----------|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| 1000           |              | 1000          |          |          | 95                 | 0               | 24,22             | 24,22           |
| 1000           |              | 1000          |          |          | 95                 | 0               | 33,53             | 33,53           |
| 1000           |              | 1000          |          |          | 95                 | 0               | 64,17             | 64,17           |
| 1000           |              | 1000          |          |          | 95                 | 2,48            | 91,78             | 89,3            |

Obr. č. 9 - Vzorek zpracovávaných dat (Vlastní zpracování dle PPMV Brno)

### 3.6.2 Nespolehlivá data

Při bližší analýze dat bylo zjištěno, že některé záznamy nereflektují realitu. Objevily se položky, kde výrobní čas jednoho jediného pracoviště přesáhl i dva dny. Jelikož by tyto záznamy zkreslily výpočty výrobních časů a celou proceduru řešení problému, bylo nutné je extrahovat. Jednalo se o extrémní hodnoty směrem nahoru, i směrem dolů od předpokládaných hodnot. Stanovil jsem si meze reálných výrobních časů na jednotlivých pracovištích a hodnoty mimo tyto meze jsem extrahoval. Extrahovaných záznamů v souboru bylo méně než 3%. Toto snížení množství dat se neprojevalo jako problém díky velkému množství dat, se kterými jsem měl možnost pracovat.

Dále jsou vyřazeny celé skupiny záznamů z jednotlivých pracovišť. Na pracovišti Z3, Z10 a Z9 se z různých důvodů nedají data považovat za relevantní. U Z3 je tomu tak, protože samotná montáž trvá krátkou dobu a pracovníci zadávají zahájení a ukončení výroby hned za sebou. Z10 a Z9 jsou pracoviště koncová, zde zahájení a ukončení práce do systému pracovníci zadávají pouze formálně a nereflektuje to skutečnou výrobní dobu. Pracovník z kontrolní kabiny příslušející k Z10 zadá zahájení a ukončení výroby na Z9 a panel se ihned posune na Z10 k testům. Tato operace proběhne během několika vteřin a nereflektuje vykonanou práci. Na samotném pracovišti Z10 zkoušky probíhají

také nezávisle na zaznamenaném zahájení a ukončení výroby. U těchto pracovišť by analýza byla zkreslená a je nutné je vynechat z hlubšího rozboru.

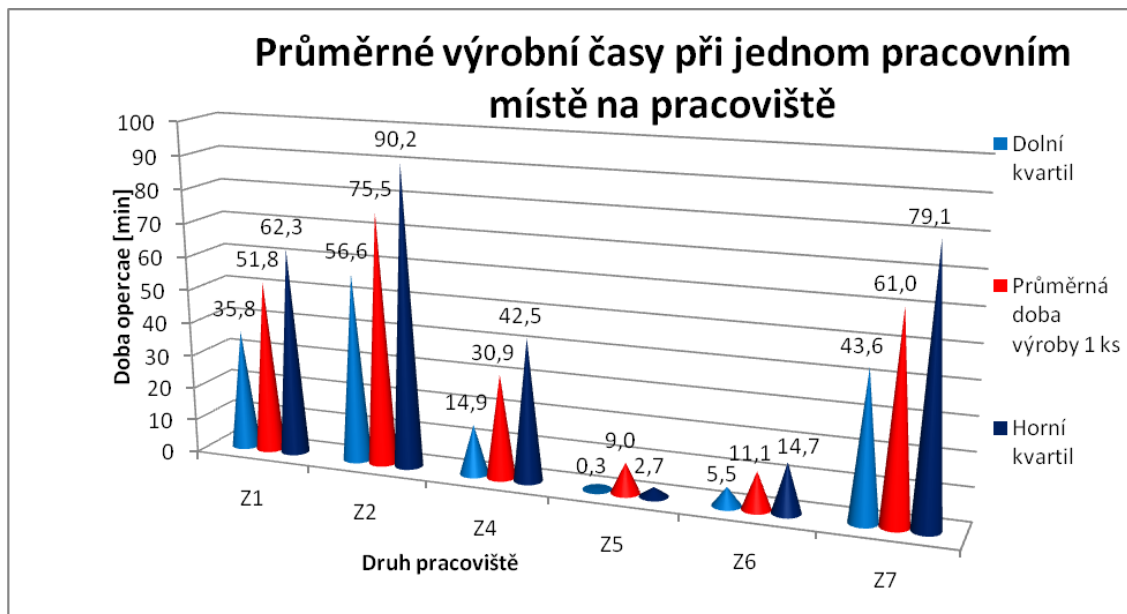
Pracoviště Z8 bylo ve fázi raného startu zavrhnuto pro malý odbyt UniGear Practised Design rozvaděčů. Pracoviště Z8 se stalo nepotřebným. Zde by bylo zbytečné a ani kvůli nedostatku dat není možné analyzovat výrobní časy.

### **3.6.3 Další postup při získávání výrobních časů**

Teprve nyní, po extrakci extrémních hodnot a vyřazení pracovišť, se kterými nelze pracovat, bylo možno pokračovat v analýze dále. Jelikož se jedná o velké množství dat ve více souborech, musely být seskupeny podle jednotlivých pracovišť.

### 3.7 Výsledky analýzy

Na žádost ABB s.r.o. jsou výsledky upraveny, aby nemohlo dojít k jejich zneužití. Následující graf ukazuje průměrné výrobní časy a kvartily na pracovištích za podmínek jednoho pracovního místa. Je zde vidět, jak některé pracoviště zvládá své úkony provést rychleji než jiné pracoviště. Rozdílná náročnost operací je logická a odpovídá pracovnímu postupu.



Graf č. 1 Průměrné výrobní časy při jednom pracovním místě na pracoviště (Vlastní zpracování dle PPMV Brno)

Velkou rozdílnost v době opracování je nutno **korigovat počtem pracovních míst na jednotlivé pracoviště**. Například pracoviště Z2 vykazuje velkou časovou náročnost, proto je nutné, aby pracovních míst mělo více, než například pracoviště Z6. Po prozkoumání kvartilů  $Q_1$  a  $Q_3$  a porovnání s průměrem zjistíme, že na pracovišti Z6 dochází k velkým výkyvům ve výrobní době. Z tohoto důvodu je nutné předpokládat velkou diferenciaci ve výrobních časech a proto počítat spíše s větší časovou náročností, než s menší, která by mohla způsobit problémy po implementování změn.

Pro přesné určení Statistického souboru byl dále vypočten medián a modus (viz tab. č. 1). Při porovnání mediánu a průměru je vidět, že medián má téměř vždy nižší hodnoty. Tento posun je zapříčiněn jeho menší citlivostí na extrémy, které se nacházejí převážně nad průměrem. Na pracovišti Z5 je vidět velká rozdílná náročnost, kdy medián ukazuje pouze 0,8 minuty (48 sekund), zatímco aritmetický průměr je 9 minut. Z těchto důvodů byl pro další výpočty zvolen **aritmetický průměr**, který lépe reflektuje reálnou náročnost doby zpracování jednoho rozvaděče.

| Pracoviště    | Z1          | Z2          | Z4        | Z5         | Z6         | Z7          |
|---------------|-------------|-------------|-----------|------------|------------|-------------|
| Průměr        | 51,8        | 75,5        | 30,9      | 9          | 11,1       | 61          |
| <b>Medián</b> | <b>47,5</b> | <b>75,3</b> | <b>28</b> | <b>0,8</b> | <b>9,3</b> | <b>62,7</b> |
| Modus         | 43,6        | 80,1        | 0,1       | 0,1        | 0,1        | 0,1         |

Tab. č. 1 Modus a medián (Vlastní zpracování dle PPMV Brno)

Veličiny použité při výpočtech:

**Aritmetický průměr** vyjadřuje součet všech hodnot vydělený jejich počtem.

**Medián** vyjadřuje prostřední hodnotu vzestupně uspořádaných hodnot. Pro nalezení mediánu daného souboru stačí hodnoty seřadit podle velikosti a vzít hodnotu, která se nalézá uprostřed seznamu.

**Modus** je hodnota, která se ve statistickém souboru vyskytuje nejčastěji.

**Horní kvartil** určuje 75% Statistických jednotek s nejvyšší hodnotou statistického znaku

**Dolní kvartil** odděluje čtvrtinu statistických jednotek s nejnižší hodnotou statistického znaku

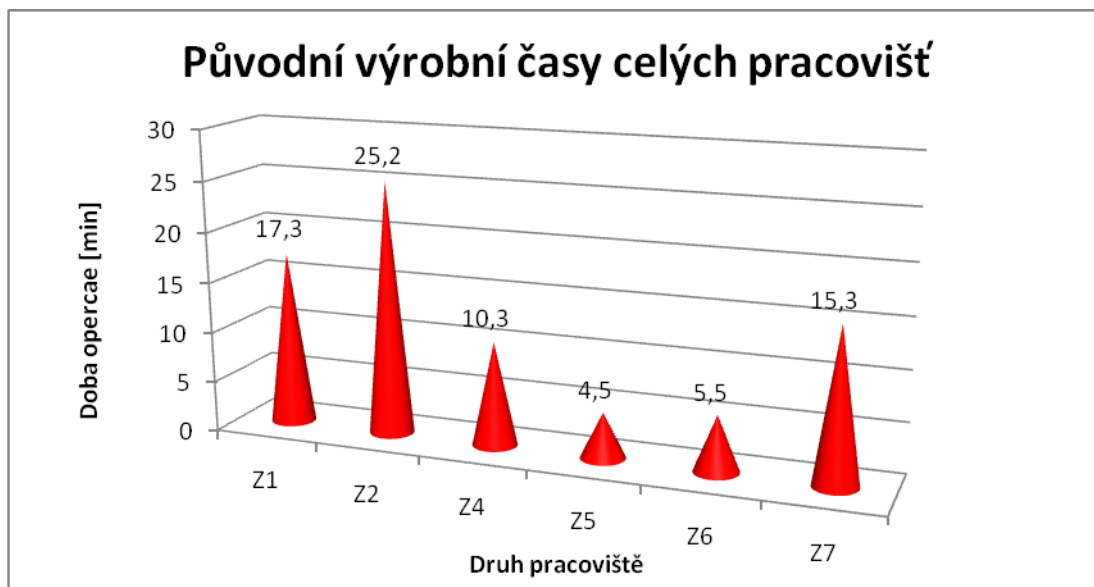
### 3.7.1 Současný stav výrobní linky

Výrobní linka má následující počet pracovních míst (tab. č. 2).

| Pracoviště            | Z1 | Z2 | Z4 | Z5 | Z6 | Z7 | $\Sigma$ |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----------|
| Počet pracovních míst | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 4  | 17       |

Tab. č. 2 Současný počet pracovišť na lince (Vlastní zpracování dle PPMV Brno)

Poslední úprava linky byla provedena na přelomu roku 2010 a 2011. S tímto stavem pracuji a navrhuji zlepšení. Následující graf (graf č. 2) ukazuje výrobní časy po obsazení pracovních míst daným počtem pracovníků z tabulky (tab. č. 2).



Graf č. 2 Původní výrobní časy celých pracovišť rozpočtené mezi pracovní místa (Vlastní zpracování dle PPMV Brno)

### 3.7.2 Zhodnocení stávajícího stavu

Z grafu č. 2 můžeme vidět výrazné úzké místo na pracovišti Z2, které omezuje hladký výrobní tok a určuje celý chod výrobní linky. Jako další potenciální úzká místa se projevují pracoviště Z1 a Z7.

## 4 Vlastní návrhy řešení

### 4.1 Posílení problémových pozic

Úzké místo na pracovišti Z2 omezuje celý chod linky, a proto je posíleno o dvě další pracoviště. Dále jsem také posílil pracoviště Z1, protože toto pracoviště je druhý úzký bod a navíc je také prvním článkem na celé lince.

### 4.2 Redukce nevytížených pracovišť

Pracoviště Z4, Z5 a Z6 se ukazují jako málo vytížené (viz graf č. 2). Návrh snižuje u těchto pracovišť počet pracovních míst a to sice u každého pracoviště o jedno pracovní místo na stav uvedený níže (viz tab. č. 3).

U redukovaných pracovišť není nutná demontáž pomocného zařízení. Návrh zamýšlí tato nevyužitá místa používat jako zásobníky a aktivovat je jen v případě poruch pomocných zařízení na stejném druhu pracovního místa.

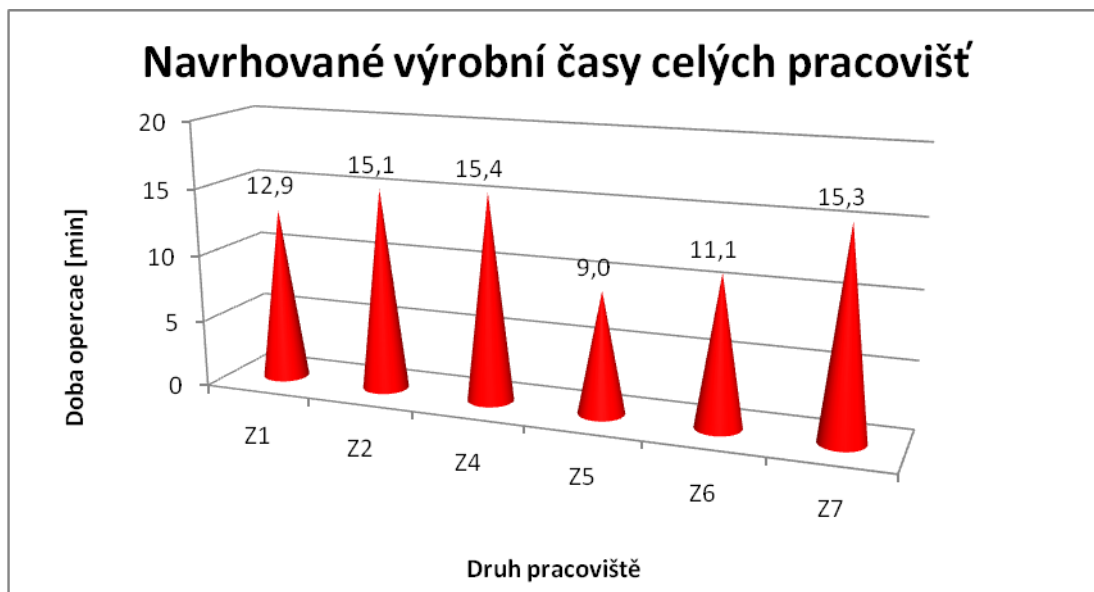
### 4.3 Změna rozložení pracovních míst

Změna rozložení pracovních míst je následující (viz tab. č. 2).

| Pracoviště            | Z1 | Z2 | Z4 | Z5 | Z6 | Z7 | $\Sigma$ |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----------|
| Počet pracovních míst | 4  | 5  | 2  | 1  | 1  | 4  | 17       |
| Změna                 | +1 | +2 | -1 | -1 | -1 | 0  | 0        |

Tab. č. 3 Navrhované přidání pracovišť (Vlastní zpracování dle PPMV Brno)

Nové rozložení pracovišť umožní mnohem plynulejší průchod výrobní linkou. Také zmenší časové ztráty a hlavně eliminuje výrazný úzký bod na pracovišti Z2. Navrhovanou podobu linky ukazuje následující graf (graf č. 3).



Graf č. 3 Navrhované výrobní časy celých pracovišť rozpočtené mezi pracovní místa (Vlastní zpracování dle PPMV Brno)

Z grafu (graf č. 3) vyplývá, že nové rozložení pracovišť umožňuje téměř hladký tok vyráběných panelů. Nejpomalejší pracoviště Z2 se nyní vyrovná ostatním. Rozdíly mezi pracovišti se vyrovnaly.

## 4.4 Implementace navrhovaných změn

Návrh zohledňuje stávající stav linky a nabízí zavedení změn tak, aby celá linka nemusela být přestavěna. Je sestaven tak, aby se nemusela opakovat situace z roku 2010, kdy se linka musela zastavit a vybudovat zcela nová.

### 4.4.1 Nový půdorys výrobní linky

Je připravena nová podoba půdorysu výrobní linky s vyznačenými změnami (viz Obr. č. 10).

#### Legenda k obr. č. 10

Pracovní místa označená modrým obdélníkem jsou **zásobníky**.

Pracovní místa označená červeným obdélníkem jsou **nová**.



Obr. č. 10 Layout s označenými pracovišti (Vlastní zpracování dle PPMV Brno)

#### **4.4.2 Implementace přidaných a nevyužitých pracovišť**

Přidaná pracovní místa jsou do stávající výrobní linky zakomponována tak, aby nepřekážela ostatním pracovištím a bylo zajištěno jejich zásobování. Nová pracoviště jsou navržena na místě zásobníků. Jsou využity nejbližší zásobníky k danému pracovišti jak u pracoviště Z1 tak u pracoviště Z2.

Nevytížená pracovní místa na pracovištích Z4, Z5 a Z6 nejsou demontována, ale pouze konvertována na zásobníky. Není důvod je nijak měnit, protože jako zásobníky mohou fungovat i s plným vybavením. Při zachování jejich funkce a ponechání jejich plné vybavenosti bude možno je kdykoli aktivovat a ze zásobníků přeměnit na plnohodnotné pracovní místo příslušného pracoviště. Tento způsob implementace je umožní využít v případě poruch původních pracovních míst.

#### **4.5 Nákladové zhodnocení návrhu**

Návrh je vytvořen tak, aby při implementaci změn nemuselo dojít k zastavení chodu linky. Díky provedení změn za chodu linky firmě nevznikne ušlý zisk a zpoždění při realizaci zakázek. Celkový počet pracovních míst zůstává nezměněn, protože došlo k přesunu pracovníků z málo vytížených pracovišť na místa nejvytíženější. Náklady na zavedení změn jsou převážně tvořeny vybavením nutným pro chod pracovních míst.

#### 4.5.1 Vyčíslení nákladů na implementaci

Návrh zvažuje realističnost implementace, proto byla už při jeho raných fázích uvážena také finanční stránka návrhu. Instalace nových pracovišť a zařízení nutných k jejich správné funkci bude provedena interními zaměstnanci v rámci náplně pracovní činnosti. **Náklady** na realizaci podrobně popisuje následující tabulka (tab. č. 4). Ceny jsou zjištěny z velkoobchodů a uvedeny bez DPH. Počet montážních dělníků zůstane stejný, takže běžné mzdové měsíční náklady zůstanou beze změny.

| Nákladová položka                                                 | Cena v Kč (bez DPH) |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Hydraulický zvedák s kostrou pro smontování desek panelu (pro Z1) | 94 000              |
| Úprava kolečkové platformy (pro Z1)                               | 1 000               |
| Nýtovačka (pro Z1)                                                | 4 000               |
| Elektrický šroubovák (pro Z1 a Z2)                                | 3 x 4 500           |
| Ovládací panel s obrazovkou a stojanem (pro Z1 a Z2)              | 3 x 9 000           |
| Periferie pro ovládací panel                                      | 3 x 400             |
| Stůl s náradím a vybavením (pro Z1)                               | 1 x 6 100           |
| Stůl s náradím a vybavením (pro Z2)                               | 2 x 7 500           |
| <b>Celkem</b>                                                     | <b>161 800</b>      |

Tab. č. 4 Vyčíslené náklady (Vlastní zpracování)

#### 4.6 Podmínky realizace návrhu

Návrh požaduje pro úspěšnou realizaci krom nákladových položek také rozšíření zásobování pro výrobní linku a reorganizaci zásobování podle nového rozložení pracovních míst. Způsob zásobování zůstane nezměněn. Materiál bude nadále dovážen pomocí paletových vozíků a vysokozdvizných vozíků. Vyšší rychlost linky si vyžádá také větší nároky na zásobování, což by neměl být problém, protože v současné době je vždy u pracovišť dostatek materiálu na 6-8 hodin dopředu.

## 5 Přínos návrhů řešení

### 5.1 Rozšíření úzkého místa

Úzké místo na pracovišti Z2 je v návrhu řešení rozšířeno za účelem zvýšit výkonnost výrobní linky. Následující tabulka (tab. č. 5) ilustruje zvýšení výkonnosti pracovišť, převážně Z2 a přínosy rozšíření. Na příkladu je ukázáno, kolik panelů dokáže každé pracoviště opracovat za podmínek jednosměnného i vícesměnného provozu během jednoho měsíce. Časový fond na měsíc je  $7,5 \times 1 \times 20 = 150$  hodin. Časový fond je tedy 9000 minut na měsíc pro jednu směnu.

|                 | Pracoviště                                     | Z1   | Z2   | Z4   | Z5   | Z6   | Z7   |
|-----------------|------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 1 směnný provoz | Počet opracovaných ks před implementací návrhu | 520  | 375  | 873  | 2000 | 1636 | 588  |
|                 | Počet opracovaných ks po implementaci návrhu   | 697  | 596  | 584  | 1000 | 810  | 588  |
| 2 směnný provoz | Počet opracovaných ks před implementací návrhu | 1040 | 714  | 1747 | 4000 | 3272 | 1176 |
|                 | Počet opracovaných ks po implementaci návrhu   | 1395 | 1192 | 1168 | 2000 | 1621 | 1176 |
| 3 směnný provoz | Počet opracovaných ks před implementací návrhu | 1560 | 1125 | 2619 | 6000 | 4908 | 1764 |
|                 | Počet opracovaných ks po implementaci návrhu   | 2091 | 1788 | 1752 | 3000 | 2430 | 1764 |

Tab. č. 5 Průměrné množství opracovaných kusů před a po implementování návrhu (Vlastní zpracování)

Červenou barvou jsou vyznačená úzká místa na výrobní lince. Úzké místo se přesunulo na pracoviště Z4 z původního Z2. Návrh zvyšuje výrobní kapacitu linky. Linka je nyní schopna vyrobit za měsíc v průměru o 454 transformátorů více (dvousměnný provoz), což je navýšení o 61.1%. Podařilo se odstranit plýtvání časem způsobené úzkým místem na pracovišti Z2.

## **5.2 Zhodnocení návrhu**

### **5.2.1 Primární přínosy**

Po implementování návrhu bude linka schopna vyrobit za rok o 5448 transformátorů více, než doposud. Zvýšení produktivity linky činí 45.5% Návrh umožní optimalizovat směnnost na lince. Při dvousměnném provozu bude linka schopna vyprodukovat cca 14 000 rozvaděčů ročně, což je oproti současnému stavu 8 500 vyprodukovaných rozvaděčů za rok výrazný posun.

### **5.2.2 Sekundární přínosy**

Sníží se čas od objednání rozvaděče k jeho předání zákazníkovi. Díky zvýšení výrobní kapacity linky se může společnost zaměřit na zvýšení prodeje těchto rozvaděčů a získat tak více spokojených zákazníků.

## **Závěr**

Tato práce měla za cíl analyzovat a navrhnout optimalizaci pro výrobní linku PPMV Brno na výrobu vzduchem izolovaných rozvaděčů. Byla vypracována na základě požadavků firmy ABB s.r.o.

První část práce obsahuje teoretický podklad vzniku a příčin úzkých míst ve výrobě z různých pohledů. V teoretické části jsou čerpány poznatky z odborné literatury a jsou řazeny do logických souvislostí.

Druhá část práce se věnuje výrobní lince v PPMV Brno. Linka je podrobně popsána. Na výrobní lince jsou pomocí informací získaných ze systému SAP nalezeny úzké body. Práce dále navrhuje možné řešení. Návrh přeskupuje rozložení pracovních míst tak, aby úzká místa byla rozšířena a linka se blížila hladkému výrobnímu toku. Návrh je řešen jak po stránce organizační, tak po stránce nákladové. Přínosem je zvýšená výrobní kapacita linky díky optimalizaci úzkého místa. V současné době firma ABB s.r.o. projednává můj návrh na optimalizaci.

## Seznam použité literatury

1. TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000, 412 s. ISBN 80-7169-955-1.
2. JUROVÁ, M. *Organizace přípravy výroby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. 100 s. ISBN 978-80-214-3946-7.
3. SKŘIVÁNEK, František. *Databázový svět* [online]. 2004 [cit. 2012-2-5]. Dostupný z: <http://www.dbsvet.cz/view.php?cislocclanku=2008051401>
4. MIKULECKÝ, Peter. *LIDE.UHK.CZ* [online]. 2007 [cit. 2011-11-13]. Dostupný z: [lide.uhk.cz/fim/ucitel/mikulpe1/ZM/MZ-UVOD.ppt](http://lide.uhk.cz/fim/ucitel/mikulpe1/ZM/MZ-UVOD.ppt)
5. TOMEK G., VÁVROVÁ V. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing, 2007, 384s. ISBN 978-80-247-1479-0.
6. SVOBODOVÁ H., VEBER J., kol. *Produktový a provozní management*. Praha: Nakladatelství Oeconomica, 2006, 153s. ISBN 80-245-1083-9.
7. LÖFFELMANN JIŘÍ. *Trendy v plánování a řízení výroby 2. díl* [online]. 2004 [cit. 2012-2-3]. Dostupný z: <http://www.systemonline.cz/clanky/trendy-v-planovani-a-rizeni-vyroby-ii-dil.htm>
8. KEŘKOVSKÝ M., *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: Nakladatelství C. H. Beck 2001, 115 s. ISBN 80-7179-471-6.
9. BORDÁS Robert. *LEAN company* [online]. 2006 [cit. 2012-2-5]. Dostupný z: <http://www.leancompany.cz/historie.html>
10. MCBRIDE David. *The 7 manufacturing wastes* [online]. 2003 [cit. 2012-6-5]. Dostupný z: <http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>
11. ABB. ABB Česká republika: *Vítejte v ABB* [online], 2012 [cit. 2012-5-5]. Dostupný z: [HTTP://WWW.ABB.CZ/CAWP/CZABB013/CC70B0FDF470BDBCC1256A850029B508.ASPX](http://WWW.ABB.CZ/CAWP/CZABB013/CC70B0FDF470BDBCC1256A850029B508.ASPX)
12. TZ Profit. *PPMV Brno dodá rozvaděče pro datové centrum facebooku* [online]. 2012 [cit. 2012-15-5]. Dostupný z: <http://profit.tyden.cz/clanek/abb-brno-doda-rozvadece-pro-datove-centrum-facebooku>
13. ABB. *UniGear portfolio 2011*. Brno: ABB, 2011.

## Seznam zkratek

|        |                                                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------|
| ABB    | Asea Brown Boveri                                                |
| PPMV   | Power Products Medium Voltage (výroba rozvaděčů vysokého napětí) |
| CC     | Critical Chain                                                   |
| DBR    | Drum buffer rope                                                 |
| EK6    | Zkratovač                                                        |
| GFFF   | Global focused feeder factory                                    |
| IS     | Informační Systém                                                |
| JIT    | Just in time                                                     |
| KS     | Kusy                                                             |
| LTD    | Limited company (zahraniční ekvivalent s.r.o.)                   |
| NN     | Nízké napětí                                                     |
| OPT    | Optimized production technology                                  |
| RFFF   | Regional focused feeder factory                                  |
| SAP    | Systems - Applications - Products (všeobecně známý IS)           |
| TOC    | Theory of constraints                                            |
| VN     | Vysoké napětí                                                    |
| VVN    | Velmi vysoké napětí                                              |
| WCM    | World class manufacturing                                        |
| WP     | Work place (pracovní místo)                                      |
| Z1-Z10 | Konkrétní označení pracoviště výrobní linky v PPMV Brno          |

## **Seznam obrázků, tabulek a grafů**

### **Obrázky**

Obr. č. 1 - Princip výrobního procesu

Obr. č. 2 - Postup při rozhodování

Obr. č. 3 - Dělení na kritické a nekritické oblasti

Obr. č. 4 - ABB logo

Obr. č. 5 - rozvaděč UniGear

Obr. č. 6 - "Rodina UniGear" Produkční portfolio PPMV Brno

Obr. č. 7 - Část výrobní linky

Obr. č. 8 - Layout výrobní linky v PPMV Brno

Obr. č. 9 - Vzorek zpracovávaných dat

Obr. č. 10 - Layout s označenými pracovišti

### **Tabulky**

Tab. č. 1 Modus a medián

Tab. č. 2 Současný počet pracovišť na lince

Tab. č. 3 Navrhované přidání pracovišť

Tab. č. 4 Vyčíslené náklady

Tab. č. 5 Množství opracovaných kusů před a po implementování návrhu

### **Grafy**

Graf č. 1 Výrobní časy pracovišť při jednom pracovním místě na pracoviště

Graf č. 2 Výrobní časy pracovišť rozpočtené mezi pracovní místa

Graf č. 3 Výrobní časy rozpočtené mezi pracovní místa po implementaci návrhu

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 Pobočky ABB s.r.o. v ČR

Příloha č. 2 Organizační uspořádání PPMV Brno

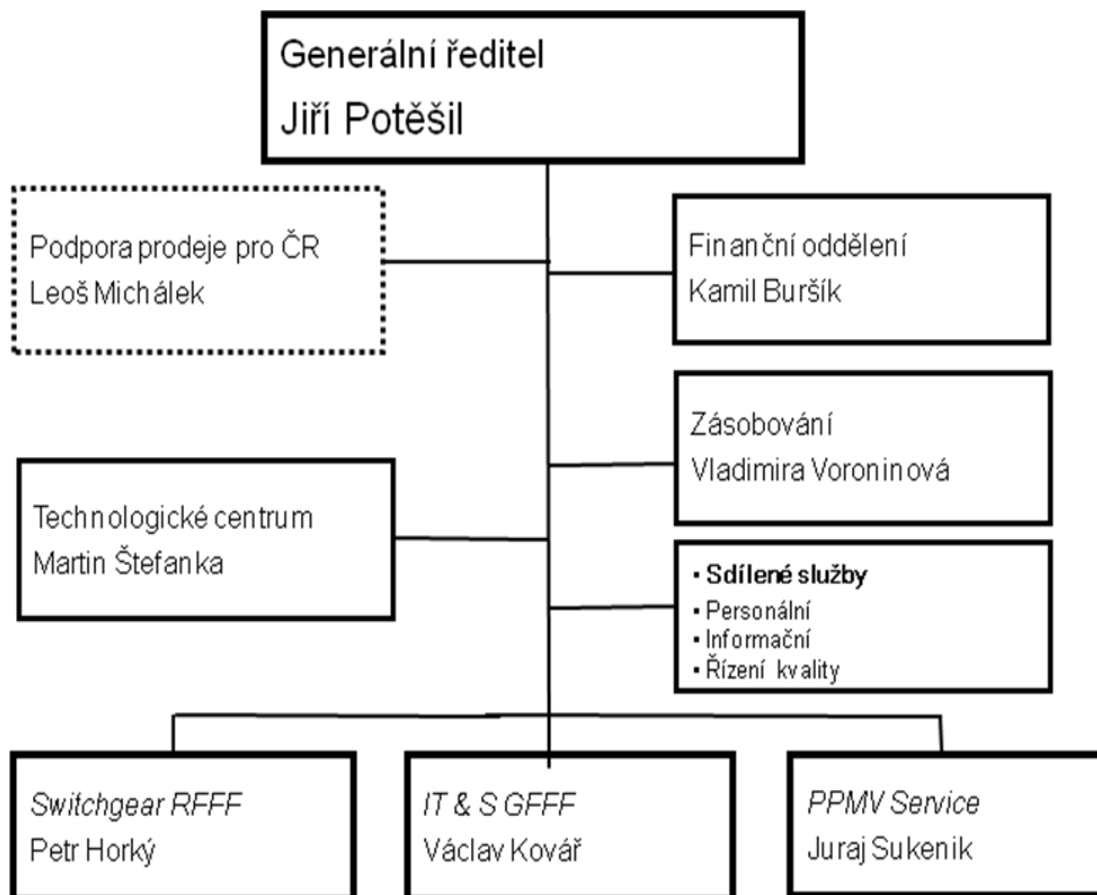
# Přílohy

## Příloha č. 1 Pobočky ABB s.r.o. v ČR



Zdroj: ABB s.r.o.

**Příloha č. 2 Organizační uspořádání PPMV BRNO**



Zdroj: PPMV Brno