

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA PODNIKOHOSPODÁŘSKÁ

Návrh na zlepšení procesů na výrobní lince
Proposal for Improvement of Processes on the Production Line

Student: Bc. Irena Maňáková
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavla Macurová, CSc.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra podnikohospodářská

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Irena Maňáková**
Studijní program: N6208 Ekonomika a management
Studijní obor: 6208T020 Ekonomika podniku
Specializace: 00 Ekonomika podniku
Téma: **Návrh na zlepšení procesů na výrobní lince**
Proposal for Improvement of Processes on the Production Line

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Teoretické principy organizace práce na výrobních linkách
 3. Charakteristika výrobních podmínek
 4. Analýza procesů na výrobní lince
 5. Doporučení ke zlepšení
 6. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

BASL, Josef a Pavel MAJER. *Teorie omezení v podnikové praxi*. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0613-X.
KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.
KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 978-80-868-5138-9.

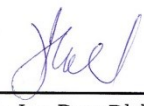
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Pavla Macurová, CSc.**

Datum zadání: 22.11.2013
Datum odevzdání: 25.04.2014


Ing. Josef Kašík, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

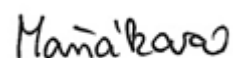
Prohlášení o samostatném vypracování diplomové práce

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucí a oponenta diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

Poděkování

Zároveň bych zde ráda poděkovala vedoucí práce doc. Ing. Pavle Macurové, CSc. za cenné rady a vedení diplomové práce a především pracovníkům podniku Ing. Pavlu Šmídovi, Ing. Pavlu Mohylovi a Mgr. Inž. Slawomiru Lankoczovi za poskytnuté informace a strávený čas, během kterého jsem měla možnost své teoretické poznatky porovnat s praxí.

V Ostravě dne 24. 4. 2014



podpis studenta

Obsah

1	Úvod	5
2	Teoretické principy organizace práce na výrobních linkách	7
2.1	Výrobní prostředí	7
2.2	Organizace a řízení výroby	8
2.3	Plánování výroby	9
2.3.1	Plánování výrobního programu	9
2.3.2	Plánování výrobního procesu	10
2.3.3	Velikost výrobní dávky	11
2.3.4	Průběžná doba výrobku a výroby	11
2.4	Výrobní takt, rytmus a synchronizace	13
2.5	Řízení dodavatelského řetězce	15
2.6	Štíhlost podniku	15
2.6.1	Kaizen	16
2.6.2	Teorie omezení	17
2.6.3	Optimalizace seřizování	20
2.6.4	Metody stanovení spotřeby času	21
3	Charakteristika výrobních podmínek	24
3.1	Charakteristika podniku	24
3.2	Charakteristika výrobku	26
3.3	Popis logistického procesu	27
3.4	Vytvoření objednávky	29
4	Analýza procesů na výrobní lince	32
4.1	Popis výrobní linky	32
4.2	Měření doby trvání operací	35
4.3	Zpracování dat z provedeného měření	36
4.4	Nalezení úzkého místa	39
4.5	Závěry z analýzy	40
5	Doporučení ke zlepšení	41
5.1	Návrhy na změnu pracovních režimů	41
5.1.1	Zastavení 1. linky	41

5.1.2	Dvousměnný provoz 1. linky	42
5.1.3	Kombinace třisměnného a dvousměnného provozu na 1. lince	43
5.1.4	Porovnání variant změn	43
5.1.4.1	Původní varianta	43
5.1.4.2	Zvýšení kapacity úzkého místa	44
5.1.4.3	Podřízení výroby úzkému místu	45
5.2	Vytvoření zásoby za úzkým místem	47
5.3	Návrh změny pravidelné údržby	47
5.4	Návrh změny prostorového uspořádání	48
5.5	Zaškolení pracovníků ve výrobě	49
6	Závěr	50
	Seznam použité literatury	54
	Seznam zkratk	56
	Seznam obrázků	
	Seznam tabulek	
	Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
	Seznam příloh	
	Přílohy	

1 Úvod

V závěru dvacátého století se podniky ocitly ve zcela nové situaci, rozdílné od té, kterou znaly. Na trhu se objevila nová konkurence a nové technologie, které ovlivnily změnu zvyklostí a přání zákazníků. Díky tomu i samotné podniky procházejí výraznými změnami. Nový příliv zahraničních firem způsobil tlak na zvyšování produktivity, snižování nákladů a cen, které budou schopné čelit vysoké konkurenci. Proto se podniky musejí zaměřovat na neustálé zlepšování procesů.

K vypracování diplomové práce byl vybrán podnik v České republice se zahraničním vlastnictvím, jehož název z důvodu citlivosti informací není použit. Zvolené téma se zabývá analýzou procesů na výrobní lince a návrhy na možné kroky ke zlepšení. Analýza bude zaměřena na montážní linku vyrábějící komponenty, které jsou součástí převodové části motoru. Tato linka se skládá z pěti úseků, z nichž tři představují pásovou linku a dva úseky, ve kterých dochází k tepelnému zpracování a vytvrzování povrchu materiálu.

Cílem práce je především najít úzké místo a navrhnout opatření, která povedou ke zvýšení synchronizace výrobních linek a redukcii zásob. Úzké místo je takové, které omezuje průtok celého výrobního systému, tedy i jeho schopnost generovat peníze. Proto musí úzké místo pracovat nepřetržitě a na sto procent. Každá minuta ztracená v úzkém místě systému je nenahraditelná. Každá hodina ušetřená v jiném než úzkém místě nemá žádný ekonomický význam. Abychom byli schopni najít úzké místo, bude nutné se seznámit s výrobním podnikem a především s výrobními procesy, kterými sledovaný výrobek prochází. K nalezení úzkého místa je nezbytné detailně poznat, o jaký výrobek se jedná a z jakých částí je složen. Je nezbytné také pochopit technologickou stránku výrobních procesů. Všechny probíhající výrobní činnosti musejí být sladěny tak, aby bylo dosaženo výsledných parametrů, vzhledu a kvality výrobku.

Informace o výrobě bude autorka získávat pomocí rozhovorů se zaměstnanci podniku, vlastním měřením a také z interních dokumentů či z informačního systému SAP. Na základě poznání výrobního procesu budou stanoveny kroky ke zjištění potřebných dat. Především se bude jednat o měření jednotlivých operací na výrobních linkách a měření taktů jednotlivých linek. Takt linky bude měřen jako délka výrobního času mezi dvěma po

sobě jdoucími vyrobenými kusy. Výsledky z měření umožní zjistit výrobní kapacitu linek, pomocí kterých nalezneme nejpomalejší proces ve výrobě. Dále se bude s těmito výrobními kapacitami počítat tak, aby byla nalezena optimální cesta vedoucí k synchronizaci linek a redukci zásob.

2 Teoretické principy organizace práce na výrobních linkách

2.1 Výrobní prostředí

Jak tvrdí Basl a Majer (2003), podniky fungují ve velmi dynamickém a proměnlivém prostředí. To je důvodem značně obtížného správného chování a rozhodování. Při hledání správného rozhodnutí je důležité zvažovat vliv možných následků na celkový výsledek podniku. Účelné je porovnávat a vyhodnocovat, jakým způsobem a do jaké míry napomůže dané rozhodnutí, konkrétní činnost nebo její výstup hlavnímu cíli podniku. Tato zásada podmiňuje vnímání podniku jako celku a pohled na komplexní výkonnost podniku.

Jak definuje Synek a Kislingerová (2010, s. 70): „Každý podnik si můžeme představit jako určitý systém se vstupy a výstupy, jehož základní funkcí je přeměnit vstupy na výstupy (u výrobního podniku přeměnit suroviny, energii, práci za pomoci strojů na výrobky), hovoříme o funkcích podniku.“ Tito autoři ve své knize uvádějí rozdělení podnikových funkcí u výrobních podniků na:

- prodejní (odbytovou) – její funkcí je prodávat na trhu výrobky. Je tvořena řadou činností, jako je výzkum trhu, vytyčení nabízeného sortimentu, určení cen, platebních podmínek, slev, stanovení distribučních kanálů, přímý prodej, reklama, servisní služby, poradenství. Souhrnně jsou tyto činnosti nazývány jako marketing;
- zásobovací (nákup, doprava, skladování) – zahrnuje zajištění surovin, materiálu, součástí, především jejich dopravu, příjem, skladování a předání do výroby;
- výrobní (provozní) – v nejužším slova smyslu zahrnuje pouze výrobu výrobků;
- personální – jejím úkolem je zajištění pracovníků, zvyšování odborné způsobilosti, zajištění optimálního pracovního prostředí, účasti pracovníků na zvyšování výkonnosti, sociální a kulturní péče atd.;
- investiční – úkolem je obstarání potřebného dlouhodobého i krátkodobého hmotného majetku, např. pozemky, budovy, stroje a zařízení;
- finanční – tato funkce zajišťuje potřebu finančních prostředků;
- vědecko-technickou – zaměřenou především na výzkum a vývoj, realizaci nových či inovovaných výrobků a technologií;

- správu – zahrnuje především administrativní práci, která zajišťuje fungování celého podniku, např. organizování, plánování, účetnictví, právní oddělení, audity aj.

První tři funkce jsou brány za hlavní funkce, ostatní za funkce podpůrné. Všechny tyto funkce mají své vstupy a výstupy a zahrnují řadu jiných dílčích činností. Funkce jsou vzájemně propojeny, překrývají se, a proto je nutné je koordinovat. Plánování tvoří manažerskou činnost, která se soustředí na budoucí vývoj podniku. Určuje čeho, a jakým způsobem má být dosaženo. Plánování musí neustále sledovat změny vnějšího i vnitřního prostředí a porovnávat plnění cílů s cíli plánovanými.

2.2 Organizace a řízení výroby

Organizací a řízením výroby se ve své knize zabývají Tomek a Vávrová (2007), kteří výrobou rozumí přeměnu vstupních faktorů ve statky. Podle nich je nezbytné výrobu detailně připravit. V průmyslových podnicích samotné výrobě předchází předvýrobní etapa, která se zabývá vývojem prototypů. Problematika organizace a řízení výroby a nákupu je rozhodně jedním z důležitých pilířů podnikatelského zájmu průmyslové praxe. Řízení výroby vychází z toho, že veškerá snaha podniku je zaměřena na uspokojování potřeb zákazníků. Hlavním cílem je především zvyšovat přidanou hodnotu pro zákazníka a efektivně využívat všech zdrojů (kapacit, pracovníků, surovin), stálou podporu inovací a jejich rozvojem aj.

Pro trend vývoje ekonomické reality je typická nebývalá dynamika. Tu je možno vidět v rozmachu technologií, materiálů a výrobních zařízení, v růstu a různorodosti potřeb, v rozvoji konkurence, ale i v prohlubující se segmentaci trhů. Určení jasných cílů, strategicky zaměřené plánování a organizování, odpovídající kontrolní systém, vzájemná komunikace a aktivizující podniková kultura jsou potřebné podmínky úspěchu. Hlavní strategií podniku je správně určit tržní pozici, jak zmiňují Tomek a Vávrová (2007). Podnik může buď to následovat existující segment, dobýt nové trhy nebo staré trhy rozšířit o nové služby. Dynamizace působí na plánovací horizont podniku, který se značně zkracuje. Je nezbytné reagovat téměř v reálném čase na požadavky trhu. V důsledku dynamických změn trhů, segmentů a jejich požadavků, je výroba stále komplikovanější. Při rozhodování nás ovlivňuje vnitropodnikové i vnější prostředí a čas, který se neustále

zkracuje. Výrobní podnik se setkává s množstvím problémů, např. se zmetkovitostí, poruchami strojů a zařízení, nedostatečným nebo nejakostním materiálem, nespolehlivostí dodavatelů, subdodavatelů, spolupracujících firem, neúčelností a nepružností vlastních pomocných a obslužných procesů, nekvalifikovaností pracovníků.

V podniku hraje důležitou roli management produktu, který se zabývá procesem plnění požadavků a potřeb zákazníků. Zejména se jedná o:

- rozpoznání všech požadavků podle přání zákazníka,
- jejich zakomponování do všech fází vývoje výrobku a technické přípravy výroby,
- obstarání vstupních materiálů a nakoupených součástí,
- přípravu a realizaci výrobního procesu,
- realizaci dodávky a všech prodejních i poprodejních služeb.

2.3 Plánování výroby

Synek a Kislingerová (2010) ve své publikaci objasňují kroky plánování výroby. Z knihy vyplývá, že plánování výroby reaguje na množství objednávek, které jsou sladovány s kapacitními omezeními podniku. Plán výroby se skládá z plánování objemů a druhů součástí podle jednotlivých výrobků, potřebné výrobní kapacity, potřeby pracovníků atd. Součástí je i plánování činností, které pomáhají zajistit výrobu a prodej. Plánování výroby zahrnuje:

- plánování výrobního programu,
- plánování výrobního procesu,
- plánování zajištění výrobních faktorů.

2.3.1 Plánování výrobního programu

Výrobní program podniku chápou Synek a Kislingerová (2010) jako sortimentní skladbu a objem výroby, který se má v určitém období vyrobit. Primární informace o tom, co, kolik a pro koho vyrábět, poskytuje marketing. To je především úkolem odbytu. Podnik

neustále srovnává požadavky trhu se svými kapacitními omezeními, které představují maximální možnou výrobu, kterou lze za určitý čas vyrobit. Avšak podnik většinou nevyrábí maximálně možné množství výrobků, ale pouze takové, které nejvíce maximalizuje zisk.

Potřebuje-li výroba nový výrobní stroj, následuje investiční plánování. Jedním ze způsobů, který umožňuje zvětšovat objemy výroby je konstrukční standardizace, tj. proces snižování počtu součástí, dílů, montážních skupin, podskupin u jednotlivých výrobků a jejich kompletace pro více druhů výrobků. Nezbytnou součástí plánování výrobního programu je plánování kvality výrobku. Stanoví se požadovaný stupeň kvality, neboť platí zásada, že čím vyšší je požadovaný stupeň kvality výrobku, tím vyšší jsou náklady na jeho výrobu, a tím samozřejmě i jeho cena. Výrobce vychází z požadavků a přání zákazníků, neustále sleduje konkurenční výrobky ve stejné cenové třídě a porovnává náklady s dosaženou cenou.

2.3.2 Plánování výrobního procesu

Jak uvádí Košturiak (2010), proces je soubor činností, které mění vstupy na výstupy. Při podnikových procesech jde hlavně o to, aby objednávka zákazníka přešla přes procesy v podniku co nejrychleji při dodržení předepsaných norem a při minimálních nákladech. Čím déle se objednávka zdrží v podnikových procesech, tím víc porostou náklady, a tím déle čeká zákazník na objednaný výrobek a podnik na své peníze. Cílem podnikových procesů je tedy dostat výrobek k zákazníkovi v požadovaném čase, v požadovaném množství, v požadované kvalitě a s minimálními náklady.

Podle Synek a Kislíngerová (2010), známe-li, co a kolik máme vyrobit, musíme zvolit způsob, technologii, suroviny a materiál, který použijeme na výrobu požadovaného množství výrobků. Snahou je najít optimální kombinaci výrobních faktorů tak, aby náklady byly co nejnižší. Důležitou částí plánování je stanovení velikosti výrobní dávky, sestavení lhůtového plánu a sestavení plánu výrobních kapacit.

2.3.3 Velikost výrobní dávky

Jak píše Tomek a Vávrová (2007, s. 132): „*Výrobní dávka je množství výrobků, které jsou současně do výroby zadávány nebo z výroby odváděny, jsou opracovávány v těsném časovém sledu nebo současně, a to na určeném pracovišti a s jednorázovým konstantním vynaložením nákladů na přípravu a zakončení příslušného procesu. Na dávku je vydáván společně výchozí materiál a polotovary a jako celek je evidován v průběhu výroby i při odvádění na mezisklad či na sklad hotových výrobků.*“

Snahu pro zvyšování velikosti výrobní dávky motivuje řada činitelů:

- snižování fixních nákladů,
- zvyšování produktivity práce,
- zjednodušení operativního řízení výroby.

Naopak vyšší dávka se negativně projeví v:

- zvyšování nákladů na skladování součástí a dílů,
- zvyšování vázanosti obrátového kapitálu,
- zvyšování vázanosti výrobních a manipulačních ploch,
- prodlužování průběžné doby výroby,
- snižování odolnosti výroby proti změnám a poruchám.

Vzniká úloha velikost výrobní dávky optimalizovat. Optimální velikost výrobní dávky, označujeme takové výrobní množství, při kterém jsou celkové náklady minimální. Určuje se odhadem nebo výpočtem.

2.3.4 Průběžná doba výrobku a výroby

Jak tvrdí Tomek a Vávrová (2007), můžeme se setkat se dvěma pojmy, které je třeba rozlišovat. Je to průběžná doba výroby a průběžná doba výrobku. Průběžná doba výrobku zahrnuje celý cyklus od prvního signálu k vývoji výrobku a jeho uvedení do výrobního procesu, včetně technické přípravy výroby, vlastního výrobního cyklu až po ukončení expedice, popř. i včetně dalších odbytových činností. Průběžná doba výroby se týká pouze vlastního výrobního cyklu. Výrobní cyklus představuje kombinaci řady dílčích časů:

technologických, netechnologických i přerušení, jak to vyžaduje postupné plnění sledu jednotlivých operací, rozmístění jednotlivých pracovišť, organizace výrobního procesu, tj. dodávky na jiná pracoviště, na mezisklad apod. Autoři ve své publikaci člení výrobní cyklus na:

- technologické časy (čas kusový nebo též operační):
 - ruční operace,
 - strojní operace,
 - strojně ruční operace,
 - automatické operace,
 - přírodní (biochemické) operace,
- netechnologické časy (čas přípravy a zakončení nebo čas dopravy a kontroly):
 - příprava pracoviště,
 - seřízení stroje,
 - přepravní operace,
 - technologická manipulace,
 - nakládání, skladování,
 - kontrola jakosti,
- časy přerušení:
 - způsobené organizací práce: režim dne, dávky materiálu, synchronizace, režim obsluhy, kompletace,
 - způsobené stavem technického zařízení: technologická synchronizace, poruchy strojů, údržba.

Dle autorů je tento způsob předávání vhodný tam, kde časy trvání jednotlivých operací jsou stejné (kde výroba je z hlediska operací synchronizována), popř. na následující operaci je vždy čas delší. Jestliže však nejsou tyto předpoklady zachovány, dochází na pracovišti, kde doba trvání operace je proti předcházejícímu úseku kratší, k prostojům mezi opracováním jednotlivých kusů.

Jak uvádí Mašín (2003), ve výrobních podnicích je nezbytné provádět analýzu času, která nám umožní rozlišit operace podle toho, zda přidávají či nepřidávají hodnotu pro zákazníka. Tato analýza úzce souvisí s ergonomií pracovního prostředí, pomocí kterého je

daná práce vykonávána. Mašín tyto lidské pohyby dělí do tří kategorií s cílem optimalizovat práci, pracoviště či hodnotový tok:

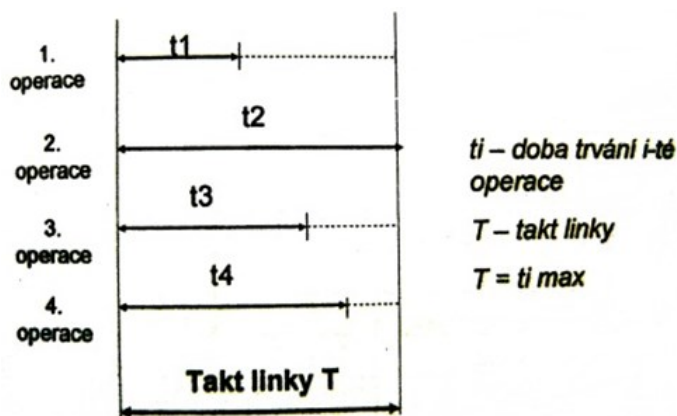
- efektivní práce – jedná se o pohyby, při nichž je výrobku přidávána hodnota,
- neefektivní práce – naopak zahrnuje pohyby, které jsou sice nezbytné pro vykonání, ale nepřidávají hodnotu pro zákazníka,
- plýtvání – opět jsou to pohyby, které nepřidávají hodnotu, ale rozdílem je, že tyto činnosti lze zredukovat.

2.4 Výrobní takt, rytmus a synchronizace

Výrobním taktům se ve své publikaci zabývá Macurová (2010), kde vysvětluje takt jako časový úsek, po jehož uplynutí se práce opakuje. Přičemž rozlišuje takt pracoviště, který je dán dobou trvání operace a dobou předání na následující pracoviště, a takt linky, viz Obr. 2.1, který je vyjádřen dobou, po jejímž uplynutí se opakuje každá operace na lince. Tento čas je určen podle nejpomalejšího pracoviště. Výrobní takt lze vypočítat dle vzorce uvedeného v knize Tomek a Vávrová (2007) jako:

$$T = \frac{F_{tv}}{Q}, \quad (2.1)$$

kde F_{tv} ... využitelný časový fond linky (v N_h nebo N_{min}),
 Q ... počet výrobků, které mají být na lince vyrobeny za dané období.



Obr. 2.1 Takt linky. Zdroj: Macurová (2010).

Macurová (2002) synchronizací rozumí časové sladění navazujících procesů, resp. operací. Při plné synchronizaci jsou navazující operace stejně dlouhé a obsluhovaný prvek přechází plynule z jedné operace na druhou. V opačném případě nastává buď čekání procesu na ukončení předchozího, nebo čekání obsluhovaného prvku na uvolnění následujícího procesu. Uvažujeme-li soustavu vzájemně závislých pracovišť, pak důležitým ukazatelem této soustavy je stupeň synchronizace. Je tím vyšší, čím jsou doby potřebné na provedení operací na jednotlivých pracovištích stejnorodější.

V učebních materiálech Macurová (2013) uvádí stupeň synchronizace, který vyjadřuje vyváženost řetězce. Plná synchronizace se projevuje tak, že všechny činnosti mají stejnou dobu trvání. Nečeká se na ukončení předcházející činnosti, ani na uvolnění následujícího pracoviště. Uvedeme vzorce pro výpočet stupně synchronizace i -tého pracoviště a koeficient synchronizace na lince:

$$k_i = \frac{t_i}{T}, \quad (2.2)$$

kde k_i ... koeficient synchronizace i -tého pracoviště,
 t_i ... doba trvání i -té operace,
 T ... takt linky.

$$k_{\text{lin}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot T}, \quad (2.3)$$

kde k_{lin} ... koeficient synchronizace na lince,
 t_i ... doba trvání i -té operace,
 n ... počet pracovišť na lince,
 T ... takt linky.

Můžeme také vypočítat nevyužitý čas na pracovišti a to jako $T - t_i$. Na základě těchto výpočtů pak lze nalézt cesty vedoucí k vyvážení linky. Jedná se o projektování linky tak, aby operace byly zhruba stejně dlouhé. Dále o technicko-organizační opatření, např. rozdělení či spojování operací, resp. přeskupení částí dlouhé operace na kratší operace, lepší uspořádání pracoviště, racionalizace postupu operace a trénink pracovníků.

2.5 Řízení dodavatelského řetězce

Basl a Blažíček (2012) vidí řízení celého dodavatelského řetězce, nazývaném Supply Chain Management (SCM), jako konkurenční výhodu podniků. Prostřednictvím SCM může podnik zkracovat časy na zpracování a zároveň ke zvyšování spolehlivosti dodávek produktu zákazníkovi nebo trhu. Základní dodavatelský řetězec spočívá v realizaci vztahů mezi dodavatelem, výrobcem, distributorem, prodejcem a zákazníkem. Podle jejich názoru lze tedy spatřit, že tok zboží směřuje od dodavatele ke koncovému zákazníkovi. Naopak informační a finanční tok probíhá opačným směrem. V současné době jsou tyto dva toky monitorovány odděleně. Podniky se díky internetu a skrze něj propojují do komplikovanějších struktur a vzniká tak tzv. síťové společenství, kdy dodavatelský řetězec ztrácí lineární podobu a zahrnuje více subjektů. Za jejich společný cíl považují poskytnout s dostatečnou rychlostí a nízkými náklady požadovaný produkt, který bude konkurovat ostatním nabízeným produktům. Často dochází k outsourcingu, kdy podniky přesouvají tyto činnosti na specializované podniky.

SCM tedy představuje soubor nástrojů a procesů, které slouží k optimalizaci řízení a k maximální efektivitě provozu všech článků celého dodavatelského řetězce s ohledem na koncového zákazníka. SCM jsou konkrétním příkladem vzájemného propojení dodavatelů s odběrateli na bázi informačních a komunikačních technologií. Prostřednictvím propojení a výměny informací mohou partneři v rámci řetězce spolupracovat, sdílet informace, plánovat a koordinovat celkový postup tak, aby se zvýšila efektivita celého řetězce.

2.6 Štíhlost podniku

Štíhlost podniku, jak uvádí Košturiak (2010), znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné. Dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a to při co nejmenších nákladech. Štíhlost podniku podle něj spočívá v tom, že děláme přesně to, co požaduje náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které nepřidávají hodnotu pro konečného zákazníka produktu. Tedy usiluje o zkracování časů mezi zákazníkem a dodavatelem, odstraňuje plýtvání v řetězci mezi nimi. Štíhlý podnik si musí zakládat i na štíhlých logistických procesech, bez kterých nelze rozvíjet ani štíhlé procesy ve výrobě. Podnikové procesy jsou vzájemně propojeny do toku, ve kterém se pohybuje materiál,

informace a pracovníci. Nestačí pouze hledat plýtvání jen v samotném procesu. Nejčastěji se plýtvání nachází v propojeních mezi procesy. Při zlepšování procesů se často zapomíná na riziko, že zlepšením jednoho procesů můžeme zhoršit všechny ostatní procesy.

2.6.1 Kaizen

Košturiak (2010) se také zabývá hnutím kaizen, který je složený ze dvou slov: KAI – změna a ZEN – dobro. Kaizen je tedy proces nepřetržitého zlepšování procesů, činností, lidí a jejich spolupráce v podniku. Základem této metody je kultura zlepšování, nepřetržité hledání a odstraňování plýtvání a zapojení lidí na všech organizačních úrovních podniku. Eliminace plýtvání z podnikových procesů znamená souběžné zkracování jejich doby trvání, kratší průběžnou dobu, rychlejší obsluhu zákazníka, rychlejší obrat peněz, lepší cash flow. V některých případech, podniky uplatňující tento systém řízení zacházejí na české poměry velmi daleko. Při nástupu nových zaměstnanců vyžadují odkup nemalé části akcií podniku. Tím u pracovníka vyvolají takový pracovní výkon, který vede k maximální výkonnosti podniku.

Filozofie kaizen je jednou z klíčových hodnot společnosti Toyota. Podle tvůrců se očekává, že všichni pracovníci linky zastaví linku v případě, kdy se objeví nějaká odchylka a spolu se svými nadřízenými navrhnou zlepšení k odstranění této abnormality. V praxi se může objevit plýtvání ve výrobě ve formě:

- nadvýroby – jedná se o aktivity, které se tržně nezhodnotí, vyrábí se příliš mnoho nebo příliš brzo,
- nadbytečné práce – činnosti nad rámec definované specifikace,
- zbytečného pohybu, který nepřidává hodnotu, je způsoben výkonem práce lidí i strojů,
- zásob, které přesahují minimum potřebné na splnění výrobních úkolů, jedná se o případ, kdy se skutečné aktuální potřeby zákazníků liší od plánovaných předpokladů,
- čekání na součástky, materiál, informace nebo skončení strojového cyklu, čekání prodlužuje průběžnou dobu,
- oprav vzniklých existencí a nápravou neshodných polotovarů, dílců či sestav,

- dopravy – každá nadbytečná doprava a manipulace,
- nevyužitého potenciálu pracovníků – největší plýtvání ve firmě.

2.6.2 Teorie omezení

Teorie omezení (TOC) je manažerská filosofie, se kterou přišel dr. Eliyahu Goldratt. S odkazem na Goldrattovy publikace uvádí Macurová (2010), že v každém procesu existuje jistá specifická forma omezení, která systému brání dosahovat maximálního výkonu. Každý podnik má alespoň jedno omezení, které mu zabraňuje docílit vysoké úrovně výkonnosti podniku. Lze jej najít na různých místech. Omezením může být nedostatečná kapacita strojů, nedostatek pracovníků nebo financí, nedostatek objednávek. Omezení se také může týkat lidí, které mohou být neochotní, napjatí, nespolupracují mezi sebou a dochází ke špatné komunikaci.

Jak uvádí Macurová (2010, s. 53): *„Kapacitní úzká místa jsou nejpomalejší nebo mají vysoký výskyt neshodných produktů, nebo jsou na ně kladeny největší kapacitní nároky nebo mají velkou poruchovost. Úzkým místem je tedy cokoli, co brání podniku dosahovat jeho cílů.“*

Macurová (2010, s. 14) ve své publikaci uvádí zásady pro využívání kapacit:

- Při pořízení kapacit je potřeba dbát na jejich účelnost, pružnost a zastupitelnost.
- Využití kapacit je ovlivněno velikostí dávky, organizací seřizování, režimem práce a odpočinku obsluhujících pracovníků.
- Aby podnik dosahoval zisku, postačuje využití kapacity větší než bod zvratu.
- Čím větší je celkové zatížení kapacit, tím delší je čekání požadavků zákazníků. Proto je potřebné zvažovat veškeré ekonomické důsledky.
- Při zatěžování kapacit je vhodné ponechávat kapacitní rezervy.
- Nejsou-li kapacity vyváženy, pak úsilí o vysoké vytížení všech pracovišť vede k vysokým nákladům z rozpracovanosti.
- Vysoké využití kapacit je potřeba zajistit na úzkém místě.

Všeobecně je management úzkých míst dle Košturiak a Frolík (2006) tvořen pěti kroky:

1. Identifikací omezení – analyzujeme systém s cílem nalézt omezení, které brání dosažení maximálního zisku. Je třeba zjistit druh omezení (fyzické, manažerské). Fyzické omezení může být identifikováno např. pomocí vysokých zásob, dlouhých operačních časů apod.
2. Rozhodnutím, jak využít omezení – v tomto kroku se snažíme co nejefektivněji využít úzké místo. Snažíme se odstranit všechny ztráty v tomto úzkém místě.
3. Podřízením všeho ostatního danému rozhodnutí – všechno úsilí soustředíme na zlepšení výkonnosti omezení podřízením ostatních prvků systému omezení. Znamená to, že režimu práce úzkého místa se podřizují organizace přísunu meziproduktů, motivační nástroje na neúzkých místech či organizace seřizování a údržby apod.
4. Odstraněním omezení – hledáme řešení jak odstranit omezení. Většinou toho lze dosáhnout novou investicí, modifikací systému apod. Většinou to vyžaduje značné investice času, peněz a ostatních zdrojů.
5. Dalšími akcemi – nepřipustíme, aby se naše nečinnost stala základním systémovým omezením.

Macurová (2010) doporučuje tyto typické opatření vztahující se k využití úzkého místa:

- optimalizovat výrobní program (určit priority výrobků podle velikost relativního příspěvku na úhradu),
- vytvářet zásobníky rozpracovanosti před úzkým místem,
- většími dávkami zmenšit výskyt seřizovacích časů,
- racionalizovat proces seřizování na úzkém místě,
- vhodným pořadím úkolů redukovat počet a celkovou délku seřizování,
- údržbu a plánované opravy provádět v nepracovním čase,
- před úzkým místem provádět důslednou kontrolu jakosti,
- zajistit náhradní obsluhu úzkého místa v době zákonné přestávky.

Metoda Drum-Buffer-Rope

Drum-Buffer-Rope zajišťuje, aby na všech pracovištích byla k dispozici pouze ta správná věc. Jak shrnují Basl a Majer (2003), metoda DBR je navržena tak, aby zajistila maximální průtok výrobou při minimálních úrovních zásob. Bude se vycházet především z publikace od autorů Basl a Majer (2003), podle jejichž názoru se tato metoda skládá z následujících kroků:

1. Vytvoření hlavního plánu výroby pro kritické místo výroby (drum, buben).
2. Ochranou propustnosti výroby před nevyhnutelnými problémy umístěním časových zásobníků práce před relativně malé množství pracovišť ve výrobě (buffer, zásobník).
3. Odvození práce všech nekritických pracovišť od kritického pracoviště (rope, lano).

Buben charakterizují jako detailní hlavní plán podniku, který určuje tempo celé výroby. Buben je stanoven tak, aby přesně vyvážil zákaznickou poptávku s dosažitelnou kapacitou úzkých míst v podniku. To předpokládá, že jsou identifikována úzká místa. Jinak mohou nastat situace, kdy plánované vytížení kritických pracovišť přesáhne jejich fyzickou kapacitu, a tím bude ohrožen plánovaný tok materiálu dílnou. To může vést za následek, že skutečný tok výroby bude opožděn za plánovaným a bude docházet ke zpoždování zákaznických objednávek.

Zásobníky poskytují ochranu schopnosti plánu splnit zákaznické požadavky i přes nezbytné problémy v každodenním životě. Zásobníky jsou nejčastěji situované před úzkými místy, před skladem hotových výrobků a před montážními operacemi. Charakter obsahu zásobníků umožňuje diagnostický nástroj pro určení jeho správné velikosti. Zásobníky navíc obsahují bezpečnou, pozorovací a urgentní oblast. Basl a Majer (2003) vysvětlují rozdíly mezi časovým a kusovým zásobníkem práce:

- 1) Kusové zásobníky pomáhají výrobě uspokojit zákaznické požadavky za kratší dobu, než je průběžná doba výroby, a to i v případě, kdy tržní poptávka intenzivně kolísá. Jsou zapotřebí v okamžiku, kdy výkyvy poptávky nebo dodávek od dodavatelů jsou nestabilní nebo nepředvídatelné. Všeobecně řečeno, kusové zásobníky jsou používány

pouze na díly, které jsou standardizované a po nichž je vysoká poptávka. Toto platí především pro zásobníky hotových výrobků.

- 2) Časové zásobníky se používají k ochraně strategicky důležitých bodů ve výrobě před nepředvídatelným kolísáním v oblasti výroby, která předchází strategickému místu. V případě, že časový zásobník určíme jako nulový, pak neumožňuje žádnou ochrannou průběžnou dobu výroby. Časový zásobník ve skutečnosti znamená dřívější dostupnost materiálu nebo rozpracovanosti před plánovanou prací na daném pracovišti.

Lano – funkce lana je zajistit synchronizaci všech míst, které nejsou úzkým pracovištěm. Přiměřeně vytěžují nekritické pracoviště. Materiál je uvolňován do výroby a dotéká do zásobníků tak, že napomáhá plánovanému průtoku výroby jako celku. Lano tak dosahuje jednoduchého soustředění se na malé množství důležitých bodů v toku materiálu. Poskytuje zásadní informace o tom jaký výrobek, jaké množství a v jaké sekvenci vyrábět apod.

2.6.3 Optimalizace seřizování

Ve výrobních podnicích, hlavně u strojírenských výrob, jak uvádí Basl a Majer (2003), je nezbytné optimalizovat seřizování strojů. Jestliže nebude v úzkých místech optimalizace prováděna, vzniká zde hrozba nadměrného zvyšování podílu seřizování na celkové době práce, a tím tedy pokles průtoku v úzkém místě.

Komplikující faktory vidí především jako:

- Složitá seřizování – například závislá seřizování, kde doba seřizování je různá a závisí na tom, z jakého typu výrobku se stroj seřizuje na jiný typ výrobku.
- Velmi odlišné poměry mezi dobou práce na úzkém místě a celkovou průběžnou dobou výroby u různých výrobců.
- Díly, které jsou v průběhu výroby opakovaně vyráběny na stejném úzkém místě.
- Různé díly, které se vyrábějí na stejném úzkém místě a jsou nezbytné pro montáž jediného finálního produktu.

Racionalizací procesu seřizování se zabývá metoda SMED¹, která byla vyvinuta v Toyotě při lisování karosérií. Jak uvádí Macurová (2010), jedná se o metodu opírající se o filmový snímek a týmovou analýzu dosavadní organizace a průběhu seřizování. Rozděluje činnosti na vnější a vnitřní.

Vnější činnosti se dají provádět již před skončením práce na předchozím úkolu (např. přísun náradí a přípravků pro seřizování, přivolání seřizovačů). Kdežto vnitřní činnosti se dají provádět až po ukončení předcházející činnosti (např. demontáž předcházejícího přípravku, usazení nového, seřízení a vyzkoušení stroje).

Podstatou metody je provádět vnější činnosti v předstihu, racionalizovat vnitřní činnosti a poté provést trénink týmu až k dokonalosti. Novou organizaci práce je nutné popsat v závazném dokumentu.

2.6.4 Metody stanovení spotřeby času

Jak uvádí Štůsek (2007), měření času práce je důležitou součástí pracovní studie. Vyjadřuje množství práce vynaložené při zvolené pracovní metodě, a proto je nezbytným nástrojem objektivního hodnocení pracovní metody. Cílem měření práce je zjistit vynaloženou práci, která je nutná k realizaci konkrétního pracovního úkolu. Spotřeba práce je důležitým ukazatelem pro zhodnocení úrovně organizace práce na pracovišti a v provozním systému.

Metody používané pro měření spotřeby času práce lze rozdělit do dvou kategorií:

1. přímé metody – založené na přímém měření spotřeby času v provozu (snímek operace, snímek pracovního dne);
2. nepřímé metody – založené na využívání syntetických časových hodnot (metody předem stanovených časů, momentové pozorování, statistické metody, odhadové metody).

Data potřebná k vypracování diplomové práce vycházejí především z přímého měření spotřeby času. Přímé zjišťování spotřeby času závisí na činnosti uskutečňované člověkem, nebo na výrobním prostředku a pracovních předmětech. Výsledky analýzy pak slouží

¹ Single Minutes Exchange of Die

k vytvoření standardů spotřeby času. Časové studie poskytují významné a zásadní informace pro projektování pracovních postupů. Jsou základním měřítkem množství vynaložené práce. Na potřebě času se odráží řada činitelů, kteří tvoří podmínky, v nichž je práce uskutečňována. Zejména se jedná o lidského činitele, na jehož schopnostech, kvalifikaci, dovednosti a zručnosti do značné míry závisí výsledek práce. Samozřejmě zde působí i objektivní faktory, např. použité výrobní zařízení (pracovní nářadí, stroje) apod.

Práce se může skládat z manuálních či strojových, konstantních nebo proměnlivých, pravidelných i nepravidelných činností. Štůsek (2007) považuje za vhodné práci rozdělit na dílčí činnosti, a ty podřídít zkoumání zejména z následujících důvodů:

- pro lepší pochopení práce a pracovních procesů,
- pro vytváření pracovních postupů využívaných v projektování,
- pro tvorbu detailního popisu práce,
- pro rozdělení měření času do cyklů,
- pro zajištění větší přesnosti časové studie,
- pro rozlišitelnost různých druhů práce,
- pro vymezení činnosti strojů od činnosti pracovníků,
- pro potřebu kontroly.

Získání správných a objektivních údajů závisí na definování pracovních postupů, ze kterých se skládá výrobní proces. Existují určitá pravidla, jež přispívají k větší nezaujatosti údajů a také k lepší srovnatelnosti výsledků. Štůsek (2007) uvádí tato pravidla:

1. Zvolené činnosti je nezbytné zhodnotit odděleně a opakovaně.
2. Pro identifikaci všech postupů musí být přesně dán začátek a konec trvání.
3. Činnosti by měly být co nejkratší, ale jen do té míry, aby se dal snadno měřit čas jejich trvání.
4. Činnosti by měly být co nejjednodušší. Činnosti by na sebe měly logicky navazovat.
5. Pravidelné a nepravidelné činnosti by měly být zřetelně odděleny.
6. Těžké, unavující a nebezpečné činnosti by měly být měřeny zvlášť.
7. Neměnné činnosti by měly být odděleny od proměnlivých činností.

Pro prvotní a přímé měření spotřeby času činností pracovníka nebo strojů jsou využívány různé časoměrné pomůcky, např. hodinky, mechanické stopky, digitální stopky, registrační časoměrné přístroje nebo filmové kamery.

Snímek operace (chronometráž)

V rámci teorie uvedeme metodu průzkumu spotřeby pracovního času, který byl použit při vlastním měření. Tato metoda se používá u pravidelně se opakujících operací s cílem stanovit průměrnou skutečnou spotřebu pracovního času na provedení jednotlivých složek operace. Měření je nutné provádět několikrát za sebou, abychom vyloučili vliv nahodilých událostí. Pro měření je proto vhodné využít digitální stopky, které umožní přesné měření v setinách sekund. Měření bývá zpravidla velmi náročné nejen z hlediska časové náročnosti, ale také znalosti výrobního procesu. Je tedy nezbytné, aby měření předcházelo podrobné seznámení s výrobními operacemi, na základě kterých se vytvoří formulář pro měření s popisem jednotlivých úkonů.

Macurová (2010, s. 35) uvádí tyto kroky snímku operace:

1. Výběr pozorovaného pracovníka a pracoviště, studium práce a pracoviště, rozdělení operace na úkony, zjištění faktorů ovlivňujících délku operace (pracovník, zařízení, nářadí, organizace pracoviště, materiál apod.).
2. Výsledky úvodních kroků včetně názvů je vhodné zapisovat do pozorovacího listu.
3. Stopkami se měří a zapisuje postupový čas, po skončení měření se vypočítá doba trvání úkonů.
4. Měří se opakovaně v době průměrné spotřeby času, za stejných podmínek.
5. Vyloučí se extrémní hodnoty a provede se výpočet průměrných hodnot.
6. Zjištěné operační časy jsou následně upraveny o dávkové a směnové přírážky.

Pro účely normování se chronometráž zaměřuje na průměrného pracovníka. Při úvodním seznámení se s operací se identifikují také nepravidelné děje. Jde např. o výměnu otupeného nástroje, kdy okamžik výskytu se nedá předem určit. Je nutno zjistit četnost jejich výskytu, aby se mohly příslušným podílem započítat do úhrnu času jednotkové práce.

3 Charakteristika výrobních podmínek

3.1 Charakteristika podniku

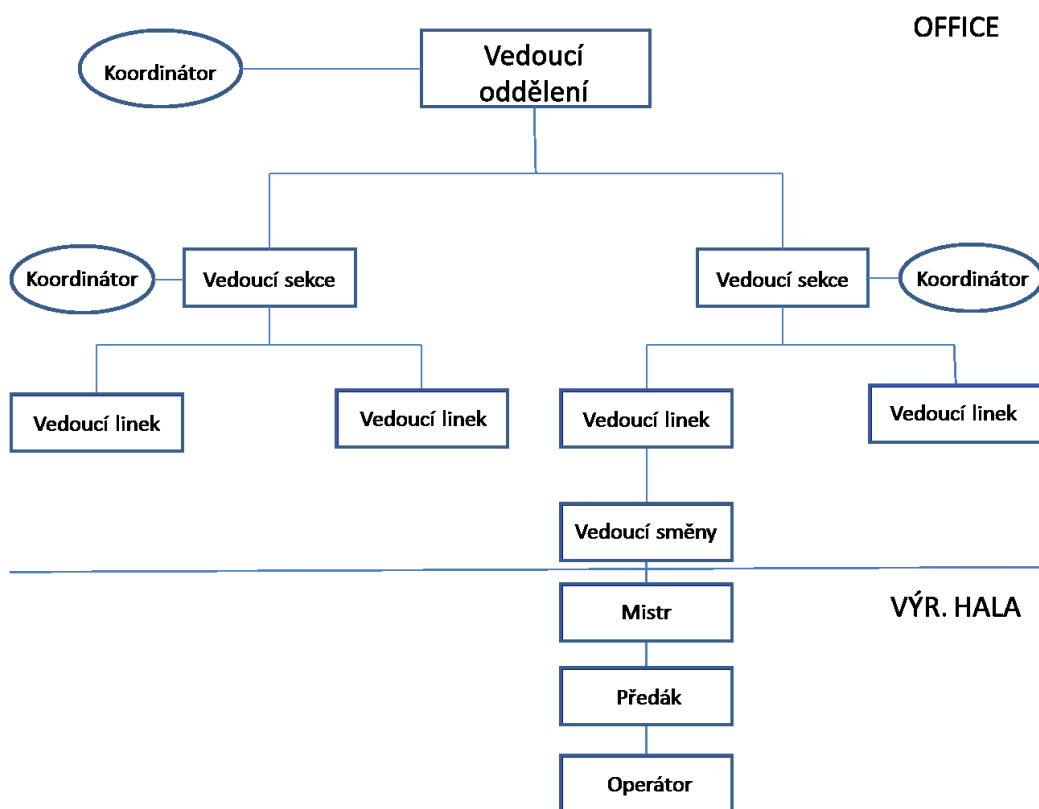
Jedná se o výrobní podnik v České republice se zahraničním vlastnictvím, jehož založení se datuje od 7. 7. 2006. Základní části výroby tvoří lisovna, svařovna, lakovna, finální montáž a výroba převodovek. Na začátku roku 2013 došlo k rozšíření o další výrobní halu. Sídlí na ploše o rozloze 200 hektarů. Celkový objem investice činí 1,12 mld. EUR. Výstavba závodu proběhla v rekordním čase, od vztyčení prvního pilíře v dubnu 2007 k dostavbě uběhlo pouhých 18 měsíců. Při výstavbě závodu byl od samého počátku kladen velký důraz na ohleduplnost vůči životnímu prostředí. Vzrostlé stromy v areálu nebyly vykáceny, ale přemístěny na místo, kde se o ně staral tým zahradníků, a po výstavbě byly přemístěny zpět do areálu. Zachráněno tak bylo přes 1 100 stromů.

Charakteristika výrobních podmínek se bude dále zaměřovat především na výrobní haly převodovek. Výroba je rozdělena do dvou hal (TM1 a TM2)², kde se celkově vyrábí 22 druhů převodovek. Kapacita TM1 je 330 000 převodovek/rok a kapacita TM2 je 200 000 převodovek/rok, přičemž haly jedou na třísměnný provoz. Druhy se liší například tím, zda jde o dieslový či benzínový motor, zda jde o šesti či pěti stupňový převodový systém. Diplomová práce bude zaměřena na výrobek, který je součástí převodovky vyráběné pouze na hale TM1. Pro zjednodušení pojmenujeme výrobek písmenem X. Na TM1 se vyrábí 6 druhů výrobku X a na TM2 se vyrábí 4 druhy výrobku X.

Obr. 3.1 znázorňuje organizační strukturu výrobní haly převodovek. V hierarchii je nejvýše vedoucí oddělení, který má pod sebou vedoucí sekce. K těmto pozicím jsou navíc přiřazeni mezinárodní koordinátoři, kteří mají za úkol dohled nad českými manažery a zasahují pouze v případě, kdy se objeví nějaký problém. Každý vedoucí sekce má pod sebou dva vedoucí linek. Každý vedoucí linky má na starosti jeden úsek, tzn. montážní linku, převodové skříně, obrábění hřídelí, tepelné zpracování. Tím, že výroba probíhá v třísměnném provozu, je důležité, aby na každou směnu dohlížel jeden vedoucí směny. Dále jsou v hierarchii pozice, které jsou přímo na výrobní hale. Jedná se o mistra, předáka a operátory.

² TM – odvozeno od anglického názvu transmission

Operátor má na starosti jednu nebo dvě linky, záleží na tom, jak jsou dlouhé. V průběhu produkce má nakládat a vykládat kusy z linky. Co dvacet minut musí měřit kusy z jednotlivých operací, zda mají správné parametry. Také vizuálně kontroluje výrobky, zda se na nich nevyskytuje žádná vada. Každý operátor musí udržovat pořádek na lince.



Obr. 3.1 Organizační struktura zkoumaného výrobního oddělení. Zdroj: Vlastní zpracování.

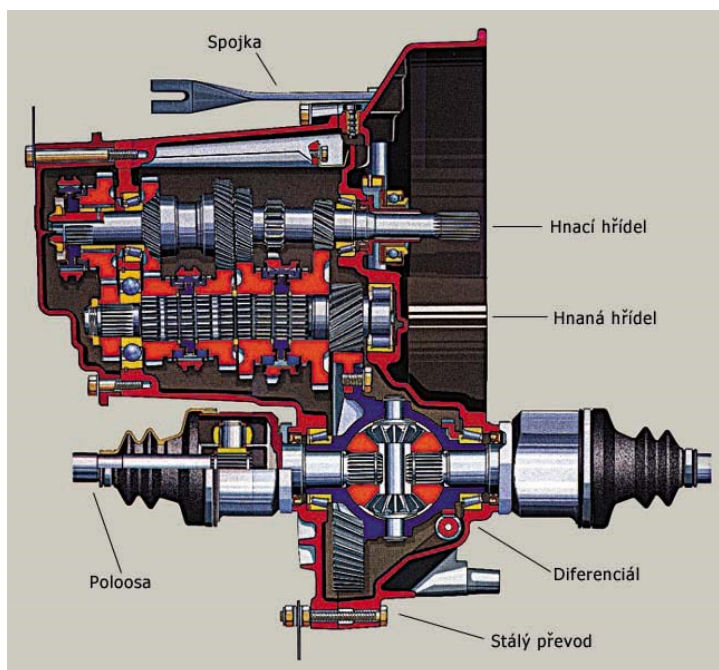
Předák, v podniku také nazýván jako Team Leader (T/L), má na starosti celý úsek výroby, za který je zodpovědný. To znamená, že kontroluje výrobu, řeší menší problémy vzniklé na linkách. Dvakrát za směnu měří výrobky na celém svém úseku, a v případě větších problémů volá údržbu. Člověk na pozici předáka je zkušenější než operátor, umí pracovat na všech linkách, které má na starosti.

Mistr nebo také Grup Leader, je zodpovědný za celou výrobní halu. Má pod sebou T/L, kontroluje docházku operátorů a především předává informace o produkci a problémech na linkách zodpovědným specialistům.

3.2 Charakteristika výrobku

Nyní bude obecně vysvětleno, co to převodovka je a z čeho se skládá. Jak uvádí Skula (2011), převodovka viz. Obr. 3.2, je součástí každého stroje s motorem, u kterého je požadavek měnit otáčky výstupního hřídele v určitém rozsahu. Asi nejnámější použití převodovky je v automobilech jako doplněk spalovacího motoru. Ten totiž není schopen sám splnit všechny požadavky na jízdní komfort a jízdu samotnou. Tím se dostáváme k hlavním účelům převodovek v automobilech:

- změna otáček hřídele hnané nápravy,
- přenos krouticího momentu motoru a jeho změna,
- změna smyslu otáčení hnané nápravy (zpětný chod),
- umožnění běhu motoru u déle stojícího vozidla (tzv. volnoběh či neutrál).



Obr. 3.2 Přebodovka. Zdroj: *Co je to přebodovka* (2014).

Přebodovka v automobilech zajišťuje také hospodárny provoz v případě, kdy je požadavek na vysokou rychlost, ale není potřeba velké hnací síly. Tehdy je zařazen nejvyšší rychlostní stupeň a otáčky motoru jsou ve správném rozmezí. Takovému přebodu se také někdy říká rychloběh a je nejvíce používán při dálkových cestách na dálnicích.

Opačný případ je první rychlostní stupeň, který se používá při rozjezdu a jízdě do prudkého stoupání, kde je naopak požadavek vysoké hnací síly při nízké rychlosti.

Konstrukce a provedení převodovky primárně závisí na motoru, se kterým bude navrhovaná převodovka pracovat. Jak Skula (2011) vysvětluje, každý typ motoru je charakteristický svým výkonem, točivým momentem, maximálními a optimálními otáčkami. Proto převodovka musí být navrhována pro tyto specifické hodnoty. Tyto převodovky se od sebe liší vnitřní konstrukcí, převodovými poměry jednotlivých rychlostních stupňů, řadicím a ovládacím systémem atd. K převodovce bezesporu patří řadicí páka. Pomocí převodovky, spojky a řadicí páky může dojít k zařazení příslušného stupně.

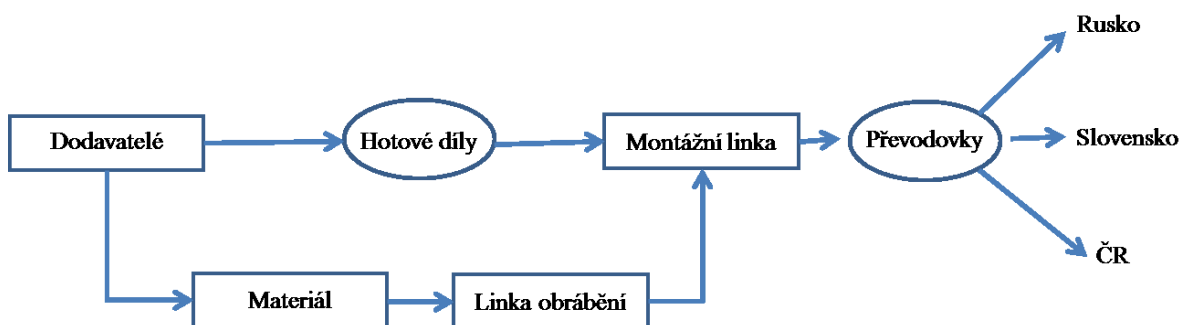
V tomto konkrétním výrobním podniku se vyrábí pouze manuální dvouhřídelové převodovky, kde je točivý moment přenášen z hnacího hřídele jedním či více ozubenými soukolími na hnaný hřídel. Dvouhřídelové převodovky se skládají z hnacího (vstupního) hřídele a předlohového hřídele, který je zároveň hřídelem výstupním. Každý z hřídelů je osazen několika ozubenými koly, která jsou trvale v záběru s koly na druhém hřídeli, a počet těchto soukolí odpovídá počtu převodových stupňů. Jedno kolo převodového stupně je pevně spojeno na hřídeli, zatímco druhé se volně otáčí a přenos síly se neuskutečňuje. Až zapojením zubové spojky dojde ke spojení kola a hřídele. Zpětný převod je realizován posuvným kolem, kterým se změní smysl otáčení výstupního hřídele. Nejdůležitější část převodovky je synchronizační systém. Ten zajišťuje vřazení požadovaného kola do záběru se svým odpovídajícím kolem a následným přenosem točivého momentu na výstup převodovky.

3.3 Popis logistického procesu

Pro zajištění chodu výroby je velice důležité naplánovat výrobu. Vědět, kolik je objednávek, kolik je potřeba materiálu, kolik a do kdy musí jednotlivé stroje vyrobit atd. Tato činnost spadá pod oddělení Production Control, které má na starosti plánování a řízení výroby. Na základě požadavků od zákazníků plánují, které modely se budou vyrábět, objednávají materiál a zajišťují kompletní logistiku. Jde o soustavnou komunikaci a spolupráci s oddělením kvality, výroby či údržby, tedy zastřešují celý výrobní proces.

Objednávky jsou přijímány především od zákazníků z Ruska, České republiky a Slovenska. Ke shromažďování objednávek využívají program SAP. SAP se typicky používá jako hlavní podnikový informační systém typu ERP³, který díky svojí otevřenosti umožňuje snadnou integraci s dalšími aplikacemi nebo moduly, prostřednictvím vlastních rozhraní a integračních nástrojů. Na základě objednávek, které vidíme v programu SAP, víme, jaké množství převodovek je nutné vyrobit. Známe množství výrobků na skladě a můžeme tedy rozvrhnout potřebu dílů na objednání.

Výrobní podnik rozlišuje místní dodavatele a zámořské dodavatele. U místních dodavatelů je možné objednat materiál, který bude dodán maximálně do 10 dní. Kdežto u zámořských dodavatelů je tato doba minimálně o 65 dní delší. Tato doba je delší z toho důvodu, že je zde složitější kombinovaná doprava. Z hlavní centrály vyplouvají lodě do dvou hlavních přístavů, a to do Hamburgu a Trieste (zhruba 95 % objednávek). Dále pak z těchto přístavů objednávka pokračuje buď silniční, nebo železniční dopravou. Na Obr. 3.3 lze vidět tok dodaného materiálu.



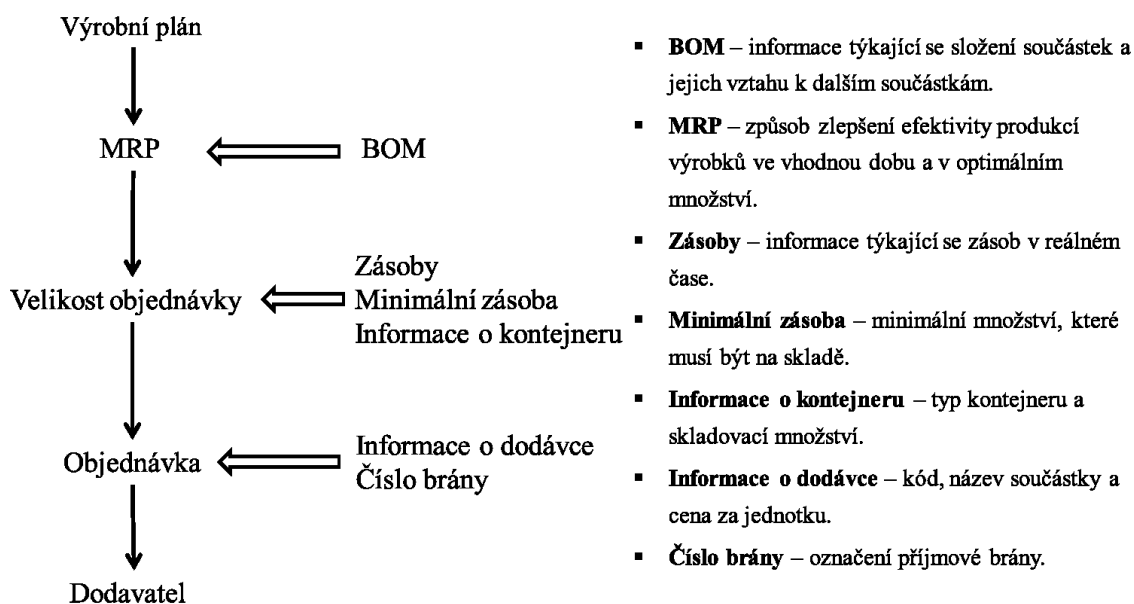
Obr. 3.3 Tok dodaného materiálu. Zdroj: Vlastní zpracování.

Objednávají se buď hotové díly, které jdou přímo na montážní linku, nebo neopracovaný materiál, který teprve musí projít linkou obrábění. Až poté tento opracovaný materiál vchází na montážní linku, kde se kompletují finální výrobky, tedy převodovky. Tyto převodovky pak podle objednávek putují do Ruska, Slovenska nebo do České republiky.

³ ERP - Enterprise resource planning – podnikový informační systém

3.4 Vytvoření objednávky

K vytvoření objednávky, jak znázorňuje Obr. 3.4, je nejprve nutné vytvořit výrobní plán, který je rozpracován pomocí plánovacího postupu MRP⁴. MRP umožňuje zlepšit efektivitu produkce výrobků ve vhodnou dobu a v optimálním množství. Do MRP se také rozpracují informace z kusovníku nazývaného BOM⁵.



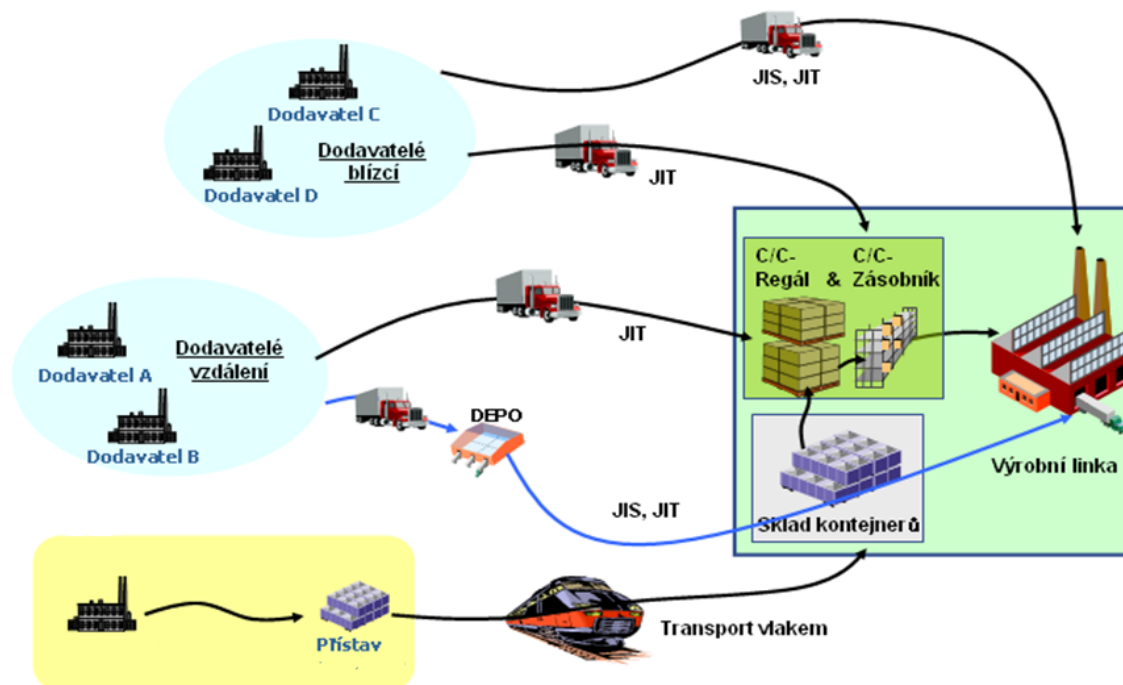
Obr. 3.4 Vytvoření objednávky. Zdroj: Vlastní zpracování.

Jedná se o vytvořený systém, kde jsou nahané všechny součástky, jejich složení a vztah k dalším součástkám. Dále známe informace týkající se zásob v reálném čase a minimálním množství, které musí být na skladě, tzv. minimální zásoba. Abychom určili velikost objednávky, je nutné znát, jaký typ přepravní jednotky bude využit a jaké skladovací množství se do něj vejde. Na základě těchto informací můžeme určit velikost objednávky, kterou musíme označit kódem, názvem součástky a cenou za jednotku. Aby se přepravní jednotka dostala na správné místo, musí podnik také označit číslo příjmové brány.

⁴ Material Requirement Plan-ning a Material Resouce Planning – materiálové plánování.

⁵ Bill of Material – kusovník výrobku.

Obr. 3.5 znázorňuje zvolený způsob dodávky, jak již bylo popsáno výše. Jsou zde zobrazeny dodávky jak od blízkých, tak i vzdálených dodavatelů.



Obr. 3.5 Způsob dodávky. Zdroj: Podnikový interní zdroj.

Podnik využívá dva systémy objednávání:

- **JIS – Just in Sequence**

Základem tohoto systému objednávání je přímé spojení mezi podnikem a dodavatelem. Dodavatel obdrží z podniku informace v reálném čase. Dodavatel musí připravit objednávku v určené sekvenci a naložit podle toho dodávkový přívěs. U těchto částí musíme mít na paměti dobu nezbytnou k realizaci. JIS dodavatelé jsou placeni na základě denního zpětného růstu (přítoku) s platebními informacemi sdělenými přes platební příkaz.

- **JIT – Just in Time**

JIT systém zásobování je navržen tak, aby zajistil, že materiál nebo dodávky dorazí právě tehdy, když je to nezbytně nutné, takže náklady na uložení a skladování jsou minimalizovány. JIT systém vyžaduje větší spolupráci mezi dodavatelem a podnikem. Zákazník musí upřesnit co, kdy a v jakém množství bude potřeba. JIT dodavatelé obdrží informace o týdenní předpovědi a denním harmonogramu dodávek. Faktura je vystavena elektronicky na základě obdrženého množství v podniku.

4 Analýza procesů na výrobní lince

Prvotním úkolem ve výrobním podniku bylo se seznámit s výrobními podmínkami v podniku. Už od začátku byl zájem soustředěn pouze na halu výroby převodovek, a z toho pouze na konkrétní linku vyrábějící výrobek X, kde podnik požadoval najít úzké místo. Poznatky o výrobní lince byly získány od pracovníka na pozici Junior Specialista, který pomohl při zpracování této části. Díky němu bylo umožněno poznat jednotlivé procesy probíhající ve výrobě. Částí výroby, tzn. úsekem tepelného zpracování a shotpeeningem⁶ se zabývá jiný pracovník, který autorce vysvětlil i tento proces. Dále bylo nutno se seznámit s pracovníky, kteří pracují na oddělení logistiky, která určuje kolik, čeho a do jaké doby je nutné vyrobit. Popis logistického procesu byl popsán v předchozí kapitole.

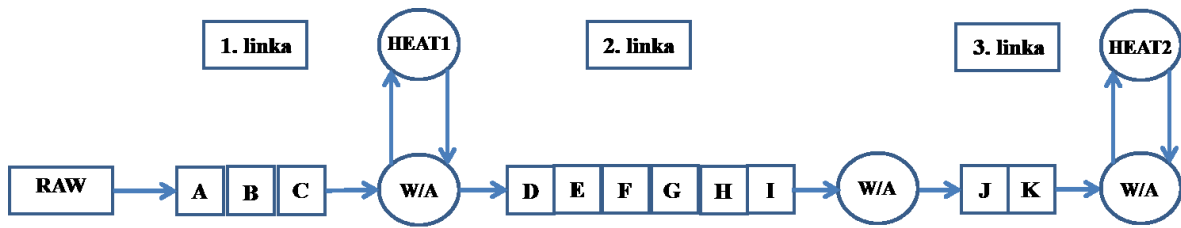
Tato kapitola se bude soustředit na popis výrobního procesu, kterým prochází sledovaný výrobek X. Proces se skládá ze tří pásových linek a dvou pecí, kde dochází k tepelnému zpracování a vytvrzování povrchu materiálu. Při každé operaci se opracováním mění vzhled a funkce výrobku, proto je nutné porozumět výrobě i po technologické stránce. Na základě pozorování a rozhovorů s pracovníky je v následující kapitole vytvořeno schéma výrobní linky a také tabulka, která znázorňuje průměrné časy z měření jednotlivých operací a časů linek. Poslední část kapitoly se zabývá nalezením úzkého místa na základě vypočítaných výrobních kapacit.

4.1 Popis výrobní linky

Výrobní linka je soustava vzájemně závislých pracovišť, kde probíhá výrobní proces. Jeho částí postupným způsobem utvářejí finální produkt při použití optimálního a efektivního plánování logistiky mnohem rychleji než ručními metodami.

Obr. 4.1 znázorňuje schéma linky obrábění, které bylo vytvořeno na základě pozorování. Je zde znázorněn celý výrobní proces, navazující operace a pohyby materiálu.

⁶ Proces vytvrzování a zvětšování tlakového pnutí v povrchu.



Vysvětlivky symbolů:

RAW	.....	nepracovaný výrobek X
A – K	.....	jednotlivé operace na lince obrábění
W/A	.....	sklad rozpracované výroby
HEAT1	.....	zakalovací pec
HEAT2	.....	shotpeening

Obr. 4.1 Linka obrábění. Zdroj: Vlastní zpracování.

Nyní postupně popíšeme procesy, které na této lince probíhají. Vstupem linky je nepracovaný materiál dodaný od dodavatelů. Postupně probíhá několika úseky.

Na první lince probíhá obrábění před tepelným zpracováním (viz. Příloha 1). Tato linka je složena ze tří operací, kde na materiálu dochází k frézování, válcování drážkování a odjehlování frézovaných zubů. Tuto linku kontroluje operátor, který má na starosti ještě další linku.

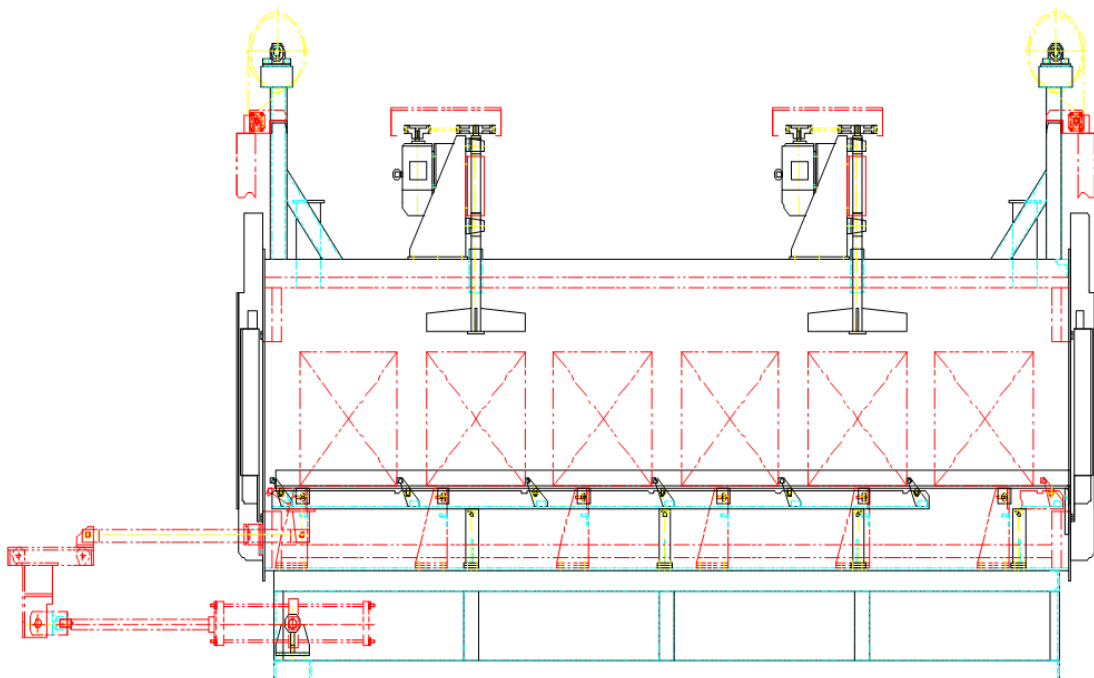
Dalším bodem je HEAT 1, tedy proces tepelného zpracování. Jedná se o postupy, při nichž je materiál záměrně ohříván a ochlazován určitým způsobem, tak aby získal požadované mechanické vlastnosti – pevnost, tvrdost, tažnost, vrubovou houževnatost a odolnost proti opotřebení. Během tohoto procesu dochází ke změnám struktury materiálu. Proces probíhá v devíti krocích:

- 1. krok** Předehřívací pec vytápěna plynem na 530°, která předehřívá materiál. Dochází zde ke spalování zbytků olejů.
- 2. krok** Předehřívací zóna – řízená atmosféra – endoplyn⁷ se směsí zemního plynu předehřívá materiál na 890°.
- 3. krok** Nauhličovací zóna, ve které se uhlík vsákne do materiálu. Nauhličovací zóna má 900°.

⁷ Endoplyn vzniká spalováním uhlovodíku se vzduchem.

- 4. krok** Difuzní zóna – dochází k nauhličování materiálu. Uhlík se vsakuje (difunduje) směrem k jádru.
- 5. krok** Chladicí zóna, která slouží pouze jako průchozí pozice.
- 6. krok** Kalící zóna 1 – připravuje materiál na přímé kalení (rychlé ochlazení), tak, aby neunikal uhlík zpátky ven.
- 7. krok** Kalící zóna 2 – jde o poslední komoru, která nemá žádný vliv. Materiál zde pouze projíždí při teplotě 850° - 860°.
- 8. krok** Solná lázeň. Jedná se o čistou roztavenou kalící sůl, která je vysoce jedovatá, zahřátá na 220°. Dochází k masivnímu ochlazení a vytvoření struktury materiálu, která má vysokou tvrdost. Při kalení do soli dochází k nejmenším deformacím v porovnání s ostatními kalícími prostředími.
- 9. krok** Okapávání materiálu.

Všech těchto devět kroků probíhá v jedné velké peci. Pro výrobu tohoto výrobku jsou používány dvě pece. Do jedné pece se vejde 15 zásobníků po 60 kusech. Tyto pece jsou v provozu 24 hodin denně 5 dní v týdnu. Poté je materiál převezen automatickým vozíkem na tzv. popouštěcí linku viz. Obr. 4.2.



Obr. 4.2 Schéma popouštěcí linky. Zdroj: Podnikový interní zdroj.

Popouštěcí linka je složena z dalších pěti kroků:

1. krok Ponorná lázeň – jedná se o myčku, kde se materiál ponoří do teplé vody a umyje materiál od solí.
2. krok Materiál je osprchován čistou vodou a dále ofoukán vzduchem.
3. krok Popouštěcí pec, která je elektricky vyhřívána na 180°. Nízkoteplotní popouštění způsobuje zmenšování pnutí materiálu.
4. krok Tryskací stroje, které mají ocelové kuličky o průměru 0,6 mm. Ve stroji jsou lopatky, které vrhají kuličky na výrobek, který se postupně otáčí. Trysky jsou z různých směrů a způsobují, že povrch výrobku je hladký a čistý.
5. krok Ofukovací komora – na materiálu zůstane po předchozím kroku prach, který se vzduchem ofukuje.

Následuje 2. linka (viz. Příloha 2), tedy obrábění po tepelném zpracování. Na lince je materiál rovnán. Rovnání na každém výrobku probíhá v odlišném čase, který záleží na rozsahu pokřivení. Dále je broušen na kulato. Na konci linky dochází k dohlazování povrchu materiálu. Tuto linku obsluhuje pouze jeden operátor.

Na 3. lince (viz. Příloha 3) dochází k broušení zubů a k mytí materiálu od oleje. Jako u první linky zde současně operátor obsluhuje dvě linky. Na třetí linku navazuje HEAT 2 tzv. shotpeening, kde dochází k vytvrzování povrchu a zvětšování tlakového pnutí v povrchu ozubení. K vytvrzování se používá sekaný drát, který má delší životnost než ocelové kulačky o průměru 0,8 mm, které byly používány dříve. Po umytí je materiál připraven k montáži. Shotpeening je v provozu 24 hodin denně 5 dní v týdnu.

4.2 Měření doby trvání operací

Na základě pozorování a rozhovorů s pracovníky bylo vytvořeno schéma výrobní linky, viz Obr. 4.1, na který se budeme odkazovat i v této části. Na základě vytvořeného schématu bylo nutné si uvědomit, které části linky budou měřeny, kde a jakým způsobem. Dále byla připravena tabulka s názvy operací, kde byly zapisovány časy měření. Aby bylo možné najít úzké místo, bylo třeba zjistit, jaká je výrobní kapacita jednotlivých částí výrobního procesu. Proto bylo na každé lince provedeno minimálně 10 krát za sebou

měření pomocí digitálních stopek. Abychom předešli výkyvům v měření, bylo snahou změřit linku v jeden a ten samý den, což znamená, že autorka postupně naměřila jednotlivé operace na 1. lince a následně stála na konci linky, kde naměřila celkový čas linky. Nejprve tedy byly změřeny časy jednotlivých operací. Jedná se o časy obrábění, tzn. od doby, kdy stroj uchopí výrobek a začne obrábět, do doby než výrobek pustí. Jak už bylo zmíněno výše, výrobní podnik vyrábí 6 druhů výrobků na hale TM1. U každého výrobku se obrábění liší, ale jedná se o rozdíl desetin vteřin, takže pro zjednodušení výpočtu budeme používat průměrný jednotný čas pro všechny výrobky. Dále byl změřen čas linky, který je v podniku nazýván jako tzv. cycle time. Tento čas měří dobu vyhotovení dvou po sobě jdoucích vyrobených kusů na konci linky. V příloze 4 jsou uvedeny jednotlivé naměřené časy a jejich průměry.

4.3 Zpracování dat z provedeného měření

Záměrem bylo změřit jednotlivé časy trvání operací, cyklový čas a vypočítat možnou výrobní kapacitu. Pro výpočet vyrobených kusů za den se počítá se třemi směnami, přičemž jedna směna (bez přestávek) trvá 7,25 hodin. Na směny se pracuje na první, druhé a třetí lince, avšak na HEAT 1 a HEAT 2 se pracuje nepřetržitě 24 hodin. Po celkovém měření autorka práce zjistila, že nejdůležitější pro výpočet je cycle time.

Tabulka 4.1 shrnuje průměrné naměřené časy, cycle time jednotlivých úseků i počet vyrobených výrobků za den. Pokud se podíváme do tabulky, můžeme vidět, že cycle time je dán časem nejpomalejšího stroje, tzn., že na 1. lince je nejpomalejší operace A, tudíž cycle time je dán časem 35,62 s. Avšak naměřený cycle time je vyšší, neboť obsahuje i dobu trvání předání výrobku z jedné operace na druhou. Proto je trvání výsledného cycle time ve výši 37,60 s. Časy posunu nebyly změřeny, ale zjištěny nepřimo.

Tab. 4.1 Výsledky z provedeného měření. Zdroj: Vlastní zpracování.

	Operace	Název	Průměrný čas obrábění
1. linka	A	Frézování	35,62 s
	B	Válcování drážkování	30,18 s
	C	Odjehlení frézovaných zubů	20,95 s
	Cycle time		37,60 s
	Výrobní kapacita		2082 ks/den
↓			
HEAT 1	Cycle time		32 min/zásobník
	Výrobní kapacita		1533 ks/den
↓			
2. linka	D	Rovnění	21,24 s
	E	Broušení na kulato	27,37 s
	F	Broušení na kulato	26,56 s
	G	Broušení na kulato	27,33 s
	H	Broušení na kulato	27,29 s
	I	Dohlazování povrchu	15,40 s
	Cycle time		38,94 s
Výrobní kapacita		2010 ks/den	
↓			
3. linka	J	Broušení zubů	30,28 s
	K	Myčka	x
	Cycle time		43,07 s
Výrobní kapacita		1815 ks/den	
↓			
HEAT2	Cycle time		37,72 s
	Výrobní kapacita		2280 ks/den

Pokud bychom sečetli časy jednotlivých operací a také časy posunu výrobku, zjistíme čas výroby jednoho výrobku. Toto měření by bylo komplikované v tom smyslu, že bychom museli označit jeden výrobek a začít měřit v okamžiku, kdy se výrobek začne obrábět na první lince a přestat měřit v okamžiku, kdy označený výrobek projde poslední operací na lince. Připomeňme, že 1. linka je dlouhý pás, který je složen ze tří operací, které na sebe navzájem navazují. Každá operace má rozdílný čas obrábění. Jestliže stroj vyrábí delší dobu než ten předchozí, dochází k tomu, že výrobky čekají v řadě za sebou.

V tabulce je také uvedena výrobní kapacita. Je tím myšleno, kolik je linka schopna vyrobit výrobků za den. V tomto kroku bude vysvětleno, jak autorka došla k výpočtu:

1. linka – linka obrábění před tepelným zpracováním má cycle time 37,60 s:

$$3\ 600\ s : 37,60\ s = 95,75\ ks / hod$$
$$95,75 \cdot 7,25\ hodin = 694\ ks / směna$$

Výrobní podnik vyrábí v třísměnném provozu, tudíž:

$$694 \cdot 3\ směny = 2\ 082\ ks/den.$$

HEAT 1 – tento výpočet je komplikovanější v tom, že do pece se vejde 15 zásobníků, ale ne všechny obsahují sledovaný výrobek X. Proto bylo využito výkazů z výroby za předcházející dva měsíce. Bylo zjištěno, že v průměru se za den vyrobí 18 zásobníků výrobku X po 60 kusech. Tepelné zpracování probíhá ve dvou pecích. Budeme tedy počítat takto:

$$18\ zásobníků \cdot 60\ ks = 1\ 080\ ks / den$$
$$1\ 080\ ks \cdot 2\ pece = 2\ 160\ ks / den.$$

Avšak tyto pece zpracovávají výrobek X pro TM1 i pro TM2. Z hodnot sledovaných za jeden měsíc bylo zjištěno, že průměrně 71 % výrobků vyrobených za den je vyrobeno pro TM1 a 29 % výrobků pro TM2. Tudíž počet výrobků vyrábějící pro TM1 je:

$$2\ 160\ ks \cdot 0,71 = 1\ 533\ ks / den.$$

2. linka – linka obrábění po tepelném zpracování má cycle time 38,94 s:

$$3\ 600\ s / 38,94\ s = 92,44\ ks / hod$$
$$92,44 \cdot 7,25\ hodin = 670\ ks / směna$$
$$670\ ks \cdot 3\ směny = 2\ 010\ ks / den.$$

3. linka – linka broušení zubů má cycle time 43,07 s:

$$3\ 600\ s / 43,07\ s = 83,58\ ks / hod$$
$$83,58 \cdot 7,25\ hodin = 605\ ks / směna$$
$$605 \cdot 3\ směny = 1\ 815\ ks / den$$

HEAT 2 – shotpeening má cycle time 37,72 s:

$$3\,600\text{ s} / 37,72\text{ s} = 95\text{ ks} / \text{hod}$$

$$95 \cdot 24\text{ hodin} = 2\,280\text{ ks} / \text{den}.$$

4.4 Nalezení úzkého místa

Z měření vyplývá, že úzkým místem je úsek HEAT 1, tedy proces tepelného zpracování 1. linka vyrábí 2 082 ks výrobků za den, ale navazující úsek HEAT 1 dokáže opracovat pouze 1 533 ks, což znamená, že 549 ks výrobků se v ten den neopravuje a čeká. Podnik má k dispozici také doporučené časy od výrobce, na základě kterých podnik počítá při plánování výroby. Tab. 4.2 porovnává tyto plánované časy s časy, které byly ve skutečnosti naměřeny.

Tab. 4.2 Porovnání plánovaných a skutečně naměřených časů. *Zdroj: Vlastní zpracování.*

Linka	Plánovaný čas	Naměřený čas
1. linka	39 s	37,60 s
HEAT 1	32 min	32 min
2. linka	42 s	38,94 s
3. linka	42 s	43,07 s
HEAT 2	42 s	37,72 s

Lze vidět, že podnik je schopný vyrábět rychleji, ale tyto časy může snižovat pouze do chvíle, dokud nebude docházet k vysoké zmetkovitosti výrobků. Vyšší naměřený čas oproti nastavovacímu času je pouze na 3. lince. Je to způsobeno zastaráním stroje, tzv. myčky, která myje pomaleji a nezvládá plnit úlohy včas.

4.5 Závěry z analýzy

Z vypočítané výrobní kapacity je patrné, že linky nejsou synchronizované, což způsobuje, že výrobní proces není plynulý a na některých místech ve výrobě musí výrobky čekat nebo je jich naopak nedostatek. Jako nejpomalejší místo ve výrobě, tedy úzké místo, se ukázal proces tepelného zpracování. Nevýhodou je, že cycle time procesu tepelného zpracování nejde zkrátit. Proto je nutné zvážit vhodné cesty vedoucí ke sladění výrobních procesů.

Nalezené úzké místo se nyní také potýká s problémy s generátory pecí, což znamená, že pokud dojde k tomuto problému, pec se musí vypnout a s opravou se musí čekat až na její vychladnutí. Tudíž pece, které jsou v provozu, musí kalit i výrobky, které jsou určeny pro jinou pec. Dochází k tomu, že před úsekem tepelného zpracování se hromadí množství výrobků čekající na kalení. Výrobky není kam dávat, neboť nejsou vytvořeny mezisklady. Může se tak stát, že jsou kaleny výrobky v jiném pořadí, než je priorita objednávek.

K dalším zjištěným problémům patří rozmístění výrobních linek. Pro autorku bylo velice obtížné se vyznat na výrobní hale a najít linky, kterých se měření týkalo. Bylo překvapující, že stejné problémy měli i samotní operátoři, kteří linky obsluhovali. Složitá organizace uspořádání linek tak může vést k chybovosti pracovníků a především ke zbytečné manipulaci s materiálem. Velká rozptýlenost činností pro zajištění celé výroby mezi pracovníky také způsobuje neznalost komplexního fungování podniku.

5 Doporučení ke zlepšení

Cílem této diplomové práce bylo nalézt úzké místo a navrhnout cesty ke zlepšení. V předchozí části bylo nalezeno úzké místo na úseku HEAT 1, tedy na procesu tepelného zpracování. Z měření vyplynulo, že právě tento proces je nejpomalejším místem ve výrobě, který snižuje plynulost chodu výroby. Vyřešení odstranění úzkého místa je velice komplikované, neboť cycle time procesu tepelného zpracování nejde zrychlit. Proto je nutné zvážit cesty ke zlepšení v případě, kdy výrobu podřídíme úzkému místu. Další návrhy povedou ke zlepšení situace na úzkém místě a optimalizaci celého výrobního procesu.

5.1 Návrhy na změnu pracovních režimů

Nejprve tedy zkusíme uvést, k jakým změnám by muselo dojít, kdybychom chtěli zredukovat zásoby a sladit výrobní linky. Ke zvážení připadají tyto možnosti:

- 1) Zastavení linky obrábění před tepelným zpracováním.
- 2) Dvousměnný provoz na lince obrábění před tepelným zpracováním.
- 3) Kombinace třisměnného a dvousměnného provozu na 1. lince.

5.1.1 Zastavení 1. linky

Jak bylo uvedeno v Tab. 4.1, 1. linka je schopna vyrobit o 549 ks výrobků za den navíc než navazující úsek. Pokud budeme počítat, že měsíc má 20 pracovních dní, tento rozdíl už je 10 980 ks výrobků.

Za měsíc je tedy HEAT 1 schopen vyrobit 30 660 ks výrobků. V Tab. 5.1 je propočtené množství výrobků vyrobené na 1. lince za měsíc v případě, kdy linku zastavíme na 1, 2, 3, 4, 5 a 6 dní. Pokud bychom tedy zastavili linku na 5 dní, vyrábělo by se pouze 570 ks výrobků měsíčně navíc, které by mohly sloužit jako zásoba v případě nečekaných událostí. Došlo by také k ušetření energie a operátoři, kteří obsluhují tuto linku, mohou být přesunuti na jinou linku. V době zastavení linky může docházet k údržbě, která je pro výrobu kvalitních výrobků nezbytná.

Tab. 5.1 Výroba v případě zastavení linky na 1. úseku. Zdroj: Vlastní zpracování.

Počet kusů (ks/den)	Počet dnů (dny/měsíc)	Vyrobené množství (ks)
2 082	20	41 640
2 082	19	39 558
2082	18	37 476
2 082	17	35 394
2 082	16	33 312
2 082	15	31 230
2 082	14	29 148

5.1.2 Dvousměnný provoz 1. linky

Možným řešením se jeví zkrácení provozu na 1. lince z třisměnného na dvousměnný. Výpočet by tedy vypadal takto:

$$3\,600\text{ s} : 37,60\text{ s}^{\delta} = 95,75\text{ ks} / \text{hod}$$

$$95,75 \cdot 7,25\text{ hodin} = 694\text{ ks} / \text{směna}$$

$$694 \cdot 2\text{ směny} = 1\,388\text{ ks/den.}$$

Zkrácením provozu jsme docílili toho, že namísto počtu 2 082 ks vyrobených za den v třisměnném provozu, vyrobíme 1 388 ks výrobků za den. Avšak naše úzké místo je schopno zakalit 1 533 ks, což znamená, že 145 ks ($1\,533 - 2\,082 = 145$) nám chybí k plynulosti výroby. Je tedy na místě navrhnout, že tento chybějící počet výrobků lze vyrobit za dobu, tzv. přesčasů. V našem případě by se jednalo o:

$$145\text{ ks} \cdot 37,60\text{ s} = 5\,452\text{ s} / \text{den}$$

$$5\,452\text{ s} : 3\,600\text{ s} = 1,514\text{ hod přesčasů} / \text{den.}$$

Pracovník by tedy odpracoval 30,28 hodin měsíčně navíc, což je poměrně hodně. Proto by bylo lepší vymyslet variantu kombinace třisměnného a dvousměnného provozu.

⁸ Naměřený čas linky

5.1.3 Kombinace třisměnného a dvousměnného provozu na 1. lince

Z předcházejícího kroku vyplynulo, že v úvahu připadá vymyslet variantu kombinace třisměnného a dvousměnného provozu. Stále počítáme s tím, že v měsíci je 20 pracovních dní, takže by možné kombinace vypadaly takto:

$$\begin{aligned} 16 \text{ dní dvousměnného provozu:} & \quad 16 \text{ dní} \cdot 1\,388 \text{ ks}^9 = 22\,208 \text{ ks} \\ 4 \text{ dny třisměnného provozu:} & \quad 4 \text{ dny} \cdot 2\,082 \text{ ks}^{10} = 8\,328 \text{ ks} \\ \text{Celkové vyrobené množství:} & \quad 22\,208 + 8\,328 = 30\,536 \text{ ks / měsíc} \end{aligned}$$

V případě této kombinace nám stále chybí vyrobit 124 ks výrobků, které bychom museli ještě naplánovat vyrobit. Proto bude lepší, když přidáme další den v třisměnném provozu a množství výrobků, které bude vyrobeno navíc, použijeme jako zásobu na pokrytí nečekaných výpadků:

$$\begin{aligned} 15 \text{ dní dvousměnného provozu:} & \quad 15 \text{ dní} \cdot 1\,388 \text{ ks} = 20\,820 \text{ ks} \\ 5 \text{ dní třisměnného provozu:} & \quad 5 \text{ dní} \cdot 2\,082 \text{ ks} = 10\,410 \text{ ks} \\ \text{Celkové vyrobené množství:} & \quad 20\,820 + 10\,410 = 31\,230 \text{ ks / měsíc} \end{aligned}$$

5.1.4 Porovnání variant změn

V tomto bodě jsou graficky znázorněny výrobní linky a jejich měsíční výrobní kapacity. Na obrázku je také vyobrazeno množství výrobků, na které následující linka nemá dostatečnou kapacitu a toto množství slouží jako zásoba, nebo naopak může vyrobit více výrobků než kolik je předchozí linka schopna vyrobit.

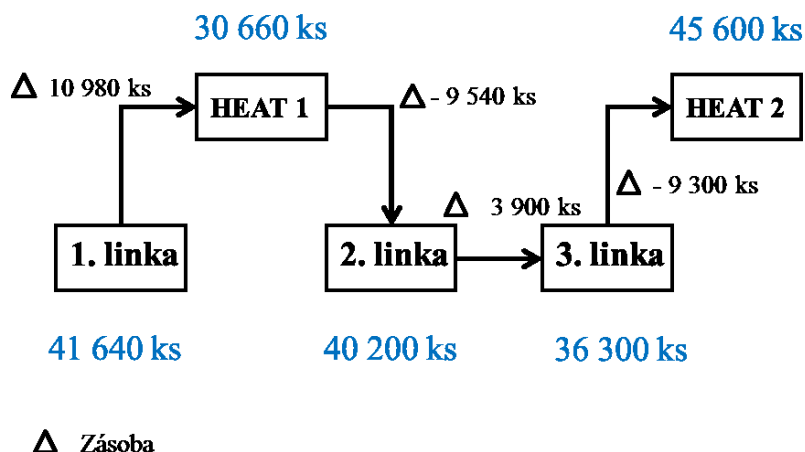
5.1.4.1 Původní varianta

Obr. 5.1 zobrazuje původní kapacitu výrobních linek. Na 1., 2. a 3. lince probíhá výroba 20 dní v měsíci v třisměnném provozu. Úseky HEAT 1 a HEAT 2 probíhají také 20 dní v měsíci, ale nepřetržitě 24 hodin denně. Obrázek jasně ukazuje nesynchronizaci linek,

⁹ Množství kusů vyrobené za den v případě dvousměnného provozu.

¹⁰ Množství kusů vyrobené za den v případě třisměnného provozu.

a to, že HEAT 1 je nejpomalejším místem ve výrobě. Proto je nutné výrobní proces sladit tak, aby byla zajištěna plynulost výroby. Zobrazení jednotlivých změn bude vycházet z předešlých výpočtů. Ve výpočtech především docházelo ke změnám v odpracovaných dnech za měsíc a ke změnám ve směnovém provozu.



Obr. 5.1 Původní výrobní kapacita za měsíc. Zdroj: Vlastní zpracování.

5.1.4.2 Zvýšení kapacity úzkého místa

Obr. 5.2 zachycuje provedené změny ve výrobní kapacitě provedené na HEAT 1, HEAT 2 a na 3. výrobní lince. Na HEAT 1 došlo ke zvýšení měsíční výrobní kapacity tím, že byly přidány odpracované pracovní dny i o víkendu. Nešlo by tedy o původních 20 odpracovaných dní, ale 27 dní. Tedy $1\,533\text{ ks} \cdot 27\text{ dní} = 41\,391\text{ ks}$ výrobků / měsíc. Je zřejmé, že pokud by nedošlo k dalším změnám, úzké místo by se posunulo na 3. výrobní linku. Proto i tato linka musí odpracovat 3 dny v měsíci o víkendu. Z výpočtů nejlépe vyplynula kombinace třisměnného s dvousměnného provozu, kdy stroj vyrobí za 3 směny 1 815 ks/den a za 2 směny 1 210 ks/den. Proto zvolíme kombinaci:

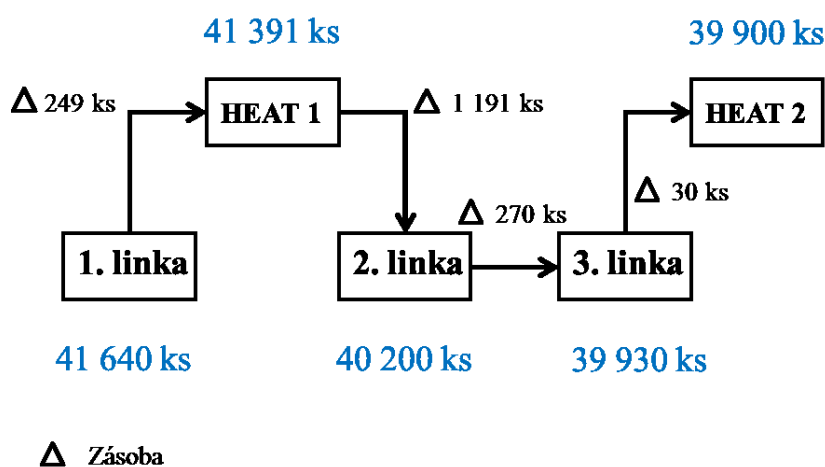
3 dny dvousměnného provozu: $3\text{ dny} \cdot 1\,210\text{ ks} = 3\,630\text{ ks}$
 20 dní třisměnného provozu: $20\text{ dní} \cdot 1\,815\text{ ks} = 36\,300\text{ ks}$
 Celkové vyrobené množství: $3\,630 + 36\,300 = 39\,930\text{ ks} / \text{měsíc}$.

Naopak HEAT 2 dokáže pracovat rychleji než předchozí úseky, proto stačí, když bude vyrábět pouze 17 dní v měsíci, tedy $2\,280\text{ ks} \cdot 17\text{ dní} = 38\,760\text{ ks} / \text{měsíc}$. HEAT 2 pracuje 24 hodin denně, takže pokud bychom pec nechali pracovat ještě 12 hodin, docílili bychom toho, že bychom vyrobili 39 900 ks. Protože pokud se podíváme na kapitolu 4.3, pec vyrobí 95 ks / hod. Takže konečný výpočet může vypadat takto:

$$2\,280\text{ ks} \cdot 17\text{ dní} = 38\,760\text{ ks}$$

$$95\text{ ks} \cdot 12\text{ hod} = 1\,140\text{ ks}$$

$$38\,760 + 1\,140 = 39\,900\text{ ks} / \text{měsíc.}$$



Obr. 5.2 Zobrazení změny při zvýšení výrobní kapacity na HEAT 1. Zdroj: Vlastní zpracování.

5.1.4.3 Podřízení výroby úzkému místu

Naopak Obr. 5.3 ukazuje výrobní kapacitu za podmínek, kdy je výroba podřízena úzkému místu, tedy HEAT 1. Výpočet 1. linky vychází z bodu 5.1.3, kde byla vypočítána kombinace směn takto:

15 dní dvousměnného provozu: $15\text{ dní} \cdot 1\,388\text{ ks} = 20\,820\text{ ks}$
 5 dní třísměnného provozu: $5\text{ dní} \cdot 2\,082\text{ ks} = 10\,410\text{ ks}$
 Celkové vyrobené množství: $20\,820 + 10\,410 = 31\,230\text{ ks} / \text{měsíc.}$

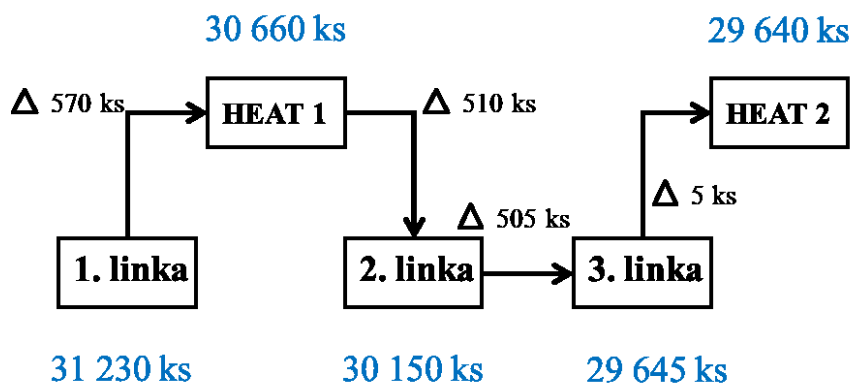
HEAT 1 zůstává za neměnných podmínek. Na 2. lince se také pracuje s kombinacemi směn, kdy se za 3 směny vyrobí 2 010 ks/den a za 2 směny 1 340 ks/den:

3 dny dvousměnného provozu: $3 \text{ dny} \cdot 1\,340 \text{ ks} = 4\,020 \text{ ks}$
 13 dní třisměnného provozu: $13 \text{ dní} \cdot 2\,010 \text{ ks} = 26\,130 \text{ ks}$
 Celkové vyrobené množství: $4\,020 + 26\,130 = 30\,150 \text{ ks} / \text{měsíc}.$

Na 3. lince se bude vyrábět v kombinaci, kdy se za 3 směny vyrobí 1 815 ks/den a za 2 směny 1 210 ks/den:

2 dny dvousměnného provozu: $2 \text{ dny} \cdot 1\,210 \text{ ks} = 2\,420 \text{ ks}$
 15 dní třisměnného provozu: $15 \text{ dní} \cdot 1\,815 \text{ ks} = 27\,225 \text{ ks}$
 Celkové vyrobené množství: $2\,420 + 27\,225 = 29\,645 \text{ ks} / \text{měsíc}.$

Ke zkrácení výroby dojde také na HEAT 2, kdy se bude vyrábět 13 dní \cdot 2 280 ks = 29 640 ks / měsíc.



Δ Zásoba

Obr. 5.3 Zobrazení změny za podmínek podřízení výroby úzkému místu. Zdroj: Vlastní zpracování.

Z naznačených změn je patrné, že pokud podřídíme výrobu výrobní kapacitě úzkého místa, vyrobíme $45\,600 - 29\,640 = 15\,960 \text{ ks}$ sledovaného výrobku, který prošel celým výrobním procesem méně než v původní variantě. Může to způsobit, že podnik nebude schopen vyrobit zákazníky objednané množství výrobků.

5.2 Vytvoření zásoby za úzkým místem

Další možností je také vytvoření zásoby výrobků, které už prošly tepelným zpracováním, tedy úzkým místem. V tomto bodě budeme stále vycházet z Tab. 4.1, kde odečtením kusů vyrobených za den na 2. úseku a kusů vyrobených na HEAT 1, zjistíme, že 477 ks chybí k plynulosti výroby. Musíme uvažovat, že peci procházejí výrobky v zásobnících po 60 kusech, tudíž kdybychom udržovali denní zásobu kusů výrobků po tepelném zpracování ve výši 8 zásobníků, budeme mít k dispozici 480 ks, které odstraní čekání na výrobky procházející tepelným zpracováním. Na zamyšlení tedy zůstává, kdy naplánovat výrobu této zásoby.

5.3 Návrh změny pravidelné údržby

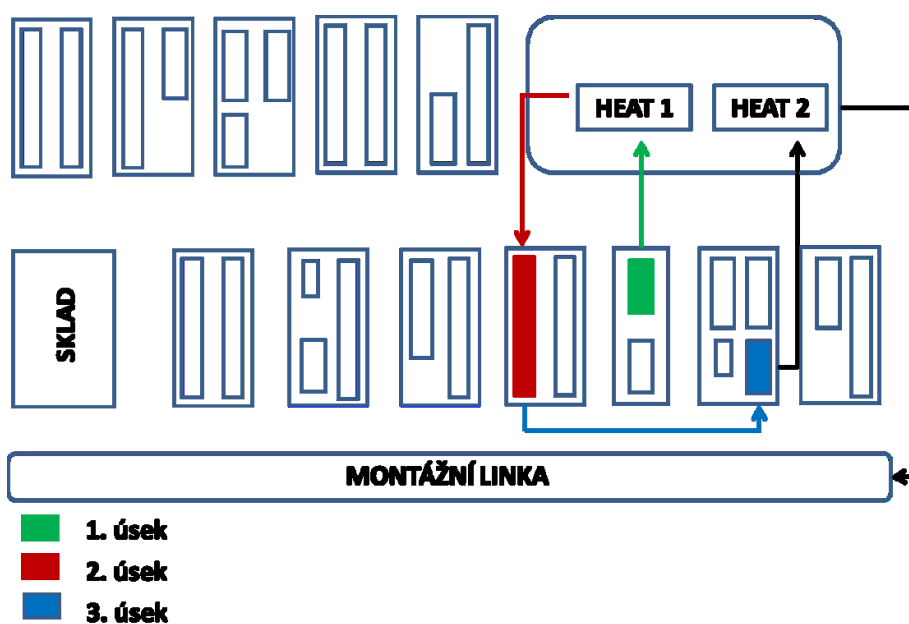
Jelikož na lince tepelného zpracování dochází k poruchám generátorů, je tedy na místě se zeptat, zda-li by k těmto chybám docházelo v případě změny pravidelné údržby? Na lince se nyní provádí preventivní údržba a generální opravy zařízení (pecí a generátorů) v těchto frekvencích:

- 1 x měsíčně se provádí vypalování pece. Důvodem je vyčištění od sazí. Tato údržba trvá zhruba 6 hodin, ke kterým je nutné přičíst 40 hodin, během kterých dochází k nauhličování, tedy tvorbě atmosféry.
- 1 x měsíčně se vypalují generátory. Důvod je stejný jako u vypalování pecí. Trvání 24 hodin + 12 hodin nauhličování.
- 1 x za 6 měsíců se kontrolují kritické části pece, např. dveře, ventilátory, těsnění, manipulátory atd. v trvání 48 hodin + 70 hodin nahřívání + 88 hodin nauhličování. Dále části u generátorů jako např. katalyzátor, primární chladič, dmýchadlo atd., které trvá 48 hodin + 80 hodin nahřívání + 12 hodin nauhličování.
- 1 x ročně dochází ke generální opravě pece. Doba odstávky včetně chladnutí a najíždění trvá zhruba 2 měsíce.

Z nedostatku informací není autorka schopna posoudit, jak často a jakým způsobem by měly údržby probíhat. Údržby by se měly provádět tehdy, kdy nebudou brzdit výrobu, tudíž by bylo vhodné ji naplánovat na víkendy.

5.4 Návrh změny prostorového uspořádání

Během pobytu v podniku se objevily i další možnosti, jak proces výroby zefektivnit. Především se to týká zaměstnanců a uspořádání výrobních linek, jak ukazuje Obr. 5.1. Obdélníky znázorňují pracoviště a jejich linky. Obrázek se soustřeďuje především na výrobní linky sledovaného výrobku X a na cestu tohoto výrobku od 1. výrobního úseku až po finální montáž.



Obr. 5.4 Uspořádání linek. Zdroj: Vlastní zpracování.

Pokud se zde člověk nepohybuje často, nebo pokud zde nastoupí nový pracovník, je z pohledu autorky toto uspořádání poměrně nepřehledné. Dokonce došlo k tomu, že při ukončení měření na 2. úseku byl problém nalézt 3. úsek. Důkazem nízké informovanosti zaměstnanců o ostatních procesech je fakt, že hledaný úsek nebyl schopen nalézt ani operátor vedlejší linky. Pokud by bylo uspořádání linek postupně za sebou, nedocházelo by ke zbytečné manipulaci s materiálem a zbytečnému hledání. Avšak přeorganizování linek není tak jednoduché s ohledem na další výrobní linky, které také vcházejí do HEAT 1 a HEAT 2.

5.5 Zaškolení pracovníků ve výrobě

S ohledem na velikost podniku jsou pracovní úkony rozděleny mezi větší počet pracovníků. Při nástupu zaměstnance přijatého na vyšší pozici, nastupuje přímo na toto místo, aniž by se seznámil s činnostmi ve výrobě. Existuje tak riziko, že pracovníci nemají komplexní informace o výrobních procesech. Lze tedy do budoucna uvažovat o tom, aby si nově přijatí zaměstnanci zkusili i činnost operátorů alespoň na dva týdny. Pracovní zkušenost u linek by umožnila rozšířit si znalosti, přehled a tím pádem i představu o efektivnějším rozhodování při změnách pracovních úkonů nebo kladení náročnějších požadavků.

6 Závěr

Diplomová práce byla zpracována ve výrobním podniku v České republice se zahraničním vlastnictvím. Tento podnik je rozdělen na základní části, které tvoří lisovna, svařovna, lakovna, finální montáž a výroba převodovek. Zájem byl soustředěn na halu, kde se vyrábějí převodovky. Cílem diplomové práce bylo navrhnout zlepšení procesů na výrobní lince, která vyrábí komponenty do převodovek. Aby bylo možno dosáhnout tohoto cíle, bylo nutné nalézt úzké místo ve výrobě, které brání plynulosti výrobního procesu.

Diplomová práce je postupně rozdělena tak, aby z počátku nastínila teoretické principy opírající se především o teorii úzkého místa, metody stanovení spotřeby času a pojmy jako je takt a rytmus linky, synchronizace, výrobní kapacita apod. Díky teorii bylo umožněno poznat problematiku do hloubky a ujasnit si představu o krocích, které musely být provedeny k získání dat.

Prvotním úkolem bylo se seznámit s chodem podniku, s pracovníky, s rozdělením činností a odpovědností. Autorka tak věděla na koho se v jaké oblasti obrátit. Při řízení výroby bylo nutné poznat řízení a plánování logistického procesu, který autorce vysvětlil Specialista v oddělení řízení výroby. Hlavním úkolem řízení výroby je plánovat na základě požadavků od zákazníků, které modely se budou vyrábět. Na základě toho objednávají materiál a zajišťují kompletní logistiku. Především jde o soustavnou komunikaci a spolupráci s oddělením kvality, výroby či údržby a zastřešit tak celý výrobní proces. Jak se uvádí v literatuře, jde o to, dostat správnou věc, na správné místo, ve správný čas, ve správném množství a to s minimálním vynaložením nákladů.

Dalším krokem bylo pochopit výrobní proces. S pomocí pracovníka na pozici Junior Specialista mohla autorka vytvořit schéma výrobní linky. Výroba sledovaného výrobku probíhá na třech pásových linkách, kde dochází k obrábění jednotlivých částí výrobku, a ve dvou pecích zvaných HEAT 1 a HEAT 2. HEAT 1 je proces tepelného zpracování. Jedná se o postupy, při nichž je materiál záměrně ohříván a ochlazován určitým způsobem tak, aby získal požadované mechanické vlastnosti (pevnost, tvrdost, tažnost, vrubovou houževnatost a odolnost proti opotřebení). Během tohoto procesu dochází ke změnám struktury materiálu. Na HEAT 2 dochází k vytvrzování povrchu a zvětšování tlakového

pnutí v povrchu ozubení. Nejtěžší bylo pochopit, jak jednotlivé kroky působí na výrobek, jak postupně mění jeho vzhled, funkce a parametry.

Dále bylo nutné zjistit výrobní kapacitu jednotlivých linek. K tomu autorka potřebovala změřit čas linky, který udává dobu výroby mezi dvěma výrobky. Na základě schématu výrobní linky byl vytvořen formulář, kde se zapisovaly jednotlivé naměřené časy. Měření probíhalo s použitím digitálních stopek tak, že nejprve byly změřeny časy obrábění jednotlivých operací a pak časy linky. Autorka tak postupně měřila od začátku až po konec linky. Každé měření probíhalo desetkrát, a to vždy na jedné lince ve stejný den. Pásové linky jsou sestrojeny tak, že jde vidět, kdy a jak stroj uchopí a obrábí výrobek. Tím bylo měření zjednodušeno. Měření bylo obtížné provést na procesu tepelného zpracování, protože jednak do pece nejde vidět, a jednak proto, že se do pece vejde více zásobníků s jinými druhy výrobků než pouze ten sledovaný. Proto bylo použito výkazů z výroby za předcházející dva měsíce, které umožnily zjistit průměrný počet vyrobených výrobků.

Výsledkem měření byly časy jednotlivých operací a především časy linek, které byly nezbytné pro výpočet výrobní kapacity. Na základě těchto výrobních kapacit jsme určili úzké místo ve výrobě. Z měření vyplynulo, že HEAT 1, tedy proces tepelného zpracování, je nejpomalejším místem ve výrobě, který snižuje plynulost chodu výroby. Tento proces s porovnáním s ostatními měl nejnižší výrobní kapacitu.

Poslední část této práce se věnuje doporučením ke zlepšení. Doporučení bylo soustředěno na optimalizaci výrobního procesu a na redukci zbytečných zásob. Byly provedeny výpočty, které se opíraly o změnu směnového provozu, tudíž o kombinace třisměnného a dvousměnného provozu. Tato změna byla provedena za předpokladu, kdyby se výroba podřídila úzkému místu nebo naopak, kdyby snahou bylo vytížit úzké místo.

V případě zvýšení kapacity úzkého místa návrh vypadá takto:

- 1. linka by mohla vyrábět za neměnných podmínek, tudíž 20 dní s měsíci v třisměnném provozu,
- HEAT 1 by byl v provozu celkově 27 dní v měsíci, tedy i o víkendech,
- 2. linka by také vyráběla za neměnných podmínek,

- 3. linka by mohla vyrábět původních 20 dní v měsíci v třisměnném provozu, ale také navíc 3 dny v měsíci pouze v dvousměnném provozu,
- HEAT 2 postačí, aby byl v provozu 17 dní a 12 hodin.

Tím, že bude HEAT 1 v provozu i o víkendu, bude mít pec stále stejnou požadovanou teplotu, a tím se eliminuje čas na čekání, než se pec znovu zahřeje. Ve srovnání s původní variantou by se také držela optimální zásoba mezi jednotlivými linkami především po úzkém místě.

V případě podřízení výroby úzkému místu vypadá návrh takto:

- 1. linka by mohla vyrábět pouze 5 dní v třisměnném provozu a 15 dní v dvousměnném provozu,
- HEAT 1 by zůstal za neměnných podmínek, tudíž by kalil 20 dní v měsíci 24 hodin denně,
- 2. linka by mohla vyrábět v kombinaci směn, a to 13 dní v třisměnném provozu a 3 dny v dvousměnném provozu,
- 3. linka by mohla vyrábět pouze 15 dní v třisměnném provozu a 2 dny v dvousměnném provozu,
- HEAT 2 by mohl být v provozu 13 dní.

Opět by výroba byla sladěna, a také by došlo k redukci zásob. Avšak je nutné posuzovat varianty podle toho, jaké jsou priority a jaká je poptávka.

K dalším zjištěným problémům patří rozmístění výrobních linek. Pro autorku bylo velice obtížné se vyznat na výrobní hale a najít linky, kterých se měření týkalo. Bylo překvapující, že stejné problémy měli i samotní operátoři, kteří linky obsluhovali. Složitá organizace uspořádání linek tak může vést k chybovosti pracovníků a především ke zbytečné manipulaci s materiálem. Velká rozptýlenost činností pro zajištění celé výroby mezi pracovníky také způsobuje neznalost komplexního fungování podniku. Proto dalším doporučením je změnit prostorové uspořádání linek a proškolení pracovníků. Především zaměstnanci na vyšších pozicích by si měli vyzkoušet i činnosti ve výrobě alespoň na dva

týdny. Pracovní zkušenost u linek by umožnila získat přehled o pracovních úkonech a tedy i reálnější rozhodování o změnách či kladení náročnějších požadavků.

Návrhy jsou rámcové a záleží na vedení podniku, jak bude zjištěné úzké místo řešit. V diplomové práci byly navrženy náměty na zlepšení a je na podniku, aby posoudil jejich proveditelnost v praxi. Nicméně tato zkušenost autorce umožnila získat celistvý pohled na chod výrobního podniku a vyzkoušet aplikovat teoretické principy získané studiem v praxi.

Seznam použité literatury

BASL, Josef a Pavel MAJER. *Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0613-X.

BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy: Podnik v informační společnosti*. 3. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012. 328 s. ISBN 978-80-247-4307-3.

BLECHARZ, Pavel. *Řízení kvality*. Praha: Ekopress, s.r.o., 2011. 122 s. ISBN 978-80-86929-75-0.

KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 978-80-868-5138-9.

MACUROVÁ, Pavla. *Analýza stupně synchronizace linky a přidávání hodnoty*. Učební materiál z předmětu Logistika C.

MACUROVÁ, Pavla. *Logistika II*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2010. 120 s. ISBN 978-80-248-2239-6.

MACUROVÁ, Pavla a Naděžda KLABUSAYOVÁ. *Praktikum z logistického managementu*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2002. 229 s. ISBN 80-248-0104-3.

MACUROVÁ, Pavla. *Řízení jakosti B*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2012. 168 s. ISBN 978-80-248-1720-0.

MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, s.r.o., 2003. 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

NOORI, Hamid a Russell RADFORD. *Production and operations management*. New York: McGRAW-HILL, Inc., 1995. 676 s. ISBN 0-07-912037-7.

SKULA, Libor. *Manuální převodovky motorových vozidel*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství.

SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. *Podniková ekonomika*. 5. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010. 498 s. ISBN 978-80-7400-336-3.

ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. 1. vyd. Praha: C.H. Beck, 2007. 227 s. ISBN 978-80-7179-534-6.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

Co je to převodovka. Únor 2014 [online]. [cit. 24. 2. 2014]. Dostupné z: <http://kabinet.fyzika.net/aplety/prevodovka/prevodovka.htm>

Seznam zkratek

JIS	Just in sequence
JIT	Just in time
min.	minimálně
MRP	materiálové plánování
SAP	podnikový informační systém
SCM	řízení dodavatelského řetězce
SMED	Single Minutes Exchange of Die
TOC	teorie omezení
TM	výrobní hala převodovek

Seznam obrázků

Obr. 2.1	Takt linky
Obr. 3.1	Organizační struktura zkoumaného výrobního oddělení
Obr. 3.2	Převodovka
Obr. 3.3	Tok dodaného materiálu
Obr. 3.4	Vytvoření objednávky
Obr. 3.5	Způsob dodávky
Obr. 4.1	Linka obrábění
Obr. 4.2	Schéma popouštěcí linky
Obr. 5.1	Původní výrobní kapacita za měsíc
Obr. 5.2	Zobrazení změny při zvýšení výrobní kapacity na HEAT 1
Obr. 5.3	Zobrazení změny za podmínek podřízení výroby úzkému místu
Obr. 5.4	Uspořádání linek

Seznam tabulek

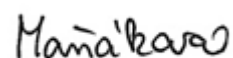
Tab. 4.1	Výsledky z provedeného měření
Tab. 4.2	Porovnání plánovaných a skutečně naměřených časů
Tab. 5.1	Výroba v případě zastavení linky na 1. úseku

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 24.4.2014

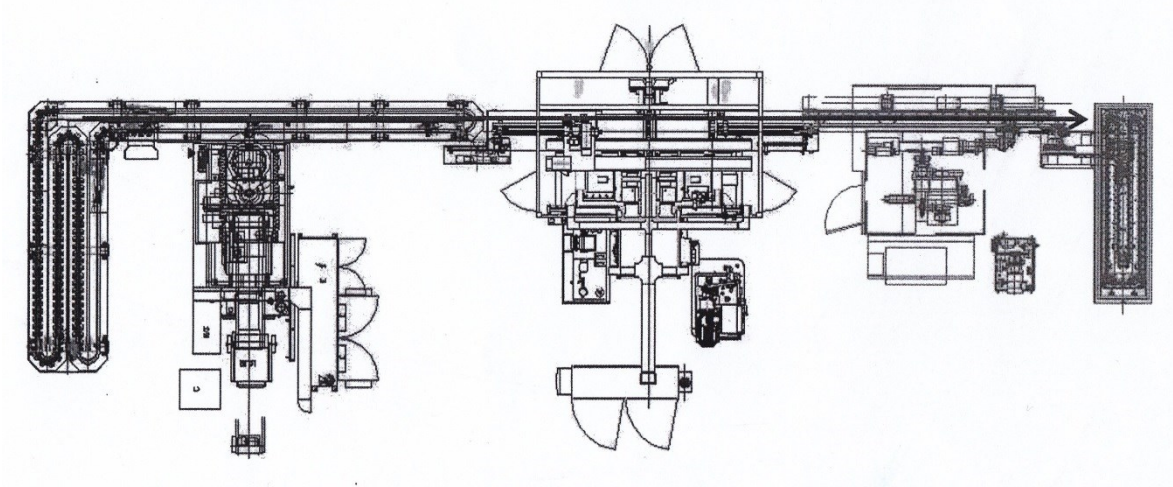


Irena Maňáková

Seznam příloh

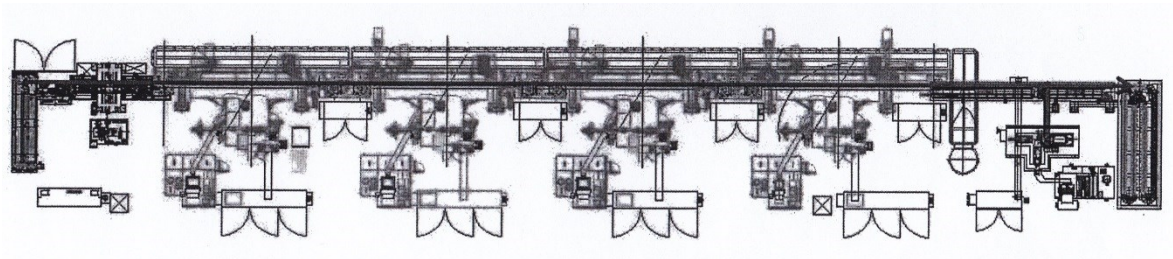
- Příloha 1: 1. výrobní linka
- Příloha 2: 2. výrobní linka
- Příloha 3: 3. výrobní linka
- Příloha 4: Naměřené časy dob trvání operací

Příloha 1 1. výrobní linka



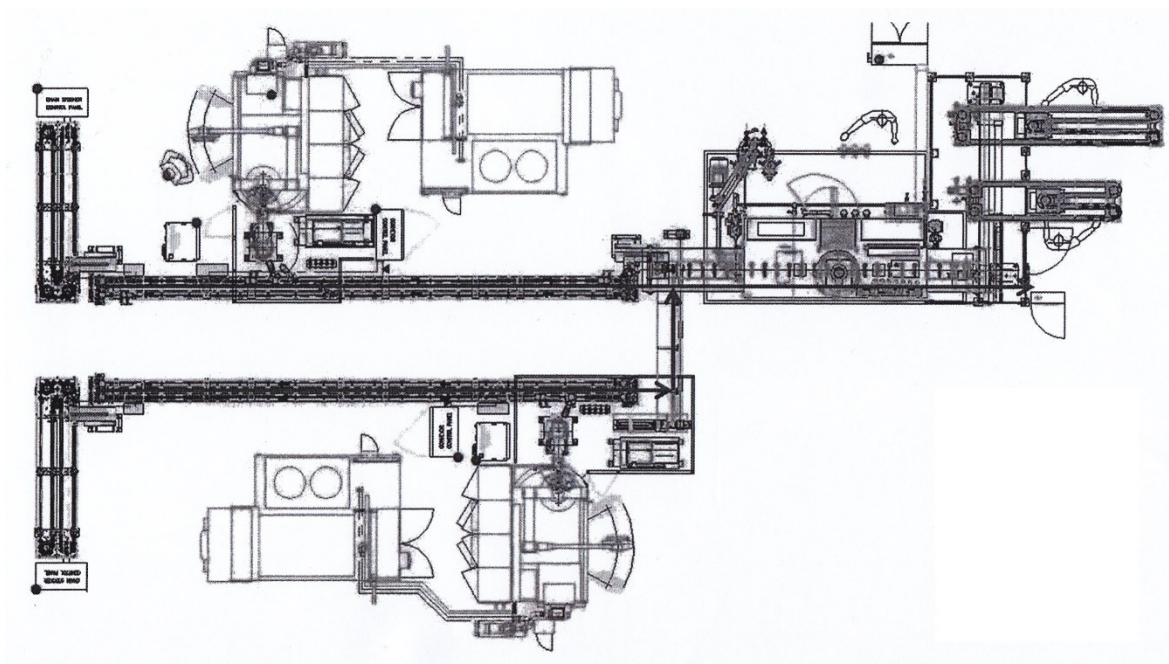
Zdroj: Podnikové interní materiály.

Příloha 2 2. výrobní linka



Zdroj: Podnikové interní materiály.

Příloha 3 3. výrobní linka



Zdroj: Podnikové interní materiály.

Příloha 4 Naměřené časy dob trvání operací

Linka	Operace	Naměřené časy (v sekundách)										Průměrný čas
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
1. linka	A	33,97	36,00	35,40	36,38	35,78	35,84	35,40	35,94	35,75	35,69	35,62
	B	30	31,41	30,5	31	29,37	29,5	29,96	30,18	30,1	29,81	30,18
	C	20,66	20,78	21,1	20,75	20,91	21,34	21,12	21,15	20,7	20,97	20,95
	CT	37,97	37,28	37,03	38,09	37,97	38,22	37,25	37,43	37,31	37,47	37,60
2. linka	D	25	27	26	22,47	25,75	15,6	17	24,47	14,75	14,37	21,24
	E	31,47	27,03	28,69	26,9	25,97	26,97	26,91	26,25	26,5	27,03	27,37
	F	26,19	26,41	26,93	26,93	26,72	26,41	27,1	26,72	26	26,22	26,56
	G	27,56	27,41	27,06	27,18	26,47	27,07	27,91	27,47	27,72	27,4	27,33
	H	27,22	27,16	27,16	27,19	27,25	27	27,78	27,28	27,44	27,4	27,29
	I	16,5	15,28	15,37	15,14	15,53	15,13	15,13	15,16	15,37	15,43	15,40
	CT	38,85	39,28	39	38,87	38,81	39,28	38,97	38,97	38,94	38,47	38,94
3. linka	J	30,9	29,9	30	31	29,5	30,9	29,8	30,4	30,5	29,87	30,28
	K	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	CT	42,75	43,34	43,07	43,28	42,87	42,96	43,28	43,01	42,9	43,23	43,07
HEAT 2	CT	37,72	37,7	37,72	37,69	37,71	37,72	37,67	37,85	37,72	37,7	37,72

Vysvětlivky:

CT ... cycle time

Zdroj: Vlastní zpracování.