

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

studijní rok : 2010 / 2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Martin Š E D A**

Studijní program : B2341 Strojírenství

Obor : 3911R018 Materiály a technologie

Zaměření : Obrábění a montáž

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Balancování montážní linky v podniku Continental Automotive Czech Republic s.r.o. se sídlem v Brandýse nad Labem

Zásady pro vypracování :
(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Seznámení s výrobkem SK25GP a jeho realizací na montážní lince.
2. Metody štíhlé výroby vhodné pro řešení zadané problematiky.
3. A nalýza montáže se zaměřením na nevyváženost pracovního cyklu a ztráty při neúplném obsazení linky (nižší počet operátorů na lince).
4. Vyhodnocení analýzy a návrhy na řešení.
5. Případová studie konkrétně zaměřená na zvolený problém.
6. Shrnutí poznatků, doporučená řešení k realizaci, ekonomické hodnocení.

Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva : cca 30-40 stran textu

- grafické práce : obrázky, tabulky a grafy - dle potřeby

Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu) :

1. JEFFREY K. LIKER. *Tak to dělá Toyota*, 1. vyd., Praha: Management Press, 2008 dotisk. ISBN 978-80-7261-173-7.
2. VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I. *Cesty k vyšší produktivitě*. IPI Liberec 1996. ISBN 80-902235-0-8.
3. IMAI, M. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0850-3.
4. KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. Praha: GRADA 2002, 1. vyd., 424 stran, ISBN 80-247-0199-5.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Lubina, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

Miroslav Varta - Continental
Automotive Production System
specialist

L.S.

Doc. Ing. Jan Jersák, CSc.
vedoucí katedry

Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci, dne 01. 03. 2011

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data. Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

Balancování montážní linky v podniku Continental Automotive Czech Republic s.r.o. se sídlem v Brandýse nad Labem

ANOTACE:

Bakalářská práce pojednává o balancování operací na výrobní lince s nižším počtem operátorů, než s jakým počítá norma. Vyhodnocuje současný stav na lince a poté analyzuje využití operátorů. Tato práce obsahuje návrh pracovních standardů a stanovuje, jak co nejefektivněji pracovníky na lince využít pro jednotlivé pracovní modely. Hlavním cílem je vybalancovat linku při neúplném obsazení směny.

Assembly line balancing at the Continental Automotive Czech Republic, Ltd. in Brandýs nad Labem

ANNOTATION:

The thesis deals with the assembly line balancing with fewer operators than the production rate assigns. It assesses the actual line conditions and afterwards analyses the use of operators. This paper includes the operation standards proposal and determines the most effective allocation of line operators for individual operations. The main objective is to balance up the line during understaffed shifts.

Klíčová slova: BALANCOVÁNÍ LINKY, ČAS TAKTU, STANDARDIZACE PRÁCE, TOK JEDNOHO KUSU

Key words: BALANCING LINE, TAKT TIME, STANDARDIZATION WORK, ONE-PIECE FLOW

Zpracovatel: TU v Liberci

Dokončeno: 2011

Archivní označ. zprávy: 993

Počet stran: 46

Počet příloh: 1

Počet obrázků: 11

Počet grafů: 6

Počet tabulek: 3

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: V Liberci dne 24.5.2011

Podpis:

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Lubinovi, Ph.D. za ochotu, cenné rady, podněty a pomoc při řešení zadaného úkolu.

Dále děkuji Miroslavu Vartovi za konzultace a připomínky při řešení práce, dále děkuji společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. se sídlem v Brandýse nad Labem za poskytnutí důležitých informací o podniku.

Obsah bakalářské práce

1	Seznámení s podnikem a výrobkem SK25 GP a jeho realizací na montážní lince.....	9
1.1	Stručné seznámení s podnikem.....	9
1.2	Popis montážní linky a layoutu.....	10
1.3	Seznámení s výrobkem linky.....	12
2	Metody štíhlé výroby vhodné pro řešení dané problematiky	14
2.1	Štíhlá výroba.....	14
2.2	Metoda one – piece Flow	15
2.3	Takt time a balancování operací	16
2.4	Standardizace práce	17
2.5	Optimalizace pracoviště výrobní linky.....	18
3	Analýza montáže se zaměřením na nevyváženost pracovního cyklu a ztráty při neúplném obsazení linky (nižší počet operátorů na lince)	18
3.1	Definování posloupnosti pracovních úkonů	19
3.2	Obsazení linky	20
3.2.1	Analýza při standardním obsazení linky low – line	21
3.2.2	Analýza při standardním obsazením linky high – line.....	22
3.3	Studie při neúplném obsazení linky (3-5 operátorů).....	23
3.3.1	Analýza při neúplném obsazení operátorů linky low – line.....	23
3.3.2	Analýza při neúplném obsazení operátorů linky high – line	23
3.4	Identifikace plýtvání v pracovních procesech	24
4	Vyhodnocení analýzy a návrhy na řešení	24
4.1	Prvotní taktování linky.....	25
4.2	Balancování operací.....	25
4.2.1	Standardizace práce pro 5 operátorů	26
4.2.2	Standardizace práce pro 4 operátory	30
4.2.3	Standardizace práce pro 3 operátory	34
4.3	Hodnocení variant	38
5	Případová studie konkrétně zaměřená na zvolený problém.....	38
5.1	Taktování linky s výhledem do roku 2020.....	38
5.2	Studie zaměřená na obsazenost linky do roku 2020	39
6	Shrnutí poznatků, doporučená řešení k realizaci, ekonomické hodnocení.....	40
6.1	Ekonomické hodnocení.....	40
6.2	Závěr a souhrn poznatků během působení ve společnosti.....	41

7	Seznam použité literatury	43
8	Seznam použitých grafů, obrázků a tabulek	44
9	Seznam příloh	45

Seznam zkratek

BDY I. – Brandýs nad Labem jedna

BDY II. – Brandýs nad Labem dva

DPS - deska plošných spojů

WRC - World Rally Championship

km/h - kilometr za hodinu

mp/h – míle za hodinu

LL – výrobek řady Low Line

HL – výrobek řady High Line

min. – minuta

hod. – hodina

č. – číslo

např. – například

obr. - obrázek

1 Seznámení s podnikem a výrobkem SK25 GP a jeho realizací na montážní lince

Bakalářskou práci jsem řešil ve firmě Continental Automotive Czech Republic s.r.o. se sídlem v Brandýse nad Labem. Bakalářská práce pojednává o balancování (standardizace práce) linky konečné montáže SK 25 GP kombi přístrojů Škoda. Při nižším počtu pracovníků dochází k chaotickému přecházení operátorů na výrobní lince mezi jednotlivými pracovišti a nelze dostatečně přesně plánovat, jaké dostatečné množství výrobků nedostatečně obsazená směna vyprodukuje. Chybí standart pro případ, že nejsou obsazena všechna pracoviště.

Cílem práce je vybalancovat pracovní linku při neúplném obsazení směny, standardizovat jednotlivé pracovní úkony a pohyb operátorů po lince a zvýšit využití operátorů.

1.1 Stručné seznámení s podnikem



Obr. 1: Závod Brandýs nad Labem

Společnost Continental Corporation působí v mnoha zemích po celém světě. V České republice se zaměřuje především na výrobu elektronických a mechanických automobilových dílů (Brandýs nad Labem, Trutnov, Jičín, Adršpach, Frenštát pod

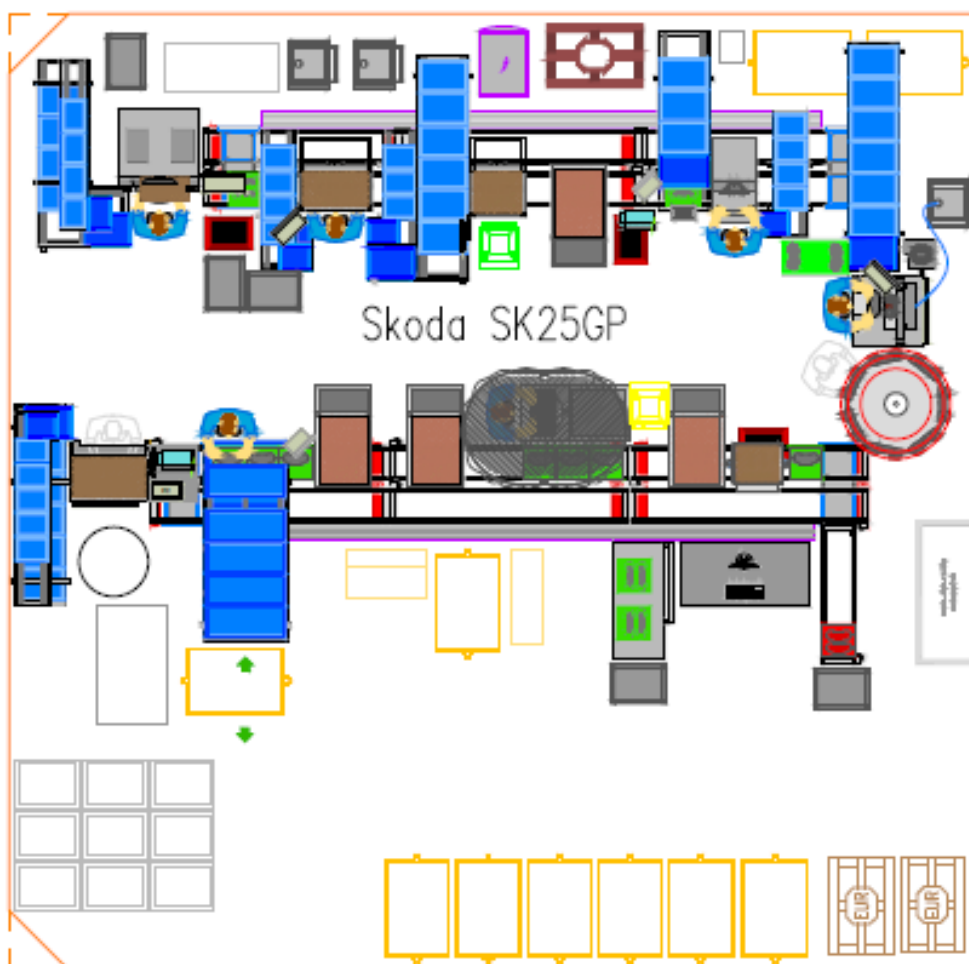
Radhoštěm) a na výrobu pneumatik (Otrokovice). Výroba v brandýském závodě (viz. obr. 1) Continental Automotive Czech Republic s.r.o. byla zahájena v březnu 1998, kdy do nově vybudovaného závodu přesídlila společnost VDO. Společnost VDO působila v České republice již od začátku 90. let a v roce 1994 privatizovala část státního podniku PAL (někdejšího výrobce automobilových palubních přístrojů, palivových čerpadel atd.). Po přestěhování výroby do Brandýsa došlo k rozšíření o výrobu bovdenových táhel a montáž ofukovacích trysek, a v roce 2001, po fúzi se společností Siemens (Siemens VDO Automotive), bylo rozhodnuto o dalším rozšíření výroby se zaměřením na elektroniku – osazování tištěných spojů pro palubní přístroje a ovládací panely klimatizací a montáž autorádií a navigací.

V roce 2007 firmu kupuje společnost Continental a tím se stává jedním z největších dodavatelů celého automobilového průmyslu. V souvislosti s nárůstem požadavků na nové výrobní plochy byl v Brandýse vybudován také druhý výrobní závod (BDY II.), do kterého byla v roce 2008 přemístěna montáž palivových systémů. Finanční krize v letech 2008-2010 vedla v Brandýse k rozsáhlým úsporným opatřením a celkové racionalizaci podniku (včetně redukce počtu zaměstnanců přibližně o 1/3). V současné době podnik zaměstnává cca 1800 zaměstnanců a řadí se mezi největší zaměstnavatele v okolí. Výrobní prostory závodu BDY I. zaujímají plochu 14 253 m² z celkových 31 180 m². Výroba je zaměřena na výrobu sdružených palubních přístrojů (kombipřístrojů), ovládacích panelů klimatizací, výrobu autorádií a satelitních navigací. Jedná se především o sériovou výrobu. Mezi zákazníky Continental Automotive Czech Republic s.r.o. patří většina předních evropských automobilových výrobců.

1.2 Popis montážní linky a layoutu

Montážní linka SK 25 GP spadá organizačně do „Focus Factory 2“ (výroba kombipřístrojů a ovládacích panelů) a fyzicky se nachází ve výrobní hale č.2, poblíž vjezdu do skladu. Jedná se o moderní automatizovanou linku sériové výroby, na které se vyrábějí kombipřístroje pro vozidla Škoda Fabia a Volkswagen Polo. Na lince se provádí konečná montáž dílů včetně testování a balení. Montážní linka SK25GP linka je při standardním počtu operátorů obsazena 6 operátory. Dále zde

působí seřizovač linky, který má kromě činností základní údržby a seřizování strojů (např. při změně typu výrobku) na starosti také přípravu kusů na odvoz do skladu, objednávání materiálu ze skladu a jeho doplňování do materiálových skluzů pro jednotlivá pracoviště. Materiál ze skladu přiváží k lince (nejpozději do 2 hodin po objednání materiálu) pracovník skladu.



Obr. 2: Layout linky SK 25 GP

Pro layout linky je typický tvar do písmene „U“ (viz. obr. 2) pro snadné přecházení operátorů mezi jednotlivými pracovišti. Montážní linka vyrábí 3 základní verze kombi přístrojů, z toho 2 jsou určeny pro vůz Škoda Fabia. Verze se liší výbavou a jsou rozděleny na nižší a vyšší třídu („Low Line“ a „High Line“). Zbývající produkt je určen pro automobil Volkswagen Polo, u kterého se nerozlišuje vyšší nebo nižší třída. V každé třídě je vždy několik různých typů výrobku, jejichž výrobní postup

je stejný, a které se liší jen v detailech, jako například rychloměr v kilometrech nebo v mílích za hodinu.

Kapacita výrobní linky je při modulu 5 pracovních dnů 380 000 kusů přístrojů za rok a při modulu 7 pracovních dnů se může na lince vyrobit až 495 000 kusů přístrojů za rok. V levé části linky začíná výroba a nachází se na ní 3 montážní pracoviště pro operátory a spojovací dopravník (výrobní pás). Zbývá dvě pracoviště na levé straně linky jsou automatická. V čele linky je pracoviště určené pro operaci montáže masky a šroubování. V pravé části linky je automatická kontrola (kamera), pracoviště pro vizuální kontrolu při nočním provozu (temná komora), pracoviště kontroly a balení a pracoviště pro předmontáž světlovou. Z vnější strany linky je také umístěn stůl pro seřizovače a analýzu případných výpadků.

1.3 Seznámení s výrobkem linky

Proces výroby desky plošných spojů (dále jen DPS) začíná vypalováním laserem identifikačního znaku. Následně vstupuje DPS do výrobní linky, kde dochází k očištění desky pomocí ionizovaného vzduchu od případných nečistot. Po očištění se na desku nanese pájecí pasta. V další fázi je deska osazena na zařízení SIPLACE elektronickými komponenty a po dalším zkontrolování přechází do přetavovací pece, kde se pájecí pasta přemění na cín. Po vypálení v přetavovací peci přechází na pracoviště ručního osazování DPS, kde dochází k osazování komponentů dle příslušné technické dokumentace. Po ručním osazení komponentů přejde deska do aparatury selektivního pájení, kde dojde k zapájení ručně osazených komponentů. Následuje oddělení desek pomocí frézování na jednotlivé kusy na frézovacím automatu Asys. Po oddělení projde deska poslední kontrolou a dostane nové identifikační číslo. Následně je odeslána na montážní pracoviště k osazení DPS dalšími komponenty. Dochází zde k osazení motorků, světlovodu, číselníků a displejů na desku. Po kontrole nastává programovací proces a následně je na zadní část přimontován kryt. Po programovací fázi nastává lisování ručiček na lisovacím automatu. Po nalisování ručiček se výrobek dostává na další kontrolní test. Následuje přimontování přední masky a následně je palubní deska odeslána na zátěžový („zahořovací“) test, který podstupuje po dobu minimálně 15 minut. Dále

putuje na kamerový systém a na konečnou kontrolu, kde je provedena zkouška v nočním světle. Kontroluje se zejména podsvícení displejů a ručiček a ověří se činnost všech kontrol. Poté probíhá kontrola na denním světle, označení zákaznickým štítkem, kontrolní naskenování všech štítků (pro ověření, že přístroj úspěšně prošel všemi testy) a umístění do přepravního obalu. Výrobek je následně odvezen do skladu.



Obr. 3: Palubní deska Škoda Fabia

Výrobkem linky SK25 GP je palubní deska (viz. obr. 3), která vyniká dvěma číselníky. Na levé straně desky je umístěn otáčkoměr s velkou ručičkou. Pod otáčkoměrem je menší stupnice s malou ručičkou pro měření teploty. Při nastartovaném motoru se ručička nachází vlevo. Po spuštění motoru se posouvá podle otáček motoru směrem doprava. Číselník nám označuje počet otáček za minutu. Nejčastěji se pohybuje v tisících otáček. Ručička otáčkoměru se nesmí v žádném případě dostat do červeného pole stupnice, hrozí poškození motoru. V oblasti pod otáčkoměrem se nachází ukazatel teploty chladící kapaliny. Ukazatel je funkční pouze při zapnutém zapalování. Při vyskytování ručičky v levé části stupnice motor ještě plně nedosáhl své provozní teploty. Při dosažení ručičky do střední části stupnice dosáhne motor své provozní teploty. Při vychýlení do pravé části je teplota chladící kapaliny příliš vysoká a hrozí nebezpečí přehřátí motoru. V prostřední části desky se nachází plně grafický displej, který informuje jednoduchým způsobem o

stavu vozidla. Informační displej varovně signalizuje otevřené dveře, víka zavazadlového prostoru a víka motorového prostoru. Navíc se na displeji zobrazují varovné a informační texty. Dále se na displeji nachází údaje o venkovní teplotě, průměrné a aktuální spotřebě paliva, průměrné rychlosti, informace o počtu ujetých kilometrů. V levé části palubní desky je umístěn ukazatel rychlosti a hladiny paliva v nádrži. U ukazatele rychlosti je opět velká ručička při stojícím autě v poloze 0 km/h nebo 0 mp/h. U číselníků rozlišujeme dvě základní stupnice pro měření rychlosti v kilometrech za hodinu (km/h) nebo mílích za hodinu (mp/h), dále se mohou lišit úpravou pro sérii WRC. Pod velkým číselníkem je stupnice ukazatele paliva v nádrži. Při poloze ručičky v pravé části stupnice nám ručička signalizuje dostatek paliva v nádrži. Dostane-li se ručička do levé části stupnice a překročí červeně ohraničenou stupnici, rozsvítí se společně žlutá kontrolka doplněna akustickým signálem, která informuje o poklesu v hladiny pohonných hmot na minimum. Na pozadí obou velkých číselníků se na tmavém poli po obou stranách ve volném prostoru nachází celá řada kontrolních svítilen. Pro snadnější rozpoznání jednotlivých kontrolních svítilen se používají normalizované symboly, které mají barevné rozlišení. U sdělovačů mají tyto barvy jednotlivé významy: červená - okamžité nebo bezprostřední nebezpečí nebo velmi vážně ohrožený. Žlutá - výzva k opatrnosti, výstraha, pravděpodobné nebezpečí. Modrá - pouze pro sdělovače dálkových světel. Zelená - normální funkce bezpečí.

2 Metody štíhlé výroby vhodné pro řešení dané problematiky

V následující kapitole a podkapitolách jsem se snažil vysvětlit pojem štíhlá výroba a další pojmy, které považuji za vhodné pro řešení dané problematiky a úzce souvisejí s pojmem „ štíhlá výroba“.

2.1 Štíhlá výroba

Pojem štíhlé výroby představuje soubor všech nástrojů a principů, které nám napomáhají k zefektivnění výroby. V praxi se snažíme soustředit především na výrobní pracoviště, linky, výrobní pracovníky a na strojní zařízení, které tvoří rozhodující část celkových nákladů. Chceme-li zeštíhlit celý podnik, neměli bychom opomenout další související činnosti spojené s výrobou. Proto se principy štíhlé

výroby snažíme uplatňovat v dalších odvětvích, jako například v administrativě. Snahou je eliminace ztrát a činností, které nepřidávají hodnotu do výrobku. Štíhlou výrobou se snažíme v maximální míře uspokojit požadavky zákazníka tím, že budeme vyrábět přesně to, co si zákazník přeje. Celkovým přínosem je zkrátit zásoby materiálu z několika týdnů a měsíců na dny a hodiny, nebo se snažit vyrábět produkty pokud možno s minimalizací nákladů, bez ztráty kvality a snažit se omezit všech 7 druhů plýtvání. Tuto metodiku vyvinula po druhé světové válce firma Toyota.

2.2 Metoda one – piece Flow

Metoda one – piece Flow znamená v překladu „metoda toku jednoho kusu. Tok kusu začíná v okamžiku, když zákazník, odběratel nám předá požadovanou objednávku a tím je spuštěn proces pro obstarání surovin pro následné uspokojení zákazníka. Dělníci po obdržení požadovaných surovin okamžitě vytvářejí díly podle objednávky, které se dopravují do montážních závodů, kde dělníci zkompletují objednávku, která neprodleně putuje po ukončení všech operací k zákazníkovi. Rychlost procesu by neměla trvat několik týdnů, či měsíců ale pouze několik dnů či hodin. Základní filosofií celého procesu je, že nikdo nevyrábí a nevytváří hodnoty dříve, než budou skutečně potřeba pro následující krok. Jasný směr udává pracovat s malými množstvími a v malých vzdálenostech od sebe a materiál držet v neustálém pohybu procesu, než se zaměřovat na velké dávky kusů a následně nečinně čekat. Ideální způsob organizace procesů je seskupit, shromáždit podobné lidi a stroje na jednom místě. Tímto způsobem jsme schopni odstranit nadvýrobu a snížit zásoby rozpracované výroby.

Často se dochází k myšlence, že když se zvýší rychlost procesu, tak tím se ohrožuje jakost a zejména, že rychleji znamená nedbaleji. Díky toku jednoho kusu dosahujeme pravého opaku a naopak se jakost zvyšuje. Předchází se i brzkému rozpoznání vad, než při velkých dávkových operacích, kde může být vada rozpoznána za několik týdnů nebo měsíců. Při způsobu výroby toku jednoho kusu výrobek prochází mezi jednotlivými pracovišti a operacemi bez přerušování a čekání. Při výrobě v daný časový okamžik je vyráběn na příslušné operaci pouze jeden kus, který je předán na následující operaci. Tento druh výroby je charakteristický především pro hromadnou a opakovatelnou výrobu. Snaha je dosáhnout pravidelného toku kusu, při kterém se soustředí na odstranění ztrát. Velký důraz se

klade na koordinaci pracovníků, aby pracovali co možná stejným tempem. Proto je při tomto druhu výroby důležité se soustředit na takt linky nebo pracoviště jako na jednotlivý celek.

Typický tvar linky bývá tvaru písmene U nebo L. Důvodem uspořádání je snadný průchod kusu materiálu, snadná komunikace mezi pracovníky a zároveň snadný přechod pracovníků z jednoho pracoviště na druhé. Metoda toku jednoho kusu klade velké nároky na kvalifikaci pracovníků, kteří musí disponovat ve více dovednostech. Výhodou je pružné obsazení buněk jednotlivými operátory z hlediska poptávky. Podle poptávky trhu se obsadí pracovní buňka dostatečným počtem pracovníků.

Pracovní rytmus by neměl být moc rychlý z důvodu, že dojde k hromadění produktu (nadvýrobě) a zároveň by pracovní tempo nemělo být pomalé z důvodu brzdění a časových prodlev na ostatních pracovištích. Proto se snažíme vyvarovat plýtvání. Za plýtvání můžeme označit všechny činnosti, které nepřidávají hodnotu na vyráběném výrobku, a tudíž se nepodílí na zvyšování zisku. Výskyt plýtvání je v každém výrobním podniku a snažíme se ho odstranit. Pro snadnou identifikaci rozlišujeme 7 základních druhů plýtvání, mezi které patří: nadprodukce, zmetky, čekání, zásoba, pohyb, nadpráce, přeprava. Další nevýhodou může být fakt, že pracovní buňka funguje jako jeden celek. Dojde-li například k poruše na některém zařízení, zastaví se celá výrobní buňka. Mezi hlavní přínosy metody patří: snížení rozpracovanosti výroby, identifikace úzkého místa procesu, redukce výrobních ploch, snížení průběžné doby výroby, rychlejší odhalení nekvality.

2.3 Takt time a balancování operací

Pojem takt time znamená v českém jazyce čas taktu. Čas taktu nám určuje tempo, při kterém zákazníci odebírají výrobek nebo službu. Taktem se také rozumí čas na jednotku produkce, které udává nejpomalejší ze všech operací ve výrobním procesu. Pomocí času taktu definujeme rychlost průběhu procesu, aby došlo na splnění poptávky zákazníka. Časem taktu nerozumíme čas, který je nutný pro vykonání pracovní operace nebo jiného úkonu. Cílem taktu je, aby se rovnal nejpomalejšímu času výrobního cyklu. Zákaznický takt se snažíme synchronizovat

krok výroby s krokem prodeje. Pro výpočet času taktu je nutné znát dostupný čas za směnu a požadavek zákazníka za směnu. Slouží k němu jednoduchý výpočet.

$$\text{Čas taktu} = \text{dostupný čas směny} / \text{požadavek zákazníka}$$

Výpočtem zjistíme jak často od nás zákazník, odběratel kupuje daný výrobek a jakým pracovním tempem by se měl pohybovat na výrobní lince. Zároveň nám udává, jak často zákazník od nás kupuje jeden kus. Bude-li čas taktu nižší než čas nejpomalejší operace, tak nejsme schopni splnit požadavky zákazníka, a tudíž budeme vyrábět méně kusů než požaduje zákazník. Problém se vyřeší například přijmutím dalšího pracovníka na požadovanou operaci, aby se čas nejpomalejší operace rovnal času taktu.

Balancování operací používáme na výrobních linkách za účelem optimálního rozmístění pracovních činností mezi jednotlivá pracoviště nebo taky za účelem optimálního rozložení operátorů na výrobní lince. Důležitou vstupní hodnotou pro tuto metodu je zákaznický takt nebo taky požadavek zákazníka. Balancovat nemusíme jen výrobní operace, metodu lze také užít na optimální nastavení a vyvážení materiálového toku.

2.4 Standardizace práce

Je jedna z nejdůležitějších věcí ve výrobním procesu, která nám přináší se neustále zlepšovat a vytvářet jakost. Udává nám přesné standardy na pracovní úkoly při řešení technických i administrativních úkonů. Standardizovat pracovní činnost je důležité pro podporu zajištění neustálé jakosti a díky tomu dochází k předcházení opakovaného výskytu vadných výrobků, nehod a provozních chyb. Při standardizaci se nebere ohled, jestli se vyrábí nějaký složitý výrobek nebo se provádí nějaká lehká práce. Některé přední výrobní podniky se snaží vytvářet pracovní standardy ve všech svých výrobních procesech, a to jak technických tak administrativních. Výhodou těchto postupů je, že dělník, konstruktér, technik může vidět téměř totožné pracovní procesy kdekoli na světě. Základem je výrobní proces standardizovat a stabilizovat, do té doby nemůže nastat proces zlepšování. Podpurným faktorem pro zajištění jakosti je standardizovaná pracovní činnost, která nám zajistí téměř nulovou produkci

vad. Další výhodou je, když se objeví výrobek, který jakost nespĺňuje, může skupinový vedoucí pomocí standardizovaného pracovního postupu prozkoumat krok za krokem, jestli pracovník postupoval podle předepsaného standardu. Budou-li se i nadále vyskytovat vadné výrobky a dělník se bude držet pracovní činnosti dle postupu, potom se bude muset změnit určitý pracovní standard. Operátor by měl znát celý pracovní postup, ale měl by být z důvodu nahlížení osob, které vykonávají audit a kontrolují, zda operátor pracuje podle správného postupu, umístěn vně pracoviště. Na zlepšování pracovních standardů by se měli podílet týmy technologů a pracovníků, kteří na daném pracovišti pracují. Výhodou je poskytnout určitou volnost operátorům, aby se sami podíleli na tvorbě postupů. Předchází se sporům mezi dělníky a vedením, protože se nikomu nelíbí, když jsou někomu vnucena pouze svá pravidla. Hlavním přínosem takto kolektivní práce je základ neustálého zlepšování, inovací a růst zaměstnanců.

2.5 Optimalizace pracoviště výrobní linky

Při optimalizaci pracoviště se zaměřujeme na zlepšení pracovních podmínek a snažíme se odstranit veškeré nedostatky a plýtvání. Metoda optimalizace se používá například, když chceme zvýšit pracovní výkonnost nebo pro zlepšení vizuální stránky pracoviště. Pro vhodnou optimalizaci se snažíme zaměřit na zrychlení pracovního cyklu, zavádět nové prvky ergonomie s ohledem na eliminaci pracovních úrazů, zvýšení kvalifikace pracovníků pro více - strojovou obsluhu. Zaměříme – li se na optimalizaci montážní linky, bude cílem dosáhnout co možno nejvyššího stupně posloupnosti, aby výrobek po výrobní lince prošel pokud možno nejkratší dráhou a nejrychleji.

3 Analýza montáže se zaměřením na nevyváženost pracovního cyklu a ztráty při neúplném obsazení linky (nižší počet operátorů na lince)

V oblasti analýzy jsem se zaměřil především na pohyb operátorů po výrobní lince a zkoumal jsem, jak efektivně se po lince pohybují. Bylo mi umožněno vidět výrobu obsazenou různým počtem operátorů. V případě plného obsazení linky jsem měl

možnost po dohodě s mistry nasimulovat výrobu v nižším obsazení počtu operátorů na lince pro snadnou identifikaci plýtvání ve výrobním procesu. Nejčastější pohyby operátorů jsem si zaznamenával do zvláštního formuláře.

Po vysledování pohybů po lince jsem věnoval pozornost sledování výrobních časů. Po dohodě s konzultantem jsem si změřil každou operaci alespoň pětkrát, a to při výrobě LL a HL a následně výrobní časy porovnal s časy norem linky. K měření jsem použil digitální stopky. Vzhledem k náročnému normovacímu školení a náročné normovací praxi jsem usoudil, že bude lepší, když časy jednotlivých operátorů změřím podle svého uvážení. Při měření jsem se zaměřil na sledování času, kdy operátor přidává hodnotu do výrobku. Po naměření výrobních časů jsem jednotlivé časy zprůměroval a porovnal s normou. Pro vypracování bakalářské práce jsem se rozhodl po dohodě s konzultantem používat mé naměřené hodnoty.

3.1 Definování posloupnosti pracovních úkonů

V kapitole uvádím posloupnost pracovních úkonů, které vykonávají operátoři na výrobní lince. Pro přehled jsem definoval jen ty úkony, které vykonávají operátoři na výrobní lince.

Předmontáž

- přidání světlovou

Heatsealing:

- založení displeje na desku plošných spojů
- automatické pájení

Montáž číselníků:

- založení číselníků na desku plošných spojů

Lisování ručiček:

- založení ručiček do lisovacího automatu
- přimontování zadního krytu

Montáž masky, šroubování:

- přimontování předního krytu
- šroubování

Konečná kontrola:

- kontrola činnosti jednotlivých prvků








Visuální kontrola, balení:

- odložení vyrobeného kusu do boxu

3.2 Obsazení linky

Výrobní linka SK 25 GP bývá obsazena při standardním obsazení počtu operátorů 6 operátory. Při úplném obsazení linky je pevně daná standardizace práce mezi jednotlivé operátory a nedochází tím k plýtvání z důvodu nevyváženosti pracovního cyklu. Na lince se střídají 2 směny po 8 hodinách. Čas práce za jednu směnu po odečtení bezpečnostních přestávek a přestávek na oběd je 450 minut za směnu. Mezi operátory dochází po hodině ke změně stanoviště zpravidla se posunou o jedno místo ve směru hodinových ručiček. Vyvaruje se tím monotonii práce, která je v těchto malých časových intervalech běžná a předejde se především zmetkovitosti a zároveň se zvýší výkon na pracovišti. Přestavba linky z výroby LL a HL a opačně trvá cca. 5 min.







3.2.1 Analýza při standardním obsazení linky low – line

Heatsealing 71% Čistý čas 0,55 min.	Montáž číselníků 42% Čistý čas 0,33 min.	Zavření ZIF konektoru 0% Čistý čas	Programování 70% Čistý čas 0,542 min.	Lisování ručiček 92% Čistý čas 0,6min.	
					
					Montáž masky, šroubování 100% Čistý čas 0,77 min.
					
Předmontáž Reflektoru 71% Čistý čas 0,55 min.	Visuální kontrola, balení 42% Čistý čas 0,32 min.	Lepení štítku 46% Čistý čas 0,36 min.	Zamykání 70% Čistý čas 0,542 min.	Konečná kontrola 84% Čistý čas 0,65 min.	Kamera 71% Čistý čas 0,549 min.

Obr. 4: Layout SK 25 GP při obsazení 6 operátorů výroby LL

Výroba při standardním obsazení na lince při šesti operátorech má 7 pracovišť, na kterých se vyskytují operátoři (viz. obr. 4). Zbylá 4 pracoviště nejsou obsazena operátory a práce na nich vykonávají automaty. Vzhledem k nejméně náročné operaci na stanovištích montáž číselníků a visuální kontrola a balení přechází jeden operátor na dvě stanoviště zároveň. Tento operátor udává čas cyklu linky 0,671 ' / kus. Ostatní operátoři mají pevně dané místo, a tudíž nemusejí po lince přecházet.

3.2.2 Analýza při standardním obsazením linky high – line

Heatsealing Čistý čas	Montáž číselníků 80% Čistý čas	Zavření ZIF konektoru 26% Čistý čas	Programování 64% Čistý čas	Lisování ručiček 67% Čistý čas	
	0,68 min.	0,22 min.	0,541 min.	0,57 min.	
				 	Montáž masky, šroubování 89% Čistý čas
					0,75 min.
Předmontáž Reflektoru 100 % Čistý čas	Visuální kontrola, balení 32% Čistý čas	Lepení štítku 42% Čistý čas	Zamykání 55% Čistý čas	Konečná kontrola 76% Čistý čas	Kamera 68% Čistý čas
0,84 min.	0,27 min.	0,36 min.	0,47 min.	0,64 min.	0,577 min.

Obr. 5: Layout SK 25 GP při obsazení 6 operátorů výroby HL

Obsazení na lince při výrobě produktu HL činí 6 operátorů (viz. obr. 5). Výroba se provádí na 6 pracovištích. Rozdíl spočívá oproti rozestavení operátorů na lince při výrobě produktu LL, že se neprovádí první operace heatsealing. Zbýlý sled výrobních operací a pracovních úkonů je naprosto totožný jako při výrobě na lince produktu LL. Z důsledku plného obsazení linky nedochází na lince k přecházení operátorů mezi jednotlivými pracovišti a je tím zabezpečen nepřetržitý tok. V plném obsazení linky činí norma na směnu 706 kusů a čas cyklu je 0,595 ' / kus.

3.3 Studie při neúplném obsazení linky (3-5 operátorů)

Následující kapitola bude věnována analýze, kdy se operátoři pohybují po lince bez standardů. Sledováním pohybů po lince jsem zjistil, že po lince přecházejí svévolně z operace na operaci. Dále docházelo k tomu, že se sešli dva operátoři na jedné operaci. Dalším výrazným problémem při neúplném obsazení je pracoviště předmontáže. Operátoři na tomto pracovišti se nedostatečně zapojují do jednokusové výroby. Dělají si zbytečně velké zásoby vyrobených kusů a nejsou schopni se při neúplném obsazení linky zapojit do dalších operací. V podkapitolách popisují nejčastěji vyzorované chyby operátorů.

3.3.1 Analýza při neúplném obsazení operátorů linky low – line

Níže popisují neproduktivní pohyby a úkony, které jsem zaznamenal při výrobě v počtu 3-5 operátorů na lince. Při výrobě 5 operátorů jsem dospěl k zjištění, že největší plývání času z hlediska přecházení operátorů po lince jsem zaznamenal mezi pracovišti montáž číselníku – narážení ručiček a vizuální kontrola – konečná kontrola a nezačlenění operátora z předmontáže do jednokusového toku. V počtu obsazení linky 4 operátorů jsem zaznamenal zdoluhavé přecházení mezi operacemi konečná kontrola a vizuální kontrola balení a nezačlenění operátora na pracovišti předmontáže do jednokusového toku. Operátor se nezapojoval do jednokusového toku, dělal velké zásoby. V počtu obsazení 3 operátorů jsem zaznamenal zmatené přechody po lince. Operátoři neměli pevně dané pracoviště, přecházeli neřízeným pohybem podle toho, kde bylo potřeba vykonat pracovní úkon.

3.3.2 Analýza při neúplném obsazení operátorů linky high – line

V neúplném obsazení linky HL se věnuji podobné analýze, jako při výrobě LL. V obsazení linky počtem 5 operátorů jsem zaznamenal neproduktivní přecházení operátora z konečné kontroly na operaci vizuální kontrola, balení a nezapojení do jednokusového toku operátora na pracovišti předmontáž. Totožný problém nastal

v obsazení počtu 4 operátorů. Během pozorování výroby v počtu 3 operátorů nedocházelo k plýtvání, operátoři si rozdělili rovnoměrně pracovní stanoviště.

3.4 Identifikace plýtvání v pracovních procesech

V závěrečné kapitole jsem se zaměřil na sledování výrobního procesu a identifikaci plýtvání času z hlediska nehospodárnosti v pracovních procesech. Uvádím zde chyby, kterých se operátoři dopouštějí během výrobního procesu. Během sledování výrobního procesu jsem zjistil, že dochází ke zdlouhavému přecházení operátorů mezi pracovišti montáž číselníků – lisování ručiček a konečná kontrola – vizuální kontrola balení. Doba pro přecházení po lince je oproti jiným trasám zdlouhavá. Při sledování docházelo, že se operátoři během přecházení museli míjet na úzkém prostoru a vedlo to k dalším zbytečným prostojeům. Další problém spočíval v nezačlenění předmontáže do jednokusového toku a zbytečné vycházení z pracoviště konečná kontrola. Na pracovišti předmontáž se nacházel operátor, který se nezapojoval do dalších pracovních činností, fungoval naprosto samostatně a nezapojoval se do jednokusového toku a dělal zbytečně velké zásoby materiálu. Stanoviště konečné kontroly se liší od ostatních pracovních míst tím, že se práce vykonává vsedě na židli a v temné komoře za závěsy a v kombinaci s přecházení na stanoviště konečná kontrola dochází k plýtvání.

4 Vyhodnocení analýzy a návrhy na řešení

V následující kapitole bude pojednáno o optimálním obsazení operátorů na lince. V jednotlivých návrzích jsem se snažil vyvarovat chyb, kterých se při výrobě dopouštějí operátoři. V první podkapitole pojednávám o prvotním taktování linky. V podkapitole balancování operací jsem utvořil pracovní standardy pro různé počty operátorů. Při vypracování jsem bral ohled především na to, aby operátoři na lince nepřekonávali velké vzdálenosti po lince, a aby operátor, který sedí na pracovišti konečná kontrola za temným závěsem, nemusel vycházet, nebo aby vycházel co možná nejméně.

4.1 Prvotní taktování linky

Z podkladů obchodního oddělení jsem zjistil, že požadovaná poptávka pro rok 2011 činí 287 226 kusů. Operátoři pracují v současném modelu na dvě směny v obsazení 6 operátorů na jednu směnu. V současné době je dostupný čas za směnu 450 min. V roce 2011 se vyrábí v provozu na 2 směny, pracovní rok má dispozici 253 pracovních dnů. Jednoduchým způsobem jsem vypočítal požadavek zákazníka 1 135 kusů za den. V přepočtu na jednu směnu je požadavek vyrobit 567 kusů za směnu. Níže přikládám použité vztahy a výpočty.

$$\text{Denní poptávka} = \frac{\text{poptávka za rok 2011}}{\text{počet prac.dní v roce 2011}} = \frac{287\,226}{253} = 1135 \text{ ks. / den}$$

$$\text{Poptávka na směnu} = \frac{\text{denní poptávka}}{\text{počet směn}} = \frac{1135}{2} = 567 \text{ ks. / směnu}$$

$$\text{Čas taktu} = \frac{\text{Dostupný pracovní čas směnu}}{\text{Požadavek zákazníka za směnu}} = \frac{450}{567} = 0,79 \text{ ' / kus}$$

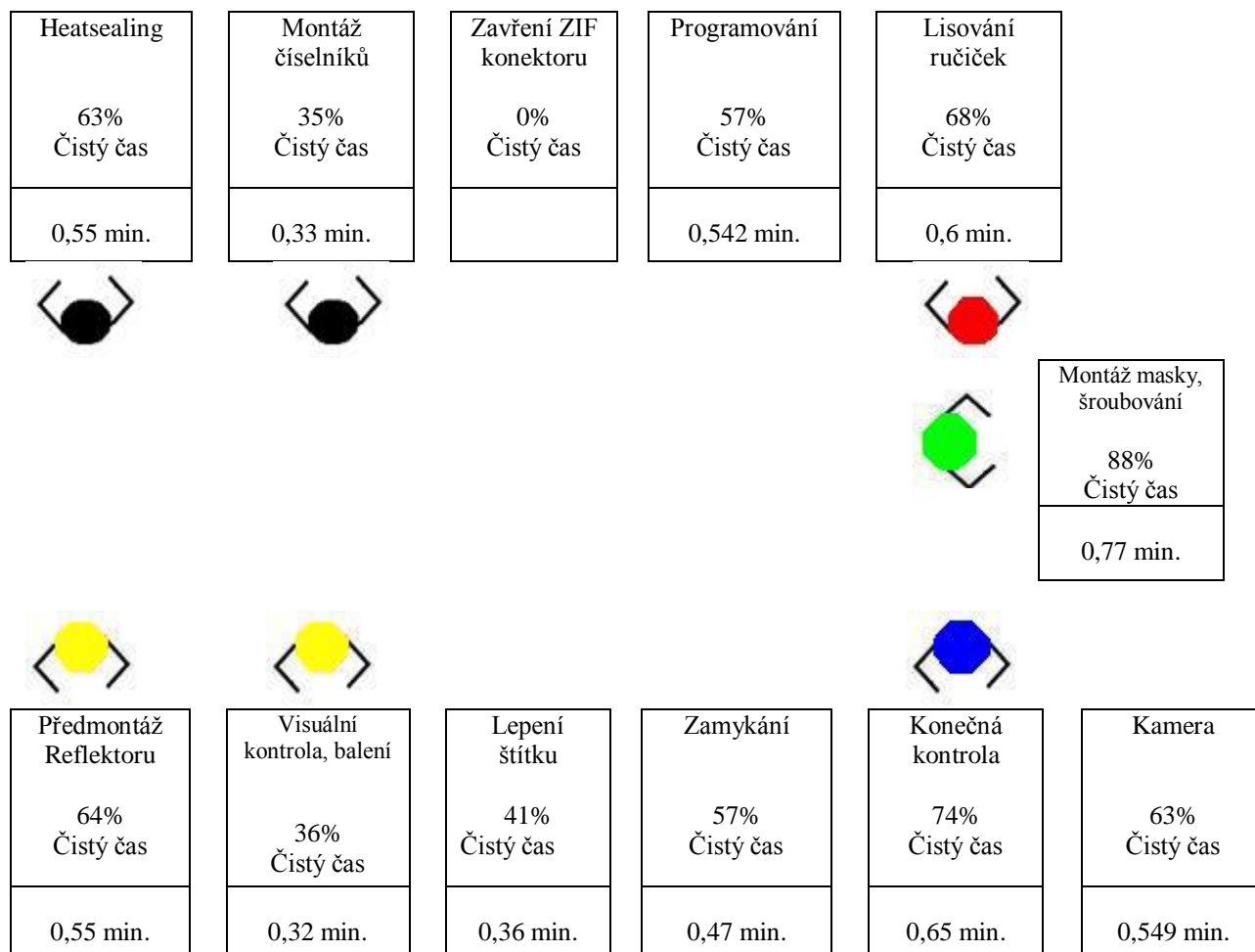
Při naměření pracovního času cyklu a následného vyhodnocení variant při úplném obsazení linky jsem dospěl k závěru, že v obou dvou případech výroby jsme schopni dodržet požadavek zákazníka při plném obsazení operátorů na lince. V ostatních případech při obsazení operátorů nižším počtem a v uvedeném časovém modelu na 2 směny po 8 hod. 5 dní v týdnu není možný zákaznický takt dodržet.

4.2 Balancování operací

V uvedené kapitole popisují pracovní standardy na lince. Pro přehled uvádím pracovní standardy a pohyby po lince v níže uvedeném obsazení. Pro snadný přehled uvádím rozložení v počtu 3-5 operátorů, a to vždy ve dvou variantách výroby pro obsazení LL a HL.

4.2.1 Standardizace práce pro 5 operátorů

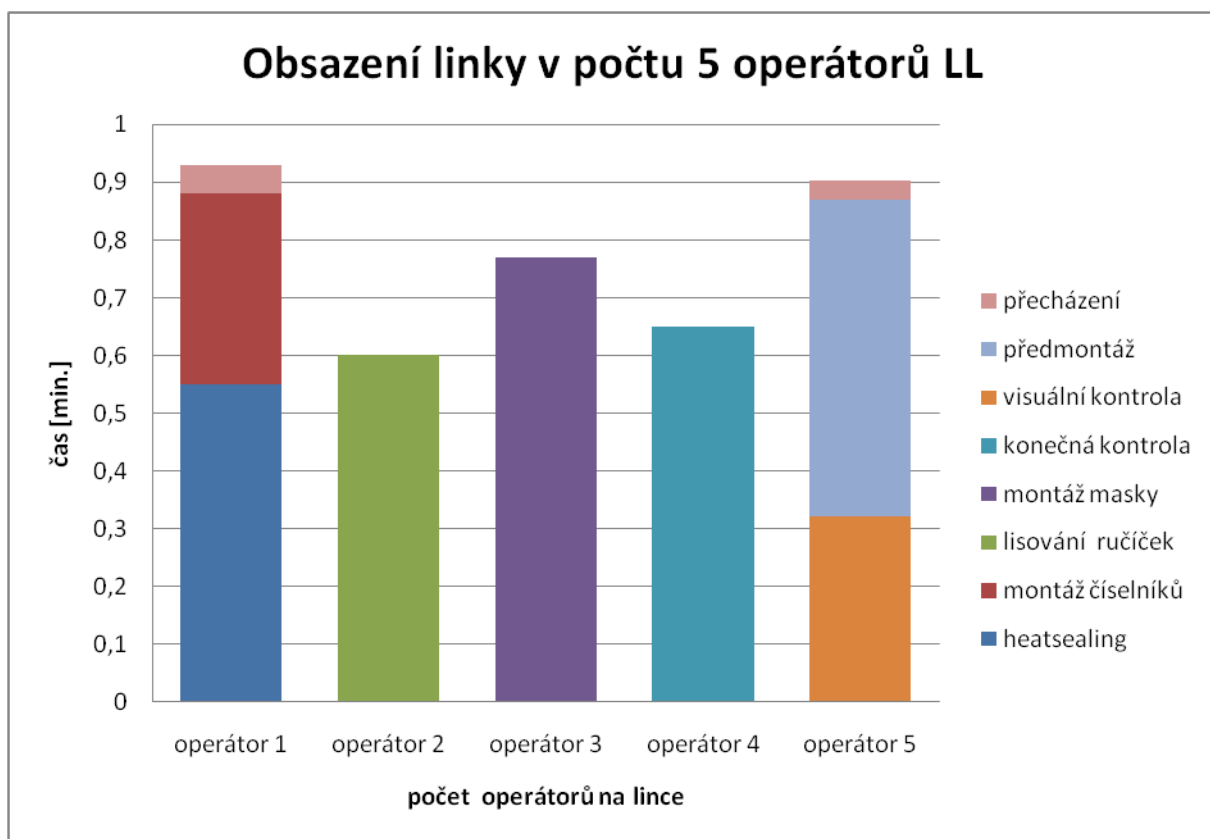
Obsazení při výrobě LL



Obr. 6: Model výroby v počtu 5 operátorů LL

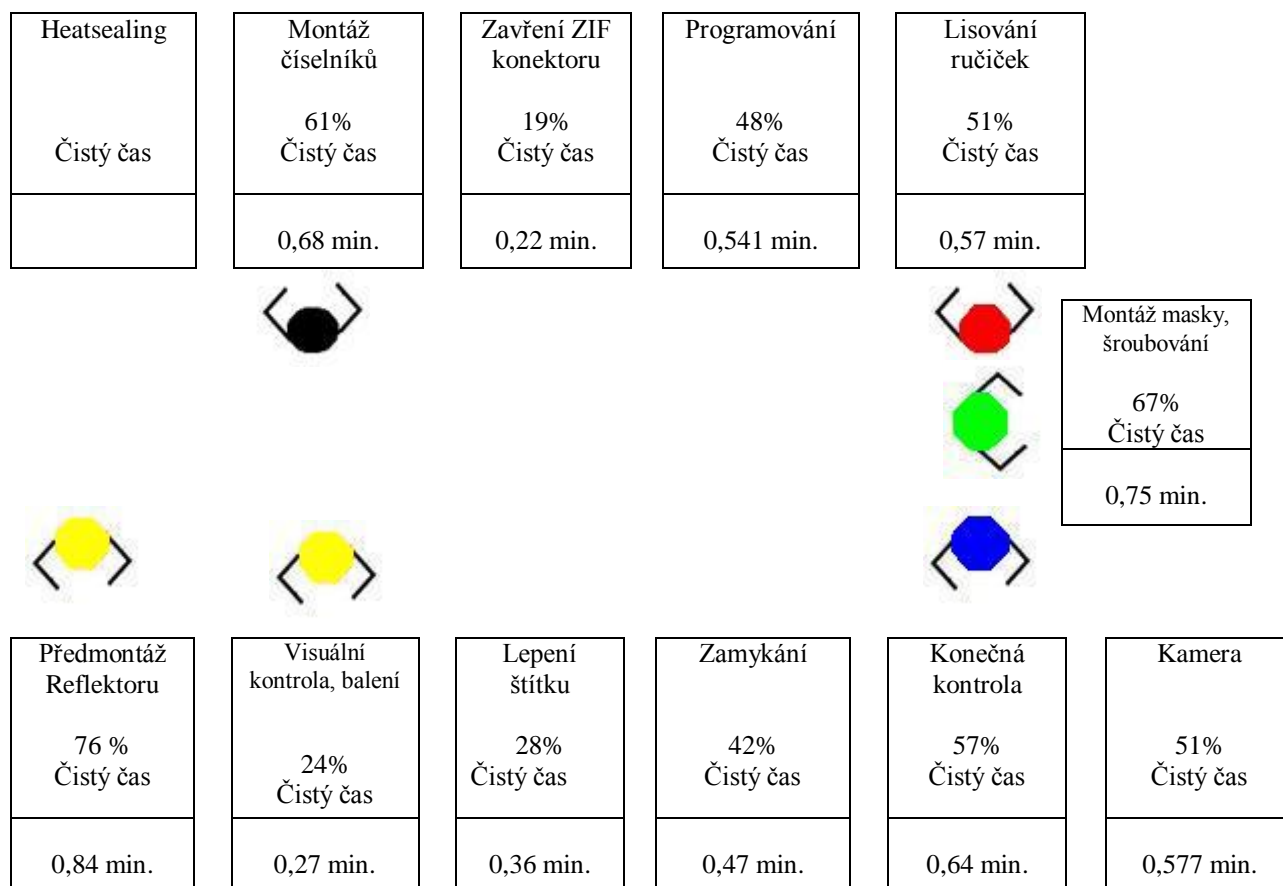
Při pracovním času cyklu 0,88 ' / kus se dokáže vyrobit 517 kusů za směnu při optimálních pracovních podmínkách (viz. obr. 6). Výroba bude probíhat na 7 pracovištích při počtu 5 operátoru. Při sledování procesu jsem zjistil, že k největšímu plýtvání času dochází především na stanovištích konečné kontroly a na předmontáži. Na pracovišti předmontáže dochází k plýtvání času z důvodu nahromadění zásob a nedodržení toku jednoho kusu. Zároveň dochází na pracovištích ke zdlouhavému přecházení operátorů především mezi stanovišti montáž číselníků – lisování ručiček a konečná kontrola – visuální kontrola balení.

Určovat pracovní tempo bude operátor 1, který bude přecházet v pravidelném cyklu dvou vyrobených kusů mezi pracovišti heatsealing a montáž číselníků. Čas přecházení mezi jednotlivými pracovišti bude činit 0,05 min. Dalším vytíženým operátorem je operátor 5, který se bude pohybovat mezi pracovišti předmontáže a vizuální kontrola, balení. Jeho pohyb mezi pracovišti zabere 0,033 min. Tito nejvíce vytížení operátoři se nebudou dále podílet na vytváření hodnoty do výrobku. Zbývající tři operátoři budou mít na starosti pouze jednu operaci a ve zbývajícím čase se budou podílet na zabezpečení taktu linky. Operátor 2 se během své nečinnosti bude zabírat zabezpečení taktu v oblasti programování. Operátor 3 bude ve zbývajícím čase zakládat výrobky po zatěžkávacím testu zpět na výrobní linku a kontrolovat zatěžkávací test. Zbývající operátor 4 zabezpečí takt na zbývajících automatických pracovištích zamykání a lepení štítku. V níže uvedeném schématu uvádím pracovní standart pro jednotlivé operátory. V níže uvedených grafech uvádím jednotlivé pracovní vytížení jednotlivých operátorů. Při pohledu na grafické vytížení operátorů nedochází ke zbytečnému plýtvání. Rozložení jednotlivých operací je optimální.



Graf 1: Obsazení linky 5 operátorů LL

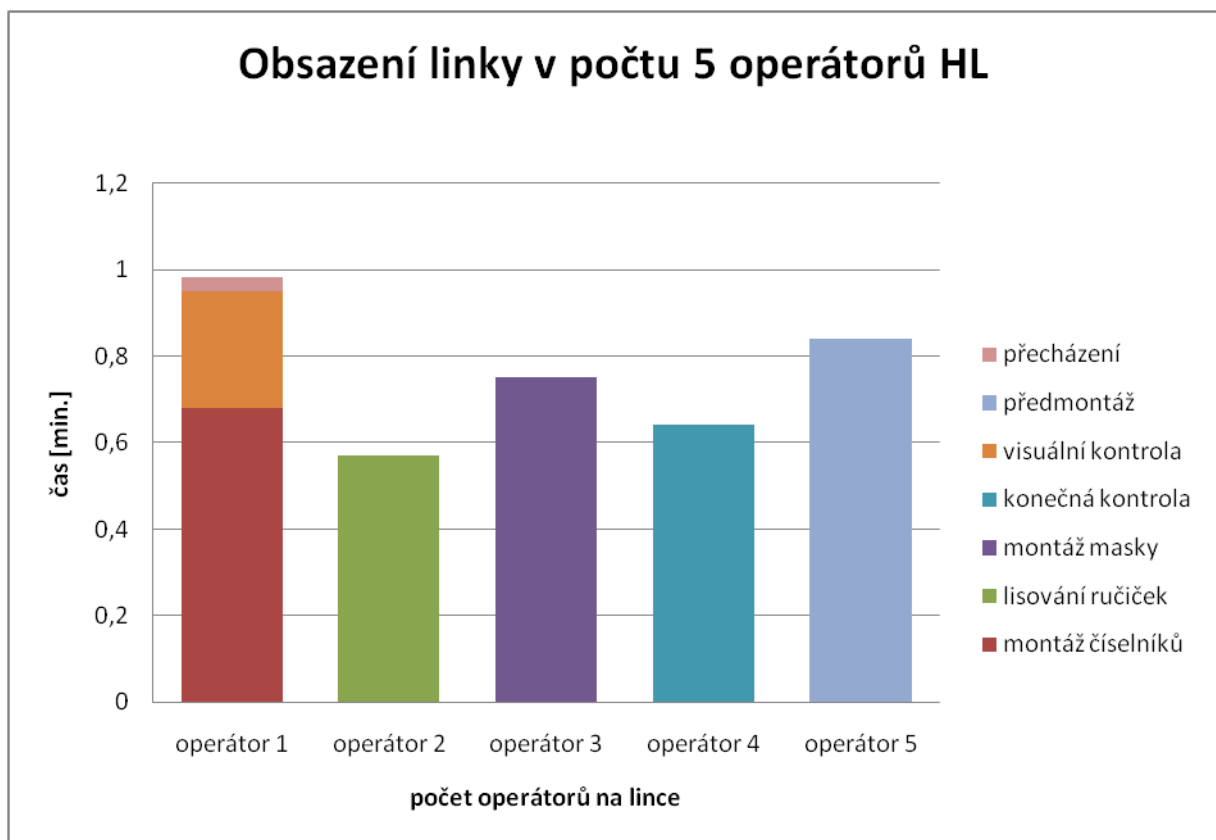
Obsazení při výrobě HL



Obr. 7: Model výroby v počtu 5 operátorů HL

Při výrobě v počtu 5 operátorů výrobku HL se při optimálních provozních podmínkách za směnu vyrobí 473 ks/ směnu s časem jednoho cyklu 0,95 ' / kus. Výroba bude probíhat na 6 pracovištích (viz. obr. 7). Rozdíl mezi vypočítaným postavením operátorů je, že v původním rozestavení nepřechází operátor z pracoviště konečné kontroly na pracoviště visuální kontrola balení. S ohledem na velkou vzdálenost přecházení a nevycházení pracovníka z temné komory navrhuji, aby přecházel operátor mezi pracovišti montáž číselníků a visuální kontrola. Další uvažovanou variantou byl přechod mezi pracovišti předmontáž reflektoru a visuální kontrola a balení. Vzhledem ke stejným vzdálenostem přechodu a snížení času cyklu bude lepší, když bude mezi pracovišti přecházet operátor 1, který bude pracovat na

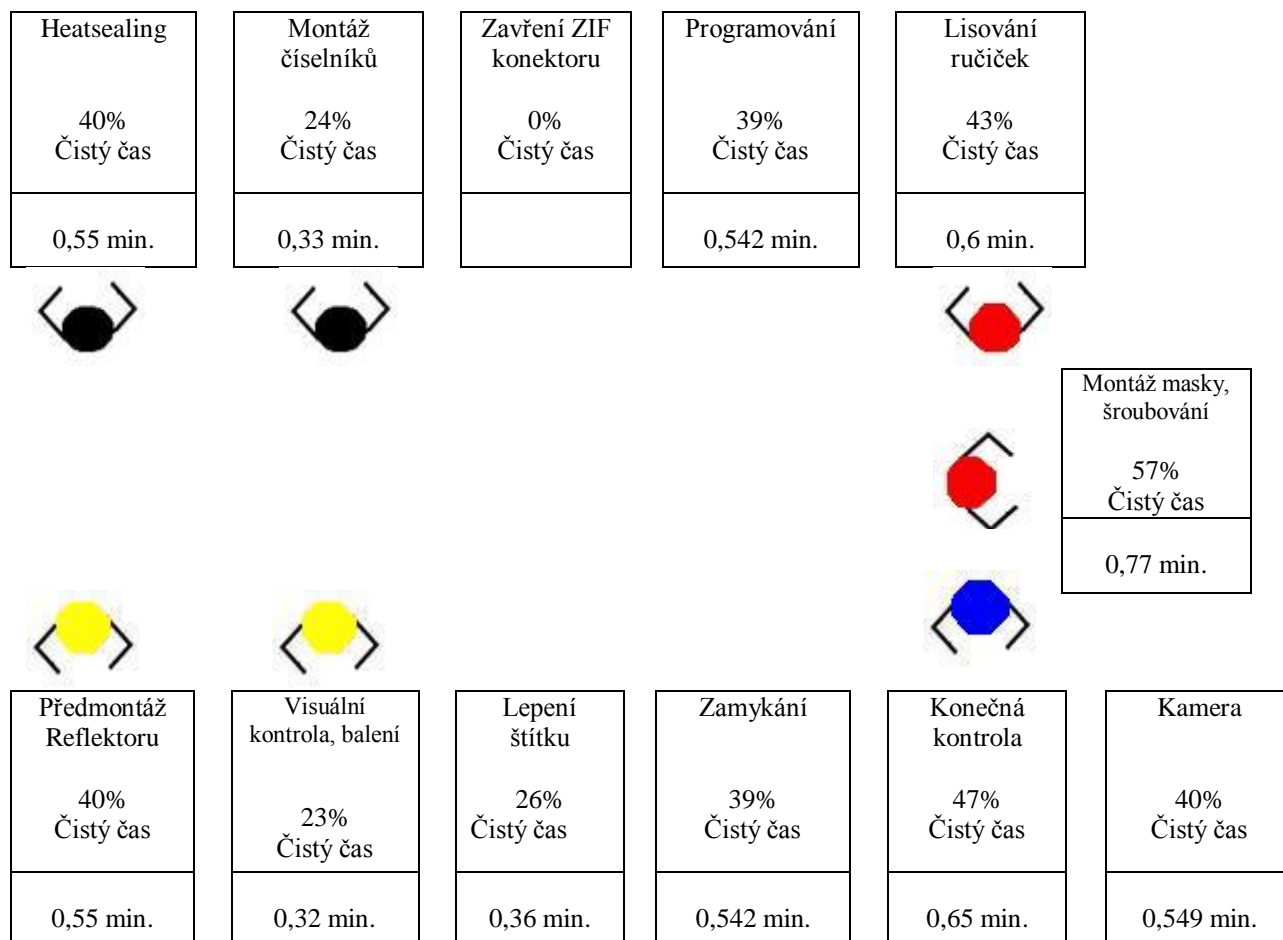
dvou pracovištích zároveň. Čas přechodu mezi operacemi zabere 0,033 min. Ostatní operátoři budou svoji pozornost soustředit pouze na jedno pracoviště. Operátor 2 během své nečinnosti bude obcházet a jistit plynulý tok procesu na automatizovaném pracovišti programování a zavření ZIF konektoru. Operátor 3 ve zbývajícím čase bude zakládat výrobky ze zatěžkávacího testu na dopravník. Operátor 4 bude zabezpečovat takt na automatizovaných stanovištích zamykání a lepení štítku. V níže uvedených grafech přikládám vytížení operátorů.



Graf 2: Obsazení linky 5 operátorů HL

4.2.2 Standardizace práce pro 4 operátory

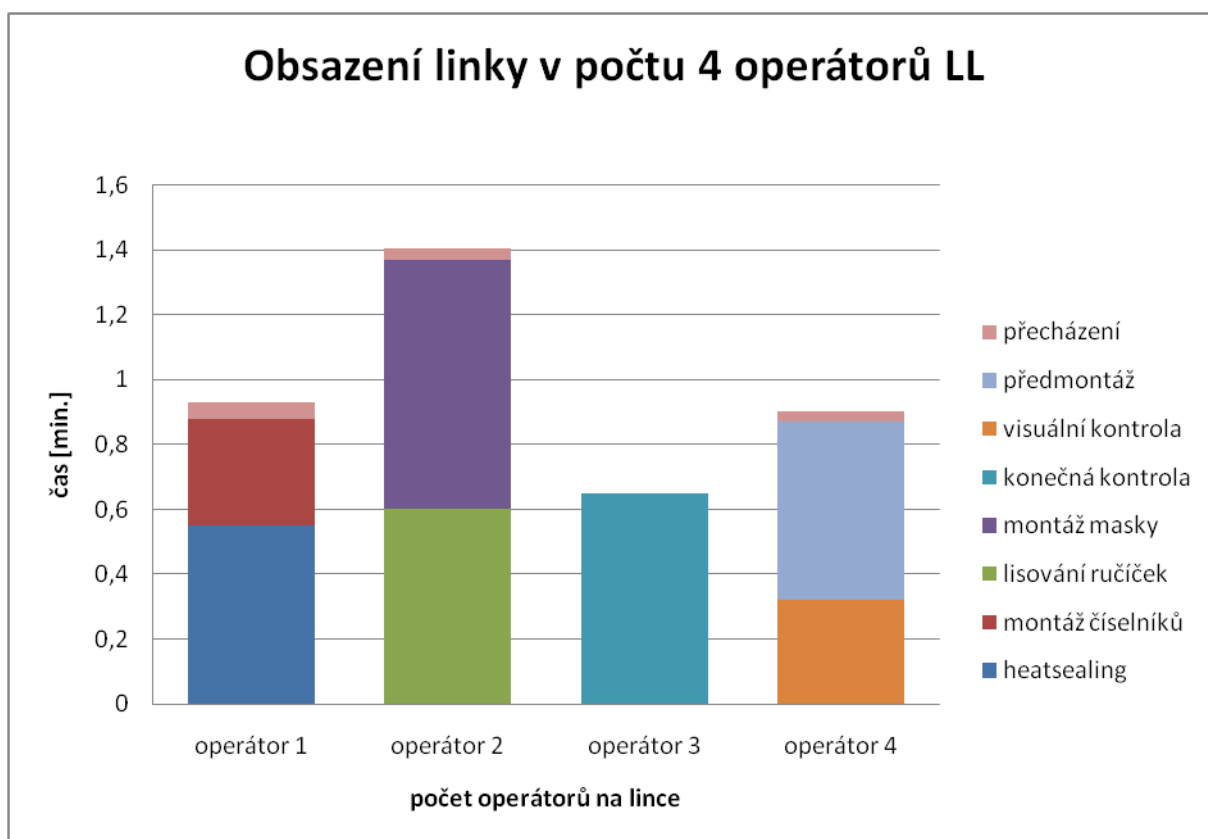
Obsazení při výrobě LL



Obr. 8: Model výroby v počtu 4 operátorů LL







V obsazení na lince při výrobě LL se při čase cyklu 1,37 ' / kus vyrobí za směnu 328 kusů (viz. obr. 8). Pro počet 4 operátorů je k dispozici 7 pracovních míst. Při původním sledování pohybu po lince jsem zjistil , že zbytečně vychází operátor z místa temné komory na pracoviště visuální kontrola balení. Docházelo tím ke zdlohavému přechodu mezi pracovišti a následkem bylo, že se nejméně vytížený operátor na předmontáži nezapojoval do jednokusového toku a dělal zbytečně velké zásoby na svém pracovišti. V nově uvedeném modelu doporučuji, aby operátor 3 z konečné kontroly nepřecházel mezi operacemi a pouze se podílel na zabezpečení taktu linky tím, že bude během své nečinnosti dohlížet na automatická pracoviště

zamykání a lepení štítku. Operátor 4 se zapojí do jednokusového toku tím, že bude přecházet mezi pracovišti vizuální kontrola, balení a předmontáží po třech kusech a čas jeho přecházení je 0,033 min. Tempo cyklu bude udávat operátor, 2 který se bude pohybovat mezi operacemi narážení ručiček a montáže masky s časem přechodu mezi operacemi 0,033 min. a přecházet bude po třech vyrobených kusech. Operátor 1 bude přecházet mezi pracovišti heatsealing a montáže číselníků s časem přechodu 0,05 min. Vzhledem k omezené kapacitě a malé vzdálenosti a nízkém počtu dopravníků mezi pracovišti bude přecházet po dvou vyrobených kusech a během nečinnosti se bude podílet na zabezpečení taku na automatickém pracovišti programování. V níže uvedených grafech přikládám jednotlivé vytížení mezi operátory. Při časovém rozložení a vytížení operátorů dochází k plýtvání časem u operátora 3 , který neprodukuje 53 % svého času na výrobu.



Graf 3: Obsazení linky 4 operátorů LL

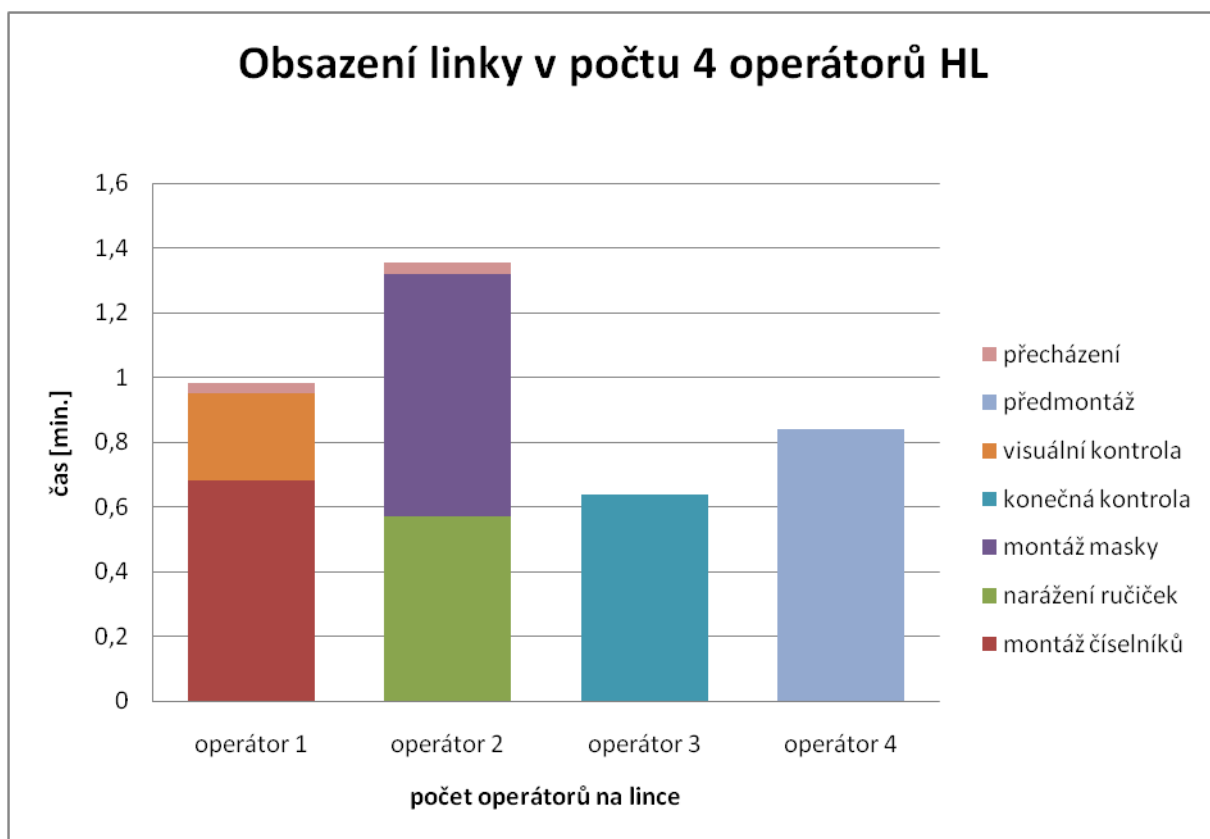
Obsazení při výrobě HL

Heatsealing	Montáž číselníků	Zavření ZIF konektoru	Programování	Lisování ručiček	
Čistý čas	51% Čistý čas	16% Čistý čas	40% Čistý čas	43% Čistý čas	
	0,68 min.	0,22 min.	0,541 min.	0,57 min.	
					Montáž masky, šroubování
					57% Čistý čas
					0,75 min.
					
Předmontáž Reflektoru	Visuální kontrola, balení	Lepení štítku	Zamykání	Konečná kontrola	Kamera
63% Čistý čas	20% Čistý čas	27% Čistý čas	35% Čistý čas	48% Čistý čas	43% Čistý čas
0,84 min.	0,27 min.	0,36 min.	0,47 min.	0,64 min.	0,577 min.

Obr. 9: Model výroby v počtu 4 operátorů HL

Obsadí-li se linka počtem 4 operátorů při výrobě HL dosáhneme času cyklu 1,32 ' / kus a počtem 340 vyrobených kusů za směnu (viz. obr. 9). Rozdíl ve výsledovaném přecházení na lince spočívá v tom, že docházelo k přechodům na velké vzdálenosti mezi pracovišti montáže číselníků a lisování ručiček. Další neproduktivní přecházení se vyskytovalo mezi pracovišti konečné kontroly a visuální kontroly a balení. Během pozorování se stalo, že na trase přecházení se oba operátoři setkali v jeden čas a museli se vyhybat ve stísněném prostoru linky, a tím docházelo k dalšímu zdržení. Jednotlivé činnosti jsem proto přerozdělil do výše










uvedeného schématu. Operátor 1 se bude pohybovat mezi operacemi montáž číselníků a vizuální kontrola balení a bude přecházet po třech vyrobených kusech s časem přechodu 0,033 min. Během nečinnosti se bude podílet na zabezpečení taktu občůzkami na automatických pracovištích zavření ZIF konektoru a programování. Operátor 2 bude vyrábět na stanovištích narážení ručiček a montáže masky a bude určovat vzhledem ke své vytíženosti tempo pracovního cyklu. Operátoři 3 a 4 budou obsluhovat jediné pracoviště dle uvedeného schématu. Níže uvádím grafy vytížení operátorů.



Graf 4: obsazení linky 4 operátorů HL

4.2.3 Standardizace práce pro 3 operátory

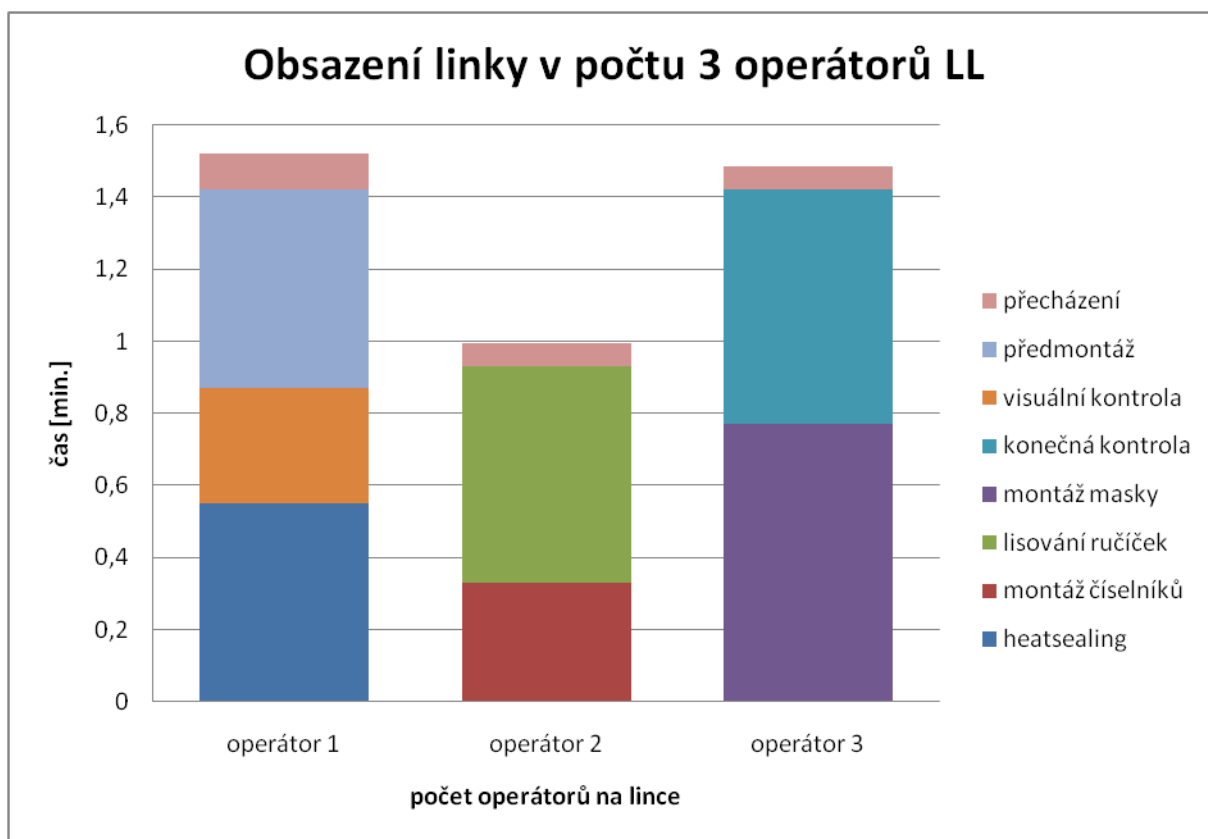
Obsazení při výrobě LL

Heatsealing 39% Čistý čas 0,55 min.	Montáž číselníků 22% Čistý čas 0,33 min.	Zavření ZIF konektoru 0% Čistý čas	Programování 47% Čistý čas 0,542 min.	Lisování ručiček 42% Čistý čas 0,6 min.	
					
					Montáž masky, šroubování 54% Čistý čas 0,77 min.
					
Předmontáž Reflektoru 39% Čistý čas 0,55 min.	Visuální kontrola, balení 22% Čistý čas 0,32 min.	Lepení štítku 25% Čistý čas 0,36 min.	Zamykání 38% Čistý čas 0,542 min.	Konečná kontrola 46% Čistý čas 0,65 min.	Kamera 38% Čistý čas 0,549 min.

Obr. 10: Model výroby v počtu 3 operátorů LL

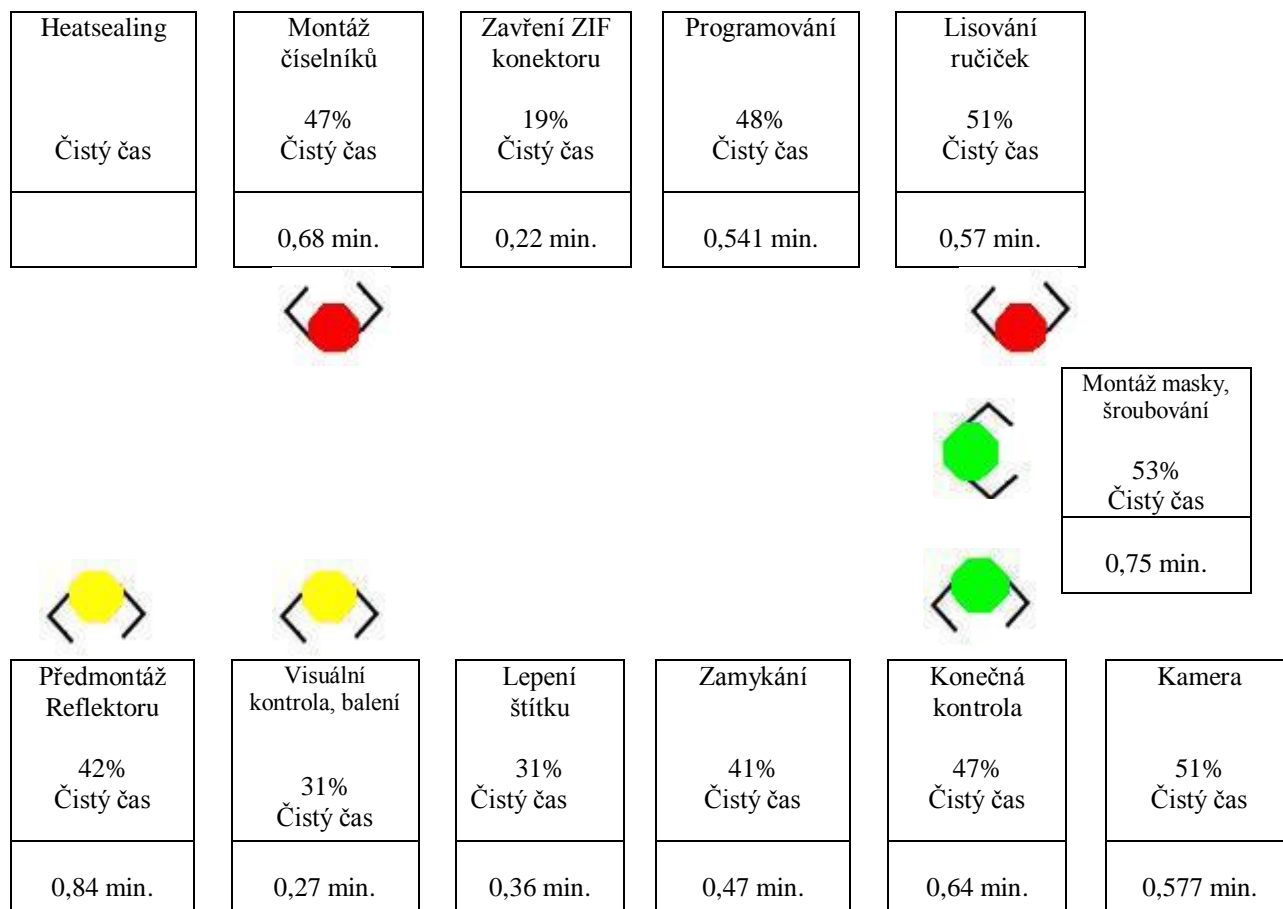
Obsadíme-li linku 3 operátory při výrobě LL, dokážeme při optimálních pracovních podmínkách vyrobit 316 kusů s časem cyklu 1,42' / kus (viz. obr. 10). Zásadní přerozdělení operací spočívá v tom, že operátor 3 vyráběl na třech pracovištích zároveň a musel mezi pracovišti často přecházet (konečná kontrola, visuální kontrola a předmontáž). Přecházení bylo velmi nevýhodné z důvodu, že operátor musel vycházet z temné komory a měl na starost další dvě pracoviště. V novém návrhu se nezamezí vycházení operátora z temné komory. Operátor 3 se bude pohybovat mezi pracovišti konečná kontrola a montáž masky. Při řešení problému jsem vzal v potaz, že operátor bude muset vycházet z temné komory

odhrnout závěs a přemístit se na pracoviště montáže masky. Přejchod s ohledem na fakt, že bude muset vstávat ze židle, odhrnout závěs a přemístit se, bude činit 0,066 min po vyrobení tří kusů. Operátor 2 se bude pohybovat mezi operacemi lisování ručiček a montáže číselníků a přejde po třech vyrobených kusech. Během svého přechodu bude dohlížet na automatické stanoviště programování a čas přechodu bude 0,066 min. Operátor 1 se bude pohybovat mezi pracovišti heatsealing, předmontáž a visuální kontrola, balení. Mezi operacemi se bude střídát po třech vyrobených kusech s ohledem na čas přecházení, který bude činit 0,1 min. V grafickém vyjádření je třeba si všimnout, že operátor 1 a 3 jsou stejně vytížení a nedochází k velkému plýtvání, jako při počtu 4 operátorů na lince.



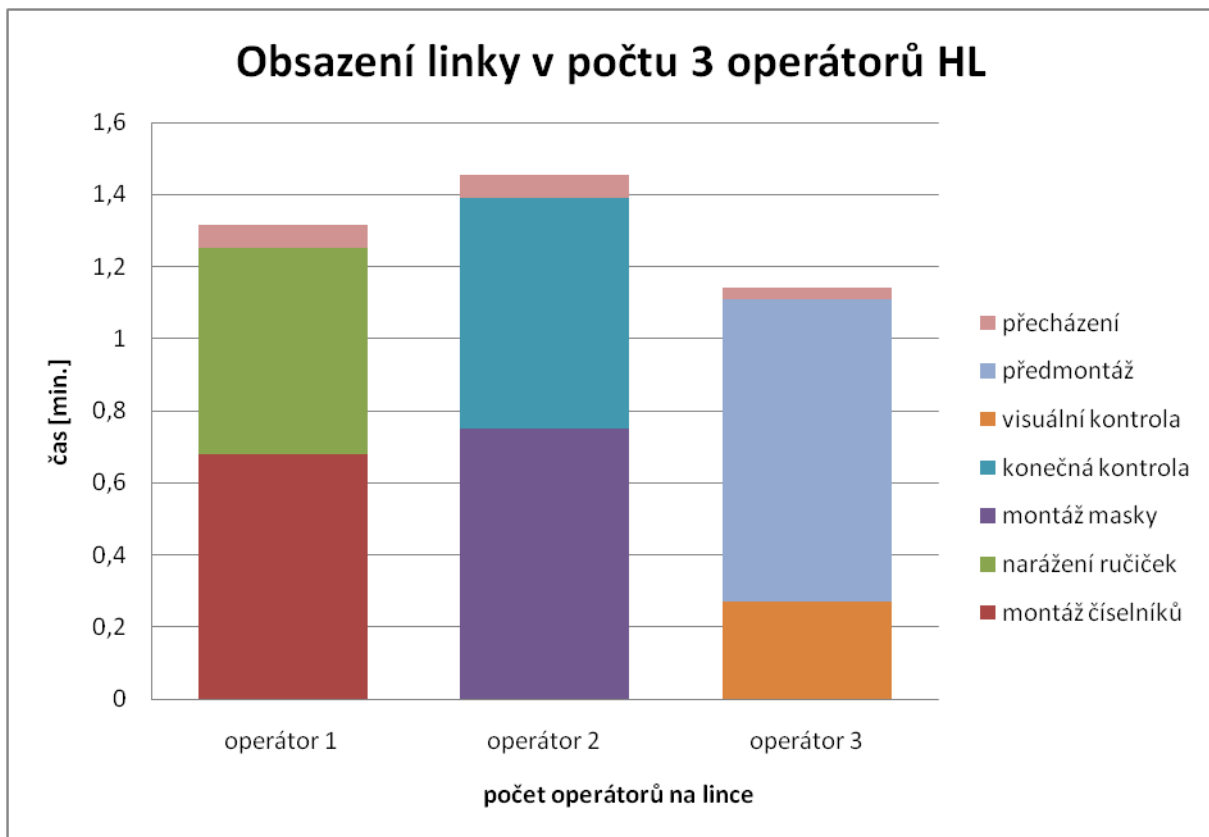
Graf 5: Obsazení linky 3 operátorů LL

Obsazení při výrobě HL



Obr. 11: Model výroby v počtu 3 operátorů HL

Obsadíme-li při výrobě produktu HL pracoviště počtem 3 operátorů, vyrobíme za směnu 323 kusů s časem cyklu 1,39' / kus (viz. obr 11). Operátor 1 se bude pohybovat na operacích montáže číselníků a lisování ručiček. Mezi operacemi přechází po vyrobení 3 kusů a čas přechodu mezi operacemi činí 0,066 min. Operátor 2 s ohledem na rozložení ostatních operátorů a s ohledem na to, že bude muset vycházet z temné komory, se bude pohybovat mezi operacemi konečná kontrola a montáž masky s časem přechodu mezi operacemi 0,066 min. Operátor 3 se bude pohybovat mezi operacemi předmontáž a visuální kontrola balení s časem přechodu 0,033 min. V grafickém vyjádření nedochází k velkému plýtvání časem jako při obsazení linky v počtu 4 operátorů.



Graf 6: Obsazení linky 3 operátorů HL

4.3 Hodnocení variant

V obsazení nižším počtem operátorů na lince doporučuji se vyhnout výrobě v počtu 4 operátorů. Důvodem je nevhodnost a zbytečné plýtvání časem. Lepší je obsadit linku pouze 3 operátory, kteří v uvedeném obsazení vyprodukují přibližný počet kusů jako operátoři 4. V tabulce znázorňuji počty vyrobených kusů (viz. tab. 1) v modelech pro 8 hod. a 12 hod.

Počet operátorů	Počet ks. 8 hod. LL	Počet ks. 12 hod. LL	Počet ks. 8 hod. HL	Počet ks. 12 hod. HL
5 operátorů	517	758	405	594
4 operátoři	328	481	340	500
3 operátoři	316	464	323	474

Tabulka 1: Počet vyrobených kusů v jednotlivých modelech

5 Případová studie konkrétně zaměřená na zvolený problém

V kapitole případová studie jsem se zaměřil vypracovat studii s výhledem do dalších let. Z podkladů z obchodního oddělení jsem obdržel poptávku zákazníka do roku 2020. Ve studii se zaměřuji na obsazení linky operátorů v daném roce. Rozdělil jsem si rozvrh do dvou pracovních modelů, který počítá s pěti a sedmi pracovními dny. Dále jsem rozdělil obsazení na směny následujícím způsobem: 12 hod. 2 směny, 8 hod. 2 směny, 8 hod. 3 směny. V kapitolách studie jsem se zaměřil na taktování linky a návrh pracovních modelů do roku 2020

5.1 Taktování linky s výhledem do roku 2020

Po zjištění z obchodního oddělení jsem provedl taktování linky mezi jednotlivé roky z hlediska zákaznické poptávky. Rozdělil jsem si výpočet na dva modely. První model počítá s výrobou na 7 dnů v délce trvání 12 hod. na dvě směny. Druhý model počítá s výrobou na 5 dnů po 8 hod. na dvě nebo na tři směny. V níže uvedené

tabulce přikládám taktování linky do dalších let (viz. tab. 2). Pro jednoduchost a srozumitelnost jsem vypracoval tabulku. Vypočtené takty jsou v ideálním čase a jsou uvedeny v minutách na kus. Při dlouhodobém plánování je třeba si uvědomit, že se takt může v jednotlivých obdobích měnit. Mám tím na mysli období, kdy bude některý z operátorů nemocný, nebo když bude mít operátor dovolenou. Dále si je třeba uvědomit, že takt je pružný a často se mění. Je třeba si uvědomit, že operátoři nepracují celou pracovní dobu. Mohou probíhat různé přestavby na jiný výrobek nebo plánované a neplánované údržby a podobně.

Rok	Takt na 12 hod.	Takt na 8 hod. 2 směny	Takt na 8 hod. 3 směny
2011	1,6	0,78	1,17
2012	2,29	1,1	1,67
2013	1,45	0,7	1,06
2014	1,1	0,53	0,8
2015	1,66	0,81	1,21
2016	1,71	0,83	1,25
2017	1,76	0,86	1,29
2018	1,77	0,86	1,29
2019	1,8	0,88	1,32
2020	1,79	0,87	1,31

Tabulka 2: Taktování linky do roku 2020

5.2 Studie zaměřená na obsazenost linky do roku 2020

Ve studii věnuji pozornost obsazenosti linky v různých pracovních modelech. Modely jsem rozdělil do dvou základních skupin. V jednom pracovním modelu jsem navrhl nepřetržitý provoz na 12 hodin 7 dní v týdnu s nepřetržitou pracovní dobou. V nepřetržitém pracovním cyklu navrhuji střídat 4 směny v počtu 3 operátorů.

Ve druhém pracovním modelu jsem navrhnul výrobu 5 dnů v týdnu s obsazením dvou a tří směn podle potřeby vždy po 8 hod. V provozu na tři směny je vhodné

obsadit linku vyšším počtem operátorů během dne než v noci. Navrhuji rozdělit výrobu v počtu 5, 3, 3 operátorů. V modelu na dvě směny bude probíhat výroba v počtu 6 operátorů na každé směně. Vzhledem k téměř totožným výrobním časům jsem nerozlišoval, zda se bude vyrábět řada LL nebo HL. Z tabulky vyplývá, že by bylo nevhodnější vyrábět v pracovním modelu na 3 směny 5 dní v týdnu.

Rok	Počet operátorů 12 hod. 2 směny 7 dní	Počet operátorů 8 hod. 2 směny 5 dní	Počet operátorů 8 hod. 3 směny 5 dní
2011	12	12	11
2012	6	10	9
2013	12	12	13
2014	16	16	15
2015	12	12	11
2016	12	12	11
2017	12	12	11
2018	12	12	11
2019	12	12	11
2020	12	12	11

Tabulka 3: Rozvržení počtu operátorů pro jednotlivá období

6 Shrnutí poznatků, doporučená řešení k realizaci, ekonomické hodnocení

Závěrečná kapitola pojednává o shrnutí všech poznatků během mého působení ve společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o.

6.1 Ekonomické hodnocení

Z personálního oddělení jsem zjistil, že náklady na jednoho pracovníka jsou ročně 11 000 euro. V podkapitole 5.2 jsem provedl studii obsazení počtu operátorů do dalších let. V současném modelu na 2 směny po 8 hodinách při plném obsazení

linky pracuje na lince 12 operátorů. Roční náklady v současném obsazení čítají 132 000 euro.

V modelu výroby na 2 směny 12 hod. budou náklady na výrobu stejné jako v obsazení na 2 směny v 5 pracovních dnech. Úspory lze dosáhnout, bude-li se vyrábět v modelu na 3 směny v 11 operátorech. Dosažená úsporou je 11 000 euro za rok.

6.2 Závěr a souhrn poznatků během působení ve společnosti

Hlavním cílem této práce bylo zvýšit využití operátorů na výrobní lince, kdy docházelo k chaotickému přecházení mezi jednotlivými pracovišti a navrhnout standard práce, jestliže bude linka obsazena nižším počtem operátorů. Cílem práce bylo vybalancovat linku při neúplném obsazení směny. Z důvodu neřízeného přecházení operátorů se nedala dostatečně přesně plánovat produkce výroby.

V první části práce jsem provedl stručnou charakteristiku podniku a provedl jsem seznámení s linkou a výrobkem na výrobní lince (viz. kap. 3). Následně jsem se zaměřil na detailní studování linky a svoji pozornost jsem zaměřil na tok výrobku po lince, kdy jsem zkoumal, jaké pracovní činnosti se vykonávají na lince a jak rychle jednotlivý kus po lince proudí. Následně jsem se zaměřil na pohyb operátorů mezi jednotlivými pracovišti. Detailně jsem zkoumal jednotlivé operátory a pozoroval mezi jakými pracovišti se pohybují, po kolika vyrobených kusech přecházejí a jak náročnou trasu musí mezi pracovišti překonat. Jednotlivé pohyby jsem si zakresloval do plánu layoutu. Po zakreslení nejčastějších pohybů po lince jsem si naměřil jednotlivé operace a porovnal s naměřenými časy normy. Během působení jsem měl možnost vidět výrobu s obsazením nižším počtem operátorů, případně byla možnost po dohodě s mistrem nasimulovat různé obsazení výroby.

Ve druhé polovině jsem provedl prvotní taktování linky pro rok 2011 (viz. kap. 4). Poté jsem vyhodnocoval jednotlivé pohyby operátorů a náročnost pracovních úkolů na jednotlivé operace. Při balancování operací jsem se zaměřil na vytvoření pracovních standardů pro 3-5 operátorů na výrobní lince. Vypracoval jsem 6 pracovních standardů. Každý standard obsahuje rozmístění operátorů, které jsem pro jednoduchou ilustraci barevně odlišil. V layoutu jsem doplnil výrobní časy jednotlivých operací a přepočítal jsem procentuální produktivitu práce. Standard dále obsahuje detailní popis jednotlivých činností a grafické vyjádření vytíženosti

pracovníků. Během navrhování jsem bral ohled na řadu okolností. Navrhnul jsem jednotlivé standardy tak, aby operátoři měli, co nejkratší cestu mezi operacemi. Snažil jsem se vypracovat takový standard, aby operátor, který sedí v temné komoře za závěsy, nemusel během výrobního procesu vycházet. Při výrobě s počtem tří operátorů se mi nepodařilo vybalancovat linku tak, aby dotyčný člověk nevycházel.

Pracoviště konečná kontrola je specifické tím, že operátor během práce sedí v temné komoře. Vycházení nedoporučuji z důvodu vstávání ze židle, odhrnutí závěsů.

V podkapitole 4.3 pojednávám o hodnocení variant. Z uvedené tabulky vyplývá, že není výhodné vyrábět v počtu 4 operátorů na lince. Z hospodárného hlediska je lepší linku obsadit počtem 3 operátorů, kteří vyrobí skoro totožné množství kusů jako 4 operátoři.

Z ekonomického pohledu doporučuji vyrábět na 3 směny 5 dní v týdnu po 8 hod. Obsadit linku počtem 5, 3 a 3 operátorů. V případě velké poptávky je uvažována časová rezerva přes sobotu a neděli.

Společnost mé návrhy a nalezené řešení plně přijala. Spokojena byla jak s obsahem provedené studie, tak s naměřenými hodnotami.

7 Seznam použité literatury

1. JEFFREY K. LIKER. *Tak to dělá Toyota*, 1. vyd., Praha: Management Press, 2008 dotisk. ISBN 978-80-7261-173-7.
2. VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I. *Cesty k vyšší produktivitě*. IPI Liberec 1996. ISBN 80-902235-0-8.
3. IMAI, M. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0850-3.
4. KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. Praha: GRADA 2002, 1.vyd., 424 stran, ISBN 80-247-0199-5.
5. www.e-api.cz – Akademie produktivity a inovací
6. <http://www.leancompany.cz/leanslovník.html> - Lean slovník
7. www.conti-online.com/ - Stránky podniku

8 Seznam použitých grafů, obrázků a tabulek

Obrázek 1 - Závod Brandýs nad Labem

Obrázek 2 - Layout linky SK 25 GP

Obrázek 3 - Palubní deska Škoda Fabia

Obrázek 4 - Layout SK 25 GP při obsazení 6 operátorů výroby LL

Obrázek 5 - Layout SK 25 GP při obsazení 6 operátorů výroby HL

Obrázek 6 - Model výroby v počtu 5 operátorů LL

Obrázek 7 - Model výroby v počtu 5 operátorů HL

Obrázek 8 - Model výroby v počtu 4 operátorů LL

Obrázek 9 - Model výroby v počtu 4 operátorů HL

Obrázek 10 - Model výroby v počtu 3 operátorů LL

Obrázek 11 - Model výroby v počtu 3 operátorů HL

Graf 1 - Obsazení linky 5 operátorů LL

Graf 2 - Obsazení linky 5 operátorů HL

Graf 3 - Obsazení linky 4 operátorů LL

Graf 4 - Obsazení linky 4 operátorů HL

Graf 5 - Obsazení linky 3 operátorů LL

Graf 6 - Obsazení linky 3 operátorů HL

Tabulka 1 - Počet vyrobených kusů v jednotlivých modelech

Tabulka 2 - Taktování linky do roku 2020

Tabulka 3 - Rozvržení počtu operátorů pro jednotlivá období

9 Seznam příloh

Příloha 1 – naměřené výrobní časy

Celkem: 1 strana

Příloha 1: Naměřené výrobní časy

Naměřené časy HL:

operace	Naměřené časy v sekundách					Průměr v sek.	Průměr v min.
Předmontáž	52	47	53	51	50	50,6	0,84
montáž číselníků	41	42	41	41	41	41,2	0,68
narážení ručiček	35	36	34	32	35	34,4	0,57
montáž masky	47	43	46	47	44	45,4	0,75
konečná kontrola	40	37	39	37	39	38,4	0,64
visuální kontrola	15	17	16	18	16	16,4	0,27

Naměřené časy LL:

operace	Naměřené časy v sekundách					Průměr v sek.	Průměr v min.
Předmontáž	37	32	33	31	32	33	0,55
Heatsealing	37	27	28	39	34	33,2	0,55
montáž číselníků	23	17	17	22	22	20,2	0,33
narážení ručiček	35	34	39	36	37	36,2	0,6
montáž masky	48	45	49	47	44	46,6	0,77
konečná kontrola	40	38	42	38	39	39,4	0,65
visuální kontrola	17	21	20	21	19	19,6	0,32